

日本物理教育学会北海道支部  
設立20周年記念特集号

中野善明

# 物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

No. 18 1990.1

BUJURI KYOKU KENKYU

# 目 次

巻 頭 言 .....	奈 良 英 夫 .....	1
日本物理教育学会北海道支部 20 周年記念大会 .....		3
北海道支部長あいさつ .....	中 島 春 雄 .....	5
日本物理教育学会北海道支部設立 20 周年記念を祝って 日本物理教育学会会長 吉 本 市 .....		6
日本物理教育学会北海道支部表彰者から .....		7
第 2 代支部長 相馬 純吉： 第 3 代支部長 秋山 敏弘： 寄稿—科学教育に改革を— 支部評議員 諸橋 清一：		
特別講演「物理教育と国際交流」 .....	平 田 邦 男 .....	10
一 般 講 演		
落球法による粘度測定 .....	峰 友 典 子 .....	14
	三 好 康 雅 .....	14
パソコンによる形成的評価システム .....	本 間 宏 俊 .....	19
高校生のための光速度測定実験 .....	斎 藤 孝 .....	26
—電磁おんさを利用して—		
学社連携による科学教育 .....	佐々木 嗣 郎 .....	30
—この 25 年間における子供達の変容—		
薬科大学における物理教育 .....	中 野 善 明 .....	36
教員養成と物理教育 .....	平 野 雅 宣 .....	41
日・米・中物理教育国際会議 .....	加 藤 誠 也 .....	45
パネルディスカッション		
国際的に見た日本の物理教育 .....		49
司 会 奈良 英夫 パネラー 加藤 誠也・山田 大隆・平田 邦男・中島 春雄		

## 巻頭言

# 深呼吸のあとで — 物理教育学会支部20周年の意味 —

副支部長 奈良 英 夫  
(20周年記念事業実行委員会委員長)

私にとっての1989年は、日本物理教育学会北海道支部設立20周年記念事業実行委員会の一員として過ごさせていただいた1年でもある、という感謝の思いを強くしながら、一方ではまた、その背後に浮かびあがって来る「問い」の持つおそろしさを、おののきながらも痛切に、いま、かみしめている。

「周年事業」とよばれるすべてのわざは、一種の「魔鏡」のようなものであると思う。魔鏡が幾重もの魔像をはらんでいるように、好むと好まざるにかかわらず、「洗い流して仕舞われたかに見えた事実は、その存在の事実は消滅することなどはなく」、「時の流れのさまざまな営みが、さまざまにうつし出される」ものである、ということに例外はない、と感じている。

人類史や考古学などの視野にまで拡げて言えば、そうでもない、とは思うが、いわゆる「日本の歴史」という視座、とりわけ日本の学校教育のなかの伝統的位置づけでは、特に「日本史」「世界史」といった教科目内容の具体的事実でとらえた場合、科学教育や科学技術史などのそれが十分ではなかったのではないか、と私には思われるのである。

そのような時代・社会風潮にもめげず、ある意味で、時には抗して、特に、明治以後の近代教育の場で、日本の科学者や物理学の進展に参加・寄与した先達の人々がいたこと。そして、ほかならないその人々が、愚直とすら評されかねない情熱で、燃えるその思いを託して、後に続く人々を、自らを、自らの学究・教育に傾ける生きざまを「秋霜の如く肅するなかで、鍛錬したことを忘れるわけには行かないのではないか。20周年の時の流れの岸边に立って、あらためて振り返る先達の姿である。更には、戦前から戦後への転換の流れのなかでも、私達にとって、科学教育の前線に立つ先達の魂が、ひとときわ躍りてみえていた、と思うのは私だけであろうか。

戦後教育をとらえるとき、さまざまな切り方がある。例えば「……志向」という一連のとらえのなかでは、最初に登場する「生活志向」は、私流の、(あえてこの際、一面的に言わせてもらう) あらっぱい表現で言えば、「まず生活を」ということになろうか。しかし、そのうちにも「志操は高く」が脈打っていたことはもちろんである。科学技術の進展と、世界各国の戦後復興・再出発の競い合いの渦のなかで、教育の「科学志向」は、いわば理の必然であったとも言えよう。

なにかに突き動かされるかのように巨大なエネルギーと化した科学教育・物理教育振興の情熱が、教育現場にあって物理教育にたずさわる私たちみんなを、その渦のさなかに巻き込んだことが、

今も脳裡に鮮烈に蘇ってくる。海外の知識情報をむさぼり求め、スーパートニック・ショックの数え切れないほどの科学教育カリキュラムの革新・具体的には単元内容、実験・実習・観察の改善工夫・創出などはもちろんその一端であるが、私たちにとって最も持続的に影響し続けているのは、身近な諸先達、諸先生である。それは、戦後すぐの1950年前後から、'50年代～'60年代、そして'70年代にかけて、沸騰してとどまるどころを知らなかったとさえ言える、こうした情熱に方向を与え、適切なリードを発揮した、例えば、日本物理教育学会、初代・林正一支部長のもとに誕生し、20年の歩みを重ねてきた北海道支部の活動のなかに見ることができる。

いま、あらためて思う。「20周年のこのあと、私達はどのように深思し、何をなすべきなのか」と。

# 日本物理教育学会北海道支部 設立 20 周年記念大会

平成元年 9 月 23 日 (土)

会場 ホテル札幌会館

9 : 30 受 付

10 : 00 式典・表彰

11 : 00 特別講演「物理教育と国際交流」

日本物理教育学会副会長・山梨大学教授 平 田 邦 男

12 : 00 昼食・ポスターセッション・展示会

13 : 00 一般講演

1. 「粘性を受ける球の落下運動」 三好 康雅・峰友 典子 (北海道工業大学)

2. 「粘性を受ける球の落下運動(2)」 峰友 典子・三好 康雅 (北海道工業大学)

3. 「パソコンによる形式的評価システム」 本 間 宏 俊 (釧路工業  
高等専門学校)

4. 高校生のための光速度測定実験 斎 藤 孝 (札幌北高等学校)

—電磁おんさを利用して—

5. 「学社連携による科学教育」 佐々木 嗣 郎 (帯広市青少年科学館)

6. 「薬科大学における物理教育」 中 野 善 明 (北海道薬科大学)

7. 「教員養成と物理教育」 平 野 雅 宜 (北海道教育大学)

8. 「日・米・中国物理教育国際会議」 加 藤 誠 也 (札幌西高等学校)

15 : 40 パネルディスカッション

「国際的に見た日本の物理教育」 座長 奈 良 英 夫 (北海道工業大学)

パネラー 加 藤 誠 也 (札幌西高等学校)

山 田 大 隆 (札幌藻岩高等学校)

平 田 邦 男 (物理教育学会  
副会長)

中 島 春 雄 (北海道大学)

18 : 00 懇 親 会

学合非前旅支精  
平届大会



00:01  
00:02  
00:03  
00:04  
00:05  
00:06  
00:07  
00:08  
00:09  
00:10  
00:11  
00:12  
00:13



## 日本物理教育学会北海道支部長挨拶

北海道大学 中島春雄

本日このように日本物理教育学会北海道支部設立20周年を記念しまして、特別に研究大会を開くことができますことを、支部会員のみな様とともに心から喜ばしく存じます。学会本部から会長代理として平田邦男先生をお迎えし、全道各地からもこのように多数の方々がお集り下さいました。秋の清々しい一日を存分に有意義にお過ごし下さることを願っております。

この特別企画の万端を取りしきって下さった奈良実行委員長はじめ、斎藤先生・吉田先生・加藤先生・山田先生その他支部役員の皆様に厚く御礼申し上げます。

かえりみますと、当時北大・工学部におられた池田郁雄先生（現関東学院大）が吉田静男先生を働きがしらとされて、本日ここにお見えの林先生・諸橋先生・秋山先生それにすでに故人となられました佐伯先生・辺見先生などの方々の献身的御努力によりまして昭和44年に当支部が日本物理教育学会の（大阪に次ぎ）2番目の支部として誕生したわけでございます。当時は大学紛争で右往左往していた時代でもありましたので、みな様いろいろと御苦労が多かったものと思います。

それ以来物理を愛し物理教育に熱意を持たれる点でのみ共通の話題と足場を持たれる中学・高校・大学の方々がこの支部を支援して下さい、今日では国内でも最も活発な研究活動を続けている支部の一つとして高い評価を頂いております。

一方、国の内外をとわず物理教育の危機が叫ばれて久しいのでありますが、道内では物理の先生方の孤立化（Isolation）が著しいと思います。（これは7月の日中米物理教育会議の1つのテーマでもありました）会員をふやすとの見地からだけではなく物理教育にたずさわるものの連帯（network）の輪をひろげることのためにもみなさまの一層の御協力をお願い致します。

ここにお集りの先生方は日頃いろいろな工夫・努力をされて、よりよい物理教育の明日を夢みておられると存じます。現象の本質を探りだすのが物理のものの考え方の基本であり、これから益々人類に必要なものとなって参ります。21世紀を目前にして、日本らしいしかも北海道にふさわしい物理教育を目指して一層研さんを深められることを心から願って支部設立20周年記念の御挨拶とします。



## 日本物理教育学会北海道支部 設立 20 周年記念を祝って

日本物理教育学会会長 吉 本 市

本日ここに日本物理教育学会北海道支部設立 20 周年の祝典にあたり、一言お祝いの言葉を述べさせていただきます。

物理教育には、事実に基づいて、物事を論理的に正しく考えていくという「考え方」の教育が含まれています。

このような人間教育として重要な教育のあり方や内容を学問的に研究していくという学会の活動は、会員それぞれがこの考えを進めて行かれると同時に、また何人かのグループの方々が、互に討論されて深めていくことが必要です。そのような活動の源泉となる支部活動は極めて有意義なものです。貴支部では既に支部会報を連続に発行されるなど、活発な活動をされておりますが、今後ますます支部活動や部内の下部活動が盛んになっていくことをお祈りして、支部設立 20 周年のお祝いの言葉と致します。

## 日本物理教育学会北海道支部表彰者から

第2代支部長 相馬純吉

支部設立20周年記念大会についてのお知らせ昨日拝受しました。盛大な大会を御計画の様子、準備にさぞ大変だったことと思います。ここ迄、こぎつけられたのも大兄始め、支部の熱心な方々の御尽力によるものと推察致しております。御苦勞様でございました。

又、私をも表彰して下さる由、誠に光榮に存じます。何の貢献もなし得ず、唯大兄始め、皆々様の御努力にすがっていただけですのに、表彰されるとは誠に恐縮致しております。有難うございました。支部長始め支部役員の皆様によろしく私からの謝意をお伝え下さい。

敬具

第3代支部長 秋山敏弘  
(酪農学園大学)

日本物理教育学会北海道支部の、ますますの御発展まことにおめでとうございます。心からおよろこび申し上げます。

年の故か、夏には特に弱く、(病歴をふまえての健康管理のこともあって)遠出ができません。長年月にわたってお世話になりっぱなしの学会に対して、まことに申しわけございませんが、当日は欠席させていただきます。失礼の段、重々おわび申し上げます。

何か研究の一つでもと思って(取組み続けてきて)いるのですが、現在は教職養成が主となる立場となり、更には(いわば)ゼロからの出発で、高校在職中よりも研究は心にまかせません。ただ今は、学生を仕立てるのに手いっぱいです。会員の先生がたによろしくお伝え下さい。(現役員の)中島先生・奈良先生には特によろしくお伝え下さい。斎藤孝先生にもよろしく願います。

# 科学教育に改革を

日本物理教育学会北海道支部評議員 諸橋 清一

最近の海外の教育制度の改革の動きとして、イギリスとアメリカの場合を考えてみる。サッチャー首相が先頭に立ってイギリス国内の学校教育のカリキュラム統一が大きくとりあげられ、アメリカでは学校教育の質の低さ、特に数学と理科のレベルアップと、教師の資質向上にブッシュ大統領も力を入れ始めた。

狭い領域に問題をしぼると、日本では高校で物理を選択する生徒の数が減少し（日本だけではないが）、物理教師の地位もぐらつき始めていることは既に諸兄の知るところである。

高校に100%近くの人達が進学し、更に40%近くの人達が大学を目指し（敢て進学するとは言わない）、女子の数が男子のそれを上廻る時代である。その人達が物理を嫌うのを非難したり、苦い思いで拱手しているばかりが能てはあまい。自動車が必要品であり家の暖房がオートメー化され、ガスの点火にマッチを要せず身の廻りの機具が電化され、家庭内で親が物の修理をする姿勢が子供が見る機会も少く、テレビゲームでキーを叩くだけという環境に幼少より育ってきた子供達に、自然の偉大なしくみを知り生物が自然界にどうやって適応して生存しているのかよく観察しようと呼びかけるとするならば、教育の内容や方法は、思いきった新たな方途が望まれる。単なる見直しでは（近頃よく聞く言葉である）根本的解決にはならない。

高校の物理の教科の内容に話をしぼってみると、現在の教科書の構成は戦前旧制高校で使用された寺沢寛一の「物理学」と変りはなく、欧米で現在使用されているテキストも50年以上前のそれと比べて骨格は変っていない。

「基礎理科」、「理科I」と新しい試みが日本でなされてきた。その精神は私も評価するが、現行のテキストは物理・化学・生物・地学の部分を寄せ集めて並べただけで、渾然として統一され理科各教科へ進むための自然認識の基本理念を植えつけないという目的からは遙かに遠い。紙幅がないので一例をあげるだけであるが、力の記述では分子・原子の結合力や天体間の力まで一緒に考えさせるべきではないか。熱の場合も気体の分子運動から大気の運動まで関連して説明できると考える。ミクロからマクロまでの物質の構成の基となる力とエネルギーが理科Iの無機分野（物質科学としよう）の根本原理であり、生物分野は（生命科学としよう）理科Iを二つの部門に分けて有機分野の学問として教えるべきであろう。従って物質の結合力であるクローン力が電気分野であるから理科Iの先の物理で始めてとりあげるといふ考え方はとらない。先に述べたように物理の構成が力学・熱学・光学・電磁気学・原子物理学・核物理学の順に展開される理由は、物理学史的に見て物

理学の研究の発展と展開にならって習べられたものである。新しい知見が統出する生物学は別として、物理学は今日宇宙の創成にどうやら足がかりを持てる時代に入ってきた。100年前の物理学のテキストを機会があれば会員諸氏も調べられたら如何であろう。日本の科学教育(だけではないが)が欧米の後追いに留まらないで21世紀に向けて自ら創造する時代になったと私は思いたい。えてして新しい思想は西洋から日本へ、東京から地方へと流れは変らぬが、北海道の会員諸氏から素晴らしい発想は起きぬものであろうか。日夜現場で生徒に接していて今日の生徒・学生の実態にふれておられる諸氏が、何をなすべきか何を変えるべきかを良く認識されていることである。大学入試が高校教育の在り方を規制することは十分承知しているが、高校現場からの突き上げがないと問題は仲々解決されぬであろう。大学の先生方の腰は重い。高校の先生方も化学・地学担当の同僚の方と話合いの場も持ち、単なる物理だけの問題とせず今日の自然科学の未来を担う日本の若人に自然認識の正しい理解の場を、また嫌われない物理とはどうあるべきか大いに論じて欲しい。

私自身、更に想をねり他日もう少し紙幅を得て論じたい。その節は会員諸氏の盛な討論をお願いしたい。



## 特別講演

# 「物理教育と国際交流」

山梨大学教育学部教授  
日本物理教育学会会長代理  
平田 邦 男

只今御紹介戴いた平田です。今年7月にハワイ大で日中米国際物理教育会議があり、日本からも私の他に27人程で行き、私が責任者でもありましたので、支部結成20周年行事のこの演題で会長さんから依頼されまして来ました。

私の話は、1. 国際化の時代と物理教育、2. アジアでの物理教育（ASPEN、AAPTEA、ISMED等の活動紹介）、3. 日中米物理教育会議の概要、4. ICPEの動き、5. GIREPの動き、から成っています。

### 1. 国際化の時代と物理教育

今日、日本は国家的にいやおうなく国際化の中に入らざるを得ない状況にあり、物理教育でも似た状況にある。ICPE（物理教育国際委員会）の東京大会1986年に上智大で行われたのも記憶に新しいし、今年7月は、ハワイで日中米会議があった。物理教育に何事かを志す人は、国際視野に基づき、世界はどうなっていくのか、日本はどう協力するか、子供にどんな考えで教育するか。また、日本はアジアに属し、アジアの人は日本に大変期待が大きい、日本の対応は不十分である。アジアの物理教育に日本はどういう風に貢献すべきか、その問題を真剣に考える時期に来ていると思います。

### 2. アジアにおける物理教育

まず、アジアにおける物理教育の紹介ですが、アジア地域ではまずASPENがあります。この組織は開発途上国の主として大学レベルでの物理教育の開発推進を行い、きっかけは1981年11月タイで開催されたユネスコ諮問会議の助言の結果と言われ、精力的に（シンポ、セミナー、ワークショップ、種々ミーティング、報告書や

プロシーディング、アスバップニュースの発行）活動しています。ASPENの活動は、NPCの各国の代表者を通して行われ、資金入手の為に熱心に行動もしている。ユネスコは日本が最大の出資国と認め、その点日本は資金面でアジアの物理教育に貢献してはいるのですが、会議に余り参加せず、現地から不満があります。いずれにせよ、アジアの教育研究機関はユネスコを中心に資金が豊かで研究者は8人国際会議に参加し、その点、日本は国内の研究者の国際会議派遣は極めて冷淡で遅れた現況にあり、これは何とかしなくてはならない。訴えていく必要がある。

