

地学教育

第50巻 第6号(通巻 第251号)

1997年11月

目 次

原著論文

- 生涯学習と地学教育小 畠 郁 生...(203~215)
「恐竜とかけっこ」の教材開発
.....松 川 正 樹・小 荒 井 千 人・榑 原 雄 太 郎...(217~227)
フィルムケース地震計の改良と検定岡 本 義 雄...(229~238)

資 料

- デンバーミネラルショー(Denver Shows)に参加して
.....相 場 博 明・馬 場 勝 良...(239~246)

報 告

- 平成9年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第51回全国大会 東京大会報告
.....(247~253)
日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム
.....(255~265)

本の紹介(216, 228) 学会記事(266~267) お知らせ(254)

日本地学教育学会

184 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

役員選挙に関する公示

1997年10月6日

正会員各位

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、1998年度役員（会長および評議員）の選挙を行います。ついては細則により会長および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

4. 会長候補者の推薦は、正会員5名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。
5. 評議員候補者の推薦は、正会員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、会員名簿1990年11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) 1997年度で、任期の切れる会長（再選を認められている） 石井 醇
- 2) 1997年度で、任期の切れる副会長（会則第11条第2項＝会長が評議員の中から指名する；評議員として再選を認められている） 下野 洋、池田宣弘
- 3) 1997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：河村 勤、関東地区：菅野重也、円城寺守、山崎良雄、中部地区：遠藤裕神、近畿地区：小田公生、中国・四国地区：佐藤英徳、九州・沖縄地区：八田明夫
会長指名：磯部秀三、平野弘道、二上政夫
- 4) 1988年度も、任期のある評議員（推薦しても無効）
北海道・東北地区：照井一明、中村泰久、関東地区：栗野俊昭、名越利幸、江藤哲人、渋谷 紘、小川忠彦、宮下 敦、中部地区：遠西昭寿、渡辺 隆、近畿地区：田結庄良昭、藤岡達也、中国・四国地区：岡本弥彦、秦 明德、九州・沖縄地区：飛田眞二、宮脇亮介
会長指名：買手屋仁、高橋 修、間々田和彦、水野孝雄、猪俣久治、榎原雄太郎、馬場勝良、松川正樹、宮下 治

~~~~~  
原著論文  
~~~~~

生涯学習と地学教育

小 島 郁 生*

1. はじめに

今日、日本の教育界は大きく変容しつつある。文部省の社会教育局は生涯学習局として筆頭局となり、生涯学習振興法が成立した。日本各地に生涯学習センターができ、地方自治体の社会教育課は生涯学習課に改名するところも多い。

その理由は、生涯学習社会の構築ということが教育の大目標に掲げられるようになったからである。一般に所得水準が向上したことや、自由時間が増大したこと、高齢化などに伴う社会の成熟化という点が、社会的背景の一つとして挙げられている。市民が心の豊かさ、生きがいのための学習ニーズを認めるようになったのである(文部省編, 1996)。

二つ目は、社会、経済の変化という事情がある。昨今のように科学技術の高度化が急速で社会や家庭での日常生活の変わり方が著しいことはない。情報化・国際化・産業構造の変化などが、市民の知識・技能を絶えず向上させる必要を生じた。学校教育だけでは十分でないことが明白となってきたのである。

三つ目は、学歴に依存した採用・昇進や人間の評価など、学歴社会の弊害が強調されるようになった。形式的な学歴によらない能力の正しい評価が必要ということである(図1)。

最後に、学校教育のあり方に対する根本的な疑問ないしは学校の子ども中心の教育のあり方に対する厳しい批判(天野, 1955)というものがある。年令と場所が規定された教育だけが教育ではない。大学紛争、偏差値教育、いじめ、登校拒否、校内暴力などさまざまな状況を誘発している。最近神戸で起きた中学生による小学生の連続殺人事件が世間を驚かしたが、この加害者は異常なほど学校や義務教育にこだわっている。

いずれにしろ、生涯のいつでも、自由に学習機会を選択して学ぶことができ、その成果が適切に評価されるような社会をつくらうという、いわば生涯学習社会の構築ということが実際に現実化のスタートを切ったというのが現状であろう。

一方、この時にあたって、流動する教育改革のなかで、理科の時間が削減したり、高校では地学そのものがなくなったりする可能性もあるとの懸念が表明され(松川ほか 1997)、地学教育の目標や理念を考察したり(松川・林, 1994; 馬場ほか 1994)、新しい総合科理科の試み(松川ほか 1997)が提案されたりもしている。

ここにおいて、欧米における生涯学習提唱の歴史にまでさかのぼり、日本における審議の経過をたどり、改めて生涯学習社会での地学教育について考察しておくのは無駄なことではあるまい。本報告では、生涯学習社会における地学教育の適応戦略を模索してみたい。

2. 欧米における生涯学習概念の発達

生涯学習という考え方が、ユネスコの会議で初めて提唱されたのは、1965年の末にパリで開かれた「第3回成人教育推進国際委員会」でのことであった。フランスの Paul Lengrand がエデュカシオン・ペルマナントと題するワーキング・ペーパーを提出し、討議された。ここで構想された生涯教育とは、個人の生涯にわたり統合された教育であり、社会全体・国民共通の制度化された教育である(小橋, 1991a)。ここでいう統合とは、個人のもつ多様な要求にいつでもどこでも対応できること、人生での一貫したもの、学校・社会・家庭が積極的に交流し合い、それらが人々の要求をみたしていくという点で統一的構造をもつことを意味している。こうして生涯教育の理念は、急激な社会変化への対応として登場してきたのである。

1972年に教育開発国際委員会が提出した報告書(フォール報告書)では、未来社会を「学習社会」としてとらえ、社会全体が学校化社会(学歴社会)から学習社会に変身しなければならないと説き、その政策の指導原理として、生涯教育が位置づけられている(表1)。

その後1976年に開かれたユネスコ第19回総会の「成人教育の発展に関する勧告」では、生涯教育が定義され、その理念からすると、具体的には、現行の教育

* 大阪学院大学国際学部 1997年8月13日受付 1997年9月27日受理

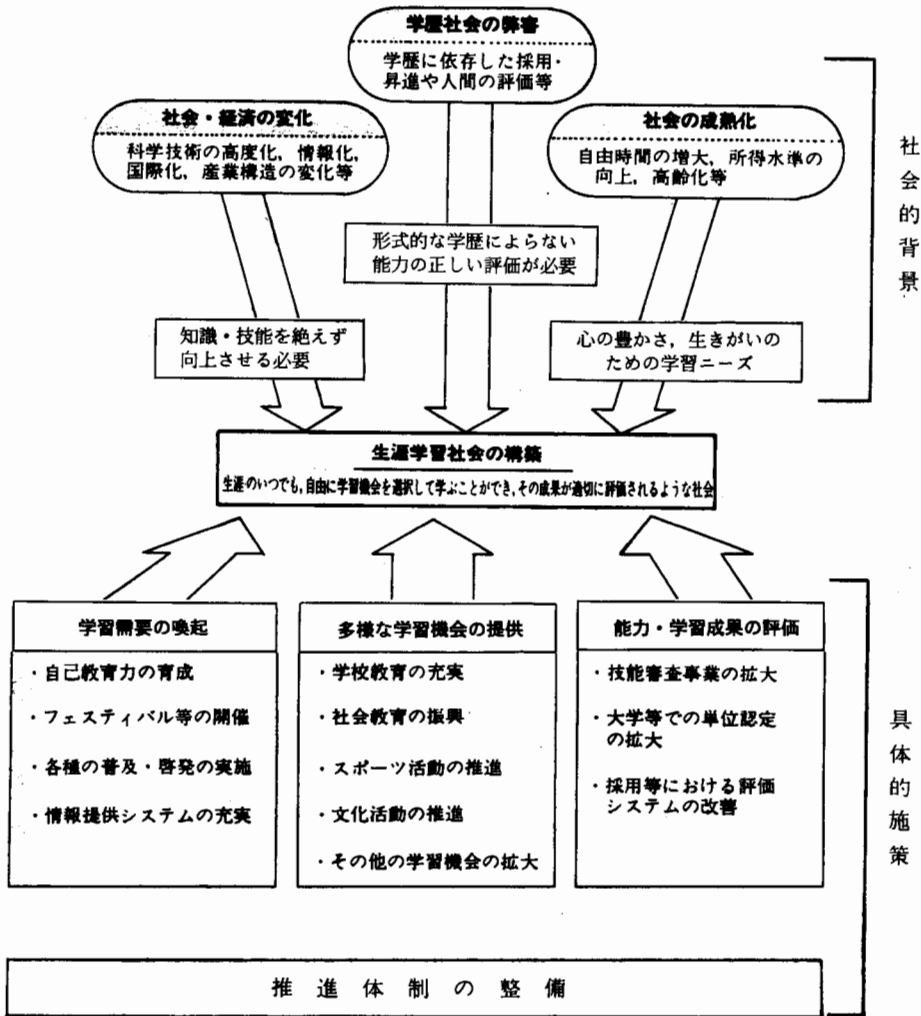


図1 生涯学習社会を目指す取組 (文部省編, 1996)

システムの再編成と、教育システム外部の利用できるすべての資源の開発をめざしているということが示された。

1972年よりラングランの後を継いで生涯教育部長となったのは、エットーレ・ジェルピ (Ettore Gelpi) である。彼は、人間の抑圧の現実を解放へ向けて変革していこうとする積極的な考えで、生涯教育のなかに労働を大きく位置付けている。その核心となるのは、自己が責任をもって教育の目標・内容・方法を自己決定し、自己を指導していく自己決定学習であるという (エットーレ・ジェルピ, 1983)。こうして、1985年には学習権宣言が採択された。

ユネスコの生涯教育論は理念にすぎなかったが、こ

れを具体化する政策理論として現れたのが、リカレント教育であるといわれる。OECD (経済協力開発機構) の提唱による。この目標はCERI 部局 (教育研究革新センター) が1970年に提出した「平等な教育機会」という報告書で示された。その概念と構想は「リカレント教育—生涯教育のための1戦略—」に明確に打ち出されている (表1)。

従来、教育は人生の初期に集中していたが、リカレント教育は、教育・労働・引退がさまざまな順序で組み合わせられる柔軟なライフ・パターンを新しくつくることをめざしている (小橋, 1991b)。ユネスコの生涯教育論との違いは、フォーマルな教育とその他の諸活動との相互流動化にあり、対象を義務教育修了後の青

表1 欧米における生涯学習の提唱 (諸資料より編)

| | |
|-------|---|
| 1965年 | Paul Lengrand (ユネスコ部長) <u>Lifelong education</u> の提唱 (開発途上国の就学率) 政治・経済・科学技術・生活・文化・宗教etc. への適応 |
| 1968年 | 生涯教育 (ユネスコ15回総会) |
| 1972年 | Edgar Faure: <u>Learning to be</u> フォール報告書 (訳: 未来の学習、1975) 未来社会を「学習社会」として |
| 1976年 | 生涯教育 (ユネスコ19回総会) ・現行教育システムの再編成 ・教育システムの外部 |
| 1985年 | 学習権宣言 (第4回ユネスコ国際成人教育会議) Ettore Gelpi (1972年より生涯教育部長) の指揮 ・人間の抑圧の現実を解放へ向け変革 ・労働、自己決定学習 |
| 1970年 | <u>Recurrent education</u> の提唱 OECD (経済協力機構) ヨーロッパ中心 「平等な教育機会」 |
| 1973年 | 「リカレント教育—生涯教育のための一戦略」・義務教育修了後・政策的展開 |
| 1975年 | OECD「レカレント教育—現状と問題」・学校教育内部・学習機会・労働世界内部 |
| 1977年 | 「リカレント教育の発展に関する会議」 |
| 1987年 | 「リカレント教育への再起—参加と財政の態様」 |
| 1968年 | <u>Learning Society</u> (R. ハッチンス著) |
| 1970年 | 学校教育への疑問 |
| 1971年 | OECD教育調査団来日 (大学紛争直後) 行き来できる人生 |
| 1973年 | アメリカの審議会「生涯学習に向けて」、教育爆発と教育危機・学校教育と学校外教育の協力と連携→教育の水平的統合の原理、個人の一生にわたる教育の連続性→教育の垂直的統合の原理 |

少年や大人に限定している点と、理念のみならず具体的な戦略・政策としての展開をめざす点の、2点である。

リカレント教育の基本原則からみると、これは教育と労働の新しい関係を追究するグローバルな視野に立った提言で、いわば総合社会政策としての特徴をもつ。有給教育休暇制度が発展し、主要諸国で労働者の学習権保証を制度化することができた。しかし1970年以後、経済・雇用状態の悪化、テクノロジーの導入、労働形態の変化などの影響を受け、リカレント教育政策も修正を余儀なくされている。現在では、義務教育後の教育機会をいかに整備し発展させるかという点にとどまっている。

以上の二つの考え方は、大人に教育の機会を与えようというものであるが、生涯教育の考え方の底流としては、学校教育のあり方に対する根本的な疑問があったといわれる。生涯学習、生涯教育という考え方で重

要なのは、これまでの子供中心の教育のあり方に対し根本的な疑問を投げかけた点、あるいは学校中心の教育のあり方に対する厳しい批判を含んでいるという点であって、少なくともヨーロッパやアメリカでは、そういう受け取られ方をされてきた (天野, 1995)。子供と大人の双方の教育、学校教育のあり方そのものへの問いかけを含んでいる。

3. 日本におけるパラダイムの変換

日本でも1970年代初期から1990年にかけての約20年間に、高度工業化以後の日本の社会的変化に対応して、中央教育審議会 (中教審) と社会教育審議会 (社教審) は、生涯教育、生涯学習を方向づけたといわれる四答申を出している (表2)。

1972年4月には社教審が「急激な社会構造の変化に対処する社会教育のあり方について」と題する答申を、ついで6月には中教審が「今後における学校教育

表2 日本における審議の経過 (諸資料より編)

| | |
|----------------|---|
| 1971年 | 社教審答申 |
| 1972年 | 4/30 社教審答申 “生涯教育”・各教育の有機的統合・学習の継続 6/11 71年中教審答申 “第3の教育改革”・学校教育の限界、弊害の自覚・各教育の相互補完的役割 高度成長、工業化 |
| 1981年 | 81年中教審答申「生涯教育」・具体的構想も [臨教審答申(1次～4次)] |
| 1990年 | 90年中教審答申「生涯学習の基盤整備」・都道府県「生涯学習推進センター」 ・大学「生涯学習センター」・生涯学習活動重点地域 |
| 内閣直轄(3年間の時限立法) | |
| 1985年 | 6月臨教審第一次答申「生涯学習体系への移行」・個性重視・国際化・情報化・成熟化への対応 |
| 1986年 | 第2次「理念」学習機会の拡大整備 |
| 1987年 | 第3次「具体策」開かれた学校づくり 教課審答申 第4次 9月文部省に生涯学習局 |
| 1990年 | 6月 生涯学習振興法、8月 生涯学習審議会 |
| 1991年 | 2月 大学審答申 |

の総合的な拡充整備のための基本的施策について」と題する答申(71年中教審答申)を当時の文相に提出した。

さらに1981年には、中教審は「生涯教育について」と題する答申を出している。これは1972年に文相から受けた諮問「当面する文教の課題に対応するための施策について」に対する回答であった。各人が自発的意思に基づき、自己に適した手段・方法を自ら選んで、生涯を通じて行う生涯学習である。このため自ら学習する意欲と能力を養い、さまざまな教育機会を総合的に整備充実しようとするのが生涯教育の考え方である。

一方、臨時教育審議会(臨教審)も四つの答申を出している。1985年に第一次答申で「生涯学習体系への移行」を提言し、1986年の「教育改革に関する第二次答申」では、教育体系の総合的再編成を試み、21世紀の教育の基本的あり方を提起したが、それは現実社会とのずれから実現可能性については多大の疑問が残るとされた。

臨教審は公的教育機関を「教育」として位置付け、「与える教育」と「自ら学ぶ教育すなわち学習」のバランスの中で生涯学習体系を考えたようである。提言の中で注目されたのは、「縦型の学習システムの長所を生かしつつ、家庭・学校・社会の3者が一体となった総合的な学習機会を拡大・整備」するという点であ

る。問題は学校教育外の学習の場がどのように整備されていくか、企業など産業社会がどの程度対応してくれるかである(有園, 1991)。

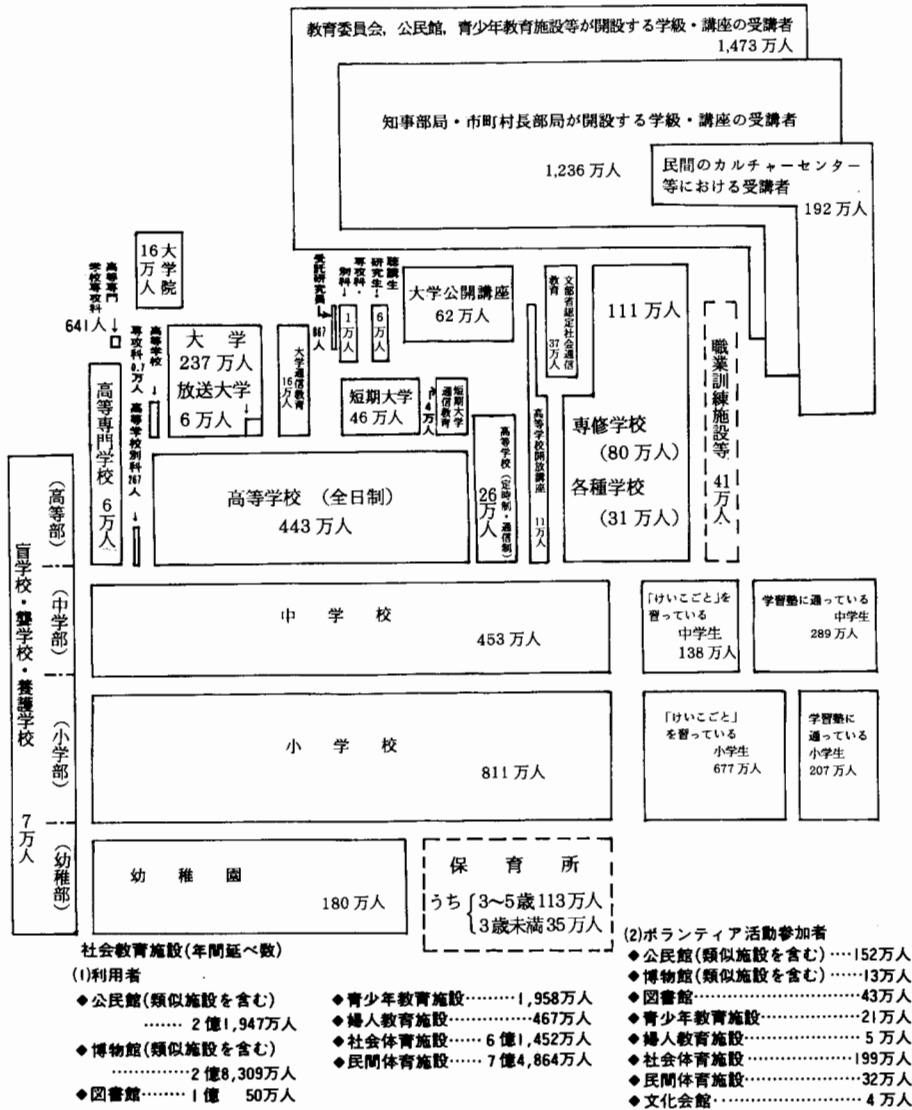
臨教審の第三次答申では生涯学習社会にふさわしい学習環境の整備について、具体化の視点として4項目の提言があった。時代の変化に対応した学習機会の整備、自発的な学習活動の活発化と社会生活の中で活用される環境づくり、地域での教育・学習活動の活性化のための連携・協力、多様な学習活動を支える社会生活基盤の整備である。

臨教審答申を得た文相は1989年に「新しい時代に対応する教育の諸制度の改革について」という諮問を中教審に対し行ったが、その重要事項の一つが、生涯学習の基盤整備であった。これに対して、中教審は1990年に答申を行っている。

前述の社教審答申では、生涯教育とは生涯にわたる学習の継続であり、家庭教育・学校教育・社会教育の3者を有機的に統合することとしている。この答申は生涯教育の観点から社会教育の意味をとらえ直し、新たな構想を示したというだけではなく、我が国の生涯教育論の発展の先導的役割を果たしたという点で、画期的な意義を有している(熊谷, 1991)。

次に71年中教審答申は“第3の教育改革”を訴えたものとして知られるが、教育全体の中で学校教育をとらえ直し、これを他の教育活動の領域と関連づけ、

表3 学習人口の現状 (文部省編, 1996)



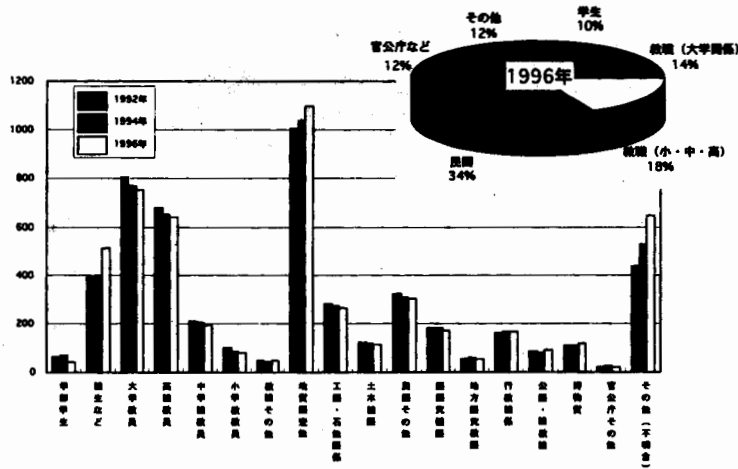
(資料) 文部省「平成8年度学校基本調査速報」, 「平成5年度社会教育調査」, 「平成5年度学習塾等に関する実態調査」等

その再構成を図ろうとする姿勢すなわち生涯教育の方向に傾いた姿勢で一貫している。家庭教育・学校教育・社会教育はそれぞれ人間形成に対し相互補完的な役割をもつ。

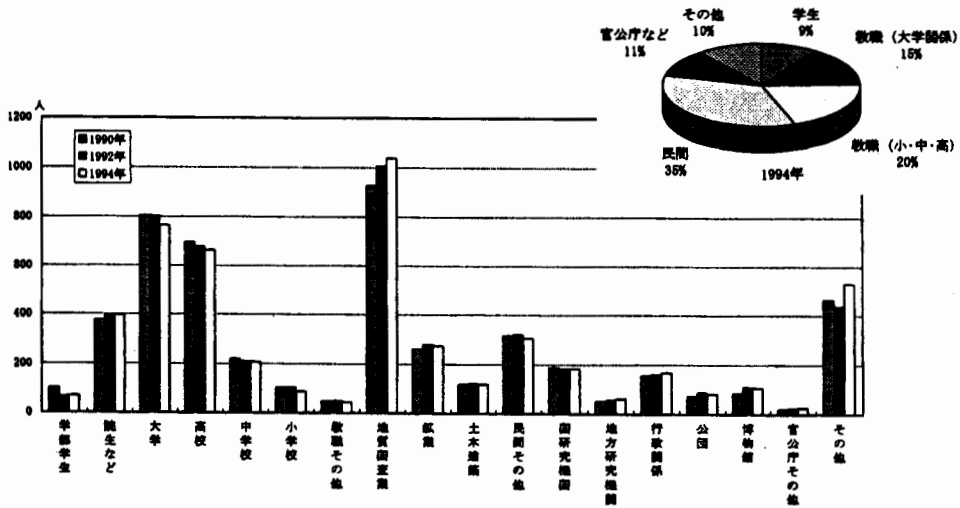
81年中教審答申は, 社教審答申と71年中教審答申を総合発展させた内容となっており, 生涯教育の具体的構想をも述べている。生涯教育とは国民の一人一人が充実した人生を送ることを目指して, 生涯にわたっ

て行う学習を助けるために, 教育制度全体がその上に打ち立てられるべき基本的な理念である。生涯教育の考え方にたって学校教育を進めるためには, 教員自身が生涯教育の意義をよりいっそう理解することが重要であり, その理解を助け深めるための研修の機会などを充実すべきであると述べている。

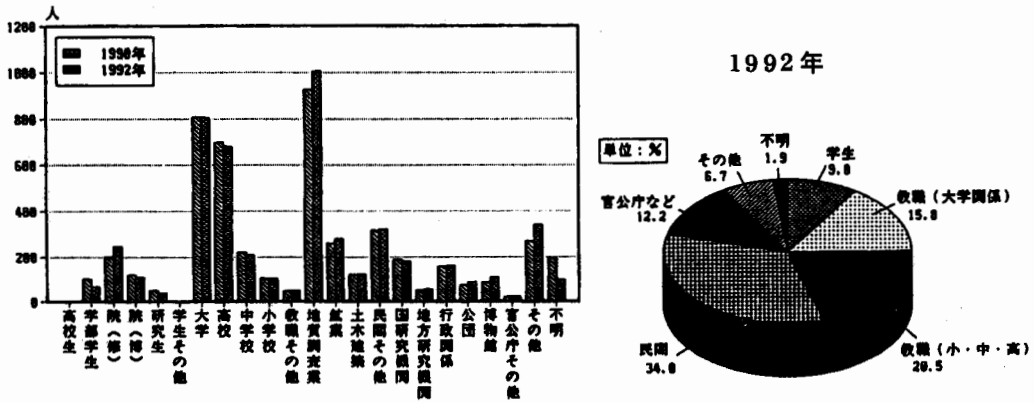
90年中教審答申は, 上の見解を引き継ぎ, 基盤整備の必要を述べ, 組織的・体系的に学習の機会を提供で



職(業)別構成推移図



職(業)別構成推移図



職(業)別構成図

図2 日本地質学会員構成 (会員名簿より)

表4 社会教育指導者などの推移 (文部省編, 1996)

(単位: 人)

| 区 分 | 昭和56年度 | 平成2年度 | 平成5年度 |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| 社会教育主事 | 6,557 | 6,988 | 6,766 |
| 社会教育主事補 | 921 | 583 | 555 |
| 公民館主事 | 14,588 | 18,000 | 18,802 |
| 司書 | 3,917 | 6,401 | 7,529 |
| 司書補 | 306 | 383 | 429 |
| 学芸員 | 1,195 | 2,066 | 2,338 |
| 学芸員補 | 518 | 483 | 460 |
| 青年の家・少年自然の家等の社会教育施設の指導系職員 | 2,360 | 2,828 | 3,021 |
| 社会体育施設の指導系職員 | 2,918 | - | 7,708 |
| 社会教育指導員 | 5,311 | 6,452 | 6,462 |
| 各種の指導員 | 64,125 | 55,335 | 57,933 |
| 社会教育委員 | 39,109 | 38,383 | 38,178 |
| 体育指導委員 | 51,311 | 51,913 | 55,145 |

(注) 1 人数は各年10月現在。ただし、昭和56年度は5月現在。

2 兼任、非常勤職員を含む。

(資料) 文部省「社会教育調査」

きる学校の役割に注目している。施策としては都道府県ごとの「生涯学習推進センター」の設置、大学・短大などの「生涯学習センター」の開設、「生涯学習活動重点地域」の設定などを提案した。

以上のように、社教審答申と71年中教審答申は1960年代を特徴づけていた教育投資論にかわる教育政策上の理念として生涯教育論を確立し普及させることに決定的役割を果たした。1970年以降の「工業化」から「情報化」への社会の発展とともに行き詰まりを見せてきた学校教育中心の教育体制を転換し再編成する上での道標的役割を担うことになる。81年中教審答申は、具体的施策・活動計画立案など現実化に貢献した。これらは学歴主義の弊害をうむ学校教育中心の教育体制を克服し、日本社会の発展の新たな段階に対応できるため再編しようとする動向を促進した点で重要な意義をもつと言われる(熊谷, 1991)。

1990年6月には、生涯学習の振興のための施策の推進体制等の整備に関する法律(「生涯学習振興法」)が公布され、7月から施行された。これは12カ条で構成され、目的・施策実施に当たり配慮すべき事項、事業の例示、推進体制、特定地区での生涯学習振興基本構想、承認基準、基本構想の変更、都道府県の努力義務、生涯学習審議会などについての条項を含む。

生涯学習振興法は90年中教審答申よりは後退した内容となっているといわれる。教育行政関係者が自覚的に取り組むべきこととして、実施都道府県に対する国の財政的援助措置が必要、生涯教育の場の一つに高校を本格的に活用する方法を検討・具体化すること、生涯学習の成果を社会的に正当に評価する制度的仕組みの必要が論じられている(若井, 1991)。

