

理科教育課程改訂に向けて

磯部 琇 三

〈国立天文台 〒181 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

学校週5日制を念頭においた教育課程の変革の作業が各レベルで始まっている。特に、教科理科は合科を含めた総合化への検討までなされようとしている。本稿では日本地学教育学会の取り組みを示す事により、変革のテンポが速い事を日本天文学会会員の方々に御理解をいただき、地学関連各学会間の連絡協議会への積極的な参加を呼びかけものである。

I. 学習指導要領改訂への動き

現行の教育課程，学習指導要領が実行に移されてから，まだ間もない時期であるが，次の改訂に向けての作業が各方面で始まっている。これは学校週5日制を完全実施するためには避けられないためである。学校週5日制の善し悪しの議論はまだ十分にはなされていないが，この方向への流れは避けられない状況になってきており，1998年から1999年頃に実施する方向で検討が進められている。

公式には本年（1995年）4月に再開された中央教育審議会での議論によって物事は始まるのであるが，実際には関係各方面での改訂に向けての準備作業は着々と進められている。天文教育普及研究会（会員数約600名の天文教育者の組織で日本天文学会の年会時に共催フォーラムを開催している。）は文部大臣宛の“学習指導要領に対する要望”書を1995年5月に提出したが，文部省担当官からは，まだ改訂への作業は始まっていないとの公式の返事しか

得られていない。

教育課程の改訂に当たっては，各教科・科目を個別に検討するのではなく総合的な検討を行い，その作業の中で各科目，天文学，においてこれからの厳しい地球環境に住む人間として，持つべき基本的な知識形成にどのような役割を果たすべきかを検討しなければならない。

理科離れ問題に関しては，日本物理学会，日本物理教育学会，日本化学会，日本数学教育学会が声明を出している。しかし，これらの声明は残念ながら一部の活発な方々がそれぞれの科目の維持のために若干，拙速気味に行ったものと感じる。1995年3月28日に日本物理学会年会の折に，指導要領改訂に関するシンポジウムで，日本地学教

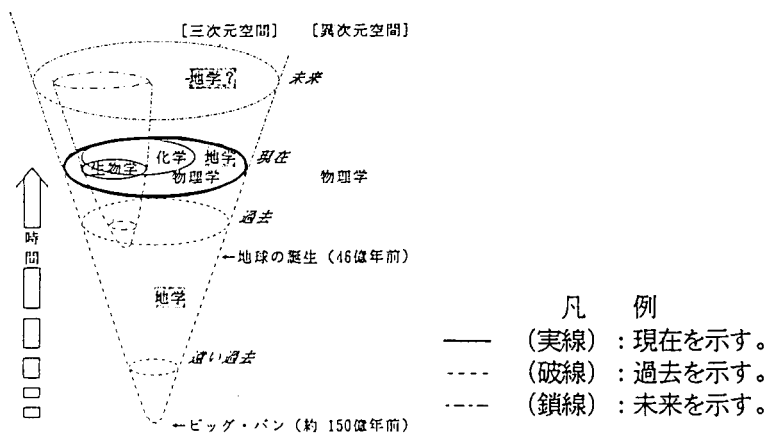


図1 自然科学の各分野の位置づけ

表1 理科活性化に対する日本地学教育学会の取り組み

1990年7月9日	「地学教育の将来を考える」委員会設置
1992年1月15日	提言案提出「地学教育のあり方に関する研究委員会」
1992年5月28日	「地学教育の目標」の特集号原稿依頼
1994年1月	「地学教育」に出版
1994年4月2日	4月2日の日本学術会議科学教育研連シンポのために有志(13名)による議論
1994年7月29日	「科学教育：次の教育課程改訂への提言」シンポ 代表派遣
1994年10月29日	「理科活性化検討準備委員会発足」 10月29日の日本学術会議科学教育研連シンポのために活動
1995年2月6日	「理科教育：次の教育過程はどのような内容を扱うべきか」代表派遣
1995年4月1日	理科活性化検討委員会発足
1995年4月15日	「科学技術教育：どのように教育課程を編成していくか」シンポ
1995年8月25日	地学教育学会全国大会における討論及び宣言文発表
1995年12月10日	「理科活性化の進め方(仮)」シンポ開催

育学会の考え方を筆者が発表したが、そこでの参加者からは他学会の発表よりも日本地学教育学会の内容に好感を持たれた。当学会が自然の捉え方の基礎としている図を示す。ここでは時間系列での自然の捉え方の重要性に重点を置いており、地学的・生物学的現象の変化を物理学化学を基礎とした法則により明らかにする事を目指している。

