



yu

物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

Vol. 27, 1999. 7

目 次

卷 頭 言

「物理教育の翼を広げよう」

北海道立理科教育センター 永田 敏夫

1 研究論文

- 分子運動からみたエネルギーの質の考察 1
(物理授業における仕事と熱の指導) 函館大学付属柏稜高等学校 片岡 久明

2 研究ノート

- ・windows95上でのDelphiによる計測・制御 5
北海道立理科教育センター 大久保 政俊
・直結型バキュームフォームによるレリーフプレートの製作 8
北海道稚内商工高等学校 河田 淳一
・空中で飛び交う電波をとらえる 11
札幌市立信濃小学校 武隈 幸平

3 実践報告

- ・ADコンバータを用いた地震についての授業実践 13
北広島市立東部中学校 岩渕 健持
・記録タイマーを使わない落下運動の速さの測定 15
北見市立東陵中学校 山中 高弘

4 科学クラブ育成活動

- ・札幌市内中学生の理科研究活動 18
札幌伏見中 前田 寿嗣
・疑問点を明確にする自由研究の指導 22
札幌市立札苗中学校 谷 正敏
・北海道南茅部高等学校における理科実験同好会の指導 26
北海道南茅部高校 渡邊 優輝

5 課題研究関連報告

- ・物理Ⅱ課題研究における生徒の実践及び研究発表について 30
北海道池田高校 新井 繁
・探求活動としての「卒業研究」 34
北海道鹿追高校 伊藤 新一郎

6 調査研究

- ・小学校教員の高校理科履修科目と理科指導項目 38
北海道立理科教育センター 永田 敏夫

7 国際教育活動参加報告

- ・第1回APEC青少年サイエンスフェスティバルにみる生徒の科学活動 50
北海道俱知安高校 佐々木 淳
・「放射線教育に関する国際シンポジウム（ISRE98）参加報告」 57
北海道札幌開成高校 鶴岡 森昭

tea room

- 「ベンチャー企業」訪問記 60
北海道札幌南陵高校 菅原 陽

- 第16回物理教育大会（北海道大会）のご案内 61
規約 62
原稿規定 63
依頼と原稿例 64

卷頭言

物理教育の翼を広げよう

日本物理教育学会北海道支部副支部長 永田敏夫

高校の物理に1982年物理IAという科目が導入されて、それまでの学問一辺倒の物理以外にも物理教育の方法があることが強く印象づけられました。おかげで、理科必修の時代に大きく落ち込んだ物理の履修率はかなり回復しました。物理教育は理工系をめざす者が大学受験科目として履修するだけの形態から、多くの分野の人が物理を楽しみながら実験や体験を踏まえて学ぶことができる学校での教育環境ができたのでした。

理工系の大学に進学しない生徒が、物理の実験をしてレポートを書き、発表をする。しかも、それをとても楽しんで、「子供ができたら一緒に物理の実験をしたい。」と言う生徒が現れるほどの素晴らしい実践報告がBUTURIサークルほっかいどうニュースに連載されたのも記憶に新しいところです。休み時間に物理実験室に来て実験したり、2年生が「3年生になったらあの実験テーマで研究発表するんだと」楽しそうに話す学校があります。理科クラブの研究発表大会で立派に発表し、質問に受け答えしてくれるそんな生徒が育っているのです。

どこの誰にでも、物理を学ぶ楽しさを味あわせてあげることができます。勿論、指導する先生が生徒の時代にたくさんの実験をやったり、科学史の内容を教わったわけではありません。むしろ逆でしょう。いろいろなことを契機に教員になってから、自ら貪欲に学び、自分なりの教授学習法を求めて創造活動をしているのです。

大学生の中にも中高一貫校で中学入試は、顕微鏡を実際に使ってみる試験だったとか、高校の物理はほとんど実験で説明は合間に聞く程度、夏休みには課題学習として全国各地へ行き、そこで鳴門の渦潮の様子を見たり発生の仕組みについてレポートを書いたりして、大学に入ってからは教官の開く子どもたちの科学教室で週末にボランティアをして手伝っている学生もいるのです。

物理は実に現代生活や研究の様々なジャンルで利用したり、かかわっている領域でどんな人にもフィットする物理があります。もちろん、対象は様々ですから、それぞれに対応できるようにするにはプロの専門性が必要です。高い専門性と知見があるからこそ楽しくわかりやすくなるのです。確かに、物理教育は効率よく専門教育の準備を提供し、入学試験にパスできるだけの力を身に付けさせることもあります。しかし、それだけではありません。成長期に長期間にわたって見続け高い専門性を育成していくこと、市民が教養や文化として楽しむ世界を提供すること、スポーツの技能向上や改善に分析性や総合性を導入すること、遊戯施設に新しいイベントを導入していくこと、科学ショーや科学タレントの企画や育成すること、科学技術関連商品や学習ソフトをよく売れるようにすること、科学技術の理解普及の振興をすすめていくことなど活躍の場、研究の場は無尽蔵です。

常に新しい物理学習の場を開発して提供し、社会に貢献していくことが物理教育の大きな役割です。物理教育学科は日本にはまだありません。学校教育、社会教育、教育行政、教育政策、科学産業教育、生涯学習、平和貢献、芸能等を含め物理教育を研究・推進する学科を物理教育学会として提起していきたいものです。新しい物理教育ジャンルに翼を広げ、躍動的な物理教育学を創造する21世紀をいよいよ迎えます。

分子運動からみたエネルギーの質の考察

(物理授業における仕事と熱の指導)

Discussing 'the Quality of Energy' in Molecular Theory
(Teaching 'Work' and 'Heat' in the Physics Class)

函館大学附属柏陵高等学校 片岡 久明
Hisao Kataoka (Hakuryo High School attached to Hakodate University)

Abstract

The new government curriculum guidelines will be implemented from the spring in 2003. As far as science education goes, there will be three categories : Basic Science, Science A where the focus is placed on 'energy' and 'substance', and Science B which deals with the global environment in relation to biology. In order to work out the existing environmental issues, it would be effective to clarify the concept of 'the quality of energy' and explain a variety of phenomena along with the concept. 'Work' and 'heat', which are the forms of energy transfer, were discussed from the perspective of molecular theory. Learning the nature of kinetic energy in the first phase made it easier for students to grasp the essence of 'work' and 'heat' as well as the differences between them. Understanding the essence of 'work' and 'heat' helps recognize the differences of conversion efficiency in each energy form, and thus leads to the learning of the fundamental concept of 'the quality of energy'. It was indicated that learning 'the quality of energy' could be an effective approach in dealing with environmental issues.

Keywords : the quality of energy, molecular theory, work, heat, physics class

1. はじめに

2003年の春から高校の新学習指導要領が実施される。理科においては理科基礎および、主にエネルギーと物質を中心とした理科総合A、生物をとりまく地球環境を中心とした理科総合Bの科目がつくられた。環境問題を解くにはエネルギーの質という概念を明確にし、それを用いて諸現象を説明することが有効である。エネルギーの質の概念を導入するには、まず仕事と熱についての概念を日常使用しているものから切り離し、物理における意味を明らかにする必要がある。さらに熱、熱量、熱エネルギー、内部エネルギーの意味を明確にし、使い分けることが重要である。これにより、エネルギーを量と質という二つの面から考える事が容易となり、移動形態である仕事や熱を、はっきり区別できるようになる。高校の物理授業において、生徒に指導する立場から、指導方法および注意点などを考察する。

2. 仕事と熱

日常では一般に、「仕事をする」とは働くことを、「熱がある」とは体温が通常より高いことを意味する。物理における仕事や熱という言葉の意味が日常のものと違うことを、最初に明らかにさせることが重要である。この基礎があって、エネルギーの質の概念が明確になる。仕事や熱量は式によって定義されている。物体を構成している粒子の運動する向きが、一様であるかという視点から補足説明することによって、生徒の理解が深まると考えられる。

Fig. 1 のようになめらかな水平面上に、質量10kgの静止している物体A（状態I）がある。この物体Aを水平方向に100 Nの力Fで5 mの距離Sだけ押しつづけた。空気等の摩擦はいっさいないものとすると物体Aがされた仕事Wは、

$$W = FS$$

(1)

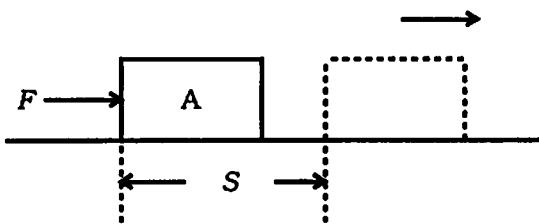


Fig. 1 Energy transfer in the form of work

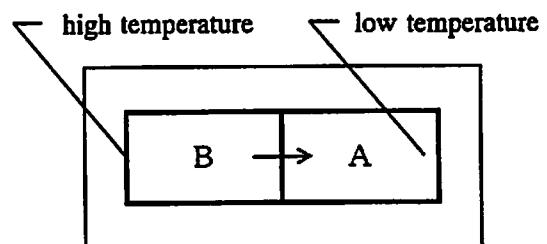


Fig. 3 Energy transfer in the form of heat

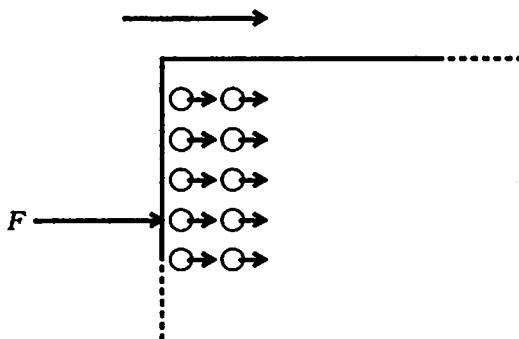


Fig. 2 Work at the microscopic level

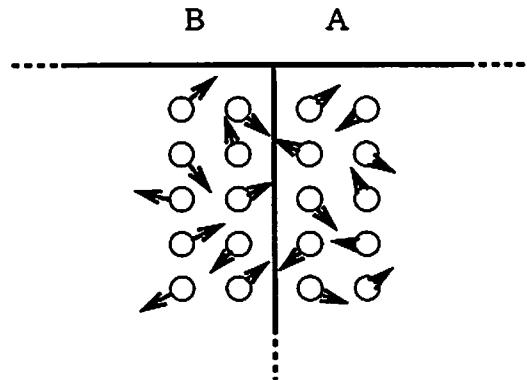


Fig. 4 heat at the microscopic level

により500 Jとなり、物体Aは10m/秒で等速直線運動をする（状態II）。物体Aは仕事をいう形でエネルギーを受取り、運動エネルギーが増加したと言える。仕事は、100%運動エネルギーに変換された。この時の様子を、物体Aを構成している原子や分子などのレベルでモデル化したものをFig. 2に示す。

物体Aが仕事をされたことによって、物体Aを構成している粒子は、一様な方向に運動していることがわかる。すなわち仕事を、物体を構成しているすべての粒子を一様に1つの向きに運動させることで、エネルギーを移動させる形態だといえる¹⁾。ここでは、後に述べる粒子の熱運動は、物体そのものによる運動と比較して無視できるものとする。

一方、物体Aに熱という形でエネルギーを移動させる場合をFig. 3に示す。物体Bは、物体Aと同じ物質、同じ質量であるが、物体Aよりも0.23 Kだけ温度が高いものとする。また物体Aと物体Bは外界から完全に断熱されているものとする。物体Bと物体Aを断熱された状態（状態III）から、接触させた（状態IV）。この時、高温の物体Bから低温の物体Aにエネルギーが熱という形で移動し、物体Aの内部エネルギーが増加する。物体Aの温度が0.115 K上昇して、物体Aと物体Bとが同温になったところで熱平衡に達する。質量をm、比熱を

c、温度変化をTとすると、移動した熱量Qは、

$$Q = mcT \quad (2)$$

で表される。物体Aと物体Bの比熱を0.435 J/g·Kとすると、物体Aの得たエネルギーは、およそ500 Jになる。物体Bから得た熱は100%内部エネルギーに変換された。熱の移動を原子・分子のレベルでモデル化したものをFig. 4に示す。

各物体を構成している粒子は、決まった位置のまわりで様々な向きに細かく運動（熱運動）している。状態IVから熱平衡に達するまで、各物体を構成している粒子の運動エネルギーの平均値は、物体Aよりも物体Bの方が大きい。物体Bの粒子の様々な向きの運動によってエネルギーが移動し、やがて各物体を構成している粒子の運動エネルギーの平均値が等しくなる。すなわち熱とは、物体を構成している粒子がそれぞれ一様でない向きに運動することで、エネルギーを移動させる形態といえる。

熱と仕事を違ひをTable 1に示す。仕事をやって物体の力学的エネルギーを増減させたり、熱によって内部エネルギーを増減させることが可能である。内部エネルギーは、分子レベルでの運動エネルギーに関する部分（熱エネルギー）と、結合状態に関する部分（相互作用

Table 1 The differences between work and heat

移動形態	仕事	熱
量	$W = FS$	$Q = mcT$
物体の移動	有り	無し
粒子運動の向き	一様	乱雑

のエネルギー）とに分けて考えることができる²⁾。絶対温度は、前者の平均値に比例する尺度である。

3. エネルギーの量と質

仕事による力学的エネルギーの増減、熱による内部エネルギーの増減は、前章で述べた通りであるが、逆の組み合わせを考えてみる。仕事による内部エネルギーの増減、仕事から熱への変換は容易に行うことができる。地球上では、現実に何らかの摩擦が働いており、物体の移動によって常に仕事から熱への変換が行われている。仕事をされて運動している物体が摩擦によって静止した場合、仕事は100%内部エネルギーに変換されたことになる。粒子運動の違いによって表現すると次のようになる。物体の運動にともなって一様な向きに運動していた粒子は、摩擦によってしだいにその向きの速度が減少していく。それと同時に、特に摩擦面に接している粒子の乱雑な向きの運動（熱運動）が激しくなる。物体が静止した時点で、一様な向きの運動は0となり、最初に粒子の持っていた一様な向きの運動エネルギーは、すべて乱雑な向きの運動に変換された。

気体の入っているピストンを断熱的に圧縮する場合をFig. 5に示す。加える圧力 P と気体の体積変化 V の積で表される仕事は、100%気体の内部エネルギーに変換される。ピストンを構成している粒子の一様な運動が、100%気体の乱雑な向きの運動に変換されたと言える。

一方、熱によって力学的エネルギーを増減させることは容易ではない。物体を熱することで、その物体が熱量に相当する運動を始めるなどということは、起こり得ないことがある。熱を力学的エネルギーに変換するためには、気体などの作業物質が必要となる。仕事は100%、力学的エネルギーに変換可能であるから、熱を仕事に変換する方法を考える。ここで注意すべきことは、単発的なものか、連続したものかを区別することである。カルノーサイクルの準静的な等温膨張は、単発的には熱を

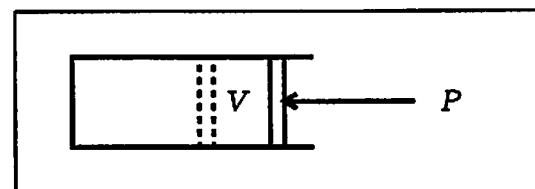


Fig. 5 Adiabatic compression

Table 2 Carnot cycle

過 程	作業物質	
	内部エネルギーの変化	温 度
1 等温膨張	$Q_1 - W_1 = 0$	T_H
2 断熱膨張	$-W_2$	$T_H \rightarrow T_L$
3 等温圧縮	$-Q_3 + W_3 = 0$	T_L
4 断熱圧縮	W_4	$T_L \rightarrow T_H$

Q_1 : 作業物質が高熱源から得る熱量

W_1, W_2 : 作業物質がピストンにする仕事

T_H : 高熱源の温度

T_L : 低熱源の温度

Q_3 : 作業物質が低熱源に与える熱量

W_3, W_4 : 作業物質がピストンからされる仕事

100%仕事に変換できることを理論的に示している。しかし連続した変換のためには、熱機関という道具を用いなければならない。カルノーサイクルにおけるエネルギーの移動の様子をTable 2に示す。 $W_2 = W_4$ であるから、サイクルが1回転した時に取り出せる仕事の大きさは、 $W_1 - W_3$ となる。熱機関に与えた熱量に対して、変換できる仕事の大きさの理論的な最大値は、カルノー効率で示される。高熱源の温度を T_H 、低熱源の温度を T_L とすると、カルノー効率 η_c は、

$$\eta_c = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (3)$$

となる。 T_L が0であるならば $\eta_c = 1$ となり得るが、熱力学第三法則によって否定されているため $\eta_c < 1$ である。すなわち理論的な熱効率の最大値は、高熱源と低熱源の温度によって決定され、100%になることはない。乱雑な向きに運動している粒子のエネルギー全てを、繰り返し、一様な向きの粒子運動に100%変換することは不可能であり、一部分は乱雑な向きの運動のまま残って

しまうのである。前章の例で、仕事によって運動エネルギーを得た状態Ⅱの物体Aと、状態IVから熱によって内部エネルギーを得た物体Aを比較してみる。どちらも得たエネルギーの量は500Jであるが、そこから仕事として取り出せるエネルギーの量には違いがある。ここで、エネルギーの量だけでは説明のできない性質が明確になった。この性質を説明するには、エネルギーの価値あるいは質という言葉が適切である。エネルギーの質が高いとは、得たエネルギーを高い割合で仕事に変換できることを意味する。

4. おわりに

エネルギーの量に関する保存則は、化学における質量保存の法則と類似していることもあり、比較的生徒に受け入れられやすい。しかしエネルギーの質についての指導方法は、十分であるとは言い難いのが現状ではなかろうか。省エネルギーとは、エネルギーの節約という意味であるが、物理では状態が変化してもエネルギーの総量は変わらないことを学ぶ。すなわちエネルギーの量を節

約するのではなく、質を節約することが肝要なのである。質の節約とは、質の無駄な低下を防ぐことであり、これこそがエネルギー問題、環境問題を解く大きな鍵である。エネルギーの質という考え方を生徒に正しく理解させるために、物質を構成している粒子の運動の向きに注目した。分子レベルにおける秩序の度合いを考えることは、エントロピーや自由エネルギーを学ぶ基礎にもなる。これを指標とすることにより、エネルギーの移動形態である仕事と熱の違いが明確になった。エネルギーの形態による変換効率の違いから、エネルギーの質の概念を導いた。エネルギーの質の高低を考えて利用することが、無駄な熱を出さずに環境を守ることになる。生徒の正しい理解と実行は、小さくとも着実な一步となろう。

参考文献

- 1) Peter W. Atkins :「エントロピーと秩序」日経サイエンス社 p. 64, 1996
- 2) 伊庭敏昭 :「絵とき 热力学早わかり」オーム社 p. 43, 1997

Windows 95 上での Delphi による計測・制御

— プリンタポートを用いた AD コンバータによる計測 —

北海道立理科教育センター 大久保 政俊

1. はじめに

Windows になってハードウェアを直接アクセスすることが制限されるようになって、自作の周辺装置を接続して動かすことが難しくなっている。例えば Visual Basic で I/O ポートを通してアクセスしようとしたら、他の言語（例えば Visual C++）で作った DLL ファイル（I/O ポートを通してアクセスするように作成）を Declair の宣言文で読み出さなければならぬ。つまり、Visual Basic でできない点を他の言語で作成した DLL ファイルで機能追加することになる。そのためには事前に DLL ファイルを Windows 95 のシステムにコピーしておく必要が出てくる。また完全実行形式の実行プログラムはできないので、プログラムを配布のときに DLL ファイルも一緒に配布するわざわしさがある。

では、Windows 上で I/O ポートを直接制御できる C++ を使えばという話になるが、C 言語に特有の何でも設定しなければならぬ、私のような素人にはグラフィックの部分の表示はなかなか難しく手ごわい。それよりはグラフィックを表示するコンポーネントを貼り付けて時間をかけずに簡単にプログラミングできる言語の方が楽である。

ところで、Borland 社（最近 Inprise 社に改名）から出ている Delphi という言語は、Pascal 言語であるが、実際に使ってみるとコンパイルや実行速度が速く、また API 関数も Declair の宣言文なしに関数のように直接呼び出すことができる。また容易にアセンブラーが使えるので直接 I/O ポートを制御することもできる。また 100 近くのコンポーネントがついていて簡単に機能が追加でき、かつ完全実行形式の実行ファイルができる。大変優れものである。Visual Basic もコンポーネントがついているが、これを使って他のコンピュータで実行形式のプログラム（EXE ファイル）を動かそうとしたらコンポーネントに対応する OCX ファイルをシステムに次から次へとコピーしていかなければならない。Delphi と違って Visual Basic は完全実行形式のファイルを作成できない。学校現場でこども達や先生方に自作のプログラムソフトを自由に使ってもらうためにはどうしても完全実行形式の実行ファイルが必要である。

ここでは、従来 MS-DOS 上の Basic で動かしていた AD コンバータを Windows 95 上の Delphi のアセンブラーを使って I/O ポートを制御し、動かせるようにしたこと（当然ながら完全実行形式の EXE ファイルができる）について簡単に紹介する。また、AD コンバータについての改良点もあわせて述べる。

2. AD コンバータについて

リニアテクノロジー社の AD コンバータ LTC1098 は消費電力が小さく、パソコン本体（プリンターポート）から作動電源を供給することが可能である。AD コンバータは逐次変換方式で、サンプルアンドホールド内蔵の 8 ピット AD コンバータで 2 チャネルで使用することができる。また入力インピーダンスが高く各種センサーを直接接続できる。プリンタポートを用いた回路図を示す。

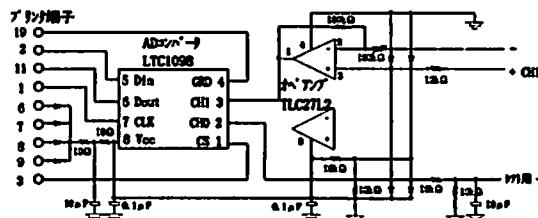


図 AD コンバータ回路図

図を見てわかるように同じ基板上にオペアンプ TLC27L2 をつけて增幅できるようにしてある。なおオペアンプは 2 個内蔵されているが 1 個のみ使用している。AD コンバータの入力範囲は 0~5 V なので、使うセンサーが正の出力電圧のみのときは回路図の右上の CH1 (1 チャネル) 端子と - 端子を使用し、可変抵抗で增幅をする。正負の電圧を出力するセンサーの場合には CH1 の + 端子と右下のシフト用 - 端子に接続する。10 kΩ の抵抗を 2 個使ってプリンタ端子からの電圧 (約 5 V) を分圧して約 2 V 底上げをしている。底上げの値は CH0 (チャネル 0) の値を読むことで確認できる。なお、10 kΩ の抵抗の 1 個を可変抵抗にして底上げの電圧を変化させることも可能である。底上げした 2 V にセ

ンサーの出力電圧を重ねてオペアンプに入力して増幅している。従って、センサーの出力電圧の最大の絶対値は数100mVを対象にしている。

3. Delphi による I/O ポートの制御・計測

Delphi の中ではバスカル言語の中で簡単にアセンブラーが使用できる。始まりに `asm`、終わりに `end` を入れるだけである。例えば LTC1098 の 7 ビン CLK を High と Low にしてクロックさせるとしたら、プリンタポートの 1 番ピンの電圧を High と Low にすれば良い。ただし、AD コンバータの電圧をプリンタの 6~9 番からとっているので 6~9 番も同時に High にしなければならない。

NEC の PC9821 シリーズのパソコンではポートが PC9800 と変更がないので（プリンタポートは (* . で同じ LSI を使用）、N88Basic でやっていたことがそのまま使用できる。

* Delphi のプログラム例

```
asm      ← アセンブラーの始まり
    mov al, $F   ポート46に15(16進数でF)を出力
    out $46, al  (プリンタ端子の1ピンがHigh)
    mov al, $E   ポート46に14(16進数でE)を出力
    out $46, al  (プリンタ端子の1ピンがLow)
end;      ← アセンブラーの終わり
```

これは N88BASIC での `OUT &46, 15 OUT &46, 14` に対応する。

4. 測定例

マイクによる音声及びコイルと磁石による電磁誘導を測定した時の電圧の変化をグラフに示す。

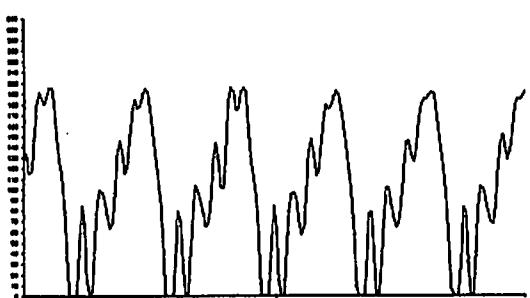


図 音声 (a) の波形

上図は音声（あの声）を取り込んだ結果である。Pentium166 で 40 ms の間のサンプリング数は 200 である。1 秒間に 5,000 個データを取り込んでいる。入出力のみアセンブラーをしているだけであるが、CPU が速くなっているので音声波形のおおよその形は再現している。入出力以外にもアセンブラーを使ってレジスタにデータを保存するようにすると 1 秒間当たりのサンプリング数がずっと多くなるが、機種依存性が出てくるのでこの程度にしておくほうがよいのかもしれない。

図はコイルにさしこんである棒磁石を引き抜いたときに生じる電圧変化（電磁誘導）を測定した結果である。

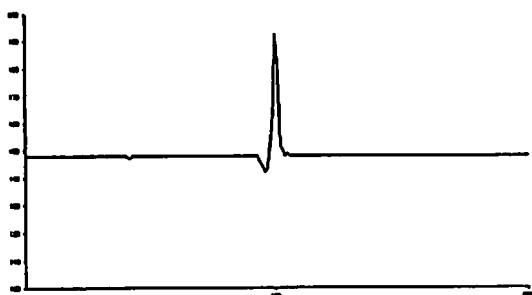


図 電磁誘導の電圧波形（コイル内の磁石を引き抜く）

20 ms 毎に 1 回ずつサンプリングして、そのつどグラフに値をプロット表示をしている。Delphi を使うとデータを配列に保存しなくともこの程度の速さの取り込みは楽にでき Delphi の実効速度の速さが実感できる。

5. おわりに

Windows になって計測が難しくなってきたが、Delphi でアセンブラーを使うと簡単に I/O ポートの制御ができる、MS-DOS 時代の計測装置も復活可能である。また、Windows のグラフィックを利用したグラフ表示は MS-DOS 時代のときよりはずっと容易で効果的である。

参考文献

- 1) 中村隆信、田中佳典：LTC1098を用いた科学計測、北海道立理科教育センター研究紀要第 5 号、1993
- 2) 中村隆信、萬木 貢：LTC1098を用いた簡易型 A/D 変換ボードの製作と化学実験教材 日本化学会第 67 春季年会講演予稿集 I、1994
- 3) 大久保政俊：物理におけるコンピュータの活用 全国理科教育センター研究発表会物理部会研究集録、1998

- 4) 平成10年度文部省情報教育指導者講座「高校理科」
および「理科指導主事」テキスト、北海道立理科教
育センター、1998
- 5) 田中佳典：パソコンを計測機器として使用する方法
の検討 北海道立理科教育センター 平成4年度後
期長期研修集録、1993
- 6) ポーランド Delphi 3 ユーザーズガイド イン ブ
ライズ (旧ポーランド) 株式会社、1997