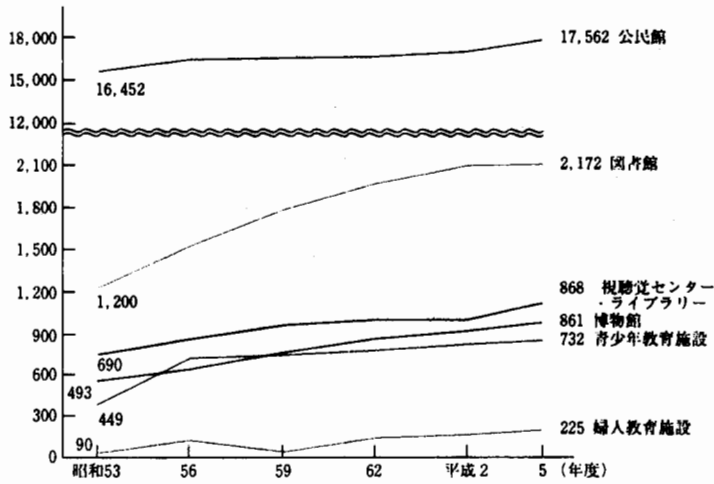
4. 生涯学習社会での適応戦略

前章までの記述で、最近の日本における教育改革も実は欧米における生涯学習体系の提唱の影響を強く受けていることがわかる。つまり、これは世界的潮流である。

そこでまず日本の学習人口の現状を調べてみると、社会教育施設の利用者とボランティア活動参加者、ならびに施設や地方自治体などの開設する学級・講座の受講者数が膨大な数に上っている一方、小・中・高校等学校生徒の数は減少しつつある(表3)。すなわち学校外での学習の実績は相当なものになりつつある。

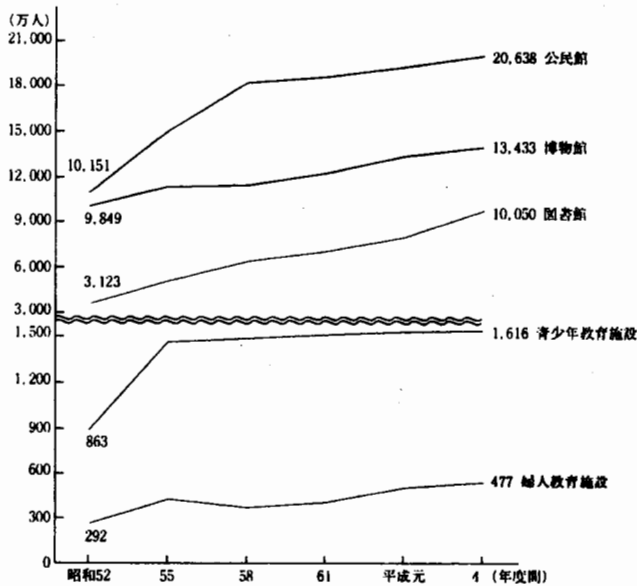
次に地学専攻者の働く社会教育施設というと博物館であるので、その勤務者数を過去6年間にわたってみるとほとんど変化していない(図2)。しかし学芸員総数はここ10年あまりの間に1143名増という数字

社会教育施設数の推移



- (注) 1 博物館は、博物館法に基づく登録博物館及び博物館相当施設の計である。
 2 青少年教育施設は、青年の家及び少年自然の家の施設の計である。
 3 婦人教育施設、青少年教育施設には国立を含む。
 (資料) 文部省「社会教育調査」、(財)日本視聴覚教育協会調べ等。

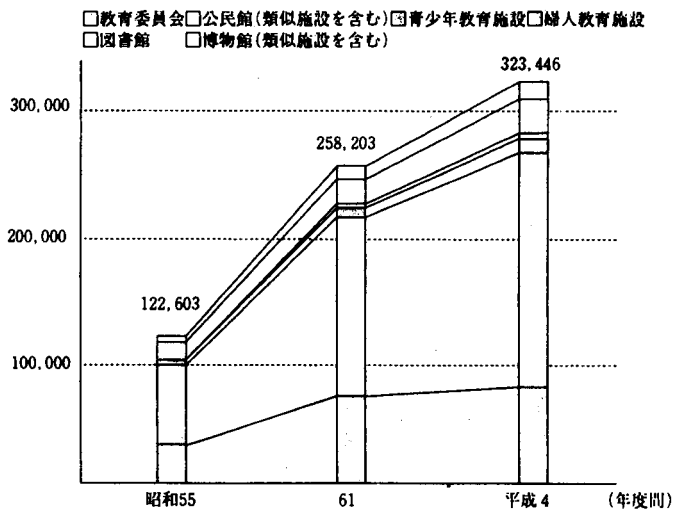
社会教育施設利用者数の推移



- (注) 1 博物館の利用者数は、博物館法に基づく登録博物館及び博物館相当施設の利用者数の計である。
 2 図書館の利用者数は、図書帯出者数である。
 3 青少年教育施設の利用者数は、青年の家及び少年自然の家の利用者数の計である。
 4 婦人教育施設の利用者数は、公私立の実利用者数と国立の延利用者数の計である。
 (資料) 文部省「社会教育調査」等

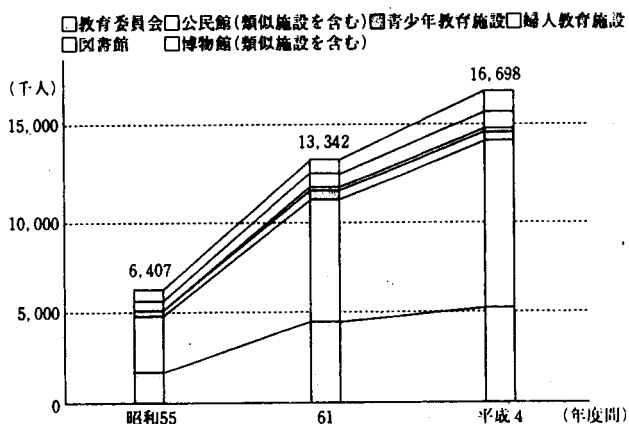
図3 社会教育施設とその利用者数 (文部省編, 1996)

教育委員会及び公民館等社会教育施設における学級・講座等数



(資料) 文部省「社会教育調査」

教育委員会及び公民館等社会教育施設における学級・講座等の受講者数



(資料) 文部省「社会教育調査」

図4 教育委員会や社会教育施設での学級・講座とその受講者数(文部省編, 1996)

が出ている。司書の数は3612名増で、最も顕著なのが公民館主事で4214名増を示す(表4)。社会教育施設数の推移と社会教育施設利用者数の推移を比較対照してみると、単位施設数ごとの利用者数という点でいうと、博物館は公民館や図書館を抜いてはるかに利用頻度が高い(図3)。

教育委員会および公民館など社会教育施設における学級・講座数とそれらの受講者数を見よう(図4)。ど

の施設でもその絶対数は共に年を追って増加していることや、公民館・教育委員会主催のものが数において他をしのいでいることが読み取れる。だがここで注目すべきことは、学級・講座数との相対的な割合で言うと、博物館での受講者数の割合が高いことである。

以上のような社会趨勢を考慮しつつ、これからの生涯学習社会での地学教育の適応戦略を考えると、次の三つの場合しかない。

表5 日本での教育改革の地学的特徴

| 時代 | 教育改革 | 地学での主対象 |
|-------------------|---------|----------------|
| 明治初期 1877~ | 第一の教育改革 | 帝国大学 |
| 第二次世界大戦後 1940~ | 第二の教育改革 | 新制 高校 新制大学 |
| 現在 1970~ | 第三の教育改革 | 社会教育施設 民間講座 |

(1) 例えば地学という科学の独自性を明示し(松川・林, 1994), 高校での「地学」という科目を守るとか, 新しい総合理科への変容を考える(松川ほか 1997) という努力

(2) 学芸員や公民館主事など社会教育施設での地学教育を意欲的に推進する

(3) 学校の教員が自らの生涯学習に取り組む

(1)~(3)のいずれの道も現実的にはかなりのむずかしさを伴う。例えば大学での免状取得者の就職率を調べると, 教員・社会教育主事・司書・学芸員という順で難度が増している(生学審社教審, 1996)。学芸員に限ってみても, 博物館の新設時に学芸員の需要が高まるのであるが, 例えば企業博物館の年間設置件数は約10年前をピークとして減少している。このようなことから察すると, 地学教育専攻の新卒業生は地方公務員試験にパスするとか, 企業に入って好況時に付属博物館を新設するという夢をもつのがよいのであるまいか。

(3)の方向については, 平成4年に生涯学習審議会(生学審)が行った答申「今後の社会の動向に対応した生涯学習の振興方策について」の中で, 豊かな生涯学習社会を築いていくための学校への要望4項目の一つに示されている。それを以下に再録してみる。

学校の教員が自らの生涯学習に取り組むことは, 教員自身にとっても, 新しい発見と自己の充実・向上に結び付くものであり, 使命感の高揚や指導力の向上にも役立つとともに, 学校教育そのものにも好ましい影響を与えるものである。

例えばボランティア活動を考えてみよう。自分の持ち味(地学教育)を活かす(開く)ことから考える。月に1回だけ, 例えば日曜日をつぶして地域のボランティアグループなどの応援にいくことを企画する。自分のもっている特技(地学教育)を学校のために活かしていたのを地域社会に開いていく(傍点部は筆者が

追加, 改訂)。月に1回が無理であれば一年に1回でも2回でもよい。結果としてボランティア自身のよい勉強になる。人と人のかかわりの中で学習できると思う(名賀, 1997)(傍点部は筆者が追加, 改訂)。例えば地域の公民館主催で地質見学会や化石採集会を行うことなどが考えられる。このような可能性については, 今回の東京大会での講演(例えば千代田, 1997)などからも察せられる。

生学審は平成8年に「地域における生涯学習機会の充実方策について」という答申を文相に提出している。そのなかに「地域社会に根差した小・中・高等学校」という章があるが, 地域住民への学習機会の提供の一つとして開放講座などの充実というのがある。この面での努力も考えられる。

71年中教審答申は第三の教育改革をうたったが, ひるがえって日本での教育改革により, 地学教育がどのように特徴を備えてきたかを考えてみよう。第一の教育改革は明治初期に始まり, 主要な事件としては, 旧帝国大学の理学部に地質学教室が誕生していったことが挙げられよう(表5)。

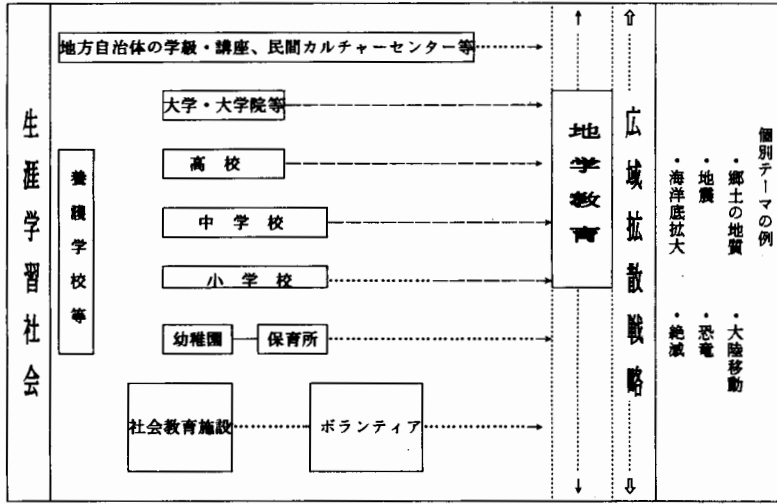
国際社会へ登場した国の初期の発達段階では, 地質学およびかつての採鉱冶金学などが重要視されたことは東京帝国大学の歴史をひもどけば一目瞭然である。明治十年(1877)東京大学創設時の理学部には, 化学科, 数学・物理および星学科, 生物学科, 工学科, 地質学および採鉱学科の五つが設けられた(木村, 1978)。第一の教育改革は主として1877年から1880年代に起こったが, その余韻はさらに長引き, 例えば九州大学理学部地質学科が最初の卒業生3名を出したのは昭和16年12月(1941)のことであった。

第二の教育改革と見なされるのは, 第二次世界大戦後であるが, この時の主要な事件の一つは高校授業での地学の開設であろう。1946年に独立の方向が打ち出され, 1948年から実施された(松川・林, 1994)。これの実現には藤本治義・小林貞一・加藤武男など諸先輩の努力があったことが知られている。

1950年代の終わり頃に地学を解体し他学科に吸収し, 地学という科目を消滅させることが検討されたが, その論議の中で改めて高校地学の存在理由が明らかにされていったという(小林, 1994)。

第二の教育改革では1940年から1950年代よりもしばらく遅れて1970年代に, それまで地学科を持たなかった新制大学の理学部のほとんどに地学関係学科が相次いで設置された(松川・林, 1994)。

表6 生涯学習社会での地学教育



社会を目指すのである。なお新制大学に博士課程が増設中である。

その要約を示すと表6のようになる。地学教育を学校教育の中にだけ限定するのではなく、社会教育施設や地方自治体の学級・講座にまで拡大した範囲で考え、地学教育のプロや新人が、社会教育施設・地方自治体の学級・講座・ボランティアなどに進出していく広域拡散戦略である。だが、それにはそれなりの工夫が必要であろう。

5. 科学・技術・社会、人間と地球

学校の教員が自らの生涯学習に取り組む場合にも、自分の持ち味（本業すなわち地学教育）を活かす（開く）例として、地域ないしは社会教育施設のボランティアを挙げてみた。

とはいえ、ボランティアが人と人のかかわりである以上、ふつうの社会生活を営む市民が関心をもってさらに学びたいという意欲を示しそうなテーマを、教員側としては絶えず用意しておかねばならないだろう。

その点では、藤岡(1995)の実施した科学—技術—社会の相互関連(STS)を重視した地学教育の実践例は非常に教訓的である。その論によると、大阪府の高校では、全日制・普通科の共通必修の履修率では地学(1A+1B)は25.1%で理科4教科のなかでも最低値だが、中学校では地学は生徒からむしろ好かれる科目であるという。

STSは周知のとうり科学・技術・社会の略語で、科

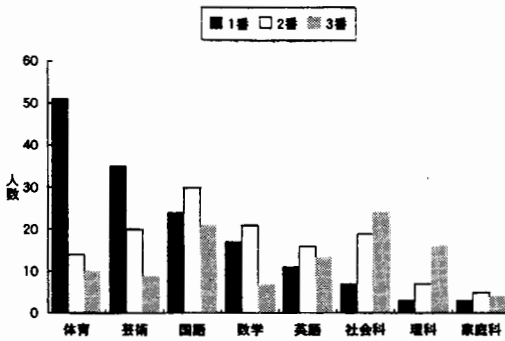


図3 本校生徒の「好きな教科」順位 (実践前)

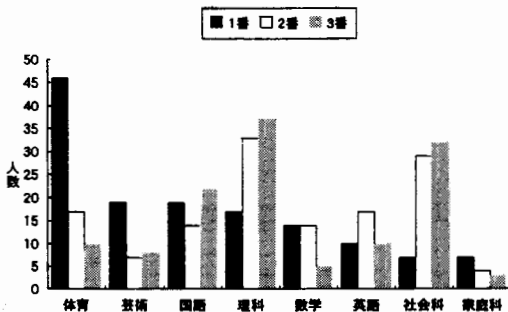


図5 STS重視の地学教育の実践前後 (藤岡, 1995より)

第三の教育改革の時期が現在であるが、生涯学習体系の提唱により、小・中・高校や大学の変容を含めて、特に社会教育施設や民間講座などの発展が求められるようになった。教育を従来の学校教育だけに限るのではなく、いつ誰もがどこでも学習できるような

学を技術や社会との相互作用の中に位置付けようという研究活動や教育活動であるとされている。藤岡が年間指導を行ったことで注目されるのは、その対象者が高校3年で地学開講の5クラスだが、いずれも非進学系であったことだ。つまり受験に地学が必要という人たちではなく、その意味では一般市民の立場により近い。扱われた項目は自然災害と人間生活への影響、資源と人間、地質と人間生活である。

藤岡の調査によると、一年間の授業実践の前に、理科を好きな教科の一番目に挙げた場合も、一番目から三番目までを合計した場合も8教科のうち下から2番目であった。しかし、実践後、理科を一番目に好きな教科として挙げた生徒数は8教科のうち上から4番目であったが、1番目から3番目までを合計した数では2番目に高い教科になったという(図5)。

このように受験と無関係なところで理科好きを生み出した効果のことを考えると、地学教育においてSTS研究やSTS教育のもつ意義は極めて大きく、生涯学習社会における地学教育にとっても欠くことができないことが予見される。生涯学習社会を誕生させた社会的背景(図1)を考えてみてもそのことは明らかであろう。

藤岡の言うように、STS相互関連の視点をもった地学教育は市民が社会生活を営むうえで最小限必要とする「地学リテラシー」の育成(下野, 1993)にもかかわってくるのであろう。

さて、一般市民の地学への関心度という点、恐竜ほど親しまれているものはないであろう。恐竜ほどのテーマになると、STS観点の有無にかかわらず、地学教育のいわば呼び水となろう。フィールドでの産状だけでもニュース性がある。その例として、ボンベッド、格闘化石、羽毛の生えた *Sinosauroptryx*、抱卵した *Oviraptor*, *Mononykus* などを挙げるができる。

恐竜の生息した地球環境として大陸の接続関係と恐竜の分布、繁茂した植物と繁栄した恐竜を概観する。恐竜の絶滅の原因は、人類の存続か絶滅かという問題に関連して興味をもたれる。隕石説、海退説、温度低下説、火山活動説にも例示されているが、当時の地球環境の変化を論じることができる。

われわれヒト *Homo sapiens* はあとどれくらいの長さを存続できるだろうかということについても市民の関心は高い。アンモナイト化石層序と放射年代の関係からわかるアンモナイト各種の生存期間や恐竜各種の生存期間を算定すると、示準化石級のものの生存期間

が約160万年、また恐竜の生存期間もせいぜい数100万年といわれているが、アンモナイトでも恐竜でも、種によっては2000万年3000万年も続いたものがあり、人間も知恵の使い方によって、その程度の可能性はあるかもしれない。

現在までの *Homo sapiens* の歴史は約25万年であるが、内田亮子(1997)に基づくとこれまでに化石が産出した人類をみると、*Homo erectus* が約150万年、*Homo habilis* が約40万年、*Australopithecus africanus* が30万年、*Australopithecus robustus* が60万年、*Australopithecus afarensis* が約100万年と、その存続期間は30万年から150万年ほどらしい。*Homo sapiens* が先人類と本質的にそれほどの差がないとすれば、似たような存続期間を想定するのが自然であろう。今後、新資料の追加で、この期間が延びる可能性はある。

そこで、人間は後何年ぐらい生き延びられるのかという質問には、「一口でいうと今後100万年±*d*」ということになる。その場合の*d*であるが、それは人間が科学・技術・社会との関連の上で、知恵を有効に使っていくことにより生存期間を延ばすことができるし、また逆に、科学・技術・社会との関連の上で自分らの生存期間を縮小することも有りうるという意味でもある。

謝 辞

平成9年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第51全国大会での記念講演ならびに地学教育学会誌への投稿の機会を与えられた池田宣弘実行委員長、松川正樹編集長はじめ地学教育学会の諸幹事に厚く御礼申しあげる。

引用文献

- 天野郁夫(1995): 教育改革の行方。UP選書, 236pp, 東京大学出版会。
 有園 格(1991): 臨教審と生涯学習体系への移行。新生涯教育読本, 52-58, 教育開発研究所, 東京。
 馬場勝良・松川正樹・藤村英一・宮下 治・林 慶一・相場博明・坪内秀樹・田中義洋・平山勝美(1994): 地学は学校教育の中でどのように扱われてきたのか—地学教育の目標や理念の歴史—。地学教育, 47(1), 21-30。
 千代田厚史(1997): 穿孔貝の痕跡を用いた地殻変動・古環境の学習教材。平成9年度全国地学教育研究大会講演要旨, 32-33。
 エットーレ・ジェルビ [前平泰志訳] (1983): 生涯教育—抑圧と解放の弁証法。281pp., 東京創元社。
 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), 1-10.
- 木村敏雄 (1978): 日本の地質学と小藤文次郎。明治・大正の学者たち, 130-157, 東京大学出版会。
- 小橋佐知子 (1991a): ユネスコの生涯教育理念。新生涯教育読本, 30-36, 教育開発研究所, 東京。
- 小橋佐知子 (1991b): OECDのリカレント教育。新生涯教育読本, 37-43, 教育開発研究所, 東京。
- 小林 学 (1994): 高等学校「地学」内容項目の検討—高等学校教師のアンケート調査を通して。地学教育, 47(6), 199-207.
- 熊谷一乗 (1991): 中教審答申・社教審答申と生涯教育。新生涯教育読本, 44-51, 教育開発研究所, 東京。
- 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(1), 3-9.
- 松川正樹・田中義洋・斎藤 茂・根岸 潔・林 慶一・米沢正弘・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・楠原雄太郎 (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(2), 45-53.
- 文部省編 (1996): 平成8年度我が国の文教施策生涯学習社会の課題と展望—進む多様化と高度化—。531 pp.
- 名賀 亨 (1997): 福祉のまちづくりをすすめるボランティア活動。北の暮らしと文化の創造にボランティアの可能性を求めて, 41-51. 財団法人道民活動振興センター, 札幌。
- 下野 洋 (1993): 地学リテラシーの育成。地学教育, 46(4), 140-159.
- 生涯学習審議会 (1992): 今後の社会の動向に対応した生涯学習の振興方策について (答申), 60 pp.
- 生涯学習審議会 (1996): 地域における生涯学習機会の充実方策について (答申), 59 pp.
- 生涯学習審議会社会教育分科審議会 (1996): 社会教育主事・学芸員及び司書の養成・研修等の改善方策について (報告), 50 pp.
- 内田亮子 (1997): 猿人からヒト属への進化, 23-32. 人類の起源 [馬場悠男監修] 集英社, 東京。
- 若井弥一 (1991): 生涯学習振興法と生涯教育。新生涯教育読本, 59-64. 教育開発研究所, 東京。

小島郁生: 生涯学習と地学教育 地学教育 50 卷, 6 号, 1-13, 1997

〔キーワード〕 生涯学習, 地学教育, リカレント教育, 適応戦略, 社会教育施設, 教育改革

〔要約〕 欧米における生涯学習, 生涯教育の理念の提唱から政策的展開までをまづ回顧し, 次に日本における審議の経過をたどり, 教育界でのパラダイムの変換を確認する。予測される生涯学習社会での地学教育の広域拡散戦略を考える。地学教員が自らの生涯学習に取り組む場合にも STS 相互関連の視点をもつ必要性を強調する。

Ikuwo OBATA: Education of Earth Sciences in the Lifelong Integrated Education Society. *Educat. Earth Sci.*, 50(6), 1-13, 1997

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

沼澤茂美ほか1名共著 ハッブル宇宙望遠鏡がとらえた宇宙 A4 143頁 1997年9月初版 3,000円+税 (K) 誠文堂新光社

本書の目次は次のようになっている。

はじめに

●太陽系天体のディテール

火星/木星/SL9 彗星の木星衝突/百武彗星/ヘール・ボップ彗星/土星/天王星/海王星/冥王星

●銀河系内天体の造形

ハービック・ハロー天体/M16/M8 干潟星雲の中心 M42 オリオン大星雲/がが座ベータ星/M15 球状星団/ペテルギウス/エータ・カリナ星雲/惑星状星雲の表情/網状星雲/M1 かに星雲

●はるかなる銀河宇宙

大マゼラン銀河のドラマ/M31 アンドロメダ大銀河/M33 の散光星雲/NGC253/NGC2366/M51 子持ち銀河の中心/NGC4261 のブラックホール/M77 セイファート銀河/M100 のディテール/M87 巨大楕円銀河/NGC1365/NGC4639/車輪銀河の構造/NGC4881/NGC7252/電波銀河の不思議/様々なブラックホール/重力レンズの恩恵/クェーサー/銀河の年齢/原始銀河の破片/遠方の宇宙

●ハッブル宇宙望遠鏡 (HST) データ

HST のプロフィール/HST の歴史/HST の構造/HST の観測装置/HST の形態とスペック/HST の性能表/HST のミッション計画/HST の観測成果~大修理前までのハイライト/HST の観測成果~大修理後のリリースリスト/HST の利用者/HST のチャート1/HST のチャート2/索引

以上の天体などの写真とその説明などである。HST はよく知られているように、地球の周囲を回転している望遠鏡で、その軌道は高度 593 km で赤道に対して 28.5 度の傾斜角をもつ。高度は比較的低いが撮影した写真は明瞭である。同じ天体を撮影しても、地上天体望遠鏡と HST では、こんなに違うものかと驚かされる。

例えば、「太陽系天体のディテール」では、地上天体望遠鏡で撮影した最良の写真と HST で撮影した写真とが、比較できるように配列されていて、両者の良否がすぐわかる。火星では北極冠や地形などが極めて明瞭に写っている。木星では大気の渦などが細かくわかる。百武彗星の写真では、その核から小さい核が分離

した状態などがよくわかる。ヘール・ボップ彗星では、ダストの尾とイオンの尾がわかれていることなどがはっきりわかる。土星・天王星・冥王星も、HST で撮影した写真は細かいところまでよくわかる。

「銀河系内の天体の造形」の例を挙げてみる。有名なオリオン大星雲の中心部分の 2.5 光年四方を、縦横の長さ約 18 cm の写真に合成したものがあり、その中に誕生して間もない恒星が写っている。干潟星雲の写真では、その中心部の暗黒星雲などがはっきりわかる。かに星雲の写真では、その中心部のパルサーなどがよくわかる。

「はるかなる銀河宇宙」の例を挙げてみる。M31 アンドロメダ大銀河の写真では、その中心部が二重中心核を示している。また、M31 の中の球状星団が、わが銀河系の中の球状星団のように写っている写真がある。マゼラン銀河では、1987 年の超新星の写真などがある。NGC4261 のブラックホールではその中心に直径 800 光年の宇宙塵の姿が写っている。NGC4639 は、約 2,000 個のメンバーをもつおとめ座銀河団の一つであり、7,800 万光年のところにあるが、その写真が渦巻銀河であることをはっきりと教えてくれる。電波銀河では、電波を出す位置が二か所あることを示してくれる。重力レンズでは、手前に存在する天体が重力レンズ効果で、より遠くの天体を拡大してくれるが、そのことがわかる写真がある。クェーサーでは、あまり見ることができない写真を見せてくれる。遠方の宇宙では、30~80 億光年まで写っている銀河を見せてくれる。

話は前後するが「銀河系内天体の造形」の M16 は、本書の中で私は最も感銘を受けた。M16 は 5,500 光年の位置の散光星雲である。その中心部の暗黒星雲の写真を見ると、ところどころにかたつむりの眼のようなものが見える。そこに、現在、星になろうと収縮中の原始星が隠されているという。これらの写真に私は何か圧倒されそうな気持になった。

以上、本書のところどころの内容を書いてきたが、全体を通して言えることは、今まで見たことがない写真が多い。「百聞一見に如かず」である。地学の授業のときなど提示できるし、いろいろな意味で参考になる本であると思う。なお、岩波新書「ハッブル望遠鏡が見た宇宙」も参考になるであろう。(貫井 茂)

「恐竜とかけっこ」の教材開発

松川正樹*・小荒井千人**・榊原雄太郎***

1. はじめに

化石は過去の生物の生物体そのものやその一部が石化した体化石と、過去の生物の足跡や巣のような生物の行動や生活の痕跡が石化した生痕化石がある。したがって、体化石は遺骸が石化したもので「静」的な記録であり、生痕化石は行動や生活の様子の記録なので「動」的である。

恐竜の足跡化石は、「動」的な記録の一つである。これから、恐竜が歩いたり、走ったりした時のスピードを見積もる方法が考えられている(例えば, Alexander, 1976)。これは、恐竜の脚が体の下に垂直に伸びて体を支えている特徴と同様の特徴を有する現生の鳥類とは哺乳類の足跡とその歩行速度の解析に基づいて、足跡のみが記録されている恐竜の歩行速度を求める方法である。したがって、この方法を用いると、恐竜と我々人間の歩いたり、走ったりした速度をストップウォッチで計ったように計時できる。

化石を用いた学習では、過去の生物界の構成やその構造が理解できるという点から、化石の種類やそれらの個体数を基礎データとするために、化石の採集、同定、計数、古環境推定が一連の流れとして確立している。また、化石の生活の仕方を考察する方法として、機能形態学的解析が知られ、その指導例(林, 1991)が示されている。これらは、いずれも化石を観察する方法を用いており、いわば「静」的な扱いである。これに対して、過去の生物が生きていたときの運動能力、地面の種類による歩きにくさや食物の摂取量などを推定するいわゆる「動」的な学習では、それらの動物の体重の見積もりが不可欠である。そして、恐竜の体重を測定し、それに基づく恐竜の食物の摂取量の推定の指導例が間島(1994)により示されている。これは、生徒が実験として行う方法である。化石の学習では伝統的には観察により遂行されてきたが、最近の生物学的古生物学では実験による場合も少なくない。

本論文では、恐竜の歩行速度を求める方法を用いて

教材化することを試みた。この教材では、学習者が自身の歩行や走行の速度を計時し、その時のストライドや足裏の長さを測定して、解析し、恐竜の歩行や走行の速度を見積もるので、いわゆる「動」的な実験といえよう。教材の実践は、東京学芸大学で初等科理科教材研究法(小学校教員免許を取得する必修科目)を受講している学生、北里大学で地学実験を受講している学生を対象に行った。方法論や数値解析も簡単なので、高等学校での実験も可能であろうと思われる。