現在、ASPEN加入国は20カ国で、日本は今年6月に入りました。そのきっかけは、昨年、ASPEN議長、Li Chun（北京大）教授から加入勧めの手紙が、日本物理学会会長小沼先生の所へありました。会長さんは物理教育に大変理解のある方で、早速、理事会中に物理教育検討委員会を設け、その長に阿部先生（東大教養）、委員に7人（私も含め）を選出、加入に当たっての議論を重ねました。物理学会は研究者用の集団という根強い反対論に対し、世界的に物理研究者は教育熱心でなければやっていけない、研究者が教育を考えることは常識となってきた英米の状況の紹介の中で流れが変わり、ASPENに加入することが決定した次第です。ASPENの活動歴は次の通りです。（1部省略）

1982：Conference on Teaching Aids in Physics Education

1983：Laboratory Training（1年に何度も行う）

1984：Conference on Energy Physics Education

ASPENの注目すべきは、純粋物理に狭く限定せず常に応用分野に注目していること。

1985 : Workshop on Physics Teaching, Workshop on TV Programmers S & T Education, Workshop Microcomputer Applications & Measurement Techniques

1986 : Workshop on Microcomputers in Physics, Workshop on Indigenous Low Cost Equipment in Physics Instruction & Research

私は、Microcomputer 部会に出席、講演しました。Low cost 部会は簡易実験で大変関心が高かった。

1987 : Secondary - University Physics Interface

1988 : Regional Workshop on Computer Software Development for Physics Instruction

1989 : Workshop on Optics Education

1990 : Experiments in Physics Education

このように活発です。ASPENに日本が加入して、日本物理学会を通して種々の人に話の要請が来るでしょう。日本も開発途上国に貢献する義務が出てきたといえる。

続いて、高校関係として、AAPTEAがあります。この研究団体本部はフィリピン大で、議長はタリサリヤン(女性)です。彼女は'86 ICPE 東京大会の時講演し強い印象を与えた、アジアの指導者の1人です。この組織の日本代表は私ですが、支部長は、東京のICU高校の滝川先生で、現在、日本支部会員は20名を超えました(連絡は滝川氏へ)。ASPENとAAPTEAはタリサリヤンが両方の要職を兼ねていることもあって、関係は極めて緊密です。この団体の活動歴は、1988年12月にソウルで「物理概念のミスコンセプションに関する会議」というものが開かれ、今、世界的に子供達の物理概念の理解はどうなっているか、その実態をつかみ分析する。英国で多くされたことのアジア版です。この会議に、滝川、岩崎先生が参加、

アメリカからもマクデルモトが来ました。この研究方法(構成主義学習論)は今、世界的に注目されています(科教協の方々の主張もありますが、少し違う)。子供の誤った論理をまず認めておいて、教師が矛盾に追い込み、子供自身の内的葛藤の中で自ら正しい概念に到達させるもので、近著として、オズボーン(ニュージーランドの物理教育学者)「子供達はいかにして科学理解を構成するか」(訳本、東洋館)の名著があり、これを読んで、教育系大学院生が理科教育に志す人が増えた位影響のあった本で、一読を勧めます。AAPTEAの会議には、今年3月も私が「列車の物理」を持って参加し、喜ばれました。

他に、アジアではICASEがあり、今年12月にブルネイで、来年6月にはトリニダード・トバコでアジア地区会議があります。AAPTEAに属すると(年会費2,000円)、色々な国際的情報が入手出来、非常に便利でよいです。

他にアジアの大きな研究機関として、ISMEDがあります。本部はフィリピン大です。施設は大変立派で、コンピューター多数、タイピストが15名もいて、その仕事の早さには驚きました。大変進んでおり、勿論、英語は常識です。ISMEDは物凄く金回りのよい所で、日本からもJICAが協力しています。ISMEDでやっている研究内容(タリサリヤン中心)はバリ本部も大変信頼しています。

もう一つ、RECSAMがあり、これは、アジア地区の教師の再教育・科学研究機関で、メインの研究者はマレーシアの先生だが、理科教育研究の仕方を身につけているので研究レベルは非常に高い。統計処理もアメリカのソフトをこなして、日本では考えられぬ研究をやっている。英語も素晴らしい。そんな状況。日本は戦後、経済的に大変発展したが、国際的観点から見るとまだまだで、教育に関しても日本にRECSAMやISMED程度の研究機関があれば日本人の為にも大変よい。日本は海外資金援助はするが、死金になっていると思う。大英帝国でのかつてのブリティッシュカウンシルの文化的活動を見習う必要があります。

### 3. 日中米国際物理教育会議

この会議はワークショップ中心です。今回は、「物理カリキュラムの研究」、「物理教材、簡易実験開発」、「教師教育」、「概念形成」、「大学高校物理教育のインターフェース」(中島、加藤先生参加)、「物理教育におけるコンピューターの利用」等がありました。86年ICPE東京大会の折、この3国でもう一度会議をとというのがきっかけでしたが、会期中、寸暇を惜しんでの情報交流があり、大変よかった印象があります。言語の問題が心配されますが、Japanese Englishが結構通じるのです。むしろ、nativeにそれを聞くよう要請をして支持されました(会議参加者はnativeばかりでない)。one-wordでも本質があれば一言で通じるのです。自信をもつべきです。教育の研究会では、開発途上国の先生方も同じ悩みを持つ。それを色々話すると親しくなり、種々コミュニケーションが出来る。日本人は議論が下手(ケンカになる)だが、アメリカ人は理性的に討論し、大変参考になります。筋の通ることをやること、これが国際会議のルールです。ワークショップでは、学習者について、アメリカでも物理は人気は低い。どうすれば好きに出来るか。現在学習者は多様化し、それに対応するにはどうするか。教師については、アメリカでは物理得意者が教師にならない、これは深刻問題である。よく整備された物理教師の確保が当面の問題といわれ、日本も早晚そうなる予想がある。学習者の理解過程を考慮出来る教師も求められている、物理教師の孤立化という問題もあり、そのネットワーク化が望まれている指摘もなされました。また、物理教育でも社会との関連(原発や環境問題)が話されなければならない状況にもあります。

コンピューターの教育的利用として、アメリカでは、「ツールボックス」開発が盛んです。ロータス1、2、3というソフトは、表計算、グラフ機能、データベース機能の3種があり強力で、これを用いて、物理計算処理の簡易化が出来ます。ICPE東京大会でも、量子力学計算用のソフト開発がこれであり、注目をうけ、私も1本開発中です。第2回目の日中米会議は

91年に日本で開かれます。アジア地区代表招待参加、生徒の参加(物理解の困難さの意見)等のアイデアも面白いと思う。

### 4. ICPE、GIREP

まずICPE(物理教育国際会議)について。ICPEはIUPAPの委員会ですが、現在13名の国際委員から成り、日本では初代原島、4代が私です。メンバーには、マルクス(ハンガリー)、ティーベルゲン(仏)、チャンドラスカヤ(EP)といった多士オタの方がいます。活動歴を述べると(1部省略)。

1985: Communicating Physics (デュイスベルク大)

私は簡易実験として、「水飲み鳥」、「わりばし検流計」を紹介、特に後者は大変注目を受た。

1986: Trends of Physics Education (上智大)

1987: Inter-American Conference on Physics Education (メキシコ)

1988: Teaching Modern Physics—Condensed Matter (ミュンヘン大)

1989: Energy Alternatives—Risk in Education (ハンガリー:バラトン湖)

環境問題で会議。チェルノブイリ事故がきっかけ。エネルギー問題を正面からとりあげ、生徒に議論を起し意志決定させる。リスクの評価は今後大切な視点。

1990: Physics Education through Experiment (天津)

Inter-American Conference on Physics Education (カラカス)

前者は21世紀に向けての準備がテーマ、

1991: Space、Time and Frames of Reference (ポーランド、コペルニクス大)

1992: Statistical Physics、Thermodynamics

1993: Teaching With Experiments and Acceptance of Society

92年はマドリッド、93年はスウェーデンで開催、

## 「物理教育と国際交流」

次いで、GIREPについて紹介します。これはヨーロッパの物理教育研究組織（サロンの）で、議長は、P.ブラックです。85年にマイクロサイエンス（バラトン湖）（私も参加）、87年に教育におけるカオス（バラトン湖）（これは大変面白かったとのこと）、89年にICPEとの共催で前記環境問題議論。2年間の会費が10ドル程度ですから、是非入会されて多くの情報受とられることを勧めます。

まとめとして、物理教育と国際交流とは、日本の外から日本の物理教育を考え直して見ること、その為に機会を作って国際会議に出ること、アジアの会議は特に親密でよい。向うの人は大変創造的で、そういう人と接して日本人の非創造性を反省する。また、国際会議での積極的発言や、ただ参加でなく与えるものを持つという

こと、それから、若い人達の奮起に期待するということです。（終）

### 平田先生 略歴

1929年 北海道に生る

1953年 東京理科大学理学部物理学科卒

現在、山梨大学教育学部教授

日本物理教育学会の顔（理事）ともいべき国際通の先生で、他団体との合同企画の際、大抵、物理教育学会の代表として参加されている。ICPE委員、AAPTEA日本代表。コンピュータの物理教育への応用（シミュレーション、物理計測）に多数の著書がある。

## 落球法による粘度測定

北海道工業大学 峰 友 典 子 三 好 康 雅

### 1. はじめに

粘度\*は流体の性質をあらわす基本的な量の一つである。最も一般的な液体の粘度の測定法は、細い管に被測液を流し、その流量からハーゲン・ポアズイユの法則を用いて求める方法、あるいは回転円板による方法である<sup>1)</sup>。実用的な粘度計にもこの原理を使った物が多い<sup>2)</sup>。

また、粘性流体中における物体の初歩的な運動学は、大学教養課程の物理学のテーマになっている<sup>3)</sup>。例えば粘性流体中を落下する球は、初め加速度運動をするが、速さが増すにしたがって加速度を減じ、ついに等速度運動になる。

学生実験のテーマとして、液体中を落下する球の運動を測定し、上述の現象を確認させ、さらにその液体の粘度を測定させたいと考えた。しかし、従来このようなテーマが扱われていないのは、いくつかの困難があるからで、ここでは落球法の問題点とその解決への糸口をさぐることを目的とした。

落下距離の測定には CCD イメージセンサを使うことにし、落下球に直径 4mm の鋼球を使った。粘度が小さくなると実験が難しくなるが、水について測定できるようにすることを目標にした。

### 2. 運動中の球が受ける力

密度  $\rho_0$  の流体中を速さ  $v$  で運動する半径  $r$  の球が受ける力は

$$f = C_D \left( \frac{1}{2} \rho_0 v^2 \right) (\pi r^2) \quad (1)$$

で与えられる。ここで  $C_D$  は抗力係数と呼ばれ、レイノルズ数  $R_e$  が 1 以下のとき

$$C_D = \frac{24}{R_e} \quad (2)$$

が成り立つ。これをストークスの定理という。

ただしレイノルズ数は

$$R_e = \frac{\rho_0 (2r) v}{\eta}, \quad \eta: \text{粘度} \quad (3)$$

で与えられる。

ストークスの定理を改良し、 $R_e < 5$  まで使えるようにしたものは

$$C_D = \frac{24}{R_e} \left( 1 + \frac{3}{16} R_e - \frac{19}{1280} R_e^2 + \dots \right) \quad (4)$$

で与えられ、ゴールドシュタインの式と呼ばれる。これら 2 式はナビエ・ストークスの方程式の近似解であるが、レイノルズ数が大きくなると使えない。大きなレイノルズ数まで使える解は見つかっていないようである。

一方、表 1 が実測値として報告されている<sup>4)</sup>。

また実験式として

$$C_D = \frac{24}{R_e} + \frac{6}{1 + \sqrt{R_e}} + 0.4 \quad (5)$$

および

$$C_D = \frac{24}{R_e} (1 + 0.15 R_e^{0.687}) \quad (6)$$

が与えられ、(5)式は  $R_e < 2 \times 10^5$ 、(6)式は  $R_e < 100$  の範囲で成り立つとされている。

図 1 は表 1、(5)式および(6)式による  $R_e$  と  $C_D$  の関係をプロットしたものである。 $R_e = 100$  までは三者ともほぼ一致しているが、それを越えると、違いが目だってくる。

表 1

$R_e$	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
$C_D$	28	4.0	1.10	0.46	0.42	0.49	0.14

\* 粘度はまた粘性係数とか粘性率と呼ばれる。これらは皆同じ量である。

落球法による粘度測定

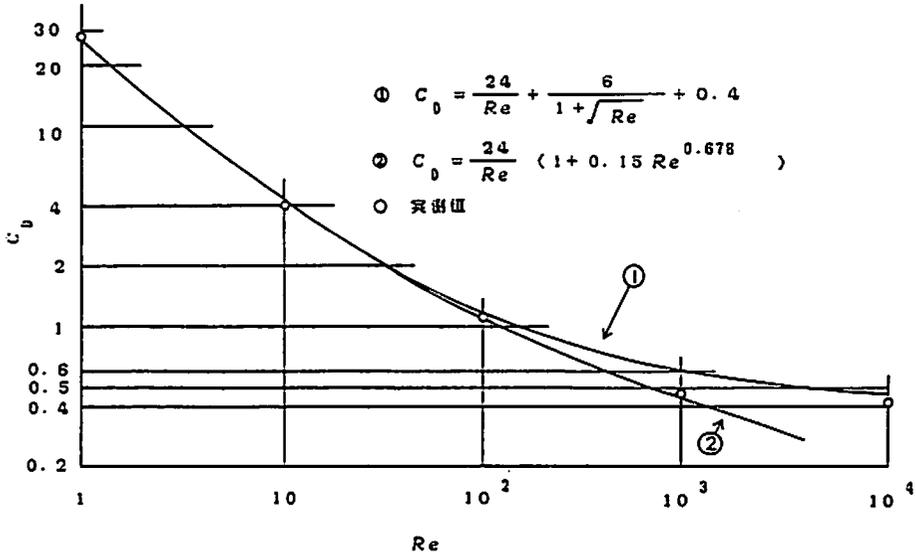


図1  $C_D$ と $Re$ の関係

3. 終端速度から粘度を求める

流体中を落下する球が受ける抵抗力は、普通、速さの増加関係である。抵抗力が重力と釣り合うとき球は等速運動をする。この速さを終端速度という。実験で得られた終端速度 $v^*$ から粘度を求めるために、次の3段階のデータ処理をする。問題点は(2)にある。

(1)  $v^*$ から $C_D$ を求める。

球の密度を $\rho$ とすると、球に作用する重力は浮力の補正をして

$$f_g = \left(\frac{4}{3}\right) \pi r^3 (\rho - \rho_0) g$$

で与えられる。これを(1)式に等しいとして

$$C_D = \frac{8}{3} \left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right) \frac{r g}{v^{*2}} \quad (7)$$

を得る。これに必要な値を代入して $C_D$ を求める。

(2)  $C_D$ から $Re$ を求める。

この段階に不確定な要素がある。水中に直径4mmの鋼球を落下させると、終端速度においてレイノルズ数は数千になると予想されるので、(2)式や(4)式を使うことはできない。

(5)式を使って $C_D$ から $Re$ を求めことにしたが、 $Re = 1000$ において(5)式から得られた $C_D$ と実測値に大きな違いがある(図1参照)。

したがって実験結果から(5)式の有効性を検証する必要がある。

図1によれば、 $C_D$ が小さくなると曲線が寝て来るので、誤差のため $C_D$ が少し変動すると、 $Re$ が大きく変化する。実験において $C_D$ がどのくらいバラツクか調べる必要がある。

(3)  $Re$ から $\eta$ を求める。

$Re$ が求めれば、これを(3)式に代入して $\eta$ が得られる。

4. 測定システム

CCD イメージセンサは、画素と呼ばれるフォトダイオードが多数配列されており、各画素の受光情報を光電変換して出力する素子である<sup>7)8)</sup>。

このセンサは物体の位置が画素ピッチを単位とする分解能で検知できるので、これを使用して流体中を落下する球の位置を測定し、粘度を求める実験を行った。

測定システムの動作原理を図2に基づき説明する。

① 粘性流体の入った入ガラス管を光源とイメージセンサの間に置き、光を当てる。センサは、各画素の明るさに対応する電圧を時系

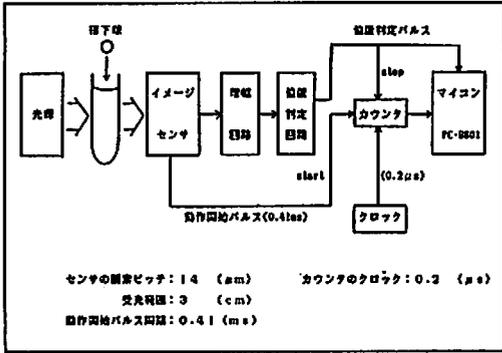


図2 測定システム

列で出力する。予めスレシホールド電圧を設定しておき、落下球の影でセンサの出力電圧が設定電圧より下がったときパルスが出るようにしておく。これを位置判定パルスと呼ぶことにする。

- ② センサは1周期ごとに動作開始パルスを出すので、これによりカウンタをスタートさせる。カウンタはクロックのカウンタ数を数え始める。
- ③ 落下球の位置判定パルスが出るとカウンタがストップし、同時にマイコンへ知らせる。
- ④ マイコンはカウンタの内容(クロックのカウンタ数)をデータとして取り込む。カウンタ数は落下球の位置を表す。
- ⑤ センサの次の動作開始パルスが発生すると②～④を繰り返す。これにより、時系列のデータが得られるので、経過時間が把握できる。

本回路では、クロックを0.2(μs)に設定しており、各画素電圧はこのタイミングで送り出される。センサの上端を基準にした落下球の位置と経過時間は以下で求める。尚、センサの画素ピッチは14(μm)、動作開始パルス周期は0.41(ms)である。  
 落下位置 = カウンタ数 × センサ画素ピッチ  
 経過時間 = (カウンタ数 × クロック) + 動作開始パルス周期 × (取り込み回数 - 1)