直結型バキュームフォームによる レリーフプレートの製作

稚内商工高校 河田淳一

プラスチックの板（以下プラ板）は加熱すると塑性変形する。この柔らかくなったプラ板を型に押し付けると立体複写ができるが細かいところまでの再現は望めない。この技法をヒートプレスといい単純な型を複写するのに用いられる。

バキュームフォームとはヒートプレスを改良した技法で掃除機による減圧と大気圧を利用して型の細かいところまで複写し再現する技法である。

[キーワード] プラ板 塑性変形 ヒートプレス バキュームフォーム 大気圧

1. はじめに

ガンプラ（ガンダムのプラモデル）も20周年を迎えた。筆者も中学生の頃から現在に至るまでただ組み立てただけの素組みから塗装、改造まで様々な技法を経験してきた。改造の分野でヒートプレスという技法が流行した時期がある。プラ板を加熱し柔らかくして様々な型に押し付け形を出すのである。これで肩の部品を大きくしたり、オリジナルの盾を作ったりしたものである。しかし、この方法では大雑把な曲面や形しか再現できない。このヒートプレスを改良した技法がバキュームフォームである。ヒートプレスの内側を掃除機で減圧し、外部の大気圧で滑らかな曲面や形を再現するという凝った技法である。欠点は特殊な用具が多くなり手軽に楽しめないところにある。そこで、最小限の用具で手軽に楽しめるバキュームフォームの装置を開発し、98年度北海道地区の科学の祭典で演示した状況などを報告する。

なお本技法は金型を作る財力を持たない個人の量産技術として利用され、輸入プラモデルに見ることも多い。但し立体として組み立てるには熟練の技術が必要とされるので、レリーフプレートにするのが手軽である。

2. 装置の詳細

バキュームフォーム本体は5,000円程度で市販されている。しかしプラ板がメーカー指定サイズで小さく、加熱器や掃除機は別売りであるため自作した方が結果的に安上がりである。

模型誌等を参考にすると割と簡単に装置が作れる。大日本絵画社の「モデル・テクニクス2」が最も参考になる文献である。さらに工夫を加えて中古の掃除機を直結するように設計した。これにより手軽にバキュームフォーム

ムを楽しめる。図1は掃除機を立てて直結し、スイッチを側面につけた様子を示した物である。

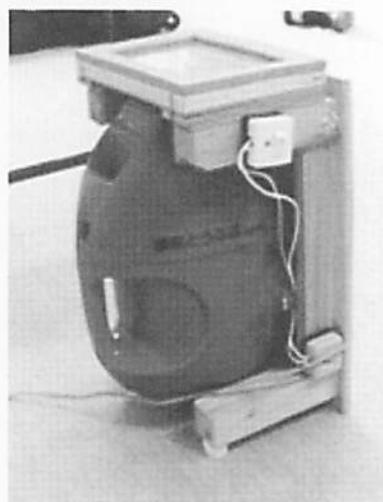


図1 バキュームフォームの本体

量産するためにはプラ板の切り出しを簡単にする必要がある。一般に市販されているプラ板は256mm×364mmであり、これを単純に半分に切ることで256mm×182mmと図2のように子どもが持つのに手頃なサイズになる。

逆に25cm×18cmときりのいい数字にした場合は切り出しの手間がいたずらに増えるだけである。

これに合わせて固定用フレームの大きさを決める。木製のフレームに粘着テープでプラ板を固定し、加熱の治具とする。これがないと掃除機で吸引したときに形が歪むためしっかりと作る必要がある。

プラ板に引火した場合有毒ガスが出て大変危険である。したがって加熱は炎の出ない電熱器でなければならない。

それでも子どもが扱うのは危険なので加熱は演示責任者が行う。

立体複写をする型は木製が良い。プラスチックならば融着する可能性があり、金属製では熱が奪われ立体複写が終わらぬうちに冷え固まる場合がある。木型は市販品や彫刻刀で版画用の木板を彫った物などが利用できる。

3. 演示

プラスチック板に複写したい木型を子どもがバキュームフォームの上に自由に並べる。

並べた始めた時点で、演示者はプラスチック板を満遍なく加熱し始める。

並べ終わるころにはプラスチック板が十分に柔らかくなっているのでバキュームフォームに被せて、子どもにスイッチを入れさせる。瞬間に立体複写が完成するので子どもは確実に驚く。

冷ましてから子どもに渡し、マジックなどの塗料で着色して仕上げさせる。材質がプラスチックなので、あと



図2 プラ板と子どもの大きさの比較

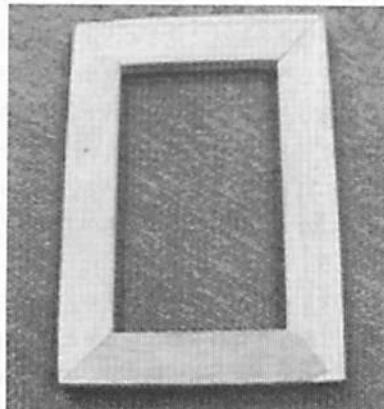


図3 プラ板固定用木製フレーム



図4 600 W の電熱器

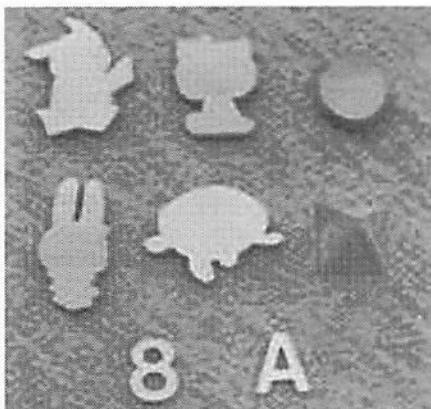


図5 数々な木型



図6 木型を並べる子ども

色して仕上げさせる。材質がプラスチックなので、あとは工作中に利用するなど子どもたちの工夫が期待される。

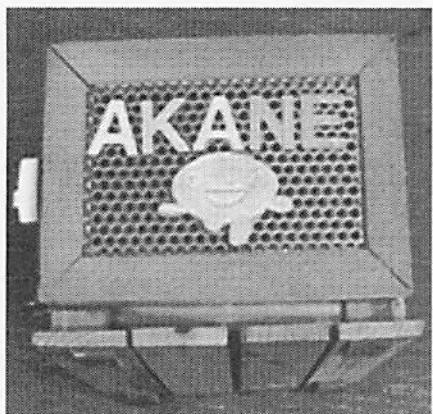


図7 バキュームフォーム上の木型



図10 完成品



図8 スイッチを入れる子ども



図9 着色を楽しむ子ども

4. おわりに

科学的には「物理変化」と「化学変化」、「塑性変形」と「弾性変形」の違いについて、掃除機による吸引で内部の気圧が減圧されること、大気圧が物体の表面に満遍なく加わっていることについて説明するべきである。しかし、子どもたちには難しい理論よりも自分が並べた木型の精密な立体複写が、自らの意志でスイッチを入れることにより瞬間に誕生するという目で見る不思議を体験しておくことの方が重要なのかもしれない。

98年度北海道地区的科学の祭典室蘭大会が第一回の演示であり、その後札幌・北見大会、浜頓別高校での科学部研究発表大会、個人で演示等して500枚近くのレリーフプレートを作成してきた。一般に女性に人気があり、9割近くを占める。無料配布ということもあり、大きな大会では行列ができる演示者は休む暇もない。

しかし当初の目的であったプラモデル改造用の部品は10枚程しか作っていない。このバキュームフォームで部品を作るととても軽く作れるので中空の大きな模型を作るのにプロも利用している。外国製の輸入プラモデルでは飛行機の翼や戦車の胴体に見ることがある。組み立てには内部補強をしつつ合わせ目を見せないという熟練の技術が必要であり、現代のはめ込み式で着色済みのプラモデルに馴れた子どもには難易度が高い。このような点でも工作能力の低下に拍車をかけていることは否めない。理科離れが叫ばれて久しいが、子どもの工作能力も確実に低下している。

バキュームフォームという技法があり、それを利用することで様々な部品が作れることを知るだけでもよい。実際にこの技法は家庭にある器材で誰にでもできる。ただ可燃物と熱を使うので安全には充分注意してほしい。

研究ノート

空中を飛び交う電波をとらえる

～ゲルマニウムラジオ作りを通して～

札幌市立信濃小学校 科学クラブ担当 武隈 幸平

科学の楽しさを求めて科学クラブに入ってくる子ども達と、ゲルマニウムラジオ作りを何度も取り組んできたが、なかなか簡単には空中を飛び交っている放送電波を捕らえることができず、子ども達の興味や関心も半減してしまうことが多かった。

1999年度の科学クラブで取り扱うか迷っていた時、「BUTURI サークルほっかいどうニュース」の中で、これまでの問題点を解決する記事が紹介されていた。早速、追実験を行ってみた。見事に成功したので、以下に発展させた実験を含め紹介する。

1. 空中を飛ぶ電波をとらえる

(1) 電磁波レベルメータで

LED 付の簡潔なものを使い、身の回りのTV、蛍光灯、パソコン、携帯電話から目には見えない何かが出来ている事を光と音で知る。

(2) おもちゃのピッピーポケベルで

多くの先生が教材として利用したもので、中はブラックボックスであるが、送信側から確かに目には見えない電波が出ている事を、子ども達は楽しく学ぶことができる。

このポケベルを使えば、電波の性質についての様々な実験をすることができ、送信側、受信側についているアンテナの働きもわかる。

(3) ゲルマニウムダイオード検波器で

図1に示すように、ゲルマニウムダイオードを2個直列につないで倍電圧回路にし、送信状態にした。モービル用トランシーバの近くに持っていくと、検波器につけたモニタ用のLEDが点灯する(以下、この検波器をゲルマ検波器と記す)。

子ども達は、この実験で使ったゲルマニウムダイオードや LED の名を覚えた。この実験を通して、LED を光らせる働きをする電波がトランシーバーのアンテナから出て、検波器のアンテナに入ってきたこと、

LED を光らせる働きをしているものが、ゲルマニウムダイオードであることが感動を持って知ることができるのである。

また、この検波器は、室内インテリアとしても楽しめる「ネビュラーボール」から発生する高周波もとらえ、LED が点灯する。



図2 ネビュラーボール

(4) ゲルマ検波器で放送波をとらえる

学校に昔からあって廃品同様であったが、しっかり聞くことができる AM 用のラジオを入れ、子ども達に『どうして放送を聞くことができるか』と質問してみると、上記の実験から、電波をとらえるものがラジオの中に入っていることに気づくだろう。

次に裏ふたをはずしてラジオの中を見せる。卓上ラジオなので、中の部品が大変わかりやすい。もちろんラジオとしての分離、感度を良くした中間周波数を利用したスーパー方式であるので、部品数は多いが電波をとらえるアンテナ、検波の働きをするトランジスタ等は子ども達にも理解できる。

いよいよ『自分たちも電波をとらえてみよう、自分でラジオを作って聞いてみよう』という意欲に掻き立てられる。

(3)で使ったゲルマ検波器の LED の足にクリスタルイヤホンをミノ虫クリップで接続し、アンテナ線を、

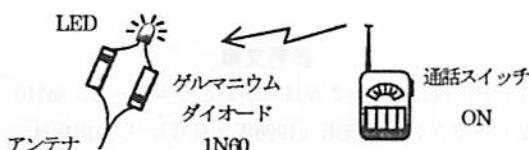


図1 トランシーバで点灯する検波器

手稻山方向のアルミ製窓枠に固定して、クリスタルイヤホンを耳に当てさせる。自宅では中継所が近いので、NHK第二をとらえる事ができたが、厚別区にある学校では無理だった。ここで以前に使ったコンデンサ(ポリバリコン)とコイル(バーアンテナ)を同調回路にしたゲルマ検波器(ゲルマラジオ)を使って学校をあちこち調べる。回路図は図3に示す。校舎北側の窓枠で、やっとかすかにHBCの電波をとらえる事ができた。感度が上がらず疑問が残る。

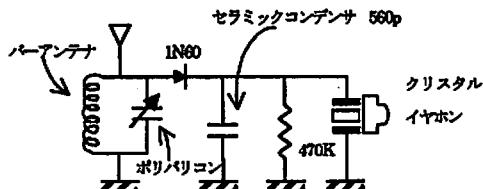


図3 ゲルマラジオと回路図

(5) ウルトラループアンテナの登場

電波を音としてとらえるゲルマラジオにこだわってきて、冒頭でも述べたように、やっと成果を上げる時がきた。これは、つくば市高エネルギー研によって一般公開された工作教室で紹介されていた“アンテナのいらないゲルマラジオ”というものである。図4の回路図に示すように、これはコイルとコンデンサを並列につないだLC並列共振回路(図3)で同調をとっている。大掛かりなダイポールアンテナ(電界動作)に比べ、どこへでも移動が可能で、簡単に製作できることが、何よりの利点である。クラブ活動の前に、実験をしてみたところ、HBC、NHK第一、NHK第二が次々と入ってきたので、大変感動した。磁界で動作するループアンテナの威力は絶大なので、きっとクラブの子ども達を楽しませることができるだろう。

次にコンデンサをはずしたらどうなるだろうかと考え、試しにはずしてみたところ、最も強かったHBCが入ってきた。改めてループアンテナの威力がわかり、これをウルトラループアンテナと呼ぶことにした。

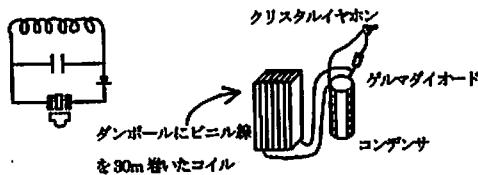


図4 アンテナのいらないゲルマラジオ

(6) 検波の原点をさぐる

高周波にのって空中を飛び交う電波を捕らえるための次の課題は、ゲルマニウムダイオードに代わって検

波の動きをするものを、身近なところから探して実験することである。

何十年か前に、鉱石ラジオとして方鉛鉱に探針を接触させて検波を再現する実験が、科学する子ども達を育てるために意義があるだろうと考えたことがあった。

そこで、以前に電子雑誌から得たことをヒントにゲルマニウムダイオードを回路からはずし、検波できるか試みた(図5)。

図5(A)のように、シャープペンシルの芯を探針として、あらゆる金属を調べてみたところ、図5(B)のカッターナイフの刃が、最も良い結果を示すことがわかった。自宅で調べ時にはNHK第二が入ってきたが、学校では残念ながらどの局も入ってこなかった。昔の背刃のカッターナイフも試したが、結果は同じであった。今後、適した素材を探していきたい。

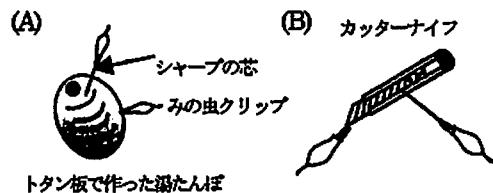


図5 ゲルマニウムに代わる検波器

2. おわりに

近年では、あらゆる電子機器が高度に発達し、生活が便利になった反面、部品もバーツ化し、昔のように機械をバラして電子機器や、部品の仕組みや働きを知る事は、ほとんどできなくなってしまった。また、故障すれば機器の内部が高密度化、ブラックボックス化しているので、『調べてみよう』、『直してみよう』という気が起きないのが現状である。このような訳で益々、科学嫌い、電気嫌いが起こるのではないだろうか。

デジタル化が加速する現在、目には見えない電波が音となって再現される仕組みを知り、自分で作ったラジオから放送が聞こえてくる喜びを、今年度のクラブ員33人も味わってくれるだろう。

最後になりましたが、この投稿を勧めてくださった菅原先生、永田先生にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) BUTURIサークルほっかいどうニュース, No110
- 2) トランジスタ技術(1998年2月号), CQ出版社
- 3) エレクトロニクスライフ(1995年9月号), 日本放送出版協会

実践報告

ADコンバータを用いた地震についての授業実践

北海道北広島市立東部中学校 教諭 岩渕 健持

地震については中学校でも扱っているが、積極的に波の伝わり方、初期微動（P波）、主要動（S波）について視覚的に訴える教材が少なかった。平成8年度の北海道立理科教育センターの長期研修で岡久保幸教諭が作成した地震シミュレーション装置を用いて、2つの波形をADコンバータで記録して画面に表示し、実際の地震の波形と比較することで、より地震波について視覚的な理解を深めることを目標とした。以下に実際に授業記録を載せて報告する。

1. 実施日時、場所

日 時 平成10年11月10日 5校時

場 所 北海道北広島市立東部中学校

3年C組 34名 岩渕 健持 教諭

2. 授業内容

本時 I章 活動する大地

1 ゆれ動く大地 観察

地震によるゆれを調べよう（2校時目）

3. 到達目標

地震によるゆれには2種類（初期微動、主要動）あることを見いだす。

- (1) 地震シミュレーション装置の震源、震央を正しく指摘することが出来る。
- (2) 地震による波の伝わり方をつかむことができる。
- (3) 地震による観測点でのゆれ方をつかむことができる。
- (4) 地震シミュレーション装置による地震と実際の地震はほぼ同じであることが理解できる。

4. 授業の流れ

- (1) 前の時間に押された重要事項の確認（震源、震央）のためコンピュータでアニメ中学校理科3年第2分野（アドウィン）を見る。
- (2) 地震発生時に撮影されたビデオを見せる。
阪神淡路大震災記録 テレビ朝日作成ビデオ
- (3) 地震シミュレーション装置によるゆれの伝わり方、観測点での揺れを観察する。
地震シミュレーション装置（地震波モデル実験装置、図1）

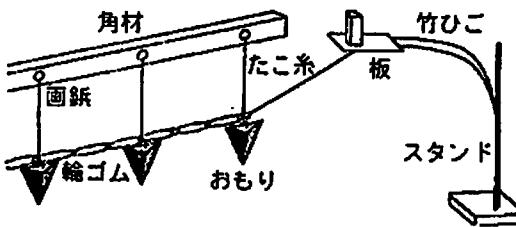


図1 地震シミュレーション装置
(理科教育センター平成8年度長期研修生
岡久 保幸 教諭 作成
平成9年度東レ理科教育本賞受賞作品)

- (4) 地震のゆれによる波形には2種類あることをつかむ。
地震シミュレーションのゆれを地震計（ADコンバータを使用）（図2）で計測し、波形が2つの部分（初期微動と主要動）に分かれるることを確認させる。

* 地震計

電磁誘導を利用している。地面に対応する板のゆれに応じて磁石が上下、左右に揺れることによってコイルに発生する起電力を計測する。

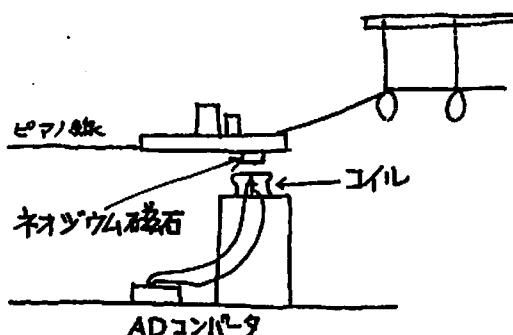


図2 地震計

図2のようにネオジウム磁石を板の裏に取り付け円形コイルを下に置くだけで簡単に2種類の振動を電磁誘導を使って記録できるようにしたことがアイデアである。従来ある縦と横の振動を別々に測定する装置よりずっと簡便であり、またこちらの方が本質的である。

- (5) 実際の地震のゆれも地震シミュレーション装置によるゆれと同じ特徴（初期微動、主要動）をもっていることをつかませる。

地震のホームページより実際の地震によるゆれの波形をみて、ADコンバータで計測したゆれの波形と比較する。（図2と図3の比較）

- (6) 地震によるゆれには初期微動と主要動の2種類があることをつかませ、まとめる。

5. おわりに

地震シミュレーション装置を用いて、2つの波形をADコンバータで記録して画面に表示し、ホームページからの実際の地震のゆれと比較することで、生徒は、興味・関心を持ち意欲的に授業に取り組んでいた。

また地震計のしくみについても2年の電磁誘導で学習したことともとに質問などしてしくみを理解させ、ブラックボックスにならないように配慮した。

今回の授業はコンピュータを使い、さらに視聴覚機器を使ってモデル実験ではあるが理論中心ではなく視覚的に生徒に訴える授業を試みた。地学分野での計測もこの

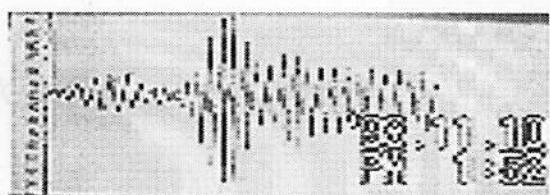


図3 地震シミュレーション装置でのゆれの波形
(ADコンバータで計測)

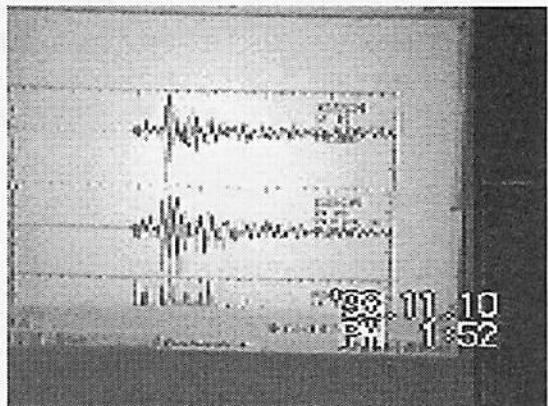


図4 実際の地震のゆれの波形
(ホームページより)

ようにモデル実験によるシミュレーションとして扱うことでも応用が広がり、より有効となる。



実践報告

記録タイマーを使わない落下運動の速さの測定

中学校第一分野

北海道北見市立東陵中学校 山 中 高 弘

中学校の物理分野の中で、3学年の『運動とエネルギー』の単元は、はっきり目で見えない運動のようすを法則化し、数式であらわすにはなかなか難しい単元である。さらに、実験結果を処理する上で、数学的な思考も必要とされるために生徒の中でも苦手意識が多いようである。特に物体の運動を調べるために今までには主に記録タイマーを使って、平面をすべる物体の運動（等速直線運動）や空気中を落下する運動（重力加速度運動）を測定していた。しかし、記録タイマーの扱いのしにくさ、機械とテープの間の摩擦による誤差などが、以前から気になっていた。そこで、今回、記録タイマーを使わないでも、扱いやすく、誤差の少ない方法を考えた。

1. 従来の測定方法とのちがいと工夫

教科書によると、今までの『落下運動の速さの変化』は主に、記録タイマーを用いて、測定するように指導してある。市販されている記録タイマーには交流用・直流用・打点式・回転式など、さまざまな方法があるが、どの方式も記録テープを使うことにより、装置とテープの摩擦が生じること、中学生の生徒には長い記録テープが扱いづらいこと、生徒一人一人に実験させると思いの他、テープが大量に必要であることがあげられる。また、記録タイマー自体も壊れやすいしくみになっていることが難点である。

また、最近では各教材メーカーより、光センサーを利用した速度測定用具などが販売されているが、高価であることと操作が難しいことなどで、実際には活用しづらいものである。

そこで今回、株式会社「ハドソン社」から発売されているミニ4駆用のスピード測定装置『ビースピ』(BeeSpi)を使って、物体の落下を測定することで、運動のようすを調べるように工夫した。

2. 学習意欲を高める

まず、生徒に『ビースピ』を紹介する。装置はいたって簡単なものだが、速さの測定・ラップタイムなどを測定できること、光センサーを使っていることから、かなり正確に測定できることなどを説明する。さらに、学習課題に対して、興味関心を持たせるために、男子生徒なら誰でも小学生時代に遊んだ経験がある、ミニ4駆の速さを予想を立てて、測定させる。またこのときに、100mの世界記録者（約10m/秒）やマラソン選手（約20km/時）などと比較させ、生徒の興味や関心



《写真1》

を高める工夫も行った。

3. コンピュータの活用

本校では、1昨年より、コンピュータが40台導入され、各教科で活用されている。理科の学習の中でも活用されているが、今回の速さの測定においてもコンピュータを積極的に活用して、データをまとめることを行いたい。



4. 教材の工夫と実験方法

(1) 準 備

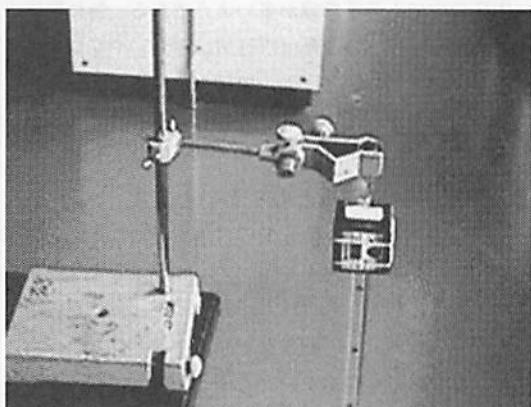
- ◆ ピースピ
- ◆ アクリル管 (1 m)
- 10cmごとにしるしをつけてある。
- ◆ ピー玉
- ◆ スポンジ

(2) 実験方法

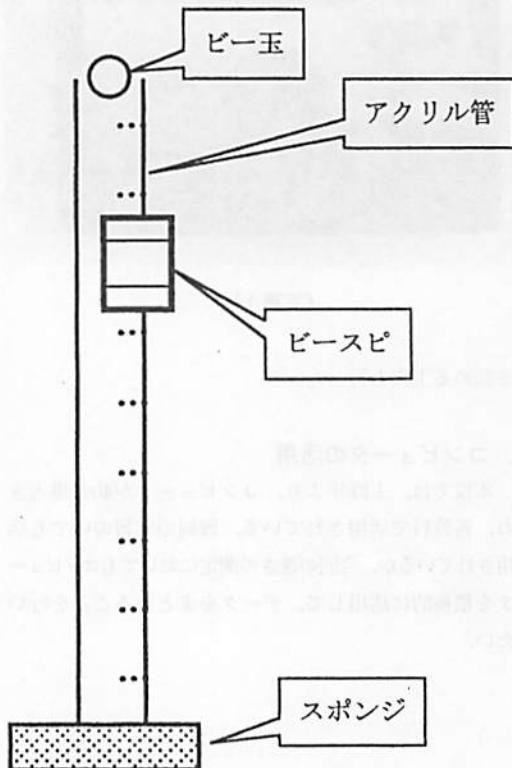
実験の方法はきわめて簡単である。アクリル管の中をピー玉を落とし、その速度を『ピースピ』で測定するのである。実際には図のように、1mのアクリル管を立て、10cmごとにマジックで線を書く。そして、ピースピの内側にある2個の光センサーのちょうど間にマジックのしるしがくるように、セットする。ピースピのスイッチを入れてから、ピー玉を落としてその速度を測定する。その後、ピースピを移動させて、10cmごとの線にあわせて、その速度を測定する。同じ高さの所で3回速度を測定し、その平均を数値として残す。測定の際はピースピの表示に出てくる単位はkm/時であるから、36倍して、m/秒になおす。

実験中に注意する点はピー玉をできるだけ自由落下に近づけること。アクリル管を地面に対して垂直に立てることが必要である。

なお、表計算ソフトエクセルで実験結果を処理する場合には、一番上の行のセルには数値を入力し、それ以降は次の式のように式を入れてあり、自動的に速さや時間・距離を求めることができる。