2. 恐竜の歩く速度を見積もる理論

足跡化石は、恐竜が歩いたり走ったりしたことを示す直接的な記録である。足跡の長さ(足裏の長さ)が等しい二つの歩行跡があり、一方のストライド(右足から右足または左足から左足の歩み)は長く、他方のストライドが短ければ、それぞれ走行と歩行が推定される。これは、二つの歩行跡を比較して、歩いた速さを求めたいいわゆる相対的に速度を見積もる方法である。しかし、足跡の長さやストライドだけから、秒速何mというような絶対的な速度を推定する方法をアレキサンダー(R. M. Alexander)は考案した(Alexander, 1976; 1991)。

この方法は、経験的に成立する生物学の仮説と、物理工学の手法を用いている。生物学の仮説とは、哺乳類でも爬虫類でも同じ形をして同じ大きさであれば、同じ速さで歩くという考え方である。つまり、恐竜と同じ大きさの動物がいれば、恐竜が歩く速さは、その動物が歩く速さと同じになるはずである。しかし、現在は恐竜と同じ大きさの動物がないので、大きさが違う分を何らかの方法を用いて補正する必要がある。例えば、ゾウがアリと同じ速さで歩いた場合、ゾウはほとんど動かないように見えるだろう。逆に、ゾウが、アリが歩く時のように脚を動かして歩いたら、ゾウはたいへんな速さで歩くことになるだろう。このように、大きい動物、小さい動物の歩く速さを比べるには、絶対的な速さではなく、体の大きさに見合った速さを

* 東京学芸大学理科教育学科 ** 東京学芸大学理科教育学研究科 *** 岐阜教育大学教育学部地学
1997年6月26日受付 1997年7月12日受理

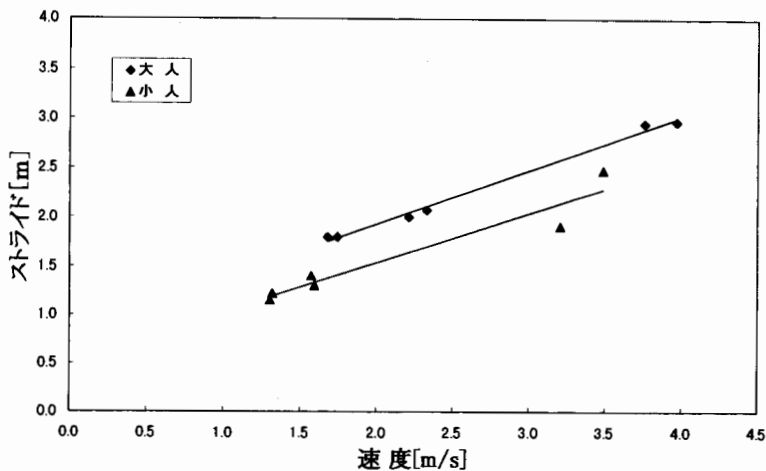


図1 大人と小人のストライドと速度の関係を示すグラフ。

使わなくてはならない。Alexander (1976) は、この体の大きさに見合った速さとして、フルード数を用いた。フルード数とは大きさの違うもの（動物や乗り物など）が移動するとき、その速さをそれぞれの大きさに見合った量に変換した値である。例えば、ビルの上から大きな石が落下するシーンを撮影するとする。ミニチュアを使って撮影した場合、大きな石が落下する速度はそれに作用する重力加速度が実物のビルから落下した場合と等しい。そのため、その映像を実物のビルから落下した大きさに拡大して見たときには実際よりも速く落下しているように見える。したがって、撮影した映像を実物のビルから落下した場合と同じように見せるためには、落下速度をそのミニチュアに見合った速さになるように投影する必要がある。この変換がフルード数である。

また、フルード数は分子と分母の単位（次元）が相殺されるため、長さや時間といった単位を持たない量、すなわち無次元量になる。動物が歩くときのフルード数は、無次元速度と呼ばれ式(1)によって求められる。

$$\text{無次元速度} = \text{歩く速さ} / (\text{腰骨までの高さ} \times \text{重力加速度})^{0.5} \quad (1)$$

したがって、腰骨までの高さや無次元速度がわかれば、歩く速さ (m/s) を見積もることができる。まず、腰骨までの高さは、さまざまな恐竜の骨格の測定に基づくと、腰骨までの高さは足裏の長さの約4倍なることが経験的に示されている。ゆえに、恐竜の足跡化石の足裏の長さを4倍すれば、その恐竜の腰骨までの高

さが求められる。

次に、相対歩幅は、式(2)から求められる。

$$\text{相対歩幅} = \text{ストライド} / \text{腰骨までの高さ} \quad (2)$$

相対歩幅も分子と分母の単位が相殺されるため無次元量となる。

速度の無次元化と相対歩幅は、以下の例によって、説明される。例えば、大人と小人が同じ区間 (10 m) を競走したとする。その結果、大人の方が小人に比べて早くゴールに着く。体の大きさに見合った速さを比べた場合、本当に、大人の方が速いのであろうか？ 図1は、両者のストライドと速度の関係を示したグラフである。大人と小人とも、速く走るほどストライドは大きくなる。このことは、大人のストライドに比べて小人のそれは短いので、小人が大人の速度と同じにするためには小人は大人に比べて足の運びを多くしなければならないことを意味する。そこで、両者の体の大きさを同じにして比較する必要がある。両者は、腰骨までの高さが異なり、大人と小人ではそれぞれ 0.95 (m) と 0.70 (m) である。同じ速度の場合、大人の方がストライドは大きい。これは、腰骨までの高さが高いためである。ストライドの長さや腰骨までの高さは相関する。したがって、両者の比（相対歩幅）を比較することは理にかなっている。

また、ストライドが同じ時には、大人の方が小人よりも速度が速い。これもまた、大人の方が腰骨までの高さが高いためである。腰骨までの高さの差があるために速度が異なる。速さを比較する場合も、腰骨までの高さを等しくして比較することが理にかなっている。

(図2). フルード数(無次元速度)で速度を変換して比較する必要がある。

そこで、速度は式(1)を用いて無次元速度に変換し、ストライドは式(2)を用いて相対歩幅に変換する。そのときの相対歩幅と無次元速度の関係を図3に示す。図3に表される大人と小人の相対歩幅と無次元速度の関係は、それぞれが重なりほぼ同一直線になっている。つまり、腰骨までの高さの差に関係なくストライドと速度の関係を表していることになる。

同様に、現在のさまざまな陸上脊椎動物の歩行から無次元速度を求め、相対歩幅とのグラフを書くと、この二つの値の間には、その理由はわからないが単純な直線関係が見いだせる(図4)。この直線のグラフより恐竜の歩行の相対歩幅に対応する無次元速度を読みとることができる。以上の方法で求めた恐竜の腰骨までの高さと同次元速度を、式(1)に代入すると恐竜の歩行速度が見積もることができる。

3. 教材化

現生の多種類の陸上の哺乳類や鳥類を歩かせたり走らせた時に得られた歩く速さとストライド、そしてそれらの動物の足裏の長さや地面から腰骨までの高さから、それらの動物の無次元速度式(1)と相対歩幅式(2)を求めることが示されている(Alexander, 1976)。

図4は、縦軸に相対歩幅を横軸に無次元速度をとったグラフで、大きさや種類が異なる動物でも相対歩幅と無次元速度の間には、相関関係が見いだせる。恐竜足跡化石からは足裏の長さ、ストライドが測定できる。さらに、腰骨までの高さは足裏の長さの約4倍に

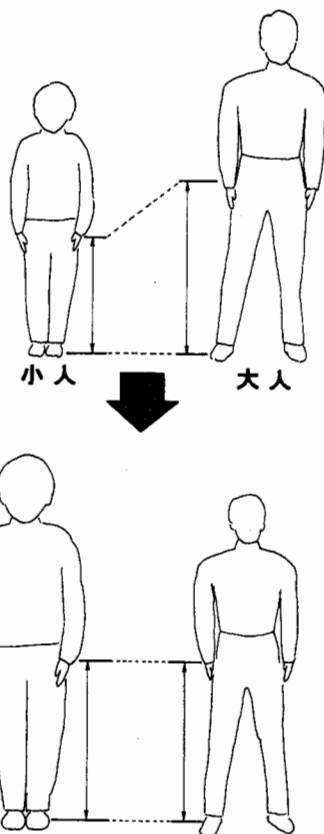


図2 小人の体を、大人の腰骨までの高さに等しくなるように、大きく投影した図。

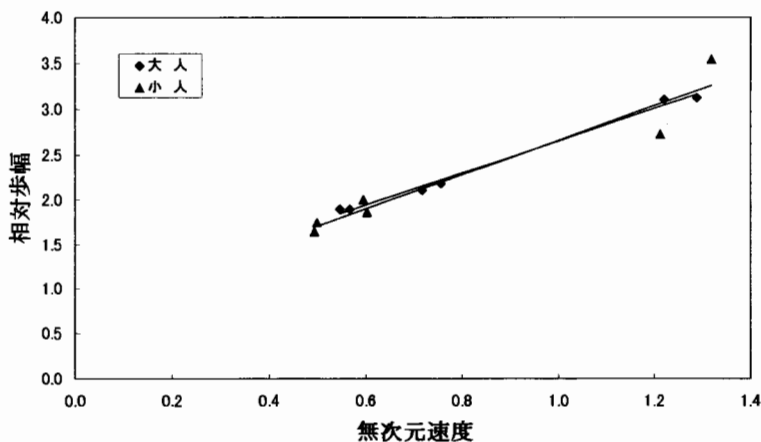


図3 図1で示した大人と小人のストライドと速度を、無次元速度と相対歩幅にそれぞれ変換し、両者の関係を示したグラフ。

なることが経験的に示されている式(3)、これは、人間の場合も同様である。

$$\text{腰骨までの高さ} = 4 \times \text{足裏の長さ} \quad (3)$$

相対歩幅は、実測したストライドと足跡の長さ(足裏の長さ)から求められた腰骨までの高さとの比で示される。無次元速度は、図4を使って、計算された相対歩幅に相当する値をグラフから求められる。したがって、無次元速度、腰骨までの高さ、重力加速度(9.8 m/s/s)が得られているので、式(1)を用いて速度を求めることができる。

実験では、まず、図4と同様の縦軸に相対歩幅を横軸に無次元速度をとったグラフを作成する。そのため、幾人かの人(動物)がさまざまな速さで走り、そして速さ、ストライド、足裏の長さを測定する。なお、このグラフは、体の大きさに無関係に得られることを示すため

に、さまざまな体型の人がさまざまな速さで走る必要がある。

恐竜の歩行速度は、恐竜の歩行跡が記録されているマップを基に、ストライドと足裏の長さをものさして測定し、相対歩幅を計算し、得られた図4と同様の縦軸に相対歩幅を横軸に無次元速度をとったグラフから無次元速度の値を読みとり、式(1)を用いて歩行速度を求める。

4. 授業実践

講義：初等理科教材研究法

「恐竜とかけっこしよう」

この授業は、小学校教員免許を取得しようとする学生のために開講された必修授業で、これは地学領域の一テーマとして扱っている。

受講学生：国語、社会、数学、理科、学校教育、家庭科、音楽、保健体育、書道、美術、技術、英語、幼稚園の各学科の学生

目的：恐竜の歩行速度を体感しながら求める。

時間：2時限(90分×2)

展開：化石について説明(体化石・生痕化石)。恐竜の足跡化石について成因を説明。

その後、実験を行う。

① ヒトから歩行や走行のデータを取る。

② データをまとめ、グラフを作成する。

③ 恐竜の足跡化石(歩行、走行)の記録を配布し、歩行速度を求める。

① ヒトから歩行や走行のデータをとる

[道具]：メジャー(5mぐらい)2個、ストップウォッチ1個、マーカー(チョーク2色)、ガムテープ、バケツ、雑巾5~6枚、水、記録用紙

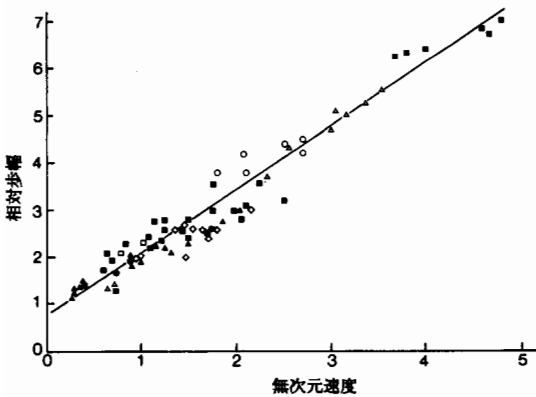


図4 人間(○)、ダチョウ(●)(二本足歩行の動物)、イヌ(■)、ゾウ(□)、サイ(◇)、ヒツジ(△)、ラクダ(▲)(四本足歩行の動物)の相対歩幅と無次元速度の関係を示すグラフ。Alexander(1989)を改変。

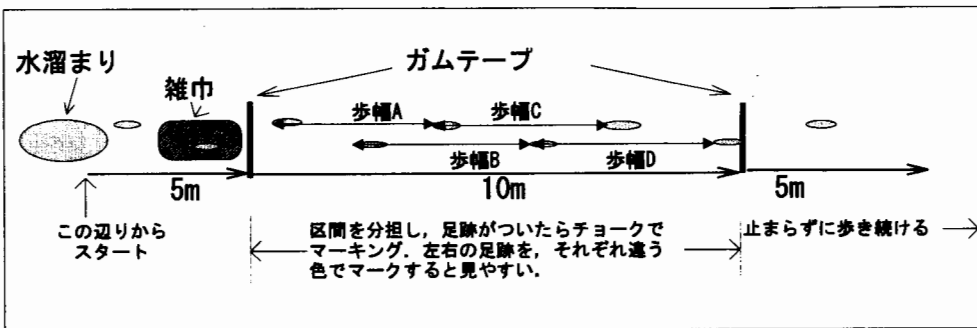


図5 ヒトから歩行や走行のデータのとりかた。



図7 ヒトから歩行や走行のデータを取っている様子。

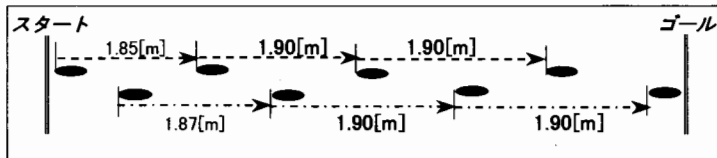


図8 ヒトが歩行したときに残される足跡とストライドの実測値。実際には、足跡はチョークで踵の位置がマークされるだけである。

分に印を付ける。その時の天候、地温によっては足跡が1秒以内に消えてしまうので注意が必要である。

- ⑥マーキングを終えたら、各ストライドを測定する。一人一人がゆっくり歩き、早歩き、小走り、全力疾走などのさまざまな歩行や走行を5、6回繰り返す。これにより、一人一人のグラフが作成されることが可能になる。理論的には、このようにして、無次元速度と相対歩幅の式を用いて、変換することが望ましい。しかし、さまざまな体型の人がさまざまな速さで歩いたり、

走ることによってデータを得ても良い。その場合、最低でも、脚の長い人、脚の短い人、男性、女性など9通りぐらいは必要(図7)。

[データのまとめ]

- ①例えば、一回の歩行で図8のような足跡が残されたとする。足跡を残した人の足裏の長さは0.28m、腰骨までの高さは1.12mである。歩き始めと歩き終わりのデータは速度が一定でないことが多いので、平均値ではなく、中央の安定したデータを使う。このときのストライドは、1.90mである。ま

た、タイムは5.5秒であったので、速度は1.8m/秒である。ストライドを縦軸に、速度を横軸にとったグラフを作成する。ストライドと速度に相関関係があることを確認する。

- ②無次元速度と相対歩幅を式(1)および式(2)を使って計算する。無次元速度は0.54, 相対歩幅は1.69が算出される。縦軸に相対歩幅, 横軸に無次元速度をとったグラフを作成し, 値をプロットする。ゆっくり歩き, 早歩き, 小走り, 全力疾走などのさまざまな歩行や走行についても同様に値を求め, グラフを作成する(図9)。

[恐竜の歩行速度の推定]

- ①恐竜の歩行跡が記録された地図(図10, 11)からストライドと足裏の長さを計測する。
- ②相対歩幅を求め, それに相当する無次元速度を, 作成した図9から読みとる。読みとった無次元速度の値を式(1)に代入する。脚の長さは, 式(3)から求められるし, 重力加速度は9.8m/s/sが与えられるので, それらの値を式(1)に代入すると, 恐竜の歩行速

度が得られる。

- ③図11の二つの歩行跡を解釈する。

例えば, 図10の恐竜の歩行跡1の歩行速度を推定する(図13)。足裏の長さは0.27mなので, 腰骨までの高さはその4倍で1.08mである。ストライドAは, 1.4mが計測される(ものさしを用いて測定し, 縮尺から求める)。相対歩幅は1.29が算出される。無次元速度は作成した相対歩幅と無次元速度のグラフから読みとる(ここでは, 図14)。相対歩幅1.29に相当する無次元速度の値は0.5である(図14)。このようにして求めた値を式(1)に代入すると, 歩行速度1.6m/

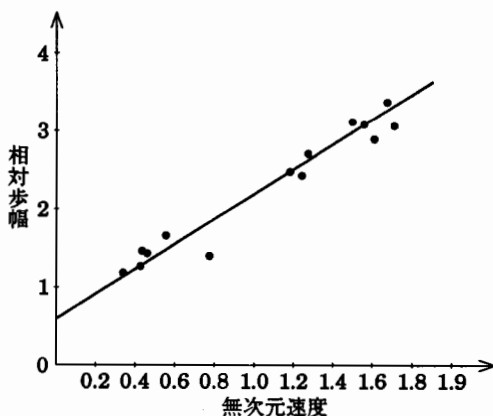
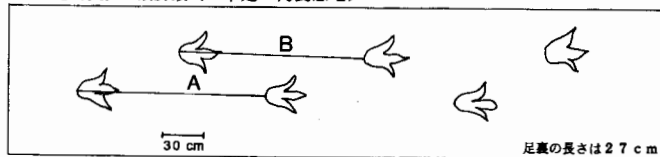


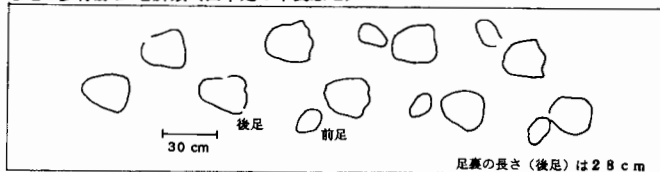
図9 学生実験で作成された相対歩幅と無次元速度の関係を示すグラフ。

恐竜の歩行跡1 獣脚類(二本足の肉食恐竜)



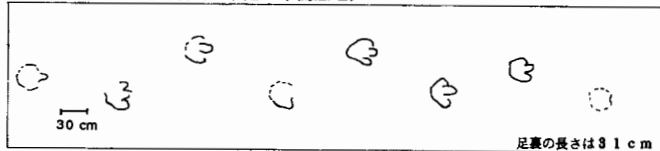
| | | | | |
|-----------|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| ストライド(m) | | | | |
| 歩行速度(m/s) | | | | |
| 相対歩幅 | | | | |
| 無次元速度 | | | | |
| 足裏の長さ(m) | | | | |

恐竜の歩行跡2 竜脚類(四本足の草食恐竜)



| | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | E | F | G |
| ストライド(m) | | | | | | |
| 歩行速度(m/s) | | | | | | |
| 相対歩幅 | | | | | | |
| 無次元速度 | | | | | | |
| 足裏の長さ(m) (後足) | | | | | | |

恐竜の歩行跡3 鳥脚類(二本足の草食恐竜)



| | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | E | F |
| ストライド(m) | | | | | |
| 歩行速度(m/s) | | | | | |
| 相対歩幅 | | | | | |
| 無次元速度 | | | | | |
| 足裏の長さ(m) | | | | | |

恐竜の足跡は, 韓国 白亜系 慶尚層群から産出したもの

図10 恐竜の歩行跡の例. 韓国の下部白亜系慶尚層群に記録されている鳥脚類と獣脚類(Lim, 1990). 歩行跡の図の横に足跡測定記録用の表を示した。

| | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 竜脚類 | A | B | C | E | F | G | H | J | K | L |
| ストライド(m) | | | | | | | | | | |
| 歩行速度(m/s) | | | | | | | | | | |
| 相対歩幅 | | | | | | | | | | |
| 無次元速度 | | | | | | | | | | |
| 足裏の長さ(m) (後足) | | | | | | | | | | |
| 獣脚類 | A | B | C | E | F | G | H | J | K | L |
| ストライド(m) | | | | | | | | | | |
| 歩行速度(m/s) | | | | | | | | | | |
| 相対歩幅 | | | | | | | | | | |
| 無次元速度 | | | | | | | | | | |
| 足裏の長さ(m) | | | | | | | | | | |

恐竜の歩行跡4：獣脚類（二本足の肉食恐竜）と竜脚類（四本足の草食恐竜）



図11 テキサスの下部白亜系グレンローズ層に記録されている竜脚類と獣脚類の二つの歩行跡図（ロックレー・松川・小島，1991）。足跡測定記録用の表とこの歩行跡の解釈を述べるための枠を示した。



図12 テキサスの下部白亜系グレンローズ層に印された竜脚類と獣脚類の二つの歩行跡（Bird, 1944, 資料提供 J.O. Falow 博士）。

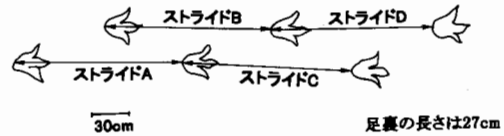


図13 図10の恐竜足跡1を実習例として示すために取り出した。

1990)を用いた。また、応用問題としてテキサスの下部白亜系グレンローズ層に記録されている竜脚類と獣脚類の二つの歩行跡（図11,12）(Bird, 1944; 資料提供 J.O. Falow 博士)を用いた。テキサスのものは、獣脚類の歩行跡のうち、8歩目（左の4歩目）の足跡が記録されていないことから、獣脚類が竜脚類に襲いかかり、かみついた際に体重を竜脚類にかけたために、片足で歩いたと解釈されたものである（図11）(Bird, 1985)。最近では、襲いかかったとされる場所での足跡の乱れがないことから獣脚類が竜脚類を追跡していたのではないかの解釈が示されており、記録されていない8歩目（左の4歩目）の足跡は竜脚類の足跡の中の固められた堆積物を踏みつけた可能性が指摘されている（Lockley, 1991）。

5. 結 果

実習で作成したグラフ（図9）は、Alexander (1976) や Alexander-Jayes (1983) によりさまざまな種類の動物により求められた相対歩幅と無次元速度のグラフ（図4）とほぼ同じになった。さらに、求めた

sが求められる。同様に、B, C, Dの速度を求める。恐竜の歩行跡の例は、ストライドと足跡の長さ（足裏の長さ）が測定できるものであるならばどれでも良い。ここでは、基本問題として韓国の下部白亜系慶尚層群に記録されている鳥脚類と獣脚類（図10）(Lim,

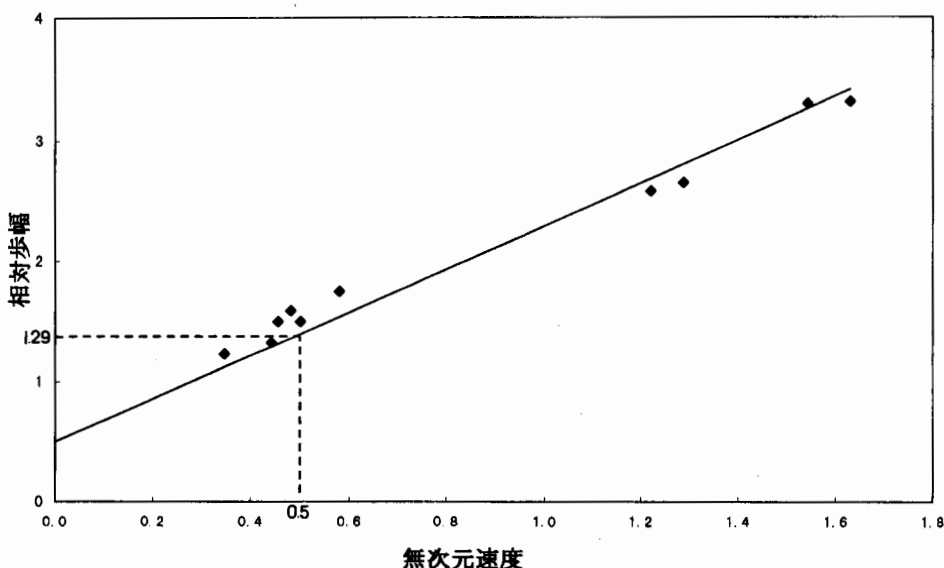
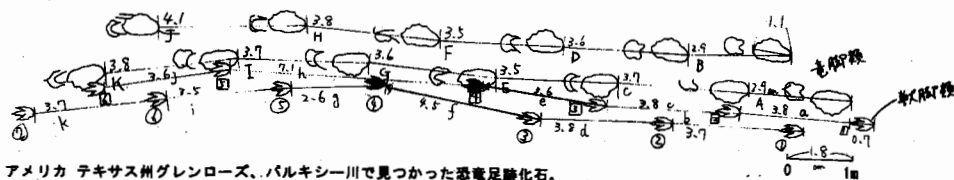


図 14 無次元速度をグラフから読みとることを示した図。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | スライド (m) | 歩幅 (m) |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|--------|
| 歩幅 | 1.61 | 1.61 | 2.05 | 2.00 | 1.94 | 1.94 | 2.00 | 2.11 | 2.06 | 2.08 | 2.11 | 0.61 | 2.4 |
| 歩幅 | 2.11 | 2.06 | 2.11 | 2.11 | 2.00 | 2.00 | 1.44 | 2.94 | 1.44 | 2.00 | 2.06 | 0.39 | 1.5 |
| 歩幅 | 1.54 | 1.92 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 2.17 | 2.26 | 2.66 | 1.28 | 1.28 | 1.82 | | |

下図の草食恐竜の足跡において、私は右足の④歩目から⑤歩目へ比べて随分と右に踏み出していることと、左足の③歩目から④歩目へと同じ角度で踏み出したものと考えました。つまりこの時、草食恐竜の恐竜に完全に追いつき並んだものと考えます。更に、その次の右足は足跡がなくなり、左足が「スライド」と短くして④から⑤歩目を踏んでいっていると見なし、右足の④歩目は⑤歩目からかなり離れたものとなっています。

恐竜足跡化石 4



アメリカ テキサス州 グレンローズ、パルキシー川で見つかった恐竜足跡化石。

Ⅱ. 2
巨大な草食恐竜のAはまさか自分が組われているとは思いません。いつものマイペースで、ゆっくり、ゆっくり歩いていた。ところがその途で見つけた肉食恐竜のBは、しめしめとまるで人間が歩くような軽い足で、いつの間にか前後の足をついていたのである。相手の足跡にはまていきますが、なやまに巨大な足跡の跡を歩いていくが、やがて並んだその時、Bは左足を大きく踏み出しAの尻尾に右足をひっかけかみついた。ようやく草食恐竜に気付いたAは速度を弱く、遠く逃げようとする。しかしついにBは右足をひっかけたまま、左足でケンケンとするように前進するが、ふりはじめかかしてしまふ。そして、今度は本気で逃げようとするAをめかけて、Bの速度は遅くのである。