以上のように、本測定システムにおいては時間と落下球の位置の両方が一挙に得られる。この点が特徴としてあげられる。

### 5. 測定結果と考察

落下球に直径4mmの鋼球を使用して測定を行った。

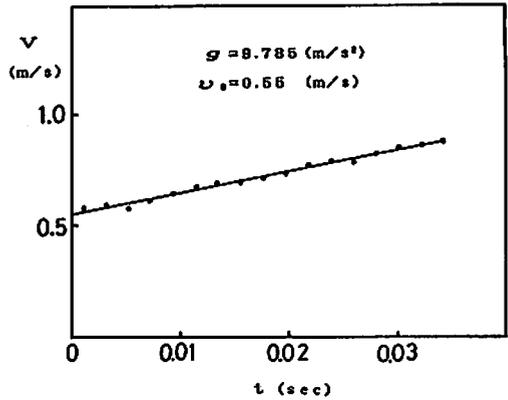


図3 測定例(重力加速度)

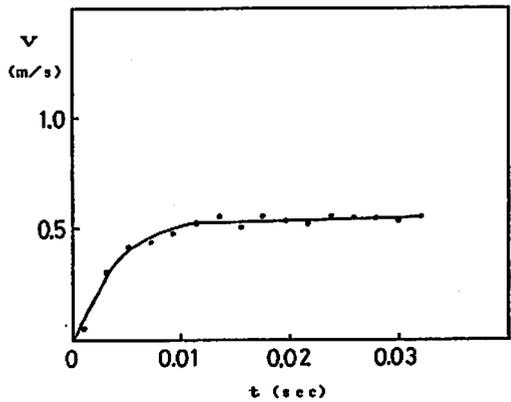


図4 測定例(砂糖50%水溶液)

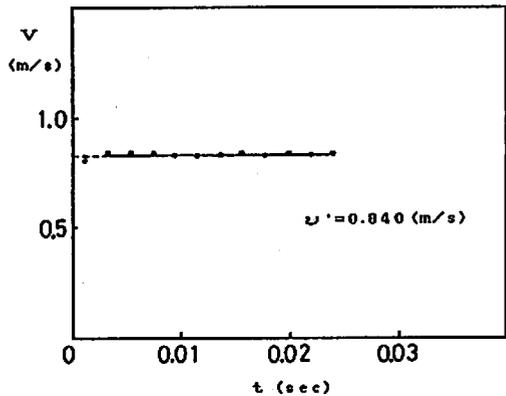


図5 測定例(水)

落球法による粘度測定

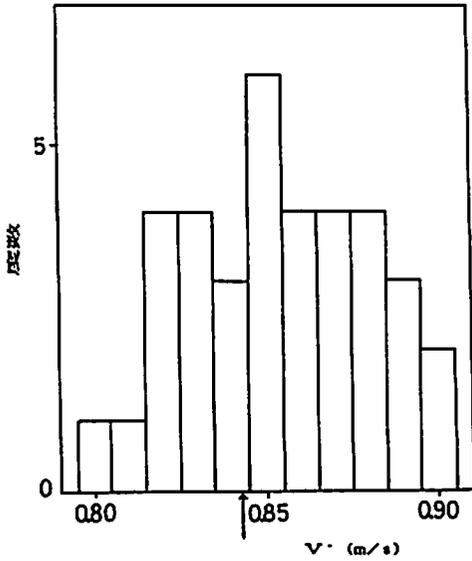


図6 終端速度のヒストグラム (水)

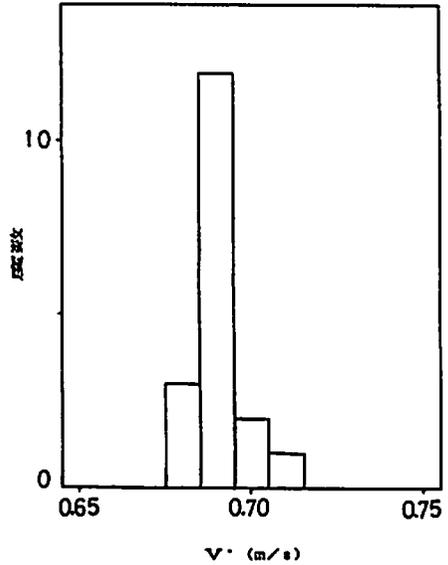


図7 終端速度のヒストグラム (グリセリン50%水溶液)

表2

$v^*$ (m/s)	(7)式による $C_D$	(5)式による $R_f$	(3)式による $\eta$ (cp.)
0.842	0.501	3,856	0.87
0.855	0.486	5,258	0.65
0.868	0.472	7,492	0.46

表3

$v^*$ (m/s)	(7)式による $C_D$	(5)式による $R_f$	(3)式による $\eta$ (cp.)
0.686	0.755	381	7.20
0.690	0.747	398	6.93
0.694	0.738	416	6.67

図3は、システムの動作状況を検証するために球を空中落下させて重力加速度を求めたものである。測定点はよく直線に乗っており、 $g = 9.785 \text{ (m/s}^2\text{)}$ と満足する結果が得られた。

図4は、砂糖50%水溶液における落下球の速度変化を示す。落下球は始め加速度運動をしているが徐々に減速して等速運動になる様子がよく現れている。

図5は、水(約25℃)の場合で、落下距離が約15cmの位置にイメージセンサをセットして測定したときの等速運動を示す。終端速度0.84 (m/s) が得られた。

図6は、図5のような測定を多数回行った結果をまとめたものである。終端速度 $v^*$ は0.80 (m/s) ~ 0.90 (m/s) と広範囲な分布になった。

流体の抗力係数 $C_D$ が(5)式で与えられる場合、 $f_g = f$ から求めた $v^*$ は図6の矢印に示す0.843

(m/s)であった。矢印は、 $v^*$ の分布の中心に近くなっている。

図6の測定結果のうち、平均値と標準偏差に対応する $v^*$ を使って $C_D$ 、 $R_f$ 、 $\eta$ をそれぞれ求めた結果を表2に示す。 $C_D$ の6%の誤差が $R_f$ の64%の誤差となって現れた。

今回の測定条件では上述のように、「 $C_D$ にバラツキが大きいこと、それが $R_f$ に大幅に影響すること」で良好な結果が得られなかった。

図1から考察すると、 $C_D$ が大きくなるほど $C_D$ の誤差の $R_f$ に対する寄与が減少するので、そのような条件で測定を試みた。

グリセリン50%水溶液による $v^*$ の測定結果を図7に示す。水より粘度が大きいため $v^*$ が遅くなるのは当然であるが、分布範囲が図6に比べて著しく減少している。表2と同様の処理結果を表3に示すが、 $C_D$ の誤差が2.3%、 $R_f$ の誤差が8.8%となり、表2の結果に比べて

$C_D$ の誤差の $R_e$ に（したがって $\eta$ に）及ぼす影響は明かに減少している。

### 6. おわりに

以上の結果から、水を測定する場合、今回使用した直径4mmの鋼球では終端速度が速すぎて $C_D$ のバラツキが大きくなるため安定した粘度が求まらないことが分かった。

$v^*$ が0.7 (m/s) 程度に遅くなる測定をすると $C_D$ のバラツキが小さくなり、 $R_e$ に及ぼす影響も減少して上述の問題点が改善されることが分かった。

今後の課題として、落下球を小さくすると終端速度が遅くなって $C_D$ の誤差が減少すると考えられるので、その測定を試みたい。さらに、今回の測定において(5)式は一応使用できそうに見受けられるが、その有効性についてなお検証を重ねたい。

### 文 献

- 1) 例えば 白井俊二 他：物理学実験，学術図書
- 2) 日本油空圧協会：油空圧便覧，オーム社，p 242，昭和50
- 3) 例えば 原島 鮮：質点の力学，裳華房
- 4) 白倉昌明 他：プラントル 流れ学（上），p 319，コロナ社（1977）
- 5) 生井武文，井上雅弘：粘性流体の力学，p 61，理工学社（1978）
- 6) 広瀬幸治：流れ学，共立出版，p 102（1980）
- 7) 東芝：集積回路技術資料・CCDイメージセンサ，p 41（1985）
- 8) 峰友，三好：イメージセンサによる減衰振動の自動測定，物理教育研究17号，p 22（1989）





## パソコンによる形成的評価システム

釧路工業高等専門学校 本間 宏 俊

### 1. はじめに

学級担任、教科担任の教育情報をパソコンで処理し、成績の集計、フィードバック、情報の形成および蓄積をしてきた<sup>1,2)</sup>。さらに、成績の蓄積データを基に主成分分析と試験得点の検定をおこなった結果、この分野でのパソコン利用の効果が大きいことが明らかになった<sup>3)</sup>。

今回は、形成的評価が可能なシステムを作成した。即ち、テスト出題、自動採点、学習グループ分け、S-P表作成、学生・テスト項目の分析、テスト項目の蓄積と次のテスト準備という、教育情報処理サイクルを迅速かつ省力的におこなうシステムである。このシステムについて報告する。

### 2. 形成的評価システム<sup>4)</sup>

授業は、教師・学生・教材の3つの要素から成立している複合体である。この3つの要素が相互に関連しあって、全体としてのシステムをなしている。そのシステムとしての最大の特徴は3つの要素の間にフィードバック関係があることである。そのフィードバックによってシステムを維持・発展させている。

即ち、教師と学生との間には3つの情報の流れがある。教師からの刺激情報は学生の内部過程で処理され、学生からは反応情報として教師にフィードバックされる。その反応情報を診断した教師は、それをKR (knowledge of Results) 情報として学生にフィードバックする。この3つの情報はお互いにフィードバックを繰り返しながら授業というシステムを維持・発展させている。これは人為的に作り上げているシステムで、その推進役は教師であり、学生である。とりわけ教師の刺激情報とKR情報の質がシステムの活性化を左右する。

授業には目標があって、目標達成からみて望ましい授業であったかどうかの評価は、授業評

価の基本である。ただ、授業評価のための分析、検査やテストのデータ処理に要する労力は大変で、敬遠されがちであった。しかし、到達度テストや事前・事後テストの解答紙にマークカードを利用し、そのデータ入力による自動採点、各種成績処理や分析にパソコンを使う。また、学生とテストとの相関や授業分析に用いるS-P表の作成にも、同じマークカードを使えるソフトウェアを作成した。以上の機能を有する形成的評価システムを紹介する。

### 3. マークカードリーダーの利用

#### 3.1 マークカードリーダー

マークカードリーダーの大きな特徴は、学生が書き込んだ解答カードがそのままパソコンへの入力データになることです。つまり、試験等で利用する場合には、そのまま採点処理ができる。また、カードを何度も読み込ませることができるから、カード自体をデータファイルのように扱うこともできる。

採用したマークカードリーダーはSEKONIC RS-305 Sです。これには自己採点機能が付加されて、標準解答用カードを使用して正答配点を自動的に判別処理ができるものです。しかし、形成的評価システムの開発に当って、数値計算の結果をマークカードに記入できるようにした。さらに、採点処理の結果を先に開発した成績処理<sup>1,2)</sup>のデータファイルに蓄積し、データの統計処理を容易にした。

このようにマークカードを読み取るプログラムを独自に作成するメリットは、メンテナンスが容易であることです。また、他のプログラムからデータを利用するときにも、記録されたデータの形式がはっきりしているので読み込み用のプログラムの作成が容易である。さらに、データの形式を変更するのも容易にできる。

マークカードは、RS-232 Cを利用して



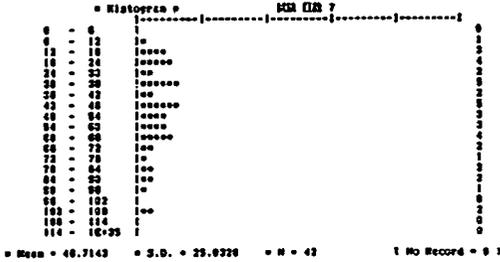


図3 得点のヒストグラム

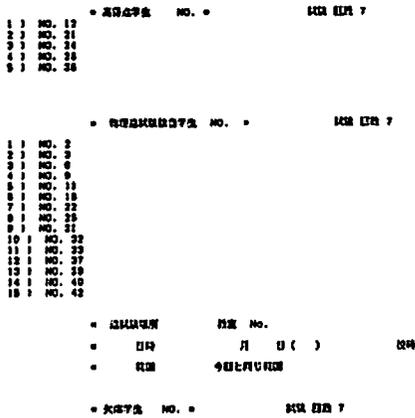


図4 評価のフィードバック出力

示す。この結果から4つのグループに分ける。即ち、上位のグループ、下位の追試グループ、中間をさらに2つに分け、中の上を合格グループ、中の下を課題グループに分けて速やかに評価結果のフィードバックを行う。上位と下位グループへの評価出力を図4に示す。

### 3.3 S-P表作成<sup>5)</sup>

S-P表は演習問題やテストの得点一覧表を示し、個々の学生の診断、テスト項目の適切さなどについての分析や、授業分析のために用いられる。

S-P表作成の流れを図5に示す。図では、マークカードでデータの入力をしている。データは、最初に正答指定カード、次からデータカード、最後にエンドカードを読み取り、正誤パターンに変換して、データファイルに納める。

正誤パターンを、学生は得点の高い順に、テスト項目は正答者数の高い順に並べ替えてみ

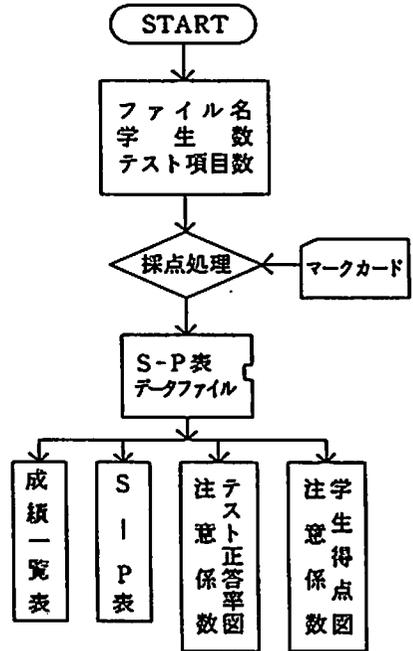


図5 S-P表作成の流れ図

る。その結果を表1に示す。このテストの正誤パターンの一覧表のことをS-P表 (student - problem score table) とよんでいる。図で「;」をつなぐとS曲線が得られ、「:」「·」をつなぐとP曲線が得られる。

## 4. テスト項目の構造

### 4.1 S-P表

テストの結果を自らの能力に帰する以前に、テストにも吟味すべき観点がいろいろとある。これらの吟味すべき点を点検していくことによって、テストがより適切に利用されるようになる。

フィードバックの評価出力を図4に示した。この追試験について、正答したか誤答したかという2値データに関して、その反応パターンを整理したS-P表から注意を要するテスト項目や学生について述べる。

14人の学生がテストを構成する16項目に正答したか誤答したかの一覧表を表2に示す。S-P表をみれば、テスト項目と学生との関係を視覚的に把握することが容易となる。表2のテ

表1 S-P表

ST/PR	File Name																CA	CS							
2324	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	1	16	0.13		
2328	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	3	10	16	0.09		
2321	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	1	0	14	0.12		
2312	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	13	0.09		
2326	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	1	13	0.36		
2328	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	13	0.27		
2315	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	12	0.10		
2427	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	11	0.09		
2310	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	10	0.23		
2314	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	10	0.09		
2301	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	10	0.09		
2308	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	9	0.21		
2316	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	9	0.04		
2326	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	9	0.28		
2171	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	8	0.81		
2312	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	8	0.08		
2320	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	8	0.12		
2323	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	8	0.09		
2324	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	8	0.12		
2319	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	7	0.09		
2305	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	7	0.11		
2329	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	7	0.18		
2325	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	7	0.52		
2304	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	6	0.14		
2330	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	6	0.01		
2411	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	
2327	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	6	0.23		
1296	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	5	0.28		
2327	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	5	0.17		
2329	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	5	0.11		
2311	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.76		
2322	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	4	0.29		
2303	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	4	0.20		
2325	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.76		
2321	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.29		
2040	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.69		
2322	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	3	0.08		
2322	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.82		
2342	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.51		
2323	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.17		
2318	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.09		
2320	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.17		
CA	25	24	22	21	20	19	18	18	13	12	9	8	3	2	1	7.0/17.0									
CP	0.20	0.08	0.10	0.20	0.40	0.70	0.10	0.10	0.30	0.20	0.70	0.5	0.20	0.3	0	0								0	0.11

ストでは、項目11で、得点の低い学生2318が正答しているのに対し、得点の高い学生2333が誤答しており、矛盾したパターンを示している。これは項目11が目的とする能力を測定するには不適当な項目である可能性を指示するものである。

得点および正答者数の分布をみる。学生の得点は、学生2311の16点を最大値とし、学生2340の3点を最小値としている。この範囲に得点がどのように分布しているかを見るために、表2に書き込まれた「;」印をつなぐと階段状になる。これは、学生の得点に関するS曲

表2 追試グループのS-P表

ST/PR	File Name																CA	CS						
2311	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	0.09	
2322	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	1	10	14	0.27	
2327	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	10	14	0.09	
2325	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	10	10	0.09	
2332	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	10	0.01	
2331	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	9	0.05	
2303	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	7	0.09	
2339	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.35	
2342	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.20	
2302	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.16	
2316	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	5	0.05	
2309	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.20	
1300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	0	0	4	0.03	
2340	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.60	
CA	13	12	11	9	8	8	8	7	7	6	4	4	3	3	1	8.0/17.0								
CP	0.20	0.20	0.50	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.12	