(財)日本教育研究連合会はすでに3年近く、次の改訂に向けての議論を進めている。1994年秋には、新教育課程のあり方について10項目もの詳細な意見を各学会から求めるアンケート調査がなされ、大枠を決めるべき作業が成されている。

一方、日本学術会議科学教育研究連絡委員会では1994年4月2日、1994年10月29日、1995年4月1日と3回ものシンポジウムを持って、教科科目を越えたカリキュラム編成を念頭にして議論が進められている。この会では残念ながら科学技術教育ということがばが導入され、物理、化学、生物、地学、数学関係学会と図学会、産業教育学会などの技術系の学会との間の意見の違いは大きかった。そして、1995年7月1日にはこの違いを小さくし、全体としてまとめるためのシンポジウムが開催される。また、その議論をより有効にするために、科学教育研連内に小委員会が設立された。

天文教育普及研究会の理科離れ問題検討ワーキンググループでは昨夏(1994年)の発足以来すでに5回の会合を持ち、1995年4月29日には関東地区集会和兼ねてシンポジウムを開催した。そして、理科離れの実態を明らかにしようとしている。その結果を得て、天文学が学校教育の中でどうあるべきか、さらには学習指導要領の中でどう取り扱われるべきかを描出しようと考えている。

日本地学教育学会でも作業を進めてきており、特にこの1年間は毎月のように会合を開き、20人近い出席者の間では、大枠では合意できる考え方が形成されてきている。まだ学会全体の理解と支持が得られているという段階ではないが、4月1日の科学教育研連シンポジウム(科学技術教育：どのように教育課程を編成していくか)の発表のために理科活性化検討委員会によってまとめられた文章がある¹⁾。ここでは、それをそのまま再録する事により読者の方々の御意見、御批判をお受けしたいと考えている。

次の改訂に向けて私達の意見を反映するために与えられた時間は1年、長くても1996年7月位までしかない。多くの方々の意見が早い段階で出されることを願ってやまない。

II. 日本地学教育学会の考え方：教科科目を越えた観点からのカリキュラム編成

1. 日本地学教育学会のこれまでの対応・当面の考え方

地学教育学会においては、地学教育の在り方、理科活性化についての議論を表1の通り進めてきた。また、学会の統一見解を出せる段階ではないが、本年2月に発足した理科活性化検討委員会の集中的な議論の下に1年以内を目処としてまとまった案を作る予定である。

地学の独自のカリキュラムについては、10月29日の当研連研究会において、小中学課程においては遠西が²⁾、高等学校課程においては林が³⁾かなりまとまった報告を行っている。

遠西、林の議論では、地学の内容は固有のものであり、総合理科として融合することの困難さを指摘している。そのような考え方から、一步譲って本研究会のテーマである教科科目を越えた観点からのカリキュラム編成を考えるにしても、それはあくまで科学教育に立脚するべきものである。当学会としては技術教育は科学教育を進めるための必要な要素として出てくるものであり、科学技術教育というものが最初から設定し得るものではないと認識している。

1994年4月2日、10月29日の2回の研究会が開催されたが、各学会のまとまった意見は少なく、個人の意見と断って発表された方が多かった。教育課程・内容の改訂という大きな変更をかなり短時間に行わなければならない現実を考えた場合、各学会内で十分に議論をし、その結果を各学会の代表者間で共通認識が持てるようにするために、月1回程度の割合で集中的な議論を行うために各学会間の連絡会議を持つことを提案した。そして科学教育研連内に小委員会が設置された。

2. 日本地学教育学会で検討されている項目

地学教育学会では理科活性化検討委員会を設立している。地学活性化ではなく理科活性化としているのは物理、化学、生物、地学が全体として学校教育において重要視されるべきであるとの共通認識があるためである。ここではこの立場に立って議論を進める。

2.a 理科教育の重要性

昔の教育においては“読み、書き、そろばん”が国民にとって最低限身につけなければならない教育であった。これは通常の市民生活をする上で欠かせないものであった。しかし、科学が発展し、その結果としての技術の進展によって、科学知識の教育は不可欠になってきた。それは物理だけではなく、化学、生物、地学を総合した知識が必要なのである。一つの側面は技術立国として、基礎的な科学の修得であり、他方ではグローバルな環境問題の理解のための基本的な科学の修得である。

2.a.1 技術立国を担うために

技術立国を担うためには基礎となるべき物理学と数学を十分に修得しなければならない。基礎とはそれを基にして多様で高度な発展を進められるものである。その内容は若干難しく、おもしろさのないものである可能性があるが、それらの取得なしには次へのステップは望めない。しかし、このような基礎を理解しなければいけないのは国民の一定割合の人である。