図 15 学生実験で学生が示した恐竜の歩行・走行の速度と竜脚類と獣脚類の二つの歩行跡の解釈の例。

恐竜の歩行速度も研究者が求めた値ともほぼ同じになった。学生が作成したグラフを示す(図9)。

草食恐竜と肉食恐竜の歩行跡が同一地層面に印され

ているテキサスの白亜系のもの(図11,12)では、求められた歩行速度の相違や歩行速度が変化することから、草食恐竜が肉食恐竜に追いかけているなどの

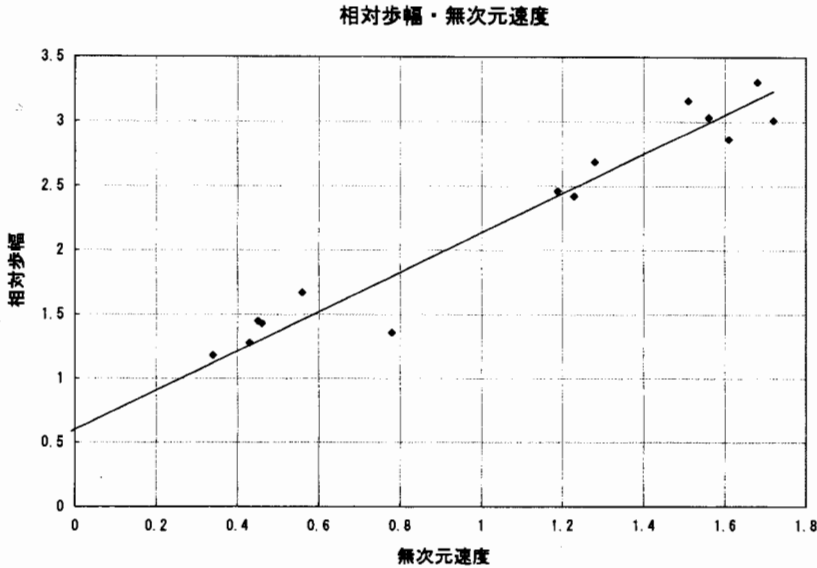


図 16 パソコンにより、学生実験で得られたデータから相対歩幅と無次元速度の関係を示すグラフを作成した例。

解釈ができることが示された。学生の解釈の例を示す(図 15)。

6. ま と め

ヒトの歩行から速さ、ストライド、足裏の長さを測定し、相対歩幅、無次元速度を求め両者の関係を一般化し、それを基に恐竜の歩行速度を求めることができた。最低でも 1 グループ 15 人ほどの人により得られたデータを解析して、恐竜の歩行や走行の速度を秒速何 m という絶対速度によって求められる実験に学生は、驚いたようである。この教材では、学習者が自身の歩行や走行の速度を計時し、その時のストライドや足裏の長さを測定して、解析し、恐竜の歩行や走行の速度を見積もることができるので、学習者は恐竜が歩いたり、走ったりした様子を体感することになる。恐竜の歩く速度を見積もる理論に関しては、学生には理解されにくいようである。しかし、この理論が十分に理解されていなくとも、体を動かしてデータを取り、非常に簡単な計算により恐竜の歩行速度が求められることや、それを基に恐竜が残した歩行跡について科学的に解釈できたことに興味をもったようである。今回はすべて手作業でデータを処理したが、パソコンを使用して測定値を入力しグラフを作成し、恐竜の足跡のデータを入力すると直ちに歩行速度を求め表示させることも可能である(図 16)。受講した学生は、さまざまな種類の学科に属し、グラフや計算の作業になれていな

いようであったが、ほぼ時間内に実験が進められた。高校の授業でも利用できるものと思われる。

地学分野には、1 回のみ起こった事象の解釈を行うことが特徴の一つに挙げられている(松川・林, 1994)。二つの並んだ歩行跡の解釈には、きめ細かいデータの入手、それらの積み上げと論理性が必要となり、この実験により地学を通して残された記録より動物の基本的な機能を理解する方法の特徴が示されよう。二つの並んだ歩行跡について、単なるストーリーを考えるのではなく、科学的証拠と論理展開により解釈を導き出すことが科学としての地学を理解する上で最も重要な点である。

恐竜足跡化石を用いて恐竜の歩行速度を求める実験は、化石を「動」的なものにする教材として適当であるだけでなく、地学を通して自然を理解する場合の進め方の特徴の一つ(松川・林, 1994)を十分に表していると言えよう。

引用文献

- Alexander, R. M. (1976): Estimates of speeds of dinosaurs. *Nature*, **261**, 129-130.
- Alexander, R. M. (1989): Dynamics of dinosaurs and other extinct giants. Columbia University Press, New York, 167pp.
- Alexander, R. M. (1991): 坂本憲一訳: 恐竜の力学, 地人書館, 217 頁.
- Alexander, R. M. and Jayes, A. S. (1983): A dynamics

- similarity hypothesis for the gaits of quadrupedal mammals. *J. Zoology*, **201**, 135-152.
- Bird, R. T. (1944), Did Brontosaurus ever walk on land? *Natural History*, **53**, 60-67.
- Bird, R. T. (1985), Bones for Barnum Brown: Adventures of a Dinosaur Hunter (ed. V. T. Schreiber). Texas Christian University Press, Fort Worth, 225 pp.
- 林 慶一(1991): 化石を用いた探究活動の方法—高校への機能形態学的考察法の導入. 東京学芸大学附属学校研究紀要, **18**, 177-191.
- Lim, S. K. (1990): Track fossils of the Cretaceous Jindong Formation, Koseong, Korea. Ph. D. Thesis Kyungpook National University, 128 pp. (unpublished, in Korean with English abstract).
- Lockley, M. G. (1991): Tracking Dinosaurs —A new look at an ancient world. Cambridge University Press, Cambridge, 238 pp.
- ロックレー, M. G.・松川正樹・小島郁生(1991): 足跡でたどる恐竜学. 丸善ライブラリー, 016, 172頁.
- 間島信男(1995): 恐竜の体重を測ろう—地学の新しい実験開発の試み—. 地学教育, **48**, 93-102.
- 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・小荒井千人・榎原雄太郎:「恐竜とかけっこ」の教材開発 地学教育 50 巻, 6 号, 15-25, 1997

〔キーワード〕 恐竜, 歩行速度, 教材化, 学習者, 速度計時, 「動」的実験

〔要約〕 恐竜の歩行速度を求める方法を用いて教材化することを試みた. この教材では, 学習者が自身の歩行や走行の速度を計時し, その時のストライドや足裏の長さを測定し, 恐竜の歩行跡の図を利用して, 恐竜の歩行や走行の速度を見積もる実験である. 学習者の運動能力を確認し, 過去の生物が生きていたときの運動能力を体感し, 推定するので, いわゆる「動」的な実験といえよう.

Masaki MATSUKAWA, Kazuto KOARAI and Yutaro SAKAKIBARA: "Let's, Running with Dinosaurs" as Teaching Development. *Educat. Earth Sci.*, **50**(6), 15-25, 1997

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

尾又利一著：高等学校における地学教育の実践 B5
86頁 1997年9月11日初版 1,500円(税込み)
浜島書店

この本の著者が東京都立高等学校に28年間地学担当の教師として勤務された、その間に発表された教育研究成果などに加筆されたものである。著者が地学教育に携わった昭和35年から昭和63年までの期間は、5単位地学から2単位地学、地学廃止運動の嵐も経験された正に激動の時期であった。一方、著者はアメリカのESCPの講習会にも参加され、ESCP地学の日本への導入に大きく貢献された一人である。したがって、本書の内容はESCPの探究の過程を重視したものといえる。

内容は、実験・実習(ドライ・ラボ)の作業を通して学ぶように構成されており、天文・気象・地物・地質・鉱物と地学の全分野にわたって18の項目が取り上げられている。どの項目もタイトル名をみても分かるようにオリジナリティがあり、図や表も多く使われており、基礎的な原理・法則については学問レベルに踏み込んで説明が加えられている。内容の程度は、決して優しいものではなく、課題研究や文系の大学生にも適していると思われる。特に、地学の全分野にわたって18項目の実習が用意されているのは利用度が高いと思う。次に、本書の目次と括弧の中に各項目の頁数と、その中に使われている図と表の数を示す。

はじめに

1. 地球楕円体に関する実習(3頁, 5図, 1表)
2. 鉱物の偶然性と特有性について—水晶を例に

- した鉱物指導の1つの流れ—(3頁, 8図, 表)
3. 太陽放射エネルギーの測定(3頁, 2図, 3表)
4. 冬の季節風と雪の予報(3頁, 10図)
5. 等高線と露頭線の関係を調べる(4頁, 3図, 1表)
6. 化石に見られる古生物の進化について—フズリナを例にして—(6頁, 8図, 5表)
7. タイムスケールにしたがった地質年代表の作製(5頁, 3図, 2表)
8. 放射性元素の崩壊に関するモデル実験—絶対年代の測定法—(2頁, 3図, 3表)
9. 大陸移動の扱い方について(12頁, 10図, 3表)
10. 地殻のプレート運動と地震の震源の分布(2頁, 3図, 1表)
11. 太陽の直径の測定(1頁, 1図, 1表)
=知っていることとできること=(2頁, 1表)
12. 月面の地学(8頁, 9図, 1表)
13. 惑星のみかけの運動(5頁, 6図, 1表)
14. 惑星の距離の求め方について(5頁, 5図, 1表)
15. ケプラーの法則の検証(4頁, 2図, 3表)
16. ケプラーの第3法則の扱い方についての一考察(6頁, 5図, 1表)
=ものを測ること—氷の密度の測定—(1頁)
17. 木星を観測しよう(3頁, 4図)
18. グラフでみた宇宙の進化(5頁, 6図)
19. 地学の学習法(2頁)

(榊原雄太郎)

原著論文

フィルムケース地震計の改良と検定

岡本 義雄*

1. はじめに

市販されている教材用の地震計の多くは原理を示す目的で作られ、自然地震の自動観測までを目的としたものは皆無である。一方、専門家用の計器は精度は高いが極めて高価でしかも取り扱いに専門的知識を必要とする。また、機械部分はブラックボックスになったものが多く、原理を示す教材としては不向きである。

そこで、学校現場で地震計の原理を示す教材として用いるだけでなく、自然地震の自動観測にも使用できることを前提に筆者は1989年以来、教材用の地震計の開発を続けてきた。

その初期に完成したシステム(岡本, 1991)を用いてすでに7年間にわたる自然地震観測を続け、その間5,000個近くに上る自然地震の波形を記録してきた。その中には震源距離約60km余りの観測点で記録した兵庫県南部地震の本震を始めとし、2個の前震とおびただしい数の余震の波形記録が含まれ、これらの一部は地学教材として活用してきた(岡本・室井, 1995)。

また、兵庫県南部地震の直前には、上記観測システムの電子回路に長周期フィルターを並列に追加した(岡本, 1995)。これは主に外国の地震の長周期の波形を記録するためのもので、この波形記録を用いて地球内部の構造と波形との相関を示す教材を現在、準備中である。

しかし、地震計部分は専門家用の地震計を模して製作したため、金属工作がむずかかった。さらに、電子回路もパーソナルコンピュータ(以下PCと記す)に入れる拡張ボードまで自作したため製作に熟練を必要とし、学校現場での普及までには至らなかった。

そこで、製作がもっと簡単で、かつ観測にも使用できる性能を目標に、昨年全く新たな発想で地震計センサーと記録システムを発表した(岡本, 1996; 1997)。

フィルムケース、輪ゴムなど身近な材料で極めて短時間で製作できるシステムである。製作以来、地震計

としての性能向上に取り組んできたが、今回、センサー部分、インターフェイス回路に改良を加え、また地震計の性能検定のための簡易振動台を開発したので報告するとともに、この振動台での検定の結果についても詳しく考察したい。なお、本稿の後半は、「振動台」の製作、実験マニュアルを兼ねて、やや細かい点まで記述していることを了承していただきたい。

2. フィルムケース地震計

〈地震計の原理と開発史〉

地震計の原理は振り子にある。地震のとき、地面の運動と異なる動きをする振り子の錘りと地面との相対運動を何らかの形で記録すればよい。

かつての機械式の地震計は摩擦の問題と記録の困難さを解消するため、巨大な錘りや複雑な時計装置をかかえ、精度維持にたいへんな熟練を必要とした(萩原, 1945)。麦わらの描針や煤を燻した記録紙で代表されるこの時代の地震計のイメージは、洗練された電磁式のものにとって代わられた現在では過去のものとなりつつある。

電磁式の地震計は錘りと地面の相対運動をコイルと磁石で捉え、電気信号に変える装置である。ファラデーの法則により、振動の速度に比例した電圧がコイルから取り出される。いったん、電気信号に変換された地面の振動は、電子回路で増幅やフィルタリング、磁気記録などさまざまな処理が可能となる。また、コンピュータの導入で自動観測のプログラムが組み込まれ、さらにネットワークの導入で多くの観測点のデータを用いた精密な震源決定などがリアルタイムで行われるようになってきた。

ここで紹介するフィルムケース地震計もそういった最近の地震計の技術進歩の流れを取り入れ、PCによる自動観測を前提としたものである。器材については別稿(岡本, 1996; 1997)に詳しいのでここでは、概要にとどめ、第3章で今回の改良点について詳しく述べる。

* 大阪府教育センター 1997年6月13日受付 1997年10月26日受理

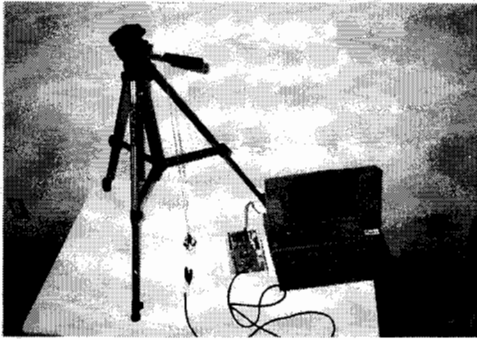


図1 フィルムケース地震計全景

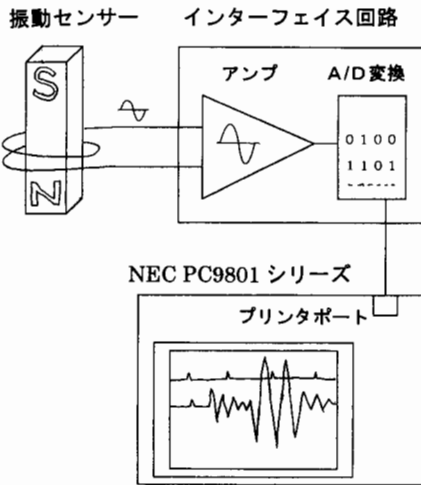


図2 フィルムケース地震計ブロック図

(フィルムケース地震計の概要)

装置の全景写真を図1に、また、全体のブロック図を図2に、センサー部の組み立て図を図3に示す。

輪ゴムを直列につないだ端に棒磁石を吊り下げ、ばね振り子を作る。一方、フィルムケースに検出コイルを巻いた中に、磁石を吊るし入れ、自由に上下にゆれるよう振り子の吊り下げ台を調整する。振り子の共振や風によるふらつきの影響をさけるため、フィルムケース内にはサラダ油をいれ、ダンパー（制動器あるいは減衰器）の役割をさせている。

コイルから取り出された信号は3個のICで構成されるコンパクトなインターフェイス回路で拡大され、シリアルA/D変換されてプリンタポートよりPCに取り込まれる。プリンタポートをデータ取り込みに利用することで、特別なI/O拡張ボードを必要としない。また、アンプのゲインも机上での実験用の低感度

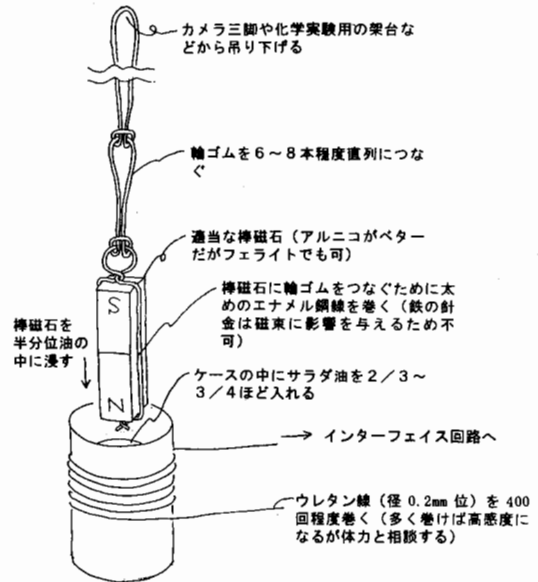


図3 フィルムケースセンサー部の組み立て (岡本, 1997 に一部加筆)

と自然地震観測用の高感度をディップスイッチで切り替えて使用できるようになっている。

信号はMS-DOS版N88BASICによるソフトウェアで、プリンタポートを通じてPCに取り込まれ、信号波形はリアルタイムにCRTもしくは液晶画面にタイムマークとともに表示されていく。これを、目視あるいは画面ハードコピーをとることで詳しい観察を行う。なお、PCはNECのPC9801シリーズのデスクトップ型、およびノート型の旧型機種を用いている。このシリアルA/D変換回路および、その制御プログラムは伊藤(1991)を参考にした。

以上のシステムを本稿ではオリジナルのフィルムケース地震計と呼ぶことにする。この器材（一部、改良後の回路を含む）の一般向け製作記事は日本地震学会広報紙「なるふる」および、インターネット上の日本地震学会ホームページ (<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/ssj/>) でも紹介している。また、この器材による観測波形例を図4に示す。

3. フィルムケース地震計の改良

その後、このフィルムケース地震計を机上での実験と自然地震の観測に継続使用しながら、性能を検討してきたが、大きく二つの問題が生じた。

一つは、センサー部の振り子の共振の影響が、波形

Y.Okamoto (Osaka pref. edu. center) 97/08/27 10: 42: 08

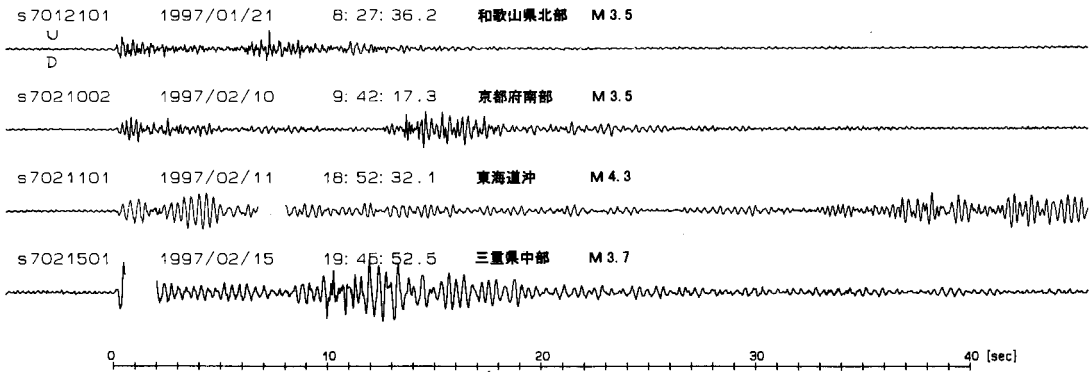


図4 フィルムケース地震計 (オリジナル) による自然地震の観測波形記録例 (和歌山県橋本市の筆者自宅での観測。波形のギャップはハードディスクへのデータ書き込みのため。また 2~3 Hz の共振波計が目立つ。震源データは気象庁速報値による。時刻は PC の内部時計に基づくが不正確。)

記録に強く現れる点である。これは振り子の減衰の効果がサラダ油の粘性では不十分であることを示している (図4の波形記録を参照)。

二つめは、高倍率時のインターフェイス回路に原因がよく分からないノイズが重畳してしまう点である。コンパクトな基板にアナログ回路とデジタル回路を隣接させたことが原因ではないかと考えている。

そこで、それぞれ改良を行った。

〈センサー部の改良〉

地震計では振り子がいつまでも地面の揺れに共振するのを防ぐため、ダンパーが使われる。

ダンパーとしては油の粘性を利用したものや、銅板を密な磁界中で運動させてその銅板に発生する誘導起電力で制動するものもあるが (萩原, 1945), 電磁式の地震計では一般に検出コイルに発生する誘導電流そのものによる制動効果で規定の制動をかけるようにしている (末広, 1996)。この方法は、コイルの出力になが抵抗の値で制動の利き具合を調整できるので便利であるが、本稿のフィルムケース地震計ではコイルの巻き数が不足すると、単独の棒磁石を使用するため、磁束密度が低すぎて、制動の効果が上がらない。

オリジナルのフィルムケース地震計では身近な材料で親しみをもたせるという意味からも、古い機械式の地震計に習って、サラダ油で直接、磁石の動きを制動させたが粘性が小さく、観測記録にはその影響が強く生じた。

ここで、油を粘性の高いものに変えるのも一つの方法であるが、元々、油の粘性は温度依存性が強く、

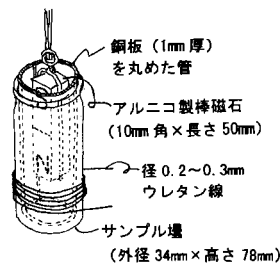


図5 改良したセンサー部

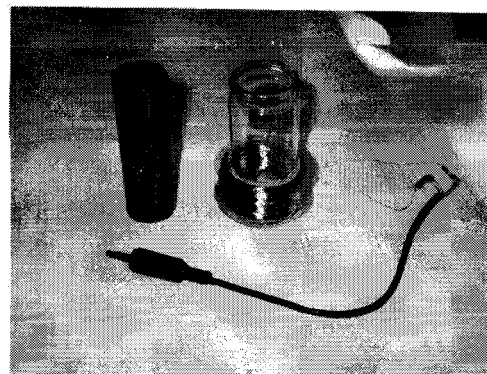


図6 改良センサー部のクローズアップ (左側が銅板を丸めたダンパー)

夏・冬で効果が大きく異なることも予想され、ここでは思い切って、油による方法を改め、銅板を使用する方法に切り替えてみた。これに伴い、コイルを巻くポピンもフィルムケースからサンプル収集用のガラスビンに変更した。

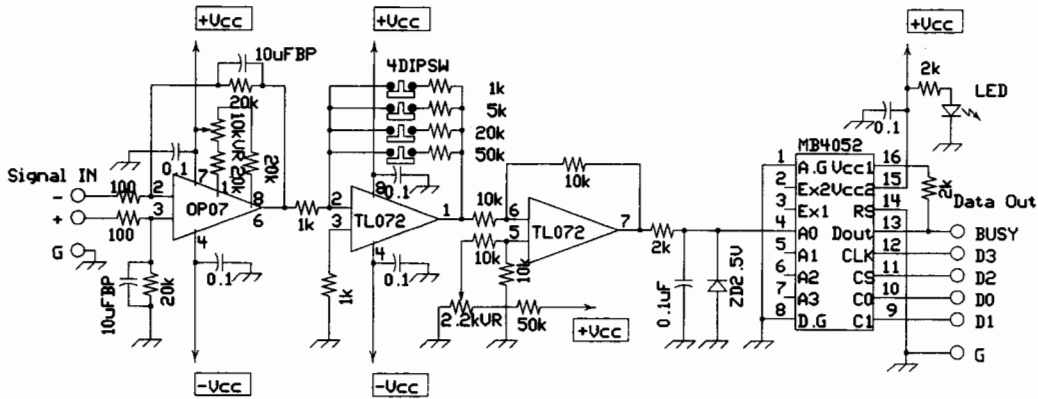


図7 改良したインターフェイス回路図(岡本, 1997より引用)

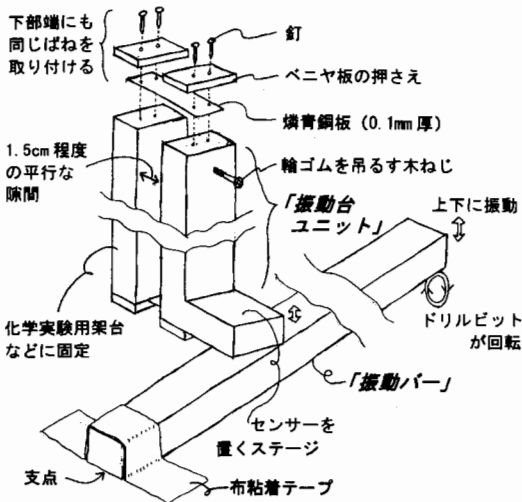


図8 簡易振動台の概念図

図5にこの改良センサーの概念図をまた、図6にその写真を示す。直径3cm、高さ7cmほどのサンプル収集用ガラスピンの下部にウレタン線を巻く。内部には厚さ1mm程度の銅板をガラスピンの内径に入るように丸く巻いたものを入れるだけのシンプルな構造である。第5章で後述するが、これにより油を使用しなくてもよくなり、油で辺りが汚れるのを防ぐことができた。ただ、この改造により「フィルムケース地震計」という呼び名は改める必要がでてきた。

〈インターフェイス回路の改良〉

高倍率時に入るノイズの影響を完全に取り去るため、初段のアンプの帰還ループに低いカットオフ周波数($f_c=0.625\text{ Hz}$)をもつローパスフィルターを入れた。

このローパスフィルターは積分回路と等価なため、センサーからの速度に比例する信号は初段のオペアンプ OP07 で積分増幅されて、結果的に変位にはほぼ比例する信号に変換されることになり、後述する、変位倍率検定が容易になった。この部分を含むインターフェイス回路の回路図を図7に示す。

4. 簡易振動台の製作

地震計がどの程度正確に地面の振動を記録するかを専門家は専用の電磁式の振動台に地震計を乗せて検定する。しかし、この振動台はたいへん高価なもので、学校現場ではまず用意できないと考えてよい。

そこで、身近な材料で安価にかつ、簡単に製作できる振動台を考案した。全体は「振動バー」と「振動ユニット」に分けられる。この概念図を図8に示す。

〈振動バー〉

振動バーは手巻きドリルとラワン板で製作した。万力に固定した手巻きドリルのチャックにわずかに偏芯させてビットをくわえさせ、ビットの先の円形の振れを直径数mm程度の振動源とする。一方、片端を机上に粘着テープで固定したラワン板の另一端をこのビットの先の回転部分に載せ、手回してドリルを回転させることで、ラワン板の一端を支点とした上下振動をつくりこれで上部に載せた振動ユニットを振動させる構造である。

〈振動ユニット材料〉

- 檜やラワン材: 長さ 700 mm, 幅 60 mm, 厚さ 15 mm 程度の板を 2 枚, ベニヤ板, および端材を少々
- 焼青銅板: 20 mm×40 mm, 厚さ 0.1 mm 程度のもの

のを2枚

釘, 木ネジなど

〈振動ユニット組み立て〉

図8に示したように同形の板材2枚の両端に板ばねにするリン青銅板をベニヤ板の切れ端と釘で固定する。これは片方の板を固定するともう一方が平行四辺形をつくるようにずれて振動する構造になる。板の上部に輪ゴムの振り子を吊るす木ネジを付け、板の下部にはセンサー部をのせるステージ台を接着材で取り付け(鉄製の釘は磁石を引きつけるので使わない方がよい)。

〈振動台全体のセット〉

振動ユニットの裏側の板を化学実験用架台などを用いて、第5章の図9の写真のように垂直にセットする。

一方、先ほどの振動バーを振動ユニットの下に、差し入れ、板ばねがほぼ水平になるようにセットする。振動ユニットの構造上、ほんの数mmの可動範囲しかないなのでこのセッティングは慎重に行う。なお、振動ユニットは振動バーに載せているだけで、特に固定などの手だてはしていない。また、振動バーは若干斜めに振動ユニットにあたる構造になるが、その影響は無視できる。

5. 簡易振動台による地震計の検定

地震計の特性は振り子の自然周期 T_0 、減衰定数 h 、変位倍率 V などで表される。このうち、自然周期、減衰定数の測定は別稿(岡本, 1996)や、地震学の教科書(例えば、宇津, 1977)などに詳しいので、省略し、

ここでは、最後の変位倍率測定について、詳しく述べる。

〈検定準備〉

机上に、地震計と振動台を図9のようにセットする。

このとき、センサーからの信号が適正な振幅になるようインターフェイス回路のアンプの倍率や、振動ユニットを置く振動バー上での位置を細かく調整する。

一定周期に手でドリルを回してみても、数Hzの振動台の変位に忠実なサインカーブがディスプレイ上に表示される状態まで機器を調整したのち測定を行う。以下、本稿では振動数については周波数[Hz]という表現を用いることにする。

〈周波数特性測定〉

地震計の振動応答の周波数特性(周波数ごとの変位倍率の変化を以後こう呼ぶことにする)を測定する。

- ① 波形表示を見ながら手でハンドルを回すタイミ

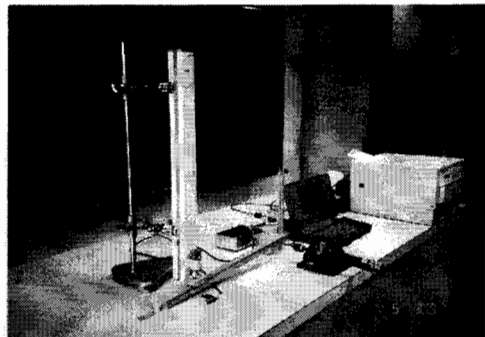


図9 振動検定時の振動台

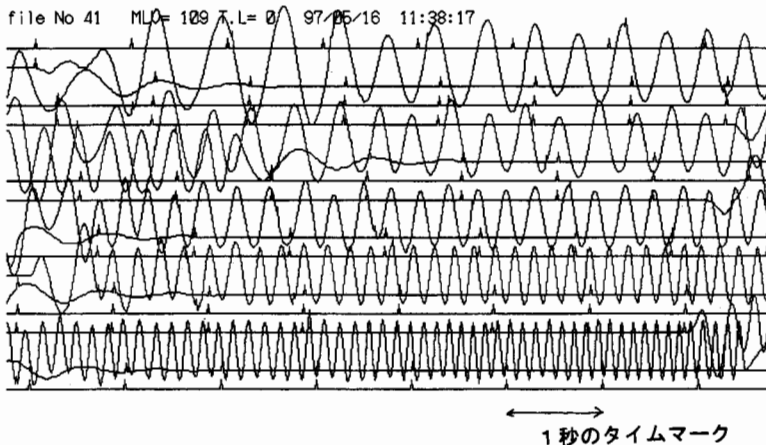


図10 周波数特性検定画面ハードコピー例

ングを工夫し、振動台に入力する振動の周波数を微妙に変化させていく。

- ② いろいろな周波数の振動記録が採れたら、その画面のハードコピーをとる（測定画面ハードコピー例を図10に示す）。周波数の測定は波形記録のタイムマーク（1秒ごとに入る）より、ハードコピー上で算出する。周波数[Hz]を計算し、同時にその時の振幅[mm]も読み取る。
- ③ ②で算出した周波数別の振幅を振動台の真の振幅と比べ、変位倍率をそれぞれ求める。なお、変位倍率算出の基準となる振動ユニット自身の