線になり、学生の得点の累積分布を表していることがわかる。得点の分布から、各学生の達成度、このグループの達成度の分布や平均的水準が図形化している。

これと同様な分析は、テスト項目についてもおこなうことが出来る。即ち、ある項目に関して、S-P表の上端から数えて正答者数に相当する位置の学生の下側に書き込まれた「・」印をつないでみる。こうして出来た線がP曲線である。P曲線は、項目の正答者率（通過率）に関する累積分布を表すことになる。P曲線の位置から項目の正答率、即ち、各々の項目に対する学生の達成、未達成の程度を示し、その形から達成度の分布が読み取れる。

#### 4.2 注意すべき学生と項目

注意を要する学生は、能力があってもやさしい問題をまちがえたり、逆に能力が低くても難しい問題にたまたま正答したりするので、いくつかの項目について、S曲線より左側が「1」、右側が「0」となる正誤パターンが得られる。そこで、ある得点における完全な反応パターンと実際の反応パターンを比べることによって、注意すべき学生を探し出すことが出来る。その際に、項目の正答者数と反応パターンとの共分散を比べて、項目の正答者数と実際パターンとの共分散がどの程度の大きさであるかを、相対的に評価する指標が用いられる。その指標は、学生の注意係数とよばれ



か、テストの採点をどのようにしておこなうのかなどについて考えておかなければならない。以上のことをまとめたテスト問題の分類を図8に示す。<sup>6)</sup>

解答に必要な能力として、読解力のような問題解答の前提になっている基礎的な能力、記憶力、表現力、論述力、思考力および計算力の6種類が考えられる。また、客観式テストに対し「単に知識を問うだけ」とか「思考力が測れない」と批判されるが、十分に構造化、検討したうえに作られた客観式テストは、複雑な思考過程を測ることも可能である。

今回、マークカードを計算型解答に使えるように設計した。また、ある基準で教師がマークすることで、空白記入型や作図型解答テスト項目の作成も可能になった。教師作成テストは、一般に1つの単元や1つの教材による学習が終了した時点でおこなうテストである。したがっ

た、マークカードを計算型解答に使えるように設計した。また、ある基準で教師がマークすることで、空白記入型や作図型解答テスト項目の作成も可能になった。教師作成テストは、一般に1つの単元や1つの教材による学習が終了した時点でおこなうテストである。したがっ

原子の構造	2年	11	年	氏名	
<p>図8は用紙とカードの両方を提出する。</p> <p>1. ミリカンの油滴の実験で、最初油滴は一定の速さ <math>v_0</math> で落下していた。この油滴が水平で平行な2枚の平行電極の間にはいったとき、電極間に <math>E</math> の電界を加えたところ、油滴の落下する速さは <math>n</math> 倍 (<math>0 &lt; n &lt; 1</math>) になり、再び一定となった。この油滴は <math>v_0</math> の速さで落下するとき <math>kv_0</math> の抵抗力を受けるものとする。</p> <p>(1) この油滴が帯びていた電荷 <math>q</math> を、<math>v_0</math>、<math>E</math>、および <math>n</math> の関数として求めよ。</p> <p>(2) 上に述べた実験を繰り返して、油滴の電荷を測定したところ、右のような値が得られた。単位は <math>10^{-14}</math> C である。この値の群を比べて電気量 <math>e</math> の値を算出せよ。</p> <p>結果の簡示、公式、計算式を書く。</p>				解答欄	
					(1)
					(2)
					$\times 10^{-14}$ C
<p>2. 次の各場合につき物質量の増減を求めよ。</p> <p>(1) 1 mol の、速さ <math>50 \text{ m/s}</math> で飛び回る球。</p> <p>(2) <math>500 \text{ m/s}</math> で運動する <math>\text{O}_2</math> 分子 (<math>\text{O}_2</math> の1分子は <math>5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}</math>)</p> <p>(3) <math>1 \text{ kV}</math> の電圧で加速した電子 (電子の質量は <math>9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}</math>)</p> <p>結果の簡示、公式、計算式を書く。</p>					
					(1)
					(2)
					(3)
					$\times 10^{-24}$ e
					$\times 10^{-17}$ e
					$\times 10^{-16}$ e
<p>3. セシウム <math>\text{Cs}</math> の光電効果の閾波長は約 <math>0.0 \times 10^{-10} \text{ m}</math> である。セシウム球を照射した光電管がある。</p> <p>(1) 波長 <math>0.0 \times 10^{-10} \text{ m}</math> の光の光子のエネルギーと運動量を求めよ。</p> <p>(2) この照射面から光電子を放出するのに必要な最小の光子は <math>n \text{ eV}</math> である。</p> <p>(3) 照射する光の波長をより短く、かつ弱い光にすると、飛び出す光電子のエネルギーおよび運動量はどうか変化するか。</p> <p>(4) 波長 <math>2.7 \times 10^{-10} \text{ m}</math> の紫外線を照射したら、飛び出す電子のうち最大の運動エネルギーはいくらか。</p> <p>結果の簡示、公式、計算式を書く。</p>					
					(1)
					(2)
					(3)
					(4)
					$\times 10^{-19} \text{ J}$
					$\times 10^{-20} \text{ kg/e}$
					$\times 10^{-19} \text{ eV}$
					$\times 10^{-19} \text{ J}$
<p>4. 水素原子の電子のエネルギー準位は <math>E_n = -13.6 \text{ eV} / n^2</math> (<math>n=1, 2, 3, \dots</math>) で与えられる。いま、電子が <math>n=3</math> から <math>n=2</math> の状態に移ったとする。次の各問いに答えよ。</p> <p>(1) この2つの準位のエネルギー差は何 J か。</p> <p>(2) このとき放出される光の波長は何 nm か。</p> <p>(3) この光の真空1 m の波長は何 nm か。</p> <p>(4) この光の色は何色に見えるか。</p> <p>結果の簡示、公式、計算式を書く。</p>					
					(1)
					(2)
					(3)
					(4)
					$\times 10^{-19} \text{ J}$
					$\times 10^{12} \text{ nm}$
					$\times 10^{-10}$

図9 テスト項目

文 献

て、習得度を測定することを目的としたものが多いし、学生も1学級40人程度である。習得度を測定するテストでは、テストに含めるべき内容があらかじめ決まってしまうことが多いが、教師自身が作ったテスト項目について反省する手がかりをテスト項目分析は与えてくれる。

今回使用したテスト項目を図9に示す。この正答カードは図1のマークカードに対応する。マーク欄23～38の8項目は、図9の解答欄のI-(1)、III-(3)、N-(4)および計算欄に当てている。

6. おわりに

このシステムは1987年度から使用し、改良を加えて、パソコンによる形成的評価システムとして完成した。尚、テスト項目作成に必要な図形処理を行う為にマウス、イメージスキャナーやハードデスクを使用している。

教育において、知識の習得や概念の理解といった目的が設定されている。これからは、学生の理解の状態を把握する為の情報を収集し、より目的に合致した処理方法や表現方法を考える必要がある。

- 1) 本間 宏俊  
マイコンによる成績集計システム (I～IV)  
釧路高専紀要 1982～85
- 2) 本間 宏俊 中田 秀雄  
マイコンによる成績・学習環境管理システムの開発、高専教育第9号 152-159 1986
- 3) 本間 宏俊  
マイコンによる成績集計システム (V～VI)  
釧路高専紀要 1987～88
- 4) 吉本 市編「現代理科教育の課題と展望」  
東洋館出版 1980
- 5) 佐藤 隆博  
「S-P表の作成と解釈」明治図書 1975
- 6) 大阪電気通信大学編「教育情報処理」  
パワー社 1985

# 高校生のための光速度測定実験

## — 電磁おんさを利用して —

札幌北高等学校 斉藤 孝

**目的** 光に速さがあることを高校生に実感させたい。従来ある実験を実験室で行う場合、フーコーの回転鏡による方法が多いが、これは暗室を必要とし、光軸の調整且つ1~0.1 (mm) ぐらいの測定など困難点が多数ある。むしろ高校生にとって必要なのは光に速さがあるという実感であって、長い距離を光が往復することによって、明瞭にその変化を納得できるものでありたい。本実験は長い廊下を利用して肉眼でもそれを認め得るものである。

**原理** 下の図1のようにレーザー光源から出た光は、ハーフミラーを通過し、振動する電磁おんさに取り付けられた鏡で反射され、遠くのスクリーン上に単振動を描く。その単振動を図のように光軸上のハーフミラーを通して観測すれば、振動する鏡の角度が時間的に変化しても、変化が遅いと観測者には静止した一点に見える。それは光線逆進の原理によるものである。(鏡は表面鏡使用)

ある瞬間に投光されたスクリーン上の一光点からはあらゆる方向に反射光がでるが、そのうち目に戻ってくる光は正しく逆進してくる。

この実験では次の二つの現象を確認する必要

がある。

〔1〕 おんさの振動が遅い時、またはスクリーンまでの距離が近い時は、おんさ上の鏡が図2に示すような、角度や変位をしても、光線逆進

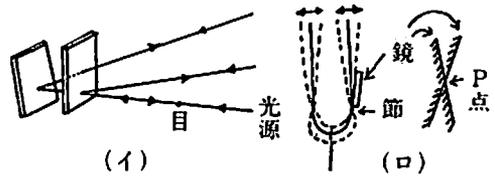


図2

の原理により、往復した光は正しく光源の位置(観測者の目の位置と同じ)にもどる。

往復する  $L$  (m) に対し鏡の移動距離  $S$  は小さくて無視できる。なお鏡の微小変位を小さくするために、鏡を取りつける位置をおんさの振動の節の近くにすると図2のロのように、 $P$  を中心軸として回転振動する鏡と考えることができる。その上、節に近いのでおんさの振動数の変化は殆んどないようにすることができる。

〔2〕 鏡の振動の速さが早く、且つ鏡からスク

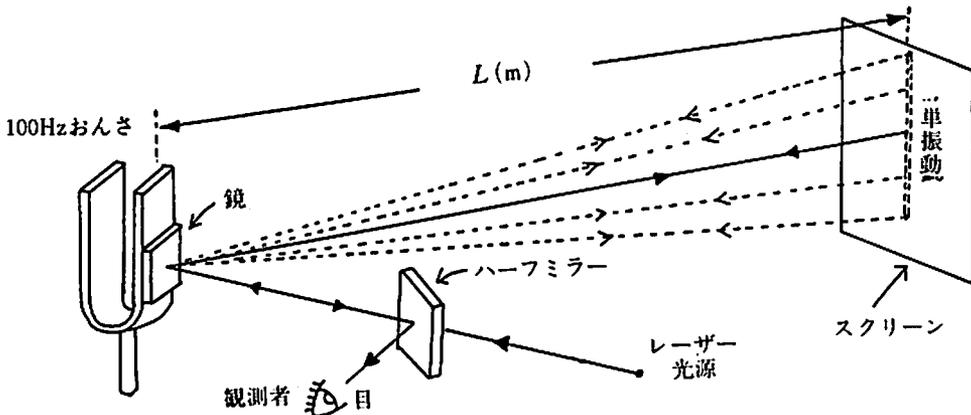


図1

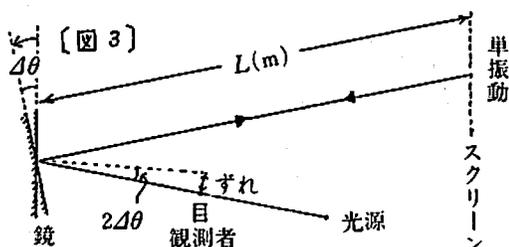


図3

リーンまでの距離が長い時は、光が鏡とスクリーンの間を往復する時間の内に鏡の位置が微小角度  $\Delta\theta$  だけ変化する。よって帰って来た光はもとの位置にもどれない。 $\Delta\theta$  が大きい程、もとの位置とのずれは大きくなる。鏡の一振動のうち  $\Delta\theta$  が大きいのは単振動の中央を通過する時で、他の変位の場所でも  $\Delta\theta$  は存在するが、もとの位置からのずれは極めて微小で  $\Delta\theta$  の範囲内である。

図3のように、観測者の目の位置にもどってくる光は、鏡がもとの位置（光が往路で反射し

よって観測者Oのかわりに、第2の観測者O'を想定すれば、第1の観測者Oが鏡を見るのと逆の方向から鏡を見る立場になる。

おんさの振動数を  $100\text{Hz} = \left(\frac{\omega}{2\pi}\right)$  とする。図5(1)のように、1(m)はなれた所の単振動の振幅が  $a$  の場合、 $O_1$  の位置における、光線が描く瞬間の速度は  $a\omega$  (m/s) となり瞬間の角速度（鏡を中心として描く）は  $a\omega$  (rad/s) となる。

同様に(2)の場合は、振幅が1mなので  $O_2$  に対し光線の通過する速さは  $\omega$  (m/s) で瞬間の光線が描く角速度は  $\omega$  (rad/s) である。

よって遠くはなれた(3)の状態、振幅が  $A$  ならば、 $O_3$ （静止する観測者と想定する）が見る瞬間の角速度は  $A\omega$  (rad/s) といえる。この角速度が1/100秒毎に繰返される。当然ながらこの振動中最大角速度が  $A\omega$  でこれを超えることはない。

図6のように、鏡Gからスクリーン上のO'点に進んだ光の一部が光線進進の原理で鏡Gまでもどる間に、鏡Gが微小角度  $\Delta\theta$  だけ傾いた

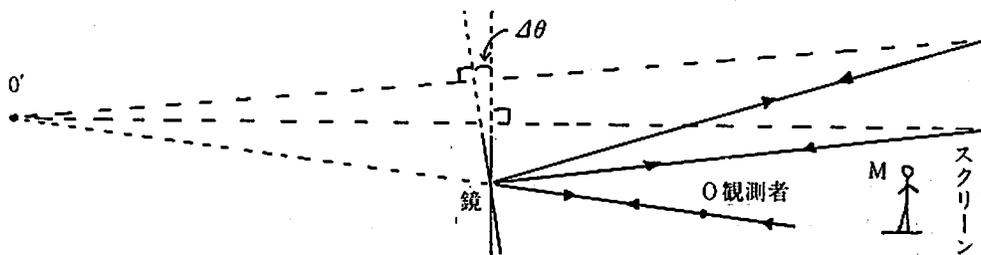


図4

た位置) より  $\Delta\theta$  傾くと  $2\Delta\theta$  の角度でもどってくるように見える。なお鏡も振動して往復するので実際に観測するずれの角度は  $4\Delta\theta$  になる。

場合、観測者Oに対しては  $2\Delta\theta$  の傾きを生ずる。

静止する観測者Oにとって、鏡Gの瞬間の角

理論

上の図4に示すように、第3の観測者Mは、鏡が振動しスクリーン上の光点も単振動するのを観測する。しかし観測者Oは、鏡が静止している時も、鏡が振動している時も図のO'を見ている。(O'はスクリーン上の単振動の中心と一致する。)

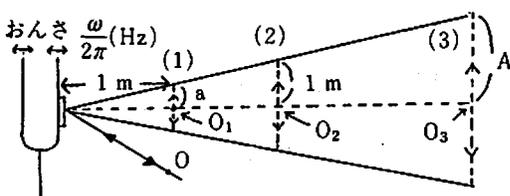


図5

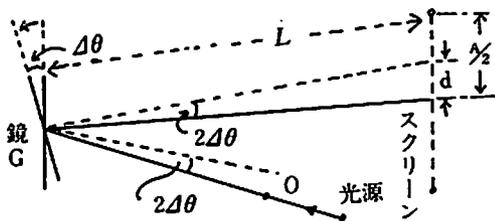


図6

速度は  $A\omega$  (往復  $2L$  光が進むので、その描く振幅は  $A$  となる) である。この  $A\omega$  の角速度は 1 秒間に 100 回繰返される。

光が  $2L$  (m) を往復する時間は  $2L/C$  ( $C$  は光速)

$$\therefore \Delta\theta = A\omega \frac{2L}{C} \quad \text{--- ①}$$

$O$  に対し  $2\Delta\theta$  の角度でひろがって行き、これを観測者が望遠鏡で、スクリーン上の目盛と一致させて  $d$  (図参照) の長さを測定する。

$$\therefore d = 2\Delta\theta \times L \quad \text{--- ②}$$

$$\text{①と②より} \quad C = \frac{2A\omega 2L \cdot L}{d}$$

よって従来のフーコーの式とは異なる。 $d$  は単振動の振幅なので、観測する長さは  $2d$  になる。

**実験の方法** 従来のフーコーの実験では、回転数の測定と、光線のずれの測定と二カ所のデータが必要であるが、この実験では手元の一カ所のみで測定できる利点がある。

- ① 光軸上にハーフミラーを置く場合は、暗室が必要である。ハーフミラーの透過光が弱くなるので遠くまで光がとどかない。

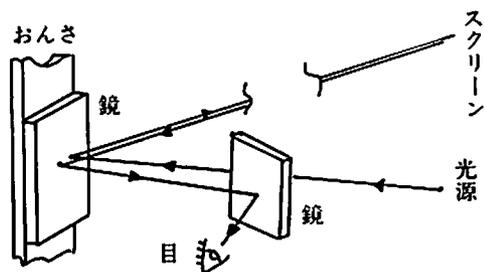


図7

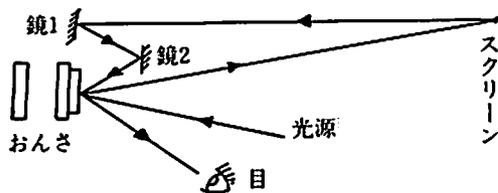


図8

- ② 図7のように鏡上に見える光点の位置を、こくわずかずらすと、光源からの光を邪魔しないで、明るい廊下でも観測することができる。

注意することは、おんさの鏡にあたる光点の位置を近づけ同じ振動をする様配慮する。十分長い廊下で行えば、鏡を通して肉眼でずれを観測できる。

- ③ 図8のように、1と2の鏡を配置し、おんさの鏡の同じ振動位置で反射させ観測する。この方法が一番手軽で調整し易く長い廊下を利用すれば、生徒の肉眼で観測できる。但し廊下が十分に長くないと、1と2の鏡の高低差が現れ易いので注意すること。