2.a.2 環境問題を考えるために

環境問題への認識は不可欠である。科学技術によって得られた道具が一般人の日常生活にまで入り込んでいる。さらに科学の高度な発展によってグローバルな地球環境問題が顕在化してきている。このような現象に対応するには科学の基本的な知識を持っていなければならない。それは国民

全体が持たなければならない知識である。

2.b 子供達の好む理科

現在の学習指導要領に含まれた理科のカリキュラムは、理科の教育という側面から見るとかなり練られたものである。しかし、残念ながら一般の生徒にとってはかなり基礎的であるので子供達が好む方向にはあまりなっていない感がある。

2.b.1 親近感を持つ

大多数の生徒が関心を持つようにするためには、理科のカリキュラム内容に親近感を持つことが大切である。親近感を持てば次のステップへと進むことが易しい。現カリキュラムのように独立したテーマを次々と教えるのではなく、相互に関連した内容をステップアップしていくことが重要である。

2.b.2 好奇心を持つ

親近感を持って学び始めたテーマが、生徒に好奇心を持たせ、そこから科学的態度を持たせることが重要である。そのような生徒が技術立国を担い得るレベルへと進むことが期待できる。

2.c 能力の開発

能力の開発には繰り返し作業と基礎的知識の応用練習が不可欠である。繰り返し作業は基礎となる知識を確実に記憶していく上で重要である。しかし、それだけでは常に他の人の指示を待つ、いわゆる“指示待ち人間”を作り出すのみである。

2.c.1 科学的能力・態度の開発

基礎的な知識をよりよく応用しうるには科学的能力を持つことは不可欠である。このような能力・態度を最も有効に行えるのが物理学の学習である。物理学においては、基礎的な知識を基にその内容を拡大していける。しかし、その基礎的知識の学習は子供にとっておもしろみがない場合が多く、特に大部分の生徒にとって難しすぎる感がある。

2.c.2 直接経験主義を越える

子供の関心を増やすために直接経験しうる内容が教えられる傾向がある。しかし、その内容は単発的なものになりがちである。地震や火山などを含む内容は直接経験の難しいものではあるが、そのような直接経験が難しい内容も含め科学全体に関連づけた親近感・好奇心の持てるものにしなければならない。

2.d 教育内容の拡大

学校5日制になると授業時間数が減ることになる。しかし、社会の発展に伴い、教える内容が拡大せざるを得なくなっている。この問題にいかに対応するかは重要である。

2.d.1 教えるものの多さ

時代とともに、各科目の教える内容は増大する。しかし、読み・書き・そろばんから発展した国語・数学の内容があまり増えることはない。芸術、体育、外国語もほぼ同じで、社会は社会機構の発展に伴って緩やかに増える。しかし、理科の科目は教えるべき内容が急速に増大する。

2.d.2 理科での新しい発見・情報の急増

理科の各科目では、研究が急速に進み、新しい内容が次々に加わっている。しかも、新聞・雑誌等に取り上げられることが多く、子供達の関心も高い。そのような最先端の知識は興味深いばかりでなく、現代のグローバルな地球環境問題に理解を示す上で欠かせないものも多い。このような内容に理解を示さない一般人の増大は将来の社会生活上重要な問題を作り出す。

2.e 何をなすべきか

理科の活性化を行うために今何をしなければいけないか。それは多様であろう。ここでは次の三点を提起したい。

2.e.1 教師の再教育

新しく、しかも教える内容が増大する中で必要なのは、各教師が新しい内容を理解し、自身のも

のとして取り入れることである。現在でも教育センターでの講義・実習が行われているが、その方法は受動的である。理科各科目における補助スタッフの必要性をも考慮して、大学院生が一定日数(週2日位)有給でこの役目をする事が有効と考える。大学院生は最先端の科学に接触しており、教師への刺激効果は大きい。

2.e.2 物理を中心とした専門家向け総合理科

基礎学習を大切に、それを基に応用する能力を開発するための総合理科を構成する。これに対応可能な生徒の割合は限られるであろう。しかし、それらの生徒にとってはより発展性のあるものとなる。

2.e.3 一般市民として基本となる地学・生物を中心とした総合理科

地学・生物の科学研究の発展は著しい。しかも、多くの生徒にとって身近であったり、好奇心を引き起こすのに役立つであろう。それにより、社会における、又、地球環境における科学的内容に関してグローバルな視点をもたらし得るであろう。