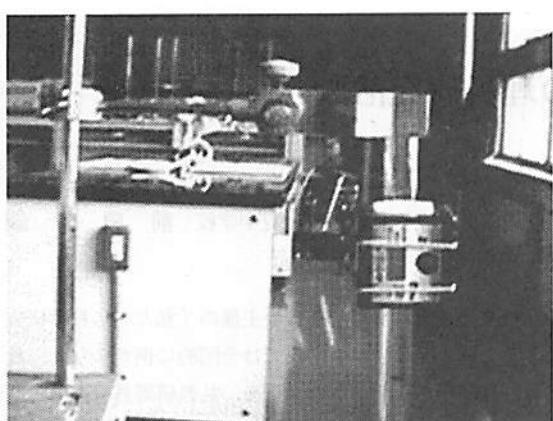
《写真2》



《図1》



《写真3》



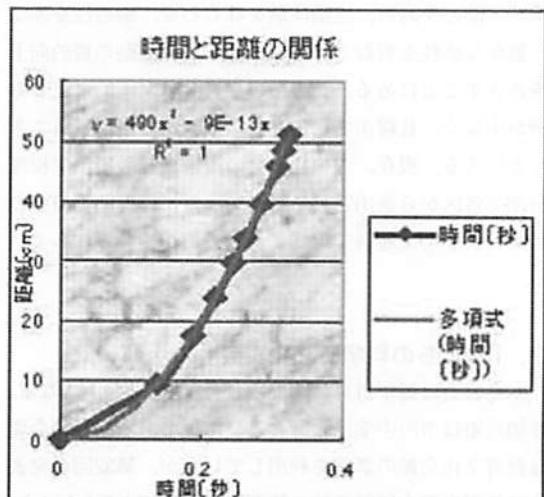
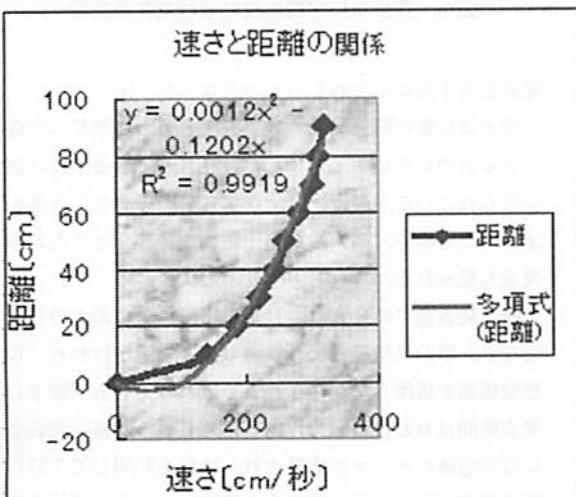
《写真4》

《表1》エクセルの表の内容・式

セルの項目	セルの数値・式
速さ(km/時)	ビースビの数値
速さ(m/秒)	(数値)×36
時間(秒)	速さ÷980
距離(cm)	490×(時間) ²
距離(cm)	実際の距離

《表2》時間と距離の関係・表とグラフ

速さ(km/時)	0	4.5	6.4	7.3	8.2	9	10.05	10.8	11.13	11.4
速さ(m/秒)	0	162	230.4	262.8	295.2	324	361.8	388.8	400.7	410.4
時間(秒)	0	0.165	0.235	0.268	0.301	0.331	0.369	0.397	0.409	0.419
距離(計算上…)	0	13.39	27.08	35.24	44.46	53.56	66.79	77.13	81.91	85.93
距離(実際の…)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90



科学クラブ育成活動

札幌市内中学生の理科研究活動

札幌市立伏見中学校 前田寿嗣

札幌市内の中学生による科学研究発表の場として、札幌市中学校文化連盟科学専門委員会主催の「私たちの科学研究発表会」が毎年11月に開催されており、今年で32回目を迎えた。この種の発表会は中学校では全国的に例が少なく、札幌市は先進的な取り組みを実践してきたといえる。この発表会は、1968年から開催され、以後、札教研野外・課外専門委員会の教師が運営の中心となりながら、中文連活動の一翼を担ってきた。発表会のねらいは、日常の授業、クラブ、部活動などによる研究成果を発表し合う機会を設けることにより、科学にたいする興味・関心を高め、感動体験を味わわせ、創造性を伸ばし豊かな感性を育むとともに、科学研究活動の質的向上をめざすことにある。

参加校はここ数年12~15校であり、発表テーマ数も25~30となっている。参加数が伸び悩んでいる原因是、科学部のある学校が限られていること、多忙な指導者が多いこと、科学研究発表会の活動があまり一般に知られていないことなどがあげられる。しかし参加した生徒にとっては、中学時代の貴重な体験の一つとなっており、その後の進路にも少なからず影響を与えている。科学研究発表会は、選択理科の授業や総合的な学習の成果発表の場としてもとらえることができ、その重要性と存在意義はますます高まるものと考えられる。

1. はじめに

札幌市では、札幌市中学校文化連盟が組織されており、市内中学生の文化系諸活動の発表や交流が盛んに行われている。札幌市中学校文化連盟（以下中文連と略す）は美術、書道、音楽、文芸、科学、演劇の6つの専門部からなり、各校に各専門部に属する担当教員が決められている。科学専門委員会は1970年に組織されたが、その活動のメインとなる「私たちの科学研究発表会」は1968年からすでに始められている。この発表会のねらいは、中学生の日常の授業、クラブ、部活動などによる研究成果を発表し合う機会を設けることにより、科学にたいする興味・関心を高め、感動体験を味わわせ、創造性を伸ばし豊かな感性を育むとともに、科学研究活動の質的向上をめざすことにある。この種の発表会は全国的に見ても例が少なく、札幌市では先進的な取り組みがなされてきたといえる。現在、この発表会の運営は札教研中学校理科部で各区から選出される野外・課外指導専門委員会の教師および中文連科学専門委員会役員が中心となっている。

2. 「私たちの科学研究発表会」の活動

本発表会は毎年11月に開催され、今年度で32回目となる。参加対象は市内中学生教師および市民である。発表会場は教育文化会館の講堂を利用していたが、第32回の発表会は札幌市青少年科学館の特別展示室に移すことができ、



図1 青少年科学館に設けられた発表会場

発表会の主旨にふさわしいものとなった（図1）。

発表は日常の研究活動の成果をまとめた科学部の生徒によるものが多いが、科学部の設立されている学校は数が限られている。最近では、選択理科の授業での成果をまとめたものや、個人的な自由研究を発展させた内容の発表も見られる。

研究発表会での発表は、日常の研究活動の最大の目標となり、事前に指導者より綿密な発表指導が行われ、視聴覚機器を活用しながら手際よく行われている（図2）。発表時間はおおむね6分以内と定めている。毎回発表会には30前後のテーマが応募され、休日を利用して1日程度で発表が行われる。発表会の最後には、中文連科学専

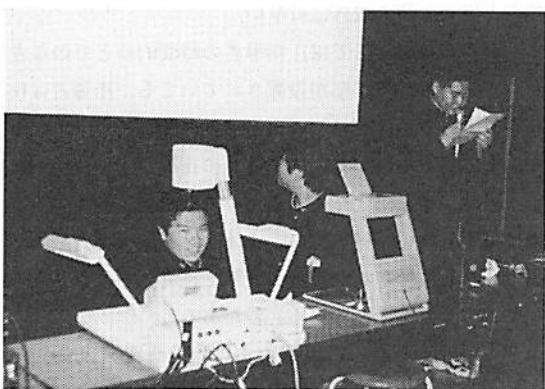


図2 視聴覚機器を効果的に用いた発表



図3 発表者との懇談会

門委員会理事より、研究の努力を称え全参加校へ表彰が行われる。

発表会の終了後、日を改めて「発表者との懇談会」が開催される(図3)。これは、発表会当日には十分な質疑応答の時間が確保できないことによる。市内の理科教師4名が発表テーマを分担してそれぞれの発表についての講評や生徒への質問を行い、研究のレベルアップが図られる。また生徒同士でもお互いの研究についての質疑応答がなされ、重要な研究交流の場となっている。

毎年の研究発表の成果は、研究誌「私たちの科学研究」としてまとめられ、市内各中学校、関係機関に配布されている。

3. 中学生の科学研究の内容

実際に行われた科学研究発表会のテーマ一覧の例を表1に示す。研究テーマは、その多くが生徒の身近な疑問から研究課題へと高められたものである。研究の動機は、普段から疑問に思っていたこと、授業で詳しく実験できなかったこと、毎年継続研究として取り組んでいること、

表1 第32回の発表テーマ一覧

1. 「はかるくん」を使った自然放射線測定
2. 食品の酸性・アルカリ性
3. 紙トンボの研究II
4. 紙飛行機III
5. 学校周辺の二酸化窒素濃度の測定
6. 糸電話による音の伝わり方
7. マグネシウムの燃焼②
8. 地球の重力について
9. 電熱線の発热量
10. 様々な材料を使った豆腐作り
11. カビを防ぐための研究II
12. 船の構造について
13. プチロケットII
14. 卵を水でうさみると濁るのはなぜか
15. 石鹼の研究II
16. 発寒川の水質調査
17. 蒸散実験
18. 生活排水の植物への影響
19. アスファルトと植物
20. 微生物と水質の関係
21. 発光の実験
22. 電流を通す液体についての実験
23. 食塩水の濃度と浮力
24. タンパク質と脂肪の検出
25. シャボン玉づくりについて

環境問題など社会的に関心が高くなっている事柄に興味を持ったなど様々である。

最近の傾向としては、環境問題への関心が高く、大気汚染調査や水質調査、生物との関わりについての研究が目立つ。また2年、3年と同一テーマで継続している研究も増えてきた。

これまでの発表テーマを分野別に分けてその変遷をみると、物理・化学分野は増加傾向にあり、生物・地学分野は減少傾向にある。また環境分野は急増している(図4)。このような傾向は生徒の科学研究を支援する指導者の専門性や、生徒の活動環境の制約が少なからず影響していると思われる。つまり、理科室内で比較的手軽に実験が行える分野は増加傾向にあり、長時間の観察や野外調査が必要なテーマは敬遠されたり実施しにくくなってきたことである。とくに地学分野の発表テーマは、この2年間は1つも出されていない。地学を専門とする指導者が少ないということと、生徒を野外に連れて調査活動を行うこと自体が難しくなってきてることの表れといえる。

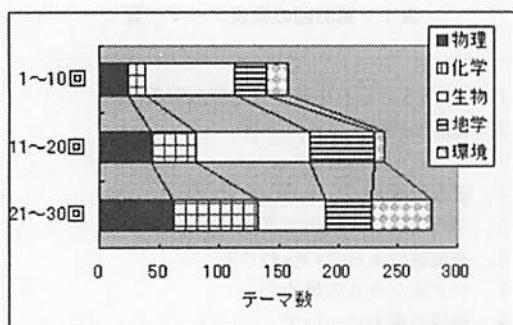


図4 研究発表テーマの変遷

4. 科学研究発表会の課題

科学研究発表会がかかえている最大の課題は、参加校の伸び悩みである。ここ数年発表テーマ数は25~30前後で推移しているが、参加校数は20年間で毎回15校前後と大きな変化は見られない。むしろ最近は漸減傾向にあるとも読み取れる(図5)。これには様々な要因が考えられる。

1つ目は科学部が設置されている学校自体が少なく限られていることである。科学部があるのは市内中学校の5分の1、20校程度と思われる。また、科学部担当の指導者が転勤した場合には学校事情により廃部となる可能性があり、さらに転勤先での科学部の新設も困難な場合が少なくない。科学部の存続、設置はまさに理科教師の

熱意と努力に頼る以外にはない。

2つ目の要因としては、指導者の時間的ゆとりのなさがあげられる。科学部が設置されていても、指導者は校務運営上あるいは校外での研修活動に関わる多くの仕事を抱えている場合があり、生徒への指導が十分に行えない。当然ながら研究をまとめたり、発表会に参加するまでには至らない。科学部の指導体制を校内の理科教師全員で見直し、できれば複数の教師で指導にあたれるような条件つくりを進めていく必要があろう。

3つ目の要因として、「私たちの科学研究発表会」そのものがあまり一般的に知られていないことがあげられる。毎年発表会の2ヶ月前には市内全中学校に案内状を発送しており、さらに研究誌を同様に配布してはいるが、理科教師以外で発表会について知っている教師は限られている。発表会そのものもコンクール形式ではないので、外部にアピールできるようなアトラクションを持たないのも要因の一つとしてあげられる。また理科教師の中にも、科学研究発表会は科学部でなければ応募できないと思っている人がおり、今後の宣伝活動に課題を残している。

5. 科学研究発表会の今後

科学研究発表会を中学生時代に経験した生徒は、その後の進路において理工系の大学や就職先を選択することが少なくない。中学生の発達段階で大勢の前で自分たち

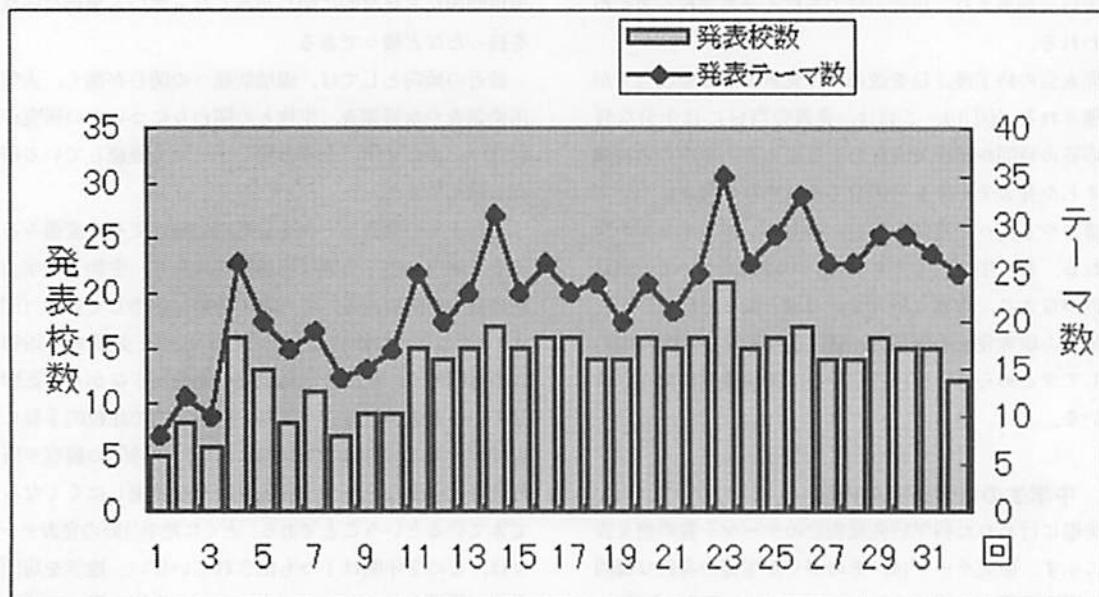


図5 中文連科学研究発表会の参加数とテーマ数の変遷

の研究成果を発表するということが、その生徒にとっていかに大きな意味のある体験となっているかを示しているといえよう。できることならば、もっと多くの中学生にこの発表の場を利用してもらい、そこから多くのことを学んでほしいのである。

2002年から新学習指導要領が全面実施される。その目玉となっているのが「総合的な学習の時間」の創設であるが、選択理科のみならず、この総合的な学習の成果の発表の場としても、科学研究発表会は有効に機能すると考えられる。教科の発展としての観察・実験はもちろんのこと、地域の環境に目を向けた地道な取り組みがなされ、科学研究発表会での発表を一つの目標とした指導計画の実践が行われることをぜひとも期待したい。

一方、中文連全体としてみると、札幌市以外の地域の組織と連携を図りながら、これを全道組織へ拡大していくとする動きがみられる。すでに中体連においては全道、全国への組織の連携が確立しており、中文連もそのような組織への連携が模索されていたのである。

全道中文連、全国中文連のような組織が成立した場合、札幌市の中文連の一専門部である科学専門委員会においても、その活動の見直しを迫られる部分が出てくると予想される。その第一は、これまでのような参加校すべてを表彰するようなやり方ではなく、そこからいくつかの優秀な研究発表を選択し、全道大会へ送り出すということである。参加校相互の努力を称えるというよい面を残しながら、コンクール形式の導入による厳しい競争も体験することになる。また全道研究発表会の企画や運営は、これまでの実績から札幌が請け負うことになる可能性が高く、その組織や体制をどのように整えていくかも近い将来検討されなくてはならない。

全道中文連については、まだその大綱さえもできあがっていない段階である。この組織がつくられることによって、各地の中文連活動に新たな活力が生み出されることが期待される。札幌市の科学研究発表会の活動も、もっと据野を広げた活動を積み上げておく必要がある。

科学クラブ育成活動

疑問点を明確にする自由研究の指導

札幌市立札苗中学校 谷 正 敏

理科ばかりが今なお、進んでいるという。何を基準にそんな話が広がったのか私には全く判らないが、自分自身も理科嫌いの生徒を作り出している様な気がする。ゆとりを求めて進めているはずの学校5日制は、少ない時間の中で多くの単元・内容を生徒に教えなければならない状況となり、結果的に授業の中でのゆとりを奪ってしまっているのが現状である。探究の過程を重視してきたはずの理科教育もまた（私自身も）知識の詰め込み中心の授業展開になりがちで、理科好きな生徒の探究心を摘み取っているのかもしれない。クラブは形骸化し、選択理科も理科授業時間の確保と、理科教諭の持ち時数不足から実施されない中学校がまだまだ多い。

本校も理科授業（必修）を上限時数で実施しており、現指導要領下での実施はかなり難しい。本校に於ける「考えさせる理科教育」は、授業の中でも常に試みてはいるものの、実質的には夏休みなどを利用した自由研究等に限られてしまっているのが現状である。

1. 自由研究の着眼点

部活動や個人の自由研究レポート・研究発表を数多く見てきたが、疑問点が明確にされた作品は研究テーマだけでも研究者の考え方が判りやすく、研究としての完成度も高い場合が多い。

近年は教材会社などから「自由研究事例集」「自由研究器具セット」などが販売されており、「事例集」の内容をそのまま転記して、あたかも自分が研究したかのようにレポートを書いてくる生徒や、理由もわからずに、手引き書通りの実験をしてくる生徒もいる。

そこで私は「なぜか？」を考える事が理科研究の基本であると教えている。また、本校では夏休み前に「自由研究のすすめ」というプリントを配り、研究テーマの重要性を強調している。

「なぜか？」という疑問を解きあかすのが研究であり疑問を見発すことから研究が始まる…と教えている。特に疑問点は明確にしなければならず、「○○なのに△△のはなぜか？」という形で表現できるものが好ましいとしている。「なぜ朝日は赤く見えるのか？昼の太陽は赤く見えないので」「なぜ海の水は青く見えるのか？コップに取ると無色なのに」「なぜ海の水は塩辛いのか？流れ込む川の水は塩辛くないので」「氷はなぜ水に浮くのか？氷は水からできたのに」「味噌汁に入れた豆腐はなぜ浮くのか？冷たい豆腐は沈んでいるのに」など。自由研究の題材は身近にいくらでもある。そこに気付くこと、疑問を発見し、疑問点を明確にすることが重要である。

2. 疑問解明の方法

近年は少なくなったが、昔の自由研究には昆虫を始め生物を題材にしたものが多くあった。ある生徒は蟻が列をなして歩くのを見て疑問を感じ、蟻の列の上に大きな紙を載せた。蟻はしばらく混乱したが、やがて紙の上に前と同じ様な蟻の列ができた。そこでその生徒は、次に紙を180°回転させた。蟻を載せたままで…。蟻は再び混乱したが、やがて正しい方向へ歩き始めた。

まるで興味本位の実験法ではあるが、課題を追求し新たな疑問を生じてさらに追求を重ねている。理科好きではなかったはずの彼のレポートは25枚に及んだ。疑問を解明しようとする姿勢も科学研究には不可欠である。

3. 指導者に専門知識は不要

私自身は応用昆虫学専攻であり、昆虫に関してはある程度の知識がある。かつて科学部の生徒にミツバチの研究をさせていた頃、生徒が調べたデータを見ながら「うん、これでいいんだよ」と言ってしまった事があった。

生徒は自分なりの「発見」をしたつもりでいたのに、私の一言で、彼は研究意欲を失ってしまった。ミツバチの研究が面白くなってきたのは研究が進んで私も知らない事実が出てきた頃からである。私自身が「これは先生も知らないのだけど、○○になったのはどうしてだろう？」と聞くと、生徒は意欲的に新しい実験を始めた。

指導者は研究の手法だけ知っていれば充分である。生徒と共に考え、「□□かもしれないね」「△△も調べてみたら？」と言っていたほうが良い。研究をするのはあく

までも生徒自身であり、研究は生徒自身のものである。たとえ正しい結果が出なかったとしても、疑問を持ち続いている限り、生徒自身の研究は将来に続いていくのである。正しい結果を知るのは、高校生になってからでも、大学生になってからでもくはない。先生も知らない事実を自分が発見した、そんな喜びを味わってこそ、研究意欲も沸く。

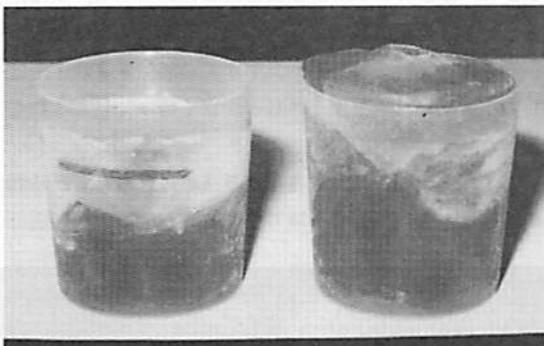
4. 「わかる」は、発見と納得

①新しい発見、「えっ、 そうなの？」という驚きによって新しい事実を知る。②知識がつながった時の納得。「なるほど、 そうだったのか！」という自分なりの理解の深まり。このどちらかがあって、「わかった！」と生徒は言える。

5. 指導事例 ①「なぜ氷は水に浮くか？」

もちろん氷は水より軽いからだ。でも「密度」に対する理解が充分でない1年生からは、こんな疑問も出てきた。「水からできたはずの氷が、なぜ軽くなるのだろうか？液体と固体で何が違うのだろうか」と。

ビーカーやメスシリンダーの水を凍らせたら、ガラスが割れてしまった。プラスチックのカップに青い色を付けた水を入れ、体積の増え方を調べた。写真1の左は途中の印まで水を入れ、右は上まで水を入れた。右側のカップでは増えた分をナイフで削り取り、重さを調べたら同体積の水より軽くなっていた。



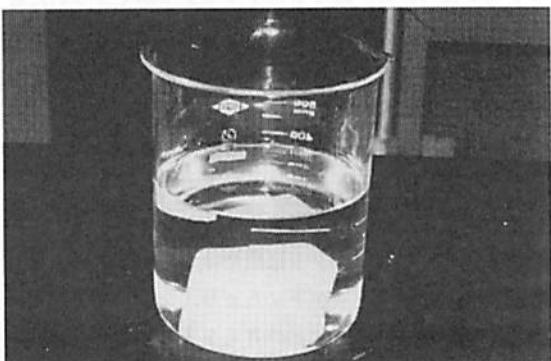
[色を付けた水を凍らせ、体積の変化を調べる]

液体から固体になるとき、体積が減ってしまうロウを使って確かめたら、右上の写真2のように、固体のロウは液体のロウに沈んだ。

固体にしたときに体積が増えるものは、その液体に浮かび、固体にしたときに体積が減るものは、その液体に沈むという結論に達した。

6. 指導事例 ②「なぜ海水はアルカリ性のか？」

これは2年生。海へ行った時、海水をリトマス紙で調べるとアルカリ性だった。自宅で「海水から作られて

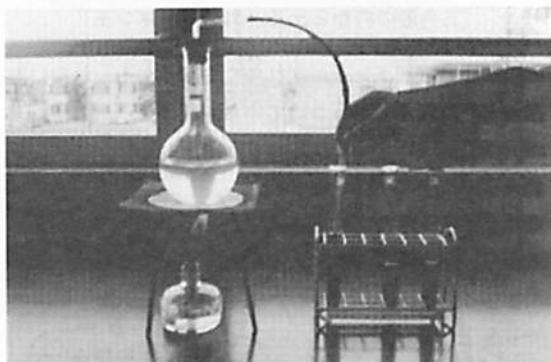


[液体のロウに固体のロウを入れたら沈んだ]

る」と表示のある天然塩を水に溶かしてみると、中性だった。そこで海水をアルカリ性にしている成分が何であるか、調べようとした。

加熱し、溶けている気体を海水から取り出し、BTB溶液に通してみた。しかし、海水に溶けている「気体成分」は酸性になる物質だった。次に、海水から結晶を取り出し化合物を特定しようとしたが、困難だった。

結局、海水の成分表に載っている化合物の水溶液を調



[海水から出た気体でBTB溶液が黄色に]

べ、硫酸マグネシウム・炭酸カルシウム・炭酸マグネシウムの水溶液がアルカリ性を示す事が分かったが、はっきりした結論には至らなかった。

ビーカーに入れた溶液が翌日には変色してしまうなど酸性アルカリ性の度合いは、ほんのわずかな条件で変わってしまい、中学生には難しすぎる研究テーマであったが、各種研究機関に問い合わせるなど意欲的な探究活動が続いた。雨水は酸性、川の水は中性、海水はアルカリ性。あの子たちは今も疑問を抱き続けている。

7. 指導事例 ③「シャボン玉はなぜ丸いか？」

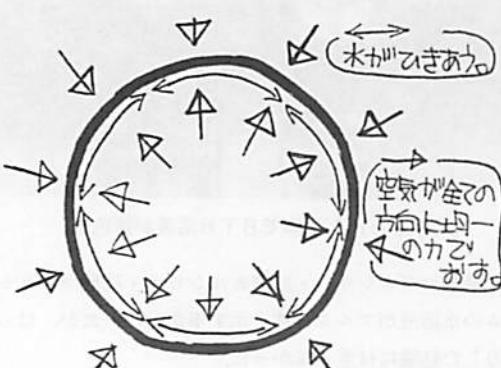
三角や四角のシャボン玉は作れないか、素朴な疑問から2年生が研究を始めた。三角形・四角形の枠からシャボン玉を作ったり、幾つものシャボン玉がくっついたものを作ったり、枠の中でシャボン玉を作ったり、シャボン液に色を付け液の流れを調べたり、シャボン玉の中に煙を吹き込んだり…。

しゃぼん玉が丸い理由は「中の空気が外側に向かって全ての方向に同じ大きさの力を加えているから」という結論に達した。沢山の空気を入れるとシャボン玉が大きくなる。大きなシャボン玉は風でゆがむ事もある。重力によって、シャボン液が下にたまり、シャボン玉が割れやすくなるらしい。…などの考えをまとめた。「無重力



〔三角形の枠から出る、丸いシャボン玉〕

状態では、シャボン玉が割れにくくなるかもしれない」という夢のある予想もついていた。



〔シャボン玉にかかる力、空気が内外から均一に押す〕

8. 指導事例 ④「紙の性質と吸水率の関係」

書道で余った墨液を新聞紙で吸い取っている時に、なぜ新聞紙なのか、他の紙なら…?と考えた1年生。

紙の厚みを調べたり、水を吸い上げた重さ、水を吸い

上げた高さ、紙の表面の手触りと顕微鏡で観察した繊維の隙間などを調べた。

ざらざらしていて繊維の隙間が多く、厚みのある紙が沢山の水を吸収するという、当然といえば当然の結果になった。ただカラーインクで印刷された広告紙などは、片面だけ吸水しやすいので、ざらざらした面が膨らみ、紙が丸まるという発見もあった。