### 測定結果

物理教室の前の廊下から化学教室前を通り地学教室に達する壁までの距離で実験した。方法は②による、おんさからスクリーン迄(壁に白紙を貼る) 35 (m) の長さで、おんさは前川科学の 100 (Hz) の電磁おんさを利用した。スクリーン上にできた単振動の振幅は 1.1 (m) であった。光源に He Ne ガスレーザーを使用し、スクリーンの白紙上に 1 (cm) 単位の日盛をつけ、室内望遠鏡 (8 倍から 20 倍) で測定し、 $2d = 5$  (cm) となった。よって光速度は、

$$\begin{aligned} C &= \frac{2 \cdot A\omega 2L \cdot L}{d} \\ &= \frac{2 \times 2.2 \times 2 \times 3.14 \times 100 \times 2 \times 35^2}{0.025} \\ &= 2.7 \times 10^8 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

## 高校生のための光速度測定実験

### あとがき

生徒に光速度の実験をしてやりたいと思って考えたのが3年前のことで、途中回転鏡を作るのに失敗したりして、今回やっと発表できる機会を得た。生徒には物理室前の廊下で説明し、いろいろな意味で効果的であったと思っている。

本実験に使用される器具が、高校程度の実験室にあるものだけで行えたことが何よりだと思っている。なお本実験でスクリーンまでの距離を長くすればする程、回転鏡の角速度（本実験ではおんさの角振動数）を上げることができ

る。言葉をかえれば長さを時間にかえることが出来たことになり、実質的には回転数の高い回転鏡を作る苦勞がなかったことである。

おわりに、この発表に際し、ご助言、ご激励をいただいた北海道工業大学の佐々木一正先生、北海道大学の吉田静男先生に心から厚く感謝致します。

### 文 献

- 1) 辺見竜夫：光速度測定実験，物理学実験テキスト，北海道大学工学部数物系共通講座 pp. 116～120，1981



## 学社連携による科学教育

— この25年間における子供達の変容 —

帯広市青少年科学館 佐々木 嗣 郎

### はじめに

道内には9つの科学館相当施設があるが、科学実験学習を学校行事としてうけいれ実施している科学館は3館であり、当・帯広市青少年科学館以外は、日帰りの実験学習である。

当館の場合は、科学館に、児童文化センターと宿泊施設が併設されており、昭和39年から現在（平成1年）までに、約20万人の小・中学生が、宿泊学習を実施してきている。

その目的は、学校や家庭では体験し得ない共同宿泊生活を通し、集団生活の楽しさ、また、厳しさを体験しながら、社会的マナーや、友愛・協力・責任などの心を育て、個人別の科学実験製作学習を通して、科学的能力・態度の育成を図り、創作活動を通して、創造性の育成を図ることにある。

当館独特の事業として約25年間取り組んできた、社会教育としての科学教育の場で見た私達関係者の予想を超えた子供達の変容の実態を中心として記述する。

### 児童・生徒が評価をする学習

当館が設立された昭和40年代は、科学立国・人材養成が叫ばれながらも、未だ学校には実験室もまれな頃で、学校教育の補完事業としての当館の宿泊学習は、全国にテレビ中継されるほどで、学社連携事業のモデルの一つであった。宿泊生活体験と科学実験学習を組み合わせたことは、このことから6年後に生涯学習が言われ始め、十数年後には、学校の荒廃対策として宿泊学習が奨励され始めたことを考えると、先輩の先見の明にあらためて脱帽せざるを得ない。

社会教育は、職員と施設の利用者は対等であり、利用者が指導者を評価して選ぶこと、社会的要請を速やかに把握し、利用者の学習や活動の奨励、またその場や機会を提供することを業務とすること、更に、参加は自由であることな

どで、学校教育とは違っている。

この意味で、職員は、学校に依頼されて指導する立場となるので、引率教師と児童・生徒の全員に対して無記名アンケートの記入依頼を当初から行っている。実際、100校以上に及ぶ多様な引率教師の助言や、いわば鏡のような児童・生徒の反応は、指導上非常に有益なものであった。

また、いろいろな問題を克服しながら、25年間にわたって宿泊学習を継続された学校関係の方々のご協力に、深い謝意を禁じ得ない。特に、教科担任制の大規模中学校の場合は、当館の宿泊定員が2学級分しかないことによって生ずる業務上の支障、夜間の生徒指導の問題などで、大変な行事であったのだから。

このことが、開館19年後の頃から始まった、少年自然の家などを活用した自然教室へ移行していく原因の一つとなったほどである。

### おもしろく、よくわかり、ためになる学習

当館の実験学習の特色は、物理、化学、生物、天文、地学の全分野の実験室があること。実験室の定員は、それぞれ24名で、指導室の助手として、嘱託職員が別に配置されていること。個人別実験や、製作題材を主としていること。プラネタリウム、展示室、天文台などを使用すること。児童・生徒によって選ばれた1題材の実験時間が、小学5年生の場合で1時間20分、中学2年生の場合で2時間40分であることなどである。

アンケートによると、児童・生徒の希望する学習は、怒らない先生による、全員が面白く、良く分かり、為になる学習である。

現在でも、「非常に良かった」、「良かった」の評価を合わせると、90%を超えているのは、上記のような指導条件によるところが大きい。

しかし、社会教育的視点で、変化する児童・

生徒にただちに対応して、指導方法や、題材の研究・開発を続けることも重要な条件であった。

事業開始当初の題材では、学校で出来にくい実験を主にした関係上、教科書にのっとった実験の個人別化、明確化、モデル化を図り、驚きや、面白い演示実験の開発、指導の順次性の研究などをめざしたが、各学校の実験室が整備されるに伴い、昭和46年頃からは、身近で、郷土に関係深く、興味深い独自の題材開発に努め、現在に至っている。

この間、一貫して取られた方針の特色は、指導内容に関係する実験器具や物品、及び資料の製作をなるべく加味し、記念として持ち帰ることの出来るようにしたことである。

この方針は、昭和52年より始まった「ゆとりのある教育」の名のもとに、実験や製作教材が次々と教科書から消えていったこととは逆行している。

しかし、製作教材が児童・生徒に圧倒的に人気があること。また、見聞きしただけではわからない児童・生徒の能力・態度が、製作教材に対するときに見事に現れる事実は見逃せない。

裏を返せば、子供時代の、頭で想像したものを作りあげたり、考えたことを実験で確かめたりする体験の欠落が、今の児童・生徒の能力・態度、思考力、創造性、判断力、性格などの実態に影響していると言うことが出来るのである。

当館では、刃物、金槌、ハンダこて、鋸などの道具を使う題材を開発し、少々の怪我や、ヤケドは貴重な体験として位置づけている。

これも、学校では出来ないことだと言われるが、学校で道具を管理していれば、問題はおこらない筈である。出来ないわけではない。

直観的に考えても、手を使う前提には頭を使う。手からの情報は、大半すぐ忘れる視聴覚器官からの情報と違って、直接入力であり、忘れにくく、積み重なって行く。

自分自身を考えてみても、子供時代にやったことは、その効果を含めて明確に覚えている。子供時代、この体験の欠落したままに成人した

現代の青年に、欠落の影響がないとは言えない。

### 子供の本性を失って行く子供達

25年間を振り返ってみると、4つの区切りがあるように思われる。昭和40年～47年、昭和48年～57年、昭和58年～63年、平成元年～である。

続々と書かれている「宿泊学習の思い出は一生忘れない」というアンケート。毎年、定員オーバーの科学クラブ員の募集。おすなおすなで、泥だらけになった三重大行事。これらにかげりが出て来たのは、昭和48年、イザナギ景気のさなか、列島改造からである。

まず、3期あったクラブ活動が定員に不足で2期になり、代わりに文化クラブが発足し、会館利用人員が減少しはじめ、中教審で教育の多様化、現職教員教育などが言われ、落着きのない中学生がめだつようになってきたのである。いわゆる、科学ばなれが始まったのである。

この問題は、公害問題による科学に対する不信感や、科学技術の高度化、ブラックボックス化や、身のまわりの人工化に比例して、現在も続いている。

そして、昭和52年の乱塾時代、ゆとりのある教育が言われた頃、子供達の手の不器用さが製作学習時に顕在化してきて、この傾向は、現在まで止めどなく続いているのである。

以上の事実は、操作説明をよく聞いていない児童だけでなく、自他共に優秀と認められている児童の方がひどいのである。

それ故、学習の終わりに、このように手を動かす機会が少なくなったのは、あなたがたにとってよいことか、悪いことかを聞くことにしていた。

見聞きして得た知識は、頭に残りにくいが、忘れられず頭に積み重ねられてゆく体験が、どんなおとなになるかを定めることを認識してはしかたからである。

昨年までは、悪いことだと言う声が一斉にあがっていたが、平成元年は、ちょっと違う言い方が聞こえる。挙手をさせてみると、手を使う機会の少ない方が良い、という方に手を挙げる

児童が現れたのである。

女子が多い場合は、これが多数派となり、2～3人の男子がおずおずと、悪いとする方に手を挙げていることもある。

「もはや子供はいない」という本の題名を見た事があるが、眼前に現実が現れたのである。

また、去年までは、水に入れてみなさい、と言うと、水につけて、取り出して見ていたのに、今年は申し合わせたように、水に入れっぱなしのままである。

化石の標本を調べなさいと言うと、2年前までは、先を争って手に取って見ていたのに、今年は、全員がポカン！ としている。「どうした？」「なぜ調べない？」と言うと、利口そうな顔をした児童が、「辞書や、参考書が無い」と答えるのである。

また、作品の完成、未完成を自分で判断出来ない。やたらと聞きに来る。自分で判断するように言う、出来あがっているのに、仕上げの操作を延々と続けている。

無論、全部ではないが、今年急に現れた事実である。このように、児童の変化は急に現れ、そして消えることなく、徐々に多数派に向かうのである。

### ペット化されて行く子供達

私の小学校時代の生活環境は、父母と近所の友達、先輩、学校の先生、山、川、草、木などで、人工の物と言うと、ラジオと私が壊した蓄音機、スキーくらいのものである。

このような環境では、父母や、学校の先生の教えは、児童に強烈な影響を与える。私の現在の生き方も、尊敬する担任の先生の影響や、父母の影響を、多分に受けていることを認めざるを得ない。

学習した知識も、無意識に行われた体験に裏づけられたものが定着していたのである。

それにひきかえ、現代っ子は雲泥の差の人工のものに取り囲まれている。テレビを毎日3時間半見ていたら、年間では、授業時間に比べて1.7倍の情報量である。

身のまわりの自然現象に関心を持つという理

科の目標にほど遠い。

しかも、個室に入れられ、行動の自由が束縛されている。家庭は自動化され、自分の役割も少ない。家と学校や塾との間の振り子の運動である。

ストレスが高じて腕力に訴えれば、暴力として禁じられ、言葉で言えば、いじめとされて禁止されている。あとは、言わ猿、行わ猿に徹して、一番楽な、受け身のペット化の道を選ぶしかないのがなりゆきでなかろうか。

人類は、森が平原に変わって行くと言う環境の変化の過程で、直立歩行が可能になったとされている。環境の動物である子供が、現在のよう環境におかれたら、その本能的な特性まで変わってしまうのではなかろうか。

現に、体重をかけることが少なくなったためか、子供達の足はひょろ長く折れ易い。やわらかいものばかり食べることによる顎の瘦せ細りは、たった50年間なのに科学的に証明されている。

現在の生活環境が次の世代に引き継がれてゆけば、あたかも遺伝に似た現象になるに違いない。

かつて、わが家に、池の水を飲もうとして、つんのめって池に落ち、太り過ぎて自力で這い上がれず、乾かしてやってから、外に出したら、一晩中鳴き喚き、運動に連れて行こうと首輪をつけたら、地面にはいつくばって動こうとしない犬とは思えない犬が迷いこんで来たことがあった。

いま思えば、小さい時にペットとして家の中で飼われ、大きくなってあまされたのに違いない。

青少年補導の関係者の話では、最近では、夜に子供の姿を見掛けなくなったそうである。これは、本当に喜んでいいことなのだろうか。

### 豊かな時代の教育

資料1は、現代っ子を取り巻いてきた環境要因の変化の断片と、その結果に、私の経験の一部を記入したものである。

これを見ると、物質的豊かさが、いかに社会

を変え、家庭を変え、人間形成に影響しているか明確であり、従来のお題目による精神主義の教育、施策の無力さが分かる。

総理府の60年の青年意識調査では、

- 何もしたくない 67%
- 一人きりでいる方が気楽 56%
- なにをしたらよいか分からない 54%

ちなみに、60年の大卒新入社員のあなたは、「使い捨て懐炉型」である。

現代っ子は、よかれあしかれ、限りなく豊かさを求め続けているが、科学技術の進歩発展を唱えて来た我々旧人類が育てたものであるだけに、その行く末に責任がないとは言えない。

「彼らが生きる社会は、戦争もなく、遊ぶ為に働くことが可能なバラ色の社会なのだし、仕事もコンピュータまかせで、能力は必要なくなるのだからこのままでよい。約8割の人は現状に満足している」と言うひともある。

仮にそうだとすると、問題は、物質万能の極地のような、このような環境にまかせたら、人間の身心はどうなり、どんな社会になるかである。

統制、自由の両極端の米ソ両国は、いずれも破綻しつつあり、見本たり得ない。要は、バランスと言われるが、管理的組織や教育では、人間は育てられず、人が人をつくる教育の原点が重視されるのではなからうか。

マンツーマンの視力障害者理科教育の原則は、

教えるのではなく、分かち合おう  
受け身でいよう  
発見させよう  
チャンスを生かそう  
体験は説明の後  
楽しさは、学ぶ力  
子供第一

とされている。この原則は、子供でも利用者として上位に位置づける社会教育的視点に共通するものがある。

今や、家庭、地域社会、学校、社会教育が共通認識の上に、貧しい時代の教育を見直し豊か

な時代の子供に必要な事は何なのかを情報分析の上、確定し、それを身につけてもらう手順・方法を確立しなければならない。

この場合、約80%の青少年が現状に満足し、教育される必要感を持っていないことを踏まえ、多様な人生体験、自然体験、製作体験、趣味、交流、遊び体験などについて検討すべきである、と考える。

この意味で、子供を社会の子でもあると言う立場での家庭教育の見直しが必要であり、「三つ子の魂百までも」と言う幼児期の教育が最重要課題であると考えられる。

このことは、温室でしょうぶな植物を育てるようなもので、現状では非常に難しい。幸いと言おうか、コンピュータのおかげで、地球環境の悪化が測定可能となり、将来の地球環境が予測され、限度を越えた人間活動の巨大化にブレーキをかけなければならなくなっている。

現在、「宇宙船地球号SOS」という展示品を製作中であるが、地球環境に限らず、過ぎたるは及ばざるより悪しの共通認識が、早く、すべての人に確立することを願って止まない。

#### おわりに

科学教育の推進を業務としている者が、科学技術の乱用、限界を言うのは、立場としてはおかしく見えるかも知れないが、本来、科学的な考え方と言うのは、出来る限りの情報を集め、目的達成の為に現状での最善の方法を求めることである。

言い過ぎた点があるとしても、約20万人の子供達に接して得た偽らざる感想である。

私の教室には、ティラノザウルスの模型が展示してある。顔より小さくなっている手の持つ意味を感じて欲しいからである。

はじめは、けげんそうな顔をして、「為になることも教わり、有難うございました」とニコニコして帰る子供達を見ると、この子らの将来の明るいことを願わずにはいられない。

資料1 子供達を取り囲んだ環境の変化の概要

年	科学技術関係の環境	政治経済関係の環境	教育関係の環境	備 考
31	トランジスターラジオ 三種の神器		団地族百万人 太陽族 教育委員任命制 貧乏汚職暴力追放 団地族	
32 33	電気コタツ	スーパーマーケット急増 インスタントラーメン		
34 35	自動車 カラー放送	岩戸景気 株式ブーム 消費ブーム クレジットカード	核家族化68%	
36 37 38 39	パブリカ リポビタンD タッパウエア 新幹線	新産業都市指定 東京オリンピック	六本木族  カギッ子	青少年科学館設立
40	電子レンジ 電気冷蔵庫普及	国鉄コンピュータ子約 GNP 3位	エレキ族 中央教育審議会 期待される人間像 原宿族 シンナー遊び 5月病 学生運動 断絶の時代 猛烈社員 三無主義おちこほれ 中教審 脱サラ	
41 42 43	トヨタ、日産自動車 ミニ電卓 ラジカセ	GNP 2位		
44 45	月面着陸 オオスミ打上 冷凍食品 4チャンネルステレオ	いざなぎ景気 万国博 公害対策基本法		
46	日付付きカメラ	公害白書		
47 48	カップヌードル 1万円電卓	列島改造 狂乱物価 石油ショック	こうこつの人	入館者減少開始 (科学クラブ) (3期→2期) 文化クラブ発会
49 50 51 52	ボラロイドカメラ カラーテレビ普及 ビデオ 布団乾燥器 自動焦点カメラ	宅配便 200連時代 貿易摩擦	未婚の母 非行問題 独身貴族 乱塾時代 窓際族 ゆとりのある教育 記憶にありません	(科学クラブ) (2期→3期) 不器用顕在化
53	ワープロ	地方の時代 ロッキード事件		
54	パソコン テレビゲーム	地価鈍化開始 省エネ スリーマイル島事故	自殺問題懇談会 校内暴力 祖母殺害 電話ッ子 お子様ランチ型 コインロッカー型 田園生活学校 漢方薬型 粗大ゴミ	動作緩慢化 自然に親しむ行事 指導内容精選化
55 56	マイコン レーザーディスク	深夜テレビ自粛		製作過程の縮小化 岩内自然の村開村
57	カラオケ CD 液晶テレビの発売	日米経済摩擦激化	登校拒否 くれない族 瞬間湯沸かし型 個食化 単身赴任 三語族	(パソコンクラブ発会) (手首を回せない子の) (出現(搅はん))