真の振動量は振動バーの端の振幅を物差しで測定し、“梃子”の幾何配分で決定できる

- ④ 両対数グラフ用紙で、上記の変位倍率と周波数の関係をグラフに表す。（なお、理論特性と比較のときは、倍率を規格化した方がよい。→後述）

6. 地震計の理論的周波数特性

ここで、検定結果を示す前に、機械式地震計の振り子の理論的特性について触れておく。

地震計の振り子についての運動方程式は宇津(1977)、三東(1968)などを参考にすれば x を外部からの入力変位、 y を地震計の応答変位として、

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2h\omega_0 \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = -\frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

と記される。ここで、 h は減衰定数、 ω_0 は振り子の自由振動時の角周波数 ($\omega_0 = 2\pi f_0$, f_0 [Hz] は振り子の自然周期 T_0 [s] の逆数) である。

この時、外部から働く正弦波振動の周波数 f [Hz] (= $\omega/2\pi$) に対する、振り子の応答の周波数特性は変位倍率を $V(f)$ とすると、パラメータ $u \equiv f_0/f$ を用いて

$$V(f) = 1/\sqrt{(1-u^2)^2 + 4h^2u^2} \quad (2)$$

で表される（宇津、1977より一部改変）。ここで、あ

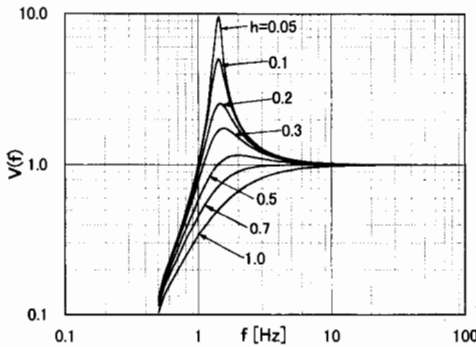
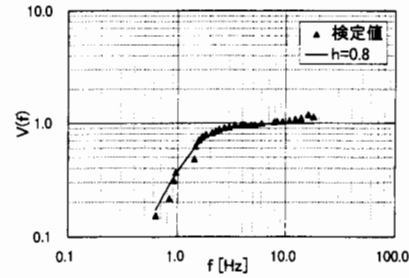
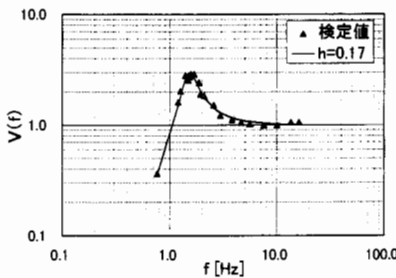
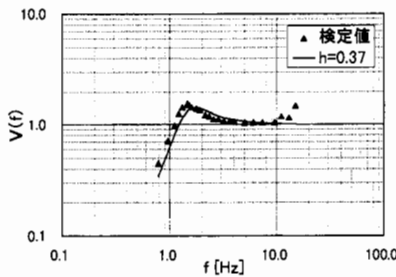


図11 機械式地震計の応答の理論的周波数特性

- ① サラダ油のみのフィルムケースセンサー[オリジナル]
- ③ 銅板(1mm厚一部2重)+サラダ油 [改良型]



- ② 銅板(1mm厚)を丸めたダンパー [改良型]



- ④ アルミ板(1mm厚)を丸めたダンパー [改良型]

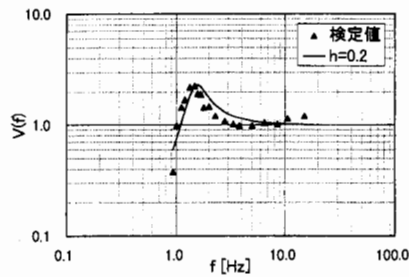


図12 センサー毎の周波数特性検定のグラフ

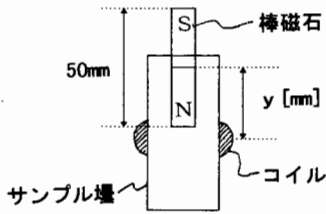


図 13 コイルと磁石の相対位置 y [mm]

えて機械式地震計の変位倍率の周波数特性を持ち出すのは、積分回路の採用で、センサー出力が地面の動きの変位に比例していることを仮定している。この仮定は後述の検定によりほぼ正しいことが分かる。

今回の実験での $f_0 (=1.47 \text{ Hz})$ を用いて、異なる h の値に対応する周波数特性を(2)式で計算し縦軸に $V(f)$ 、横軸に f をとってグラフに表したものが図 11 である。

これによれば、 h が 0 に近い (制動の効果が小さい) ほど、振り子の自然周波数 $f_0 (=1.47 \text{ Hz})$ の付近で、変位倍率が上り、振り子の共振のピークが目立つことが分かる。また、 $h=0.5$ から 0.7 あたりで、周波数特性は共振の影響が収まりフラットに近づく。地震計としてはできるだけ、地面の動きを忠実に記録したいことから、フラットな周波数特性が望まれ、市販の専門家用地震計はこのあたりの減衰特性になるよう、調整して使用される。このグラフからも地震計における振り子の制動の重要性が示される。

また、振り子の自然周期より低い周波数 (長周期) の振動の変位倍率は急速に低下することがみてとれる。このため、長周期の地震波に対しても十分な感度を保持するためにさまざまな長周期用の振り子が昔から考案されてきた (萩原, 1945)。

7. 検定結果

試作した幾つかのセンサーについて検定した結果を図 12 に示し、理論的特性と比較してみる。さらに幾つかの付帯実験の結果も報告する。なお、図 12 は横軸は周波数 f [Hz]、縦軸は理論的特性と呼ぶように特性の平坦部を 1 とした相対倍率 (規格化した倍率) に変更して示している。

〈周波数特性の検定結果〉

検定結果について、測定値より算出した検定値 (▲印) とそれに最もフィットする (2) 式による理論曲線 (—線) を併せて図示する。

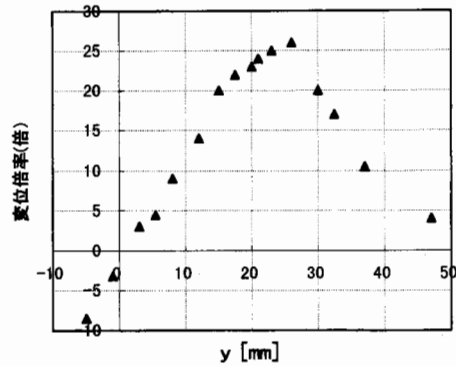


図 14 コイルと磁石の相対位置の差による感度変化

- ① まず、オリジナルのフィルムケース地震計の検定結果を図 12 の①に示す。この測定値にフィットする h は 0.17 前後であり、振り子の共振の影響が特性にも大きく表れている。
- ② 次に今回開発した空ビン (油を使用しない) に銅板を丸めたものを入れダンパーとして用いたものは、図 12 の②に示すように、 $h=0.34$ となり、かなり、フラットな特性に近づく。
- ③ さらに制動効果を高めるため、銅板の一部を 2 重にした上に、サラダ油をビンに満たした場合を図 12 の③に示す。この例は今回の実験の中では制動が最も効いて特性はほぼフラットになる。
- ④ 逆に、ビンを空に戻して銅板をアルミ板に代えたもの (図 12 の④) では、制動の効果が薄れる。

なお、コイルの巻き数は①のみ 300 回、②～④は 100 回とし、アンプの倍率は積分増幅部が 200 倍、2 段目のアンプのゲイン調整のディップスイッチは 1 倍に設定して測定したが、振動台の変位 (mm) に対する地震計の平均倍率はハードコピー上で振動台の実際の振動の 15～20 倍程度になる (後述するコイルと磁石の位置関係にも大きく依存する)。したがって、コイルの巻き数を増やし、インターフェイス回路のディップスイッチの設定を変えることで変位倍率を微小地震の観測に必要な数千倍程度に拡大させることは容易である。

〈幾つかの付帯実験〉

① コイルと磁石の位置関係

センサーの出力は磁束密度に比例するためコイルと磁石の相対位置で大きく変化する。これを、振動台で測定してみた。測定にはダンパーの影響を防ぐため、

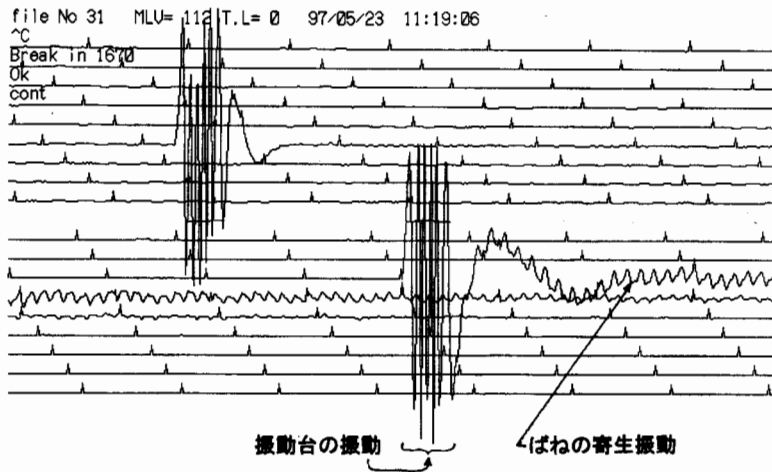


図 15 輪ゴムとスプリングによる寄生振動の違い（上部の振動波形が輪ゴム，下部の振動波形がスプリングによるもの）

何も中に入れない空ピンのセンサーを用いて、振動台の磁石とコイルのセンターの上下方向の位置関係で感度（倍率）がどう変化するかを調べた。図 13 に両者の位置関係（ずれ）を図示し、図 14 がその測定結果である。これによると、位置のずれが小さい範囲ではセンサーの感度（記録の倍率）は両者のセンターの上下のずれの距離にほぼ比例することが分かった。出力の最大点は端の磁極がコイルのセンターとほぼ一致する点（磁石の全長は 50 mm なので、その半分の 25 mm の位置）あたりで、それ以上磁極がコイルから離れると、また、感度が下がることも分かる。このことから、コイルを巻く位置は、吊り下がる磁石の磁極のあたりに巻くのが最も効率的であることが分かった。

② 輪ゴムとスプリング

ばね部分の寄生振動（外部の振動によりばね自体に 2 次的に発生する振動）の発生の状況についても、輪ゴムと金属製のスプリング（外径 20 mm，線径 0.1 mm：材質は不明）で比較実験を行ってみた。他の条件は図 12 の④とほぼ同じ条件下でアンプの倍率のみ上げている。図 15 にその結果を示す。

それぞれ、振動台の急激な振動による寄生振動の発生を見るため、ドリルのハンドルを短時間高速で回転させた後、急に停止する実験を行った。スプリングの方に、ばねそれ自体が細かく振動する周波数の高い寄生振動が長時間継続しているのがわかる。輪ゴムではこのような寄生振動はすぐに減衰している。

8. 考 察

簡単な作りのセンサー部と振動台の構造の割には、周波数特性の検定値は理論曲線の近くに並び、センサー部、振動台共に結構良好な特性を示すことを裏付けていると考える。この振動台の使用により、地震計センサーの特性を一定程度、検定できているとみてよいと思う。本来は振動台自身の検定も必要と考えるが、装置の準備は現状では困難である。この点については、すでに検定済みのメーカー製の地震計センサーをこの振動台で検定することにより、逆に、振動台の特性を調べることを計画中である。

また、積分回路の効果を“信用”して、検定の対比に機械式地震計の“変位”応答理論特性を持ち出したが、両者の良好な一致は今回採用した積分回路がほぼ予想どおりの結果を見せたことを示す。電子回路関連の文献（例えば、大西、1996）によればこの積分回路の CR 定数では $f > 0.8 \text{ Hz}$ で積分効果が期待できる。ただ、萩原(1945)は正弦波だけでなく孤立波に対する積分回路の応答も議論しており、これによれば CR の定数はできるだけ大きくとるべきであると結論づけている。ただ、一部の測定値と理論値の間に（図 12 の②と④）、共振周波数のずれが生じたようにも見えるものがありこれの原因究明が課題として残る。

また、振動台の構造上、あまり、低い周波数や高い周波数領域での検定ができない。ただ、通常記録される微小地震波形で卓越する周波数領域（約 1~20 Hz）は何とかカバーしており、地震記録の定量的な分析に

Y.Okamoto (Osaka pref. edu. center) 97/06/27 10: 15: 53

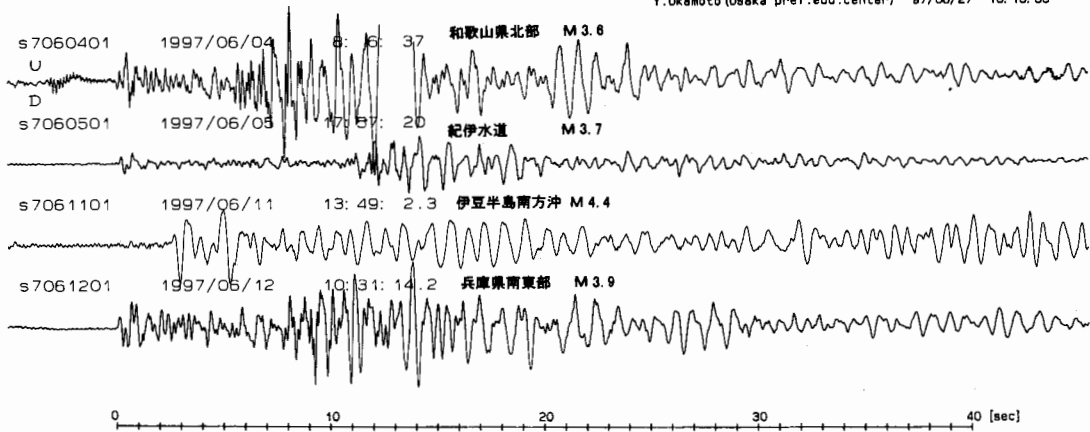


図 16 改良機による地震観測波形記録例（観測では輪ゴムの振り子の全長を 2 倍程度に延長したので振り子の自然周期は伸びていることに注意。筆者の自宅は、兵庫県南部地震の余震域や和歌山市の群発地震域にも近いのでこのような無感の地震が数多く記録される。震源データは気象庁速報値による。時刻は図 4 と同様に不正確。）

も検定結果が生かせるも期待できる。しかし、理想的にはもっと広範囲の周波数領域の検定が必要であり、この点での振動台の改良を目指したい。

次に、ダンパーについては、報告した実験結果以外の試行とも照らし合わせて、ダンパーとしては低抵抗の厚い金属板で、しかも、磁石にできるだけ近づけて、磁束密度の高い部分を利用するのが効果的であることが分かった。油をことさら用いる必要性はこれによりなくなった。これらの点はさらに、実験を続けて良好な組み合わせを決定したい。なお、mm オーダーの振動台での検定結果が、 μm オーダーの微小地震観測にもそのまま適用できるかどうかは、輪ゴムのばねとしての特性やダンパーの応答特性にも関係しており、これにすぐ答えるデータは手元にない。実際の地震観測でこれを確かめるべく、現在もこの地震計を用いた地震観測を自宅で続行中である。

さらに、積分増幅回路の採用についてであるが、結果的に速度信号が変位信号に変換され、一見、教育用には効果的に見えるかもしれないが、本来電磁誘導は速度比例の出力がでるのが当たり前であり、扱いによっては混乱を招くこともあるので注意が必要である。専門機関の微小地震観測では、震源の精密決定や震源メカニズムの解析を主目的とするため、初動の立ち上がりのシャープさと位相特性などを考慮して、速度波形をそのまま増幅し記録するのが標準であり、これらの波形と本地震計による記録を比較するときにも注意が必要となる。

なお、外部入力と地震計出力との間の“位相”についての応答特性も重要であるが、本振動台での位相検定はかなりの困難が予想され、今回は見送ることにし、その検定方法などは今後の課題としたい。

最後に、なぜ計測器に輪ゴムのようなものをつかうのか？スプリングでは駄目か？との質問を受けることが多いが、図 15 にあきらかなように、一見、たよりなさそうに見える輪ゴムであるが地震計のばね振り子に用いるには寄生振動の発生が少なく結構好条件の材料であることを再発見した。ただ、夏場は暑さでゴムが劣化し、伸びやすいので注意が必要である。なお、参考までに、この改良機での地震観測波形記録例の幾つかを図 16 に示す（波形の詳細については別稿にゆずる）。

9. 結 論

① 身近な材料と短時間の製作のみで実現できる教材用地震計システムの改良を行い、新たに簡単な検定用振動台を製作した。

② 振動台で地震計の応答の周波数検定を行ったが、教材用に限定すれば地震計、振動台共に、かなり高い性能をもつことが確認できた。付帯実験結果も地震計の性能向上に役立った。

③ 製作過程や改良、検定実験のレベルは高校生でも十分実現可能な範囲であり、本研究は工夫すれば、高校地学、物理などの課題研究や科学クラブの研究テーマとしても応用が期待できる。

④ 地震計の検定を行ったことで、自作とはいえ特性が評価できたため、今後、本地震計による地震記録を用いた波形解析の教材作成への道が開かれた。また、生徒の手による地震観測の実現への準備も整った。

10. おわりに

ときどき、街で、高校教員時に授業を担当した卒業生に会うと「先生！地震計まだ動いていますか？」とか「今度の〇〇地震の記録、採れていますか？」と声をかけられる。他の授業に手を抜いたわけではないが、生徒たちにとって自作の地震計やそれによる地震記録を用いた授業はインパクトが強かったのだとあらためて思う。本論のセンサーも振動台も、改良点が幾つか残るが検定と観測を続けながら改良を加えていきたい。

一般の人々やマスコミの報道に散見される地震やそのメカニズムについてのさまざまな誤解や、地震予知に対する過剰なまでの期待を見るにつけ、もう少し、基本的な観測という視点から自然科学を、地道に教え、学んでいく方向があってもよいと思う。地震国に住む宿命は、逆に学校現場での日常的な地震観測の絶好の環境でもある。地球のかすかな鼓動の不思議さを身をもって体験することは、「理科ばなれ」への一つの効果的な処方箋になると考えるがどうだろうか。なお、自然地震の観測についてはいずれ稿を改めて、報告するつもりである。

謝 辞 科学技術庁防災科学技術研究所の石田瑞穂

博士からの暖かい励ましが本論のドライビングフォースとなりました。大阪府教育センターの鬼塚史郎氏からは振動台について有益な助言をいただきました。共に厚く感謝申し上げます。また、匿名査読者の意見は本稿の改善に有益でした。あわせて感謝します。

文 献

- 萩原尊禮(1945):「振動測定」, 實文館, 135-150, 160-172, 173-185, 302-307.
- 伊藤康明(1991): 生徒実験用簡易型 AD 変換器の開発. 三重県総合教育センター科学技術教育研究紀要, 22(1), 2-9.
- 岡本義雄(1991): 教材用地震観測システムの開発. 大阪と科学教育, 5, 9-14.
- 岡本義雄(1995): 教材用地震観測システム. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, p. 188.
- 岡本義雄・室井 勲(1995): 自作地震計による兵庫県南部地震の観測記録. 大阪と科学教育, 9, 1-2.
- 岡本義雄(1996): フィルムケース地震計—机上実験と地震観測—. 文部省観察実験指導力向上講座(高等学校)テキスト, 75-80.
- 岡本義雄(1997): フィルムケース地震計の製作(第1回). なるふる(日本地震学会広報紙), 0, p. 5.
- 岡本義雄(1997): フィルムケース地震計の製作(第2回). なるふる(日本地震学会広報紙), 2, p. 6.
- 大西淑弘(1996): 増幅回路の基礎と解析. トランジスタ技術 9月号, 275-276.
- 三東哲夫(1968):「地震・火山・岩石物性」, 宮村撰三編, 共立出版, 63-79.
- 末広 潔(1996):「地球の観測」, 岩波書店, 127-128
- 宇津徳治(1977):「地震学」, 共立出版, 13-35.

岡本義雄: フィルムケース地震計の改良と検定 地学教育 50 巻, 6 号, 27-36, 1997

〔キーワード〕 高校, 地震計, 振動台, 検定, 周波数特性, 積分回路

〔要約〕 フィルムケース地震計のセンサー部とインターフェイス回路の改良を行い, 合わせて簡易振動台を製作し, 改良後の地震計の周波数特性の検定を行った. 結果は地震計の応答理論から予想される理論値に近い結果で地震計, 振動台ともに性能は教材用として満足するものであった. 付帯実験の結果も地震計の性能向上に寄与した. これにより学校現場における地震計の製作, 検定と観測波形の解析への道が切り開かれた.

Yoshio OKAMOTO: Improvement and Calibration of Filmcase Seismometer. *Educat. Earth Sci.*, 50 (6), 27-36, 1997

資料

デンバーミネラルショー (Denver Shows) に参加して

相場博明*・馬場勝良*

はじめに

近年、鉱物や化石が若い人にブームとなりつつあると聞く。一昔前までは、鉱物や化石と言ったら研究者以外では一部の特別なマニアといった感じであった。それが、一般の人々まで広がって来たことは地学教育の立場からは、たいへん歓迎すべきことである。

その要因の一つに、1988年から東京の新宿で開催されるようになった東京国際ミネラルフェアがある。このフェアには、国内国外から多くの鉱物・化石業者が店を開き、連日多くの入場者で賑わい大盛況に終わる。研究者や教育関係者はもちろんそれ以外に多くの一般の参加者がある。このような企画は、その後池袋で、また、大阪、京都と東京以外にも地方の都市にまで拡大されていった。

日本ではこのようにまだ始まったばかりのミネラルフェアであるが、実は世界では三つの大きなミネラルフェアがあり、その歴史も規模も日本のものとは比べものにならないほど大きい。

筆者らは、そのうちの一つで、毎年9月に開かれるアメリカ合衆国コロラド州デンバーでのミネラルフェア(デンバーショー)に参加する機会をもった。もちろんその規模には驚かされたのであるが、何より注目すべきことは、そのショー自体に多くの地学教育的なものが含まれており、ショーが単なる標本販売の場ではなく、立派な社会教育の場でもあったことである。ここではその様子について報告したい。

1. ミネラルフェア

先に述べたように日本では地方の開催も入れて年に4回の大きなミネラルフェアが行われるようになったが、世界でも同様に各国それぞれが独自に多くのミネラルフェアを開催している。そして、それらの中でも特に規模の大きなものが、毎年2月に行われるアメリカ合衆国アリゾナ州のツーソンと、9月のデンバー、そして11月のドイツのミュンヘンでのものとなる。この三つが世界的なミネラルフェアのビッグスリーということになる。

また、ビッグスリーの内でもツーソンが何といても最大規模であり、つまり世界最大のミネラルフェアとなる。ちなみにアジアでの最大規模のものは、9月下旬に行われる香港のものであり、総出店数2000以上、総入場者数も4万人を超えるという規模のものである。(新宿で今年行われた東京国際ミネラルフェアでの総出店数が111であったことからその規模の違いがわかるであろう。)ただ、それぞれのミネラルフェアは、地理的なことが影響するので、独自の特徴が出てくる。デンバー、ツーソンはアメリカのものを始め、中南米、南米産のものが多く集まる傾向にあり、ミュンヘンでは、ヨーロッパ産のものを始め、アフリカ産のものが多く出回り、香港ではもちろん東南アジア産のものが中心になるというわけである。それぞれのショーにそのような特徴があるので、世界中のディーラーは、それらの世界の大きなショーを毎年

表1 デンバーショーの構成

| | ショーの名称 | 会場 | 開催期間 | 出店数 | 備考 |
|---|---|------------------------------------|---------|-------|-------------|
| 1 | Greater Denver Area Gem & Mineral Council | Merchandise Mart | 12日~14日 | 128以上 | メイン会場 |
| 2 | Colorado Mineral & Fossil Show | Holiday Inn/Denver North | 10日~14日 | 224以上 | 鉱物が中心 |
| 3 | U.S. Gem Expos | Travelodge | 10日~14日 | 159以上 | 宝石、装飾品関係が中心 |
| 4 | International Gem & Jewelry Show | Merchandise Mart/Pavilion Building | 11日~14日 | 104以上 | 宝石、装飾品関係が中心 |
| 5 | Great American Gem, Mineral, Fossil, & Jewelry Show | Regency Hotel | 9日~14日 | 82以上 | 化石が中心 |
| 6 | Bead Renaissance | Holiday Inn/Northglenn | 11日~14日 | 69以上 | 宝石、装飾品関係が中心 |
| 7 | Gem Faire | National Western Show Complex | 10日~14日 | 86以上 | 宝石、装飾品関係が中心 |

* 慶應義塾幼稚舎 1997年9月26日受付 1997年10月26日受理



図1 Colorado Mineral & Fossil Show の会場であるホリデーイン
すべての部屋、ロビー、中庭、駐車場とすべての場所に店が出ている。



図3 会場のホテルの廊下
ホテルのそれぞれの部屋が会場になる。ドアのところには店の表示がでる。



図2 Great American Gem, Mineral, Fossil & Jewelry Show の会場であるリージェンシーホテル
非常に大きな会場である。

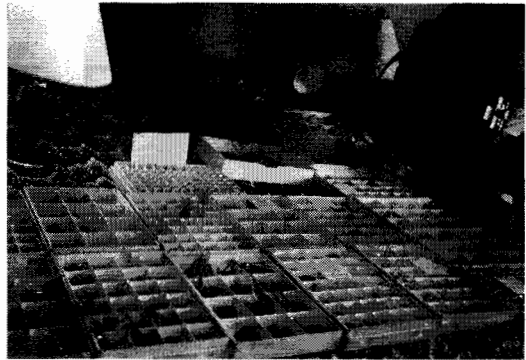


図4 コバル専門の業者の部屋
キングサイズのベッドの上に並べられたコバル

巡り、店の商品の仕入れを行っているわけである。

2. デンバーショー

(1) 会場

今回のデンバーショーは、実は7つの会場で行われている(表1)。それらを総称してデンバーショーというわけである。

それぞれの会場には、鉱物、化石、宝石、美術品などの店が混在して多数出店されているが、会場ごとに開催日時が多少異なり、また出店の傾向も異なってくる。例えば、Colorado Mineral & Fossil Show は鉱物標本の店が多くなっており、鉱物標本を購入したいものは、この会場を中心に回れば良いということになる。出店数も会場によって異なるが、パンフレットに

載っている店の数以上の店が会場の周りのテントや道端などにもあふれている。トータルすると、1000近い店舗になるのではないだろうか。東京国際ミネラルフェアの十倍ほどの規模となる。

そうすると、開催期間中にそのすべての店を回るということは到底不可能である。何を購入したいのか、最初からの的を絞って会場を選ぶことになる。

会場は、モーテル(図1)やホテル(図2)、イベント専用の建物などであり、モーテルやホテルでは、それぞれの部屋が店になる(図3)。部屋の入り口には、店の名前を書いた表示をつけて、部屋の中で客を待つということになる。部屋の中は所狭しとさまざまな標本が並ぶ。きれいに展示ケースに入れて照明までセットしてあるディーラーもいればベッドや椅子の上に無造作に並べているディーラーもいる(図4,5)。また、部屋以外にもロビーや外のテント(図6)、道ばた(図7)までにも多くの店が並んでいる。



図5 椅子の上にまで並べられた鉱物
はたして、どうやって眠るのかと心配してしまうくらい部屋中に標本を持ち込んでいる業者が
たくさんいる。



図7 道ばたの露店
時にはこのような店から、掘り出し物がでると
いう。スミソニアン博物館の世界最大のサファ
イアは、このような店で5ドルで売られていた
という話である。



図6 駐車場につくられた特設テント会場
テントといってもたいへんな広さ。そのため日
本のように客で混雑するということはない。

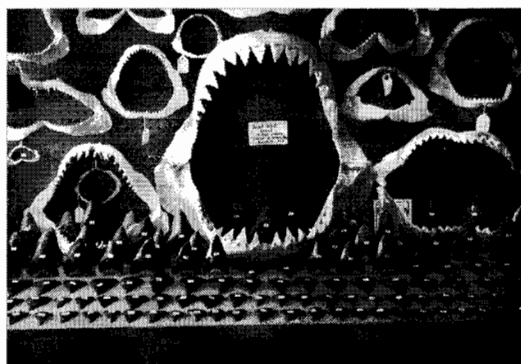


図8 サメの歯専門店
部屋中サメの歯だけの店。化石だけでなく、現
生のサメのあごまで売っている。

(2) 店の種類

店の種類は、世界中から集まって来ているので実にさまざまである。化石、鉱物、宝石関係と何でも売っている場合もあるし、鉱物関係なら水晶だけ、自然銅だけ、自然金だけ、隕石だけ、ヒスイだけ、トルコ石だけとかそれぞれの得意な分野で揃えている店が多い。また、化石ならアンモナイトだけ、サメの歯だけ(図8)、中国産だけ、マダガスカル産だけとか種類別、産地別といったふうになっている。