3. 教科科目を越えた観点からのカリキュラム編成

現在までのところの地学教育学会内における議論では物理、化学、生物、地学を従来通り、個別のカリキュラムとして教えるべきであるという意見を強く主張する方々がおられる。しかし、ここでは本研究会の主題に沿った形で、当学会内での議論を踏まえて、筆者の主観を含めて示すことにする。

2節で述べたように、これまでの学習指導要領の内容自体は科学の基礎を学ぶ上でかなり練られたものである。直接経験主義を重視するあまり、地震や火山、また、星や銀河を取り扱っていないなど、各学会から提案されるいくつかの大切な変更は必要であろうが、特に大きく変えるべき必然性はない。しかし、それは、研究者や技術者となるであろう高度な科学を身につけるべき生徒に対

するものである。

2.a.2 で述べた環境問題等にグローバルな視野を持って、全日本人、全地球人が対処しなければならないという観点に立った場合、基礎を重視した難しくて、親近感の持ちにくい現行の理科の内容では、理科嫌いを増やす結果になり有効ではない。この問題を解決する方法として以下に示すような教科科目を越えたカリキュラムを採用することがよいと考える。そこでは、各項目毎に一つの筋のある物語となっていることが重要である。ここに提示するものはそのような方向の一例に過ぎないもので、より多様な選択枝があるべきである。

3.a 小学校

小学校では五感で理解する内容を中心とするが、時に応じたトピック的な内容も含むべきである。

3.a.1 水の旅

海水が蒸発し、雲となり、山に雨となって降り、川となって海に戻る。この一連の流れに対して、水が石を動かす力がある。雪や雨、霧等の違いの原因は何か。地下水の大切さ。生物にとって不可欠な水。地球が唯一水のある惑星。これらの中に物、化、生、地の内容を水の旅の物語に取り込んでいく。

3.a.2 太陽の光

虹やスペクトルを見て太陽の光は色に分かれることがわかる。太陽光を受けると温かい。太陽の光を受けて植物は育つ。太陽の一日、一年の動き。太陽光を長く受けると物の色が変わる。このように、太陽の光によって受ける影響を示しながら、物、化、生、地の内容を取り込んでいく。

3.a.3 恐竜の盛衰

このテーマは子供の興味を中心として選ばれる。恐竜というものの存在。いつの時代にも同じ種類の恐竜がいたわけではない(進化)。いろいろな体型によるメリット・デメリット。大陸移動と温度分布。小惑星衝突による恐竜絶滅。古い時代

の流れの中に物、化、生、地の内容を取り込んでいく。

3.a.4 地球の姿

近年の人工衛星によるリモートセンシングデータ等を利用して、物語を展開する。陸と海の割合。川の蛇行。砂漠の拡大。クレータの存在。火山の噴火や地震の影響。人工衛星で移動する物語の中に物、化、生、地の内容を取り込んでいく。

3.b 中学校

基礎的な内容や抽象的な内容も含めていくようにする。

3.b.1 四季の植物

各季節に咲く花の種類。それぞれの花が咲く環境。植物と動物の助け合い。しなやかな木とポキッと折れる木。

3.b.2 情報の流れ

電子の流れ。コンピュータの中。FAX 通信とプリンターの種類。新聞の印刷。ラジオとテレビの構造と波長。地球外生命との通信。

3.b.3 走る車

ガソリンの燃焼。交流と直流。エンジンの構造。タイヤの素材。地面との摩擦で動く。電気自動車。月面車。

3.c 高等学校

グローバルな地球環境を念頭においた基礎的な科学内容を含む。

3.c.1 原子の旅

宇宙の中で原子がどのように生成されてきたか。原子の性質。固体、液体、気体の違い。原子核分裂と原子核融合。体に必要な原子。光との反応。原子力発電。有機物と無機物。

3.c.2 温まる地球

地球の熱エネルギー。大気の流れ。酸素の生成。植物の反応。動物の呼吸。二酸化炭素の増大。赤外線の日目。太陽と地球の距離。オゾンホール。

3.d 各教科科目間の調整

上記の例は一見地学・生物学関係の内容が多い印象を与える。これは、日本地学教育学会内の議論であることにもよるが、2.a で示した意味でのグローバルな環境問題を理解する上で表面に現れる現象としては、地学・生物学に関係するものが多いためである。しかし、ここで強調しておかなければならないことがある。上記の各カリキュラム内容は子供達に親近感を持たせ、わかりやすくするために一つの物語に作り上げる必要はあるが、それらの背景にある基礎的な科学に対する十分な理解を教える側が持っていなければ、理科ではなくSF物語になってしまうことである。そのため、実際の内容を作成する段階では各教科科目間の詳細な調整が不可欠である。