学社連携による科学教育

年	科学技術関係の環境	政治経済関係の環境	教育関係の環境	備 考
58	ファミコン	対癌対策	戸塚ヨットスクール <u>マージャンバイ型</u>	操作の分解指導 (科学クラブ) (2期→1期)
59	テレホンカード	投資ジャーナル事件 深夜テレビ再開	<u>コピー食品型</u> 文部省生活技能調査 自然教室 臨教審教育目標 いじめ対策 男女機会均等法 <u>使い捨て懐炉型</u> 家庭内離婚 新人類 小3までの理科→生活科	(中学校宿泊学習中止)
60	科学万博 新エネルギー導入ビジョン 通信衛星 電子体温計	豊田商事 訪問販売	行けない族 生涯学習体系 <u>日替わり定食型</u> 家事代行業 高校中退約11万人 グルメ 飽食の時代 亭主元気で…… シングル	操作の事前練習
61	大画面テレビ 液晶テレビ 人工知能 ファミコンブーム シャトル爆発	財テク	<u>テレホンカード型</u> 中2母親殺害 <u>養殖ハマチ型</u> 濡れ落ち葉	操作手順の模型化
62	電子手帳 衛星テレビ	地上げ大都市地価高騰		実験時間の延長 模擬練習
63	ハイビジョン構想	リクルート エイズサミット		(実験時間超過の) 問題化
元年		地球環境問題 (北海道リゾート開発計画) (約380)	幼女殺人 平成ギャル	手を使わない方がよい が多数派

※\_\_は、その年の新入社員に付けられたあだ名。この年より約10年引いた年が小学6年生の時代。



## 薬科大学における物理教育

北海道薬科大学 中野善明

### 1. はじめに

大学の一般教育における物理教育については、いろいろなところで議論され現状の問題点や改善例などが報告されている<sup>1-3)</sup>。医療系に注目してみると、有馬<sup>4)</sup>は歯学進学課程の学生に対する物理実験実習の重要性と実際の教育現状を、花崎<sup>5)</sup>は薬学部における物理学の講義の問題点を、また諸橋<sup>6)</sup>は大学ではないが高等看護学院における物理教育と教育改善の成功例などいくつかの報告がある。

現代の学生は学力、意識、価値観、意欲など多種・多様の傾向にあり、教育する側は従来の方法をただ踏襲することではなくこの多様化した学生の質を十分把握し、また社会のニーズをも併せて考慮して教育法を根本から考え対応する必要があると考える。

最近の医療分野では、その技術の進歩は驚異的と思えるほどで、特に計測技術は顕著である。新しい精密医療機器の知識とこれを自由に駆使できる人材が強く求められているが、本学は医療分野の一端を担う薬剤師と臨床検査技師を主として育成する機関であり、現代の医療に十分対応できる人材を送り出す責務を負っている。

そこで医療技術の進歩と、多様化した学生に対応した大学教育を進めるにあたり、一般教育としての物理学の立場と、医学・薬学の基礎としての物理学を考えると、何を念頭に物理学の教育を進めるべきなのか、“薬学における物理教育とは何んぞや”とずっと悩みつづけて15年が過ぎてしまった。

本稿では、本学における物理教育の現状を紹介するが、教育の改善と内容の検討のためにアンケート調査を行ったのでその結果および大学の概要と物理の履修状況を併せて報告する。

### 2. 北海道薬科大学の概要

北海道薬科大学は昭和49年に開設され、道内では唯一の薬科系単科大学である。学科は薬学科と生物薬学科の2学科から成り、学則定員は両科合せて160名である。本学は主として薬剤師の育成を目指しているが、臨床検査技師国家試験の受験資格を取得できるようにカリキュラムが組まれている。この他本学では大学院を有し、薬学研究科生物薬学専攻が博士課程まで設置されている。

### 3. 一般教育物理学の履修状況

本学の一般教育自然科学系列の物理学(必修)は、講義科目の物理学I・IIを1年次後期(週1講2単位)と2年次前期(週2講4単位)に開講している。実験科目は2年次前期(1単位)に実施し、講義・実験合わせて、7単位の履修を義務づけている。実際の授業は、講義・実験とも1学年を2クラスに分けて行っている(1クラスは約110名である)。

また、自然科学系列の他の教科については、数学は1年次で4単位、化学は講義・実験を合わせて7単位を1年次で、生物学は、講義を1年次で4単位、実験を2年次前期で1単位を履修させている。

### 4. 物理の講義の概要

講義は物理学I・II合せて45回の講義回数があるが、内容は項目別にまとめてみるとほぼ次の通りになる。

- 1) 物理学と医薬の関連性
- 2) 簡単な物理数学
- 3) 運動と力
- 4) いろいろな運動
- 5) 相対性理論の話し
- 6) 弾性体と流体
- 7) 波動と音

- 8) 熱現象の世界
- 9) 熱現象と分子論
- 10) 熱力学
- 11) 電磁気現象
- 12) 静電気
- 13) 電流と磁場
- 14) 光
- 15) 原子と分子
- 16) 放射線と放射能

以上、古典物理学から現代物理学まで一通りを講義するが、この場合医薬の応用例などを取り入れて薬学との関連性をもたせながら授業を展開している。また学生たちの物理に対するアレルギー解消法の一つとして、難しい数学の導入は最小限とし、また第1・2回目の講義においては、簡単な数学計算でも重大な結論の得られる場合もあることを教える。1例として、子供の頃に誰もが一度は読んだ経験のある『ガリバーの旅行記』を題材にして、バカげた話だが小人のリリパット人達が彼等より12倍の背丈のガリバーにどれだけの食物の量を与えただろうか……?といった問題に対し、どのように問題を解決していくか、その考え方や手順を説明していく。当然リリパット人の食物の量の $12^3 = 1728$ 倍であることは結論として導びかれるが、この過程で $V \propto L^3$ の意味、そしてこれが臨床に直接適用されていることなども示して学生の興味を抱かしている。

## 5. 物理学実験の概要

実験は1日平均4時間、週4日間行い、2クラスをローテーションする形で約1ヶ月間実施する。実験指導は教員1名、助手2名(うち1名は他教科からの応援)で担当し、できる限り実験器具の前で個人指導に心掛け十分の教育効果を目指している。実験グループは、テーマによって異なるが、3~4名のものと、10名前後のものがある。実験テーマを表1に示す。表1は開学時の昭和49年度から平成元年度まで行ってきたテーマを一覧表にまとめたものである。開学初期の頃は有り合わせの器材で実験を実施してきたが、年度が進むにつれて薬学専

門からの強い要請もあり、薬剤師国家試験に関連するテーマも序々に導入している。また本学では臨床検査技術育成のための特別なカリキュラムも用意されているが、その一教科である医用工学概論(以前は医用電子工学概論(ME概論)であった)実習も物理実験の中に入れて行っている。(ただし、このME実習は昭和52~55年まで4年次に物理学実験とは別の日程で行っていた)

実験の開始する1週間前から4~5時間程度実験講義と称して実験に関する諸注意、日程、テーマの割当、それに物理測定と誤差論そしてテーマ一つ一つの内容の説明をできるだけ丁寧に言い実験の能率化を期待している。最後の時間(1日分)は病気などで止む無く欠席した学生のために補充実験として留保している。

実験テーマの中で比較的人気のあったのは、分光器による各種ガスによるスペクトルの観察、レーザー光を用いた回折の実験や光の吸収、オシロスコープによるリサージュ図であった。

## 6. アンケートの結果

実際の授業をするにあたって、学生がどのような基盤をもっているかを知ることは授業を進める上で重要なポイントであると考え。そこで講義および実験の開始直前と終了直後にアンケート調査を例年行うことにしている。その結果の一部をここに紹介しよう。

### 6.1 高等学校における理科の履修状況

本学に入学してきた学生の理科の履修状況を図1に示す。S63およびH1は、それぞれ昭和63年度入学生、平成元年度入学生を表す。以後の図でも同じ意味である。図中の数字はパーセントを表す。この図から分かるように物理の履修率は40%程度であり、本学に入学してくる学生の6割は理科Iの物理しか履修してきていないという実態である。この事実は授業を展開していく上で頭の痛いところである。

図2は高等学校における理科実験の履修状況を調査したものであるが、思ったよりも実験を経験している。でも物理実験に関してのみに着目してみると、全くの未経験者も30%程度い

表1

物理学実験項目

	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	H1
1) パースとネジ・マイクロメータ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2) 面積計	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○					
3) 分光器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4) ネットストン・フリッジ	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○
5) フラウンホーファー分光鏡	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○
6) 気圧計	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7) 湿度計				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8) 等電位線	○	○	○	○	○	○	○	○								
9) 天秤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10) レンズの焦点距離	○	○	○	○	○	○	○	○								
11) メルデの実験	○	○	○	○	○											
12) Abbe屈折計					○	○	○	○	○	○	○	○	○			
13) 旋光計					○	○	○	○	○	○	○	○	○			
14) サーミスター				x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○
15) 光電変換器				x	x	x	x	x	○	○	○	○				
16) 心電心音計				x	x	x	x	x	○	○	○	○				
17) 差動増幅器				x	x	x	x	x	○	○	○	○				
18) 電子回路				x	x	x	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○
19) Kohlrausch bridge				x	x	x	x	x	○	○	○	○	○			
20) 光の回折実験													○	○	○	○
21) 光の吸収率													○	○	○	○
22) 水の粘性係数													○	○	○	○

アハ

フーレイクニ  
フリッジ

る(このデータによると、化学ほどではないが、物理担当の教員は結構実験を行っていると思えてよいと思う……)。

6.2 高等学校時代の物理と数学教科の好嫌と得手不得手

高等学校時代を思い出してもらい、物理やこれと関連する数学の教科について、好き嫌い、得手・不得手を聞いた。その結果が図3と図4

である。これらの図中のMは男子、Fは女子を示す。数学は好きと答えたのが70%近くあったのに対し、物理が好きと答えたのはわずか30%であった。H1年度入学生では更に減って22%である。得手不得手になると更に顕著になり、同じ数学的な計算でも物理計算は苦手のようなのである。H1年度では物理が得意と答えた人は、13%であったが、少人数でも好き、得意

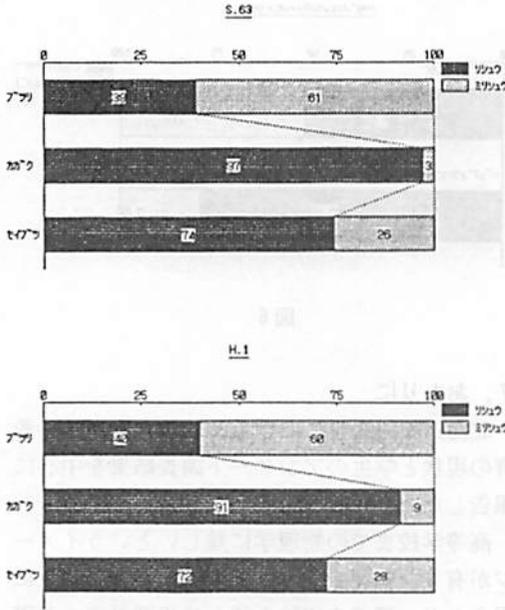


図 1

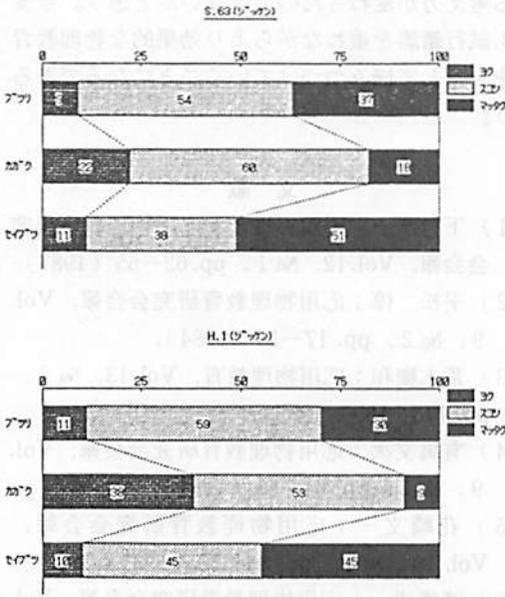


図 2

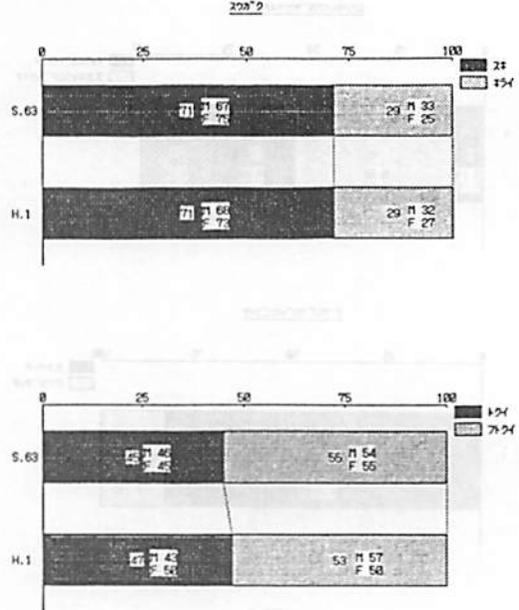


図 3

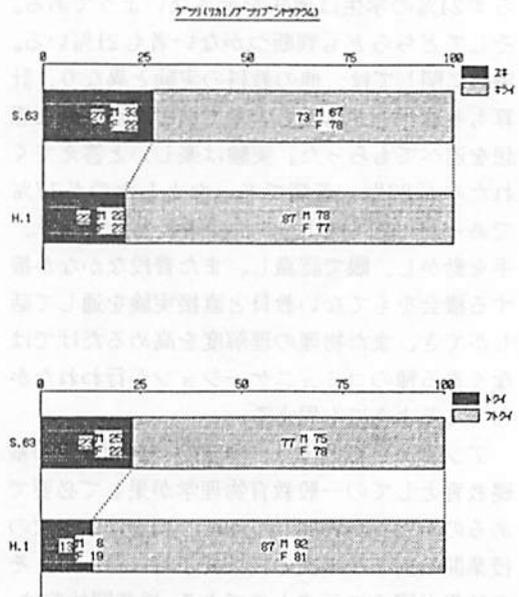


図 4

であると答えてくれた学生がいただけでも物理を教える側としては多少なりうれしい気がする。

### 6.3 本学の物理学講義・実験を終了して講義と実験を終了した時点で物理学に対する

認識が多少でも変わったか? という質問に対して学生は図 5 (a) のように解答してくれた。物理に興味を湧いてきた 9%、少しだけ 46%、合すると 55% の学生が何んらかの形で物理に目

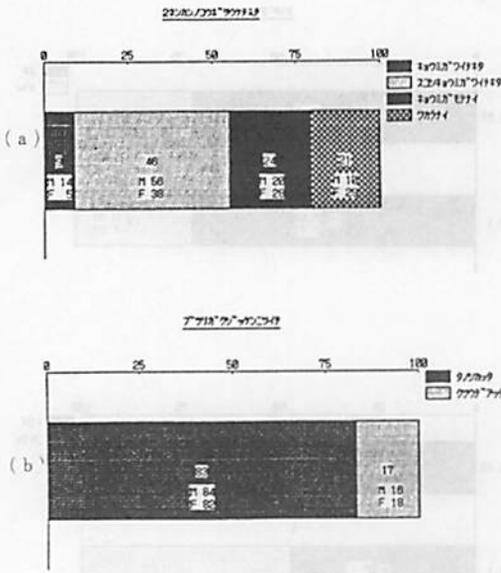


図 5

を向け始めていることが分かった。しかし相変わらず24%の学生は興味を示さないようである。そしてどちらとも判断つかない者も21%いる。実験に関しては、他の教科の実験と異なり、計算も多くデータ処理も大変であったが率直な感想を述べてもらった。実験は楽しいと答えてくれたのが83%、苦痛であったとしたのが17%であった(図5(b))。これは講義とは異なり、手を動かし、眼で認識し、また普段なかなか接する機会をもてない教員と直接実験を通して話しができ、また物理の理解度を高めるだけではなくある種のコミュニケーションが行われたからであるようにも思える。

アンケートの最後は、本学の薬剤師教育の基礎教育としての一般教育物理学が果たして必要であるかどうか質問してみた。調査は1年次の授業開始前と2年次の授業終了時に行った。その結果が図6に示すものである。授業開始前は、物理学が必要と答えたのは52%であったのに対し、終了後では79%に増加した。講義や実験を通して薬学と物理学の係わりを多少なりとも認識できたのであろう。

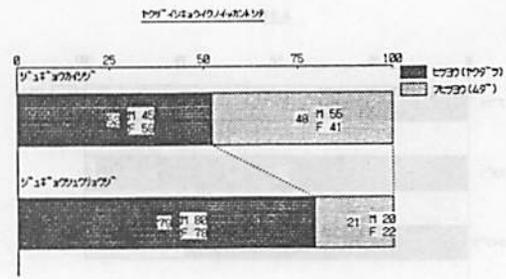


図 6

## 7. おわりに

北海道薬科大学における一般教育物理学の教育の現状と学生のアンケート調査結果を中心に報告した。

高等学校までの物理学に難しいというイメージがあり、物理アレルギーの学生が多いように思えたが、講義や実験を通して専門教育の基礎としての必要性を認識し、また実験を通して楽しさ面白さを経験することによって物理に対する考え方が変わったのではないかと思う。今後も試行錯誤を重ねながらより効果的な物理教育を目指して悩みつづけていくことになるであろう。

## 文 献

- 1) 下村恭子、小館香稚子；応用物理教育研究会会報, Vol.12, No.1, pp.62-65 (1987).
- 2) 平松 惇；応用物理教育研究会会報, Vol.9, No.2, pp.17-18 (1984).
- 3) 荒木慶和；応用物理教育, Vol.13, No.2, pp.173-189 (1989).
- 4) 有馬文次；応用物理教育研究会会報, Vol.9, No.1, pp.64-65 (1984).
- 5) 花崎文一；応用物理教育研究会会報, Vol.10, No.1, pp.88-89 (1985).
- 6) 諸橋清一；応用物理教育研究会会報, Vol.9, No.2, pp.67-70 (1984).