〔カラー印刷の広告紙が水を吸って丸まる〕

9. 指導事例 ⑤「雲は何からできているか」

「水はなぜ水に浮くか」を研究した生徒の2年生時の研究テーマ。雲から雨が降ってくるのだから物質としては水と考えた。しかし「雲はなぜ浮いているのか」と「雲がくもって見えるのはなぜか」という疑問が残った。

水蒸気は空気より密度が小さいけれど、液体の水は空気より密度が大きい。雲が水の液体だととしても、気体だととしても、上記の疑問の一方が残ってしまう事になる。

雲を作る実験を繰り返し、やかんの湯気・霧状に飛ばした水・乾いたすりガラスなど、白く曇って見える物を調べた。

雲を作る実験では、大きなフラスコに作った雲が時間の経過とともに少しずつ降りてくるのが観察され、雲は



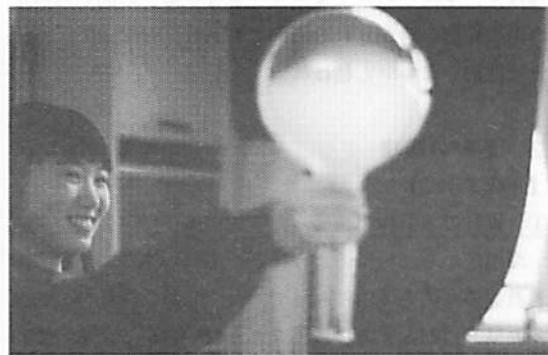
〔湯気など小さな粒の水は白く曇って見える〕

空気より軽いわけではなく、上昇気流によって落ちてこないのだろうと考察した。また「雲は水の液体の小さな粒からでき正在て、雲全体は液体の水の粒と空気が混ざったもの」と結論づけた。

10. 指導事例 ⑥「糸電話による音の伝わり方」

今回、物理教育学会北海道支部で紹介させて頂いた研究例である。

糸電話の糸を変えると聞こえ方が違う。そこで糸の種

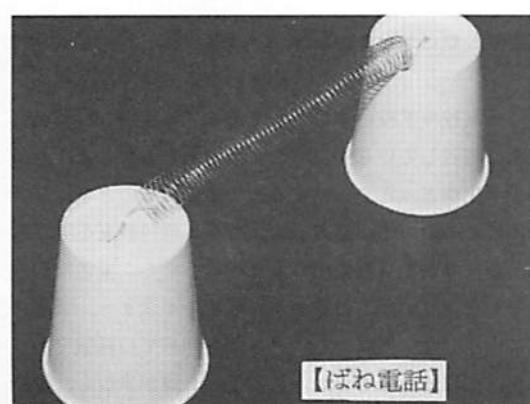


【 flask に作った雲、時間が経つと降りてくる】

類を変えて実験した1年生。興味だけで実験をしてしまったので、「なぜか?」という考察が足りず、研究として発展しない。そこで「なぜ聞こえ方が違うのか?」「聞こえるってどういう事か?」「ゴムだと音が聞こえなくなるのはなぜ?」「洞窟の中でエコーがかかったように聞こえるのはなぜ?」と質問を彼等に投げかけ続けた。

バネでつないだ紙コップの場合、エコーがかかったような音が聞こえる。当初はP波とS波での説明を、私は考えていた。しかし、1年生には難しすぎる説明だ。

そこで巨大なバネを使って実験させたところ、「波がはね返る」という答えを彼らは出してきた。



【ばね電話】

真実がどうなのか私は知らない。しかし、現時点では子供達の話を聞く限り、子供達の答えが正しいようだ。もし彼らが3年生だったら、P波とS波での説明をしていたかもしれない。そして彼等自身もそう思いこんでしまったかもしれない。

11. 評価されることによる研究意欲の喚起

素朴な疑問は下級生から出やすい。研究テーマの段階で期待が持てるのは1年生が大半である。しかし、「研究発表をしたい」という2年生や3年生も必ずいる。特



【巨大なバネに振動を与えてみる】

に1年生で研究発表を体験した生徒は、3年生になっても「発表をしたい」という生徒がほとんどである。

そういう3年生は「良いテーマが見つかったから発表したい」のではなく、「発表したいからテーマを探す」という例も少なくない。こういう場合は疑問点がはっきりしていても、実験方法が見つからず、結論が出せないまま終わってしまう事もある。すると、発表としてはまとまりのないものになってしまう。

しかし、疑問点を探そうとしている点、疑問を追求しようとしている点で、他の生徒より研究意欲が高いと、私は判断している。

「糸電話による音の伝わり方」を研究した男子5人も学習成績としては、理科でさえあまり良好ではない。しかし、物理教育学会で発表の機会を与えられた事によって、5人の結束も固まり、現在も少しづつ実験を繰り返している。

現在の中学校の評価方法では、彼等の研究意欲を十分評価し、学習成績に盛り込む事は難しい。だが、発表の機会を与えられた生徒が、探究心を失うことなく成長してくれるであろう事に、私は確信を持っている。

科学クラブ育成活動

北海道南茅部高等学校における理科実験同好会の指導

北海道南茅部高等学校 渡邊 優輝

科学教育を教室や実験室で展開される授業のみで扱うことは、自ずと金銭的・時間的・空間的な制約を受ける。放課後を中心とする科学部の活動はその不足部分を補う意味だけではなく、生徒とのコミュニケーションなどの面から補足以上の意味を持つ。教科書に拘束されないだけでなく、生徒の自由な発想が活かされる場面でもあり、科学部の活性化が物理教育のみならず、科学教育全般に多大な影響を与えることは間違いない、と私は確信している。

1. 同好会発足の経緯

理科実験同好会発足は、私がこの高校へ赴任した平成7年度4月にさかのぼる。それ以前は体育系の部活動はあっても、担当教諭の少なさから、文化系の部活動は全くと言っていいほど停滞していた。理科部も当然のことく存在しなかった。南茅部高等学校は、生徒数が少ないわりには（全校生徒170名、学年2間口）、生物化学教室・物理地学教室、理科準備室、各種生徒実験設備、演示実験施設などが整っており、実験実習を実施しやすい環境にある。

そこで私は赴任当初から、担当した2学年の「化学IB」を、実験を中心にして、生物化学教室で毎時間のように展開していた。その当時いた実習助手（現在は過員人事によりいない）の協力もあり、比較的スムーズに計画通り進んでいったときに、化学好きの少女達が放課後実験室に集まり、お菓子を食べながら、好きな映画の話をしながら、ビーカー類の洗浄や各テーブルへの配備を手伝ってくれたのである。この少女たちが、この同好会の一期生である。

自然発的に集まり始めた数名が、予備実験の手伝いもし、翌日の授業での化学実験の各班のリーダーとして、また、レポート記入の指導者として活躍するのに時間がかかるなかった。もともと自然科学について興味を持っていた少女達だったので、「ぜひ部にしよう!!」と意欲を見せてくれた。しかし、本校は部活動に加入している生徒も多い。そのような中で科学部を発足させると「部活動の掛け持ちは禁ずる」という生徒会規約に違反することになる。そこで致し方なく同好会という形で、その年の生徒総会に因り無事理科実験同好会は発足した。生徒会規約により同好会と部は両立出来るのである（1期生の少女達は皆某かの部に所属していた）。

2. 活動の経緯

【平成7年度】

① 森林の蒸散作用を使った空気の浄化作用の調査

環境庁から、毎年のように調査依頼が来ていたが、担当教諭の多忙を理由に断っていた。しかし同好会の意識の高揚を目的とするには、またとない教材があるので、校庭にあるカエデの葉一枚から、単位時間当たりどれだけの蒸散作用があるかを測定し、森林が持つ浄化作用を定量的に測定し、環境庁に報告した。この調査の中で、仮説→実験→検証→考察を含めた探究的な活動を初めて実施した。

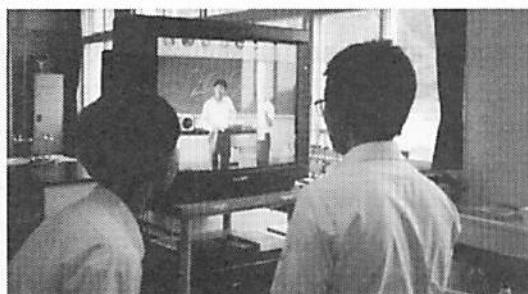
② 空気中の窒素酸化物含有量、酸性雨調査

これは労働省からの調査依頼である。パックテストの要領で同好会員各自の家の前の国道で窒素酸化物の調査を行い、グラフ化した。酸性雨については、1週間の雨水を溜め、研究所に送付し、細かなデータを送り返してもらった。全国各地のデータの末端に「南茅部」の文字を見つけた少女達が、喜んでいたのが印象深い。

③ 学校祭における理科展

（ミニ科学の祭典、以後毎年実施）

この高校の学校行事の花形である「学校祭」は地域に非常に密着している。日曜の一般展示ともなると、近所の小学生がどっとやってくるのである。そのときに「青少年のための科学の祭典」のような、理科教室を開こうと、かなり前から販売用のカラーろうそく、炎色反応ろうそくを作り始め、各種演示実験用のポスター、装置作りに着手した。彼女たちにとっても初めての経験であったが、当日はものすごい人数の子ども達が来校し、校庭での水ロケットや、廊下でのホバークラフトには長蛇の列ができた。同好会員は、「一日りかのおねえさん」に



《学校祭で小学生に説明する同好会員》



《おもしろ理科実験教室終了後に撮影》

扱し、小学生に優しい対応で、デモンストレーターよろしく、現象を説明していた。特に私が指導したわけでもない。この地域には、まだ年下をいたわる暖かな感情が残っているのである。

【平成8年度】

① 青少年のための科学の祭典参加

(私の化学実験のアシスタント)

彼女たちも、3年生となり自分の進路実現へ向けて走り出している頃、斎藤実行委員長のお陰で、札幌へ子ども達3人をアシスタントとして連れていくことができた。私の実験メニューは「金貨をつくろう」。銅板に彫金をし、亜鉛メッキ後バーナーであぶって、真鍮にする実験である。学校祭の理科展の後（この年は初めて自作のプラネタリウムを作成、展示了）夏休み返上で準備・練習をして、当日はとてもスマートな動きで、準備・後片づけ・小学生の補助を行った。お世話になった「ほくでんおもしろ理科実験教室」のスタッフの方々に「お世話になったんだから、ドーナツ買っていって上げようよ」と言ってくれたとき、女子でなければ抱きしめたい位、感動したのを昨日のことのように覚えている。

【平成9年度】

① 南茅部町での小学生対象の科学教室

(夏・冬2回) のリーダー

(町教育委員会のご厚意により毎年実施)

卒業していった3年生のあと、新入生3人の男子が入会してきた（私がHR担任）。折しも南茅部町の社会教育委員会、教育委員会から「ふるさと体験事業」の一環として、学校祭でやっているような科学教室を町の子ども達のために実施して欲しい、との依頼を受けていた。町の職員が学校祭での理科展を見て感動したそうである。

そこで夏は高校の化学教室で、冬は町の福祉センターで年2回、夏休み・冬休みを利用して「おもしろ理科実

験教室」を実施した。実験メニューは科学の祭典で実施されている比較的スタンダードなものを、工作もの・体験ものを組み合わせて、1回につき5つ位の実験を体験してもらった。実施初年度の平成9年度は、私のアシスタントとして同好会は活躍したが、現在ではすっかり、私がアシスタントであり、彼らがデモンストレーターとして活躍している。

② 高文連への参加（うなり棒について）

地区大会：奨励賞 全道大会：総合賞

理科部の醍醐味は、何といっても日常の研究活動と、その成果の発表である。この道南渡島地区の高等学校文化連盟理科研究部会は創設から30年という伝統があり、全道大会の前に、必ず地区大会を実施し、質の向上を目指している理科教育に大変関心の高い地域である。

私が日頃不思議に感じていた「ジャバラ型ホースのうなり棒を回すと音が鳴るのに、洗濯ホースを回すと鳴らないのはなぜか？」をきっかけに、うなり棒を、物理的な視点から探究的・総合的にとらえてみることを研究テーマに、この年度は初めて研究発表大会へ参加した。データの整理、研究論文は多少私が手助けしたが、仮説の立て方や考察、そして発表原稿は、高校1年生の部長（小板君）が自宅にこもって練り上げ、地区大会では緊張し



《うなり棒の探究活動を進める》

て思うような成績は上げられなかつたが、全道大会でみごと総合賞を獲得した。彼らは相当な自信をつけたのはもちろんあるが、理科という共通なテーマで、全道から非常に多数の高校生が集結し、様々な議論を戦わせている様を見て、孤独感から抜け出した成果の方が大きかったように感じられる。

【平成10年度】

① 本校の「中学生一日体験入学内の科学実験」のリーダー

南茅部町は大都市函館に隣接しているので、町を離れて都会の高校へ入学する生徒が年々増えてきている。そこで本校の方針として、南茅部高校の施設・授業を体験してもらおうと、10月に教務部主催で、町内の中学生を全員招き、一日体験入学を実施している。家庭科・情報処理・社会科・生徒会に混じって理科としても毎年「液体窒素の実験」を披露している。最初の頃は私が単独でやっていたが、今では同好会員がデモンストレーターをし、私はすっかりアシスタントである。近所のお兄さんである会員が自由自在に液体窒素を扱い、得意そうに演示実験している様子を、彼らの弟や妹の代が見ることになる。双方に効果は抜群である。入試の面接で、毎年一日体験入学の感想を聞いているが、人気1位は彼らの演示実験である。

② 高文連への参加（うなり棒 その2）

地区大会、全道大会：総合賞

昨年度の研究で更に疑問が深まつた「うなり棒」について、流体力学の考え方を使って現象を説明しようと試みた。今回は、発表OHP、論文、発表原稿、すべて彼ら自身が考え、担当した。すっかり私は蚊帳の外である。2年連続の総合賞獲得は、彼らに更なる自信をつけさせた。

③ 青少年のための科学の祭典参加

（私+多数の先生方のアシスタント）

科学の祭典も毎年実施されてはいるが、なかなか先生同士の交流は難しい面がある。「その実験おもしろそうですね。ぜひやらせて下さい!!」とはなかなか言えないのである。この現状の科学の祭典で不足している点を解消するには、生徒の交流が最も効果的である、と考えた私は、アシスタントとして連れていった3名の同好会員を開催3日の間に各自合計10個のブースを回って演示実験させてもらつてくるよう指示した。アポイントは私が当日に様々な先生方に無礼にもお願ひしたが、皆さん快く承諾して下さり、親切な指導もあって、同好会員3名

は指導者レベルのデモンストレーターになって3日後帰ってきた。南茅部に室蘭から帰る途中、彼らの大人びた理科の会話を聞きながら、「成長したな～」と実感した。夏休み明け、2年生の彼らは化学の実験のヒーローになっていた。

放課後の物理、科学の探究的な活動、及び発表のみならず、年々各種サイエンスイベントへ参加し、サイエンスボランティアとして活躍していることが本同好会の最大の特徴である。

今後、「うなり棒」に関する更なる探究を深め、3年間の集大成として学生論文にチャレンジさせたいと考えている。今年3年生となる部長もその覚悟はできている。

3. 部活動の意義

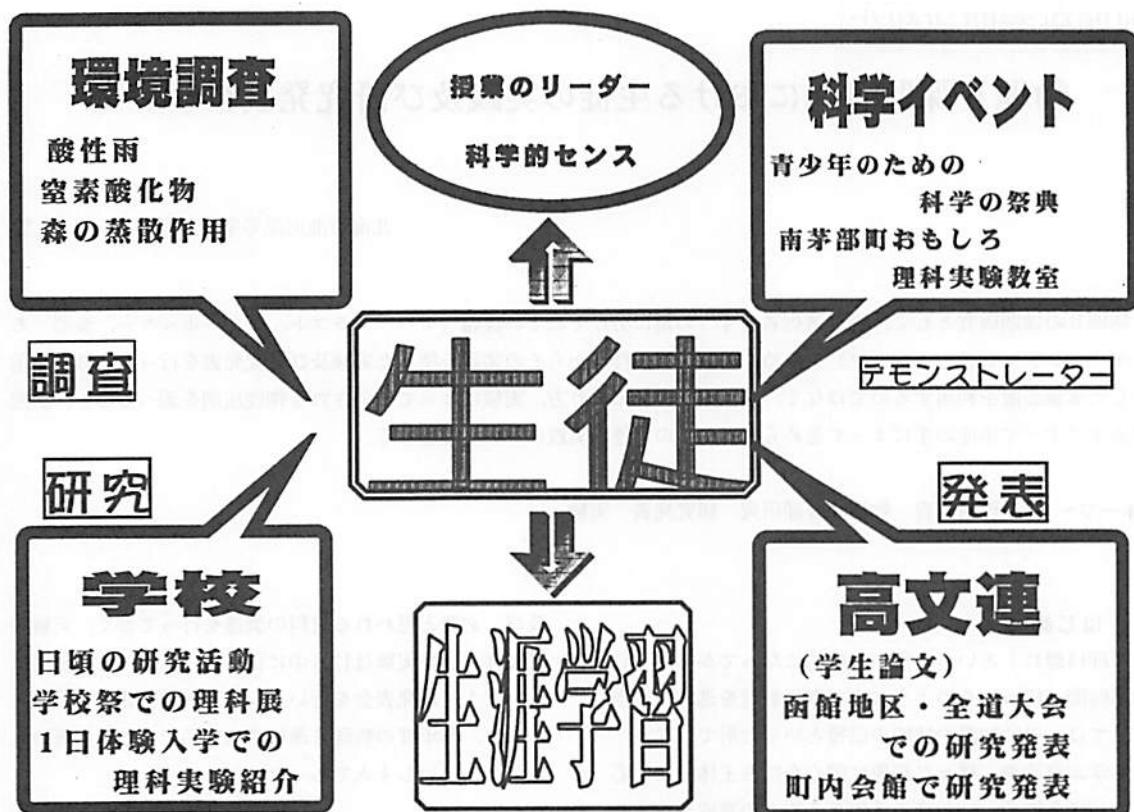
授業の中で、いくら実験中心の授業を展開しても、1教室40人の生徒すべての個人の発想を重視する内容にすることは非常に難しい。その点、部活動は時間的な拘束や金銭面（予算がなければ自作すればいい）の制約もなく、生徒・指導教員の自由な発想で、心いくまで探究的な活動に邁進できる、という最大の利点がある。課題や仮説の設定、実験データの客観的な見方、レポートのまとめ方、そして物理的な考え方の育成には、どうしても生徒独自の力よりも、指導教員のガイドラインが必要である。部活動を通した人間形成も、現在の教育現場に必要なものではないだろうか。

4. 部活動展開上の課題

担当教諭の多忙、また生徒自身の多忙により科学部が発足できない、という実情もある。受験勉強や他の部活動の影響もあるが、高校生までの発育段階の過程で、科学的な興味関心が育っていない、という現状もあるであろう。

まず、理科教員としては日々の授業を大切にすることはもちろんであるが、ちょっとした手伝い・片づけ・予備実験へと生徒を巻き込んでいき、サイエンスボランティアへの参加までこぎつければ、自ずと「こんな実験やってみたい」と興味が出てくるはずである。生徒の自発的な動きを待つより、誘導していく方法もあるのではないか。

事実、本同好会は今年の科学の祭典で30近くに及ぶ科学実験のアシスタントとして活躍し、知識はもとより、その自然科学の持つ奥深さに非常に感動し、その成果を南茅部町の科学教室や日々の物理・化学の授業に還元している。彼らは授業の主役である。そういう意味では



部活動は日々の授業と常に連動しているのである。

そして将来、理科の専門職ではない彼らが、各地域の生涯学習運動の旗手として活躍することになるであろう。

隣のおじさんが妙に静電気を使った電気クラゲの上げ方がうまい。科学技術の進歩について、熱く語る。そんな時代がやってくると信じている。

課題研究関連報告

物理Ⅱ課題研究における生徒の実践及び研究発表について

北海道池田高等学校 新井 繁

物理Ⅱの課題研究として、物理選択者を4つの班に分けそれぞれ課題（ホバークラフト、エアーホッケー、楽器、モンキーハンティングの4テーマ）を決め、実験装置の作成からその装置を使った実験及び研究発表を行った。教員が用意した実験装置を利用するのではなく、装置から実験のやり方、実験によって確認される物理法則を調べること、研究発表まですべて生徒の手によって進められた。この一連の実践について報告する。

[キーワード] 理科教育 物理 課題研究 研究発表 実験

1. はじめに

「理科離れ」という言葉が一般的になってから、ずいぶん時間が経つ。そのような中で理科教育を進めるに当たっては、単に知識や技能の伝授といった形ではなく、自ら学ぶ意欲や、様々な現象に関心を持ち主体的に対応していく能力、いわゆる「生きる力」の育成が求められている。この「理科離れ」を少しでもく止めようと、全国各地で理科教室や科学の祭典のような大規模な大会などが盛んに行われている。また、テレビでも多くの理科実験が紹介されている。

本校でも、3年前から3年生の選択物理Ⅱにおいて、2学期期末試験終了後から3学期まで6時間程度を使って、課題研究と題し少人数班での実験及び研究発表、レポートの提出を行っている。2年前までは、教員側で実験テーマ及び実験に必要な装置を準備し、ある程度実験の進め方を指示して進めた。その際に生徒が思いついた派生実験については自由に行わせ、研究発表の際に派生実験まで含めて自分たちで調べたこと、確認したことすべて発表する、といった形で行ってきた。

昨年度はそれを一步進めて、課題研究のための時間をもっととり、実験装置の作成からそれを使った実験まですべて生徒に考えさせるという方法を探った。

2. 実践事例

(1) 主な内容

11月初めに、生徒を少人数班に分け、用意した4つの実験テーマの中から好きなものを選択させる。テーマは漠然としたものであり、どんな実験・研究を行うかは深く言及しない。11月中に各班で製作する実験装置の設計

及び、必要と思われる材料の調達を行っておく。実験装置製作および実験は12月中に行なった。また、その結果について1月に発表会を行い、レポートを作成する。

なお、昨年度の物理Ⅱ選択者は13名であり、各班の人数は3人ないし4人であった。

(2) 実験テーマ

1班「ホバークラフトを作ろう」

科学の祭典などでよく見かける、掃除機のモーターとタイヤチューブを利用した人間が乗れるホバークラフトである。主な材料は

- 掃除機のモーター
- タイヤチューブ（3本）
- タルキ
- ベニヤ板
- 排水ホース
- ポリタンク

などである。完成したホバークラフトを使って体育館で、慣性の法則、作用反作用の法則、ガリレオの相対論の実証を行った。ホバークラフトを使うと、これらの実験を非常にダイナミックに体験することができる。

2班「エアーホッケーを作ろう」

これも掃除機のモーターを利用したものである。化粧ベニヤに小さい穴をたくさんあけ、その穴から空気が吹き出るようにして、その上をパックが等速度で滑るようにしたもので、ゲームセンターなどでもよく見かけるものがモデルである。2班はこれを使っ

て「運動量保存の法則」の検証を行った。2つのパックを衝突させ、パックの質量と衝突したあとのパックの動きとの関係を調べ、「運動量保存の法則」が成り立っていることを確認した。また、壁にぶつからて戻ってくる時間から、パックとタルキの跳ね返り係数を求めた。さらに、エアーホッケーをわずかに斜めにおき、パックに放物線を描かせた。こうすることにより、放物運動をスローモーションで確認することができた。

3班「楽器を作ろう」

楽器と言でいっても様々なものがあるが、今回は鉄パイプを適当な長さに切って並べた「鉄管琴」とペットボトルを利用した笛を作った。また、ピアニカを分解してその内部構造を調べたり、オシロスコープを用いて様々な音の波形の確認を行った。また、鉄管琴の長さと振動数の関係を調べ、本に載っていた音階も自分たちで鉄パイプの長さを算出した。研究発表会では、自分たちで作った楽器を使っての演奏も行った。

4班「モンキーハンティングを作ろう」

放物運動の実験として有名なモンキーハンティングを、坂を利用した2次元のものと、電磁石を利用した3次元のものの2種類作った。2次元モンキーハンティングは簡単に作ることができる上、平面上の運動になるために命中率が高いという利点がある。3次元モンキーハンティングは、電磁石で的をつるしておき、弾が打ち出された瞬間にアルミホイルで作ったスイッチが切れる仕組みになっている。

(3) 実施時数、研究発表会及び評価

装置製作及び実験の時数は10時間を確保した。さらに放課後や冬休み中も、希望があれば物理教室を開放し、準備の時間に当てた。その中で教員の役割としては、実験や法則の説明・指導は必要最低限に抑え、教室内に各種実験書、参考書などを自由に閲覧できるようにしておき、わからないことがあればまず自分で調べさせるようにした。

研究発表会は1月に、各班20分ずつで行った。冬休み前に各班ごとに、発表会とレポートの内容について打ち合わせを行っていたので、冬休み中に発表会の準備もある程度進めていた。従って、どの班も20分という時間を持て余すことなく、しっかりとした研究発表ができていたように思う。

評価については、研究発表、レポート、発表会用資料及び平常点で評価し、2学期の期末試験と3学期の学年末試験は行わなかった。

3. まとめ

10時間以上という多くの時間を使って課題研究を行ったのは今回が初めてであった。すべてのテーマにおいて、実験装置を製作しなければならなかつたため、前半は「工作教室」のようになってしまったのは否めないが、生徒たちはその好奇心から、自ら調べ、計画を立て、実験を進めていった。実験テーマ自体は目新しいものではなく、実験書などに載っているものばかりであり、また、実験も教科書に載っている物理法則の確認が主で「研究」とは言えないものかもしれない。しかし、たとえばインターネットでホバークラフト関連の情報を調べたり、図書館を利用するなど、自分たちの力で実験を進めていくということを通して、生徒たちの知的好奇心を喚起し「生きる力」を育成していくためのひとつの経験にはなったのではないかと思う。また、研究発表会も非常によく準備されており、教員側が予想した以上によくまとまった発表がされていた。

今回の実践では、1班3、4名であり、また、全部の班で実験が違うために、各自が実験の主役になりやすく、また、自由に他の班員とお互いの実験の説明をしあうといったことも見られた。しかし、今回選んだテーマのホバークラフトとエアーホッケーについては、それを作るのに大変な時間と労力がかかって実験・検討をする時間が短くなってしまい、ともすると「作ることが目的」という感じになりかねない。このあたりの、テーマの選定、他班とのバランス、実験装置の製作・実験・考察・発表までの一連の流れにおける指導などは注意を払わなければならない。また、先にも述べたように、今回の実践は物理選択者13名に対して行ったものであり、選択授業のため物理に対する生徒の興味が強いことや、人数が少ないことがこのような実践を行う際に非常に好都合であった事も事実である。大人数で行わなければならない場合は、また違ったアプローチを考える必要があるだろう。

