

*J. Nakano*

# 物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

Vol. 23, 1995. 5



# 目 次

## 卷 頭 言

北海道教育大学 矢 作 裕

## 研究論文

- ・ぶらんこの科学 ..... 宮 台 朝 直 ..... 1
- ・プールを活用した物理領域の課題研究教材の開発 ..... 斎 藤 康 夫 他 ..... 6
- ・沈殿法による粘度測定Ⅱ ..... 峰 友 典 子 他 ..... 13
- ・教科書需要数からみた高校物理履修の経年変化 ..... 鶴 岡 森 昭 ..... 17

## 報 告

- ・情報処理発進基地としての北海道の地域性を生かした ..... 永 田 敏 夫 ..... 24
- 科学文化活動づくり

## 解 説

- ・THE BRITISH EDUCATION SYSTEM ..... NOELLE CAULFIELD ..... 28

## ティー・ルーム

- ・物理と女性 ..... 坂 東 節 子 ..... 33
- ・物理離れ雑感 ..... 宮 台 朝 直 ..... 33
- ・若い物理の先生に活躍の場を ..... 富 横 一 憲 ..... 34
- ・身近な不思議と先端技術 ..... 佐々木 一 正 ..... 35
- ・物理授業雑感 ..... 渡 邊 儀 輝 ..... 36
- ・物理実験の指導 ..... 秋 山 敏 弘 ..... 37
- ・無 題 ..... 横 関 直 幸 ..... 37
- ・—理科教育をめぐって— ほんとうにげんきの出るはなし ⋯ 矢 作 裕 ..... 38

## 支 部 規 約

## 卷頭言

北海道教育大学 矢作 裕

かつて知識人と活字文化に対して「猿が鏡をのぞいても、天使が映るわけではない。」といった調子で、「本は、理解していない人が執筆し、理解していない人が印刷し、理解していない人が販売する不思議な商品である。」と強烈な皮肉があびせられたことがある。

20世紀最大の発明のひとつ、コンピューターは、本とは違った意味で実に不思議な商品である。それが発明されるまでは、およそ器械や装置と名のつく道具には、必ず具体的な目的があった。発電機ならば原子力であろうと従来型のものであろうと、電力を生み出す目的を持ち、それを実現するための機構がはじめから与えられている。自動車は、飛行機は、ナイフは、などなど、それらの固有の働きや目的を、複雑なものほどシャープに道具の名称の後ろに続けることができる。

### 未完の完成品

ところがコンピューターは、電子顕微鏡によらなければその細部をみることができないほど精密な機械であるのに、その使用目的が定まらないままに商品として出荷される。つまり未完成のまま消費者に届き、ユーザーがときにメーカーさえ予想もしないような装置として使われるのがごく普通である。そして一般的には、同じ装置が計算器械となったり、楽器となったり、ワープロとなったり、印刷機などに姿を変える。コンピューターそのものでありながら、従来の道具のような姿をとっている装置は時計ぐらいのものだろう。この道具は、はじめは計算機械として登場し、いまでは情報処理という生物の本性に関係する装置として理解されるに至った。この不思議な道具の出現によって、身近にはLPレコードが、あっという間にかき消されてCDに置き換えられてしまったように、人間の生活のありかた全体を根底から変えていくような力を内包している。したがって、この道具に特別な意味を感じとり、その隠れた姿に、もっともっと注目する必要がある。

### 教育では

コンピューターの教育は、この不思議な道具を、それを明快なかたちで利用して、その際だった特徴が示されるような方法で行われるべきではないだろうか。それを単に、複雑な働きをする便利な精密電子機器と捉え、ワープロをはじめとする多くのソフトウェアを操作する人が、コンピューターのできる人であり、ソフトウェアを操作するためにキイボードの訓練をすることがコンピューターの教育であると錯覚していることはないだろうか。

先端技術、たとえば半導体のチップが微細化、複雑化に向かっているとき、その働きを示そうとすると、その理解のためには逆に拡大して単純化することが必要になる。コンピューターの教育も、複雑なソフトウェアを利用する以前に、目の前にあるコンピューターを使って拡大と単純化によって、道具としての意味、ソフトウェアとハードウェアの原理的で素朴な理解を求めるような内容を創りだしていくことが必要である。

たとえば「メモリーが情報を記憶する。」という内容ならば、物質的な背景がそれと対応して存在することを同時に確認する必要がある。例をあげれば、充電された比較的容量の大きいコンデンサーの電圧が長時間維持されることを、電圧計がなければ放電させて火花によって、状態の物質的な維持を確認したり、黒板上に組立てた最小単位のフリップフロップに2～3ビットの情報を書き込み、その情報に意味づけしたり消去の実際を体験させるようなことは、現在の日本の半導体事情なら簡単である。金銭的にはコーヒー一杯にもあたらないようなことであり、予算を要求してから始めるようなことではない。

畳一枚ほどの大きさで1ビット、動作クロック1Hzの超低速のコンピューターをつくるのはどうか。それは人間の感覚の届く範囲で動作し、線をつなぎ変えて動作させるなどの作業を伴い、映像とは無縁の不細工なコンピューターづくりになるかもしれない。しかし構想する内容によって、これほど情報処理の原理の実際の姿がわかる装置はないというほどのものができあがるだろう。4ビット、8ビット機のマイコンが全盛の頃に手作りした体験の持ち主なら、現状からは遠いと思いながらも、高校生がクラブ活動や学園祭で作業している様子を思い描くことができるに違いない。

#### 物理教育の役割

感触を伴うこのようなことは、とくに科学教育の重要な仕事である。コンピューターをさけるべき場面の研究を含めて、ほとんど未踏の分野である。また、その展開には格別に創造力の発揮が求められるだろう。そして、その領域こそは物理教育が重要な一翼を担っているはずである。小学校から大学までの科学教育には、コンピューターとは、すくなくとも他教科にはない実験や観察の装置としての接点がある。自然科学以外に関心をよせている多数に、物理学の果たす役割に深い理解をもってもらうための教育も、物理学に直進する若者への教育以上に重要である。科学教育に携わる教師が、教育の場で、人類がはじめて遭遇し普及するに至った、この不思議で魅力溢れる道具の用途を、ワープロや表計算以外に、どれほど豊かに展開しているだろうか。また展開しようとしているだろうか。そして、宝庫であるコンピューター室が「開かずの間」となってはいないだろうか。

道都大学短期大学部

宮台朝直

**概要：**ぶらんこを漕いで振れを増大させる機構について調べた。運動方程式の一般的議論から、乗り手が立ち上がるときにエネルギー供給が起ること、乗り手の動作の周波数がぶらんこの振動数の2倍でなければならないことを示し、理想的なぶらんこの漕ぎ方を提案した。次に、運動方程式の数値解を求め、振れの増大の様子を例示した。また、理想的な漕ぎ方と実際に近い漕ぎ方との比較を試みた。

### はじめに

ぶらんこに人が乗って漕いだとき振れが増大する理由は、パラメータ励振によりエネルギーが供給されるからである、と物理の本には書いてある。しかし、そのエネルギーがどのように供給されるのか、なかなかピンと来ない。直感としては、乗り手が立ち上がるときに仕事をする感じがあるのでこのときにエネルギーが供給されるように思える。それなら、何処で立ち上がったらいよのか、折角獲得したエネルギーを沈み込むときに吐き出してしまうのではないか、などの疑問も起こる。その辺の事情を力学的に少し詳しく考えて見よう、というのが本稿の趣旨である。

### § 1 運動方程式からの一般的考察

ぶらんこの問題を考えるには、紐の長さが時間的に変化する振り子の問題を解けばよい。ここでは、綱や鎖などの柔らかい紐で吊られたぶらんこを考える。(鉄パイプなどの硬い棒で吊られたぶらんこはもう少し複雑になる。) 紐の長さが変化する振り子の錘についての運動方程式から、附録1に示すように、

$$\text{振り子エネルギーの増加} (\Delta U) = \text{遠心力に抗してする仕事} (\Delta W) \quad (1)$$

という関係式が導かれる。

ひもの長さが変化する場合、振り子のエネルギーを考えるのは一寸面倒であるが、詳しいことは附録1に譲って、ここでは普通の振り子のエネルギーと同じと考えておこう。そうすると、振り子のエネルギーが大きいほど振幅が大きくなる。

次に、「遠心力に抗してする仕事 ( $\Delta W$ )」であるが、付録1に示すように、 $\Delta W$  は

$$\Delta W = -(遠心力) \times \Delta L \quad (2)$$

という式で与えられる。 $\Delta L$  はひもの長さの変化を表わし、短くなるときは負である。前に負の符号があるので、ひもが短くなるとき正の仕事をすることになる、つまりぶらんこで言えば、乗手が立ち上がるときに仕事をすることになり、直感と一致する。実際には、乗手の感じる仕事の中には重力に抗してする仕事も含まれているが、この部分の仕事はぶらんこのエネルギー増加には寄与しない。遠心力は

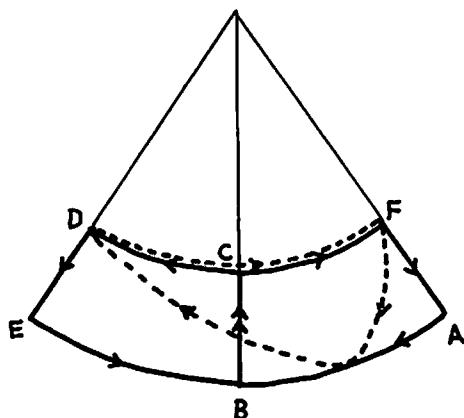
$$\text{遠心力} = mv_\theta^2 / L \quad (3)$$

で与えられる。 $m$  は錘の質量(ぶらんこでは乗手の質量)、 $v_\theta$  は錘の円周方向の速度成分(ひもの長さが一定の振り子では単に錘の速度と同じ)、 $L$  はひもの長さである。

(2)、(3)式を見て直ぐ分かることは、錘の速さが早いときにひもの長さを短くしてやり、遅いときにひもの長さを長くしてやれば、差引き振り子のエネルギーが増加する、したがって振り

子の振幅が増大するということである。ぶらんこの場合に翻訳すれば、乗手が（遠心力が最大になる）最低点にきたときに立ち上がり、（遠心力がゼロになる）最高点にきたときに沈み込むのが効率の良い漕ぎ方であるということができる。

以上の考察から、ぶらんこの理想的な漕ぎ方を図示すると図・1の太実線のような角型になる。図は概念的なもので、実線が乗手の重心の位置を表わすと考えていただきたい。



図・1 ぶらんこの理想的な漕ぎ方（太実線）  
と実際の漕ぎ方（点線）

この図をみると、ぶらんこの半周期の間に乗手の運動は1周期を終えている、つまり、乗手はぶらんこの振動数の2倍の振動数で運動していることが分かる。

また、振幅が大きくなると最低点にきたときのスピードも大きくなるので、遠心力の最大値も大きくなり、1回の立ち上がりによって得られるエネルギーも増加する。言い換えると、振れが大きくなるほど1回の立ち上がりによって獲得するエネルギーが大きいことを意味する。このことは、振幅の増加が極めて急速（指數関数的）になることを意味する。

以上のようなエネルギーの供給法は、ひもの長さというパラメータを変化させるとエネルギーが供給されるので、「パラメータ励振」

とよばれる。

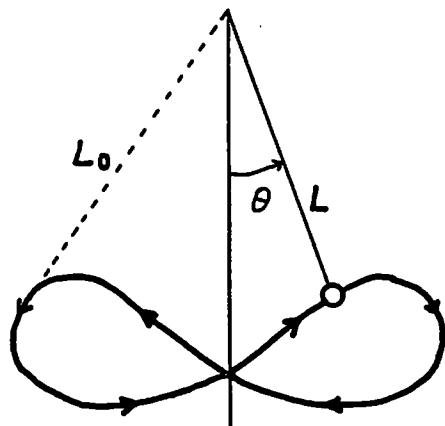
## § 2 数値計算

前節で理想的なぶらんこの漕ぎ方（図・1の太実線）を提案したが、実際にはこのような漕ぎ方ではできないので図・1の点線のようになっていると思われる。このような漕ぎ方をした場合ぶらんこの振幅はどのように増大していくかを調べて見よう。さらに、計算を容易にするために、図1の点線の漕ぎ方に近い図・2の場合を考えよう。この場合のひもの長さ（ $L$ ）の時間変化は、最大振れ角の位置を  $t=0$  として、

$$L = L_0 + b \sin(2\omega_0 t) \quad (4)$$

$$\omega_0 = \text{Sqrt}(g/L_0)$$

と表わされる。 $L_0$  はひもの平均長さ、 $b$  は長さ変化の振幅、 $\omega_0$  は紐の長さ  $L_0$  の振り子の振動数である。紐の長さは  $\omega_0$  の2倍の振動数で伸縮することになる。



図・2 数値計算に用いたぶらんこの漕ぎ方  
(∞の字型)

(4)式にしたがって紐の長さが時間変化する振り子の運動方程式を解けば、振り子の振幅増大の様子を見ることができる。しかし、この場合でも一般的に（解析的に）解くことができないので数値計算を行う。実際に計算に使った運動

方程式は附録 2 に示しておく。

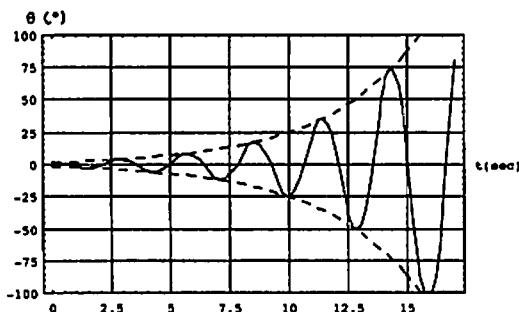
数値計算を実行するためには具体的な数値を与えるなければならないので、実際のぶらんこを想定して次のようなパラメータを採用した。

$$\text{振り子の定数} : L_0 = 2 \text{ [m]}, b = 0.3 \text{ [m]} \quad (5)$$

$$\text{初期条件 } (t=0) : \theta_0 = 2^\circ, v_0 = 0 \quad (6)$$

(はじめ、振り子を振れ角  $2^\circ$  まで引っ張って静かに放す)

これらのパラメータを使って数値計算を行った結果を図・3 に示す。横軸が時間 ( $t$ )、縦軸が振れ角 ( $\theta$ ) である。振れ角 ( $\theta$ ) は 5 往復半で  $90^\circ$  を超えることが分かる。また、振幅の増大が指數関数的であることも分かる：図の点線は  $\theta = \pm 2e^{\pm\omega t}$  の曲線である。



図・3  $\infty$ の字型漕ぎ方の場合の振幅増大の様子：横軸が時間、縦軸が振れ角  
( $b'=0.15$ ,  $L_0=2$ [m],  $b=0.3$ [m],  $\theta_0=2^\circ$ ,  $v_{00}=0$ )

次に、理想的な漕ぎ方（図・1、角型）との比較をして見よう。図・1 の場合の振幅の増大の仕方は附録 3 に与えてあるので、その(A7)式を使って計算できる。(5)式と同じ条件下計算した結果を表・1 に示す。 $n$  はひもが鉛直線を通過する回数で ( $n/2$  は往復数)、 $\theta_n$  はひもが鉛直線を  $n$  回通過した後の最大振れ角である。表には、図・2 ( $\infty$ の字型) の漕ぎ方の場合も載せてある（図・3 から読み取った値）。角型の方が効率がよいことが分かる。角型の場

表1 滆ぎ方による最大振れ角の比較  
( $b'=0.15$ )

$n$	角型(図・1)	$\infty$ の字型(図・3)
	$\theta_n$ (°)	$\theta_n$ (°)
0 (初期値)	2.0	2.0
1	3.2	2.6
2 (1 往復)	5.0	4.5
3	7.8	5.3
4 (2 往復)	12.3	8.2
5	19.4	11.9
6 (3 往復)	30.7	16.7
7	49.3	23.8
8 (4 往復)	82.1	34.4
9	>90	50.6
10 (5 往復)		73.3
11		>90