上記の例に加えて、多くの多様な物語が提案され、検討されることが期待される。

III. 地学関連学会について

学校教科の理科は物理学、化学、生物学、地学の4科目に分けられている。各科目は物理学には物理学会と物理教育学会、化学では化学会の中に化学教育振興専門委員会、生物学には生物学会と生物教育学会という風に学問分野と学会が一对一に対応している。しかし、地学は例外的で、地学教育学会はあるが、学問分野の学会としては、天文学会、気象学会、地震学会、地質学会、古生物学会など多くのものが関係している。学校における指導要領の改定にあたっては当然各学問分野の発展を反映するものでなければならない。しかし、科目地学では、これまで多数の学会と討議して、よりよい方向性を見出す作業をしてこなかった感がある。そこで日本地学教育学会では、要望書を日本天文学会を始め関連学会に送付して、より密接な関係を持つ努力を始めている。以下にその要望書を示す。

天文学は地学ばかりでなく理科の大きな柱となる分野であるので、関係各方面の方々の積極的な行動が期待される。

日本地学教育学会が関連学会に送付した要望書

■学校科目「地学」関連学会間連絡協議会（仮称）設立について：日本地学教育学会会長 岡村三郎 貴学会におかれましてはますます御盛栄の事とお喜び申し上げます。

さて、御案内の通り、去る4月には中央教育審議会の活動が開始され、学校週5日制に向けての議論が始まっております。これに対応するべく、日本学術会議科学教育研究連絡委員会を始め各方面で多様な議論が始まっております。

学校教育の一つの重要な柱である理科の物理学、化学、生物学、それに地学は特に、科学進歩に伴って教えるべき内容が増大しているにもかかわらず、学校現場での理科への配当時間が減少しております。理科嫌い、理科離れのことばで代表される状況が進みつつありますが、一方では、科学・技術の発展、地球環境問題の顕在化など、理科教育の重要性は増してきています。

このような状況を考慮しますと、どのような内容を教える事がより有効であるかを十分に検討する必要があります。その際、科学研究に関わる研究者の方々から御意見をいただく事は不可欠であります。物理学、化学、生物学においては、教育学会と研究学会がほぼ一対一に対応していますが、地学の場合には、数多くの研究学会が関連しており、これまで、御意見を十分に反映していただけていませんでした。

当学会では自然科学教育のより有効な発展を目指して理科活性化検討委員会を設立し、関連学会と協力して、地学ばかりではなく、理科全体の活性化をいかにすすべべきかを検討しております。その際、地学に関連する各学会の方々と十分に意見が交換できるように、関連学会内の連絡協議会を設立いたしたいと思います。貴学会におかれましては、この協議会の設立に御賛同いただきたくお願い申し上げます。貴学会の賛同が得られましたら、当学会の上記委員会に第一回連絡協議会の準備をさせますのでよろしく御協力お願い申し上げます。

御回答は、貴学会の御都合のつく最も早い時期にさせていただければ幸いです。第1回会合を夏休み明けに準備するために、7月31日までしていただきたくお願い申し上げます。

本状発送先

日本天文学会 地震学会 日本火山学会 日本測地学会 日本地球化学会 日本惑星科学会 地球電磁気・地球惑星圏学会 日本岩石鋳物鋳床学会 日本鋳物学会 日本地質学会 資源地質学会 日本海洋学会 日本気象学会 日本第四紀学会 日本古生物学会 東京地学協会 地学団体研究会 日本理化学協会

参 考 文 献

- 1) 磯部理三, 1995, シンポジウム「科学技術教育：どのように教育課程を編成していくか」, 日本学術会議科学教育研究連絡委員会編, 印刷予定。
- 2) 遠西昭寿, 1994, 「科学技術教育：次の教育課程はどのような内容を扱うべきか」, 日本学術会議科学教育研究連絡委員会編, 13-17。
- 3) 林 慶一, 1994, 「科学技術教育：次の教育課程はどのような内容を扱うべきか」, 日本学術会議科学教育研究連絡委員会編, 62-67。

Activities toward a reform of Scientific Educations.

Syuzo ISOBE

National Astronomical Observatory

Discussions to introduce a new school system have been started at different levels of committees, societies, and working groups relating to education. Japan Society of Earth Science Education has made extensive studies in this matter in these years. By showing them here, we would like to let members of Astronomical Society of Japan realize the situations, and expect their works on this matter or at least their supports.