なお、今回の実践についての詳しい内容については、インターネットのホームページで公開してあるので、そちらをご覧いただきたい。

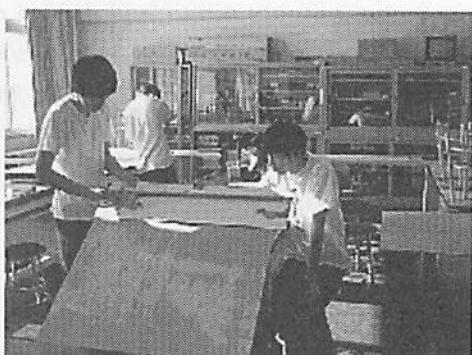
URL : HYPERLINK

<http://user.tokachi.ne.jp/s.arai/index.htm>



ホバークラフト

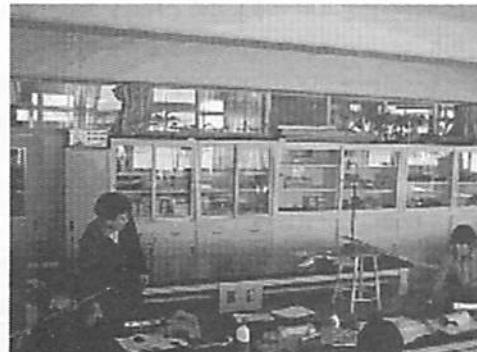
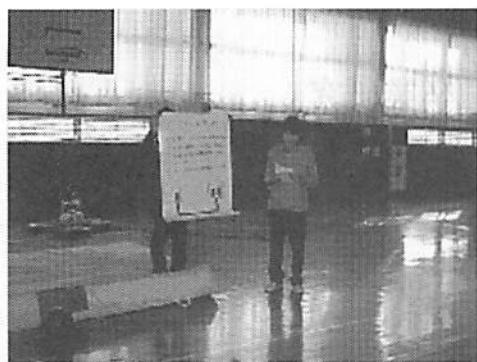
楽 器



エーアホッケー

モンキーハンティング

(以上、実験器具製作及び実験の様子)



(以上 4 枚、研究発表会の様子)

参考文献

- 1) 「理科おもしろ実験・ものづくり完全マニュアル」、左巻建男 編著・東京書籍
- 2) 「たのしくわかる物理実験事典」、左巻建男・滝川洋二 編著・東京書籍
- 3) 「いきいき物理わくわく実験」、愛知・岐阜物理サークル 編著・新生出版
- 4) 「ものづくりハンドブック」、「たのしい授業」編集委員会編 仮説社
- 5) 「NHKやってみようなんでも実験」、NHK出版
- 6) 青少年のための科学の祭典実験解説集
- 7) 物理サークルほっかいどうサークルニュース

課題研究関連報告

探求活動としての「卒業研究」

北海道鹿追高校 伊藤 新一郎

現行の学習指導要領では、探求活動が重視されている。高校理科3年間の集大成として、物理IAの探求活動に「卒業研究」を取り入れてみた。授業の形態としては、生徒が各グループごとにテーマを決めて、実験に取り組み、その成果を20ページ程度の論文にまとめ、クラス全体の前で発表し、口頭試問によって審査を受けるというスタイルをとった。生徒は予想以上に主体的に取り組み、昼休み、放課後も使って熱心に実験・論文作成を行っていた。

キーワード 探求活動、卒業研究、物理IA

1. 本校理科教育と「卒業研究」のねらい

1. 1 学校の概要

本校は全日制2間口、全校生徒190名の小規模校である。地元中学出身者が約7割、町外出身者が3割、男女半々という生徒構成となっている。現状では、生活態度は落ち着いており、指導に手のかからない生徒が多い。成績面では、入試で9割近く得点する者もいれば1割程度しか得点できない者もあり、その分布は広い。入試での平均点は得点率で4割ほどである。

最近の傾向をあげれば女子の化粧、スカート丈の短さなどが目に付く程度ではほとんど問題はない。しかしながら意欲という点から見ると、指示待ち的な者が多く、自分から目標を設定し、それに向かって突き進むといったタイプの生徒はあまりみられない。進路や部活動などの成績や活動状況を見ても、どちらかというとアルバイト優先、学校二の次といった風潮が生徒の間では強い。

また、帯広の郡部校ということで、初めから市内校にはかなわないという意識が強く、それをなかなか払拭できない現実もある。学習指導にしろ、進路指導にしろ、部活動にしろ生徒の特徴や能力、やる気を引き出し、活躍の場を与え自信をつけさせることが学校としての大きな課題であると考えられている。

1. 2 本校理科の教育課程

本校理科の教育課程を表1に示す。本校の理科の教育課程の特徴としては、生物IB、化学IBを2年間にわ

たり分割履修にすることで1回の試験範囲が狭まり、生徒は余裕をもって学習できるようにしている。また、高等看護学校受験希望者のために3学年で生物II^{＊1}を選択開講し、前年までに履修した生物IBの内容とあわせて学習できるようにしている。しかし、1学年では生物IB 2単位のみの履修であり、3年間通しても理科の履修単位が10単位にしかならず、地方の小規模校の一般的な傾向かもしれないが、全授業時数にしめる理数系の割合が少ないことが理科を教える者としては残念である。

普段の授業では、演示実験よりも生徒自身による実験・実習を重視し、97年度は平均で25%程度の生徒実験をとりいれている。また、実験で学んだことを正確に表現することにも力を置き、実験の後には毎回必ず実験レポートを課し、生徒の表現力アップをはかるとしている。さらに、社会科と共同で地域巡回も行っており、東大雪の自然を活かした体験学習ができるようにしている。

3学年では物理IAで、探求活動として「卒業研究」を課し、1つのテーマについて時間をかけてじっくりと

表1 本校理科の教育課程

科目	1学年	2学年	3学年	備考
生物IB	2	2		必修
化学IB		2	2	必修
物理IA			2	必修
生物II			2	選択

* 1 生物IIはオーラルコミュニケーションC、文書処理、生涯スポーツとの選択である。

学べるようにし、また、その成果を卒業論文という形にまとめさせている。

1. 3 物理IAについて

表1にも掲げたように、物理IAは3学年で必修である。97年度までは選択科目の中に物理IBが3単位あったが、履修を希望する者が少ないので、98年度から生物II 2単位に変わった。

物理IAの内容は、(1)光と音、(2)物体の運動、(3)エネルギーと生活、(4)情報とその処理、(5)物理学の影響、からなり、学習指導要領によれば(3)と(4)が必修、(1)、(2)、(5)から1つ以上を選択となっている。本校では生徒の実態も踏まえ、必修の(3)、(4)と、選択の(5)を取り上げている。また、それぞれの内容の学習が終わるころに下の例のような課題レポートを提出させ、内容理解の深化をはかるとともに、資料の活用力、表現力をつけさせるよう心がけている。

〈課題レポートの例〉

次の3つのテーマのうちひとつを選んで2,000字程度のレポートを作成しなさい。

1. 高度情報化社会の良い点、悪い点について調べ、あなたの考えを述べなさい。
2. コンピューターの歴史について調べ、これからどのようにコンピューターを使っていくべきであると考えるか、あなたの意見を述べなさい。
3. コンピューターと人間についてそれぞれの優れている点、劣っている点を挙げ、これからコンピューターと人間がどのように関わっていくべきであると考えるか、あなたの意見を述べなさい。

進度については(3)～(5)の内容を11月上旬までに終わらせるようにし、その後は1つのテーマについてより掘り下げた学習ができるのかと考え、探求活動として、次で述べる「卒業研究」をおこなっている。

2. 「卒業研究」作成の実施概要

2. 1 実施学年、人数、論文形態

「卒業研究」は3学年の物理IAで行われる。卒業論文は1班につき3～6名、1クラスを6班程度に分け、各班にワープロ打ちでB5版20ページ程度のものをつくらせている。その体裁は、「表紙」、「論文要旨」「目次」「本文」の順とし、「本文」は、基本的に第1章「序論」、第2章「理論」、第3章「実験」、第4章「考察」、第5章「結論」、第6章「謝辞」、第7章「参考文献」の順に

構成することとしている。本文中に図やグラフ、イラストを使うなど分かりやすくなるように工夫している班が多くあった。

2. 2 「卒業研究」のテーマについて

テーマは実験をともなうものであることを条件とし、ある程度、こちら側からできそうなテーマを与えて生徒に選ばせているが、生徒が独自に考えたものでも本校にある実験器具でできるものであればよしとしている。また、物理分野に限らず、理科全般から選んでよいこととしている。ちなみに、98年度に生徒が行った卒業研究のテーマは、

「ペットボトルロケット」、「ゴミ袋を使った熱気球」、「電気パン」、「食品に添加されているビタミンCの研究」、「酸と味覚の関係」、「光の実験－夕焼けと蜃気楼－」、「表皮常在菌」

であり、物理に限らず化学、生物、果ては家庭科に関連する領域にまでテーマは広がっている。また、全般的に日常生活に関連の深いものをテーマにすることにより身近な現象に興味を持てるようしている。

2. 3 実施日程

「卒業研究」は11月中旬からとりかかるが、それにかかる時間数は、98年度の場合、17時間をあてた。そのうち5時間を実験・データ採取に、7時間をコンピュータ室でパソコンを使っての論文作成に、3時間を発表のための準備、残り2時間を発表・審査にあてている。実験については半分程度の班が時間内で終わるが、時間内で終了しない班については放課後等に残って実験を行っている。論文作成については、7時間ではほとんどの場合無理で、昼休みや放課後等を使って作業をしている。発表のための準備、発表・審査は時間内で充分終わっている。

日程的には、論文作成までを冬休み前に行い、論文の原稿を提出、これを冬休み中に教員が増刷して休み明けに各班、1人1冊ずつ配布するようにしている。論文提出までには最低3回は事前に教員に論文を提出し指導を受けることになっている。冬休み明けから、自分たちが作った卒業論文を見ながら発表の準備をするが、生徒は自分たちが苦労して作った論文が本になっているのを見て感慨深げであった。この頃になると各班、役割分担ができていて、発表の原稿を考える者、模造紙に発表用のグラフなどを書く者など手分けをして作業を進められる

ようになる。

2.4 発表・審査について

発表はグループごとに自分たちの研究の内容・結論について模造紙1,2枚にまとめたものを黒板に貼り、それを使って各班10分程度で説明する形で行っている。それについて本校理科教諭2名と実習助手が口頭で質問する形で行っている。質問にその場で答えられない場合は、後で調べてその内容をレポートにして提出することにしている。

3. 今後にむけて

生徒は放課後も残って論文を作成するなど全般的に熱心に取り組んでいるが、地方の小規模校ゆえに実験器具が満足でなかったり、充分な資料が得られなかったりと苦労している。

今回もインターネットを利用して資料集めをした班があったが、これからもインターネット等を使った資料収集や他の学校との情報交換などがすすめられるといふと考えている。

4. 終わりに

この取り組みは私が初任で赴任した96年度から実施している。最初はどんなものができるのか不安であったが、生徒は予想をはるかに超えて積極的に取り組んでくれた。昼休みや放課後も自主的に残り実験や論文作成を行っていたし、教員のところにも頻繁に質問にきていた。

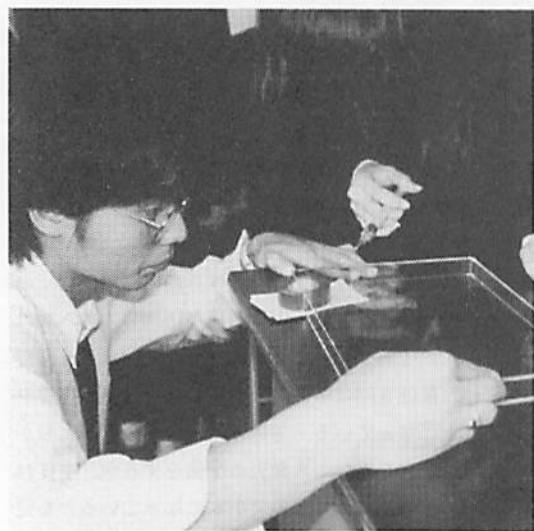


写真1 実験の様子。アクリル板を切っての実験用水槽作り。

た。そういう面で、この「卒業研究」は生徒にとって確かに厳しいものではあったが、興味を持って受け入れられたのではないかと考えている。

私が「卒業研究」を行う上で目標としていることが3つある。1つは3年間の理科教育の中で文を書き表現する力を養うことである。生徒に20ページにもなる卒業論文をいきなり書けといつてもまず無理である。そこで、2学年(98年度入学生は1学年)から実験のたびに実験レポートを書かせている。内容は「実験目的」から始まって、「実験方法」、「実験結果」、「考察」、「感想・反省」まで一応、論文スタイルを踏襲した形で書くように指導している。3学年では課題レポートが加わり、文献・資



写真2 パソコンを使っての卒業論文作成。



写真3 発表・審査の様子。要点を模造紙に書いたものを使って説明しています。

探求活動としての「卒業研究」

料の扱い方などを学ばせる。さらに、定期考査でも150字程度の論述問題を出すなど文章を書く力を養うようにしている。2つ目は実験の原理を理解することである。そのため、卒業研究での実験はなるべくローテク（ハイテクの反対）で行うことにしている。実験は実験装置の立ち上げから始まり、テーマによってはアクリル板を切って実験用の水槽を作るとこから作業が始まる。これによって、多少実験の精度は下がるが実験装置を実際に組み立てることにより、実験そのものの原理を理解しやすくなるのではないかと考えている。最後は、グループで何かを行うときの役割分担の大切さを分からせることである。課題レポートまでは基本的に個人での活動になるが、「卒業研究」は班での活動になる。うまく作業を進

めるには班員それぞれの持ち味を活かしてお互いに相手を頼りとし、頼りとされる関係を作っていくなければならない。17時間、場合によってはそれ以上同じ班で一緒に行動するうちに次第に班員それぞれの持ち場の大切さが理解されていくようである。

最後になりましたが、理科教育センターの永田敏夫先生に多大なお世話になりましたことをここに付け加えさせていただきます。永田先生は今年2月の卒論発表の際にはわざわざ札幌から鹿追まで見に来られ生徒にも質問してくださいました。また、これからもこの「卒業研究」を進める上で多大なご助言をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

小学校教員の高校理科履修科目と理科指導項目

北海道立理科教育センター 永田敏夫・大久保政俊
村上俊一

これまで5年間にわたって北海道立理科教育センター通常研修講座小学校部会受講者の高校理科履修歴と得意教科について調べてきた。これをさらに進め、受講者以外の小学校教員の理科履修状況や物理の好き嫌いの動向がどうなのか調査を行った。その結果これまでに理科教育センターで受講者対象に行ってきた調査が、履修状況と物理の好き嫌いについては大きな変化はなかったが、理科の好き嫌いや専門的な教科の背景については異なる結果が得られたので報告する。

[キーワード] 理科 理科教員 高等学校 理科履修科目 理科専門科目

1. はじめに

中学高校の教員は理科が専門だが、小学校教員は原則としてすべての教科を担当することから理科が専門ではない。これまで理科教育センターで行われている理科教育研修講座に参加されている先生方の高等学校での理科の履修状況、教科の得意不得意、理科の内で好きな領域嫌いな領域などを調査してきた。高等学校で理科Iが導入され、その教育課程で学習歴を積んだ先生方が1990以降教員となって、それ以前の教員と得意領域の傾向に違いが出てきているのかを検討してきた。その結果受講者の傾向としては理科に好意を感じており理科の得意な先生が多いことが分かった。しかし、これが理科教育センター受講者に得意な現象なのか一般的なのかの判断は難しい。そこで今回理科教育センター受講者に協力を依頼して在籍校で数名任意に選んでアンケートに回答してもらい小学校の先生方のおおよその傾向をつかみ理科教育センターで得られている調査結果を再評価しようと試みた。以下にその回答状況と考察を述べる。

2. アンケート回答者の構成

アンケート回答者の高校在籍年度の内訳を図1に示す。'82以降の理科I履修者世代の回答者が男女ともに多いが、これは、'98年度受講者に在籍学校の教員数名に回答してもらうように依頼した経緯を反映したものと考えられる。

これは、センターでの講座受講者の履修年代状況と比べてみるとその傾向が一致しているところから分かる。

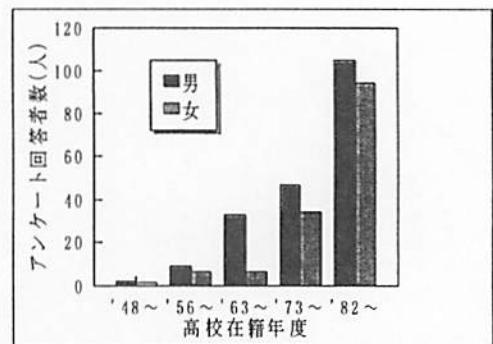


図1 アンケート回答者の高校在学年度

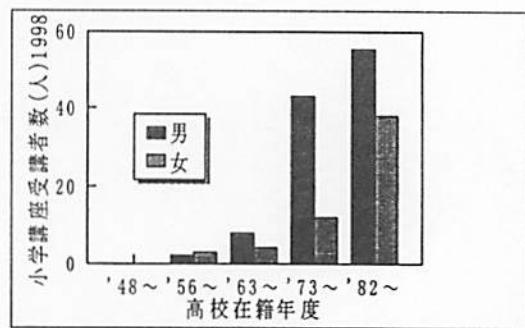


図2 小学校講座受講者の高校在学年度

ただし、女性のアンケート回答者数の年齢構成は受講者と非常によく一致しているが、男性の回答者の方は'73以降高校在籍者の回答数が受講者に比べると比率が落ち

ている。30代後半から40代前半の男性は講座に受講に来ることはできるが校務にも非常に多忙でアンケートに回答するゆとりがなかったのかもしれない。全体的には小学校教員の講座受講者とアンケート回答者の年齢構成は非常によく相関しているが、高校在籍年度が'73～'81の女性の受講者とアンケート回答者が両方とも男性に比べて極度に少ないので年齢的に30代後半から40代前半にかけての女性の先生が非常に少ないと考えるよりは、男性に比べて家庭内での役割の比重が非常に大きく極めて多忙で研修を受けたりアンケートに回答したりするゆとりが失われているのかもしれない。

しかし、基本的には理科センターで講座を受講していた先生方と同じ年齢層の先生方から回答を戴いたことになり、理科センターで行った調査と今回のアンケート調査を比較することが先生方の理科の好き嫌いの状況を把握するには信頼できるものと考えられる。

3. 高校理科履修状況

アンケート回答者の高校理科履修状況は、'82以降の在学者の場合、理科Ⅰ履修者が85.9%で物理は38.7%，化学は69.3%，生物は76.4%，地学が21.6%と最近5年間の理科センター小学校部会受講者の平均値が物理43.3%，

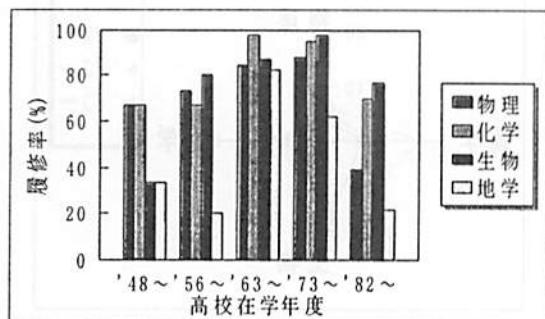


図3 アンケート回答者の高校理科履修状況

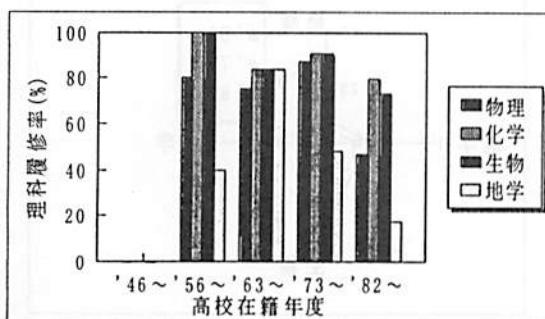


図4 講座受講者の高校理科履修状況（1998）

化学69.9%，生物61.7%，地学20.2%でいずれの年も化学の履修者が多かったのに対して、生物の割合が多いのは理科Ⅰ世代の教員の動向としては小学校の全体から見た場合の傾向は受講者とは異なるかもしれない。回答者数が非常に少ない'56以降在籍者や'48以降在籍者についてはゆらぎが大きすぎる所以今回の回答者の場合として記録するにとどめるが、'63年以降、'73年以降の高校在籍者が理科の履修科目が多いことだけは確かに地学の履修者がその前後で非常に少ないので顕著である。

4. 小学校教員の好きな教科

ここ3年間ほど理科教育センター小学校講座受講者に対する理科科目の好き嫌いだけでなく、全教科について専門あるいは好き嫌いを調査してきた。小学校講座受講者で'82以降高校在籍者の教科の好き嫌いについては、国語、社会、数学については平均すると17%程度で同程度に好きな者が多く、体育も15%ついで得意でバランスの取れた教科感覚であることがわかる。ただし、芸術関係が不得手とする者が多く、特に音楽の嫌いな者が15%と多い。また、英語も13%が嫌いとしている。理科については、平均すると24%が得意または好きと回答している。

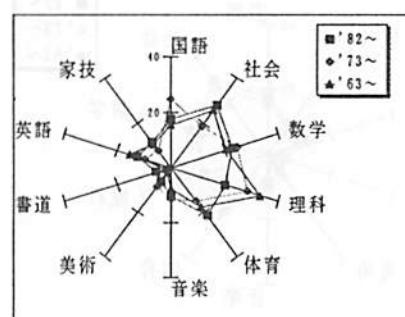


図5 アンケート回答者の好きな教科

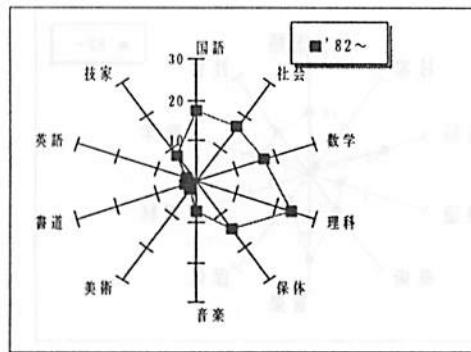


図6 講座受講者の好きな教科（'96～'98平均）

今回の道内アンケート回答者のうちで'82以降在籍者の教科の好き嫌いについて見ると、国語が17.6%、社会が28.1%、数学が22.6%、理科が20.1%、体育が21.6%、と回答しており相対的には社会が得意な者が多い。国語が不得手とするものも理科を不得手とするものと同程度の10%程度あった。数学は得意なものも多いが不得手とするものも20%近くあり多かった。体育については得意な者が21.6%と多く、嫌いとするものは5%と少なかった。英語については19%が嫌いと答えていた。今回の調査では大学での専門科目も含めて得意科目・好きな科目として分類したので回答者には教育心理学や幼児教育や教育行政等を専門とするものも18%程度あった。

のことから考えるとアンケート回答者の集団の母数が受講者に比べると大きく、これまで理科センターの講座を受講したことのない人にできるだけ回答を依頼したこともあり、受講者とは違って社会が好きな者が今回の回答者には多いこと、数学が嫌いなものも多いこと、逆に音楽が嫌いなものは少ないことが分かる。

やはり、全体的には芸術教科の得意な教員が少なく、英語の嫌いな者が多い。理科については比較的好感を持っており、特に理科センターの受講者はやはりもともと理

科の好きな教員が受けていることが分かる。小学校教員が特に理科が嫌いということではないことが確かめられたと判断している。

'73以降、'63以降の在籍者と'82以降の在籍者を比べると'73以降の者が社会が嫌いと答えている者が他の年代に比べると多いのが特徴的である。これが全ての小学校在籍者について言えるかどうかは分からないが、今回回答をした'73以降在籍者では社会が嫌いな人たちも回答してくれたということかもしれない。

ただし、回答者の少ない理科I以前の世代の教員の傾向はこれだけでは判定が難しい。

5. 小学校教員の物理の好き嫌い

これまで、理科の中で物理、化学、生物、地学の好き嫌いについて調査してきたが、これについては講座の受講者も今回の回答者も全く同じ傾向を示している。60%近くの人が物理は嫌いと答えており、これだけは高校の在籍年度や受講者かどうかによらないで共通している。最も人気の高いのは生物、ついで化学、地学、物理の順となっている。履修しているかしていないかによらず物理は圧倒的に嫌われていることだけは間違いない。ただ

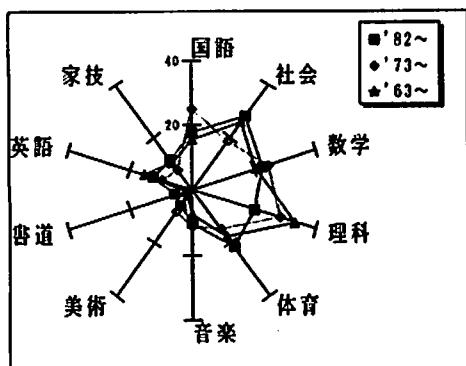


図7 アンケート回答者の嫌いな教科

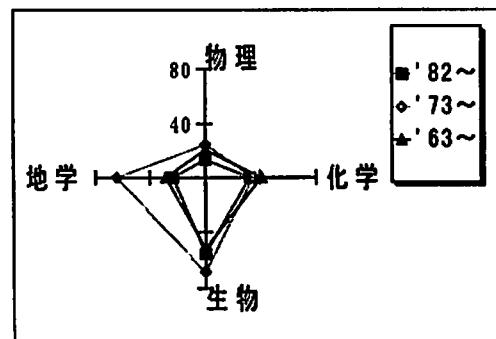


図9 アンケート回答者の好きな理科科目

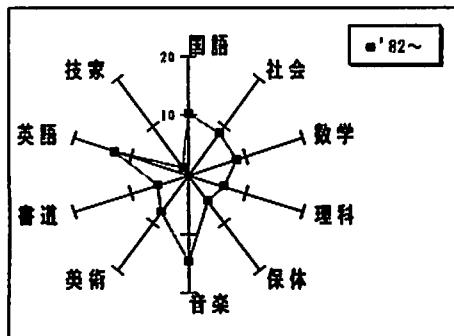


図8 講座受講者の嫌いな教科 ('96~'98平均)

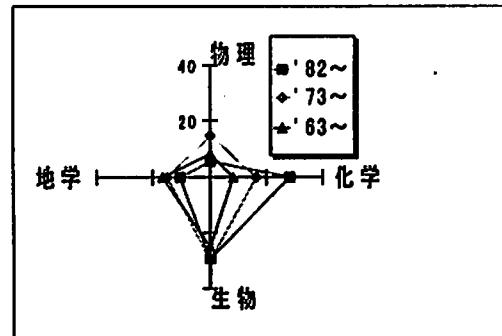


図10 受講者の好きな理科科目 ('98受講者)

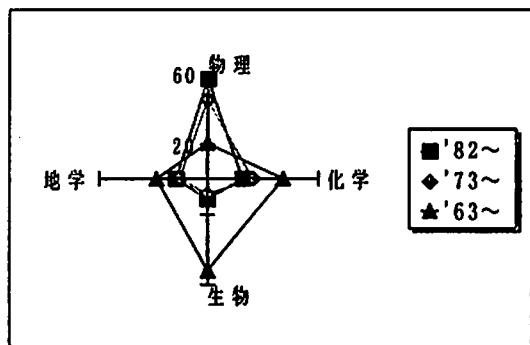


図11 アンケート回答者の嫌いな理科科目

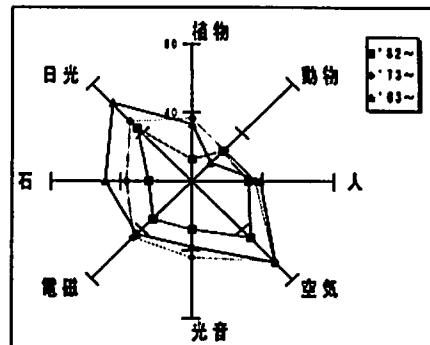


図13 指導しやすい3年の指導項目

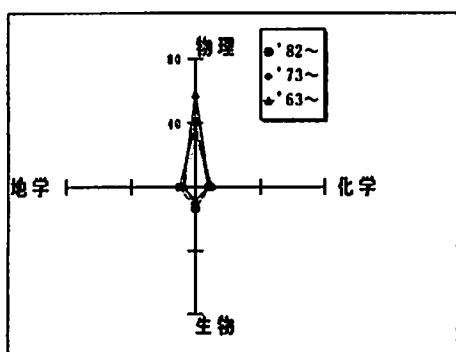


図12 受講者の嫌いな理科科目（'98受講者）

し、受講者と一般回答者と比べた場合、理科の中でも化学の好きなものの割合がわずかではあるが高いことが分かる。これは、回答者数の多い'82年以降在籍者と'73年以降在籍者に共通しており、理科が好きな者が受講していることを裏付けるものもある。