合には 4 往復半で振れ角は  $90^\circ$  を超えるが、 $\infty$ の字型では 1 往復余分に要する。

次に、振れ角の増大の仕方を見てみよう。附録 3 の (A7)～(A9) 式を見れば、 $\theta_n$  が  $b'$  (ひもの長さの相対的变化分=相対振幅) だけで決まることが分かる。ひもの長さが異なれば周期も異なるが、何往復目にどれだけ振れるかは、 $b'$  だけで決まるということである。同様なことは、 $\infty$ の字型(図・2)の場合にも証明できる(附録 4 参照)。そこで、一般的に次のことが言えそうである：ひもの長さの時間変化の型(関数形)が同じならば(例えば図・1 の角型とか図・2 とかのように)、何往復目にどれだけ振れるかは、ひもの長さ変化の相対振幅だけで決まる。

### おわりに

ぶらんこの問題を考えるきっかけを作ってくれるのは、1993年度の北大教養生1年生松崎俊明君であった。松崎君はレポート(テーマ自由)に、本文の図・3 のような図をパソコンで描いてきた。それに刺激されて本稿を書いた次第である。数値計算に使ったパラメータ (5), (6) 式は彼の使ったものと同じである。ここに記して

松崎君に謝意を表したい。

## 附 錄

### 附録1 (1)式の導出

錘の運動方程式は、平面座標を使えば

$$\theta\text{-成分} : m(Ld^2\theta/dt^2 + 2(d\theta/dt) \times (dL/dt)) = -mg\sin\theta, \quad (A1)$$

$$\gamma\text{-成分} : m(d^2L/dt^2 - L(d\theta/dt)^2) = T + mg\cos\theta. \quad (A2)$$

ここで、 $L$  は紐の長さ、 $T$  は錘に加えられる紐の張力で動径方向を正に採ってある。

錘の速さについての関係

$$v^2 = v_r^2 + v_\theta^2 = (dL/dt)^2 + (Ld\theta/dt)^2$$

に注意すれば、(A1), (A2) 式から次の関係式を得る。 $((A1) \times (Ld\theta/dt)) + (A2) \times (dL/dt)(d\theta/dt)((1/2)mv^2 - mgL\cos\theta) = +T(dL/dt).$  (A3)

左辺は錘の全力学的エネルギー( $U$ )の時間変化率を、右辺は単位時間に錘に加えられる仕事つまり紐の張力がする仕事( $W$ )を表わしている。(A3) 式の両辺に  $dt$  を掛ければ

$$dU = TdL = dW.$$

さらに (A2) 式を使って  $T$  を書き直し整理すると、

$$\Delta((1/2)m(Ld\theta/dt)^2) - mgL\Delta(\cos\theta) = -mL(d\theta/dt)^2 \Delta L$$

という関係式を得る。この式は少し見難いが

$$\Delta((1/2)mv_r^2) + \Delta(\text{位置エネルギーの角度依存部分}) = -(\text{遠心力}) \times \Delta L \quad (A4)$$

と書き直すと見やすくなるであろう。左辺の第1項は錘の運動エネルギーの円周方向成分の変化で、第2項は角度に依存する位置エネルギー変化である。運動エネルギーの半径方向成分と位置エネルギーの紐長さに依存する部分を含んでいないので、左辺は『振り子のエネルギー』と考えることができる。右辺は遠心力に抗してする仕事を表わしている。これで、本文の(1)式が求められた。

### 附録2 数値計算に使用した微分方程式

(A1) 式に本文の(4)式を入れた微分方程式

$$(L_0 + b\cos(2\omega_0 t))(d^2\theta/dt^2) - 2(d\theta/dt)(b2\omega_0 \sin(2\omega_0 t)) = -g\sin\theta \quad (A5)$$

を用い、数値計算のプログラムとしては Mathematica の“NDSolve”を用いた。

### 附録3 角型励振の場合の振幅増大

図・1 のような角型励振の場合にどのように振幅が振れとともに増大するかを考えるには、(1)  $B \rightarrow C$  での速度の接線成分の増加を求め、(2) 速度の増加に対応する振れの増加を求めればよい。

(1)  $B \rightarrow C$  間では振れ角の変化はないので、(A4) 式は

$$d((1/2)mv_r^2) = -(mv_r^2/L)dL$$

となるが、これは直ぐ積分できて、

$$v_{n+1}^2 = (L_1/L_2)^2 v_n^2 \quad (A6)$$

の関係が得られる。ここに、 $v_n$  は  $B$  点における  $v_r$  の値、 $v_{n+1}$  は  $C$  点における  $v_r$  の値である。

$L_1, L_2$  は図示の通りひもの長いとき短いときの長さなので、 $v_{n+1}$  が  $v_n$  より大きくなっている。

(2) 図・1 で左側の最大振れ角を  $\theta_0$  とすれば  $v_n$  との間には

$$L_1 mg(1 - \cos \theta_0) = (1/2) m v_0^2$$

の関係が、右側の最大振れ角  $\theta_{n+1}$  と  $v_{n+1}$  の間には

$$L_2 mg(1 - \cos \theta_{n+1}) = (1/2) m v_{n+1}^2$$

の関係がある。したがって、(A6) 式を考慮すれば、

$$(1 - \cos \theta_{n+1}) / (1 - \cos \theta_0) = (L_1 / L_2)^2$$

を得る。さらに、初期条件における振れ角を  $\theta_0$  とすれば

$$\cos \theta_0 = 1 - k^2(1 - \cos \theta_0); \quad (A7)$$

$$k = L_1 / L_2 = (1 + b') / (1 - b'), \quad (A8)$$

$$b' = (L_1 - L_2) / (L_1 + L_2) \quad (A9)$$

を得る。n は B → C を通る回数 (= ひもが鉛直線を通回数)、つまり  $n/2$  が往復数である。

#### 附録 4

(A5) 式を無次元の形に書き換えると

$$(1 + b' \cos(4\pi t')) (d^2 \theta / dt'^2) + 2(d\theta / dt') (-4\pi b' \sin(4\pi t')) = -4\pi^2 \sin \theta; \quad (A10)$$

$$b' = b / L_0, t' = (\omega_0 / 2\pi) t$$

となる。t' は、紐の長さ  $L_0$  の単振り子の周期を単位として測った時間である。

(A10) 式は、パラメータとして  $b'$  しか含まないので、t' で時間を測るとき、振り子の増大の仕方は  $b'$  のみで決ることを意味する。

(1995年3月3日受理)

# 研究論文 プールを活用した物理領域の 課題研究教材の開発

斎藤康夫、三科圭介、道林真一、中里勝平、永田敏夫

自然に対して感動し、意欲を高めながら学習するには、子供たちの五感を通した、自らの体験に直結した自然の事物・現象の観察、実験が重要である。身近な素材は数多くあるが、今回プールを活用し、「浮力」、「水圧」、「音」、「水の抵抗」についての観察、実験を行い、教材開発を試みたので紹介する。

[キーワード] プール 浮力 水圧 音 抵抗

## はじめに

これまでの理科の学習では、知識を子供に教授し、定着させることに主眼が置かれる傾向が強かった。このため、「探究の過程」であっても画一的になり、本来子供たちが持っている柔軟な思考力や判断力が必ずしも生かされずに子供たちの学ぶ意欲が失われる場合も多かった。

これを解決するには、子供たちが自然の事物・現象に直接触れて興味・関心を持たせ、創造性を培う教材の開発が必要である。理科室だけの学習では味わえない、より日常的な生活経験と結び付いた学習が重要である。

ここでは、特にプールの活用に視点を当てて開発した教材を紹介する。

## I プールでの「浮力」の学習

「浮力」は、入浴や水泳の時などに感じられる身近な現象であるが、おもりを使った浮力の教材は、実生活の経験とは結び付きにくい。そこで、子供たちに自分の体を素材に、水中に沈んだ場合に感じられる浮力と重さの関係をプールで実際に調べさせたいと考えた。ここでは、自分の体重を調べる身近な測定器具としてヘルスマーターとばねはかりを使い検討した。

### 1 水中で体重の測定(ヘルスマーター)

目的 水中で感じられる浮力と水中での体重の変化の関係を調べる。

準備 ヘルスマーター、ビニル袋、水中眼鏡

### 方法

- (1) 測定者の体重を事前に測定する。
- (2) プールに入り浮力を体感する。
- (3) ヘルスマーターをビニル袋で防水し、おもりを付けてプールに沈める。
- (4) 沈めたときの目盛りを読む。
- (5) ヘルスマーターに乗り、目盛りを別の人へ読みもらい体重を測定する(図1)。
- (6) 水中に体を徐々に沈めてゆき、体重の変化を測定する(図2)。

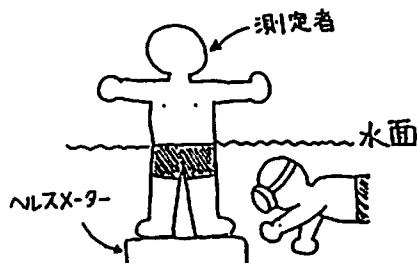


図1 浮力調べ

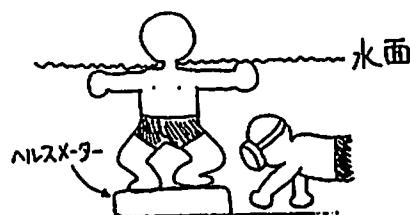


図2 浮力調べ

## 結果

- (1) 測定者の体重 83.0kg 重
- (2) 水中に沈めたときのヘルスメーターの値  
1.0kg 重
- (3) 起立したときの体重 63.0kg 重
- (4) しゃがんだときの体重 測定不能  
(ヘルスメーターが小さく、文字盤が読めない。)

## 考察

- (1) 水中の自分の体重の変化を確かめることにより、浮力を体感することができる。
- (2) 自分の体を水中に沈めていたとき浮力の大きさが数値変化として確かめられる。
- (3) ヘルスメーターの防水が不十分だと、包んでいる袋の中に水が入る。
- (4) 袋の中に空気が入っているとヘルスメーターに働く浮力が大きくなる。今回は水中に沈めるためおもりを用いたが、測定用具の防水と浮力に対する工夫が必要である。
- (5) ヘルスメーターの大きさや目盛り盤の色も水中で読みやすいものを使う必要がある。

## 2 体の浮き沈みに伴う体重変化の測定

**目的** ばねはかりを用いて体の浮き沈みに伴う体重の変化を調べる。

**準備** ばねはかり(4kg重用)、径5mmのビニール製のひも、径10mmの塩ビ管

## 方法

- (1) 体重を測定する。
- (2) 腹部にひもを巻く(図3)。
- (3) 被測定者を水に浮かべ、固定したばねはかりと腹部のひもをつなぐ。
- (4) ばねはかりの目盛りを読み取る。
- (5) 被測定者に息を吐きださせ、沈んだ時のばねはかりの目盛りを読み取る。

## 結果

- (1) 被測定者の体重 71.0kg 重
- (2) 浮いている時の測定値 0.4kg 重
- (3) 息を吐いた時の測定値 2.0kg 重

## 考察

- (1) 浮いている時の値は理論的には0kg重だが、測定の結果は0.4kg重になった。これは水面の波によって水面が安定せず、

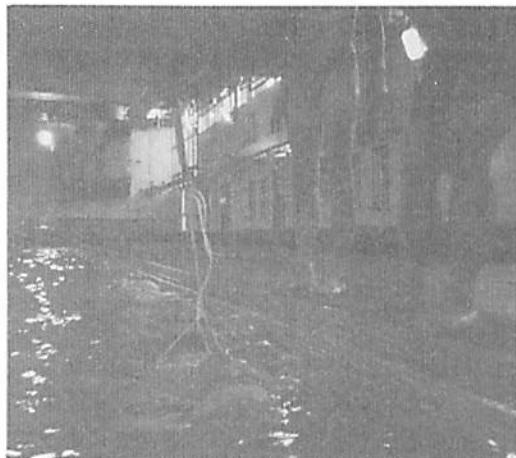


図3 プールでの力のつり合い

測定者が動き体が水面から出入りするためには、ばねはかりを引いて生じた値と見なせる。

これは、物体が浮いている時浮力と重力がつり合うことを確かめる実験となる。

- (2) 浮いている時と息を吐いた時の測定値の違いから、空気を吐き出すと、体の体積が減り、浮力が小さくなることが確認できた。
- (3) 「体の体積が減ること」と「浮力が小さくなること」の関連は、視覚に表れずらく子どもには理解しづらい。両者の関連を生徒に考察させる教材の組立に工夫が必要である。
- (4) 吐いた息の体積と肺の容積変化・体の体積変化について考察させることもできる。

## 3 プールで浮力を学習する利点

- (1) プールを活用することで浮力を体感させることができる。特に、小さな水槽ではできない自分の体を使った浮力の測定ができる。
- (2) 小学校では「浮力」についての学習は取り上げられていないが、プール学習の際に自分が水に浮くということと水中での体重が減ることを現象としてとらえる科学的な見方を身につけさせることができる。

## II プールでの「水圧」の学習

中学校の「水圧」の学習は、水槽での実験結果から概念をとらえさせることを中心とし、生活感覚との隔たりが大きくなりやすい。そこで、海水浴などで水中に潜ったときなどに、耳に圧迫感を感じるなど日常の体験から水圧をとらえ、水圧の変化を視覚化する教材を検討した。

### 1 自作水圧計を用いた水圧調べ

**目的** 水圧の大きさをプールに潜って体感させ、自作水圧計のゴム膜の変化と比較させる。

また、水槽での実験と比較し、水圧が水面の広さや水量に関係なく、深さによって変化することをとらえさせる。

**準備** 自作水圧計 [ペットボトル2個、うすいゴム膜、塩ビ管、ゴム栓2個、輪ゴム、ビニールテープ]

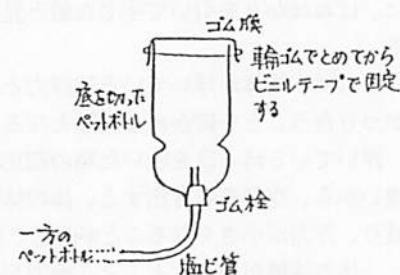


図4 自作水圧計①



図5 水圧調べ

### 方法

- (1) 水槽で、水の深さとゴム膜の変化の様子を調べる。
- (2) プールに潜って自分の体で水圧を感じる。
- (3) プール中で、水の深さとゴム膜の変化の

様子を調べる。

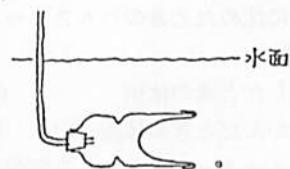


図6 自作水圧計②

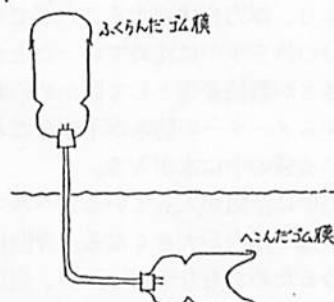


図7 自作水圧計③

### 結果

- (1) ペットボトルを沈める深さが深いほどゴム膜が内側にへこむことが分かる(図6)。
- (2) 図7のようにすると、水上のゴム膜の変化が水上のペットボトルに現れ、深さが深いほどゴム膜が外側に膨らむことがわかる。

### 考察

- (1) プールでの水圧を調べる場合、図7のような自作教材を使うと、水上で水圧の変化を観察できる。
- (2) 水槽での水圧変化もプールでの水圧変化も違いがないことがわかることから、測定結果を日常生活と結び付けることができる。
- (3) 自作教材に使用したゴム膜は、ゴム風船のゴム膜よりも水圧の変化を大きくとらえることができるので効果的である。
- (4) ペットボトルは、手に入りやすい材料で生活感覚と馴染みやすい。
- (5) 測定を定量化するには、円筒形のアクリルなどに目盛りを付けて用いる等の工夫が考えられる。