また、鉱物や化石の標本以外にも、その標本を展示するためのスタンドや箱を売っているディスプレイ専門の店(図9)もあるし、鉱物や化石を加工するための機械を専門に売る店。ハンマーなど採集用具を売る店。地学関係の書籍を売る店。鉱物の写真撮影のデモを行う店など、とにかく関連する店はありとあらゆる

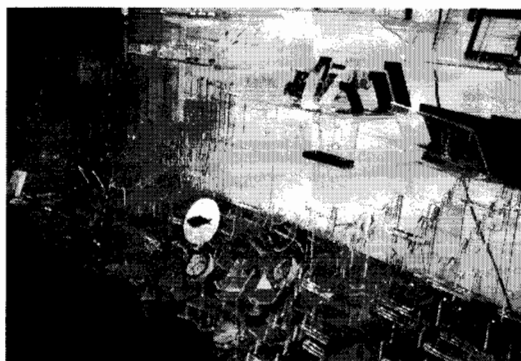


図9 鉱物、化石の展示用品を専門に売る店
さまざまな形のスタンド、照明器具などを売っ
ている。カタログをくれるので日本からFAX
で注文もできる。

ものが出店されている。

(3) 購入

ディーラーは、自分で店を出しながら実は他の店から同時にほしいものを購入しており、それを次の日にチャッカリ自分の店で販売していたりする。だから、店を選ぶ場合は、その店が最も得意なものは何かといったことを見極めることが大切である。もちろんその店の得意な分野ほど最も安価で購入できる可能性が高いということになる。

定価には、三つのパターンがある。一つはネット(NET)と定価の横に書かれている場合で、この場合はその石はどんなことがあっても値引きしないという意味である。二つ目は、キーストン(KEYSTONE)と書かれている場合、あるいは書いてなくてもディーラーがそう呼ぶ場合で、これは何とその定価の半額になるという意味である。これは、業界用語で、アメリカ東部にキーストンという場所があり、そこから産出する石油の質が悪くて普通の石油の半分の価値しかないとい

いうところが語源になっているとのこと。時にはダブルキーストンと表示されていることがあり、これは半額の半額、つまり75パーセント引きということであ

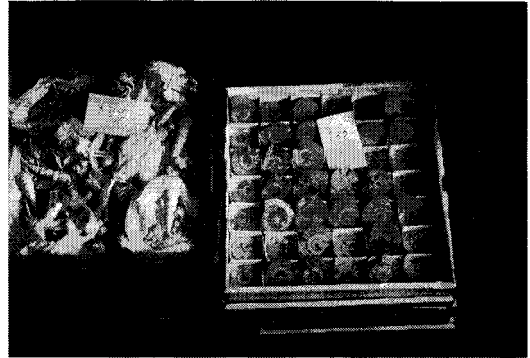


図10 箱ごと売りに出された化石
FLATと、箱に書かれている場合は箱ごと買ってほしいということ。右側の箱は、42個のアンモナイトが入っており、80ドルの値段。

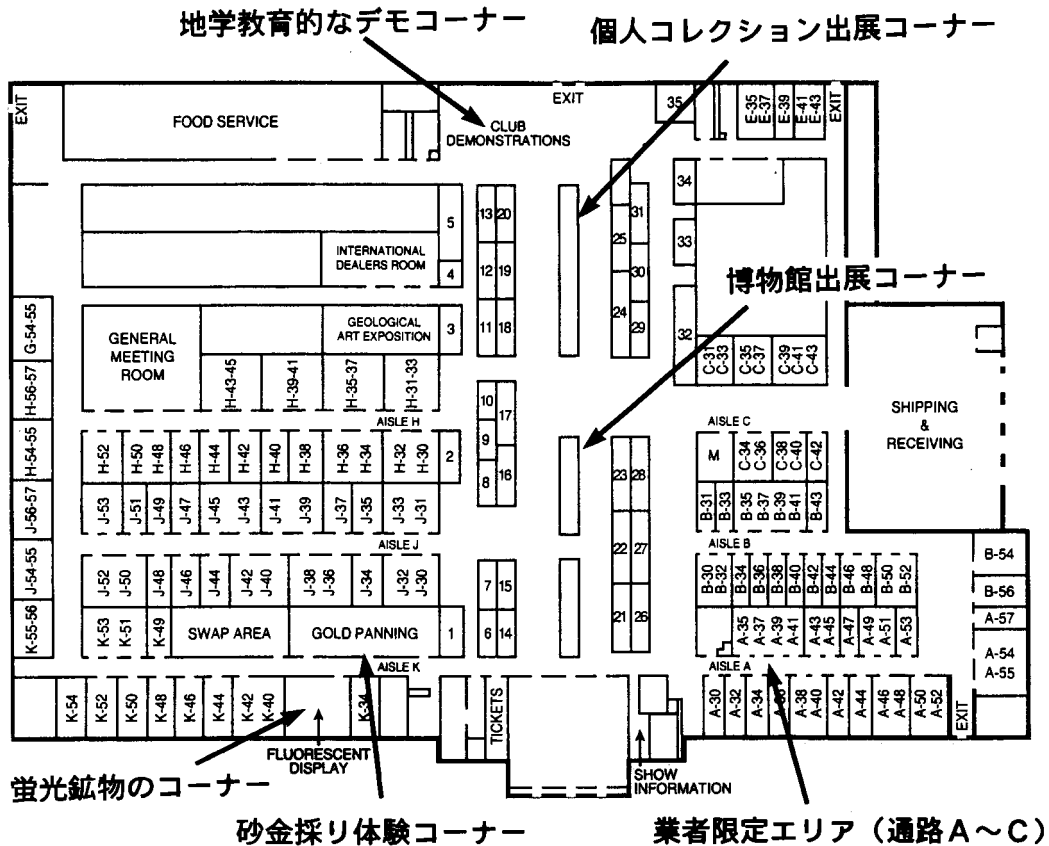


図11 メイン会場である Merchandise Mart 会場



図 12 Merchandise Mart 会場の中の様子



図 14 博物館展示ブースを見学している子どもたち
各博物館の自慢のコレクションが並ぶ。特に自然金の展示が多く、半分近くに及ぶ。



図 13 正面玄関口には、黄色い大型のスクールバスが次々にやってくる
この日は平日なので、学校は授業の一貫として取り入れている。

る。三つ目のパターンは、普通の定価表示で、交渉次第で値引きをしてくれるというものである。これはやはり、そのディーラーとの付き合いなどの関係がものをいう。

また、その標本一つがいくらという値段の付け方の場合と、一箱でいくらという場合がある。これは、もちろんディーラー向けのものである。また、砂金や自然銅など重さ当たりの値段（1ポンド当たりの値段表示）で売っていることも多い。

カードが使える店は半分くらいで、あとはトラベラーズチェックか現金ということになる。たいへん丁寧に梱包してくれるところもあるし、全く梱包もしてくれないところもある。領収書も名刺にサインだけしかしてくれないところもあつたり、標本ラベルも言わないとくれない場合もある。世界各国から集まっているので、それぞれの国のお国柄が出ているのであろう。

3. 地学教育としてのデンバーショー

(1) メイン会場

Merchandise Mart 会場は、デンバーショーのメイン会場とも言われている。この会場はイベント専用に行う広大なフロアを借り切ったものであり（図 11）、中央のスペースと左右に分かれた通路の両側に多くの店が並んでいる（図 12）。日本のものと違い、会場が広いのでかなり入場者が多くても気にならない。正面にはチケット売場があり、この会場だけは他の会場と異なり、入場料を払わなければならない。また、右側の三つの通路の店はディーラー専用の店であり、一般の客は入ることができない。ここに入るにはディーラーであることをあらかじめ申請し、シールを受け取り、それをからだに貼って入ることになる。

(2) 地学教育のメニュー

この会場ですぐ目につくのは小学生くらいの子どもの姿である。これはこの会場だけのことであり、他の会場では子どもの姿はほとんど目にしない。つまり、この会場には、単なる鉱物や化石の販売だけが目的ではなく、社会教育としての地学教育的なメニューがふんだんに盛り込まれているのである。

まず、正面入り口には全体を黄色く塗ったスクールバスが何台も駐車している。平日の授業の一貫として多くの学校が子どもをここに連れてくるのである（図 13）。

中の展示にも工夫がある。まず中央のフロアには、世界の博物館からの展示ブースが並んでいる（図 14）。アメリカの自然史博物館はもちろんイギリスの自然史博物館のものまで 40 個もの展示ケースが並ん



図15 ワークシートに熱心に記入する子どもたち
入り口には、教育用のさまざまなワークシート
が置かれており、自由にそれを利用できる。



図16 宝石研磨コーナー
ボランティアの人が実際に子どもたちの前で、
宝石を研磨するのを見せている。

ている。また、その延長上には、個人のコレクターによる見事な出品標本が同じくらいの規模で展示されている。それらはもう立派な自然史博物館とも言えるくらいの規模と内容である。

展示標本は、子どもたちにとってただ漠然と見るだけのものと終わらないように、あらかじめ見るポイントを示したワークシートのようなものが用意されている。子どもたちは、そのワークシートを記入しながら展示物を興味深く観察しているのである(図15)。

また、あちらこちらに体験コーナーがつけられている。体験コーナーで働いているのはすべて地域のボランティアの人々だそうである。ボランティアの考えの進んでいるアメリカならではの光景だ。

宝石がどのように磨かれて加工されていくのかを実際に見せているコーナー(図16)では、子どもたちの目の前でいろいろな研磨の機械を使って見せている。



図17 化石のクリーニング体験コーナー
化石の入ったノジュールを実際にクリーニング
することができる。ボランティアの人がたいへん
丁寧にやり方を教えてくれる。



図18 鉱物体験コーナー
ウンモの大きな固まりを自由に細かく割らせて
いる。段ボール箱にはその割ったあとの細かい
ウンモが入っていた。

化石のクリーニング体験コーナーでは、実際の化石を含んだ岩石ブロックをもってきて、子どもにクリーニングをさせていた(図17)。

鉱物の基礎知識コーナーという場所があり、そこではさまざまな鉱物の性質を分かりやすく体験しながら学べるような工夫がされていた。例えば、劈開の性質を体感できるようにと、ウンモや方解石の固まりを置いておき(図18)、それを自由に子どもたちに割らせるのである。机の上はかなり散らばるのであるが、割っても割っても薄くはがれるウンモや同じ形で割れ続ける方解石は、子どもにとっては不思議なものであり、劈開の勉強をまさに体感できるのである。日本なら標本がもったいないと、そう自由に割らせることなどできないだろう。



図 19 砂金採り体験コーナー
このコーナーはやはり大人気。特に中学生くらいの子どもが多かった。



図 20 蛍光鉱物コーナーの入り口
カーテンを閉めて部屋全体を暗くしてある。中は蛍光鉱物が大量に展示されて幻想的な世界であった。

また、砂金で栄えたデンバーならではのコーナーとして、砂金採り体験コーナーがあった。これは、一つの部屋に十人くらいが囲めるくらいの大きな水槽を三つ用意しておき、その中に砂金入りの砂をあらかじめ入れておくのである。子どもたちは砂金採り用の碗を借りて、自由に碗かけ法で砂金を採る(図19)。採れた砂金はもちろんお土産として持ち帰ることができるのである。砂金採集は子どもならず大人までもが熱中してやっていた。黄金色の小さい粒が自分の碗の中で光るのを見るのは何ともワクワクするものである。

また、蛍光鉱物の展示販売コーナー(図20)では、部屋自体を暗くして紫外線ライトを当てて、たくさんの蛍光鉱物を展示して販売もしていた。静岡県富士市の奇石博物館でもそのような展示をしているのを見たが、まさしく部屋全体が蛍光鉱物の発する神秘的な光



図 21 目の前で、メノウの原石を割ってくれるコーナー
割れた瞬間、中がどうなっているか何とも楽しみだ。



図 22 州ごとに出版されている、鉱物採集ガイド
ここでは、USGSの古本なども売られていた。

で満たされており、標本を購入しなくても見るだけで十分楽しめる。

また、これはあくまで購入しなければならないのだが、20ドルでメノウの原石を自分で一つ選び、それを目の前で半分に割ってくれるというコーナーもあった(図21)。「あなたが最初に見ることができる」というキャッチフレーズで、チェーンのついたベンチのおぼけみtainな道具で力持ちのおじさんが割ってくれるのである。どんな中身なのかこれも見るだけで楽しめる。

また、標本だけでなく、鉱物化石関係の書籍を売る店もあり、中には採集のガイドブックがまとめて売られているところ(図22)もあった。州ごとの鉱物採集案内の本が多種出版されており、鉱物採集が一種のスポーツのように一般市民に浸透してようである。

おわりに

世界の3大ミネラルフェアの一つであるデンバーショーを見て何より驚いたことは、その規模の大きさもさることながら、そのショーが地学教育的な側面を多く含んでいて、社会教育として十分な働きをしているということである。小学生が多数参加し、幼い頃から美しい鉱物や不思議な化石を身近なものとして触れることができることは、地学教育にとってはたいへん重要なことである。そのことが、将来、鉱物や化石に

興味をもつ人々を増やし、地学教育の発展にもつながるであろう。

筆者らのそばで8歳くらいの男の子がアイライクパイライトベリーマッチとかわいい声で言っていた。はたして日本の8歳の子どもでパイライト(黄鉄鉱)という言葉を知っているのは何人いるであろうか。筆者らは数年前から、小学生をつれて新宿の東京国際ミネラルフェアに見学に行っている。混雑した大人たちの中に小学生を連れていくと、日本では少し変な目で見られるような気もする。しかし、あれほどの美しい鉱物や化石を目にすると、どの子どもたちも目を輝かせる。日本のミネラルフェアも地学教育の場としてさらに発展し、子供たちであふれるくらいになることを期待したい。

相場博明・馬場勝良：デンバーミネラルショー (Denver Show) に参加して 地学教育 50 巻, 6 号, 37-44, 1997

〔キーワード〕 デンバーショー, ミネラルフェア, 地学教育, 社会教育, 鉱物, 化石

〔要約〕 国際的な大きなミネラルショーは、デンバー (アメリカ), ツーソン (アメリカ), ミュンヘン (ドイツ) の3カ所で毎年行われている。筆者らは、その内デンバーのミネラルショーに参加する機会を得た。そこでは、ただ単に鉱物・化石の販売だけが行われているのではなく、多くの地学教育的な内容を含んでおり、大いに参考になるものである。

Hiroaki AIBA and Katsuyoshi BABA: Some report about the Denver Shows. *Educat. Earth Sci.*, 50 (6), 37-44, 1997

平成9年度全国地学教育研究大会 東京大会報告
 日本地学教育学会第51回全国大会

1. 大会概要

大会テーマ 「地球と人間」—これからの地学教育—

主催 日本地学教育学会・東京都地学教育研究会

後援 文部省, 東京都教育委員会, 全国連合小学校長会, 全日本中学校長会, 全国高等学校長協会, 日本私立中学校高等学校連合会, 財団法人日本教育研究連合会, 日本理科教育協会, 日本理科教育学会, 東京都小学校理科教育研究会, 東京都中学校理科教育研究会

期日 平成9年7月29日(火)～31日(木)

会場 学習院百周年記念会館

日程

第1日目: 7月29日(火)

09:30～受付

10:00～10:30 開会式

10:30～10:45 学会奨励賞授賞式

10:45～12:00 大会記念講演

13:00～17:00 研究発表I

17:00～17:45 コンピュータセッションI

18:00～20:00 懇親会

第2日目: 7月30日(水)

09:30～12:00 研究発表II

12:00～13:00 コンピュータセッションII

13:00～17:00 シンポジウム

17:00～17:30 閉会式

第3日目: 7月31日(木) 野外巡検・施設見学

A コース「狭山丘陵」 (全日)

B コース「加治丘陵」 (全日)

C コース「生命の星地球博物館」 (全日)

D コース「東工大地球史資料館」 (午前)

E コース「国立天文台」 (午前)



大会記念撮影



講演中の小島郁生教授



分科会のようす

F コース「気象庁」

(午前)

参加者数 229名

大会記念講演について

大阪学院大学小島郁生教授の講演「生涯学習社会と地学教育」の内容は、原著論文として本号に掲載されている。

2. 分科会報告

(1) 小学校分科会

小学校分科会では、2日間にわたって合計12件の発表が行われた。大別すると、小学校のC区分の学習指導に関するものが4件あり、その中では、学習活動の中での二次資料の活用と、野外観察の実践についての報告が行われていた。教材開発に関するものは3件行われ、すぐに授業に生かせるもの、環境教育に関わるもの、海外での実践の報告なども行われた。児童の認識に関する2件は、自然の多様性から生じる児童の認識の違いや、岩石のとらえ方などの発表であった。マルチメディアに関するものでは、インターネットを活用した学習や、パソコンによる情報の活用、環境学習でのリモートセンシングの活用の3件が発表された。

参加者からは、直接経験と二次資料の活用との関係について児童の姿を想定した前向きな質問がなされていた。また、地方の先生方の積極的な発表も行われた。

2日間の発表を通して、木下大会実行副委員長よりそれぞれの研究発表に対して、多くの成果が感じられたという感想をいただいた。5年前の全国大会(東京大会)と比較すると、パーソナルコンピュータやインターネットなどの情報を活用したもの、環境教育に関わる発表が増えてきたということも話された。また、前回の大会では、施行されたばかりの現行の学習指導

要領によるC区分の研究発表が行われたが、当時、学習指導要領の改訂にあたっては、情報化ということを意識したが、やはり、本日の発表のように、8年を経ると教育の現場も、パソコンの社会になった。今回の発表会の成果が、次の改訂に大いに影響を与える。また、今回、小中合同での発表の時間も設定されたが、小学校と中学校との関連という点で意義があった、ということなどを述べられ、小学校分科会の総括をされた。(文責 三井知之)

(2) 中学校分科会

中学校分科会では、大会第1日目に10件、2日目に3件の計13件の発表があり、その分野別の内訳は、地質分野6件、気象分野4件、環境教育に関するもの3件であった。両日とも、分科会場が満席になるほどの30名からの参加者があり、活発な質疑が行われた。

気象分野では、気温と飽和水蒸気量との関係を身近に手に入る材料・ペットボトルを用いて調べる実習教材の開発や、大気圧の概念形成のための空気の高さを測る簡易教材の開発等、生徒が理解しにくい内容を、小人数で実験・観察する事によって把握させようという取り組みの発表があった。また、気温、湿度をパソコンを用いて、モニターリングするシステムの発表が鉛であった。百葉箱などの測定場所、センサーの精度等の課題が解決されると、生徒がより身近に気温・湿度の変化を認識し、気象の変化についての理解が深まる。気象観測データも、最近では、インターネットやCD-ROMで入手可能になってきており、それらを授業に利用し地域気象変化から、前線通過を学習するための基礎研究も発表されるなど、大変意欲的な発表が多かった。

最近のパソコンの進歩には目をみはるものがあり、

学校でも利用可能になってきたことから、リモートセンシングデータ環境教育への利用についての発表も2件あった。

地質分野では、精力的に、地域地質の教材化に取り組んでいる発表が3件あり、特に、伊東周辺の火山地質と体験学習の発表は、教材に恵まれた地域の特性を生かした素晴らしい実践報告であった。どの発表も内容の濃い、素晴らしいものであったが、天文分野の発表がなかったのが残念であった。

(文責 大原一男)

(3) 高校・大学・一般分科会

高校・大学・一般分科会は合計23件の発表があった。内容は、教授法、地質・古生物、天文に関するもので、気象に関する発表はなかった。「科学教育プロジェクトHOUの紹介」、「ブラッドフォードロボット望遠鏡の紹介」などインターネットを利用したもの、指導例のデータベース化などコンピュータを利用した発表があった。また、平成6年度から実施された、現行カリキュラムでの「探究活動」、「課題研究」に関する発表や、高校で地学を履修するのはほとんど文系の生徒で、物理を履修していないため、大学での授業の工夫等の発表があった。

ただ、次期学習指導要領で大幅に理科の内容も変わりそうなこの時期に、それに関する発表はあまり目立たず、「Project 2061」の紹介など一部あっただけである。また、「基石モデル」など教材の紹介も一部あったが、野外調査に関するものは非常に少なかった。

参加者は、のべ人数110名ほどで、第1日目は1会場であったが、第2日目は2会場に分かれたため分散してしまった。

発表時間は20分(質疑応答も含む)ということで時間が短かったため、質疑応答ができない発表もあったが、全体に質疑応答はあまり活発ではなかった。係としても分科会の分け方など、改善していかなければならないだろう。

(文責 浅野俊雄)

(4) パソコンセッション

パソコンセッションは、29日17:00~17:45・30日12:00~13:00に4階ホールにて実施され、以下の10件の発表があった。

- ① 南島正重(高校・大学・一般)
「地震波形データを用いた教材開発(その2)」, 98/DOS
- ② 縣 秀彦(高校・大学・一般)



コンピュータセッションのようす

- 「パソコンネットワークを用いた科学教育カリキュラムの試み」, Win95/Netscape
- ③ 唄代邦子(高校・大学・一般)
「千葉県を例とした地学教育実践例のデータベース化」, Win95
 - ④ 岡本義雄(高校・大学・一般)
「教材化」基石モデル」と地震予知」, 98/DOS
 - ⑤ 岡本義雄(高校・大学・一般)
「立体眼鏡(Chroma Depth 3D)を用いた地学教材」, 98/DOS
 - ⑥ 森 厚(高校・大学・一般)
「JAVA言語を用いた地球物理学関連教材の開発」, Win95/Netscape
 - ⑦ 渡辺嘉士(中学校)
「気温・湿度自動観測表示システムの作成」, 98/DOS
 - ⑧ 清水 亨(中学校)
「気象衛星画像を活用した中学校理科における指導の工夫」, Win95
 - ⑨ 手代木 英明(小学校)
「インターネットを活用した『5年 天気の変わり方』の学習」, Mac・Win95/Netscape
 - ⑩ 山本 健(小学校)
「パソコンによる情報を活用した学習の試み」, Win95

また、上記の他に学会ホームページの演示も行った。

スペースと時間帯の制約があったものの、非常に盛況で、興味・関心を持っていただけた。特に、Netscape等を活用したインターネット関連の発表が注目された。参加者はノウハウを求めている傾向が強い



A コース
狭山丘陵の関東ローム層露頭前にて

で、今後もセッション実施の必要性が感じられた。

(文責 内記昭彦)

3. 野外巡検・施設見学報告

A コース：狭山丘陵（参加者 12名）

当日は、西武所沢駅に集合後、「さいたま緑の森博物館」へ移動し行われた。

案内の小川氏からの説明の後、露頭へ向かい、多摩Iローム層の観察およびサンプル採取を行った。露頭では、ニセ三ツ組軽石層、三ツ組軽石層のほか、八王子黒雲母軽石層も見ることができた。小川氏から、ローム層の基本的な事項について説明していただき、各自、サンプルの採取を行った。

博物館に戻り、採取したロームサンプルの処理を行った。ロームのサンプルをわんかけ法により洗い、乾燥させた後、双眼実体顕微鏡により、ローム中の主要造岩鉱物を観察した。鉱物の鑑定は、区別が難しい鉱物もあり、実際に観察しながらの実習は大変好評で、教材化についての意見交換も行われ、充実した巡検となった。

(文責 鈴木将志)

B コース：加治丘陵（参加者 7名）

加治丘陵の巡検は、埼玉県立自然史博物館の小幡喜一氏の案内で行われた。狭山市駅前に集合の後、まず最初に狭山市立博物館に立ち寄り、アケボノゾウの骨格標本を中心に、化石の産状等について説明をいただいた。

次に、狭山市笹井の入間川の笹井ダム下流にて化石

採集をした。あいにく前日の雨による増水で河床が見えず、化石林の見学はできなかったが、川の中州にわたり、メタセコイアの球果、エゴノキの実、オオバタグルミなどを多く採集することができた。

昼食・自己紹介の後、上流のアケボノゾウの化石発掘地を見学した。最後に同市野田の西武線入間川鉄橋下流の河床にて1991年10月に発掘されたアケボノゾウの足跡化石の見学をした。月日が経ち、足跡が風化してしまっているのが残念であった。

この後、元加治駅前にて解散した。天候もよく、充実した一日を過ごすことができた。(文責 那賀俊明)

C コース：生命の星・地球博物館（参加者 12名）

本コースは、秋田県からの方や、お子さんを同伴された方など、参加者は多彩なメンバーであった。

博物館の入口で出席を確認した後、特別な御厚意により、講義室にて、11時から約1時間にわたり、浜田隆士館長から「恐竜あれこれ」というテーマで講演していただいた。いま話題の恐竜の足跡の話など、最新の話題を、とてもわかりやすく、楽しく、うかがうことができた。また、活発な質疑応答もあり、おおいに盛り上がった。昼食後、見応えのある展示室やハイビジョンシアターなど、各自、自由見学となり、地球46億年の悠久の歴史や生命の神秘にふれる貴重な一日を過ごした。

(文責 田村糸子)



Dコース
東工大地球史資料館

Dコース：東京工業大学地球史資料館（参加者 17名）

当日は、17名の参加があった。真夏の暑い盛り、広い大学構内を歩き多少ばて気味であったが、教員経験もある案内者大田宏氏（大学院博士課程3年生）の教育的視野をもった懇切丁寧な説明で興味がわいた。

東工大の地球惑星科学科は、歴史は浅いが以前からの地学教室の伝統を引き継いでおり、豊富な実験設備が整っている。

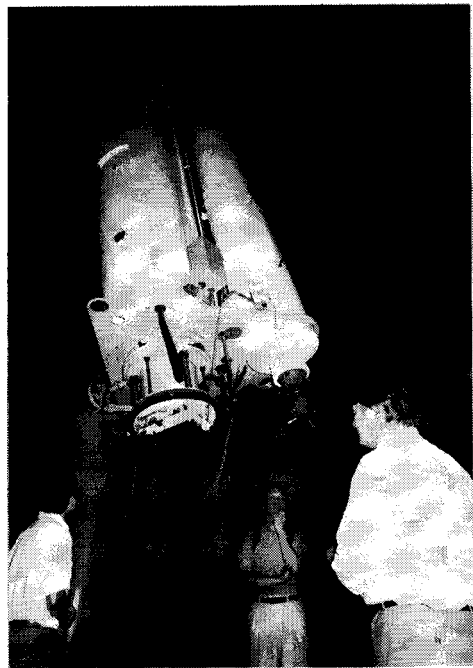
その中で、今回は、世界最古の生命化石を含むチャート質岩石、25億年前のハマスレー縞状鉄鉱石等が展示されている「地球史資料館」を見学した（ここでは、一般の方も利用でき、体験ラボも用意されている）。また、岩石や鉱物をミクロン単位で分析できる「超高感度高分解能投影型二次イオン分析計」や、高精度同位体年代学による太古代の地殻・マントルの形状過程の解明に使われる「微量元素分解ラボ」、地表から750 kmの深さを再現する「マルチアンビル」等を見学した。

教科書には載っているが、実際どのような標本・設備なのかを目にすることができ、大変参考になった。

（文責 浅野俊雄）

Eコース：国立天文台（参加者 8名）

参加者は8名と少人数であったが、その分、じっくりと見学することが出来てよかった。広報普及室の渡部潤一氏の案内で、自動光電子午環、太陽フレア望遠鏡、1.5 m 赤外線シミュレーター、65 cm 屈折赤道儀、



Eコース
国立天文台の65 cm 屈折赤道儀

50 cm 社会教育用公開望遠鏡を見学した。

それぞれの見学場所で、その施設の中心で研究活動に従事されているプロの天文学者に普段は教えていただけないような詳しい説明をしていただいた。自動光電子午環では相馬充氏、太陽フレア望遠鏡では末松芳



Fコース
気象庁露場の観測モニター

法氏，赤外線シミュレーターでは臼田知史氏，65 cm 屈折赤道儀では畑中至純氏に，暑い中熱心に説明していただき大変感謝している。

宇宙の謎に向かう最新の観測機器のすばらしさと天文学者のバイタリティに感動したことは言うまでもないが，今回の見学で特に心に残ったのは，来春定年を迎えられる畑中先生の40年近くにわたる土星の衛星の研究一筋の天文学者魂である。数々のエポック的研究成果を残しつつ老朽化し，時代を超越して三鷹キャンパスに存在する巨大なそしてクラシカルな65 cm 屈折赤道儀（屈折望遠鏡としては国内最大口径）とそのドーム同様に，定年後も畑中先生が未永くそして静かにご研究を続けられることを祈って，三鷹の国立天文台をあとにした。（文責 縣 秀彦）