6. 指導しやすい小学校理科指導項目

今回集計した現行の指導項目では3年については、年代によらず植物の育ち方と作り方や動物の作り方や育ち方が指導が難しいとして挙げられていた。逆に指導しやすいとされたのは空気、水の性質、日なたと日陰であった。履修年代を遡るほど指導しやすくなっているのは、生物領域で、履修年代が新しいほど指導しやすいのは物理領域であった。

4年については指導しにくいとする項目が3年に比べると増えている。植物のくらし、動物のくらし、に人の活動と環境が加わりさらに、流水の働きや自然界の水の行方など地学領域が大きくなっている。指導しやすいとして挙げているのは、ものの重さ、金属・水・空気と温度、電気や光の働きの物理領域である。

5年については履修年代によって特に指導の難しさに

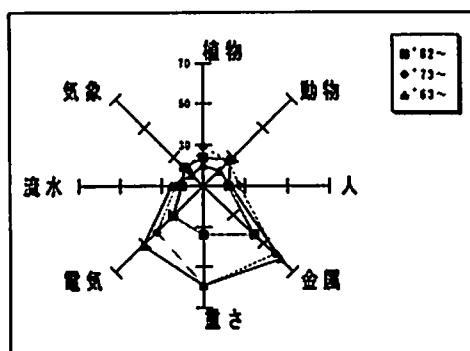


図14 指導しやすい4年の項目

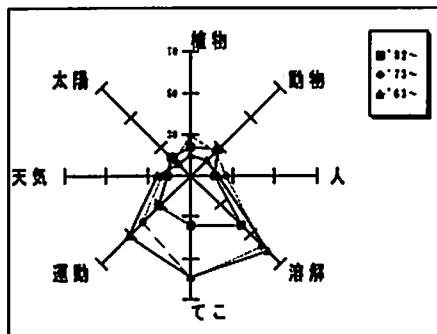


図15 指導しやすい5年の項目

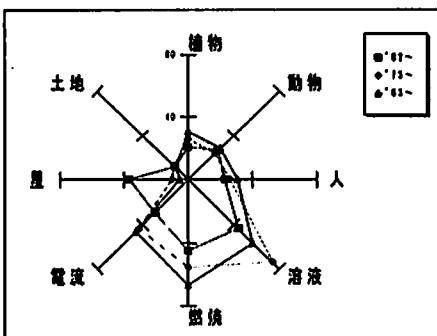


図16 指導しやすい6年の項目

違いがあるのは太陽と月の天体領域で'82以降の履修者では指導しやすくもしにくくもないとしているが、'73以降、'63以降の在籍者はこの領域が最も指導がしにくいという傾向が著しい。全体的に地学領域に加えて生物領域の動物の発生と成長、植物の発芽・成長・結実、人の発生と成長などが指導しにくい領域として挙げられている。

6年については最も指導しにくい領域は星とその動きと土地とそのつくりの地学領域が挙げられている。ただし、星とその動きについては'82以降在学者では指導がしやすいとしているものもかなりある。指導しやすい項目としては燃焼と空気、水溶液の性質、電流の動きが挙げられていた。

7. 受講していない人たちの物理のイメージ

物理研究室が調査したために物理領域の負担をこれ以上加えられては困るという思いが働いて物理領域は指導がしやすく、地学生物領域は指導がしにくいと解答したのかその解答の心理も考慮に入れる必要もあるが小学校のA、C区分のウエイトは非常に大きいので理科といえばA、C区分が大きなイメージを形成しており負担に感じているのかもしれない。

高校理科の科目としては圧倒的に物理が嫌いで生物が好きな人たちが小学校の物理領域がもっとも指導しやすいと回答したことは、そのまま受け止めれば小学校の物理領域はこんなにわかりやすく子ども達に受け入れられているのに、高校の物理がいかに物理嫌いを助長してきたか分かっているのかと答えていることでもある。ただし、年代による指導のし易さの程度の変化を信頼性のあるものとして見たとすると、高校で物理を履修した年代ほど指導がしやすいと回答していることは、履修してもしなくとも同程度に嫌いになるのなら履修してもらった方がよいとも考えられる。過去に履修と好き嫌いの相関

を考えたところ、物理であっても履修している者が多いほど好きになる者も多いという関係が得られている。物理ほど嫌いではない地学領域が最も指導しにくい領域として挙げられているのを考えるとやはり履修していないのは指導する立場に立ったときに困難を感じるともいえる。

さて、理科センターでの小学校講座での研修を考えたとき、これをどのように受け止めるかだが、小学校のB区分は先生方が指導もしやすく子ども達にもよく受け入れられているのだから、この領域から指導を進めた方が目標が達成しやすいのではないか。したがって、研修もより受け入れて頂けるB区分を増やしていくことが理科好きを増やす道ではないかとする道がある。

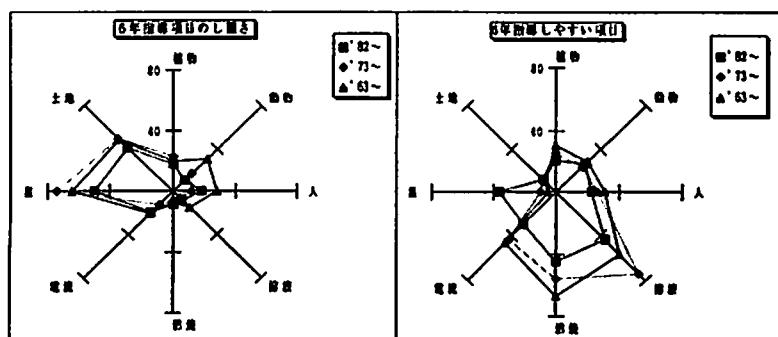
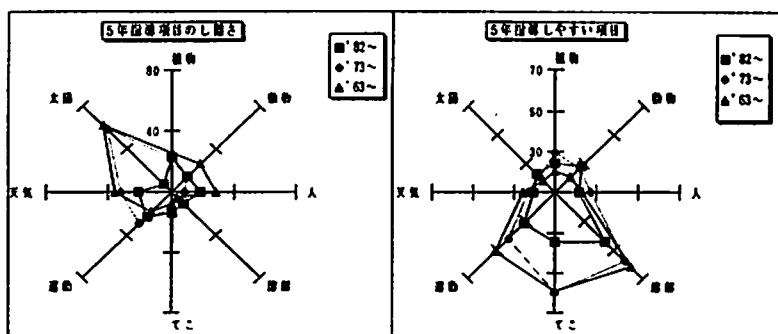
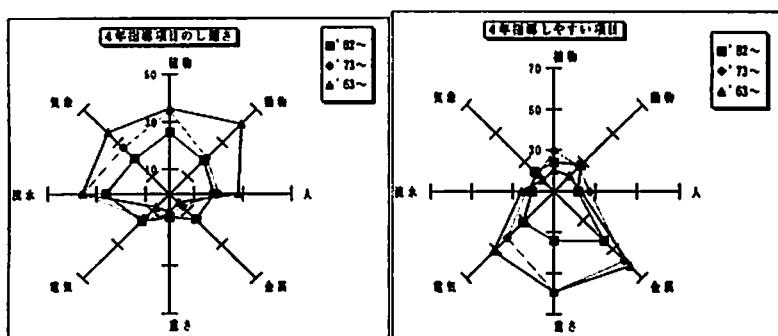
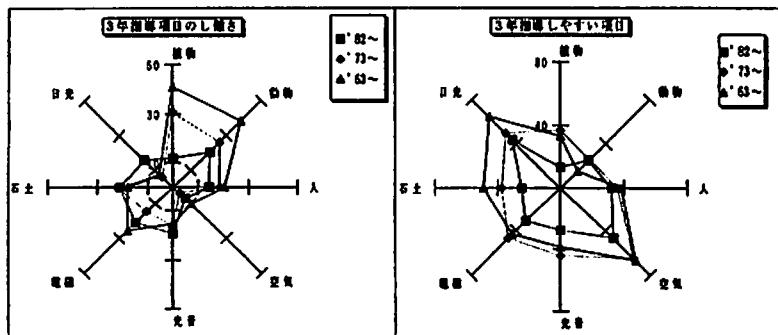
今回の調査から物理の研修はこれ以上やりたくないという声がセンターでの講座を受講したことのない方を加えたときに大きい声となってくることが分かってきた。逆にセンターに来ていただければまたその考え方方に少しでも変化を与えることが出来るのではないかとの気持ちも大きくなってきた。大勢の方々のご協力に感謝いたします。なお本研究は文部省平成10年度科学的研究補助（奨励研究B）の研究助成を受けて行ったものである。

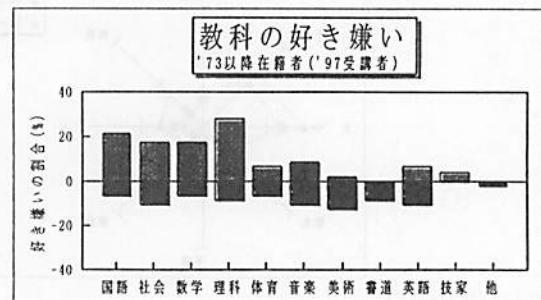
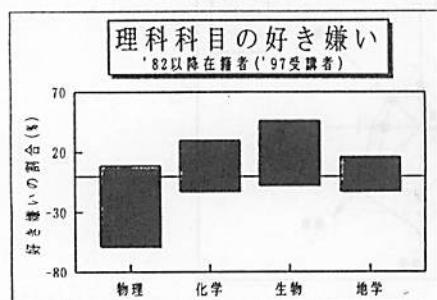
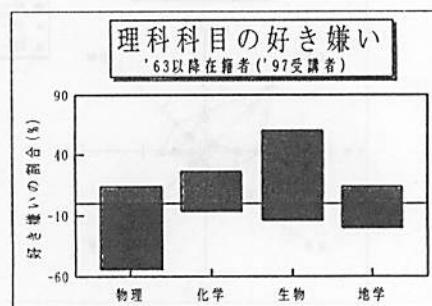
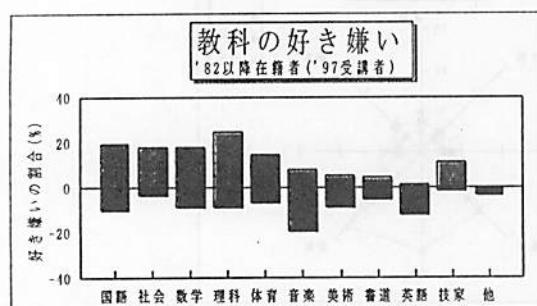
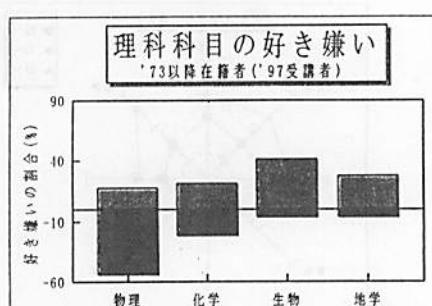
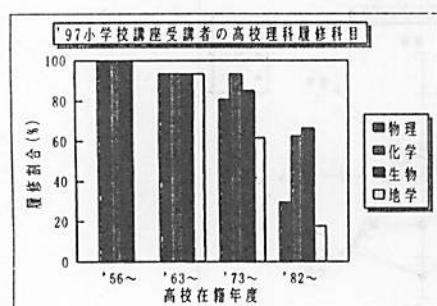
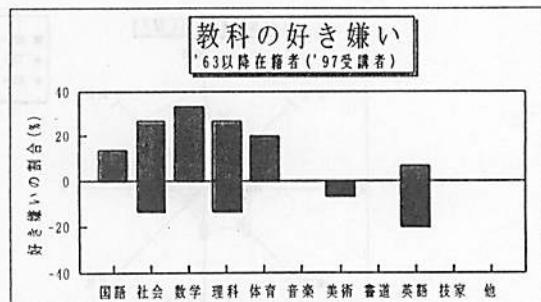
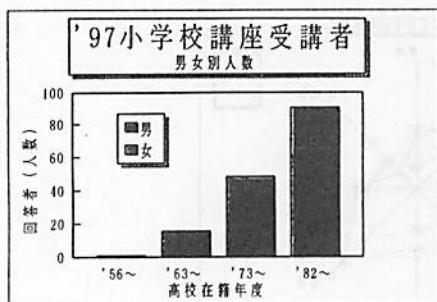
参考文献

- 1) 永田敏夫他, 理セン研究紀要第9号 (1997)
- 2) 永田敏夫他, 理セン研究紀要第9号 (1998)
- 3) 鶴岡森昭, 高校理科履修率調査 (1998)
- 4) 和田悦明, 道中理発表資料 (1996)
- 5) 太田博之他, BUTURI サークルほっかいどうニュース (1997 No.2)

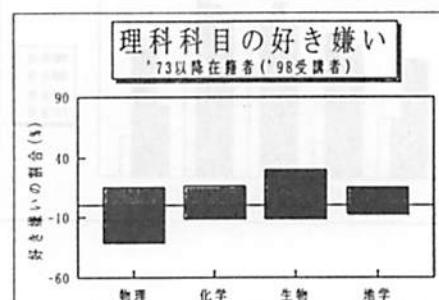
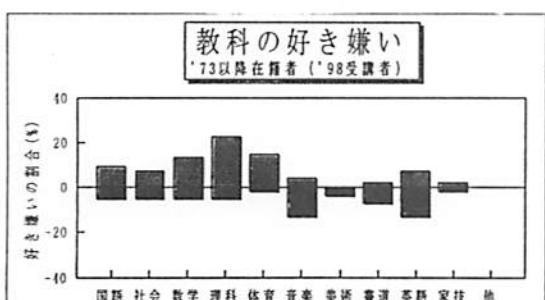
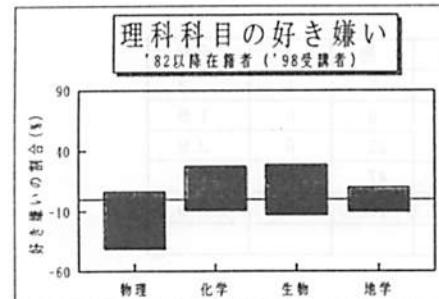
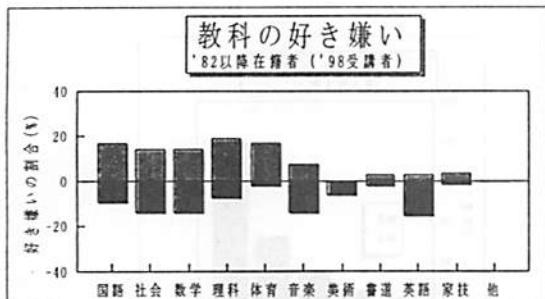
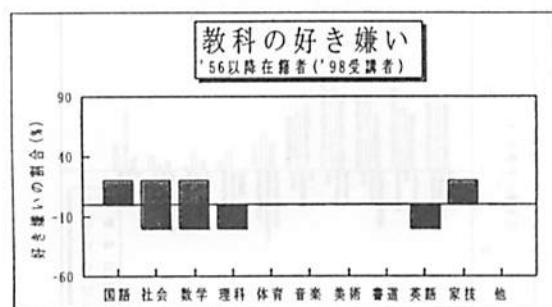
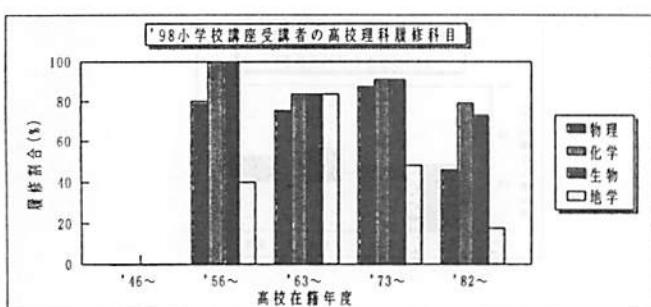
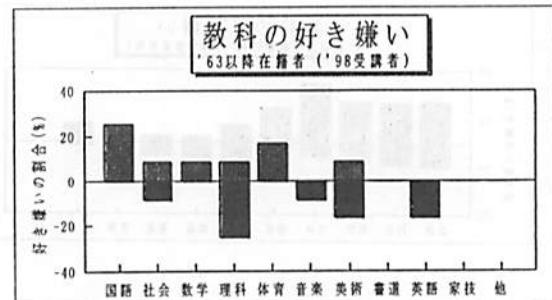
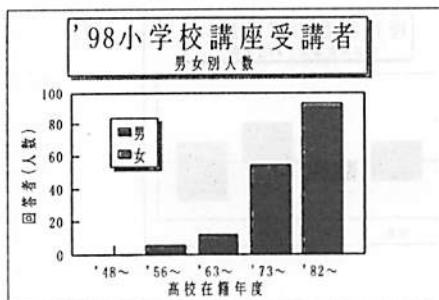
(ながた としお 物理研究室長)
 (おおくぼ まさとし 物理研究室研究員)
 (むらかみ しゅんいち 物理研究室研究員)

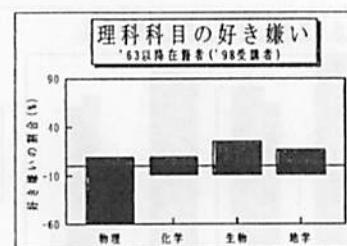
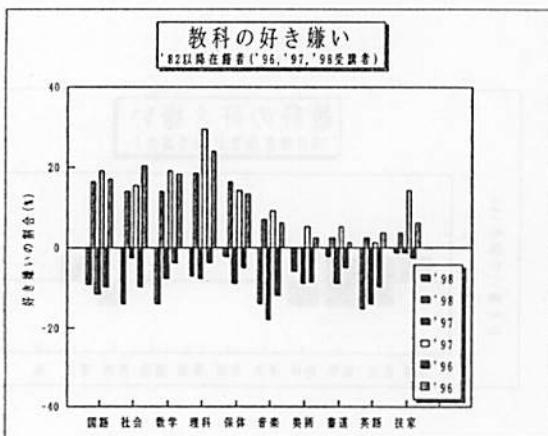
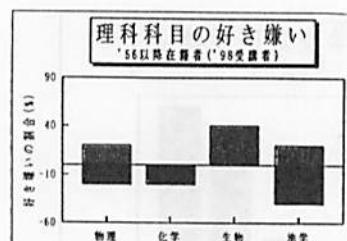
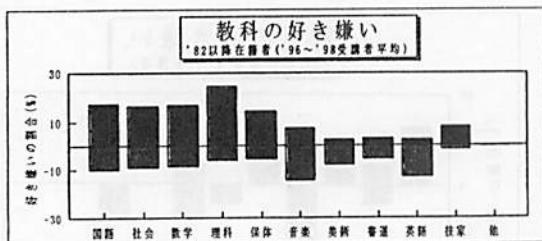
資料



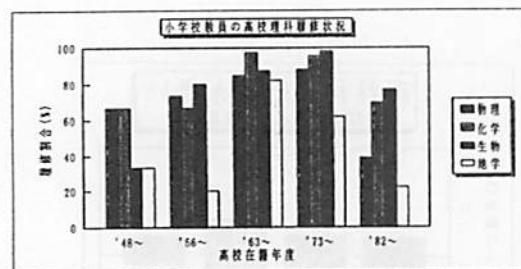


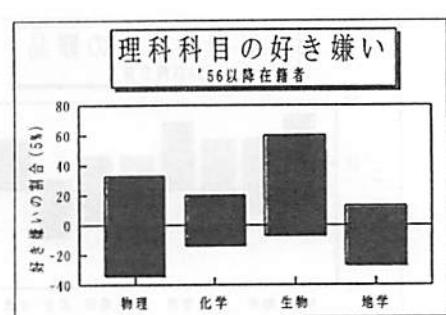
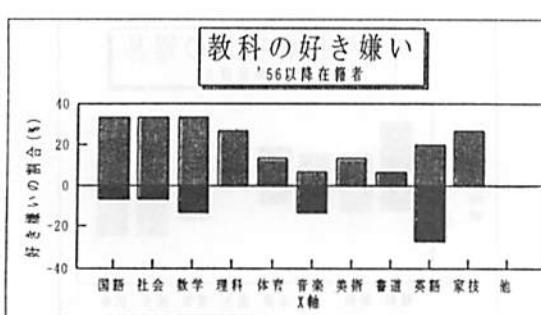
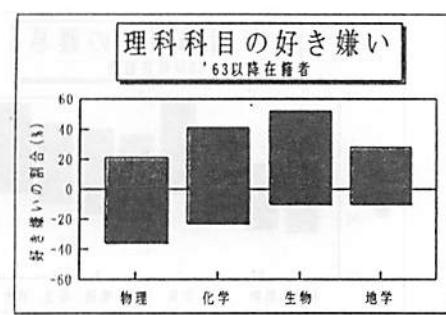
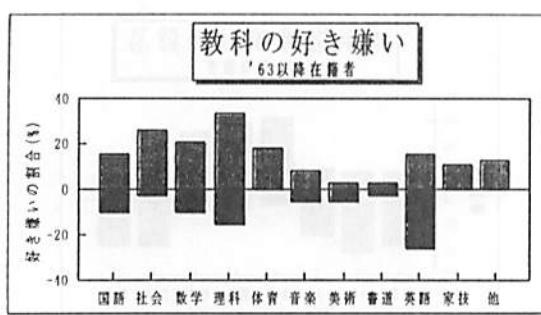
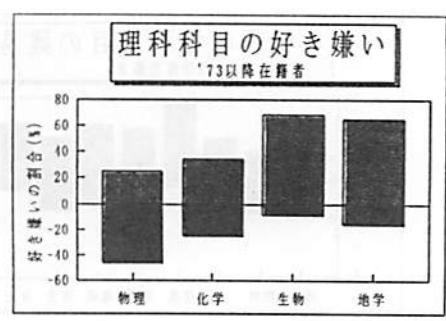
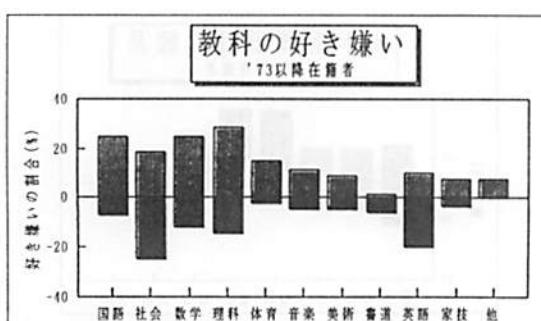
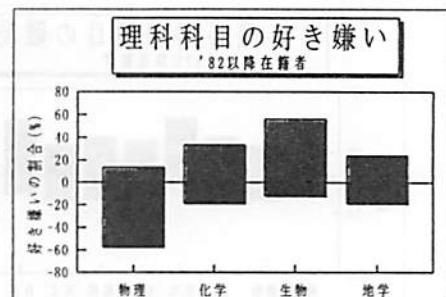
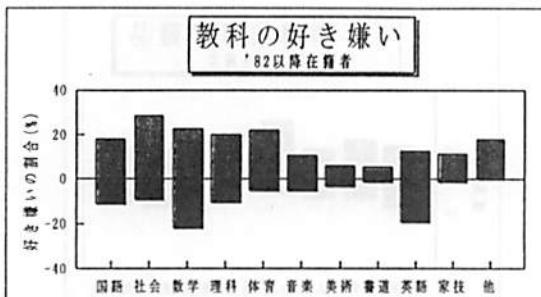
小学校教員の高校理科履修科目と理科指導項目

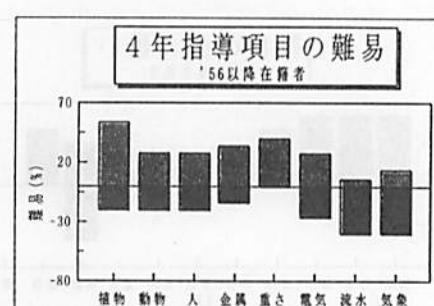
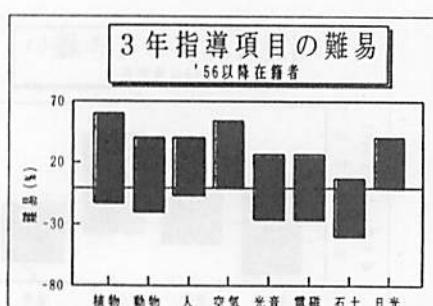
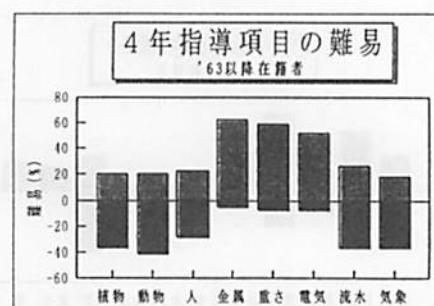
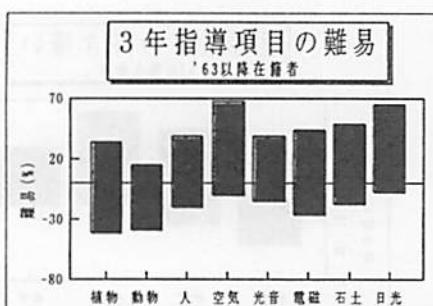
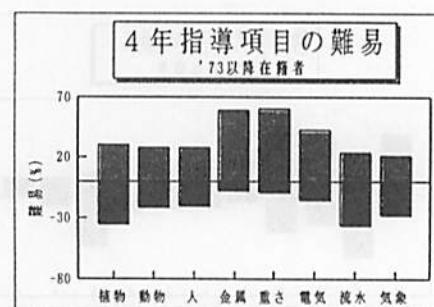
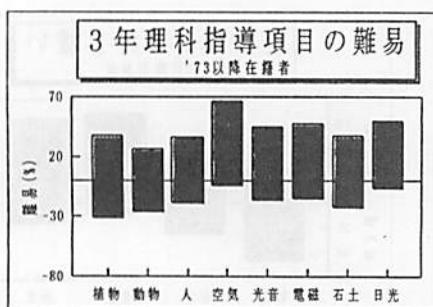
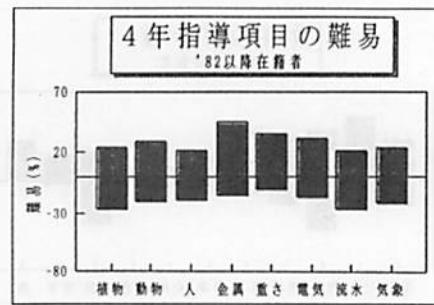
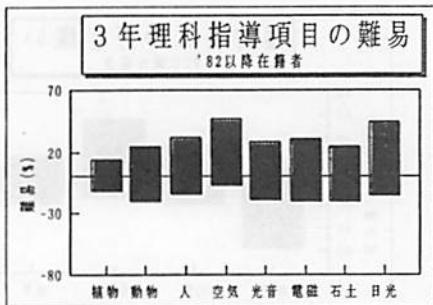