(6) 図8のような装置を使うと、水圧の変化が一目でよくわかる。

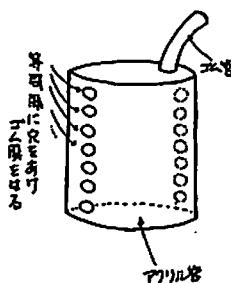


図8 自作水圧計④

## 2 プールで水圧を学習する利点

圧力は、感覚に直接関係する物理量であり、特に体の表面、鼓膜でこれを意識的に感じることができる。今回の教材の検討では、次のこと確かめられた。

- (1) プールを活用することで水圧を直接体感することができ、深さによる水圧の違いが体でとらえられる。
- (2) ここで示した教材を自作することで興味や意欲を高めながら、これを利用して水圧を視覚的にとらえることができる。

## III プールでの「音」の学習

中学校の学習内容では音の性質を考えるとき、音を伝える媒体として空気が取り上げられている。しかし、水中でプールサイドの声や音を聞くことができたり、イルカが水中で音を発して情報交換していることから、水も音を伝える媒体としての役目を果たしていることがわかる。そこで、発展学習として水中に伝わる音を取り上げ、プールを活用しての教材化について検討した。

### 1 水中の音の伝わり方

**目的** 水中で音の聞こえ方を体感させ、次に水中での音の伝わる範囲を調べたり、受信器具の工夫を行い、空気中での音の伝わり方と比較する。

**準備** 音源（声、音叉、プラスチックのおもり2個）、受信器具（アクリル管、底なしペットボトル、底に薄いゴム膜をはったペット

ボトル、塩ビ管）



図9 受信器具

## 方法

- (1) 水中に潜って、音の聞こえ方を確かめる。
- (2) 距離を決めて、音源と受信器具の組み合わせを変え、音の聞こえ方を調べる。
- (3) 最もよく聞こえる音源と受信器具の組合せで、音源と受信器具の距離を変えて音の聞こえ方を調べる。

表1 音源と受信器具の組合せ

音源＼受信	底なしペットボトル	底ゴムペットボトル	アクリル管
声	×	×	×
音叉	×	×	×
おもり	△	○	△

○ よく聞こえる △ 聞こえる × 聞こえない

表2 水中の音の伝わる距離

音源との距離	2m	10m	25m
聞こえ方	○	△	△

○ よく聞こえる △ 聞こえる × 聞こえない

## 結果

実験の結果、表1、表2に示す結果を得た。  
考察

- (1) 音源は低い音よりも高い音がよく聞こえたが、音質を色々変えて実験する必要があることがわかった。
- (2) 受信器具は、底に薄いゴム膜をはったものがよく聞こえた。これについては、ゴム膜が水中での音をよく拾ってペットボトル内の空気にその振動を伝えたと考えられる。水中で直接音を聞くことは難しいが、水中での音をとらえ、鼓膜に伝えやすくするゴム膜のようなものがあるとよい。
- (3) 音源から近いほど聞きやすいが、音源か

らの距離が10mのときと25mのときでは大きな違いはない。音の減衰が、距離とどのような関係があるか体験的にとらえるよい方法であることがわかった。

## 2° 水中に糸をつけた糸電話を伝わる音

**目的** 糸電話の糸を水につけたら糸を伝わる音がどうなるか調べる。

**準備** 糸電話（プラスチックのコップ2個、釣り糸）、輪ゴム、おもり（10g重）

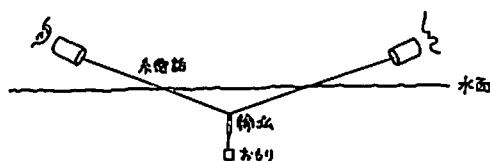


図10 水につけた糸電話

### 方法

- (1) 糸電話を使って空気中での音の伝わり方を確かめる。
- (2) 糸電話の糸の中央に輪ゴムでおもりを下げ、中央付近を水に浸して音の伝わり方を調べる。

**結果** 糸を水中につけると、空気中の場合より聞こえにくいか、音が伝わっていることがわかった。

### 考察

- (1) の振動は水によって減衰するが、音は伝わってくることが確かめられた。
- (2) 糸電話の糸の振動は、糸が空気中にあるときはよく伝わるが、水中ではよく伝わらなくなる。音を伝える媒体が変化すると伝わり方が変わることがとらえられる。

### 3 音をプールで学習する利点

振動が伝わる現象の学習は、振動体と媒体と共振体のそれぞれを意識化していくところにある。これには、水と空気という大変身近で共通性と相違性に着目しやす物質を学習に取り入れていくことが有効である。

今回の教材の場合、特に次の点がある。

- (1) 小学校第3学年での音の扱いでは音を出

すものが振るえ、その振るえを伝えるものとして糸や紙が取り上げられている。本実験の糸電話は糸を水につけることによって、糸の震えが水によって小さくなることを確認できる。つまり、糸の震えの伝わりやすさを空気中と水中とで比較できる。

(2) 中学校の学習内容では、音を伝える媒体を空気として条件を設定し、音の性質について考えさせている。本実験では、音の媒体を水にすることによってさらに音の性質についての考えを発展させることができる。また、音の伝わり方を比較することで振動媒体となっている水と空気の状態についても考察できる。

(3) 音は媒体によって固有の伝わり方を持っている。二つの媒体を通して音が伝わる場合は、媒体で音の伝わり方が違うので、媒体の変化する境界面で音が反射し伝わりにくくなる。この境界面にゴム膜などの音の振動をうまく変換させるものを用いれば、異なる媒質間での振動状態の変換を考えることもできる。

## IV プールでの「抵抗力」の学習

水中を歩いたり、泳いだりすると水の抵抗を体感できる。この体感から学んだ抵抗力の大きさを比べる方法はないかと考え、モリを自作して水から受ける抵抗力を調べた。

### 1 水の抵抗のモリの形による比較

**目的** 水の抵抗を水中を歩かせたり、ビート板を使って体感させる。次に、自作教材（モリ）を用いて水の抵抗を比較する。

**準備** 自作モリ（塩ビ管、ゴム、スクリューキャップ、ペットボトル、ゴム栓、棒、木ねじ）

### 方法

- (1) 水中を歩いたりビート板で水の抵抗を感じる。
- (2) モリの先を変えて、モリを発射したときに進んだ距離を調べる。

### 結果

モリの先端をいろいろ変えて発射したところ、次の表のようになつた。

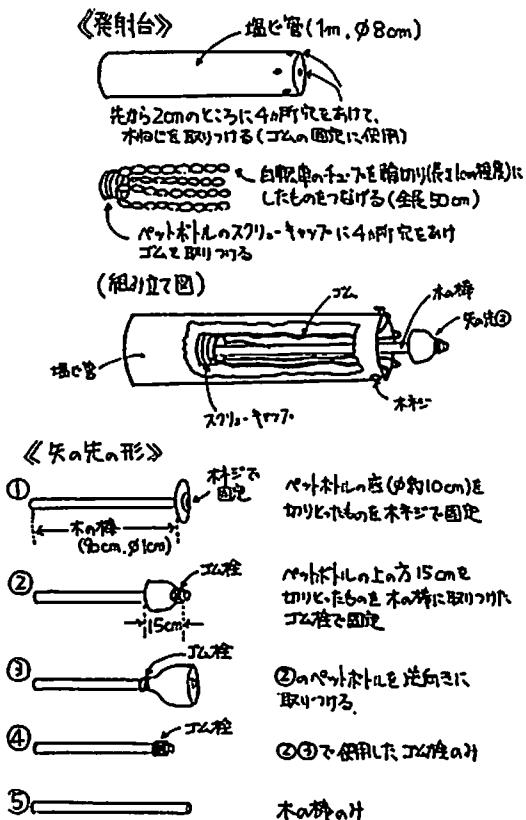


図11 自作教材（モリ）

表3 モリの形と進んだ距離

モリの種類	距離
モリの底	0cm
モリの先	10cm
モリの先/底	20cm
ゴム性	30cm
なし	35cm

## 考察

- (1) モリにゴム弾性で一定の力を加えて発射させた場合、モリが進む距離はモリの先の形や重さによって異なることがわかる。
- (2) ①と⑤を比べると、モリの先の面積が大きい方が移動距離が小さくなることがわかる。面積の大きいものほど水の抵抗を大きく受けることがわかる。

(3) ④と⑤を比べると、モリの先におもりを付けた方が移動距離が大きくなる。これは発射速度が同程度でも慣性の方が水の抵抗より大きく利いていることがわかる。

(4) ②と③を比べると、モリの先の面積が同じ程度でも、形が流線形に近いほど、移動距離が大きくなる。流線形が水の抵抗を小さくすることが確かめられる。

## 2 プールで「抵抗力」を学習する利点

水の抵抗は、小学校、中学校の学習としては取り上げられていないが、水の流体としての性質を考える発展的な学習として扱えるので、中学校での選択理科や高等学校での課題研究として取り上げることが可能である。

モリの形状による違いを進んだ距離と比較させて、いろいろな考えを進めることができるとも、既習知識と結果を結び付けるだけでなく、結論は求めず、自由に考え・探究を進める課題として有効なものである。

## おわりに

子供達の興味・関心を高め学ぶ意欲を喚起させるためには、教科書だけの学習内容を提示するだけでは不十分である。子供達は五感を通して、日常生活の中で様々な情報を得ている。これら的生活体験や情報と学習内容が結び付いたときに、子供達の学習意欲は一層高まるであろう。そこで、生活体験にもとづいた新しい教材を模索し、プールの活用を検討した。

プールを学習の場に設定したことによって、子供達が体感する「浮力」「水圧」「音」「水の抵抗」などを、その場で測定し視覚化することによって体感を理科学習に関連付くことができる。したがって、プールの活用は教材として十分有効であると考えられる。

プールのイメージは、理科学習の場とかけ離れているものという先入観を持っており、教材としての発想は乏しいものであった。しかし、実際にプールに入り体験してみると、新たな着想が生まれ、教材としてのイメージが広がって入った。同じ様なことがきっと子供達にもいえるに違いない。

この経験をいかして、今後の教材開発の参考としていきたい。

### 補 遺

今回防水カメラ（撮りっきりコニカ MiNi 防水 TYPE）を用いて写真資料を用意しようとしたが、露出不足で不鮮明な写真が多く利用できなかった。特に、室内プールでは明るさが不足するため利用しにくい。利用するには、光源を工夫するなどの必要もある。

しかし、今回使用した防水カメラは値段も安く、小型で使いやすく、水中での写真撮影も可能なのでプール教材の開発に活用できる。また、防水カメラそのものを、水の透明度の測定教材として利用することも考えられる。

### 参考文献

- 1) 木村龍治 1989 流れをはかる 日本規格協会
- 2) 小橋豊 1959 音と音波 豪華房

(さいとうやすお 七飯町立七飯中学校)  
(みしなけいすけ 江別市立江別第2中学校)  
(みちばやししんいち 鶴川町立鶴川中学校)  
(なかさとしょうへい 北海道立理科教育センター)  
(ながたとしお 北海道立理科教育センター)

(1995年3月23日受理)

## 研究論文

## 沈降法による粘度測定Ⅱ

北海道工業大学

峰 友 典 子、三 好 康 雅

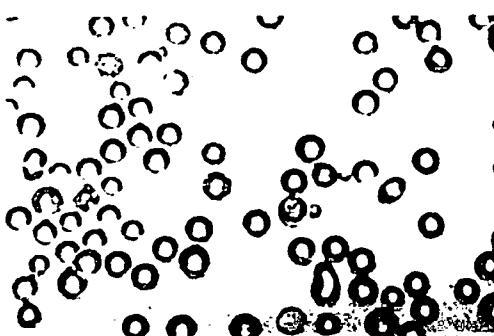
## 1. はじめに

我々は水の粘度測定を学生実験のテーマとする目的として、直径 $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の粉体を水中落下させて沈澱速度を測定し、ストークスの式を適用して水の粘度を求める実験を行った。

予備実験として研磨粉を使ってみたところ、粒径 $10\sim15\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で良い結果が得られた。<sup>1)</sup>

しかし、ストークスの式は球に対して適用できる式である。これを非球形の研磨粉に対して使用するのは教育上好ましくないと考える。そこで、球形粉体であるガラスピーツを使用して水の粘度測定を試みた。

図1はガラスピーツの顕微鏡写真である。若干変形している粒も見られるが研磨粉に比べて格段に球形度が良くなっている。

図1 ガラスピーツの形状 ( $75\sim90\text{ }\mu\text{m}$ )

## 2. 測定装置

図2に装置の概要を示す。水入りのガラス容器をイメージセンサと光源の間に光を当て、粉体を落下させる。センサは粉体の影を電圧変化として感知するので、センサが捕らえた

粉体の位置情報をA/Dコンバータを通してパソコンに取り込む。

改良点としてガラス容器の高さを1mと長くし、落下距離80cm程度の位置で測定を行った。粉体の落下距離が長くなると粒径の分別が進むと考えられる。

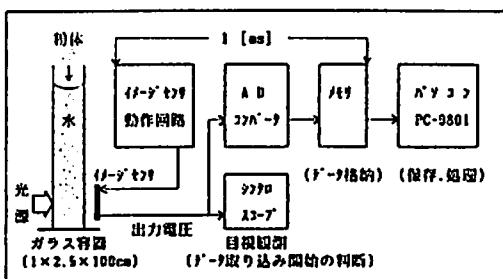


図2 測定装置

## 3. 測定例

図3に測定例を示す。横軸はイメージセンサの受光面に相当し、左端がセンサの上端になるので粉体は図の右端方向へ落下する。

下向きピークはセンサが捕らえた粉体の影を表す。

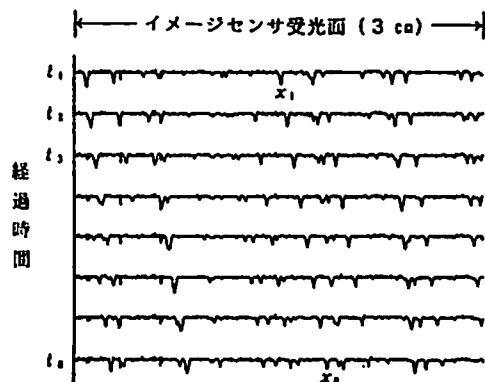


図3 測定例

縦軸は経過時間を表し、 $t_1$ から $t_2$ へと一定時間間隔をおいて連続8回測定した状態である。例えば連写式カメラで撮影した連続写真が上から順に8枚並んでいると考へてよい。

粉体の位置が時間とともに移動する様子が窺える。例えば、時刻 $t_1$ のとき $x_1$ にあった粉体は $t_2$ のとき $x_2$ まで落下したことを示す。このときの経過時間と落下時間から粉体の沈降速度が求められる。

#### 4. 問題点と考察

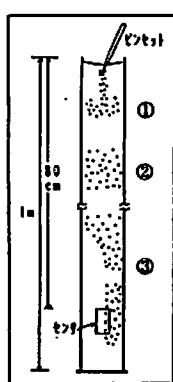


図4 ガラスビーズ  
水中落下状況

図4にガラスビーズの水中落下状況を示す。ピンセットの先にガラスビーズを少量乗せて水中に入れたとき、①のように先端が両側に渦を巻くような状態で落下し始める。そして②のように次第に容器全体に広がって沈降して行き、センサの位置(80cm)まで到達する頃には粉体の粒径の分別が進むと予想される。

ところが例外的に、②の状態の途中から先端部分に速度差が生じ始めて③のように粉体が容器のどちらか一方へ片寄って落下する場合が生じた。その場合、容器全体に広がっていた後続の粉体をも巻き込んで集団を形成しながら落下した。このように落下の過程で粉体自身が新たな対流を引き起こす場合があることが判った。

上記の落下の仕方の違いをそれぞれ拡散落下、片寄り落下と呼ぶこととし、各々について沈降速度の状況を分析した。

表1、表2は直径90~100μmのガラスビーズを落下させたとき、1回の測定で得られた沈降速度vの分布を示す。また、直径dは実測度を使用してストークス式から計算した値である。

