

# 科学研究の進め方

## —高等学校—

### 科学する芽——目と心

本誌の名称である“科学の芽”がどのような経緯で決められたかについて、第20集（平成5年度科学作品展集録）には「将来にそなえての活力が秘められており、やがて大きく成長して立派に実を結ぶことを期待する」とあります。

ところで、1966（昭和41）年11月に「日本学生科学賞選集①」が「科学の実験・臨時増刊号」（共立出版）として発刊されました。その編集後記にも“科学の芽”の語が登場します。そこでは、「若く柔軟性に富んだ中高校生の“科学する目、心という芽”が、惜しげもなく、いともたやすくむしり取られる」状況があることを指摘し、そのことが「日本の将来に影を投げかけるものではないか」と危惧しています。そして、中・高校生が「安心して好きな研究に没入できる環境」作りが必要であると訴えています。

昭和41年といえば、理科教育の現代化が叫ばれ、理科教育について活発な議論がなされて、多くのすばらしい教育実践が相次いで発表されていました。その一方で、理科教育の在り方に問題を投げかけるべく、編集後記が書かれていたこととなります。しかし、ここに指摘された“科学する目、心という芽”が育つ環境作りは、今日的課題でもあります。

「日本学生科学賞選集①」の各ページにある、実験・観察の際の生徒一人一人の姿、顔、目を頭に焼き付けた上で、一つ一つの作品や指導者の感想をじっくり読むと、科学研究に取り組む中での感動に満ちた動きがあり、生徒と教師の粘り強い姿があります。

### 自ら学び、自ら考える力と科学研究

学習指導要領の基本方針には、自ら学び、自ら考える力の育成が掲げられています。自ら学び、自ら考える力とは、理科の学習において最も重要な「探究し続ける力」（J. デューイによる）の育成であるといえるでしょう。理科の科目それぞれで探究活動が重視され、個人やグループ、あるいは部活動で取り組む科学研究も、実はこの自ら学び、自ら考える力の育成がねらいとしてあるは

ずです。

生徒が研究の壁にぶつかり、苦しみ続けている姿をみると、イギリスの詩人、J.ミルトンの言葉「最も耐え忍ぶものは、最もよく仕事をするものなり」を引用して激励（第9回読売新聞社賞受賞作品の指導者）せずにはおれません。

また、指導にあたっては、身近な自然現象を対象として、学校にある施設・設備を利用し、生徒の力量で可能な実験を心がけさせながら、「一つ一つの実験を通して研究のおもしろみ・科学的思考について生徒たちは多くを学んで」（第35回科学技術庁長官賞受賞作品の指導者）いくように留意されているのだと思います。その結果、「理科だけでなく、他の学科やいろいろなものに対して向かっていく力がついたと思います」（「科学の芽・特別号」となるのでしょうか。その表現からは、自信となって表れた精神的な支柱と、問題解決に向かうための手法を体得したという確かな手応えが読み取れます。

### 科学研究と理科

科学の研究を行うときには、先行経験である理科の学習内容を想起して活用しなければなりません。それは、実験装置の組み立てやフィールドでの観察、各種の測定で発揮されます。研究テーマの設定では、科学と人間生活や基礎を付した科目などでの主体的な探究活動を通して学んだ科学の方法が重要な役割を果たします。

探究活動では、指導者の側に綿密な指導方略が求められます。なぜなら、生徒が、探究すべき問題を認め、既にもっている概念との葛藤を起こして不思議さを覚え、どうすれば解決できるかを考えようとし、解決に向かおうとする意欲をもつことが大切だからです。

上記のような状況は、学校での学習の場だけでなく、日常生活での家族との会話でも生じます。例えば、小学生が「レンジでチンするとどうして物が温まるの？」と家人に質問したとき、いきなり電子レンジの構造から始めて加熱の原理を説明することはよい対応とはいえないでしょう。子どもは、難しい用語を使った親の説明を聞いて、「うちの親はすごい」と思うかもしれません。しかし、親の本当の願いは感心されることではなく、子どもが自ら課題をみつけ、その解決に向かうように育むことであるはずで、親と一緒にいることで、レンジでチンしても温まらないものを見つ