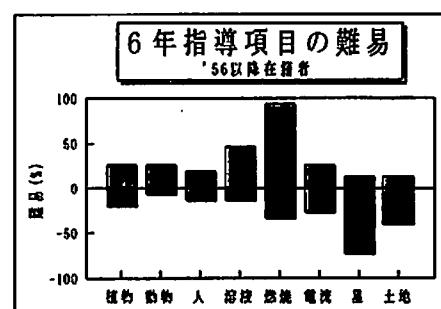
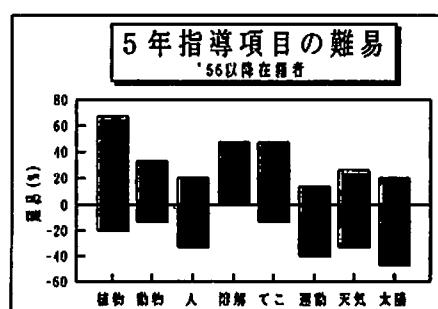
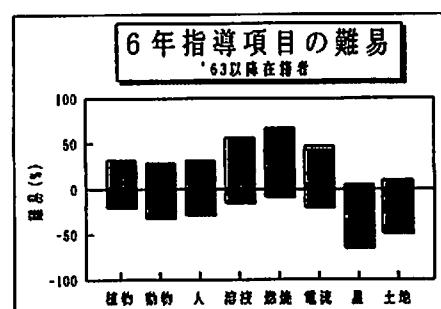
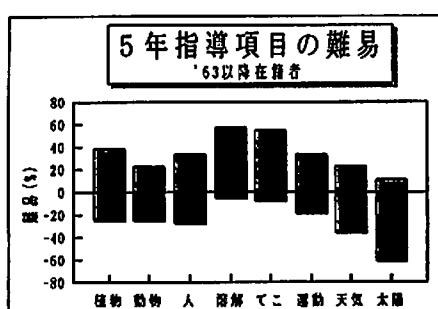
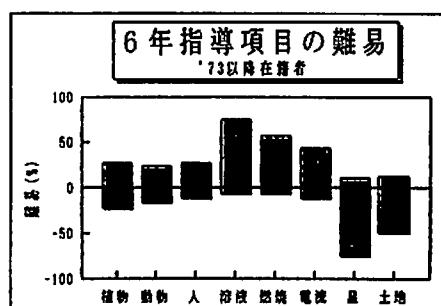
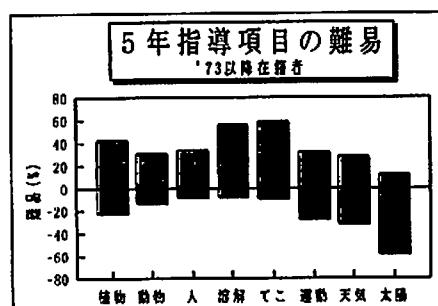
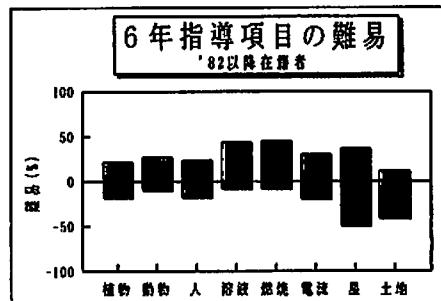
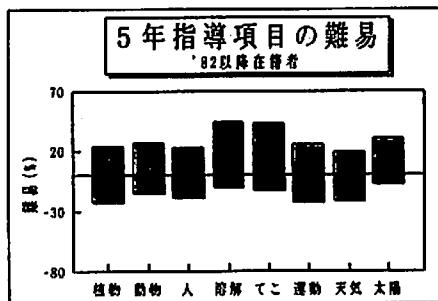
回答者数	男	女	合計
'48~	2	1	3
'56~	9	6	15
'63~	33	6	39
'73~	47	34	81
'82~	105	94	199







小学校教員の高校理科履修科目と理科指導項目



国際教育活動参加報告

第1回APEC青少年サイエンス フェスティバルにみる生徒の科学活動

北海道俱知安高等学校 佐々木 淳
北海道立理科教育センター 永田 敏夫

1996年APEC（アジア太平洋経済協力会議）で韓国大統領から提案されたAPEC青少年サイエンスフェスティバルが1998年8月ソウルで開催された。日本代表団の一員として北海道から著者らが参加したが、国際理解、式典、デモンストレーション、研究所体験研修、科学高校での生徒の研究交流、文化交流会、組織、協賛機構、宿泊体制、運営システム、ボランティア活動、教育リーダー養成活動等、今後の日本の科学教育を考える上からも示唆に富む情報が得られたので報告する。

[キーワード] APEC 科学の祭典 国際理解 科学技術教育 ボランティア活動

1はじめに

1991年工学院大学で後藤道夫が物理教員を中心に始めたデモンストレーション大会は92年科学技術館で青少年のための科学の祭典という形で科学技術振興財団の主催事業に発展し、全国的な広がりを見せた。この、青少年に科学の魅力を伝え広めていこうという運動は、アメリカの全米科学技術プロジェクトポスター・セッション審査大会、EUの青少年科学者研究発表大会などの研究発表大会と日本で広まったデモンストレーション大会の潮流がAPEC青少年サイエンスフェスティバルという形で合流していると考えられる。この大会はアジア太平洋諸国経済協力会議の中で韓国大統領から提唱されたもので、今回の韓国ソウル市が初の開催（'98年8月14日～20日の1週間）である。今後各国が持ち回りで開催することが期待されている。

2フェスティバルの概略

参加国は、ニュージーランド、U.S.A、シンガポール、フィリピン、オーストラリア、香港、台湾、ブルネイ、日本、中国、マレーシア、タイ、と主催国の韓国の11カ国。EUがオブザーバーとして参加した。参加したのは、15才から18才の各國青少年と学生10人につき1人以上の割合での引率教師と韓国人教師約100名でAPEC各國からの250人と韓国からの250人で生徒教師併せて約500名であった。期間中の公用語は英語で、会場はソウルオリンピック公園、国立ソウル大学、ソウル近郊施設、Taedokサイエンスタウン、科学高校などであった。

大会全体のプログラムはプレフェスティバルイベント、メインフェスティバルイベント、ポストフェスティバルイベントで構成されている。プレフェスティバルイベントとしてインターネットによる「APECサイバーサイエンスホール」と準備のための「青少年サイエンスフェスティバル国際会議」の開催や展示物の収集「調査研究レポート、発明、サイエンスアート」がある。メインフェスティバルイベントには、公式行事として「歓迎式典、閉会式、閉会式、VIP歓迎パーティ」、フィールド活動として「体験型演示、展示、実演、娛樂ゲーム」、グループ視察として「科学高校、文化施設、現代科学技術機関の視察研修」、コミュニケーション活動として「講演、パフォーマンス、視察の成果発表、討論、専門家及び教師の意見交換会」、交流活動として「科学と文化パフォーマンス交換、科学玩具の研究、韓国学生の自宅訪問」があった。ポストフェスティバルイベントとして、「韓国文化施設に関するプライベートツアー」や「APECサイエンスフェスティバルに関する感想文」、「国際フェスティバル評議会議」などがある。

オープニングセレモニーの後、展示とステージの部門はオリンピック会場を、文化交流・研究発表交流部門はソウル大学を中心に行われ、科学高校・科学技術施設訪問部門はグループがいくつか集まってバスで移動した。展示とステージは一般市民も巻き込んだ「科学の祭典」方式で、交流と訪問の部門は参加した500名の学生が中心の科学研究発表や研修交流の「サイエンスキャンプ」方式であった。最後のクロージングセレモニーからフェ

アウェルバーティに至るまで、韓国人ボランティア学生や生徒、教員を中心に一般市民を巻き込んだ熱気のあるフェスティバルであった。なお、次回開催はシンガポール、次々会はオーストラリアという情報もあった。

3 日本代表団

日本からは日本財団がスポンサーとなり日本科学技術振興財団が事務局を引き受け、高校生、事務局および引率教員がノミネートされて参加した。生徒は科学技術振興財団が主管したサイエンスキャンプやコンテストの参加者から選考され、教員は全国各地で科学の祭典で中心的に活動している者から選出され、デモンストレーターおよび引率教師として参加した。代表団の団長は山田英徳（日本科学技術振興財団）で事務局は瀬川嘉之（日本科学技術振興財団）を事務局長に杉浦泰子（通訳）、井上徳也（青学学生）、田村鷹子（看護婦）、ユン・ヘヨン（通訳）、オ・スジョン（通訳）、高橋浩（添乗員）の8名であった。

組織委員会は山田卓三を委員長に、中村重太（福岡）、本間均（兵庫）、中台文夫（千葉）、湯口秀敏（埼玉）、福田和弥（神奈川）、の6名であった。ブース出展者は佐々木淳、永田敏夫（北海道）、佐々木修一（岩手）、戸田一郎（富山）、湯口秀敏（埼玉）、吉本千秋（東京）、熊野善介（静岡）、泉伸一（兵庫）、宝多卓男（大阪）、千脇久美子（兵庫）、古井浩二（広島）、立石康（愛媛）、中村重太（福岡）、松尾雅則（佐賀）の14名であった。参加した生徒は、山口俊輔（北海道）、伊藤さち、森谷真紀子（山形）、金野敬史（宮城）、高原樹（福島）、池上陽子（茨城）、江島麻衣子、斎藤俊哉（神奈川）、勝原隆道、神谷雄三、西田怜美、森下貴裕（東京都）、上神田悠生、笹岡千恵、萩原泰斗、菱沼瑞恵（埼玉）、四条正浩、渡邊正智（栃木）、吉田謙一（茨城）、石川智子、今村雄一郎（愛知）、秋山智恵子、池野勝也、川崎広久（兵庫）、島田知典（奈良）、山田智子（広島）、三宅一央（徳島）、赤岩俊治（長崎）の30名であった。

フェスティバルには7月20日、21日東京で全員集合して事前研修を行い、実験用大型機材の船便による発送の準備を確認した後に8月12日ごろから全国各地より直接現地入りした。現地では、高校生及び引率代表者はソウル大学寄宿舎で韓国人学生との相部屋による合宿となつた。ソウル大学の学生会館で参加受付をした後、参加者はグループを編成して滞在期間中行動をともにした。各グループは帰国子女による韓国人大学生リーダーを中心に、韓国人教員2名、国外から参加した引率教員2名、および韓国人生徒3、4名と外国からの参加生徒3、4

名の計10数名で編成されていた。グループ分けは研究所などの訪問研修の希望をもとに編成されていた。ただし、日本からブース演示を中心に派遣された教員はブース運営を期間中担当したため必ずしもグループと同じ行動ではなかった。

4 大会内容

4-1. オープニングセレモニー

開会式は谷底にステージのある階段式のおよそ1,000名程度収容のウェイトリフティング会場で行われた。韓国首相はじめ各国のVIPクラスの出席のもとで行われた大規模なもので、ブラスバンドや合唱団も準備されていた。開会の挨拶は事業の代表者に含めて生徒代表の演説があり、教育に対する配慮を感じさせた。提唱者が大統領であったこともあるようが、主催者が韓国の通産省や科学技術庁、文部省、科学教育学会連合会、経済界などと連携が取れていることが印象深く、テーマの「サイエンス&コミュニケーション」をアピールするビデオクリップの上映（ステージ上の巨大スクリーンを使用）やテーマソングのカセットテープの無料配布されたことなどからもホスト国韓国の意気込みを感じることができた。

この会場の廊下には各国の学生による研究発表のポスター展示（作品展示を含む）や科学関係の写真やイラストなどのサイエンスアートが展示されていた。

4-2. 展示とショーの部門

展示はドーム会場と屋外テント会場からなっていた。屋外会場は飛行船、アドバルーンが上がり、広場でのサイエンスショーや水ロケットの打ち上げにも、大勢人が集まり連日満員の盛況ぶりであった。主催者側は期間中約30万人の入場を予測していたという。

ドーム会場のブースは4メートル程度の間口で、APEC各国からの出展が5、韓国高校生ブースが15、研究



所が5、企業関係が61の合計86ブースほどあった。屋外のテントブースは、科学館関連団体展示が18、民族工芸関連ブースが10、科学関係売店が20ほどで、全部で約50ブースが科学博覧会のように並んでいた。

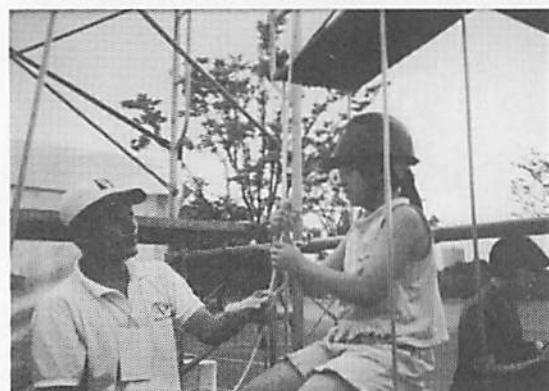
ウェイトリフティング会場では、約50のポスターや展示に加え、期間中18のサイエンスショーが展開されていた。

ドーム会場では企業の科学展示が中心だったが、韓国の児童生徒学生の展示ブースが15カ所程度あった(演示する学生は、寄宿しながら参加している学生とは異なる)。



科学クラブの生徒が科学オリンピックで優秀な成績を収めた研究内容を実演を交えて紹介するブースなどなどがあり、とてもすばらしいと感じた。生徒は期間中交代で担当していたが、女子高校生が多く、制服姿でシナリオに沿って「スライム」や「電気分解」などの化学実験を紹介していた。

中には、工業高校生による実際に動くエンジンの透明シリンドラーの開発研究デモや、小学生の巻き貝の味と雌雄の関連性などの発表もあった。日本ブースは屋内にひとつ、屋外にひとつ、加えてサイエンスショー番組2コマ分が割り当てられた。展示は20名のスタッフがタイム



テーブルに沿って自分のデモンストレーションを実施、手の空いている者がサポートに入るというスタイルで行った。テーマとしては「電気」「光弹性」「超伝導」「電子レンジで火の玉」「原始ナビゲータ」「ビデオテープは磁石になるか」「ピップエレキバンイヤホーン」「プラスチック鏡とギラギラ瓶づくり」「気体の反応する体積を知る」「噴水」「冷たい世界のピックリ体験」「植物を利用した笛づくり」「バランスで遊ぶ」「放射線を見よう」などを行った。

著者らの屋外ブースでは、「パンジージャンプで無重力実験」、「組み合わせ滑車で自分の体を持ち上げよう」、「ボールの組み合わせによるスーパージャンプ」、「バイブルホン」の4つを実施した。屋外テントブースでハイブリッドカーの展示をしていた科学高校の先生はバイブルホンのブースに来てよく質問していた。

科学教材の展示即売会も屋外で同時に開催、特に「水ロケット」「ロケット花火」の打ち上げショーや人気を集めていたようだ。ただ、人ごみも構わずに飛ばし、通行人は平然とそばを通り過ぎる。スリルどころか危険な場面もあった。

屋外には民芸品クラフトコーナーも設置され、入場料とは別に有料で、金箔細工、ひもづくり、タコづくりなどの韓国伝統工芸ものを企業が出展していた。ものづくりや伝統工芸も科学の祭典に入っているところが興味深かった。

今回の屋外ブース運営での最大の功労者として挙げなくていいいけないのは、BUTURIサークルほっかいどうのメンバーでソウル日本人学校で今年から教師をしている深澤徹氏である。パンジージャンプ実験など高さの必要なデモンストレーションは、彼が現地で大会事務局と折衝しながら用意した5×3×3メートルの建設工事用足場がなければ実施は全く困難であった。また、大会中もブースに不足している消耗品を調達していただきたり、代表団全体がお世話になった。



著者らは、サイエンスステージにおいて50分ものの実験ショー番組も2本上演した。ここは札幌市民会館大ホールでショーをやる雰囲気。當時200人以上いた客席の子供たちの反応はとても良く、楽しんでもらえた。また、音響、照明、通訳、撮影（ズームカメラでの手元をアップで撮影）、道具の打ち合わせが念入りに行われ、安心してステージを勤めることができた。日本チームはここで「液体窒素でエジソン電球」、「アルキメデス伝説をバラボラで再現」、「原始の火起こし」、「磁石の力」、「熱い光と冷たい光」などを行った。

科学実験のデモンストレーションは小さいものが多いため、大ステージでのショー形式はなかなか難しい。しかし、巧みな話術で引きつける司会者、実験者の手元をクローズアップして映し出すテレビシステム、などの工夫もあり、科学ショーの持ち方に知見を得た。さらに、スポットライト、色照明による演出、BGMの効果的使用、などショーとして楽しむために舞台専門家と組むことの必要性などもわかった。（専門用語が多いので、通訳の方との事前打ち合わせも大切。）

韓国では科学オリンピックがすでに6回行われている。そこで、研究所や企業、教員の展示と生徒の展示が同じように並んで出展しているのは教育上も大変有効ではないかと感じた。

4-3 文化交流・研究発表交流部門

文化交流会がソウル大の講堂を借り切って2晩連続で開催された。APEC各国の紹介と参加学生のアピールの機会になり、大いに盛り上がった。司会をする韓国の学生リーダーたちはいずれも英語圏の帰国子女で実際に巧みな英語を操っていた。参加した各国の出し物は様々だが、必ずしも科学に関連したものではなく、タイの指先や足の動きのある民族舞踏や韓国の鉦や太鼓を交えた民族舞踏など各国の文化の紹介が多かった。特に韓国の高校生による民族舞踏と演奏（サムルノリ）は衣装もきらびやかで、専門の訓練をしているのか素晴らしいものであった。

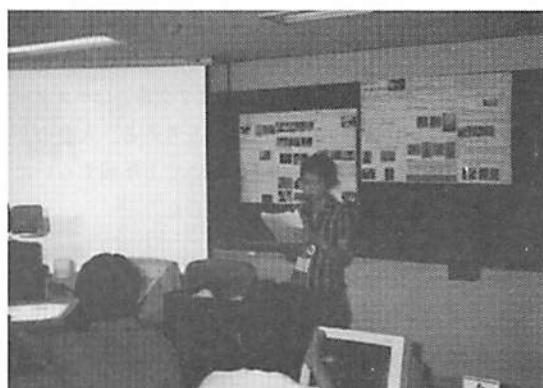
日本の参加チームはむしろ科学にこだわり、原体験のグループの泉氏の指導の下に「手作り楽器の音色を楽しもう」というアピールを行い、金属棒や竹ぼら、お鉢、パイプホンを鳴らして会場を沸かせた。オリンピック公園会場から豪雨の中マイクロバスにずぶ濡れになりながら教員団が2時間かけて運んだパイプホーンはわずか30秒程度の演奏ではあったが喝采を浴び、翌日屋外のパイプホーンブースに大勢の見学者を集める結果となった。

4-4 科学高校・科学技術施設訪問部門

ブース運営のタイムスケジュール調整の結果著者らも科学高校・科学技術施設訪問プログラムに参加することができた。韓国には「科学高校」と銘打っている高校がある。全国から選抜された優秀な学生が寮生活をしながら科学を学んでいる。宿題が多く、学習時間帯には寮を出ることはできない。遊びたければ睡眠時間を削ってフリータイムをエンジョイするしかない、というシステムに慣れている彼らはエネルギーで日本の中高生はタジタジであった。

各国から持参した研究交流は、科学高校訪問の際に内容ごとに分かれた会場で発表交流が行われた。研究交流はポスター発表と科学高校での口頭発表の2本立てで、日本の生徒は和弓の研究、納豆にまつわる粘性の研究、つららの研究などが口頭発表された。著者の参加したクラスでの参加した生徒間の質疑応答はあまり活発ではなく、少しさびしい気がした。他の国の発表についてはやはり、韓国の子どもたちの発表が英語力も含めて群を抜いていた。研究発表についてのコンテストもある予定であったが、科学高校訪問時の口頭発表では審査はなかった。

実際に審査された研究発表は各国の学生がこのサイエンスフェスティバルに参加して訪問した場所や体験した実験について英語で発表するスピーチコンテストの形式であった。各国学生が英語によるプレゼンテーションを実施し、質疑・討論を通して交流を深め、閉会式で優秀生徒の発表および受賞式もあったが、残念ながら日本の子どもたちは科学分野の活動実績をもとに選抜されていたためか英語力が見劣りしており受賞者はなかった。科学好きな子どもたちにも、もっと国際交流をさせて英語も好きになってもらうことが必要かと感じた。学生はその他に、講演を聞いて英語でレポートし提出するといった活動もあり、早朝から夜遅くまでスケジュールはハードだったようだ。



また、大田(テュン)広域市にあるテドック・サイエンスカーネー訪問の機会もあった。これは科学産業や先端技術研究関連の施設を中心として作られた町で日本のつくば市とよく似ている。ここで国立科学博物館を訪れた後に、参加者は自分の希望するテーマに沿って、「計量研究所」や「航空宇宙研究所」、「バイオテクノロジー研究所」を訪問しレクチャーや実験に参加した。佐々木は学生たちと共に「計量研究所」を訪問し、「光の波長から温度を読み取る」という実験に参加した。ランプのフィラメントの温度や太陽表面の温度などを測定し、結果について講師や各国の引率教師と交流を深めることができた。永田は、音の計測をテーマに、音の3時限的な再生開発の研究の様子を見たり、無音室での無音の圧を感じたり、建設中の残響室に入るなどの体験もできた。

やはり最先端の研究所を訪ねてそこで研究者たちから直接話を聞くことが大きな刺激になることも感じた。

5 科学部門における生徒の国際交流

5-1. 参加者募集事業を運動化し国内の活性化を

今回のフェスティバルに参加する学生をどうノミネートするかの選出方法は国によって異なっていた。「全国の学生に公募し、試験をして選抜する」ものと「財団主催のイベントへの参加および提出レポートの審査により選抜する」ものの2通りの方法が取られていたようだ。

北海道で行われている高等学校や中学校での文化連盟の理科の研究発表大会は全国大会には通じていない。是非このような大会の代表者が参加できるような全国的な組織作りをお願いしたいと強く感じた。

将来は科学の祭典と運動するような青少年による研究発表、デモンストレーション発表大会の中から全国各地で選考できるような組織作りをするのが良いと考える。各県での理科研究発表大会が必ずしも全国大会につながるものが多く、これを機に国内大会を整備してはどうかとも考える。

確かに全国規模の大会としては日本学生科学賞があるが、作品審査だけで口頭発表はない。新たな選考大会を立ち上げ、作品発表を1次審査にして2次審査はポスター発表のような形にするとさらに良いと考える。大会の2年前ぐらいに各国に募集をかけておいて1年前ぐらいに決定できると運営もよいのではと感じた。

5-2. 科学と英語の力をつけて交流力を

学生のプレゼンテーション力につけるには「国際大会で学生の時から英語で発表し議論できる力を」とまでは行かなくとも、研究の力と発表の力の両者を育てること

が必要である。国際理解や国際交流は外国语だけするものでもなく、文化や伝統だけするものでもない。何を交流するか交流すべきものをもつことが重要である。科学はその意味で交流する言語としても価値のあるもので、英語の必要性もより強く感じられるのではないかと考える。

5-3. 開催に対する国民的支援を

ホスト国になった際に、同程度の規模でフェスティバルを開催するためには核としてどんな組織が必要だろうか。スケールから言うと、「YOSAKOIソーラン」や「さっぽろ雪まつり」の実行委員会レベルの取り組みが必要なのではないだろうか。今回の韓国の対応は国家事業としての対応で、幕張メッセでのイベントと筑波研究都市でのサイエンスキャンプのようなイベントの同時開催だったが、開催するのは10年に1回でも、国内大会が毎年コンスタントに行われるような形だと各国の科学教育振興にも良い。是非実現したいものだ。

国際大会への出場が「国の代表として」である場合、職場の理解が必要で職場の支持が欠かせない。大会派遣のための資金や、展示のための準備、旅行の準備など事務局の苦労は大変なものであったと感じたがやはり経済的な支援も必要である。今後とも様々な方々の支持が得られるよう、関係者への一層の働きかけがあると有り難いと感じた。

5-4. 学生の科学ボランティア体制の確立を

啓発からバスツアーガイドにいたるアルバイト学生の事前研修にも充分な時間がさかれていたようだ。アルバイトというよりもフェスティバルの意義に共感したボランティアという次元で発想している学生も多いのにとっても驚かされた。学生スタッフは主催者の指示をよく守って、本当に熱心に活動していた。若い大学生を中心としたスタッフの熱心に働く姿を見ただけでも参加した甲斐があった。様々なイベントを支える日常的な科学ボランティアの育成も重要なと感じた。

国際大会が多く開かれることがやはり国際理解につながる。日本でも、北海道でも是非開催してほしいものだと感じた。

5-5. 引率団どうしの交流の機会を

「青少年」が主役のフェスティバルのせいもあるが、引率団どうしの交流を深める機会にあまり恵まれなかった。日本は他のAPEC諸国と比べると、大勢のデモンストレーターが参加した活気あるブース運営をしていた。

特に、韓国、香港、台湾などが取材、交流に熱心であったのに対して純粹に「引率」に専念するだけの国もあった。大会のあり方に対する基本的な考え方の違いもあるだろうが、教員相互の交流の機会が背景にあると良い感じた。もし、サイエンスフェスティバルが青少年だけを軸にするなら、それを支える教員の積極的な交流の機会も設定することがより一層の活性化につながる。こちらの方も是非進めたい。

5-6. 日本国内でももっと知ってもらう努力を

第1回目の開催とはいって、国がリードして行うべき国際的なフェスティバルであることを考えれば、事前・事後の宣伝がもっと大規模であってもいいのではないか。国レベルでは文部省、通産省、科学技術庁など多方面に横にまたがる取り組みを、経済界や学会の支援も受けながら運営していくようにならないとホスト国の役割は果たせない。国レベルの国際的なリーダーシップとこれを支える国民のうねりのようなものが必要だ。より多くの人に知ってもらうためのいろいろな取り組みが特に必要だと強く感じた。

6 青少年科学国際大会の運営

6-1. 連絡広報活動の国際化を

開催に伴って主催者がホームページを開設していた点は良かった。ただし、ホームページ等は随時更新して速報性を持たせる必要がある。展示についてはほとんどが国内の企業や団体のため国内向けの行事としての位置づけあり外国向けの公式発表に出ておらず日本から出展したものにとってはわかりづらかったことからも、開催する場合は外国向けにも情報を細かく流せる体制作りが必要であろう。

6-2. 日程にゆとりを

会期中のスケジュールが早朝から夜遅くまで過密であった気がする。日本の学校行事の中での宿泊研修のような形と考えるとほとんど24時間拘束されているのも当然なのかもしれないが、視察場所との交通の便などを考え、会場の設定や期間などにゆとりをもたせ、夜間に行われる行事は少なくする方がよいかもしれない。

6-3. 会場のアクセスを

さまざまな状況下で宿泊場所と祭典の一般公開会場が選定される。ただ今回のオリンピック公園とソウル大学間は距離があり、もう少し宿泊地とメイン会場が近いと、もっとゆっくり展示を楽しんで演じる側や観客側に回るプログラム構成になったと感じた。

6-4. 生徒自身のより主体的な参加を

科学の祭典といいながら、どちらかというとお客様にまわる立場が多く、自分たちの科学研究に対する発表交流のウェイトが小さかった。各国とも代表団結成のための国内の選考システムはこれからという印象を受けたが、国内でのイベントを連動させる形にしていくとさらによいものになると感じた。