表1<拡散落下>の場合、1回に8個の粉体が測定できたことを示す。実測速度は0.700~

0.790cm/sが得られ、ストークス式から計算した直径は89.6~95.2μmの分布となった。このことは、直径90~100μmの粉体が80cm落下したことにより90~95μm程度に分別が進んだことを示し、当初予想通りの結果となった。

表2<片寄り落下>の場合、実測速度は0.739~1.09cm/sとばらつきが大きくなり、ストークス式から計算した直径で比較すると92.1μmと112μmの粉体が同時に測定されていて80cm落下したにも関わらず粉体の分別が進んでいないことを示した。さらに、ストークス式から計算した直径が92.1μmを除いて101μm以上となり、実際の直径90~100μmより大きくなっている。すなわち沈降速度が速すぎることを示した。

表1 <拡散落下>

1回の測定で得られた沈降速度

実測 $v$ [cm/s]	ストークス式から $d$ [μm]
0.700	89.6
0.790	95.2
0.728	91.4
0.714	90.5
0.714	90.5
0.756	93.1
0.756	93.1
0.722	91.0

<片寄り落下>において理論にあわない現象が生じたのは対流による影響が現れているものと思われる。

本装置では測定時に粉体の落下状況が肉眼で観察できるため<片寄り落下>が生じた場合はそのデータを除いて、<拡散落下>の場合のみでデータの収集を行った。

表2 &lt;片寄り落下&gt;

1回の測定で得られた沈降速度

実測 $v$ [cm/s]	ストークス式から $d$ [ $\mu\text{m}$ ]
0.739	92.1
1.09	112
0.912	102
0.896	101
0.972	106
0.945	104

## 5. 結果

図5は直径90~100  $\mu\text{m}$ のガラスピーツを落下距離80cmで測定した沈降速度のヒストグラムである。速度分布は0.6~1.0 cm/sとなり、平均速度  $v_{AV}=0.80 \text{ cm/s}$  が得られた。また、直径90~100  $\mu\text{m}$ を使用してストークス式から計算した理論速度は0.71~0.87 cm/sとなり、実測速度の平均  $v_{AV}$  は理論速度の範囲に含まれた。

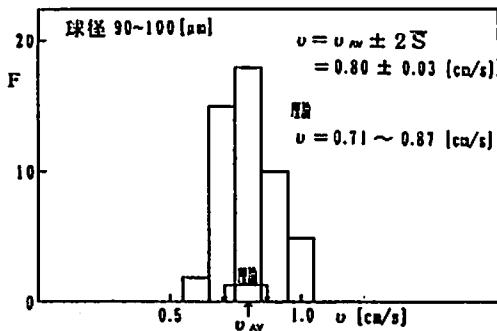


図5 沈降速度分布（落下距離80cm）

図6は直径75~90  $\mu\text{m}$ のガラスピーツの場合で、 $v_{AV}=0.59 \text{ cm/s}$  が得られ、実測と理論の速度分布が良く一致した。

図7は図6と同じ直径のガラスピーツを落下距離40cmの位置で測定した場合である。実測の平均速度  $v_{AV}=0.75 \text{ cm/s}$  は理論速度の範囲より速い方へのずれを示した。落下距離40cmでは

まだ対流の影響が残っていると考えられる。

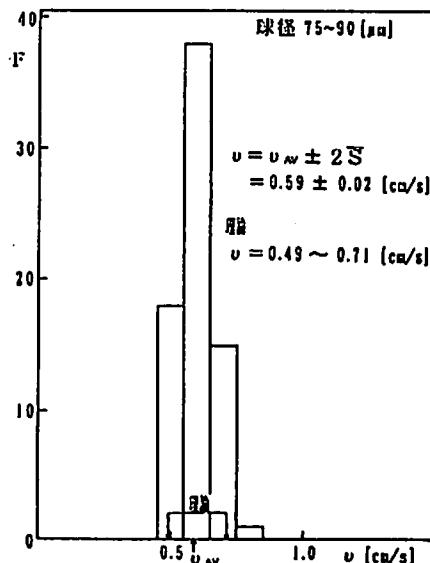


図6 沈降速度分布（落下距離80cm）

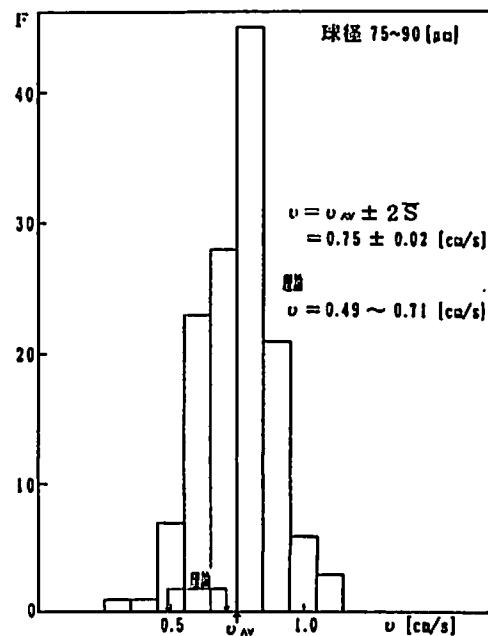


図7 沈降速度分布（落下距離40cm）

図6、図7を比較すると、図6の方が明らかに実測速度の分布範囲が狭くなっていて平均速

度  $v_{\text{av}}$  も理論速度の範囲に含まれており、落下距離を 80cm と長くした効果が現れていることが判る。

表3は、ガラスピーツの大きさを3段階に分別して上記の測定を行い、得られた沈降速度から水の粘度を求めた結果である。

表3 ガラスピーツ・測定結果

直径 [μm]		速度 [cm/s]	粘度 $\times 10^{-3}$ [Pa.s]	Re
90~100 (95)	実測	0.80	0.88	0.8
	理論	0.79	0.89	
75~90 (82.5)	実測	0.59	0.89	0.6
	理論	0.59	0.89	
63~75 (69)	実測	0.46	0.81	0.3
	理論	0.43	0.87	

落下高 80cm 室温 25.25°C

( ) 内の数値 95、82.5、69 μm はそれぞれガラスピーツ分別幅の中央値を示し、この値を粉体の直径として使用した。Re はレイノルズ数である。

理論速度は測定温度 25、26 における水の粘度  $0.89 \times 10^{-3}$ 、 $0.87 \times 10^{-3}$  Pa.s からストークス式により計算した。

実測速度は上から 0.80、0.59、0.46 cm/s が得られた。

粘度を比較すると直径 69 μm の場合で実測値  $0.81 \times 10^{-3}$  Pa.s、理論値  $0.87 \times 10^{-3}$  Pa.s と若干の違いが見られるが他の直径の場合は良く一致する結果となった。

## 6. おわりに

本実験においては装置の性質上、先に落下してくる大きめの粉体を測定する傾向がある。そのため粉体の中央値を直径として計算した場合、理論粘度に比べて実測粘度の方がやや小さくなる傾向がある。このことを考慮に入れても測定精度としてはほぼ満足する結果が得られた。

装置の特徴としてはパソコンとの接続によりデータの再現が可能であること、1回の測定で複数の粉体の落下情報が得られるので実験が簡素化できることなどがあげられる。さらに、粉

体の落下状況がシンクロスコープ上でも直接観察できるので学生は今何を測定しているかの状況把握が的確にできると考える。

落下物体が加速度運動から等速度運動（終端速度）へと変化する過程の理解、さらには流体の粘性に関する理解を深める一助になればと期待している。

## 参考文献

- 1) 峰友、三好：物理教育研究22(1994) 1

(1995年3月30日受理)

# 『教科書需要数からみた 高校物理履修の経年変化』

北海道札幌開成高等学校

鶴岡森昭

## 1 調査目的

ここ最近の若者の「物理離れ」に端を発した理工系離れは、教育関係者ばかりではなく、行政・産業サイドでも危機感をもって関心を持つ中で、マスコミでも特集を組んで取材する程の社会的関心事になってきている。

平成5年度版科学技術白書<sup>①</sup>は若者の科学技術離れをその第1部で取り上げ、この現象がもたらすであろう将来的な科学技術者的人材不足や国民の科学技術に対する関心の低下を深刻に捉え、今後の対策を検討している。パリティでは、「激減した小・中・高校に理科」<sup>②</sup>を掲載し、この十数年間に小・中・高校の時間数が大幅に削減されてきた事態を深刻に捉え、この事態がもたらすであろう我が国の危機的な未来を予見している。さらに、日本理科教育学会が編集する『理科の教育』<sup>③</sup>では「理科嫌い・理科離れを考える」と題する特集を組み、実態の調査と分析に基づいて理科教育関係者に具体的な対策を訴えている。

このように、各方面での理科教育の実態調査によって若者の理科離れ・理科嫌いのありさまが一定浮き彫りにされてきているが、筆者は教科・科目の指導で使用が義務付けられている検定済教科書の需要数と高校生数に基づく分析によって、物理を中心とした高校理科履修の実態に迫ることをねらいとして文献調査を実施した。

## 2 調査方法

学校教育法によって、教科・科目の履修には検定済教科書の使用が義務付けられているので、教科書需要数とその教科・科目を学習する生徒数と密接な関係がある。この観点から、前々回の学習指導要領改訂の昭和48年度から平成5年度の21年間にわたって、理科の各科目の履修状

況を調査した。

高校生数を文部省が発表している「学校基本調査報告書」<sup>④</sup>から調べ、1学年分の生徒数としてその数値の3分の1を求める。理科の教科書需要数を業者提供の資料<sup>⑤</sup>から調べて、その需要数を1学年分の生徒数で割って履修率を求めた。

$$\text{履修率 (\%)} = \frac{\text{教科書需要数}}{\text{高校生総数} \times 1/3} \times 100$$

高校生1名が購入した教科書数は次のように求めた。

$$\text{履修指数} = \frac{\text{教科書需要総数}}{\text{高校生総数}}$$

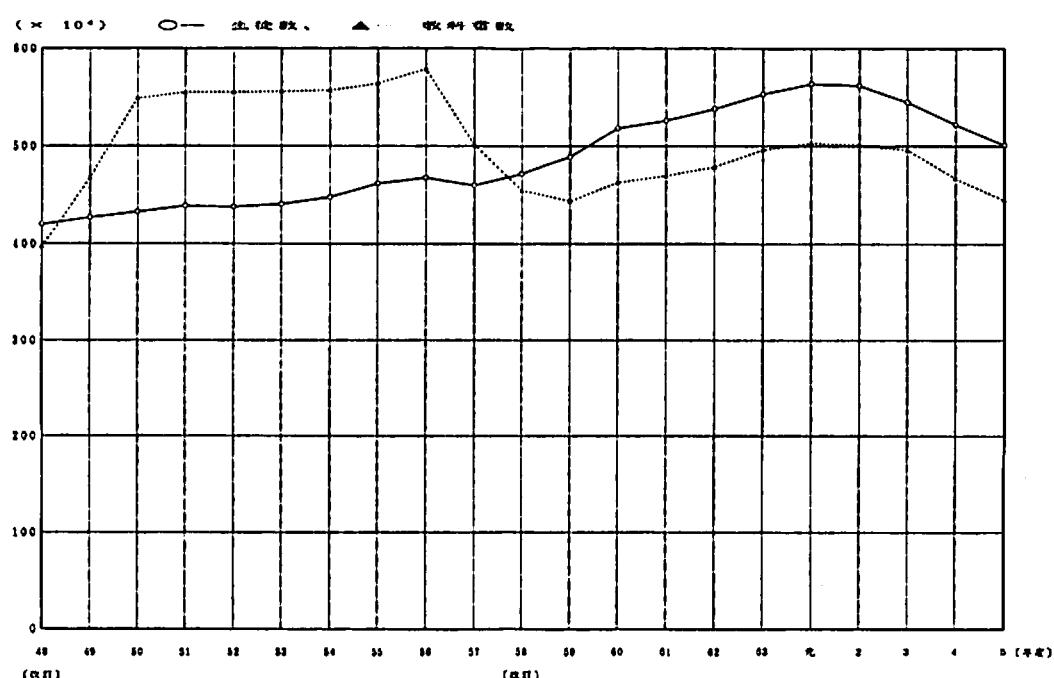
## 3 調査結果

### (1) 高校生総数の推移 [単位:人]

年 度	全 国	北 海 道
S 4 8	4,201,223	210,735
S 4 9	4,270,943	211,688
S 5 0	4,333,079	214,807
S 5 1	4,386,218	217,808
S 5 2	4,381,137	219,324
S 5 3	4,414,896	219,928
S 5 4	4,484,870	222,092
S 5 5	4,621,930	225,898
S 5 6	4,682,827	226,179
S 5 7	4,600,551	220,208
S 5 8	4,716,105	223,695
S 5 9	4,891,917	228,850
S 6 0	5,177,681	237,400

### 『教科書需要数からみた高校物理履修の経年変化』

S 6 1	5,259,307	238,648	S 5 8	4,546,119	225,145
S 6 2	5,375,107	242,460	S 5 9	4,439,599	205,923
S 6 3	5,533,393	248,715	S 6 0	4,630,954	216,034
H 元	5,644,376	253,080	S 6 1	4,695,522	214,055
H 2	5,623,336	253,697	S 6 2	4,793,090	218,149
H 3	5,454,929	247,737	S 6 3	4,963,762	222,653
H 4	5,218,497	239,171	H 元	5,029,491	226,446
H 5	5,010,472	230,188	H 2	5,009,943	225,784
			H 3	4,960,277	229,222
(2) 教科書需要総数の推移	〔単位：冊〕		H 4	4,668,984	219,631
年 度	全 国	北海道	H 5	4,445,129	205,220
S 4 8	3,967,596	227,809			
S 4 9	4,665,474	229,727	(3) 科目別教科書需要数の推移	〔単位：冊〕	
S 5 0	5,491,006	278,511	(但し、基礎理科・理科I・理科IIは除く)		
S 5 1	5,551,912	280,957	履修率の本来的意味から判断して、学習指導		
S 5 2	5,547,058	286,120	要領の移行期である昭和48年度～昭和50年度は		
S 5 3	5,559,014	284,565	IとA・Bの合計を、昭和57年度～昭和59年度		
S 5 4	5,568,751	280,802	はIと選択の合計を取り上げ、更に昭和48年度		
S 5 5	5,637,174	285,443	～昭和56年度の所謂I・II時代はIのみを調査		
S 5 6	5,791,832	283,934	の対象とした。		
S 5 7	5,007,400	257,200			