Fコース：気象庁（参加者12名）

気象庁ロビーに集合，15分ほど遅れ見学を開始した。まず，今年度6月2日に開館して間もない気象科学館で，VTR「気象業務は今」を見せていただいた後，

広報室森下氏の案内で，東京管区気象台の技術課とレーダー室の見学を2班に分かれて行った。今年4月からレーダーは，すべてディスプレイモニターで見れるようになったことなど説明していただいた。その後，地震火山部の地震現業室を見学した。震源決定プログラムが今年4月から改訂され，以前より素早く報道機関に地震情報を流すことができるようになった趣旨の説明をしていただいた。最後に，最新の東海沖地震情報がモニターされている地震判定室を見学し，地震予知についての説明をしていただいた。午前中1時間半の予定が熱心のあまり，30分ほど延びてしまい，解散したのはちょうど12時であった。

（文責 名越利幸）

付 記

大会宣言について

閉会式において満場一致採択された「大会宣言」は，文部大臣，中央教育審議会・教育課程審議会各委員に提出された。その全文を次に掲載する。

平成9年7月30日

日本地学教育学会第51回東京大会宣言

「美しい地球を21世紀へ」を合い言葉に、日頃本学会は意欲的な実践と活動を進めています。この東京大会では、「地球と人間」—これからの地学教育—をテーマとして、全国地学教育関係者と本学会は、これまでに積み上げてきた地学教育の実践を持ち寄り、情報を共有し発展させるために東京大会に参集しました。

第15及び16期中央教育審議会から今後の教育の在り方についての答申が出され、現在は教育課程審議会での具体的な実施方法や内容に関する審議が続けられているところです。今日、私たちの身近な自然が次第に少なくなり、国や地域を越えての環境問題が深刻さを増しています。また、学校教育は学校週5日制や児童生徒の理科離れ、生涯学習体系への移行などさしせまった大きな変革を求められる課題を抱えています。

このような状況の下で、地学教育の果たすべき役割には大変大きなものがあると思われます。人間の住む地球を、21世紀へ、さらにその将来へと、人間が安心して住める地球として引き継いでいく必要があります。私たちは児童生徒にこのことを、身近な体験を通して理解させることから始まり、自然（環境）保全を地球規模で達成していかなければならないことを多くの人に訴えていきたいと思えます。そのためには、例えば次のような体験や学習の成果を上げることが大切だと思われます。

(1) 地学的素養を育成する観点から、野外における自然体験の機会を一層充実すること

野外で自然に触れ、様々な自然現象を観察する楽しさや感動を味わう過程を通して、自然界の構成と構造を捉え、それらの時間的変遷を考察する地学特有の（総合的・歴史的な）思考力を身につけることが可能で、これは、自然界を分析的に捉え、その根本的法則や原理、分子レベルで考察する物理・化学とは異なる特徴です。自然体験を行うには、校庭や学校周辺の環境を整備したり、理科の授業だけではなく「総合的な学習の時間」を積極的に活用することなどが大切です。

(2) 児童生徒の「生きる力」を育成する観点から、「自然」を総合的にとらえる学習の充実を図ること

国際理科教育調査等の結果から、わが国の児童生徒の自然の総合的な捉え方、論理的な考察力・表現力が乏しいことが指摘されています。自然を多面的・総合的に理解できることは、自然災害や環境保全などへの適切な考え方を提示するためにも大切なことです。そのためには、自然界を総合的に捉えることを特徴とする地学領域で、自然現象相互の関係、人間と自然との関わりなどの視点から論理的に考察する学習を行うことが必要です。地質・岩石鉱物・天文・気象・地球物理領域等の内容を単に物理や化学の領域に振り分けるだけでなく、自然を多面的・総合的に捉えるようにする必要があります。

(3) 生涯学習の基礎的な資質を育成する観点から、社会教育施設等との連携を生かした学習活動を推進すること

児童生徒が、身近な地域の自然を学習するための観察会、体験学習、調査活動等を行うには、博物館、教育センター、学会等との連携を図りそれらの施設やプログラムを活用することが考えられます。地域社会での自然体験を推進するためには、教師の資質を高めるとともに特別非常勤講師の制度を活用することも大切です。

本学会でも、これらの体験や学習を支援するために、野外巡検や研究発表会・学会誌等を通して地学領域の指導展開に関する情報交換の場を充実するとともに、その活動を一層活性化するよう努めます。

大学入試センター問題検討委員会の協力者の募集

日本地学教育学会事務局

例年、本学会に、大学入試センターから、大学入試センター試験問題への意見・評価の依頼がきていますが、近年、その意見・評価の締切が早くなり、学会としてもそのとりまとめの方法を再検討する必要が出てきました。また、かねてから、広く全国の学会員に求めたらという意見もあり、大学入試センター試験問題への意見・評価を短期間に文書等で寄せていただける協力者を会員に募集させていただくことになりました。

お寄せいただいた協力者の意見・評価をもとに基礎資料を作成し、検討委員会で検討を加え、日本地学教育学会の意見・評価としてとりまとめ、大学入試センターに送付する予定です。

要 項

1. 協力内容 事務局より送付された大学入試センター試験問題（地学IB他）を検討し、意見・評価を、郵便・ファックス・電子メールにより事務局へ送る。ただし、試験問題を送付してから意見・評価をまとめるまで1週間程度の期間しか確保できない。
2. 協力者募集締切 12月末日
3. 今後の日程（予定）
 - (1) 協力者の募集（12月末締切）。協力者リスト作成。
 - (2) 事務局から、センター試験問題（地学IB他）を協力者に送付する。（1月末日頃までに）
 - (3) 協力者が、問題を検討し意見・評価をまとめる。（約1週間）
 - (4) 協力者が、意見・評価を郵送・ファックス・電子メールで事務局まで送付する。（2月第1週末頃まで）
 - (5) 検討委員会にて内容を検討。（2月第2週末頃）
 - (6) 大学入試センターに意見・評価として送付する。（2月第3週中頃）
4. 協力者申込先

〒184 東京都小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸
大学地学教室内
日本地学教育学会事務局 大学入試センター問題検討委員会
5. 内容についての問い合わせ先

都立日野高等学校 清水政義
Tel 042 (581) 7123
Fax 042 (581) 5835

日本地学教育学会第 51 回全国大会公開シンポジウム

地学教育 50 年目の変革をめざして

シンポジウム開催の目的*

磯部 瑠 三**

1947年の新学校制度以来50年が経過した。その学校制において理科という教科が成立し、そこでは物理、化学、生物、地学の4科目が設けられ、以来、大枠ではこの4科目が維持されてきた。しかし、その間に行われた6回の教育課程改訂において理科の過当たり時間数の減少、また、1970年代の高校進学率の上昇を考慮して、それまでの物理、化学、生物、地学の4科目に加えて、1969年に基礎理科、1978年に理科I、理科II、1994年に総合理科がそれぞれの時期に新しく加えられたが、その実効を十分上げないまま、次々と新しい科目へと移っていった。このような新しい科目の導入に当たって物化生地の内容を一通り生徒は学ぶべきであるという表向きの議論があったが、実際には物化生地の細切れの内容が教えられたり、実質的には物化生地の1科目だけが教えられたりしたために実効の上がらないものとなったと考えられる。

日本地学教育学会はその前身である日本地学教育研究会が1947年に発足してから50年が経過した。その間、学校科目地学の解体の議論が何回となくされ、その度に学会員の努力によって学校科目として存続させることができてきた。そのような努力にも関わらず、高等学校における地学の教科書の採択率は10%を切り、7%前後になるという状況になってきている。1994年に現行教育課程が導入されるまでは、理科Iにおいて曲がりなりながら地学の一部が教えられていたが、現行では地学の内容が取り入れられている総合理科の採用はごく小數である。このような現象の原因

は理科離れ、学校離れの一側面であるという捉え方もあるが、いずれにしても私たち人類の生活がよってきているこの地球を知る上で欠かせない地学的内容の教育がこの程度の割合の生徒にしか行われていないことは将来に重大な影響をもたらすものと考えられる。

さらに重要な点は、高等学校への地学の教員の採用数が全国的に他教科・科目に比べてはるかに少ない。これは10~20年後に地学の背景を持つ教員がいなくなることを意味しており、現在、世界的な問題となり、21世紀の重要課題となる環境問題においてグローバルな視点を教えることができなく、危機的な状況になることを意味している。グローバルな視点を持つための基本的な概念の多くは、地学の中に含まれている。地震であれ、台風であれ、また、温暖化、オゾンホールなどといくらでも並べられる内容を含んでいる。そのような重要な地学をどのように小、中、高等学校で教えていくかは今後ますます重要性が増すのに、教えるべき地学の教員のほとんどいない危機的な状況になるのである。

一方、15期中央教育審議会は学校週5日制に向けてさらに“ゆとり”をもたせる方針を出し、教育課程審議会では他教科と同様、理科の必修時間数を減らす方向で議論が進められている。そして数教科を結びつけたような総合的な時間や新しい考え方を基にした総合化理科(仮称)の導入の可能性の検討が行われている。日本学術会議科学教育研究連絡委員会や1995年7月に発足した教科「理科」関連学会協議会においてもそれらの問題点などの検討が行われてきた。そして、1996年6月に“次期教育課程に向けて”、1997年5月に“科学教育のあるべき姿を探る”という6学会(日本化学会、日本科学教育学会、日本物理教育学会、日本地学教育学会、日本生物教育学会、日本理科教育学会)の合同シンポジウムを開催し、6学会間で相互に受け入れうる点、受け入れがたい点に関する共通の認識を得る努力をしてきている。

このように各方面で、日本の理科教育、地学教育にとって節目となりうる諸処の点が提起されてきた。そこで、日本地学教育学会満50年の節目に当たる年に、日本地学教育学会教育課程検討委員会では学会員に広

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—総合化の可能性—」(1997年7月28日)

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

本稿は、上記両シンポジウムにおける趣旨説明を基にしたものである

** 教育課程検討委員会委員長・国立天文台

く現状を認識してもらうためのシンポジウムを開催することを決めた。そして、会長始め多くの方々の御協力を得て二つのシンポジウムを開催することにした。共通のタイトルは「地学教育 50 年目の変革をめざして」とし、最初に教科理科の 4 科目の他学会、物理、化学、生物の教育学会の代表の方においでいただき、現在、教育課程審議会を導入が検討されている理科の総合化を中心にして「総合化の可能性について」の公開シンポジウムを開催した。次に、そのような教育課程審議会の動きの中で、日本地学教育学会として何をなすべきかを議論するために「次期教育課程における地学教育の役割」と題するシンポジウムも開催した。

50 年という長い歴史をもつ日本地学教育学会はその存続が危ぶまれる状況になってきている。しかし、その 50 年間における社会の進展、科学の発展によって地学的内容を国民が身につけるべき必要性が高くなってきたことも事実である。野球では「ピンチはチャンスの始まりである」ということばがある。旧来のシステムを維持するのに汲々とするのではなく、将来の日本のため人類のためにとって有意義な教育はいかにあるべきかという大きな視野に立った地学教育の役割の議論を期待した。シンポジウムに参加された方々ばかりでなく、日本地学教育学会会員全員がこの問題に取り組んでいただくきっかけになれば幸いと考えている。

次期教育課程改訂について*

坂元 昂**

1. 教育課程の改訂

平成 9 (1997) 年春、現行の学習指導要領に基づく大学入試が行われた。昭和 60 年に教育課程審議会が始まり、昭和 62 年 12 月に答申を出してから、平成元年学習指導要領の作成、ついで教科書検定、そして小学校から順次教育が始まり、ここに至るまで、10 年ほどかかっている。これをそのまま引き移すと、次の学習指導要領に基づく教育が一通り完成するのは、2008 年頃となる。その次の教育課程による教育が、その 5 年後に始まるとすると 2015 年頃まで、今編成中の教育課程による教育が続くことになる。

変化の激しい時代に対応できる教育課程あるいは、教育課程編成のしくみをつくるのが大切である。

2. 第 15 期中央教育審議会答申

第 15 期中央教育審議会は、1 年余りの審議の後、平成 8 (1996) 年 7 月 19 日に第 1 次答申を行った。ここでは、教育の問題は二つの角度から捉えられた。

一つは、戦後 50 年間、世界の中で相対的には成功してきた日本の初等中等教育にもさまざまな問題が出てきたので、それらを解消するという観点である。

二つは、21 世紀の高度情報通信社会における社会変化に対応して、自ら新しい社会を築き上げていく人材の育成である。

この 2 面に対応する能力、資質として、「生きる力」が取り上げられた。これには、二つの要素が含まれている。自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力及び自らを律しつつ、他人と協調し、他人を思いやる心や感動する心など豊かな人間性とたくましく生きるための健康や体力である。

「生きる力」を養うには、社会全体に「ゆとり」が必要で、そのために、学校、家庭、地域社会が、連携して教育を分担することが提言された。家庭、地域社会でした方が適当な教育は、そちらが担当し、学校では、教育内容を厳選して、基礎基本を中心とし、生みだした時間を「総合的な学習の時間」として、国際理解教育、情報教育、環境教育などの新しい内容の教育にあてるとしている。ただ、これらの内容は、社会の変化に応じて短期間に変化するので、対応して教育課程編成をするしくみとして、教育課程審議会に常設委員会を設けることが提言された。

3. 科学技術の発展と教育

科学技術に関しては、中教審では、子供たちの自由な発想を大切に、特に体験的な学習を通して子供たちに科学的なものの見方や考え方などの豊かな科学的素養を育成する必要があることを指摘している。そして、感動を覚え、疑問を感じ、推論するなどの学習の過程を大切に、子供たちが、試行錯誤を繰り返して、「発見する喜び」や「創る喜び」などを体験することが大切であると提言している。

行政的には、実験、観察、自由な発想を練り上げるため、教育内容を厳選して、時間的なゆとりをもたせたり、ティーム・ティーチング、地域社会の人材の活

* 日本地学教育学会第 51 回全国大会公開シンポジウム「地学教育 50 年目の変革をめざして—総合化の可能性—」(1997 年 7 月 28 日)にて口頭発表

** 第 15 期中央教育審議会・メディア教育センター長

用、科学博物館、企業見学、学習機会の情報提供などの環境整備を提唱している。

4. 21世紀の学力の基礎・基本

情報教育や科学技術教育の内容については、現在、教育課程審議会で教育内容の厳選を検討しておられるが、単に内容を減らすだけでなく、できれば、教科科目の再編成などが行われることが望ましい。

理想としては、これまでの基礎・基本を読み・書き・算盤として、国語と算数・数学の時間だけを重視することに短絡すべきではない。今や、高度情報通信社会を迎えて、新しい読み・書き・算盤が必要となっている。すなわち、21世紀の読み書きは、表現・コミュニケーションであり、算盤は、筋道の立った論理的思考である。

マルチメディア、インターネットの時代では、言語だけが表現・コミュニケーションの手だてとは限らない。もちろん、話しことば、書きことばは、わたしたちの意思をきちんと伝達するのに最も大事である。しかし、分かりやすい表現・コミュニケーション、迫力のある表現・コミュニケーション、微妙な感性情報を伝える表現・コミュニケーションでは、映像、音声、動作、雰囲気などが有効である。こうした多様な表現・コミュニケーション能力こそ、まさに、マルチメディア時代の読み書き能力である。

これらの能力は、要素としては、国語、音楽、図画、美術、舞踊、デザインなどの教科・科目の中で、部分的には教えられる。でも、人間全体の表現・コミュニケーション能力として、統合されるところまでには至らない。そこで、文学、社会、理科、算数、道徳などの中で、日本語教育を行うとともに、それと音楽、絵画、映画、彫刻、舞踊、建築、造園、インテリア、マルチメディアなどの芸術教育や情報教育を統合した新しい教科として、「表現・コミュニケーション」科を新設したいところである。

ただ、いきなり新しい教科を編成すると、学校現場は混乱することが目に見えている。そこで、過渡的には、教科の間の総合学習から始めることが穏当である。新しく設定される「総合的な学習の時間」の一部を使うことも可能である。

現代の算盤は、算数の計数、分数、面積など、あらゆる場面、理科・社会科の実験・観察、データ分析・解釈などでの自然や社会についての実証的論理的思考教育である。これらの教育課程が、相互に連携をとっ

て編成されて欲しい。

5. 日本学術会議科学教育研究連絡委員会

日本学術会議の科学教育研究連絡委員会は、数学、理科、技術、情報、教育工学関連の学会を結集し、日本学術会議の第4部と第5部の会員も加え、平成8年6月に、「21世紀を展望する新教育課程編成への提案」をまとめた。21世紀の新しい教育課程を、学会を超えて検討したもので、今後の教育課程編成に参考になる成果と思われる。なお、同研連は、同時に「21世紀をめざす教師教育」もまとめている。

さらに、学術会議で、研連の中に新教育課程検討小委員会を設置する承認を得て、小・中および中・高の連携を考慮した教育課程を編成している。現在のところ、中学とのつながりを考えた、小学校および高等学校の教育課程案になっており、小中高一貫したカリキュラムにまではなっていない。

それぞれについては、今度の教育課程改訂の参考になり得る案が考えられているが、一貫教育としては、その次の改訂を目指した研究開発が待たれる。成果は、他の多くのカリキュラム案とともに、平成9年9月頃、日学選書として出版の予定である。

また、教育工学関連学協会連合は、関連学協会から代表を出し、ワーキンググループを構成して、平成8年4月に「小・中・高一貫情報教育に関する学習指導要領への提案」、平成9年には解説書を作成している。

6. 教育課程編成の要件

教育課程は、次の二つの要請に答えるべく編成される。一つは、人類の祖先が作り上げてきた学術、技術、芸術、文化、生活の知恵などの遺産を次世代に引き継ぐためであり、二つは、来たるべき社会を主体的に、仲間と協力して築き上げる能力を育成するためである。そこで、教育の内容としては、将来の社会で活躍するための基礎となる系統的知識体系や時の社会で大きな影響を与えていることから取り上げることになる。加えて、新しい社会を作るために必要な創造力、構想力、表現力、感性、倫理感、意欲、体力などを育てる学習活動を絡ませねばならない。

具体的には、既成の学問分野の知識、概念、方法を整理し、子どもの発達段階に応じた、学年配当をし、標準的な教育課程を編成するのが通例である。現在の教育課程は、学問領域に基づき、教科・科目を設定し、編成されている。そこには、学習指導要領改訂に際し

て、子どもの教育の立場からよりも、ともすると、学問分野の領域確保の観点からの授業時間の取り合いが起りがちである。本当に必要な知識、概念、方法を各学問分野から取り出し、子どもの現実生活に根ざす教育課程を編成することが必要である。子どもは、決して教科・科目の知識・概念のモザイクではない。45分、50分の授業を異なる教科の細切れとして受け、自分で統合しなければならない。子どもは、丸ごと現実の世界に生きている。水一つをとっても、詩、歌、絵、水争い、水不足、気象、 H_2O 、波、水圧、発電、水泳、飲料など、あらゆる教科・科目が関連している。これを、各教科・科目ごとにばらばらに学んで、日常生活と水の学習が抜けてしまうとき、水の面白さ、すばらしさ、恐さ、生活に占める意味などが、どれだけ総合的に捉えられるのだろうか。現実の生活と遊離した教育を学問の論理のみに従って子どもに与え続けるところから、いじめ、不登校、学問離れなどが始まっているのではないかとすら思われる。今では、教科・科目の基礎となる学問自体、大きく総合化され再編されている。

そこで、特に、土曜日に地域社会の人材を活用して行う学習に適した、生活、家庭、図工、音楽、体育、社会、理科の部分を取り除き、それ以外の基礎的な学習を、子どもの生活中心に再編し、能力段階に応じて、系統的に配置し、総合科目を作る。例えば、理科・社会科・生活科を含む環境科、国語、図工、音楽、情報を含む表現科、算数、数学、理科を含む論理思考科、保健、家庭、理科を含む生活科などである。

全体的な教育課程改訂は、次の次になると思われるが、移行期として、高等学校の専門につながる各科目のカリキュラムは精選して選択科目として置き、その下に、国民的素養としての科学教育カリキュラムを編成し、小中の延長として、高等学校でも全員必修とする。イギリスでも、理科は、国語、数学と並ぶコア教科である。

いろいろな教育課程の編成案が幅広く検討され、子どもの個性と発達段階に適した履修ができるような系統性をもった学習内容の配列が構成されることを期待する。

なお、現在、教育課程は、年齢を基準とした学年別に内容の配当をしている。そこで、能力と学習内容のズレが生じ、足踏み、落ちこぼれができる。能力段階に基づく緩やかな学年制を検討する時期がきている。これが実現すると、とび級などの例外措置が例外でなくなる。

「理科」総合化の可能性 —日本化学会の対応—*

佐野博敏**

1. 理科教育と化学教育

日本化学会では戦後の教育制度の改革とともに学会内に化学教育委員会を設け、教育は化学の研究者がすべて関与し貢献すべきものである、との理念から、独立した「化学教育学会」という組織をつくらぬ方針をとってきた。その間に、化学教育委員会から化学教育部会、ふたたび化学教育委員会、そして現行の化学教育協議会へと体制の刷新はあったが、いずれも学会内の組織であることには変わりはない。十数年前の環境汚染に伴う化学産業さらに化学のイメージダウンを機に、環境問題ならびにそのための化学の意義が真剣に考えられ、社会的責務からも化学の普及啓発の努力が続けられてきた。

具体的には、例えば昭和28年以来「化学教育」誌を発刊し、現在の月刊「化学と教育」誌となり、高校を中心として小・中校教員や大学教員・学生を対象とした記事や論文を掲載してきた。化学展や出張演習実験・講座・講演の開催などにも力を注いできた。化学会春季年会には「化学教育フォーラム」も定期的に開催してきたが、最近のいわゆる「理科離れ」にも多大な関心を抱き、「理科教育のなかでの化学教育」を考える立場から、ここ数年は物理、生物、地学、数学の分野の方々に講師に招いて、下記のように化学以外の理科分野との連帯のもとで検討改善を目指してきた。

1994年3月「これからの理科教育をどうするか」

1995年3月「理科教育の課題 いま、これから」

1996年3月「これからの理科教育を考える」

1997年3月「どう変える！ これからの理科教育」

この検討や他の分野の学会との意見交換に基づき、中教審や課程審などへの提言・要望なども行ってきた。その基本理念は、理系の専門家養成が目的であれ理系以外の人間の教育であれ、教育においては自然認識は不可欠の要素であり、化学はその自然認識の多角的な要素の一つの側面を担うという視点に立っている。

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をみざして—総合化の可能性—」(1997年7月28日)にて口頭発表

** 日本化学会・大妻女子大学社会情報学部

る。現在議論されている理科の各科目の総合化についても、このような視点からの検討が化学会（化学教育協議会）内の小委員会やWGで続けられているが、その要点を以下に紹介することにしよう。

2. 理科教育の問題点

具体論に入る前に、基本的な立場を明確にすると以下の2点にまとめられよう。

(1) 科学・技術の発展と飽食

基本的には、現在の教育さらには理科教育を考えるときに、現代社会が「科学・技術の発展と飽食」の状態にあるという現状認識が必要である。私たちは、ともすると科学・技術への認識や評価の不足があるために「理科離れ」があると考えがちであり、そのために科学・技術のありがたさを押し売りする傾向があり、少なくともそのように誤解される場合が少なくない。ところが社会は十分に科学・技術の成果を享受し満足しているのである。満足しているから食べ飽きているのである。

手の込んだ豪華な料理に飽食している者も、アッサリとした漬け物には自然に手が出よう。そして豪華な料理も結局は自然の材料の組み合わせの妙であることを思い出させてくれるのである。現在必要なアプローチは、「裸の自然」を認識させることではなからうか。人工的な料理の衣を剥がして自然の姿を見せることも科学によって成されるはずである。学校教育においても市民教育においても、この視点での検討が大切である。特に子どもには、自然への好奇心があり、成人しても自然への郷愁の保たれていることは、それらの動向調査でも明らかなことである。

(2) 教科・科目教育法の充実

明治以降の富国強兵の画一的・詰め込み教育がすでにその使命を終えたことは言うまでもない。いやその時代でも、本来の教育は、「個性重視と成長の段階に応じた学習」であるとした実践もされていた例も少なくない。

明治初期には3年間就学の小学校でさえ就学率が1/3であったものが大正時代に90%を超え、1950年代前半には高校進学率が50%以下であったものが1970年後半には90%以上となるという急上昇は、この100年間における我が国のエネルギー消費量が十数倍に急増した流れと一致している。日々の暮らしの連続性のゆえに私たちは何とか適応して来てはいるが、たいへんに忙しくなっているのである。平和な今

の時代の方が、戦前の軍国時代よりも「個性重視と成長の段階に応じた学習」が必ずしも行われていない理由はここにありそうだ。

にもかかわらず、現代でも生まれてくる子どもは私たちの祖先の原人の頃のバイオリズムでこの忙しい時代に直面する。大人がその成長を助け、適応させてやるとすれば、何を学習させ、何は省略しても良いかの整理くらいはしてやらなければなるまい。今の大人が学習したのと同じ学習を押しつけてはならないのである。自らの体験をそのまま伝えるのが教育であった悠長な時代は、少なくとも理科教育では産業革命以降の急発展とともに終わったことを認めなければならない。

新しい時代の知恵も自然から学ぶ以外にはないとすれば、それぞれの教科はもちろん、そのなかの科目分野で確立されている学問体系からみて、自然認識にそれぞれ不可欠なエッセンスを選び出して学習できる教育法の検討と確立が周到に行われなければならない。

一例を挙げれば、原人の時代に発見し活用した「火」は、人類が危険を代償として得た学習であったが、積極的に「火」を扱うのは小学校6年の「燃焼」の単元ではじめてである。それ以前にも、熱や溶解の単元で扱われるかも知れないが、電熱器などで「炎」に接することなく済ませる場合もあり得る。子どもが誕生以来大急ぎで現代社会に追いつく過程で、適切な段階で人類が自然から教わった発展の節目となるこのような事象に接し得る機会を用意するのが教育であるとすれば、私たちは、私たちが自然から学んだ大切なことをもう一度検討する必要がある。

3. 実践可能な教育論—「画餅」を避ける

教育論は検討が進むとしばしば大層立派な結論になり、理念が先行すると現実には実践困難な事柄も切り捨てられる傾向がある。優れた理念は唯一無二のものにまで研磨され、「実践できない」そして「画一的な」内容になって、子どもの個性も教える先生の個性も無視されることになる。高校理科における「理科I」や「総合理科」の失敗も、理念先行で実践困難な案であったからと言わざるをえない。

では具体的にはどうしたらよいか。指導要領の是非、学習内容の厳選、教育環境の問題点、教員養成制度・内容の改善、等々多くの検討が重ねられているが、初等中等教育現場での教員の「ゆとり」のない状況下での「ゆとりある教育」は「画餅」に過ぎないと

いう認識から、日本化学会の検討では総合化においては次のような案に収束しつつある。

欧米の教科書の内容は豊富であり、教育現場では教師がその一部を実状に応じてあるいは教師の好みで選択して教えている。この方法では、子どもに共通の学習基盤をつくりにくく、その上に築かれる教育にとって不都合であるという批判も存在するから、これを無条件で受け入れるわけにはいかない。妥当な改善案としては、例えば高校であれば、理科全分野のうちからその3/4～5程度を教師や子どもの実状に応じて選択させる。

「理科総合(仮称)」(必修4単位4～5章中、3～4章を選択)の内容の私・試案を例示しよう。

1章 運動とエネルギー(物理分野)

○運動と仕事 ○温度と熱 ○エネルギーの変換
○音、光、電気、磁気、情報

2章 物質とその変化(化学分野)

○元素、化合物 ○空気の反応 ○水、溶液、酸、アルカリ、中和 ○元素の組み替えと循環(環境化学)

3章 生物と人間(生物分野)

○細胞とその分裂 ○生命の維持 ○遺伝と環境
○ヒトの特徴

4章 地球と宇宙(地学分野)

○地球の生い立ち ○天体活動と気象 ○環境と資源
○人間活動と生態系

5章 自然と人間(総合理科)

○自然の探究 ○自然界とその変化 ○人間と自然

章の内容は、現行のそれぞれの分野IAの内容がその素養に関するものとみて、それらを参考にして筆者がアレンジしたものである。その推敲がさらに必要であるのはもちろんであるが、ここでは章の選択学習制の導入がポイントなのである。小・中学校でも、教科書の内容の7割程度を選択学習すればよいとする。現在の理科の教員養成制度で養成された教員にはその専門以外の教育は少ないから、専門以外の理科全分野の教育をするとなると負担が重く実践不可能であろうが、あと2分野までなら努力可能ではないかとの期待がある。

これに続く選択の科目にも、その科目を構成するすべての章の履修を期待するのではなく、やはり例えば5章のうち3～4章がその生徒や教師の置かれた実状に応じて履修されればよいとする(もちろん力のある

生徒の全章履修を妨げるものではない)。「化学」の章建てについてもこのような方針で試案がつけられているが、ここでは紹介を省いた。

高校までの理科を考えれば、それらは人類が自然科学に目覚め、体系化していった過程に対応していることを否定できないし、その時代には、物、化、生、地の分野の峻別はなかったし、同時にそれら各分野すべてを網羅したわけでもなかった。それぞれ偉大な科学者が分野を適当に選択し、分野をまたがって業績を上げていたのである。その程度の総合化と選択制を目指すべく、内容については関連学会が横の連絡を密にとり、それぞれの自然認識の特徴を發揮しながら検討の進められることを望んでいるのである。