6-5. 大会企画国際会議への積極参加を

生徒の参加とデモンストレーターの参加が2本立てで大変であった点は日本事務局もご苦労多かったと思うが、双方が交流する機会がもう少しあるとよいと感じた。日本としてはサイエンスイベント自体にもっと国際交流の領域が多くなるような会の持ち方についても働きかける必要性も感じたが、これは事前の国際会議による会の企画や運営の練り上げが不足していたことにもよるかもしれない。せっかく参加生徒がポスター発表の準備をしても十分プレゼンテーションしながらの交流ができないのは残念な気がした。単なる発表というだけでなく研究を通じた交流を活発化することが大切である。

各国で科学教育に期待するものが異なることを知る良いきっかけであったが、その中で日本がどのような形で国際科学教育をリードしていくのかが示せないでいるような気もした。今日の単純な開発だけでない科学の意義付けを半歩先に行くものとして提供できるものがないか、大学教員なども交えた理論構築への働きかけも必要な気がした。各国で抱く科学教育観の違いと国際化への指針について国際ワーキンググループ組織を持つとさらに良い大会になると期待される。事前のワーキンググループに日本からも積極的に参加していく必要性を感じた。

7 おわりに

連日満員で行列も当然の混雑の中で解説を熱心に聞き、フェスティバルを楽しんだ韓国のお客さん、時には最前列に2日連続で陣取り、メモを取り質問を浴びてきた学生、教師もあった。子どもたちの実験に対して反応する様子、感動の声、何かを求めるという気持ちがあるかないかは科学の問題だけではなさそうだ。ノーベル賞受賞者講演も子供に聞かせようとやってきた夫婦などを中心に、500人以上の参加者を得て成功していた。

来場者が期待してくれることも本当に大切だ。そして、その来場者による評価がどれだけ開催者側の力となるかも改めて大切だと感じた。当初の企画していたものが全て実施されていたわけではないが、このような形の科学イベントは青少年の育成、学校教育と社会教育の連携の

みならず、国際理解という政府間の親交、学会と文部省、通産省、科技庁等の官庁及び企業等の経済界との連携など非常に大きな形の文化の形成という視点から科学教育を振興普及していく意味において価値のあるものと考える。個々の運営等については解決すべき課題もあるが、それを克服することもまたよい目標を与える。この行事が青少年を通じて世界への科学の架け橋となりうるを考える。

特に、国際交流という場合に現在の日本が置かれている状況や世界のアジア地域への関心の高さを考えても科学技術・環境教育の求めるものを示唆する点で日本の果たすべき役割も大きい。

科学技術学習を通じてアジア太平洋諸国の青少年が集い、相互啓発につとめることは、それぞれの国に抱える科学技術教育に対する具体的な課題はそれぞれ異なる点も多いが、共通する点、学びあえる点も非常に大きい。2国間の国際交流から多国間の国際交流へ理科教育の果たす役割も変わってゆくものを感じた。と同時に海外から日本を眺めることで、北海道の理科教育の行方を考えることについて示唆に富んだ体験となった。北海道が自

ら直接理科教育を国際交流の手立てとしていく道もあると感じた。

参考文献

- 1) Apec Youth Science Festival Secretariat, The 1ST APEC Youth Science Festival Participants infomation (1998)
- 2) Korean Science Foundation, 1st APEC Youth Sceince Festival Regulation (1998)
- 3) 日本科学技術振興財団、第1回 A P E C 青少年科学フェスティバル日本代表団派遣報告書、J S F (1998)
- 4) 佐々木淳、BUTURI サークルほっかいどうニュース vol 8 No11, 12 (1988), No 1, 2 (1999)
- 5) Japanese Youth Science Projects JSF (1998)
- 6) The 1st. APEC Youth Science Festival KASFC (1998)

(ささき じゅん 北海道俱知安高校教諭)
(ながた としお 物理研究室長)

国際教育活動参加報告

放射線教育に関する国際シンポジウム（ISRE98）参加報告

北海道札幌開成高等学校 鶴岡森昭

1998年12月11日(金)～14日(月)の4日間、神奈川県葉山町の湘南国際村「生産性国際交流センター」で、放射線教育に関する国際シンポジウムが開催された。文部大臣の有馬朗人先生が会長を務められていた放射線教育フォーラムが主催し、この分野では国内で初めての国際シンポジウムであった。

19世紀末には、古典物理学の枠組みに揺さぶりをかけるミクロの世界の発見が相次いだ。その中で特に20世紀の科学・技術の発展に多大な寄与をもたらすことになる Curie 夫妻のラジウム発見から100年を記念して、21世紀の人類を取り巻くエネルギー・環境問題に密接に関わる放射線教育の現状と課題を検討する国際的な集まりであった。

1 プログラム

(1) 1日目（12月11日）

夕刻からの日程で、参加者の登録、夕食後、19時半過ぎに國務に多忙な中を文部大臣の有馬朗人先生が会場に見え、早速「有馬朗人先生を囲む会」が催された。有馬先生の英語の speech では「大臣になると余り自分の意見は言えなくて…」といった辛さを吐露される場面もあって、参会者から多くの喝采を受けていた。大臣は記念撮影後 S P を伴ってお帰りになったが、われわれの宿舎のラウンジではインフォーマルミーティングに花を咲かせる交流が夜半過ぎまで続けられた。

(2) 2日目（12月12日）

朝食後、英語と日本語の2チャンネルの同時通訳付きでシンポジウムが始められた。先ず、今回の組織委員長を務められた元日本学術會議議長の伏見康治先生の開会のご挨拶によって口火が切られた。次いで、前夜足をのばされた有馬先生が再度会場に見え、「理科教育のあり方」と題する講演をされ、現在進められている教育改革の実状を短時間で解説された。その中では、特に国際教育比較では常に上位を占める日本の子供達の学力が画一化されていて応用力に乏しい現状を改善することの必要性を訴えられた。

その後講演が続いた。J. P. Adoloff 氏（仏・ストラスブール大）からはラジウム発見の意義について、P. K. Kuroda 氏（米・アーカンソー大）からはアフリカのガボン共和国のオクロで発見された天然原子炉と放射線元素の起源について、阪上正信氏（金沢大）からは自然放射線と放射能に関わる発見史と再現実験について、佐々木康人氏（放医研）からは医療面での放射線の最近

の利用について、（昼食をはさんで）松浦祥次郎（原研）からは原子力科学技術の社会への貢献についての講演であった。フロアから質問・意見があった。

その後、トピカルセッションⅠに移り「低レベルの放射線の影響をいかに理解し、教えるか」というテーマで、2名の方から基調講演があった。先ず山田武氏（東邦大）からは電離放射線の生物影響に関する話題として低線量データを中心の講演、次いで三根真理子女史（長崎大）からは低レベル被曝の死亡率への影響として長崎原爆被曝者データから得た知見の報告があった。次いでパネル討論「海外諸国における放射線教育の現状と課題（I）」に移り、ハンガリー・日本・インドネシア・フィリピン・インド・パキスタンの代表から各国の放射線教育の実状と抱える課題についてそれぞれ発表が行われ、1日目の全体会が終了した。

夕食後は別室でポスターセッションが開かれた。発表者が多く限られた時間で発表の機会を設けようというねらいの試みであったが、盛況で20件以上の発表があり、それぞれのポスターの回りで積極的な意見交換が行われた。

その夜も、宿舎のラウンジで大会主催者の方々とインフォーマルミーティングがもたれた。

(3) 3日目（12月13日）

朝食後、昨日のパネル討論の継続で、バングラディッシュ・韓国・ポーランド・台湾・イタリア・タイ・トルコの代表から、各國の放射線教育の実状と抱える課題についての発表後、フロアからも質問や意見が出された。

休憩後、トピカルセッションⅡに移り「一般社会への放射線－核問題教育」というテーマで、ハンガリーの 2

名の代表である G. Marx 氏（エートヴェス大）と E. Toth 女史（ラウデル高）から発表があった。環境教育の一貫として放射線を取り上げた授業内容のシラバスの紹介や、特に10年程前のチェルノブイリ事故直後のハンガリー住民の冷静な対処についての説明は、正に放射線教育の成果として興味深かった。

昼食後は「放射線教育カリキュラム」「放射線教育のための実験および演示」「リスク教育および社会教育」の3つの分科会に分かれてワークショップがもたらされた。カリキュラムの分科会に参加したが、広井禎氏（筑波大附属高）からは高校物理教科書の配列上の問題を中心の発表、三門正吾氏（千葉県立鎌ヶ谷西高）からは高校物理で実験を中心とした授業展開例の紹介、渡部智博氏（立教高）からは履修率の高い化学で放射線を扱う案の発表、村石幸正氏（東京大附属中高）からは次期教育課程で実施される総合的な学習の時間で扱う案についての発表、飯利雄一氏（前信州大）からは専門的立場から放射線教育と科学リテラシーについての発表、最後に仁科浩次郎氏（愛知淑徳大）からは初等中等教育と大学教育との関連で発表があった。その後全体会に移り、各セッションの座長から要約発表があり、フロアからの意見もあり討論が行われた。

全体会が終了後、バスで横須賀佐島の「佐島のマリーナ」に会場を移してフェアウェルパーティ（懇親会）が催され、国際色豊かな楽しい会であった。

(4) 4日目（12月14日）

最終日は希望者だけの見学会であった。午前中はバスで横須賀にある電力中央研究所に移動し、放電実験施設・大容量変電実験施設・燃料電池実験施設・アーク実験施設・石炭液化実験施設などを見学した。

昼食後、電力中央研究所の隣にある立教大学原子力研究所で、原子炉を見学して全日程を終了し、JR逗子駅前で解散となった。

2 特筆すべき講演・発表

(I) 印象的だったセッションとワークショップ

① 2日目 有馬朗人氏（文部大臣）の講演

現在進められているわが国の教育改革のねらいが明確に解説されていた。特に、国際学力比較では常に平均点では上位を占めるわが国の子どもたちの学力が、標準偏差や応用力では他国と比べて特異であり、並外れて優れた者が少なく実践的応用力に乏しい現状であるとか、放射線に関する理解度が低い点とか、一方一般社会人の科学的常識レベルは他国に

比べると、子どもの学力水準とは裏腹に低い点などを指摘されていた。

② 2日目 P. K. Kuroda 氏（米・アーカンソー大）の講演

アフリカのガボン共和国のオクロでの天然原子炉の発見に関わって、地球の絶対年代の推定方法に対する修正見解や人工的に作られたとされるブルトニウムが天然にも存在していたという仮説は興味深かった。

③ 2日目 三根真理子女史（長崎大）の基調講演

低レベル被曝の死亡率への影響として、長崎原爆被曝者データから得た知見の報告は、二十年以上にわたる被曝者の検診結果に基づく発表であった。特に被曝者の老齢化が進む中で、彼らの死亡率が一般的の同年齢者と比較して高くないという結果には意外な印象を持った参加者が多かった。

(2) 学校教育で活かされそうな内容

① 2日目 パネル討論のパネラーを務めた工藤和彦氏（九州大）の報告

わが国教科書の記述内容に触れて、地歴・公民の教科書には誤ったり誤解を招くと思われる箇所を多く指摘していたが、物理IAの教科書の中にもそのような記述内容が見られるという報告はショックであった。次期教育課程に準拠する教科書執筆や検定に際して啓告とも受け取れる。

② 3日目 ワークショップ 「放射線教育カリキュラム」

高校物理では教科書の配列順序からして最後になっているので十分な時間をかけて指導されていない実態、及び3割強程度の高校物理履修率からして現行の放射線教育が実に不十分であるという点は全く同感である。その対策として、履修率の高い化学では教科書の配列からも比較的前で取り上げることができること、次回の教育課程から設置される「総合的な学習」の時間で取り上げる案などは実際的で可能性が高い対策であると思われる。

③ 3日目 トピカルセッションII E. Toth 女史（ラウデル高）の発表

チェルノブイリ事故直後のハンガリー住民の冷静な対処のあり様と、その対処の背景となっている環境科学教育の一環としての放射線教育の指導内容の詳細な発表であった。一方わが国では価値判断を伴う指導内容を、環境教育の一環として教育課程上で位置づけて指導されていない現状を考えると、ハン

ガリーでの指導実践を具体的に研究する必要を痛感した。

3まとめ

(1) 今回の国際シンポジウムの意義

放射線教育の関係者が一同に会して、その推進を巡る様々な課題を検討するというねらいのシンポジウムであったが、専門家及び教育関係者を国内外から招いて初めて実施したという点で画期的催しであったと思われる。このシンポジウムを契機として、放射線教育に携わる関係者の交流の輪がさらに広がることを希望したい。

わが国の放射線教育は、あの第二次世界大戦末期の広島・長崎での原子爆弾による被曝という試に不幸な体験のために、放射線・放射能に対する感情的忌避というレベルから脱却できない状況にある。この点では今回参加した外国の中にも類似した状況が見られた。この由々しい国民意識を変えていく方策を見出すことが、放射線教育を進める糸口になることと思われる。その糸口としては、例えば放射線の性質・被害ばかりではなく、その利

用に関する教材の更なる開発が是非とも必要なことと思われる。

(2) 今後の課題

今回のシンポジウムを主催した放射線教育フォーラムの事務局担当者とも話す機会を得て、その機会にもお伝えしたことではあるが、国外から専門家を招いて開催する前に国内の関係者で今回規模のシンポジウムを開くべきではなったのではないかとも思われる。また、各講演の配列順序が内容的関連性からして、やや検討不足という印象も受けた。さらに、各セッションでのフロアからの発言についても、実際指導担当している生の現場の声がもっと頻繁に出るような司会進行上の工夫も必要ではなかったのではないかとも思われる。

放射線教育の緊急度が一層増すと思われる21世紀に向けて、今回の催しが歴史的意義を持つ機会であったと評価されるように、今後一層の指導実践を続けたいものである。

「ベンチャー企業」訪問記

北海道札幌南陵高校 菅 原 陽

学生時代の友人のA君から電話があった。大学教養部の勉強仲間である。一緒に試験の勉強をしながら徹夜でいろんなことを語り合ったことを思い出す。その彼が大企業から転職し札幌に戻ったのは7年前である。以前から「うちの社に見学に来ないか」と誘われていたのだが、言葉に甘えて訪問することになった。場所は札幌の中心地、狸小路のはずれである。ネオン街にもほど近い10階建てのビルの中、エレベータで8階のフロアに到着した。ドアを開くと目の前の壁にシリコンバレーの地図が貼られている。中に案内されるとまん中の机にはシリコンチップの設計図らしい大きな図が置かれていた。

一見して事務机とコンピュータが置かれているオフィスと思ったが、さらに奥に案内されて驚いた。アクリル板らしきもので区切られた空間がある。その小さな部屋には専用の空気清浄機が備えられている。電子部品の検査や調整の作業をする空間である。(写真2)

傍らにある顕微鏡で小さな1ミリ角のチップが拡大され、そばのディスプレイにはその拡大映像が映っている。人が歩く振動がその映像にも伝わっているのが見える。

さらにその右側にはYAGレーザーがある。これで4ミクロン角に配線された回路のジャンパー線を焼き切るのだそうだ。実はこのチップはアナログICでありその各種特性値をここで検査することにより均一な製品の出荷を支えているのだ。直径6インチのシリコンウェハーには何と1万個以上のチップがのっているので1枚の



写真2 クリーンルーム



写真3 ICチップ



写真1 シリコンバレーの地図



写真4 ウエーハー

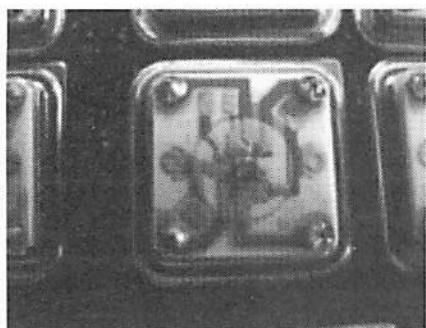


写真5 1cm角の詳細評価用基板

実際の製品は3mm×1.5mmのプラスチックPKGに実装される。

ウェハーの検定は1万個以上のICチップの完成品の性能を保証する。

人差し指の上に約3mm×1.5mmの黒いパッケージが見える。このパッケージの中には約1mm角のチップが内蔵されており、畳1枚弱の大きさの設計図に書かれている回路がエッチングされている。

実際の製品は3mm×1.5mmぐらいのプラスチックPKGに実装される。

このCMOSICは温度変化にも変動しない基準電圧を持っている。他に水晶振動子と組み合わせれば高精度の安定した発振器を作る事ができるICもある。

会社名はアクモス(株)南2条西6ヒナタビルの8階のフロアの片隅で少数メンバーで設計・検査・評価の開発部門をこなしている。このような街の中にベンチャー企業が息づいているとは、私には思いもよらなかった。

尚、A君から「ベンチャー企業は人材があるのみ、有為な人材を求めている」とのことである。

第16回物理教育大会（北海道大会）のご案内

1. 日 時 1999年8月9日(月)～10日(火)
2. 会 場 北海道大学法学部4, 8, 9番教室
札幌市北区北11条西7丁目
3. プログラム

8月9日(月)		8月10日(火)	
9:00	受付	9:00～12:00	原著講演
10:00	開会	11:00～12:00	ポスターセッション
11:00～12:00	特別講演	13:00～14:00	シンポジウム 「新指導要領の実施に向けて」
13:00～14:00	ポスターセッション	16:30	閉会
14:00～16:00	原著講演		
16:10～17:30	特別企画 「中学・高校生の科学研究発表」		
18:00～	懇親会		

4. 参加費 1500円
5. 実行委員長 吉田 静男(北海道大学工学部)
6. 事務局 日本物理教育北海道支部事務局
北海道札幌開成高校 山田 大隆
Tel 011-781-8171 Fax 011-781-5629

日本物理教育学会北海道支部規約

第1条 本支部は日本物理教育学会北海道支部と称する。

第2条 本支部は北海道在住の会員の連絡と研究の交流をはかり、北海道における物理教育の振興と、その地域的な活動への寄与を目的とする。

第3条 本支部は前条の目的を達成するために次の事業を行なう。

- (1) 講演会、講習会、学術映画会、研究会懇談会等の開催
- (2) 会報の配布、研究成果の刊行
- (3) 物理教育についての調査及び研究
- (4) その他、前条の目的達成に必要な事業

第4条 本支部は事務所を当分の間、札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部内におく。

第5条 本支部の会員は北海道在住の日本物理教育学会の正会員及び賛助会員からなる。

第6条 本支部に次の会員をおく。

- 1. 支部長 1名、副支部長 2名、支部理事若干名、及び監事 2名。
- 2. 支部理事の数は支部長が支部理事会の議を経てこれを定める。
- 3. 副支部長は、支部理事の中から支部長がこれを委嘱する。

第7条 支部長・副支部長及び支部理事は、支部理事会を組織し、支部長は支部会務を統括する。副支部長は支部長を補佐し、支部理事は支部の業務を分掌する。

第8条 監事は、民法第59条の職務に準ずる職務を行なう。

第9条 本支部に支部評議員若干名をおく。
支部評議員の数は、支部長が支部役員会の議を経てこれを定める。支部評議員は支部理事会の推薦により支部長がこれを委嘱する。

第10条 支部評議員は、支部評議員会を組織し、支部長の諮問に応じ、支部の事業遂行について支部長に助言する。

第11条 支部役員及び支部評議員の任期は 2 年とし、再任を妨げない。

補欠による支部役員の任期は前任者の残任期間とする。

第12条 次期支部役員は、本支部役員中の次の者の中から支部総会において選任する。

- (1) 支部理事の推薦した正会員
- (2) 正会員又はその団体の推薦した正会員

第13条 元支部長及び本支部の地域内に在住する本部理事ならびに本部評議員は、支部理事会に出席することができる。

第14条 支部総会は、毎年 1 回、支部長がこれを招集する。支部長が必要と認めたときは支部理事会の議を経て臨時支部総会を招集することができる。

第15条 次の事項は、支部総会において報告し承認を得るものとする。

- (1) 事業計画及び収支予算
- (2) 事業報告及び収支決算
- (3) その他、支部理事会において必要と認めた事項

第16条 支部規約に記載のない事項は、本学会定款に準ずる。

(附 則)

- (1) 本規約は、総会において、正会員の 3 分の 2 以上の同意を得なければ変更できない。
- (2) 本規約は、昭和44年 6 月 25 日より施行する。

支部会報「物理教育研究」投稿規定

1. 内 容

支部会員からの自由投稿及び編集部の依頼にもとづく寄稿によるものとし、内容は論説研究・解説・報告等物理教育に関するものなら自由です。

2. 投稿原稿について

(1) ワープロ原稿を標準とします。

ワープロ原稿はA4の用紙に下記の投稿規定の要領で印刷し、脚注や引用等本文以外の細かな指定ができない場合は赤字で原稿に指示して下さい。

(2) できるだけMS/DOSディスクにテキストファイルで保存し内容をラベルに明記して下さい。上記以外のワープロ機種の場合も、機種名やディスクフォーマットの種類を明記してラベルに貼って下さい。

(3) 最初の1枚目は上から8行目まで、題名および(副題)所属機関及び著者名を書き本文は9行目から書いて下さい。

(4) ゴシック・イタリック等の字体指定は赤字でその旨を示して下さい。

(5) 引用文献は右肩に1) 2) を文章中に記した上、一括して末尾に著者名文献名ページ等を示して下さい。 (参考例)

山川谷男：エントロピーの…教育。物理教育研究。Vol. 22 No.3, pp. 1~4, 1998

(6) 脚注は文章中の該当箇所に***の印を付し、そのページの下に横線を引き、その下に書いて下さい。

(7) 図・表・写真については原寸大で写真製版します。写真はコントラストの良いものを準備して下さい。

(8) 図・表・写真の指定場所は用紙に直線で囲み指定するので、その余白を予めとっておいて下さい。 (右図はワープロ原稿の例)

3. 原稿用紙での投稿の場合

原稿用紙（横書き2段1,344字詰）6枚程度とし、この場合1枚が1ページに相当し6ページ以内になります。

4. そ の 他

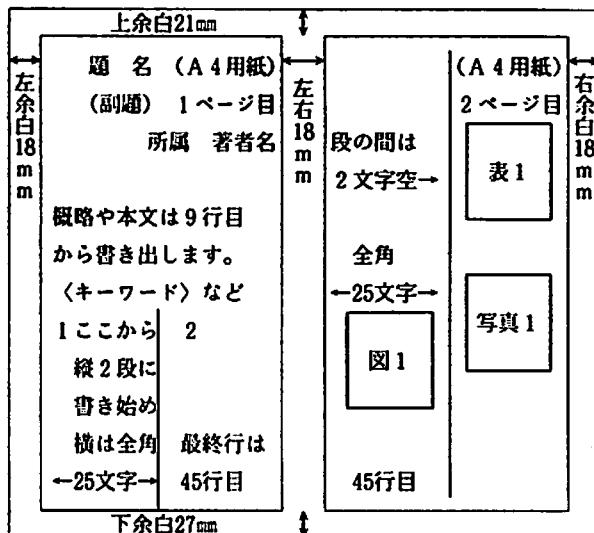
(1) 原則として原稿はお返いません。校正のため原稿の控えは手許に保存して下さい。

(2) 本紙は毎年（5月）に発行予定です。

(3) 研究論文と解説には審査員を立てて内容を査読し審査します。

(4) 本紙講読料は2,000円とします。

(5) 投稿及び原稿用紙等の申込みと会誌編集に関する連絡先は下記の北海道支部にお願いします。



原稿募集

上記規定により支部会報「物理教育28号」の原稿を募集いたします。

(1) 締 切 2000年3月末日

(2) 投稿受付 ☎061-2292

札幌市南区藤野5条10丁目478番地1

北海道札幌南陵高等学校

菅 原 防

TEL 011-591-2102 FAX 011-591-2101

平成11年5月31日発行

日本物理教育学会北海道支部

第27号

編集責任者 菅 原 防

発行 (060-8628) 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学大学院大学院工学研究課

機械科学専攻 流体物理工学講座

日本物理教育学会北海道支部

電話・FAX (011) 706-6723

A 4 原稿執筆要項 表題は16ポイント(pt)のゴシック文字 (副題は12pt ゴシック：両端をカッコでかこむ)

English Main Title : 12pt Times
(English Sub Title : 12pt Times)

所属は 9 pt 明朝 名前は 10pt ゴシック 明朝大学 ゴシック太郎 執筆高校 執筆 一朗
Name 9pt Times Sippitu Koukou Sippitu Itirou

抄録 本文の 9 行目に相当する位置から書き始めます。本文の要約紹介文です。200字以内。日本語文字は 9 pt を標準です。例えば「。。について、。。という発想で、。。・行なったところ、。。という結果を得た」といった具合に、検索のキーワードとなる語を含むようにお書きください。

Abstract Abstract must be written with 9pt Times or Times new Roman Font. The linespacing is 9.5pt. The number of words is within 200.

キーワード 9 pt 5語程度 Keywords : Times Font, 9pt, About 5 Words

1. 章タイトルはゴシック10pt

本資料はオフセット印刷で、縮小B5版の冊子を作成する際に、A4版の原稿作成での必要な投稿規程の情報を、視覚的に理解しやすい形で提供することを目的として作成したものです。

2. 本文執筆の要点

2. 1 用紙と上下左右マージン・段組み用紙は A4。
マージンは、上 : 21mm, 下 : 27mm,
左 : 18mm, 右 : 18mm とする。
本文は 2 段組みで段間隔 : 8mm, 段幅 : 82mm とする。

2. 2 使用フォント・サイズ・改行幅

標準フォントは 9 pt の

和文 : MS明朝, 平成明朝

英文 : Times New Roman, Times Symbol
とする。

ただし太文字は、9 pt の和文 : MS ゴシック, 平成角ゴシック, 英文 : Arial, Helveticaを使用すること。
上記フォントがない場合は、類似のフォントを使用すること。

2. 3 式および記号

式および記号の標準文字は、9 pt のイタリック体とする。ベクトルの場合は大文字のイタリックとする。
上下添字は 6 pt 程度の立体（イタリックも可）とする。
以下にいくつかの例を挙げておく。

J_G V_i P_a^*

式を記入する場合は、式の上下に空白を設け、右端に式番号を記入する。例えば、

$$F_D = C_D / 2 \rho \quad |V| V_S \quad (5)$$

のように記入する。式を文章中で参照する場合は、式(5), 式(7)-(10)のように番号の前に“式”をつける。

2. 4 図・表・写真およびその説明

図・表・写真は、1段幅、あるいは2段幅に収まるよう作成し、論文内の適切な位置に配置する。

図中の文字は、十分認識できるサイズ（9 pt 程度）とする。6 pt 未満の文字は使用しないこと。また図・表・写真的前後に空白行を設けること。図・表・写真的説明は、以下に示す例のように、太字の図・表・写真番号の後に、9 pt の標準文字で説明を記入する。

例 Fig.2 Schematic of experimental apparatus

Table 3 Fluid properties in each run

Photo 4 Flow pattern around sphere

文章中で図表などを参照する場合は、太文字で Fig. 2, Table 3, Photo 4 などと記入する。

2. 5 記号説明

結語・謝辞等の次に本文で使用した主な記号の説明を英語で記入する。文字サイズは、9 pt 程度とする。

引用文献¹⁾は右肩に¹⁾を文章中に記入し下記のように、一括して末尾に著者名文献名ページ等を示す。

引用文献 1) 山川谷男 : エントロピーの・・教育、物理教育研究, vol.22 No 3, PP. 1~4, 1999