<b>① 全国</b>					H元	21,583	54,070	50,661	9,483
年度	物 理	化 学	生 物	地 学	H 2	23,389	52,846	50,736	9,638
S 48	1,277,777	1,531,394	1,101,466	547,509	H 3	22,737	53,877	52,844	10,124
S 49	1,320,121	1,394,673	1,140,893	555,152	H 4	22,098	53,116	50,914	9,893
S 50	1,240,676	1,476,524	1,199,138	600,902	H 5	20,343	48,959	48,778	8,523
S 51	1,266,409	1,486,312	1,225,437	587,563					
S 52	1,265,986	1,484,341	1,238,776	582,650					
S 53	1,255,022	1,503,056	1,258,853	577,679					
S 54	1,259,610	1,525,944	1,285,598	562,679					
S 55	1,265,951	1,555,093	1,321,305	575,128					
S 56	1,297,214	1,616,878	1,368,053	585,936					
S 57	1,140,673	1,018,633	161,645	183,454					
S 58	648,953	707,551	505,085	191,209					
S 59	592,889	958,441	782,742	206,181					
S 60	614,342	1,016,943	848,554	211,968					
S 61	620,186	1,034,218	880,640	208,436					
S 62	633,430	1,059,930	913,937	207,481					
S 63	643,785	1,108,524	958,854	211,905					
H元	656,061	1,122,767	1,001,756	208,345					
H 2	644,370	1,119,979	1,015,970	209,354					
H 3	626,047	1,086,401	1,016,296	208,373					
H 4	587,073	1,032,086	966,903	196,435					
H 5	563,593	984,433	923,383	183,359					
<b>② 北海道</b>					S 61	35.4	59.0	50.2	11.9
年度	物 理	化 学	生 物	地 学	S 62	35.4	59.2	51.0	11.6
S 48	63,866	77,427	60,668	22,266	S 63	34.9	60.1	52.0	11.5
S 49	62,554	66,453	61,964	24,652	H元	34.9	59.7	53.2	11.1
S 50	58,319	71,623	63,770	29,559	H 2	34.4	59.7	54.2	11.2
S 51	59,600	72,583	66,507	27,861	H 3	34.4	59.7	55.9	11.5
S 52	61,044	74,120	67,559	26,814	H 4	33.7	59.3	55.6	11.3
S 53	60,389	73,061	68,366	27,480	H 5	33.7	58.9	55.3	11.0
S 54	58,439	73,690	70,429	25,433					
S 55	59,817	75,157	71,759	26,834					
S 56	58,441	74,318	72,970	26,542					
S 57	52,088	53,786	6,382	17,779					
S 58	13,599	30,896	22,950	14,398					
S 59	23,805	42,651	41,394	10,504					
S 60	23,147	46,904	43,862	10,840					
S 61	22,621	47,252	46,169	10,018					
S 62	25,066	48,382	46,007	9,319					
S 63	24,070	51,755	47,917	10,063					
<b>② 北海道</b>									
年度	物 理	化 学	生 物	地 学					
S 48	90.9	*110	86.4	31.7					
S 49	88.7	94.2	87.8	34.9					
S 50	81.4	100	89.1	41.2					
S 51	82.1	100	91.6	38.4					
S 52	83.5	*101	92.4	36.7					
S 53	82.4	99.7	93.3	37.5					
S 54	78.9	99.6	95.1	34.4					
S 55	79.4	99.8	95.3	35.6					

### 『教科書需要数からみた高校物理履修の経年変化』

	S 56	77.5	98.6	96.8	35.2	(2) 理科履修指数の推移	〔図3〕		
	S 57	71.0	73.3	8.7	24.2	年 度	全 国	北海道	差
S 58	18.2	41.4	30.8	19.3	13.8	S 48	0.944	1.081	+ 0.137
S 59	31.2	55.9	54.3	13.8	13.7	S 49	1.092	1.085	- 0.007
S 60	29.3	59.2	55.4	13.7	11.5	S 50	1.267	1.297	+ 0.030
S 61	28.4	59.4	58.0	12.6	12.1	S 51	1.266	1.290	+ 0.024
S 62	31.0	59.9	56.9	11.5	11.1	S 52	1.266	1.305	+ 0.039
S 63	29.0	62.4	57.8	12.1	11.1	S 53	1.259	1.294	+ 0.035
H 元	25.6	64.1	60.1	11.2	11.4	S 54	1.242	1.264	+ 0.022
H 2	27.7	62.5	60.0	11.4	12.3	S 55	1.220	1.264	+ 0.044
H 3	27.5	65.2	64.0	12.3	12.4	S 56	1.237	1.255	+ 0.018
H 4	27.7	66.6	63.9	12.4	11.1	S 57	1.088	1.168	+ 0.080
H 5	26.5	63.8	63.6	11.1	11.1	S 58	0.964	1.006	+ 0.042
						S 59	0.908	0.900	- 0.008
但し、全国及び北海道の化学の履修率には、年度						S 60	0.894	0.910	+ 0.016
によって100%を超える数値も見られたが、その数値						S 61	0.893	0.897	+ 0.004
には*印を付けて区別した。この数値は、一人の生						S 62	0.892	0.900	+ 0.008
徒に複数の教科書を購入させたことが原因と思われ						S 63	0.897	0.895	- 0.002
る。						H 元	0.891	0.895	+ 0.004
						H 2	0.891	0.890	- 0.001

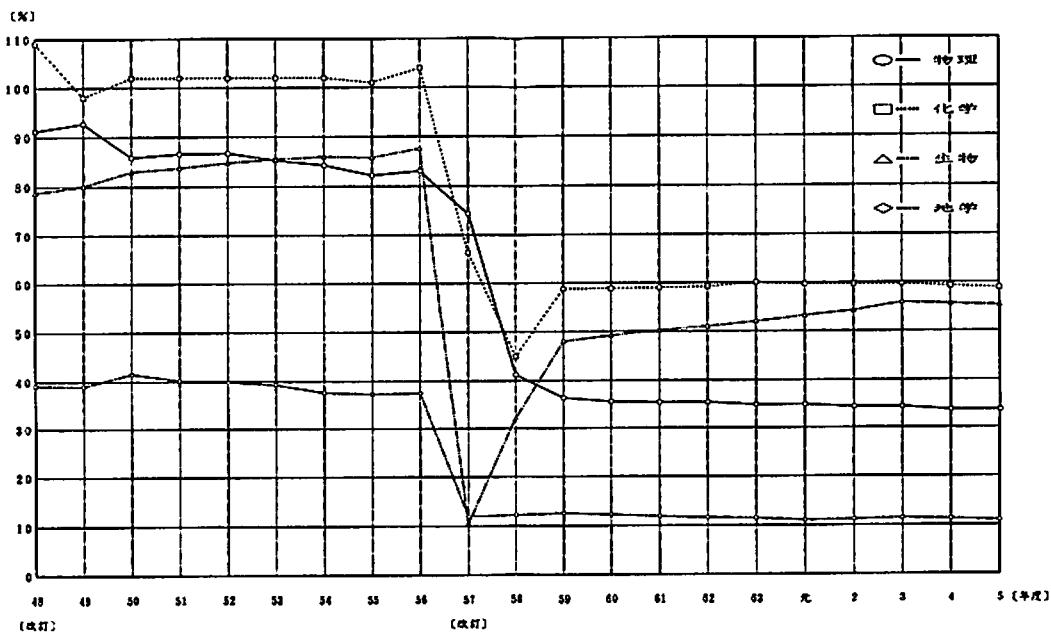


図2 科目別履修率の経年変化

H 3	0.909	0.925	+ 0.016
H 4	0.895	0.918	+ 0.023
H 5	0.887	0.892	+ 0.005

## 5 考 察

本調査では、(1) 昭和48年度～平成5年度間の履修率、(2) 昭和48年度～平成5年度間の履修指標、(3) 北海道の履修状況を取り上げたが、それぞれについての考察は次の通りである。但し、各数値の中で、教育課程改訂の移行期である昭和48年度～昭和50年度の3年間及び昭和57年度～昭和59年度の3年間は各数値とも新旧のデータが混在していることを考慮して検討をおこなった。

### (1) 昭和48年度～平成5年度間の履修率

昭和48年度～昭和56年度の9年間は、どの科目も高い履修率を示している。この期間は所謂理科Ⅰ・Ⅱ時代で、高校理科教育課程の変遷<sup>6)</sup>によると、「基礎理科または2科目6単位」が

表1 高校理科教育課程の変遷<sup>5)</sup>

期間	必修科目	選択科目と基礎の構成(単位数)				
1948 ～ 1955	1科目5単位		物理5	化学5	生物5	地学5
1956 ～ 1962	2科目6単位		物理3 物理5	化学3 化学5	生物3 生物5	地学3 地学5
1963 ～ 1972	2科目6単位 選択科: 4科目6単位		物理A3 物理B5	化学A3 化学B5	生物4	地学2
1973 ～ 1981	基礎理科 2科目6単位	基礎理科 6	物理1.3 物理2.3	化学1.3 化学2.3	生物1.3 生物2.3	地学1.3 地学2.3
1982 ～ 1993	理科Ⅰ(4) を含む 6単位	理科Ⅱ 2	物理4	化学4	生物4	地学4
1994 ～	～	物理4 物理4 物理Ⅱ2	物理ⅠA2 物理Ⅱ4 物理Ⅱ2	化学ⅠA2 化学Ⅱ4 化学Ⅱ2	生物ⅠA2 生物Ⅱ4 生物Ⅱ2	地学ⅠA2 地学Ⅱ4 地学Ⅱ2

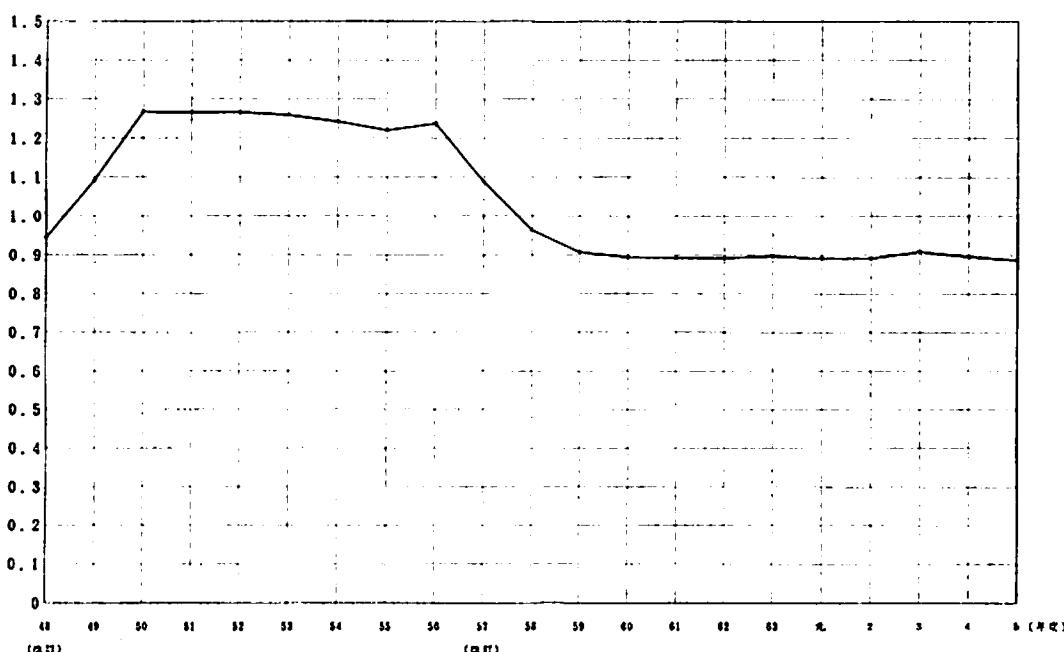


図3 理科履修指数の経年変化

## 『教科書需要数からみた高校物理履修の経年変化』

必修最低の条件なっているために、殆どの高校では生徒に理科を2科目履修させたことが、この履修率の高さになっている表れていることと思われる。

この9年間の各科目の履修率の推移を概観すると化学をほぼ全員が履修する中で、物理と地学が僅かではあるが減少している反面、生物が次第に増加してきている変化が伺える。この推移は昭和57度以降の物理と地学の履修率の大幅な減少傾向の伏線になっているように思われる。

昭和57年度～平成5年度の12年間は、どの科目も大幅に履修率を落としている。この期間は所謂理科I時代で、高校理科教育課程の変遷<sup>6)</sup>によると、「理科Iを含む6単位」が必修最低の条件なっている。従って全員が1年時に理科Iを履修した後に、選択の科目を最低1科目履修すればよいことになり、選択の各科目の履修率が大幅に落ち込んだものと考えられる。特に、物理の履修率が改訂以前の数値から約50%も減少していることと、地学の履修率が10%余に減少したことは特筆に値することである。

### (2) 昭和48年度～平成5年度間の履修指数

各年度に生徒一人が購入した理科教科書数を理科履修指数とすれば、図4によると昭和57年度の教育課程改訂を境にして大きく減少(マイナス0.35程)していることが明らかである。この履修指数の減少の原因の一つとして、一冊の教科書を2年間にわたり分割履修することによる減少も考慮すべきではあるが、この数値は各科目の履修率の増減と密接に関連する数値であり、学習指導要領総則の教育課程編成の方針がもたらした結果であると考えられる。

### (3) 北海道の履修状況の特徴

平成3年度～平成5年度の各科目の全国履修率と北海道履修率を比較した結果は次の通りである。

ここ最近の各科目の履修率は、物理のみが全国水準を下回っているが、物理の履修率に関してはこの21年間常に全国水準よりも低く、さらにその差に注目すると僅かながら大きくなっている。

表2 改訂期の理科履修率の推移

〔単位：パーセント〕

	物理	化学	地学	生物
	全国	全国	全国	全国
	化高道	化高道	化高道	化高道
	化	化	化	化
平成3年度	34.4	59.7	55.9	11.5
	27.5	63.2	64.0	12.3
	-6.9	+5.5	+8.1	+0.8
平成4年度	34.3	59.3	55.6	11.3
	27.7	66.6	63.9	12.4
	-6.6	+7.3	+8.3	+1.1
平成5年度	33.7	58.9	55.3	11.0
	26.5	63.8	63.6	11.1
	-7.2	+4.9	+8.3	+0.1

きている。つまり、全国的に物理の履修率が減少傾向にある中で、北海道はその低下の度合いがやや大きいことが伺われる。

化学と生物と地学の履修率については、どの年度もほぼ全国水準かそれ以上の数値で変動しているが地学は全国水準を下回りそうな気配である。

### 6 まとめ

本調査では、教科書需要数と高校生数から理科の履修状況の経年変化を昭和48年度に遡って明らかにしてきた。この21年間には生徒を取り巻く社会状況の変化に対応するねらいで学習指導要領の改訂が二度行われ、それに伴って教育課程も変遷の道を歩んできたが、この度の調査ではその編成の方針が如実に反映された結果と言える。特に、昭和57年度の改訂で全員必修の理科Iが導入されることになり、理科の4領域(物化生地)の全てを履修することになったが、2年時以降には選択科目は最低1科目の履修でよいことになったため、選択科目の履修率が大幅に減少したものと思われる。このことは履修指数の経年変化に見事に表れている。

今後の調査課題としては、21世紀を間に控えて、3学年全てが新学習指導要領に移行する平成8年度以降の理科各科目の履修率の変動に注目していきたい。

最後に、本調査をまとめるにあたり、示唆に富んだご助言を頂いた私立攻玉社高校の唐木宏氏に対して謝辞を申し述べたい。

## 文 献

- 1) 科学技術庁編、「平成 5 年度版科学技術白書－若者と科学技術－」、大蔵省印刷局、1994.
- 2) 滝川洋二 (1994) : 激減した小・中・高校の理科、パリティ、Vol.09, No.02, pp.34-40.
- 3) 日本理科教育学会編、「理科の教育」、Vol. 43, No.503, 1994.
- 4) 学校基本調査報告書(初等中等教育機関・専修学校・各種学校編)、昭和48年度～平成5年度、文部省。
- 5) 昭和48年度～平成 5 年度会社別書名別採択結果表、東京書籍。
- 6) 唐木 宏 (1990) : 危機に立つ高校物理教育、パリティ、Vol.05, No.06, pp.60-62.