けてみることも一つの方法です。そのとき、子どもの目は自ずと両者の違いに向けられるでしょう。

課題研究や、教科指導外での科学研究の指導でも同様のことがいえます。ここでは、

- 「もし……ならば、どういうことが起こるか」
- 「どうすれば、見つけることができるか」
- 「どこで見つけることができるか」
- 「……といえる証拠は何か」
- 「……を知るためにはどうすればよいか」
- 「……をすれば、どんな結果になるか」

など、発散的な疑問や、一見常識に反するような質問、演示などによって生徒の興味・関心・意欲を喚起することができます。

このように、課題研究や科学研究では、その成果だけでなく心情的な面も考えると、テーマを設定する段階から大切に考えたいものです。そこから、「若く柔軟に富んだ中高校生の“科学する目、心という芽”」が生まれ、創造力とアイデアを生かしながら、実行力が培われていくのです。

## 科学研究の指導

### ＜研究のテーマ＞

新たに研究を始めるときには、多くの場合、テーマの設定に腐心するものです。日頃から自然現象や科学的な情報に対して、興味をもって接していくことが大切です。

様々な情報源からテーマ設定のヒントを得ることも有効です。例えば、「科学の芽」などの作品集は有用な素材となります。その際には、単に読むだけではなく、材料や実験方法を変えるとどうなるか、測定方法は改良できないか、あるいは実験の方法に問題はないかなど、新たな視点や自分なりの視点から、研究の場面をイメージしながら読むことが重要です。

また、自分たち高校生の研究だけでなく、小・中学生の研究にも目を向けたいものです。小・中学生の研究内容に対して、高校の理科で学習した知識や実験方法を持ち込んで分析的に追試すると、新たな問題点を見いだすことができるかもしれません。あるいは、自分の身近な題材に置き換えて、高校生の視点で研究を組み立てることなどが考えられます。小・中学生の研究内容を深めたり、追試の過程で生じた新たな問題点に沿った研究を進めていくことも可能となります。

部活動などで継続的・発展的に研究テーマを設

定している場合もありますが、この場合は今年度のねらいを明確にして取り組むことが大切です。

### ＜研究の進め方＞

テーマが設定できたら、次に研究全体をデザインします。研究のデザインを通して、研究の動機がより明確化されます。そして、何を知りたいか、何を調べればよいかなど、研究の目的が再検討され、調査、観察・観測、実験などの手法の検討に入ります。場合によっては、予備実験や予備調査などを実施してから研究計画を立案することも必要となるでしょう。

また、この段階では、文献調査をすることも必要です。「図書館で3時間過ごすことで、実験室での3か月が節約できる」と言われます。先人の研究やその成果を知ることで、研究の意義も明らかになります。あるいは、それらを追試する中で独創的なアイデアが芽生えたり、研究計画を再検討する必要性が生じてくることもあります。

計画が完成し、準備が整えば、いよいよ実行です。継続観察や室内実験などの方法によって類型化、一般化、モデル化など、科学の方法は異なり、それぞれに応じた的確な方法が必要となります。

さらに、地学や生物の研究では、調査するフィールドが保護区域であったり、研究の対象が保護生物などであったりすることがあります。このような場合には、関係する監督機関の指導を受けた上で、行政的な手続きなどが必要となります。さらに、作品として公表したり研究成果を公開するときには、手続きなどの記載や関係書類の提出が必要となります。



高校生にまで学び進んでくると、学習にせよ研究にせよ、一過性で短絡的な興味や断片的な知識の結合だけでは考察が進まず、研究も継続しないことが分かってきます。ここで最も大切なことは、科学的に考える習慣をつけることです。次になすべきことの指示は誰かから与えられるものではなく、自ら手を動かしながら工夫する過程を経て考え出されるものなのです。それこそが探究であり問題解決であって、自然現象に対するそうしたアクションの総体が科学であることが分かるでしょう。

研究を成功させるためには、他愛のない発想や未熟な処理過程にも科学の芽を見いだし、それを育てることが不可欠です。自然を愛し、追究することに悦びを感じる目と心に、自然は扉を開いてくれることでしょう。