4. 入試制度の改善

多様性や個性尊重に対応して入試制度も多様化しているが、なお画一的な客観的とされるペーパーテストが主体である。その状況下で上述のような選択履修を推進しても、その選択学習が入試に役立たなければ理念先行の画餅でしかない。したがって、教育制度の改善はつねに上級学校の入試制度と結びつけての改善でなければほとんど意味を失う。

とすれば、学習内容の改善も上級学校の入試における協調が可能な案でなければならない。選択学習においてもあまりにも多岐にわたっては、選択解答問題の作成も困難になり、入試問題作成における協力が得られないことになる。この点でも教育制度の検討では、ある部分的な教育課程だけの独りよがりの改善では必ず失敗におわる。小、中、高校、大学の教育の縦の課程を視野に入れた検討が不可欠なのである。

ここで強調しておきたいのは、前節で示した高校理科の内容試案も大学入試で必修とし、相当する各章から等しく入試問題が作られ、そのうちのいくつかが選択解答される方式が採用されることを前提にしていることである。入試から除外することは、大学は高校におけるその授業科目を軽視している結果を招いていることを忘れてはならない。また、高校における選択履修と協調した解答方法を採用することが高校生学習の進展させることも忘れられてはならない。

5. 教員養成制度の改善

自らの専門分野における教育と同じくらいの力量を他の分野の教育にも自ら課して重い責任を覚えらるる教師が少なくない。その責任感は評価されなければなら

らないが、そのゆえに子どもに適切な統合された自然認識の教育の重要性が見逃されてはならない。その点では、教員養成の課程での各専門の科目の履修もさることながら、理科—自然認識—の学習の視点についての履修も重要視されなければなるまい。

すなわち、人類が永い歴史の歩みの中で節目となるような学習をどのような自然現象から手にし、自らのものとして理解したか、そしてその中から何を取捨選択して効果的な学習材料とするかの検討は容易なことではないが大切なことである。また、たかだか200年前にはそれほど分化していなかった自然科学が、現代までに急激に発展し各専門分野で確立した各分野独自の自然認識の視点も大切に把握しておかなければならない。

理科教育法とともに、それぞれの特徴をもつ科目の立場からの自然認識すなわち科目教育法とも呼ぶべき教育の姿勢が確立されなければならない。この多角的な視点に立ってこそ立体的な自然認識が可能になるはずである。現状での教員養成制度の改善のみならず、抜本的な理科全体を視野に入れた新しい養成課程が急がれよう。

6. 次々期への宿題—高校理科の場合

上記の入試や教員養成もなお宿題とされなければならないのは残念であるが、学校5日制や学習内容の増加の流れからみると、現実的なカリキュラムや時間割編成における制約も考慮しておかなければならない。総合科目としての理科を配する場合に、素養としての「理科」を学習したあとで物、化、生、地のいくつかを選択学習し、その仕上げとしての「理科」を総合的に学習するというのは理想論としては正しいが、やはり実現はむずかしいであろう。また素養としての総合された「理科」を選択の1科目とするか、共通履修にするかの問題も宿題として残されている。

実はこれはすでに実験済みである。すなわち、「理科I」必修+（「物理」、「化学」、「生物」、「地学」）の選択と、（「総合理科」、「物理IA」、「物理IB」、「化学IA」、「化学IB」、「生物IA」、「生物IB」、「地学IA」、「地学IB」）の選択、の二つの場合に相当する。ともに成功したとは言えないが前者の方が後者よりも良かったという評価があるのではなかろうか。

いままで述べたところから言えば、前者すなわちすべての生徒に理科の素養を章選択制として学習させて、そのあとは自らの好みと適性に応じた選択が望ま

しい。自然科学者や技術者の養成にはこれでは間に合わないという忙しい意見も理解できるが、それ以上に大切なことは、現在以上に科学・技術の関与する21世紀の社会の意思決定に、その社会の構成員が参画できる最小限の言葉—リテラシー—を教育していくことが、科学者の社会的な責務と考えられるからである。

血液製剤や原燃の例にみるように、自然科学の情報は公開されなければならないし、公開された情報は理解されなければ意味がない。インフォームド・コンセントにおいて、医師が患者に平易に説明の努力をするのと同様な努力があつて初めて進んだ医療の真価が評価されるのであるが、同様な方策と努力なしでの科学・技術の発展では社会からの乖離を増大させるだけとなろう。

総合化の可能性に関する生物教育学会の対応と意見*

八杉 貞雄**

初等・中等教育における理科離れが叫ばれてすでにかなりの年月が経過している。今回の地学教育学会のシンポジウムの趣旨によれば、高等学校における地学の履修率が10%近くまで低下しているとのことである。これは地学のみの問題ではなく、物理学でも大きな議論となっていると思われるし、そもそも理科離れと言うときには、各教科の履修率云々というよりは、理科全体に対する若者の興味の喪失、理科が教えるべき推論、帰納、演繹などといった論理的思考方法に対する社会的な理解度の低下など、より大きな問題として捉えるべきであろう。一方、新しい教育課程の構築に向けた動きは加速され、中教審や教課審の審議ですでに高等学校理科の総合化の方向が模索されていると報道されている。本講演では、教育課程や理科離れ、教科離れに対する生物教育学会の取り組みについて報告し、今後の各学会の議論の資料としていただくこととした。

最初にお断りしておかねばならないのは今の一連の「総合化の可能性」に関する流れに対して、日本生物教育学会では学会としての対応を十分には行っておら

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—総合化の可能性—」(1997年7月28日)にて口頭発表

** 日本生物教育学会・東京都立大学大学院理学研究科

ず、やっと対応すべく特別委員会を設置して動きだそうとする段階であることである。これには、高等学校での「生物」科目選択率が高いなどの理由が対応を遅れさせている状況があるように感じられる。したがって、本講演で述べたことは、学会の正式の対応というよりは、学会内の動きに関する報告および報告者（八杉）の個人的見解であることを承知おき頂きたい。

1. 学会内での検討過程の要約

学会の状況を端的に示しているのは学会誌に掲載された記事であり、例えば「新しい教育課程編成に向けてを片山康副会長（日本学術会議科学教育研委員）が「生物教育」誌に報告している（片山，1994；1996a；1996b）。主としてこれに基づいてこれまでのことを追ってみたい。

日本学術会議の科学教育研究連絡委員会主催の一連のシンポジウムのおりに、日本生物教育学会からは以下の発表がなされた。

- 「初等教育における科学教育の現状と問題点」
北野日出男 (1994. 4)
- 「今後の高校生物教育」
片山 康 (1994. 4)
- 「新指導要領・生物分野の問題点（略題）」
岡崎恵視 (1994. 10)
- 「高校生物教育への提言（略題）」
中西克爾 (1994. 10)
- 「教科・科目を越えた観点から—生物教育（略題）」
片山 康 (1995. 4)

これらを含めて日学選書「21世紀を展望する新教育課程編成への提言」が出版された。

その後も同研連のシンポジウム「科学教育・技術教育の新しい教育課程はどのような哲学・内容をもって編成されるべきか」(1995. 10)、「21世紀における科学技術教育」(1996)などが開催されており、これらの成果をふまえてまもなく発行される「21世紀の教育内容にふさわしいカリキュラムの提案」（日学選書）1997.8 予定）では、以下の提言がなされている。

- 「生物教育の立場から21世紀をどう考える」
藍 尚禮
- 「高等学校の総合化理科の新しい教育課程の試み・自然科」
中西克爾（分担）
- 「小学校理科の学習内容削減の方略と試案」
岡崎恵視（分担）

一方で、教師養成の問題についても教科教育研連と合同でシンポジウム（1996.12）が行われ、生物教育学

会の藍会長が「生物教育の立場からの教師教育」を発表している。

第16期研連のまとめともなる1997.6には拡大フォーラムと称して「総合的な学習の指導と評価」が行われた。上記の日学選書の発行が遅れたため有効な積み上げとはならなかったが、さらに検討を継続することが申し合わされた。このフォーラムでの発表は「生命を実感できる総合科学教育を探る」（鳩貝太郎）であった。

一方で、生徒の理科離れに危機感をもつ6学会が1995年8月、教科「理科」関連学会協議会を結成し、日本生物教育学会も加わっている。この点については本シンポジウムでもたびたび取り上げられた。この協議の結果として同年末に中教審に対する「次期教育課程への要望書」を作成した。同協議会の1996.6のシンポジウム「次期教育課程に向けて」は130余名が参加し、本学会からは小・中・高についてそれぞれ以下のように報告した。

- 「生活科はこのままでいいか」稲垣弘子
- 「現場の中学校で理科を担当している者として」金井塚恭裕
- 「高等学校の立場から」岡崎恵視
- 1997年の第2シンポジウム「科学教育のあるべき姿を探る」への報告は「21世紀に向けての理科（生物）教育」都築 功 であり、この内容は、1997.1の本学会全国大会で行われたシンポジウム「次期教育課程に向けての課題と展望」の討論を踏まえたものであった。

これらの流れが示す方向は、週5日制を原点とした時間数の減少を踏まえ、教育内容の現代化に則した提案としての「総合化」のように思われる。日本生物教育学会でも上記のように報告・発表を行ってきたが、その内容は各報告者の考え方によるところが大であり、学会レベルでの検討は遅れている。しかし冒頭にも述べたように学会内の「教育課程検討委員会」の活動を通じた対応がようやく始まろうとしている。

2. 現状の認識と今後の方針

(1) 生物教育における問題点

現在の生物教育（特に高等学校）を概観するとき、多くの問題とともに以下の2点を指摘することができるであろう。第一の問題は、理科が物理化学生物地学に細分化されているために、生物あるいは生命のもつ特性のうち、物理化学地学との接点に存在する現象

や法則の教育がおざなりになりかねないということである。生物世界は、分子、高分子、細胞小器官、細胞、組織、器官、個体、個体群、種、社会と別頂で複雑さが増し、それぞれの段階に固有の法則が見いだされるが、その根本が物理化学の法則によって律されていることはいうまでもない。生命がその基本に物理化学の法則を有していることを知らない限り、生命の特質を本当に理解したことにはならないであろう。この点はまた、地学領域との関わりにおいても同様である。特に生物進化の学習には、地質年代、地層の形成、岩石、大陸の移動などの知識が不可欠である。生物があたかも地球の歴史とは無関係に進化したかのような錯覚に陥るなら、それは大きな誤りである。

第2の問題は、現実的な問題であるが、「理工系の生物離れ」ということである。逆説的ではあるが、医、農、薬、生物などの、生物学と密接に関係した人文学部に進学する生徒に、生物学を学ばないものが増えつつある、ということである。その最たるものは、有名医学部に進学する場合には理科は物理化学を選択する生徒が圧倒的に多いことである。演者が籍を置く生物学科でも、毎年数名(定員は32名)の生物学非履修者が入学する。生物学を知らずに(あるいは受験科目とせずに)上のような学部に入学することは必ずしも不利ではないかもしれないが、その理由が、単に入試の点の取りやすさだけであるなら、これはやはり大きな問題とってよいであろう。現在進行中の教育課程審議会の議論では、大学が各学部の要求として高等学校での履修に条件を付することも考慮されているときく。

少なくともこの二つの問題に関しては、高等学校理科の総合化は、それなりに解決の糸口を提供するかもしれない。

(2) 総合化の具体的提案

生物教育学会での総合化の提案は、上述の報告などに盛り込まれている。本講演ではこのうち、中西克爾による総合化のカリキュラムの提案と、小林辰至(1997)の、小学校から高等学校までの総合的なカリキュラムについて紹介した。前者は、地学教育、50, 45~53(1997)の松川らの論文に掲載された自然科教育課程の提案に修正を加えたものである。後者は、宮崎大学教育学部紀要、83, 1~12(1997)に掲載の、総合知育成のためのプログラム案である。いずれも生物教育の視点から提案されたものであるが、前述のように他の科目との密接な相互作用的枠組みを踏まえてい

る。もちろんこれらの他にも多くのカリキュラム案が提案されているが、本講演ではそれらに触れる余裕はなかった。

(3) 総合化に当たっての問題点

むしろ現時点で考えておかなければならないのは、総合化を推進する場合にどのような問題点があり、それらをどのように克服するかということである。ここでは私見として以下の4点を取り上げた。

① カリキュラムの問題: 総合化された教科で教えるべきカリキュラムとして、いわゆる Science Literacy をどこに求めるかは極めて重要かつむずかしい問題である。また生物教育の立場からすれば、生物教育を中心に据えて、その理解のために周辺に物理化学地学を配するというカリキュラムの立て方も考えられるであろうし、これはそれぞれの科目ごとに同様のことがあるであろう。これらの立場の調整には、先の関連学会協議会などにおける時間をかけた話し合いが必要であろう。また、是非考えるべき点として、アラカルト方式のカリキュラムがある。

② 担当教員の問題: 総合化が単なる「寄せ集め」に終わらないためには、物理化学生物地学の各教員が専門の分野のみをつまみ食的に教えるのではなく、理科(自然科学)というものに対してしっかりした哲学をもって対処することが必要である。このことは新しい総合化の試みが成功するかどうかの最大のポイントであり、かつての理科Iの反省を十分に行い、新しい教員養成の体系も含めて再度検討されなければならない。

③ 入試の問題: 大学の入試が高等学校のカリキュラムに大きな影響を及ぼすことはいうまでもない。したがって、総合化が十分な成果を上げるためにも、入試制度の改革は是非とも必要である。上述の2)の教員と同様に、大学の教員もまた総合化ということに理解をもち、その発展に寄与する入試問題を作成する義務を負うことになる。これが可能であるかどうかは、総合化の成否にとって高いハードルとなる。

④ 教科書の問題: 理科を総合的に教える際に、教科書の果たす割も大きい。特に、一人の教員が広い範囲の科目を受けもつ際には、教科書は拠りどころとして十分な機能を果たさなければならない。

3. 結 語

以上、生物教育学会における総合化に対する取り組み、現行課程における問題点、総合化への具体的提案、

総合化の問題点について述べた。今後のこの問題の伸展には予測不可能な面もあるが、総合化は今や時代の趨勢といってもよく、問われているのは、総合化に賛成か反対かということより、いかによりよいものにするか、ということであろう。総合化を念頭におけば、他分野・他教科との連携が不可欠であり、その点で教科「理科」関連学会協議会の存在意義は大きいといえよう。この協議会を中心に、各関係学会が英知を寄せ集め、21世紀に生きる子どもたちの理科教育に、新しい光を投げかけることが望まれる。

理科の時間数と総合について*

広井 禎**

はじめに

日本地学教育学会が今年(1997年)創立50年を迎えたことをお祝いいたします。日本物理教育学会は日本地学教育学会の5年後に、その活動の充実をはかるために、日本物理学会の科学教育委員会が母体となり、独立の学会となりました。近年は、物理は物理だけで孤立して活動するだけでは対処できない状況にあります。この点で、日本地学教育学会は「理科活性化委員会」を早くから発足させ、充実した活動を行っていたことに敬意を表します。1995年の日本物理学会年会の物理教育分科会のシンポジウムでは、日本地学教育学会の磯部先生、日本化学会・化学教育委員会の佐野先生ほかにご講演いただき、物理での活動に弾みがついたことも報告し、感謝いたします。

さて、ここでは、日本物理教育学会の中に設置した教育検討委員会の活動について、また、総合科目などについての委員の意見などを紹介することにします。

1. 理科の時間数の確保を!

日本物理教育学会に教育検討委員会がつけられたのは、1994年秋のことであった。この委員会は主として、次の教育課程に対応する委員会であった。今までも、教育課程改定の時期には委員会をつくって検討してきた日本物理教育学会であったが、その時期は教育課程委員会の報告が出る頃であった。今回の発足は、中央教育委員会(第15期)は始まったばかりの頃で

ある。こんな早い時期に活動を始めたことはなかった。早くに発足した理由は、文部省が学校週5日制完全実施の方針をかため、それに伴って各教科の時間減は必至であると、文部省に近い筋から聞こえてくるようになった。「中学校理科でも時間数がある」というある中学校長の話は、私たちを一気に緊張させた。中学1,2年生はすでに週3時間である。これが減るということは週2.5時間はないと思われるので、週2時間になる。これで、実験・観察を重視した理科は実施できるだろうか。小学校1,2年では理科が廃止され、その一方で、日常生活での科学の比重が高まり、国民素養のレベルは下げられない。小学校であれだけ好きな科目であった理科が、中学で大きく変わっていく。中学理科は今後の日本の科学や技術の鍵を握っている。1993年10月、日本物理教育学会は「学習時間の確保」を会長名で訴えた。1994年4月、日本物理学会、日本応用物理学会、日本物理教育学会の3者で「学習時間の確保」「理科教育の充実」などを訴えた。もう、物理だけのことではなかった。理科全体の充実が課題であった。そして、教育検討委員会がつけられた。

2. 理科の総合的科目「科学技術」?

中学校の時間数確保は最重要の課題であるが、全体としての時間減の中で、高校理科はどうしたらよいのだろう。ここにクローズアップしてきたのが、高1に理科の総合的な科目を置いてはどうか、という案である。「物化生地の総合」の案は、理科の関係者は、かなりの方が考えたことがあるのではないかと思う。しかし、ここでは、そうした思いつきの段階を越えたものである。日本科学教育学会で重点研究としている。そして1996年4月には中教の第2小委員会で「高1で物化生地を含む新科目『科学技術』を必修にする」という案が、一部の新聞で報道された。個人の思いつきではなく、政策となるかもしれない理科の総合である。

このような流れのなかで、理科の総合科目が検討されるようになったのであるが、検討はむずかしい。その第1は「高3での総合科目」でないことである。「高1で」である。まだ物化生地を学んでない段階での「総合」に、どんな意味をもたせるかが、人によってさまざまなのである。高1の科目として総合を言う場合は、少なくとも4つの流れがあるように思う。

(1) 本来ならば2単位ずつでも物・化・生・地を学ばせたいが(合計8単位)、それが無理な状況にあ

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—総合化の可能性—」(1997年7月28日)にて口頭発表

** 日本物理教育学会・筑波大学附属高校

るのでやむおえず物化生地すべてを含む科目をつくり自然科学の内容をバランス良く学ばせたい。

(2) これからは、情報や環境をもっと大きく扱わなくてはならない。そのためには従来の物・化・生・地の壁は窮屈である。情報や環境を扱える総合科目が必要である。

(3) 高1で分科した科学のどれかを筋道だてて与えるのは早すぎる。地学、物理学などにつながる離乳食として総合科目を考える。

(4) 高1で例えば「水の科学」とか「自然科学概論」など本来総合的な内容を扱いたい。

仮に4つの流れに分けてみたが、このそれぞれはどこかで重なったりして複雑になるのであるが、議論のもつれを解く糸口にはなるのではないかと考える。

3. 教育政策には経験の重視を!

高1で理科の総合的な科目を検討では「理科I」の経験を生かさなければいけない。今度つくられるかも知れない「理科の総合科目」は「理科I」とねらいも内容も違うだろうけれども、それでも「理科I」は高1に対する物・化・生・地をすべて含んだ科目であったからである。

私たちは、1994年に5つの県のすべての高校の理科の教員に「理科I」の授業についての調査を行った(高校物理研究会『理科Iはどのように行われたか』)。その中で「理科Iの主旨」は何かを尋ねたところ(自由記述)、1/3は「総合的な科目」、1/3は「物・化・生・地の基本」、1/3は「よくわからない」という傾向である。新科目は「総合的な科目」の色合いを強くするのか、「物・化・生・地の基本」の色合いを強くするかを十分に検討しないと「理科I」のときのように再び現場に混乱を生みだすことになる。

もう一つの課題は項目の示し方である。「IA」科目のような示し方が考えられる。5項目の中から3項目を扱えばよいという示し方である(必修項目があってもよい)。このようにすることによって、学校によって、生徒によって多様な授業が展開できる道が開かれていくのではないかと思う。新科目は理念と内容を示せば、すぐできるほど簡単ではない。私たち教員にも慣性があり、変えなくてはいけないと思っても身体はそれについていけないことがある。すべての項目のお

仕合せよりは、項目選択の方が、目の生徒にマッチした授業に近づく可能性が高いと考える。ここで、何項目を提示し、どのように項目を選ばせるかについては、検討が始まったばかりで、すべてはこれからである。

日本の教育課程改訂を、現場の教員がみると、「新科目はこうです」と突然提示される。それ以前の何が時勢に合わなくて変えるのか、何が悪くて変えるのかが全くわからない。白紙に新科目を示しているようである。しかし、私たちは白紙ではない。今までの教育にどっぷりつかっている。古い衣を脱ぎ捨てるにも相当の努力が必要だということを立案者にはよく知って欲しい。今までのなにを良しとして続けるのか、何を悪しとして変えるのか、よくわかるようにして欲しい。そして、その良し・悪しの判断に教育学会や現場の教員の意見を十分に聞いてほしい。少しオーバーに言えば、日本の教育政策に経験主義の側面がもっともっと強くならなければいけないと考える。

4. おわりに

今、次の教育課程の議論をしなければいけないときなので、上記のようなことに触れた。しかし、もっともっと日常的な課題もある。観察・実験や探究・課題研究などは、科目名や項目がどうなろうと、いつでも重要である。この実現のためには、教育課程の改訂は必要ないとも言える。観察・実験ができる設備や実験機器、それを準備し後始末できる時間を理科教員に保証することである。これらのことは費用がかかることであるから簡単には進まないだろう。理科教育の諸学会が、関連の深い諸団体の支援を得て、ねばり強く要望していくしかない。

理科の学習時間数の問題、理科の総合科目の内容、そして、理科教育充実の環境を整えること、これらどれをとっても、日本物理教育学会だけでできることはありません。これから、いままでよりもいっそう、日本地学教育学会はじめ理科教育の諸学会と連携を強め活動していかなければなりません。50周年を迎えた日本地学教育学会のますますの発展を期待いたします。そして、日本物理教育学会もこれからの理科教育の充実のために、さらに努力を続けることをお約束いたします。

学会記事

第2回常務委員会

日時 平成9年7月7日(月)午後6時~10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, 下野 洋副会長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 磯部琇三, 加藤圭司, 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。
 小川委員長が欠席のため, 水野委員が司会を務めた。

議題

1. 平成9年度東京大会準備状況について
池田宣弘副会長および清水委員から別紙により説明があった。
2. 平成9年度大会宣言(案)について
池田・磯部・下野委員が作成した宣言文案が提示され, これを基に大会で提案する文案が検討された。まとめは下野委員が行う。
3. 平成10年度以降の大会について
平成10年度の大会については岩手県盛岡市で行うことが決定されている。別紙によりその準備は順調に進んでいることが間々田委員より報告された。
平成11年度の大会予定地は広島が候補となっており, 東京大会終了後に連絡をとる。
4. 学術奨励賞受賞候補者について
林選考委員長から候補者日下 哉氏(対象論文「河川の教材化—北海道渡島半島の河川分類とその災害」)についての報告があった。評議委員会で正式に決定される。
5. 入会・退会者の承認について
平成9年度入会者として次の2名を承認した。
高橋 大介 水沢市立東水沢中学校(岩手)
小荒井千^{ナズト}人 東京学芸大学大学院教育学研究科
理科教育専攻
平成9年度退会者として次の6名を承認した。
吉田かつら 茨城
福多亮子 山口
大森茂雄 東京

北村静一 兵庫
 中村信夫 神奈川(逝去)
 今村外治 (名誉会員, H9.3.19 逝去, 広島)

6. その他について
 - JEM 青少年プログラムのための公開シンポジウム後援依頼について
磯部委員より, JEM 青少年プログラム委員会主催の上記シンポジウムの後援依頼があった。この件について, 日本地学教育学会が後援することを了承した。
 - 日本学術会議教育研究連絡委員会の委員について
現委員である石井会長の任期が終了するため, 次期研連委員に下野委員を推薦し, 本人の了承を得た。

報告

1. 編集委員会
松川委員長から50巻3号の出版はやや遅れたが, 投稿論文も多くなり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。6月22日に三学会共催シンポジウム(係は地学団体研究会)を学習院百周年小講堂で開催し, 参加者はおよそ50名であった。予稿集を作成した。来年度は10回目にあたり, 係は日本地学教育学会である。
6月14・15日に電源3施設を巡る福島巡検を行った。参加者は11名。
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。学校科目「地学」関連学会連絡協議会では, 実態調査委員会が行った「地学アンケート」の結果を報告した。各学会ともそれぞれの雑誌にアンケート結果を取り上げるべく, 前向きに動き始めている。
4. 支部支援委員会
とくに報告なし。
5. 実態調査委員会
松森委員長が欠席のため, 加藤委員から次の

ような報告があった。地学教育に対する意識調査(地学アンケート)の結果を地学教育の50巻3号に掲載した。

今後、原稿が集まれば特集号を企画したい。

6. 教育実践報告集委員会

高橋(典)委員長から、大きく方向転換をするという次のような報告があった。出版社のめどがついたが、出版社の意に添うように体裁を整えるには、書き直しなどかなりの労力と時間を要する。本委員会としては、応募原稿全てを掲載し、今年度中に出版する方向で進みたいので、自費出版に変更したい。なお、学会に経済的負担はかけない。

7. パソコン委員会

根岸委員長から次のような報告があった。東京大会でのパソコンセッションについて、説明があった。

大会要項を欲しがる人からのメールが大変多い。行事でも編集でも、公表可能な時点で資料を送って頂ければ、学会ホームページに加えることができる。

8. 寄贈・交換図書(H9. 5. 13-7. 7)

| | | |
|---------------|-------------|-------------|
| 地学雑誌 | 106-2 | 東京地学協会 |
| 研究紀要 | 37-3 | 日本理科教育学会 |
| 政策研究報告書 | No. 5-10 | 埼玉県立南教育センター |
| 研究報告書 | No. 259-261 | 〃 |
| 〃 | 中間報告 | 〃 |
| 研究資料目録 | 24 | 〃 |
| 研究紀要 | 第10巻 | 〃 |
| 新潟県地学教育研究研究会誌 | 第30号 | 新潟県地学教育研究会 |

理科の教育 1997-6 日本理科教育学会
新潟大学理学部研究報告 E 類(地質科学)

第12号(1997) 新潟大学理学部

地質ニュース 1997-5 地質調査所

研究集録 第16集 神奈川県立教育センター

熊本大学理学部紀要 第15巻第1号(1997)

熊本大学理学部

科学技術教育 36-2 千葉県総合教育センター

楽しい理科授業 1997-7 明治図書出版

愛媛の地学研究 第1巻第2号 愛媛地学調査研究会

理科の教育 1997-7 日本理科教育学会

9. 教科「理科」関連学会第2回シンポジウム

5月24日に三輪田学園中学・高等学校(東京都千代田区九段)で行われた。集録を作成予定で、作成した際には割り当て分を当面学会で立て替え、全国大会等で売りさばく。

10. 日本学術会議拡大フォーラム

6月29日に日本学術会議拡大フォーラムが、国立教育研究所で開催された。第一部は小・中・高一貫の科学教育、第二部は総合的な学習の評価で、各学会から発表者と討論者ほかが出席した。

11. その他

- ・間々田委員から教科「理科」関連学会協議会等における合同学会(合同年会)に関する経過が別紙により報告された。これまで検討してきた合同学会の在り方については白紙にもどったという理解と、まだ可能性は残っているという解釈が出された。
- ・磯部委員から常務委員に送られてきた手紙の内容について、意見の交換を行った。

日本地学教育学会 50卷 第6号

平成9年11月25日印刷

平成9年11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 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 東京都新宿区高田馬場 3-8-8
電話 03-3362-9741~4

編集委員会より

定例編集委員会は、10月26日(日)午後に開かれました。編集状況は原著論文1、資料1が受理されました。投稿規定を改訂中です。投稿原稿で、脚注に文書を書かれるものが見受けられます。学会誌「地学教育」では、脚注は使用しないことにしております。論文投稿の際にご注意下さい。

会費納入のお願い

昨年末に滞納されている方に会費の納入をお願いしましたが、未納の方がいまだにかなりおられ、困っております。早期の会費の納入をお願いいたします。学会は、みなさんの会費で運営されております。ご理解下さい。とじ込みの払込取扱票をご利用下さい。

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 50, NO. 6

NOVEMBER, 1997

CONTENTS

Original Articles

- Education of Earth Sciences in the Lifelong Integrated Education Society
.....Ikuwo OBATA...203~215
- "Let's, Running with Dinosaurs" as Teaching Development
.....Masaki MATSUKAWA, Kazuto KOARAI and Yutaro SAKAKIBARA...217~227
- Improvement and Calibration of Filmcase Seismometer
.....Yoshio OKAMOTO...229~238

Survey Report

- Some report about the Denver Shows
.....Hiroaki AIBA and Katsuyoshi BABA...239~246

Note

- Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Society247~253
- Symposium255~265

Book Reviews (216, 228)

Proceedings of the Society (266~267)

Announcements (254)

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