(1995年 3月30日受理)

## 報 告

# 情報発信基地としての北海道の地域性を 生かした科学文化活動づくり

永 田 敏 夫

北海道青少年のための科学の祭典に端を発した運動は、情報発信基地としての北海道の地域性を生かした科学文化活動の課題を提起しはじめた。これを課題とし解決を目指す活動していくには、科学文化の位置づけと構造化を行い、環境整備とネットワークづくりを指向していく必要がある。そこで、今後の物理教育の進展と生涯学習的視点から詔議の端緒を示した。

### はじめに

繁栄の維持から科学技術の発展充実が唱えられているが、人類文化としての科学は歴史的に優勢な文化のジャンルかもしれない。科学にもイノベーションがなければ新しい命は賦与されない。死を伴う生命の連続性をどの程度の空間的スケールで見るか、北海道にいる我々がその不安をどう吸収し、新たな命を誕生させて育っていくか、背景や具体化のプランづくりのための根拠や方策を議論し形成していくかなくてはならない。

情報を受信する側から発信する側への転換は国際社会の中で今日本が求められている機能である。それには自ら大きな夢作りと地道な実践活動の積み重ねが必要である。人類の大きな流れの中の時間的位置と地球上での空間的位置の中で与えられた情報生産のエネルギー集積度に変化を起こさせる活動を考え始めたい。

### 1 北海道科学の祭典運動の提起するもの

1991年東京の物理教育グループが工学院高校で始めた一般向け物理実験デモンストレーション大会が、青少年のための科学の祭典大会として1992年科学技術振興財団の主催となり、翌1993年札幌でも開催するところとなった。これは、高校生の物理離れの実態があり、実態把握の段階から具体的な行動を行う解決の段階へ前進したいと物理教育学会北海道支部が決断した結果であった。

1994年に、北海道独自の大会として開催した

「'94北海道青少年のための科学の祭典」は、折りからの理科離れ、物理離れの話題に乗って、マスコミにも取り上げられ多くの成果を収めた。特に、物理離れ対策にとどまらず教員研修や北海道の活性化にも大きな示唆を与えるところとなつた。

教員の社会貢献活動の一環として始まったこの祭典は、教育界と学会ばかりでなく、行政、マスコミ、産業、経済界からも関心を集めることになってきている。具体的な内容や運用を機軸に、祭典の提言するものは北海道と科学文化のかかわりにも及び、以下のような課題を提起した。

- (1) 理科教育、物理教育の振興と科学技術人材育成の重要性を世論に示威
- (2) 幼小中高大教員の相互交流と自己啓発及び社会教育への貢献
- (3) 理科教員と企業の研究者や広報活動事業者との連携
- (4) 先端科学の啓蒙活動と科学文化の普及
- (5) 子ども達相互の教授学習活動と教育実践実技の交流
- (6) 継続性のある科学に関する社会教育活動への発展的接続
- (7) 理科教員の新たな意義づけと新たな理科教育振興法の建議
- (8) 社会教育の中での新たなジャンルの拡大
- (9) 学会や産業界の社会教育への貢献
- (10) 理科教員のボランティア活動の推進
- (11) 北海道の物理教育活動のネットワーク化

## 2 科学文化の構造化

科学文化の成熟には、S F のような虚構が果たす役割も無視できない。一見現実的ではない科学以外の発想は科学の新機軸を開く力を生み出す源となる。また、その構造化を設計するシステム開発的な分野も新たに付加していくことが、各階層での科学の文化化に有効である。科学の進歩を進めるには、人々の意志と活動エネルギーが必要である。現在の科学の抱える大きな課題は未知のテーマを開拓することである。未来の夢を生産し続けることである。科学の効用からではなく科学そのものを開放し、生活、娯楽、芸術、体育としてとらえ、その進歩と人類の調和を再構築していくことである。このような視点からすると科学文化に以下のような構造が見えてくる。

- (1) 科学を支えるものとしての虚構 (S F)
  - ア 夢づくり
  - イ 世界観づくり
- (2) 科学文化の構造設計学 (科学文化設計)
  - ア 目的にに対する科学文化のシステム化
  - イ 情報科学の構築との対応
- (3) 研究活動としての科学文化 (科学研究)
  - ア 先端分野発展の具体的方策
  - イ 生産財集中のための世論形成
  - ウ 科学発展の空間移動の設計
- (4) 学習活動としての科学文化 (科学文化学習)
- (5) 地域活動としての科学文化 (地域科学文化活動)
- (6) 国際貢献活動としての科学文化 (科学国際貢献)
- (7) 生産活動としての科学文化 (科学産業)
- (8) 生活手段としての科学文化 (科学生活)
  - ア 科学文化ファッショ
  - イ 科学文化製品
- (9) エンターテインメントとしての科学文化 (科学文化娯楽)
  - ア プロサイエンスの観戦
  - イ サイエンスコンペ
- (10) 芸術としての科学文化 (科学芸術)
- (11) 体育活動としての科学文化 (科学スポーツ)
  - ア 身体活動としての科学文化の形成

## イ 科学のスポーツ化

### 3 機能・技術としての科学文化活動

科学は技術の基礎としての大きな役割を果してきた。人間活動の基盤としての富の生産の基盤としての働きである。人類の進歩拡大と同時に地球全体を人類の生存基地として維持して行くための働きが大きく期待されている。進化、発達という時間的方向性を持ち、成果の授受と改善という自己再生産能力の継続である。しかし、他者利益のための新たな科学を生産することも必要である。社会の営みに目的性を与え精神的充実をも包含し社会秩序維持の機能をも果たすことでも今後展開していくことはならない。物質、文化を提供し利益誘導型の存在として以下のことがある。

- (1) 財生産の基礎としての科学文化
- (2) 人類生存維持機能としての科学文化
- (3) 集団勢力拡大の手段としての科学文化
- (4) 学術成果の伝承としての科学文化
- (5) 社会秩序維持のための科学文化

### 4 教養・文化としての科学文化活動

科学の系譜には 2 つの系統がある。一つは前述した物質的財の生産機能として高度職人技術から派生してきたもので、もう一つは富の余剰による非物質生産的な思考様式や行動形式から派生してきたものである。科学の持つ文化面もその思潮を拡大してきた。しかし、外国から技術を導入する際、科学を形成したその文化面の導入が欠落し、次世代の価値生産に直面したとき根源的課題が発生してきたとも考えられる。このためには、背景となった価値観、社会倫理なども修得するとともに、自己革新を進めなくてはならない。人の心にゆとりと潤いをもたらす教養と娯楽、特に娯楽は今後の大きなテーマである。文字文化の芸術性は文章にあるが、非文字文化としての映像芸術からさらに自然あるいは人工事象の人間とのかかわりから生まれる科学の芸術としての評価も考えることができる。人材育成とか世論形成など技術や知識を継承するだけでなく、発想や思考方法を伝え専門家だ

けでなく広く支持を訴えていくことも科学の文化としての役割になる。以下のような視点も新たに科学に賦与していく必要がある。

- (1) 教養娯楽としての科学文化
- (2) 芸術としての科学文化
- (3) 人材育成としての科学文化
- (4) 世論形成のための科学文化

### 5 科学文化活動の環境整備

構造化した科学文化を具現化していくためには、環境整備が必要である。行政、企業、教育機関、研究機関等に関する施策、法的整備ももちろんだが、NGOも積極的に活動する対象になる。地域や国は、よって立つ基盤を支えるが、貢献の対象は国境を越える。幅の広いジャンルに及ぶ既存ハードの効果的なソフトによる運用が望まれる。

組織にある人材が組織を越えて活動するのは難しいが、業務として、ボランティアとして活動できる人材が多い。スポーツや福祉については有形無形の連携がマスコミ等も含めてあるが、科学文化面ではまだ発展途上である。すでにあら、ハード面をいかに生かすかはそれぞれの組織機関が科学文化の広がりに貢献し、それを各組織機関の基本業務の一つとして位置づけていく働きかけが必要である。

この活動を維持して行くには、それぞれの組織機関の内部の物的的環境整備と同時に、利益を相互享受できる外部の支援組織が必要である。外的環境や組織的環境には、以下のものがあります挙げられる。

- (1) 企業、工場、研究所
- (2) 大学院、研究機関
- (3) 幼稚園、小学校、中学校、高等学校、大学
- (4) 理科教育センター
- (5) 科学学習センター、児童館、公民館、コミュニティセンター
- (6) 科学館、博物館、図書館、AVセンター  
科学体験教室キャラバン
- (7) 生涯学習センター、青少年活動施設
- (8) 地域、県、全国少年少女科学サークル活動
- (9) 国際少年少女科学サークル活動

- (10) ホテル、科学コンベンションセンター
- (11) ショッピングセンター、ガソリンスタンド
- (12) 公園、自然公園
- (13) プール、野球場、サッカー場、体育館
- (14) 遊園地、スキー場、ゴルフ場

### 6 國際交流ステーション

学校教育での人材交流は公的私的両面から行われているが、従来の先進国文明移入型だけの発想は転換しなくてはならない。自ら培ってきた文化をいかに海外にも提供できるか。取り込み型の交流から提供し、相互依存性を強める交流を進めることが課題である。

自らが豊かになることで幸福を得るのではなく、他人を豊かにすることで幸福を得ることに、科学文化も目標を変えていかなければ活力とならない。

アジアアフリカ諸国や東ヨーロッパ、南米などとの共存性を高める人材交流や科学人材教育システムの提供を進めることである。

このためには、移動科学教室の海外派遣や人材教育指導者の相互交流などもできる。

これは、決して日本が科学文化の先端に立ったから先進諸国から受け入れれるものがなくなったことではない。文化の提供という方法をまだ十分学ぶに至っていない点の反省もある。以下の国際貢献も従来の国際交流に加える必要がある。

- (1) 科学文化人材交流
- (2) 海外移動科学キャラバン
- (3) 人材教育システムの提供
- (4) 多国籍者対応の科学教育システム

### 7 北海道の科学文化のネットワーク化

北海道の産業の基盤は1次産業と3次産業といわれている。バイタリティのある有能な人材を産みまたは受け入れて育て全国、世界各地に提供している北海道は各産業を動かす人間そのものをつくる人材育成の教育に立地している学習ランドである。

地域性を生かして人を呼び、これを日常の生活基盤としていく試みも多い。イベントは人を

集め関心を高めるにはよいが、そこから日常性と起業性を生み出す契機につなげないと失速する。しかし、人々の関心を引き付け継続していくかなくては生活基盤にならない。

人口密度の能力生産に及ぼす効果も大きいが、低い人口密度と広い地域が生み出すネットワーク結合効果もある。それぞれの試みを組織をえてネットワーク化し、道民が支えればソフトハード両面の充実も進む。

ネットワーク化は北海道の場合特に重要である。単発から相互交流へお互いの独自性と自立性を結び付ける以下のようなネットワーク化のコーディネーターが行政にも期待されている。

- (1) 学術産業イベントのネットワーク化
  - ア スペースジャンボリー(大樹町)
  - イ バルーンフェスティバル(上士幌町)
  - ウ 流氷科学シンポジウム(紋別市)
  - エ ソーラーフェスティバル(北見市)
  - オ 雪祭りサイエンス(道内各市町村)
  - カ 太陽柱サイエンス(名寄市)
  - キ マリンスポーツサイエンス(江差、小樽、室蘭)
- (2) 自然公園のネットワーク化
- (3) 母体を越えた科学館のネットワーク化  
札幌、旭川、釧路、室蘭、帯広、小樽、他
- (4) 研究施設のネットワーク化
- (5) 支援企業のネットワーク化
- (6) 山村留学学校のネットワーク化
- (7) 学校公開講座のネットワーク化

### おわりに

科学文化を考えるときには、広く宇宙的、地球的視野で考えるのは当然だが、行動は地域に立脚した地道な活動を進めなければならない。我々の生活基盤とする北海道は、地域的にも広大で、歴史が浅く、生産基盤が弱いといわれる。文化的成熟には時間が必要である。しかし、後発地域ゆえの活力と保存されている自然がある。先陣を切って様々な試みをしていく、天地がある。海外から日本へ、東京から北海道へ全てが流れ込んでくるだけでは、自立性が育たない。他地域ではできなくとも、北海道だからできる

ことが情報発信の基礎である。最近では市民の試みが広がり始めた「YOSAKOIソーラン」の動きも注目されている。まだまだ、多くの可能性がある。中央に北海道の実践を提言し、その方向性に反映させることを基本的なスタンスとしたい。

### 参考文献

- 1) 永田敏夫 1995 北海道:科学の祭典の記録 理科 第25巻 第2号
- 2) 永田敏夫 1994 「産業技術の歴史の継承と未来への創造」に学ぶ 物理教育研究 22
- 3) 勝利幌国際プラザ コンベンション課 1995 市民セミナー理科シリーズ 報告書
- 4) 文部省高等教育局 1994 大学の魅力向上に関する懇談会 大学の理工系分野の魅力向上と情報発信について
- 5) 北海道開発庁 1992 北海道開発レポート '92
- 6) 北海道 1994 北海道勢要覧
- 7) 中里勝平、永田敏夫 1994 新しい視点からの物理教材開発に関する一考察 BUTURIサークルほっかいどうニュース NO.50
- 8) 中里勝平、永田敏夫、他 1994 遊園地等の物理的領域での活用 北海道立理科教育センター研究紀要 第6号
- 9) 中里勝平、河原英男、永田敏夫 1995 冬の自然の物理的視点からの教材化について 北海道立理科教育センター研究紀要 第7号 (ながたとしお BUTURIサークルほっかいどう)

(1995年3月23日受理)

NOELLE CAULFIELD

### はじめに

本解説は著者が前号に述べたものの続編である。前号と合わせて読んで頂ければ今日の英国の教育システムの概要は理解されると思われる。今後の教育改革等において参考になれば幸いである。

(吉田静男)

### *Curriculum development*

In England the National Curriculum Council reviews the curriculum and how it is assessed. It undertakes research and development and publishes information about the curriculum. Similar bodies exist in Northern Ireland, Scotland and Wales.

### *Technical and Vocational Education Initiative (TVEI)*

The TVEI ensures that the school curriculum relates to the working environment, particularly in the areas of science, technology and modern languages. It is financed and administered by the Department of Employment, the Scottish Office Industry Department and the Welsh Office.

Information Technology is strongly emphasised, so that pupils become familiar with new technologies and use them to aid learning.

### *Examinations and qualifications*

The General Certificate of Secondary Education (GCSE) is the main examination taken by secondary school pupils in England, Wales and Northern Ireland around the age of 16. It is the main method of assessing

progress in the last two years of compulsory education.

Assessment for the core subjects of the National Curriculum started in September 1992. Assessment for the foundation subjects will be introduced gradually. The first exams under the National Curriculum will take place in 1994.

At the moment there are seven pass grades at GCSE (A-G) and 'U' which is ungraded, or fail. GCSE grades will probably be brought into line with the National Curriculum Attainment Targets.

eg A-Level 9/10; B-Level 8; C-Level 7; D and E-Level 6; F-Level 5; G-Level 4; U-Level 1,2 or 3

### *Certificate of Pre-Vocational Education (CPVE)*

CPVE allows students to continue in full-time education for one additional year after 16. During this year they receive a broad-based preparation for work through vocation and other course.

### *Business and Technical Education Council (BTEC)*

BTEC First Diplomas can now be offered in schools for 16-19 year-olds as preparation for work or higher education.

In Scotland, pupils take Scottish Certificate of Education (SCE) Standard Grade, at the end of their fourth year of secondary education. In the fifth years, they take the Higher Grade, which is the basis for

entry to higher education or professional training.

#### *A level and AS*

In 1984, 60% of 16 year-old school-leavers with at least 4 O level passes (A, B or C, or CSE grade 1), continued full-time education.

Most students study three A levels. The introduction of AS has increased choice for students. They may now follow a broader course of study.

There are about 80 A level subjects to choose from, and about 50 AS. Not all are available in every school or college. The choice of A or AS subjects may also be limited by the GCSE passes you have. Some A levels need particular GCSE qualifications as entry requirements.

A level courses usually last for 2 academic years. Exams are taken after 5.5 terms of full-time study. (Intensive one-year courses are available for older students and students in further education colleges.)

Apart from written examinations, some subjects also have orals and practicals or projects undertaken through the year.

Although syllabuses for any given subject may vary, there is an agreement as to a common core for each subject. This common core will take up about 70% of the syllabus.

AS level are also taught over 2 years. They are the same academic standard as A level, but they cover only about half the width of the A level, and take only about half the timetable time of an A level. There is no common core between AS syllabuses.

Some universities and other institutes of higher education now include AS level in their entry requirements.

#### *Progress reports*

In England and Wales, parents receive yearly

progress reports showing their children's National Curriculum achievements, public exam results and general progress.

In Scotland and Northern Ireland, new systems of progress reporting are being introduced.