## 教員養成と物理教育

北海道教育大学 平野雅宣

一般物理学・自然教育学B・物理概論を一度に担当する時期（'83～'85）があり、どれもが多人数教育（200名位の時もあった）であり、基礎教育的であったので、頭が錯綜する毎日を経験した。この前後の時期に何かと考える事が多く、少しメモをしていたので議論の素材として、ここに再録することにする。学生達の状況を理解いただく為に'89年度一般物理学受講学生の実態を先に述べておく。今年度は165名受講者中、高等学校で「物理」を選択した学生は55名、また共通一次試験で物理を選択した者は14名である。「一般物理学」に関する考察は、すでに東北・北海道地区大学一般教育研究会（'86釧路分校）で報告済みなので以下ではふれない。ただ上の実態は以下の文章を書くにあたって常に頭にとどめていたことである。

### 一 問題の発端

共通一次試験制度実施以後、自問自答する事が多くなった。学生の講義での反応が一様に低下したように思え、物理専門の理解が不十分になっている傾向が顕著になり始めたからである。共通一次実施以後、学会等出席の折、耳にする会話は、学生の学力不足の嘆きであった。いわゆる地方大学に勤務する教員は皆、そう考えていると言っても過言ではない風潮であった。しかしそれらの言説は、自らの教員としての活動を批判する反省の形では述べられず、他に責任を転嫁する評論家風のものであった。数年経過すれば、嘆いてばかりはられない。今はもうその事は語り合うことはない。個々の教員の新しい実践が始まっているのであろうか。

この事柄で重要に思えたのは、自分の面前の学生達だけではなく、全国的に学生に対する危機感が存在していたという事である。

### 二 大学の「大衆化」と教育

この様な経過の中で、これらの背景にひそんでいることは、大学の「大衆化」現象ではないかとあらためて思い到ったのである。学生数という量の側面だけで見ると、'60年代の中頃の進学率が十数パーセントであったのが、それ以後急激に増加し、'76年から40%近くに達し、ここ10年間横ばいで今日に到っている。共通一次実施は、丁度これと軌を一にしている。従って、質的な内容を捨象するならば、私が直面していた問題は、共通一次後の学生を通して感知された、大学の「大衆化」の一側面であったと言う事ではないだろうか。

大学の「大衆化」は良い事である。国民の教育要求が様々な要因を持ちながら、前進している証拠である。学問が一部の知的エリートだけに占有されず広く国民のものとなる事は歴史の必然的な方向の様に思われる。この関連で、勝木渥氏（信大理学部）の以下の物理教育批判は的を射ていると考える。彼の指摘は、「大衆教育としての大学教育は、'60年代高度成長期の中で確立されて来たが、大衆教育は、そのための授業学が伴わなければならない」とした上で、「物理学者は確立された学問としての物理学の方法にあまりにも馴れ親しんでおり、この事への反省を欠くと、授業学の確立へ向けてはマイナスの効果を持つことになる。また物理学の発展段階の高さをおのれの高さにとりちがえ、物理学の研究手法こそが、唯一至上の研究手法だと思いこんでいる。大学の授業学の確立のために必要な事は、「ふつうの」物理学の授業でさえ、担当教員の工夫は千差万別なものであろうから、状況を記述する事から始める必要がある。自らの授業実践記録を明らかにする事が大切である」（サーキュラー「科学、社会、人間」第11号）と述べている。

そして突然短絡するのだが、初等教育に従事

している人達の言葉が思い出される。「明星の教育」4(1981)で遠藤豊氏が以下の三点を指摘している。

- (i) 「一定のことを教える」授業からの脱出。「教える」という授業を続け、それをそのまま固定してしまっている。学校の授業には一定の教えることがあって学ぶことはない。
- (ii) 発生的な方法を。子供が深いところにしまいこんでいる可能性をさがしだし、追求を進展させ、深く学習に入りこんで行く場として授業を組織していこうとすると、どうしても発生的な方法をとらざるを得ない。子供がめいめいの課題を追っかけてそれを発展させる授業は、必然的に知識その発生過程に参加しながら自分のものにして行くことになり……。
- (iii) 積上げ方式という呪縛から脱けだすこと。生徒の学習をできるだけ実在から出発させ、やさしく、直截に高いレベルにつき進んで行くことができるように授業を組織することである。生徒自ら知識の形成に参加して行くように発生的な方法で学習を組織して行くことである。

氏の論を読んで、私自身が物理学上の何かを獲得しようとしていた学生時代の気持ちと奇妙に共鳴するのを感じる。既存の体系を学ぶ事に於いても、真理の発見の現場に立ち会う気持ちにならなくては、自分としての物理観は形成できないし、体系の再構築はありえない。両氏の内容にも色々批判があり得るし、短絡的に並列した事にも問題があり得ようが問題提起として十分意味があると考える。

### 三 講義の改善と学生の反応

さて現実的な課題は、学生の成長の問題であった。学生の主体性、自覚的意欲の回復或いは形成である。彼等の置かれている現状は物質的条件を除くと、少人数教育であり理想的な状態にある。しかし教員養成を主たる目的とする大学固有の問題がある。免許状取得を第一義的に考えると、専門的理解は深まらない。物理で

の教育体制を考えても、教育形態は、教師から学生への一方通行が強く、教育内容は段階的である。学生との本来の意味で学問し合うのは卒論指導と言う事になるであろう。このような中で、学生が意欲的に学ぶ雰囲気全体として作りあげるにはどうしたら良いのであろうか。

今年度('85)の私の「物理学概論」の試みを述べ、学生の反応を見ることにする。「概論」に対する位置づけとして、数式を出来るだけ使わないという条件を新たに課した。物理学が数式を用いないのは、教育上の一步後退であるかもしれない。しかし、私はアメリカの物理教育学会よりミリカン賞を授与された、ポール・ヒューエットの原則を自分のものとする事にした。

- 一、物理学はとくに固苦しい学問であるが、数式を使わずに言葉でしかも現実と結びついたやり方で説明されれば楽しく身につけることができる。
- 二、物理を応用数学のように扱う事はしない。物理学のいろいろな概念の意味を数式や計算をせずに言葉によって考える。法則を理解したり、覚えるのではなく、どのような論理や根拠でそのように結論づけられるかに常に注意する。
- 三、理工系の学生にとっても、計算練習を中心とした物理の学習に入る前に概念の理解を先行させるべきである。数式を使って問題が解けたからといって物理がわかっているとは言えない。

物理学概論は自然科学科の必修科目である。受講者数は50名(30名が自然科学科の学生、他は様々な学科)であった。講義内容は省略する。以下は学生の反応である。私はテスト或いはレポートの際に必ず講義内容に対する感想と注文を書かせる事としている。

「物理の講義は今までの高校の授業と違って数値をいじるだけのものではなく、理論的にかつそのテーマも私たちの実生活にありそうなでき事、身近な問題をとりあげているなど物理に対しての接し方がかわってきた。今までけぎらしていた物理ではあったがなんとなくこのよ

な物理は好きである。先生の講義は単に板書で説明するだけでなく実際にやってみせてくれたことで具体的にわかるという利点があったと思います。夏休みの課題をしながらテストが悪くてもいずれは役立つかもしれないという本来の勉強の姿勢が自分にちらっとわいたのが不思議でした。」(化学)

「物概の時間は「なぜなぜ質問箱」みたいでけっこう楽しくやっていました。それでなくても僕はあまり勉強が好きではないので、物概は数少ないおもしろい講義として聞いていました。高校時代のひたすら計算の物理とは違う考える物理というものが知れてよかったです。」(物理)

「私ははっきりいって物理がきらいだ。科学の中では生物の次にきらいである。それはなにやらわけのわからない数式ばかりがでてきているからである。しかし今回の講義は大変わかりやすかったと思う。特に相対性理論がおもしろそうに見えてしまうのだ。」(地学)

「……、ここでは物理学に対する感想を書きたいと思います。物理学とはきつとみんなの考えているような数式をいじくるものではないのだと思います。はっきりいってそれなくしては物理学は成立しないのでしょうか。本当の目的は、自然界のあらゆる法則を発見していくことだと思うのです。人間はコンピューターではありません。特に文科系の人には数学嫌いの人が多いようです。ですから数式を使うのは最小限にとどめ、自然界の現象の秩序のすばらしさ、法則の正確さをわかりやすく大衆に説明していく必要があると思います。その点では、私の学力ともからみますが、今回の授業の展開の仕方はよかったですと思います。ただ注文と言えば、現象の法則をわかりやすく説明するだけでなく、それらの存在の意義なども説明していただければ、もっと良かったと思います。また、自然科学科で自然科学史という講義がないので、そのあたりもからめて、時代背景などもところどころ付け加えたら楽しい授業になるのではないのでしょうか。」(生物)

「入学当初から理科の副免を取りたいと思っ

ていましたが、物理がどうしてもなく苦手な私はとても迷っていました。物理という学問に対して私は“数式地獄”というイメージを持っていましたが、先生の授業は数式も少く副免のためだとか単位のためだとか目先の問題をぬきにしてとても興味をもっておもしろく聞くことができました。でも試験はむずかしいなあ！。毎日出席をとってくださるのもせめて出席だけでもと思っている私のような者にとってはよろこばしいかぎりです。板書が多くて、ノートを取るのがつらかったです。」(社会)

「講義の内容はとてもおもしろかった。物理に関しては高校ではやっていないので聞くのがとても新鮮だった。講義はまじめに聞いた。でも私自身知識が少ないので講義からおいていかれることがよくあった。普通の講義は、教官の説明を順序よくノートに書きとめられるが、物理の場合最後まで説明を聞いてはじめてなっとくするので気がついた時にはノートが書いていないことがあった。できればポイントをもう少し板書して欲しい。」(家政)

文章はそのまま引用した。感想も点数の内に入れると言って試験しているので、ほめ言葉は割引くことにしよう。しかし生き生きとした文章は読んでいても嬉しい。勿論全くわからないという嘆きの文章もあったが、全体的に引用と同様の内容であった。しかし、これ等の文章を読むと様々な思いが生ずる。何と物理学は私達の大学に於いてマイナーな学問である事か。学生達は何故これほどに物理学から疎外されているのか。

昨年、合同教育研究全道集会の大学分科会出席の際に、これらに関わって、学生の教育と成長の問題について述べた所、著名な老教育学者が、それは高校ですまして来るべきことであって、大学の教育の問題ではないと助言して下さった。果たしてそうなのか。

学生達の感想の分析はしない。読まれた方が各々考察するべき事であろう。また私の講義の原則(但し相手が主として一年次の学生である事を忘れては困るのだが)に批判があるかもしれない。全ては議論の素材であると考えている。

自問自答では内容の進歩がないので、あえてこの様に皆さんの目にさらすという事にしたのである。

#### 四 学生の権利について

物理がきらいと言う学生（多分同時に数学がきらいであろう）の不安はどのように解消されるのだろうか。解消とまでいなくても、物理に対する取り掛りは、どのようにして得られるのであろうか。私にはまだ充分な解答があるわけではない。しかし彼らが授業に積極的に参加できるよう自己の権利を主張するためのトレーニングは必要であろう。これに関して、アメリカのコネチカット州ウエスリイアン大学での「学ぶ権利宣言」（パリテイ'86.02）を紹介して私の文章を終わることにする。

れる権利がある。

わたくしには、ある科目をきらいの権利がある。

わたくしには、成功したかどうかを自分で決める権利がある。

以上が、私達の大学の学生の権利としてふさわしいかは、また問題があるであろう。しかし私自身としては、これから10年間くらい、このような権利を想定して、教育観を形成して行こうと考え、既に4年間経過した。教育内容・姿勢について更に考えを深めなければならない。私の考えの進捗と学生達の変容のスピードには大きなへだたりが存在する。区切りの良い時期に今一度、自分自身の考えを整理したいものである。

#### 学ぶ権利宣言

わたくしには、自分自身のペースで学ぶ権利がある。他の人よりペースが遅いからといって、落ちこぼれとか馬鹿だとか思う必要はまったくない。

わたくしには、どんな疑問でも、質問する権利がある。

わたくしには、特別の援助を要求する権利がある。

わたくしには、先生に援助を要求する権利がある。

わたくしには、わからないとはっきりいう権利がある。

わたくしには、理解しない権利がある。

わたくしには、ある科目での自分の能力に関係なく、自分に満足する権利がある。

わたくしには、ある科目での成績に関係なく、自己評価する権利がある。

わたくしには、どんな科目でも学ぶ力があると考える権利がある。

わたくしには、先生や教科書を評価する権利がある。

わたくしには、リラックスする権利がある。

わたくしには、一人前の大人として扱わ



## 日・米・中 物理教育会議

### — W<sub>5</sub> The interface between high school and college/university physics — に出席して

札幌西高等学校 加藤 誠也

'89 7/22～27の6日間ハワイ大学での標記の会議に出席した。会議はワークショップ形式で、テーマは、W<sub>1</sub>) The physics curriculum. W<sub>2a</sub>) The development of teaching materials and low-cost experiments for college's and universities' students. W<sub>2b</sub>) The development of teaching materials and low-cost experiments for high school's students. W<sub>3</sub>) The preparation of future physics teachers and in-service education. W<sub>4</sub>) Research in concept formation. W<sub>5</sub>) The interface between high school and college/university physics. W<sub>6</sub>) Computers in physics educationの6分野で、日本からは27名が出席し、それぞれテーマに分かれて参加した。W<sub>5</sub>)は中島春雄氏(北大)、広井禎氏(筑波大付属高校)、それに加藤の3名が参加した。他は米国より6名、中国から2名で計11名で構成された。用意された話題は、日本からは大学入試を中心とした進路指導や高校物理の改善等についてであり、アメリカ側からは、高校生の物理の選択者が20%程しかなくなったこと、高校での物理の教員が孤立化しているが、高校-大学間でどうこれを組織化し活性をはかるか等についてであった。中国はオブザーバー的に発言していた。議論の深まりについては、第1回のためか、状況説明が多く、充分であったと言う程ではなかったが、(私にとっては会話力の不足から)アメリカの大学入試制度の概要(日本で言う共通一次テストの運用)、アメリカが抱えている物理教育の危機感(履修者の減少傾向、教員の孤立化等)等を直接的に得ることが出来た。日本はアメリカをお手本のひとつとしてここまで発展してきたように思われるが、現在アメリカが陥ちた穴があるとすれば、我々はそのに陥ちない知恵と対策をもつ事は重要である。物理教育のこれからを考

える上で、私には貴重な会議であった。

さて以下は私見であるが、私の最も気になっている事柄を二、三述べてみたい。

そのひとつは、新カリキュラムにも掲げられている個性と創造性を伸ばす教育の展開についてである。個性伸長は教育の古来からの理想であり、その具現には何等の問題はない。しかし、これを展開するためには、生活及び学習の両面にわたって、基礎・基本が確立していることが大前提であって、決して、生徒の我儘を容認し放任することではない事を確認しておきたい。物理教育の立場からも、学習を簡単に投げ出す生徒が増しつつあるように思われるが、専門家養成の場面でないにせよ、時に教師の毅然たる態度が必要である。なお、生徒は自らの個性や適性をいろいろな対象に全力で挑戦することによって認識する。決して、一時的な好みや流行によって個性がとらえられ、開花実を結ぶものでないことを強調しておきたい。

次は平等についてである。親も教員も「やれば出来るのだから……」と子供に言い過ぎているような気がする。勿論、子供を励ますことは教育の場で非常に大切なことではあるが、「やれば出来る……」が、そのまま、やれば子供AもBもCも同じに出来るにつながり、子供の立場からは、実は大変酷なことを要求されている場合が多い。このような平等感が教育を画一化し、いろいろな教育問題を生んだ原因のひとつのように思われる。決して人間としての差別ではなく、個々の適性を見抜き、これを伸ばすことが、これからの社会からの教育に対する要請ではなからうか。

最後に、今後の物理教育について、新カリキュラムは、少なくとも理科教育の立場からは、21世紀へ向けて正鵠を射たものであろう。しかし、特に大学入試とのかかわりにおいて、カ

リキュラムに明示されている課題研究と探求活動が生かされなければその理念は開花しない。高校サイドから、課題研究と探求活動という理科教育の根底にかかわる部分の展開について、力を傾注しなければならないのは勿論であるが、大学側からの正当な評価が欠けると、現状の大学入試物理に戻るであろう。評価の仕方に

ついて、いろいろな問題点もあろうが、現状を打破し、真に理科好きの生徒を育成するために、この事を大学に強く要望しておきたい。欧米の例をみても、その方法はある筈である。

以上が、ハワイ会議を機に感じたことのまとめの一部である。諸氏のご意見、ご指摘をいただければ幸いである。

## THE INTERFACE BETWEEN HIGH SCHOOL AND COLLEGE/UNIVERSITY PHYSICS

Sapporo Nishi Senior High School, Japan      Mr. Seiya katoh

### 1 Present Conditions in Japan

In Japan we have some problems concerning the theme above— — the interface between high school and college/university physics. The problems have continued to be pointed out for the past ten years. Many people complain that college and university students nowadays lack the desire for leaning, that they lack pioneer spirit or creativity, and that many of them do not like to find employment in science and engineering fields after graduation, even though this is not true of all college and university students.