#### *Educational standards*

Educational standards are maintained with the help of the Office for Standards in Education. This office is independent of the Government, but advises it on quality, standards and efficiency in school education. Inspectors check every school regularly. Parents will receive a summary of the inspection report.

#### *Careers education and guidance*

### **POST-SCHOOL EDUCATION**

#### *Further education*

Post-school education takes place at universities, Scottish central institutions and colleges of education, further and higher education college, adult education centres, colleges of technology, colleges of art and design, agricultural and horticultural colleges, and other specialist establishments.

Every 16 and 17 year-old is guaranteed a place in further education or training.

Further education and sixth-form colleges are autonomous. They are allocated funds from further education funding councils.

The proportion of people going on to further education has risen from 1 in 8 in 1980, to 1 in 5 by 1990, it is expected to reach 1 in 3 by the year-2000.

About 1.5 million students in Britain are taking full-time post-school education courses which include supervised experience in

## THE BRITISH EDUCATION SYSTEM

a relevant job. There are also 4 million in part-time education, half of which are in adult education.

### *Higher education*

Since 1992, there are no longer distinctions between universities, polytechnics and other higher education establishments. Funding councils in England, Wales and Scotland allocate public funds for teaching and general research.

All major higher education institutions can now award degrees. Uniformity of standards is promoted by employing external examiners for all university exams.

There are 79 universities (including the Open University). They are completely autonomous. They appoint their own staff, admit students, provide their own courses and award their own degrees. Admission is by selection. In 1990-91 there were 353,000 full-time students (from home and overseas), 64,000 were post-graduates. The ratio of staff to full-time students is about 1: 11.

First degree courses are mainly full-time and last 3 years. The most common degree titles in England, Wales and Northern Ireland for first degrees are Bachelor of Arts (BA) or Bachelor of Science (Bsc), and for second degrees Master of Arts (MA), Master of Science (Msc) or Doctor of Philosophy (PhD) (In Scottish universities, MA is used for first degrees in arts subjects.)

### *Vocational qualifications*

The National Council for Vocational Qualifications was set up in 1986 to reform vocational qualifications in England, Wales and Northern Ireland. It is establishing National Vocational Qualifications (NVQs) based on defined levels of achievement.

The Government is keen to promote

equality of status for academic and vocational qualifications.

### *Teacher training*

Most teachers in maintained schools must have completed a course of teacher training. These courses take place at universities and other higher education establishments. Undergraduates usually qualify by taking a Bachelor of Education (Bed) honours degree, which take 4 years. Postgraduates usually take a one-year Postgraduate Certificate of Education (PGCE)

During training, up to two-thirds of the time may be spent in schools.

## OVERSEAS LINKS

Many people from overseas study in Britain, and many British people work and train overseas. There are particularly close ties between Britain and the rest of the European Community. In the Academic year 1990-91, there were about 87,000 overseas students at universities and other higher education establishments. About 26,000 were from European Community member states.

Many schemes are in place to promote overseas links.

ERAMUS-European Action Scheme for Mobility of University Students. Provides grants for community students to study in other member states.

LINGUA-Encourages the teaching and learning of foreign languages, and provides grants for projects and student exchanges.

COMETT-European Community Action Programme for Education and training for Technology. Promotes co-operation between higher education establishments and commercial enterprises in technological training.

## POST-SCHOOL EDUCATION

### *Further education*

Post-school education takes place at universities, Scottish central institutions and colleges of education, further and higher education colleges, adult education centres, colleges of technology, colleges of art and design, agricultural and horticultural colleges, and other specialist establishments.

Every 16 and 17 year-old is guaranteed a place in further education or training.

Further education and sixth-form colleges are autonomous. They are allocated funds from further education funding councils.

The proportion of people going on to further education has risen from 1 in 8 in 1980, to 1 in 5 by 1990, it is expected to reach 1 in 3 by the year 2000.

About 1.5 million students in Britain are taking full-time post-school education courses which include supervised experience in a relevant job. There are also 4 million in part-time education, half of which are in adult education.

### *Higher education*

Since 1992, there are no longer distinctions between universities, polytechnics and other higher education establishments. Funding councils in England, Wales and Scotland allocate public funds for teaching and general research.

All major higher education institutions can now award degrees.

Uniformity of standards is promoted by employing external examiners for all

university exams.

There are 79 universities (including the Open University). They are completely autonomous.

They appoint their own staff, admit students, provide their own courses and award their own degrees.

Admission is by selection. In 1990-91 there were 353,000 full-time students (from home and overseas), 64,000 were post-graduates. The ratio of staff to full-time students is about 1: 11.

First degree courses are mainly full-time and last 3 years. The most common degree titles in England, Wales and Northern Ireland for first degrees are Bachelor of Arts (BA) or Bachelor of Science (BSc), and for second degrees Master of Arts (MA), Master of Science (MSc) or Doctor of Philosophy (PhD).

(In Scottish universities, MA is used for first degrees in arts subjects.)

### *Vocational qualifications*

The National Council for Vocational Qualifications was set up in 1986 to reform vocational qualifications in England, Wales and Northern Ireland. It is establishing National Vocational Qualifications (NVQs) based on defined levels of achievement.

The Government is keen to promote equality of status for academic and vocational qualifications.

### *Teacher training*

Most teachers in maintained schools must have completed a course of teacher training. These courses take place at universities and other higher education

establishments. Under graduates usually qualify by taking a Bachelor of Education (BEd) honours degree, which takes 4 years. Postgraduates usually take a one-year Postgraduate Certificate of Education (PGCE).

During training, up to two-thirds of the time may be spent in schools.

Adress: C.P. Caulfield Dept. of Physics U. of  
Toronto 60 St George St Toront,  
ONT M5S 1A7 CANADA  
e-mail: colm@rainbow. physics. utoronto. ca  
Tel: 1-416-978-2661 (work)  
1-416-777-9020 (home)  
FAX: 1-416-978-8905

(1995年3月30日受理)

## OVERSEAS LINKS

Many people from overseas study in Britain, and many British people work and train overseas.

There are particularly close ties between Britain and the rest of the European Community.

In the Academic year 1990-91, there were about 87,000 overseas students at universities and other higher education establishments. About 26,000 were from European Community member states.

Many schemes are in place to promote overseas links.

ERASNMUS-European Action Scheme for Mobility of University Students. Provides grants for community students to study in other member state.

LINGUA-Encourages the teaching and learning of foreign languages, and provides grants for projects and student exchanges.

COMETT-European Community Action Programme for Education and training for Technology. Promotes co-operation between higher education establishments and commercial enterprises in technological training.

## 物理と女性

札幌静修高校 板 東 節子

私は時々、何の教科を教えているのか、と尋ねられます。「物理です」と答えますと感心されたり驚かれたり、時には呆れられたりすることもあります。最近は、尋ねられると「ご想像にお任せします」と言うことにしておりますが、どうやら物理は女性と馴染まない様です。このことは私個人が物理に似つかわしくないということよりも女性に対して先入観があるのではないかとさえ思われます。時には、女子に物理は不要と、公言して憚らない人もおりますが、物理こそ生活に密着していると思いますので、女子には必ず学ばせたい、学んで欲しい科目です。中・高校レベルでは、基本的なものを扱っておりますので、大それた科目ではないはずですが、物理と聞いただけで拒否反応を起こす人も居られる様です。幸か不幸か私自身はその様な環境に育たなかったことと、知らぬ者の強味で、迂闊にも首を突っ込んでしまったのかもしれません。初步的なことを、ウロウロしながら長いこと教えるほどに生活に密着した科目であり、考え方を養うには最適という思いを強くしております。例えば「速さ」を扱う際私はよく買物の

話をします。同じ品質のストッキング「1足250円」と「5足1000円」とではどちらが安いか尋ねますと、彼女達は買物上手ですから即座に「5足1000円」と答えます。何故?と尋ねると「1足あたり200円」になるから、と答えが返ってきます。そこで「1足あたり」と「単位時間あたり」の考え方の説明を始めます。又、力・仕事・仕事率と順序を踏んでいくように、家事や仕事をする際にもただ漫然と行うではなく、いかに早く正確に行ったら良いか手順・時間を考えるべきである、とも話をします。物理と日常生活は一見無縁のようではあるけれど、筋道を立てて考えていくには格好の科目であることも忘れずに。科学の進歩に伴い便利な世の中になりました。指示通りにボタンを押せば事が運ぶ時代です。この様な生活に慣らされてしまい「考える」ことが忘れられつつある昨今、「自分で考え判断する」力を養うことが不可欠です。物理はそのための大きな役割を果たしてくれるに違いありません。次の世代を担う賢い女性を育てるためにも、女性に大いに物理を学んでもらいたいものです。

## 物理離れ雑感

道都大学短期大学部 宮台朝直

私は、北大に三十年余在職し教養部の物理などを担当してきましたが、退官前の三年間には文系学生のための一般物理も担当しました。高校生の物理離れの問題にいくらかでもお役に立つかも知れないという感じがしますので、後者

の講義について少し書かせていただきます。

私の講義についての感想を学生に書かせましたところ、「高校の繰り返しのような講義で面白くなかった」というものもいましたが、半分以上の学生は「この講義を聴いてよかったです」、

「物理に興味をもった」、「物理嫌いが薄らいだ」、「。。などと書いてくれましたので、概ね目的を達したのではないかと思っています。

講義内容を簡単に紹介しますと、大きな方針は「物理がどんなものか知って貢う」ことにおき、力学と熱力学（または力学と電磁気学）という古典物理を中心にして、関連する現代物理や（マスコミに登場する）トピックスを取り上げるようにしました。はじめに、物理学小史、物理学の構成・方法を加えました。できるだけ日常身の回りにある現象を例示するようにし、できるだけ演示実験を行うようにしました。成績評価はレポートで行い、テーマは初回の講義のときに与えておきました。朝永振一郎著「物理学とは何だろうか（上）」を読んでその内容を5枚にまとめることをテーマにしました。学生のレポートから物理に興味を持つようになった要因を探してみました。

朝永先生の本を読ませたことは大成功でした。多くの学生が「この本を読んで物理に興味を持った」、「先人達の努力に感激した」と書きました。

学生が物理に興味を覚えたのは、私の講義よりこの本の影響の方が大きかったのかも知れません。私の講義のなかでは、小史に興味を示した学生が少なからずおりました。これは、朝永先生の本に感激したのと同根だろうと思います。また、物理の方法（近似の考え方など）は社会科学にも適用すると思うと書いたものもいました。演示実験は全ての学生から好評でした。実験を見に来る学生もいたようです。百聞は一見に如かずで強い印象を与えるのでしょう。身の回りのことを取り上げたのもよかったです。身の回りに物理がこんなに深く関わっているとは思わなかったという感想も多くありました。

以上の私の経験からしますと、物理に興味を持たせるために良い本を読ませることは予想以上に有効といえるようです。（演示）実験、身の回りの現象、物理学史などを取り入れるのが有効なことは多くの人が提唱されているところです。いずれにしても、これらの方法は教師の熱意に裏打ちされてこそ有効に働くことは言うまでもありません。

## 若い物理の先生に活躍の場を

北海道根室高等学校 富 横 一 憲

### (1). 旭川から根室へ

住み慣れた旭川凌雲高校から、平成5年4月に北海道最東端の根室高校へ赴任して、2年が経ちました。距離は約360[km]、車で休まず移動しても6時間もかかります。最初は、同じ北海道でも別世界に来たような印象を受けたものです。

根室市は、豊かな自然、野鳥の宝庫、地震の多発、北方領土が見える国境の町、オホーツクと太平洋に接した半島、など話題に富んでいます。

そして、私の根室高校は創立90周年にもなる古い伝統校です。現在、当時の面影はありませんが新校舎の改築、新制服の採用、大胆なコー

ス制導入の新カリキュラムなど、今、新しく生まれ変わろうとしています。

### (2). 充実していた旭川凌雲高校時代

ふりかえりますと、3校目の旭川凌雲高校時代は、色々な物理教育に取り組むことができ、充実した9年間でした。新設校というだけでなく、初めの普通科、本腰を入れて教えられる物理など私の場合は凌雲時代が教師生活では油のりきっていた時期だったといえるかもしれません。

いわゆる進学校でなくとも、そのような学校に在職できたから可能だったことは、多くありました。また、多数のベテランの先生からのアドバイスや影響も大きかったように思います。

## (3). 若い教師はベテランを求めている

本校教師の平均年齢は約30歳です。このようなことは、周辺校では珍しくはありません。毎年新卒教師が赴任し、平均年齢は若がえっています。逆に、ベテランや中堅教師の数は極端に少なく、大変いびつな年齢構成となっているのです。

そのような状況で求められるのは、新任教師を導くベテラン教師です。若い先生は、経験者から良い点を学びとろうとしています。理科や物理の教科指導においても、ちょっとした示唆や見本が参考になります。指導やガイドなくしては、我流に陥ってしまう恐れがあるのです。

## (4). 若い物理の先生に活躍の場を

若い理科の先生達を見て感じることは、担任や生徒指導での多忙さもあってか、すっかり自分の学校業務に埋もれてしまっていることです。

しかし中には、目立たなくもこつこつと前向

きに取り組んでいる先生も少なくありません。そのような先生には、実践や発表の機会を与えてやることにより、大きな成長が期待できると思います。

いま、物理の研究会やベテラン教師がすべきことは、埋もれている若い先生を発掘し活躍の場を提供することではないでしょうか。このことが将来の理科や物理教育を高め、理科ぎらいや物理離れの解決につながるものと期待できるからです。

最近、理科教育センターを拠点にして「物理サークル北海道」の若い先生方の活躍が目立っています。また、物理の各種研究会でも若い先生方の研究発表が多くなってきました。これらの動きは注目されるものです。

私も、このような活動に参加しながら、今後も北海道の物理教育と理科教育の発展を目指して努力してゆきたいと考えております。

## 「身近な不思議と先端技術と」

北海道工業大学 佐々木 一 正

空はなぜ青いの？。虹はどうして見えるの？。暑い夏の日、道路が水を撒いたように光るのは何故？。CD（コンパクトディスク）が虹色に見えるのはどうして？。子供達にとって身近に不思議はたくさんあるはず。しかし、最近、不思議を不思議に思わない子供が増えているという。これはどうも親の影響らしい。親にとっては最近の先端技術は全く不思議なことばかりで、自分達の知識をどのようにひっくり返しても理解できないし、子供に説明してやることもできない。そこで、くさいものにフタというわけで、疑問を持つこと自体ナンセンスなのだと言う。その気持ちが子供にも伝わってしまったと思われる。

しかし、先端技術も実はよく知っている身近な不思議と実によくながっていることも多い。このことを知れば、先端技術恐れるに足らずと

思えるようになるかもしれない。実は、冒頭で挙げた身近な不思議はすべて最先端の光通信技術に関連した物理現象なのである。青い光（短波長）は赤い光（長波長）より散乱されやすいため空は青く見える（レーリー散乱）。そこで、光通信では散乱による損失を避けるため、赤か、それより波長の長い赤外光（ $\lambda=1.3\sim1.55\mu m$ ）を使うのである。そうそう、夕焼けと同じである。

虹が見えるのは波長によって物質中の屈折率に差があるので（光の分散）、光通信ではこれが通信容量の低減を招くため、極端に単色なレーザー光を使う。また、光が伝わる媒質内で屈折率に分布があれば光は曲がるが、熱い道路表面に近い部分では屈折率が低下して光はあるかも反射されるように曲げられる。光通信でもこの現象を利用している。つまり、光ファイ

バでは、その内部に屈折率分布を形成し、光を曲げながら、うまく内部（コア）に閉じ込めたまま伝送できるように作られている。

さらに、CDを顕微鏡で×1500程度に拡大してみると、小さな小穴（ピット）が整然と同心円状に並んでいるのが見える。CDに反射される光はこのピットの列に回折され、そのとき波長（=色）により回折角が異なるため、色が分離して見える。光通信では、この回折現象のため光ファイバのコアの直径を数ミクロンより小

さくできない。

難しいことを理解しようとするには、何か思考の糸口が必要である。その意味で、身近な不思議を不思議と思うことが大切である。そこで、「小さな不思議探査冒険の旅」とか、「身近な不思議から先端技術を解きほぐそうキャンペーン」などいかがであろうか。物理という言葉さえ知らない子供達がどんな不思議を見つけだすか、楽しみではあるが、教育者にとっては子供達自身の方が実はもっと不思議な存在である。

## 物理授業雑感

北海道南茅部高等学校 渡邊 儀 輝

私が高校教諭として、教壇に立ってから早4年。高校のカリキュラムと、理科内の担当教科の関係で、理科教諭として採用されて初めて物理を教えることとなった。私の高校時代はいわゆる進学校であったためか、実験・実習はひとつも実施されていない。大学の教養時代に必修として10個の物理実験があったが、先輩諸氏から連綿と続くレポートのコピーを受け取り、無難に単位を修得。その後地球物理学を専攻し、地震計の使い方や地震波形の解析は学習したが、自ら実験道具を作成し、教具として活用するというのにはまさに生まれて初めてのことである。物理離れの現象は当別高校でも顕著であり、本年度3年生で物理を選択するのはたった9名。楽でいいなあと思うなけれ、直接生徒と向かい合う分、毎時間手を抜けないのである。今まで実験書・教材集なんてものは生徒指導の時間に追われ全く見ていないかったものを、4月からいきなり読み出し、明日の物理の授業の準備に追われる日々が続いていったわけだ。

生徒の学力レベルは確かに低い。分数、小数、比率まったくダメである。でも物理学そのものが数学に支えられているわけではない。極力概念的、定性的な話、実験を毎時間実施し、レポートを書かせ、自分で考えることを50時間

くらいやったあとであろうか、自然と彼らに、どう行ったらいいんだろう、科学のセンスというものが育ってきたような気がするのである。なぜホバークラフトが浮くのか？何故浮沈子は沈むのか？何故CDの裏は7色に見えるのか？計算ではない、ある種直感というものが育ってきていたのである。今まで別に疑問にも思わなかつたことが突然不思議に見えてくる、なぜだかとっても知りたくなる、自分で考え調べ始める、わからなければ自分で簡易実験装置を作り確かめて考察する、彼らは計算は使わず感覚的にそれらの謎に挑んでいった。私は後半はほんの少し手助けをするだけ。1年間で120時間の物理は彼らを間違いなく成長させていったのである。実験がすべてだとは思わない。数多くやった実験慣れも、大きな要索の一つだろう。でも、卒業を控えた彼らが口を揃えて言うのは「やっぱり、先生が汗をかきながら一生懸命失敗ばかりやっている姿を見ると、どれやってみるか、しうがねえなあ渡邊も、という気になるんだよ」。彼らと過ごした1年間の物理を私は生涯忘れないだろう。楽しかった。ホバークラフトが浮いた時全員で万歳をした、牛乳パックのカメラでみんなでVサインの写真を撮った。さて、次はどんな物理をいっしょに学んでいくのだろう

う。物理そのものを教えてくはない。物理を通して何を伝えていくのだろう。生涯教師として生きるつもりである。さて、明日のための光セ

ンサーでも作りますか。おーい町屋（生徒の1人）ちょっと来てくれよ。今度はバッタリだから。ちょっと手伝ってくれや。

## 物理実験の指導

酪農学園大学酪農学科教授 秋山敏弘

毎年6月。教育実習生に対して指導を行うため、北海道の各地の高校を訪問させて頂いている。その際、学校長さんから判で押したように次ぎのことを言われる。

『お宅の大学は最近、急速に難関校になった。余程勉強しないと合格しない。頼みの綱は、推薦入学だが、さっぱり合格してくれない。』と。

当方は学生を教えてみて、はて、そんなに難しいかな？と思っている。

私の担当している食品科学科、酪農学科には全国から満遍なく学生が集まっているのだが、その入試レベルを代々木ゼミナールに問い合わせてみると、合格者の平均SSは50は越えているでしょうのこと。

その学生の70%が物理学通論実験を選択履修している。高校時代に物理を選択したものは結構いる。まがりなりにも理科系の大学である。ところがである。

授業の初日。『オームの法則知っているか？』『知ってる。』『それなら書いて、提出しろ。』『ギャッ。』レポートはどの学生もだめ。改めて中学校の学習指導要領にもどる。学生『初め

て判った。！』の声ばかり。

テスタ、ハンダ鋸などを与え、抵抗の並列、直列回路を作らせ、合成抵抗を測定させた。『物理の教科書に書いてあった公式がピッタリあてはまるとは思っていなかった。』『なんだと考えていた。？』『大体の話かと。中学校以来、理科の実験がうまくいったのを見たことがなかった。』

学生のレポートに『物理は実験から入ったらよく判るのではないか。』『どうも物理の先生は頭が良すぎるのではないか？』『異人種かも。』と中高の理科の先生の指導に対する批判も沢山である。

実験データをグラフ化して公式を導くことの指導。これが大変。比例、反比例の定義を満足に言える者はあまり居ない。中学校の数学は何を教えていた？。グラフから『平方に反比例』『平方根に比例。』が判るのはインテリの部類。ここにエネルギーをとられる。

私の大学勤務もあと1~2年で退職の身となつたが、この齢になってやっと『判り易い。』と言われるようになった。日呉れて道遠しである。

## 無題

北海道札幌平岸高等学校 横関直幸

「物理の先生ですか、すごいですね」と初対

面の人に言われたことが何回かあります。「物

理」みたいな難しいものにかかわっている物理教師なる者は、優秀かもしれないが、普通じゃない（ちょっと変わっている）と思っている世の中の人は多いようです。物理は学者や技術者に任せておけばよいという考えは一般社会の中にも根強くあるようです。

現実に目を向けてみると、たいして理科が好きではない生徒が高校生として入学してきています。今、高校の物理教師は何ができるのでしょうか。技術者、研究者を育てるための物理教育（高校の場合は大学入試に対応できる物理教育）と、社会人としての一般教養のための物理教育は両立できないのでしょうか？

「高校1年生で物理を履修させることができるか？」という議論では、「三角関数をまだやっていない」「内容が難しすぎる」「全員が理系にいくわけでない」「ついていけない生徒が必要でてくる」等など否定的な意見がほとんどです。それでもっともな意見であると私も思います。現状では文系の生徒に物理を履修させられないつらさがあります。

物理離れの話題が取り上げられて久しいですが、「技術立国日本の危機」としての立場がほ

とんどです。行政や企業がそのように考えて頂くのはたいへん結構ですが、高校の物理教師は少し違う立場にあるべきではないでしょうか。高校は優秀な人間を育てることに一生懸命になりすぎて、豊かな人間を育てることを忘れかけているように思えます。サッカーのJリーグは大きな成功をおさめました。プロの選手になる人はごく一部ですが、それを支えているのが全国のサッカー少年であることはよく言われます。Jリーグの選手とそれを支える全国の小学生、そして、サッカーを応援する多くのサポーター。サッカーという言葉を「物理」に置き換えるのは論理に飛躍があるでしょうか。

物理に限らず、勉強ができる子は嫌いな科目もそれなりに勉強します。学問に対する志が高い人間を如何に育てるかがこれからの課題ではないでしょうか。知識量を詰め込むのは時間的にも限界がありますし、弊害も指摘されています。「高校で何を教えるべきなのか」、今更のようですが、それを議論からはずすことは、本当の意味での物理離れの解消にはつながらないと私は考えています。

## —理科教育をめぐって—

### ほんとうに元気のでるはなし

北海道教育大学(釧路校) 矢 作 裕

#### コンピューター教育のゆくえ

どの中学校でも、教室単位でコンピューターを利用できるようになった。やがて中学校で一人一台、小学校で二人に一台の割りあいでそれが使えるようになる。さらに通信機能も付加されることになるだろう。すでに、わが地方大学にも日本でも指折りの規模の広域通信網が実現して、どの研究室からでも地球規模の通信が可能となり、あたらしい通信教育システムをつくりだすことも現実の問題として浮上してきて

る。このようなコンピューター化の進行は、科学教育といった狭い問題としてではなく、教育全般を一変させる可能性をはらんで事態が展開しつつある。

だが整備されたはずの学校現場のコンピューター群は、その能力がひきだされないままに、ただの箱になりつつある。それらが十分に利用されない理由として、ソフトウェアや付属機器への予算の不足をあげるかもしれない。では予算があれば、たとえば理科の日常の授業で、コ

ンピューターを有力な道具として、豊かに展開できるだろうか。すぐれたソフトウェアを、台数分、教科ごとに、さらに内容ごとに、そしてそれぞれに対応する機器群を準備できるだろうか。残念ながら、のままでは、すでに導入された大量の高価なコンピューターが、未熟な利用度のままに、相対的に旧型化していくばかりである。そして初年度に導入された機器は、やがて更新の時期を迎えることになる。

### コンピューター室は実験装置の宝庫

現在理科離れを嘆いている世代の教師は、かつて、月給分ぐらいの値段の関数電卓を夢にまでみたことのある世代ではないだろうか。また、電子式の記録計など望んでも手にすることができなかったはずである。それが、当時の理学部で共同利用された以上の実力をもつコンピューターが、中学校の教室いっぱいに並べられている。計算どころか、色つきで印刷さえもできる。これほどのすぐれた道具がありながら、理科の授業にさえ利用されていないことには、理由がある。学校では、学年全体が教科書にそって、受験体制も視野にいれながら、一定の歩調をとのえて授業が進行している。そこに、個別には特徴ある内容であっても、降って湧いたようなテーマと、複雑なプログラム操作と付属機器を要するものでは、他の理科の教師にさえコンピューター・アレルギーを及ぼすばかりで、理科の授業の強い下支えとなることは期待できない。コンピューターにかぎらず、学校にある装置なり考え方なりを広く全体のものとするためには、現在のOHPやビデオの利用のような日常性と具体性が確保されなければならないだろう。理科の授業といえば、なんの不自然さもなくコンピューター室を理科室として機能させることが必要である。

### 科学教育の変革 一異質の道具とともに一

コンピューターは異質の道具である。従来の個別の装置によってはできないことも、コンピューターならではという場面を用意でき、新しい教育方法を創りだす絶好の機会が与えられている。

だからこそ、コンピューターによせる行政や一般の期待も大きいといえる。コンピューターをさしあたり、大学の基礎教育を含む科学教育の実験に利用するとして、1) コンピューターの機種をとわず10年は支障なく使う、2) 基本のソフトウェアはBASICで3行、3) 市販のソフトは利用しない、4) 一個の付属装置ですべての実験をカバーする、5) 付属装置は1個2~3千円、6) 学校に備えられている実験機器をとりこむ、といった程度のなじみやすさや一般性がなければ、理科の重要な装置としてコンピューターを位置づけることはできないであろう。

一例であるが、このような、基本的な機能に徹した名刺半分大の器具がすでにあり、FIT(フィット)"と呼んで、改良型を再設計中である。現在まで、中学校で水の温度上昇(温度計)、合成抵抗(オーム計)、音の高さと振動(周波数計)の授業に用いられている。同じ装置で、物理を専門としない教師を意識して、生物や化学の領域(光合成、中和滴定など)、さらに小学校の体育、大学の基礎物理学実験に、まったくおなじ装置によって用途を拡大しつつある。これまでのところ、水やヒーターを使う実験も、既存の装置をうまくとりこみ、コンピューター室でなんの支障もなく実験が進められている。おおくの場合、コンピューターが、記録計つきの各種の装置に変身して授業の要の役割を果している。これまで時間的経過を記録する実験装置は、中学、高校を通じて、「記録タイマー」しかなかったが、それは必要がなかったからではないはずである。問題とされるプログラムは、周波数計とするか、温度計とするか、また量的な表示とするか定性的な表示とするなどの内容によって10~20行に増える。標準的なプログラムを用意して広く普及ということもできるであろうし、独自のものとする場合もある。ここで、3行の基本プログラムにさらにプログラムを追加する作業は、旧来の機器の機能をコンピューターに付与する作業ではなく、教師が構想する教育内容を現実のものとする作業で、本来の教育活動そのものという点で重要である。

いまや、コンピューターによって教育方法を一変させ、内容を魅力あるものとなしうる環境が整っている。コンピューターシュミレーションではなく、ソフトいじりではなく、すくなくとも理科の実験の授業全般にわたって、コンピューターに今世紀最大の発明のひとつにふさわしい装置としての位置を与えるべきではないだろうか。

手と目を通じて、すなわち実験を基礎として物質に関する認識の体系を確かなものとするための強力な道具が、目のまえにある。まるで、顕微鏡のなかった時代に、何台でも顕微鏡を使うことのできるような環境ではないのか。理科ばなれを嘆くばかりでは問題は解決しない。将

来の科学や技術の担い手ばかりではなく、広く文化としての「科学のよき理解者としての多数」を育てる重要さを忘れてはなるまい。コンピューターを使うべきではない場面の研究をふくめて、理科の、とくに物理の教師の手掛けるべきことは山のようにある。教師がそれを意識して推進しなければ、理科離れは本当に救いがたいものになる。

1) 矢作 裕

理科教育におけるコンピューター利用の変革  
日本物理学会講演概要集  
第4分冊 266,1994

# 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、正会員の三分の二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。

### 2. 原稿用紙の書き方

- (1) 支部所定の原稿用紙（横書き2段、1344字詰）を使用するものとし、1編の標準の長さを所定原稿用紙5枚（原稿用紙1枚は刷上り1ページに相当）とする。これは、表題のスペースを除くと、図版などのスペースも含めて約6400字分に相当する。
- (2) 最初の1枚目は、上から7行分（2段共）をとって論文題名（副題名）、所属機関及び著者名を書き、本文は8行目から書く。
- (3) 文章中、ゴシック、イタリック等の指定が必要なときは、赤字でその旨を示すこと。
- (4) 引用文献は通し番号1)、2)を文章中該当字の右肩に付した上、一括して論文の末尾に著者名、書名、ページ等を示すこと。
- (5) 脚注は文章中該当字の右肩に＊、＊＊の印を付し、そのページの下に横線を引いた下に書くこと。
- (6) 英字2アルファベットは和字1字に相当する。また、数式は2行分を使用すること。
- (7) 論文中の図・表・写真については、著者が製図したものをそのまま原寸大で写真製版する。図や表（活字で作成する表についてはその旨指定すること）は必ず黒インクで白ケント紙、トレーシングペーパーまたは青色方眼紙等にかくこと。また、写真はできるだけコントラストのよいものを用いること。
- (8) 図・表・写真の場所指定は、支部所定の割付用紙（1ページ分、原寸大）に見やすく（直線で囲む）表示し、かつ、原稿用紙中では、それらに対応する場所に、相当字数分だけの余白をとっておくこと。

### 3. そ の 他

- (1) 校正等のため、原稿の控を手許に保存しておくこと。

- (2) 校正は初校を著者が行ない、再校以後は編集理事会で行なう。校正は赤字で明瞭に記入すること。
- (3) 別刷は申し出により、必要部数を実費作成する。
- (4) 本誌は毎年1回（5月）に発行予定。
- (5) 研究論文と解説には審査員を立てて内容を査読し審査する。（受理日を掲載する）
- (6) 本会誌購読料は2,000円とする。
- (7) 投稿及び原稿用紙等の申し込み、ならびに会誌編集に関する連絡先

（060）札幌市北区北13条西8丁目  
北海道大学工学部工業力学第2講座内  
日本物理教育学会北海道支部  
電話（011）706-6723

## 理化学用器械器具 硝子器具及計量器



### 有限会社 三富久商会

新住所 001 札幌市北区屯田5条7丁目1番21号  
電話 (011)774-3026  
FAX (011)774-3028

平成7年5月31日発行

日本物理教育学会北海道支部

第23号

編集責任者 鶴岡森昭

発行 (060) 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学工学部工業力学第2講座内

日本物理教育学会北海道支部

電話 (011)706-6723

印刷所 北大印刷 747-8886