In order to solve the problems, two measures can be suggested: the improvement of entrance examination systems and the disclosure of information about faculties and courses from college/university side, and the improvement of counseling on choice of college and university and the betterment of high school physics instructions from high school side.

In this essay, I would like to state concerning how to settle the problems from high school side. Another attendant from Japan is to present a suggestive solutions of the problems from college/ university side.

### 2 Problem-solving Measures from High School Side

#### (1) Improvement of Counseling on Choice of College and University

Counseling on choice of college and university in high school has mainly been concerned so far about the strategy and tactics for having the students pass entrance examinations to college and university. It can safely be said that college and university

choice guidance has not laid sufficient stress on getting each high school student to establish his or her own views of life and career and on leading him or her to choose the best-suited college and university, faculty and courses, by grasping each student's abilities, aptitude and desires.

It cannot be denied that teachers have had a tendency to advise students of high marks to go on to the faculty of medicine or to a prestigious college or university, regardless of its faculties and courses. High school students have often been forced to choose the college or university to enter by their teachers (and parents) who pay special attention to their students' (son's or daughter's) careers after graduation.

Fortunately the process of choosing the preferable colleges or universities by the students at our school (Sapporo Nishi High School) has gradually been changing. According to the questionnaire conducted on the senior students at our school last year shows that approximately 70 per cent of them chose their colleges and universities, taking their own aptitude into consideration and checking up on the academic features, faculties and courses, and teaching staff of colleges and universities. This, I hope, means that Japan is changing from the technique-oriented society toward the culture-oriented society. Young people will instinctively take in the current of the times. In any case, it should specifically be pointed out that we high school teachers are requested to give a second thought to the guidance for our students' choice of college and university.

## (2) Improvement of High School Physics

This problem has a great deal to do with "entrance examinations to college and university." That is, many (not all !) high school students choose physics because it is one of the subjects given in the entrance examinations. They study it very hard so that they can pass the entrance examinations. Therefore, the contents of high school physics has had to change according to the entrance examinations. Not all this is to be blamed, but there is so-called "physics strong only in exams." It is pointed out that although the students who are supposed to be good at physics do have the ability to successfully answer the questions given, they are rather weak in making inquiries for themselves and have very little pioneer spirit and creativity.

In high school physics, of course, there is the teaching principle which consistently runs through elementary school, junior and senior high school. The Physics Education Society of Japan has energetically been discussing the problems of college and university entrance examinations, paying careful attention to the coherence between high school and college/university, so that they may not fall into "physics for paper-test." The fact is, the problems stated above are still the actual conditions in Japan.

There is an indication of improvement, however, on this kind of problems. Besides the positive actions of the Physics Education Society of Japan and others, Ministry of Education, Monbusho, promulgated the New Course of Study (the revised syllabus) in 1989. It says about how science should be taught that "student-initiated inquisition activities" should be promoted and that "pro-

blem inquiry" should be emphasized. The similar suggestions were given in the former version of The Course of Study, and conscientious science teachers insisted that those suggestions be positively followed. But it is regrettable that the emphasis of the movement did not gain ground successfully because of "physics education for paper-test."

Now, the reassessment of education is requested not only in physics education but in every field of education, and not merely in Japan but also in many countries the world over. It can be said that Ministry of Education gave the above directions in order to solve the problems pointed out at the beginning of this essay. I am very happy to see my long-cherished wish finally coming true. Hereafter I intend to make further investigations into the problems between high school and college/university, and to study how to introduce the elements of "inquisitive activities" and "problem inquiry" into college and university entrance examinations, referring to the examples in Europe and United States of America.

## 3 To close this essay

I have expressed my personal views of the present situation (problems) in Japan and the perspective (how to solve the problems) of physics education in Japan. I believe that 21st century will be the times when the way "natural science" ought to be is a matter of great importance. I am afraid I may have failed to give a full explanation of the problems in Japan and how to solve them on account of limited space. I shall be very much obliged if you kindly give me your opinions and advice.

## 国際的にみた日本の物理教育

司会 奈良英夫 (道工大)  
パネラー 加藤誠也 (札幌西高校)  
中島春雄 (北大理学部)  
山田大隆 (札幌藻岩高校)  
平田邦男 (山梨大教育学部)

### 司会

最初に4人のパネラーの先生を紹介します。私(奈良)は、林先生の指導をうけ現在副支部長をやっていますが、高校・行政の現場でやって、課題研究、主体性探究をし、指導書作成に関わりました。この黒板に書いたものは、その学習指導要領研究の流れの中で、キャッチフレーズとして言われたものを列挙したものです。事物、事象という把え、現象という把えで、現在、小学校に生活科が戻った。これを流れ込ませ物理的現象とみると、生活科路線、系統化、科学化、人間化とある。いずれも教材の精選が先立つが、その思想には教材群の性格の違いが出、構造化の難しさが出て、今、構成主義という視点が提示されてきた。学習者の理解過程でいえば相補的相乗的ということです。理科には実験観察と理論という2本柱(両輪)があり、どちらが先かという問題もかつて言われたが、今や四輪駆動、しかも勝手な動きという状況もあり難しい。どう整理するかは皆さんとともに行うとして、まず加藤先生から。

### 加藤 誠也

このシンポのタイトルはとても大きいですが、ハワイ会議に出たという経験、自分の学校での実践との比較から述べてみる。先程の私の発表のまとめとして、アメリカの物理教育は「個性型」であり、カリキュラム、高校単位すべて個性的である。それに比べ、日本は画一的。日本中、同教材、教育内容を展開している。しかし、今、94%の高校進学率下では多様化して、画一的では歪みが出る。それが教育問題と捉える。アメリカの教育は長短あるが、ペーパーテストレベ

ルでは平均点は低い。日本は平均点高く効率もよい。道の履習者(物理)はこの数年一定で27%で、アメリカの20%よりはよい。アメリカの「個性伸長の教育」はこれは教育の理想でよいと思うが、先程の佐々木先生(帯広科学館)の御発表にもあったが、子供達がどこかおかしくなっている現状がある。つまり、好き勝手と個性の伸長は違うということ、「ソッククの期」という言葉もあるように、しかるべき時にしかるべきものをきちんと食べさせ(教育)ことが大切と痛感します。現在のアメリカには穴がある。そこに日本も落ち込まないようにどうするか。その意味で国際的に見る、先進国に学ぶは大切である。もう一点、諸外国から日本への期待として、決して自分達がやった後をついて来いというのではなく、日本古来の個性を早く発揮せよということである。最後に、平等ということが戦後普及したが、教育の面でも、「やれば出来る」式の言われ方がするが、これについても再考する必要がある。

司会 中島先生どうぞ。

### 中島 春雄

日中米の組み合わせは由来不明だが、米は日本の10年先を行き、中は日本の戦後何年目かにあって追いつこうとしていることから考える。この3国比較で見ると、日本が建前上は大学教養も高校物理も日本全国同一となっている。米は私立学校に大幅の自由度があって、優秀校もあるようだ。約10ほどの有名大学は大体入学試験をやり、その方式もハーバードのものは半年もかけて学生の資質分析をするほどに厳しい。続く他大学では、アドバンスト・プレー

システムというシステムがあり大幅に参考にしているが、弊害が出ているという。大学受験があれば準備ということで高校教育は影響を受けざるを得ないから、入試の弊害も国際会議では議論できるといわれた。中国については、北京大では10%程の合格率で、試験は年1回、3大学まで同時受験出来る。国際学力調査では日本は小中の内は高いが、高で抜かれる傾向がある(ハンガリー1番)。西独は、資格があるような試験通れば、入学する権利がある。間に合わぬと待っている。それでは入学後留年が多い、何年も待たされることもある。西独のやり方よりは、日本の入試の方が効率よいと西独では思い研究している。つまり、世界的に入試の王道はないということである。世界の情勢として、高校教育に入っている者が9割以上の高大学教育一般化の時代に画一化カリキュラム自体に無理がある。

司会 平田先生、国際学力調査で何か。

平田 邦男

ハンガリーの高校の調査ですが、現地ではどうも恥ずかしいという話があって(サンプリング)よく判りません。ただ、高い所は高い。それは、マルクスという熱心な人が頑張っているの。

司会 諸橋先生フロアからどうぞ。

諸橋 清一(前道教大旭川分校)

今後の日本の物理教育方法は英でも米型でもいけない。多様化の現状に統一カリキュラムはおかしい。受験競争がマラソン型になると必ず能力差が大になる。あやふやな個性教育論議よりも、まず卒直に能力差を認め、能力に応じてレベルを分け(3段階位)、教育をする。能力差が存在する以上、一斉授業でやることは不可能です。能力別に教科書を変えて行こう等の道を考えるべきであると思う。

司会 山田先生どうぞ。

山田 大隆

将来の方向性ということで提言します。「物理教育」誌、vol37に課題小論文「何の為に物理を学ばせるのか(その2)、私の工夫・主張」があり、私がかきました。(P238~241)も

のを中心に述べます。今日、物理教育の危機という言い方がされた時、基本的認識をどこにおくかがまず重要です。「物理は理科の文法である」とまず定立する。そうすると、今日の物理教育の危機というのは、一つの文化問題で深刻である。それは、理科の文法を達成する為には、その基盤が大事で、今それが崩れつつある。「人が育ってない」という佐々木先生の指摘があったが、「人が育って物理が成立」といえる。種々の条件が揃って実現(実験、遊び、体験、バランスある教養、計算力、耐性、偏食しない)できるものである。そのいみで、現在の物理教師は条件の完成したエリートといえる。このエリート主義教育自体を再考する発想の転換をする時期に来ているということである(自然発生的に成長したエリート選択のみの教育から条件整備まで配慮した育てる教育へ)。この人が育たない状況を助長するのが、画一化の日本的風土でもある。単一カリキュラム、教科書(専門家養成用のみ)よりない情況に、高度経済成長下で進行した多様化との相克が今の危機ということ。多様化はアメリカ的自由度のある社会ならよいが、殖産興業的課題の日本では単一化が明治来されている上に基盤が崩れている。発想の転換を計るには、変えられぬ基本コアがありそれは物理の本質(文法)であり、これを失なうと物理でなくなる。展開では、多様化する。専門家を養成する定量的コースは今迄通り訓練する。ところが一般教養としても物理を広める必要あり、これは専門家を背景から援護射撃する部分(主婦、女子学生への物理)でこれに成功しないと孤立化して崩壊する。発想が多様化して、ノンサイエンティスト人間化した物理教育がされること(博物館、歴史性、事物重視)、論文研究が集積されることである。HPP、笠先生グループの実践、投込み教材、簡易実験、いきいき物理等の実践が表舞台に出て教材集成される必要がある。また、条件整備として、「欠落体験の復活訓練」(スキルの訓練)がある。必要ならば高校にも技術課程を入れて取組む。他に作業学習を取り入れ、五感をフル動員して人間性を生々させる。更に先生方が人間主義の

視点に立つ研修、ヨーロッパ科学史、博物館ツアーとか、科学館学習に参加して、体験を深めることも大切と思う。

司会 パネラーに一言ずつ補足を御願いたしたい。加藤先生へは「日本の個性発揮に込めて、その期待を前にして平等について再考すべき」と言われたが、「平等」とは、先生は何を目指して発言されたか。中島先生へは、「大学入試、カリキュラムすべてに関わるが、画一化される方法に無理がある」という御話だが、日本の現状で画一の範囲、程度をどの当りまでに止めて、その上に何を積むべきか、その時、大学入試は一応の評価を得て、効率がよいと言われるが、その効率の守備範囲はどこまで、何を大学としては入試に期待することになるのか」、山田先生へは、「物理は理科の文法である」という言い方をしたが、「文法」とはどういう意味か。その時に、数学の或る程度の学力が必要という言い方をすると、理数系すべてにわたって数学は一種の言語文法、コミュニケーションの第一の手段ということが基底にあって、その次に自然現象・物理現象をみていく上で、あるいは生・化・地すべてにわたって理科現象を見ていく上で、物理が文法という言い方をするなら、その順次性の中で物理は必修とする部分をどこまでにして、その時、小中高大を通じてどこまでと提言したいのか。また、「基本コア」という考え方、欠落体験を補完するというのは、車の両輪だが、基本体験、基本コアの発想で削り切れない最後に残すものをどう考えているかを伺いたい。諸橋先生からの話で、先程の指導要領の説明の考えはどうなっているか（私のやってきたことからの受止めも機会あれば公表し）、また、道教大札幌分校平野先生へは、小中で物理を全然習わぬ人々が教育大出身の教師として、小学校で先生になるというのを具体的に先生はどう考えるか、先程示された教育大カリキュラムとの関連で発言いただきたい。パネラーの方のあと、フロアーからどんどん意見を上げて下さい。

加藤

「平等」の再考だが、小中高通し、勉強すれば出来る」形で、生徒達を叱咤激励してきた経過がある。一人として同じ人間はいないという点で一人一人に適性があるから、「やれば出来るではある高さのハードルは超えられない」ことも事実。親も同様にこの言葉で追い込む（これも画一化）と、超えられない時、非常な挫折感を味わわせ、立直れなくする恐れがあり、また、必ずそういう者がいる。一人一人の判断を尊重した進路指導が必要。教科書がすべて同一もおかしい。そういう意味で「平等」を考えてみたい次第。ただ、多様化で個性は伸長しても、甘えがある。「世の中豊かになって子供がどうかかった」では困る。

中島

大学は、北大では同じ物理教授でも6系統あり、各先生方に裁量あって教科書も全部異なり画一化ではない。私個人の考え方は、その学問の一断片でもその所はそれなりにしっかりやれば、その学問のイメージが学生に残る。今、多科目からいくつか選ぶ方式だが、全体を含むものはこういう時代、選択制が進む程、逆に必要と思う。学生のとり方の見方も変わってきているので、専門家にならぬ学生へは、全部やる必要はない。レベルを下げずに2年間かかって力学のみでもよい。共通テスト内容は、専門でも満点とるのは大変で、まして少しずれた領域は半分位だろう。他に、国・社・英・数もあり、全部同じレベルで揃えるのは今はとても無理でしょう。要するに教科書が難しすぎる。

山田

はじめの「文法」の意味だが、結論的に言えば、情報性よりは論理性に重きをおいた手法ということ。又、演えきの手法が大きい。モデル、パターン（具体的には文法と構文の関係）。このあたりは抽象化しなければ身につかない、というのが現代の子供に嫌われる由（抽象化の作業が、討論、思考力、個別体験要する相当総合的作業）。大切なものは「熟成」で、これで抽象が判るが、現代の忙しいプロセス抜き時代では難しい（物理の次に崩れは、化か漢文か日本史

か)。これが進行すると抽象的のものは日本では教えられない。これが危機である。又、個別体験で「残すもの」は、難しい問題で、どれを捨てとるかほど単純でない(個人的には多いほど良いと考える)。スキル養成項目には何千とあるがなかなか決めにくい。もし挙げるとすると、帯広科学館での経験から提言いただければ参考になると思う。

司会 もう時間です。理科センターで、もしつけ加えることあればおねがいし、また、山田先生の「欠落体験の復活訓練」は「補完訓練」の方が合致していると思う。今まで、北海道の青少年科学館は国内でも先進活動やってきた。その中で、修学旅行、見学旅行、校外学習に当るものが総合学習の形でまとめられてきたという歴史的なものを青少年科学館が学校との連携の中で十分に機能しなくなりつつあるという報告が佐々木先生のでありました。そういう中で総合的体験というか、それが構成主義とどう関わるかがこれからの日本の教育の問題点の一つと聞いています。共通コアという点で言えば、私はそれを基礎理科、理科Ⅰの中で推進したが十分の合意ないまま、十分皆のそれが突らぬ内に、次の改訂に入っている。そういう風潮の中で、物理が何を残すべきか、何を枝葉として突らすかは、諸橋先生の様な方々の話をどんどん集めることが大切です。今のカリキュラムはバイキングで、自分の好みを食べろという。食べ方を知らない。見通のきかぬ人間は数限りなく持ってくる現状で、そういう経験を踏まえ、裏表も知っている平田先生にこのシンポのまとめをお願いしたい。

平田(山梨大教育学部)

それは大変です。身に余ります。今回のテー

マに即し、私の知る限りで日本の物理教育の特徴、欠点をまとめてみると、まず、理系の物理教育が高校のレベルで、もしあれば(PSSC、ナフィールドアドバンス)、それをみると、いずれも実験を非常に重視したコースで数学は殆んど使っていない。日本のテキストは、皆、数式で、これをとると何も残らない。これは日本の物理教育の歴史の浅さで、それが悪く大学入試にも影響し、実験をやらないことにもなる。これを変える必要がある。それが、クリエイティビティを十分発揮せず教育から遠ざけている。日本人は本来大変創造性がある(ハーバーシャイム)と言われながら、日本の教育者はそれを十分に子供に発揮させるようにしていない。

また、一般的に文科の学生の為の物理教育としては、内容より物理の持つ筋を通してものを主張する物理教育を作ることが必要で、物理を何故学ぶか、社会全体の環境問題に関係するテーマを選び、若者の将来に合致する話題とする、それを通じ、批判精神を高める。今回の新指導要領作成で私も関係したが、教科書を画一的に選ぶことも含めて、現場の先生は変らない。これではどの位、多様化した改訂が有効なのか非常に疑問を持つ訳です。これは反省する必要がある。それから、帯広の佐々木先生の子供が大きく変ってきている実態の御話はショックを受けました。「物理教育」誌に書かれ、是非紹介して下さい。

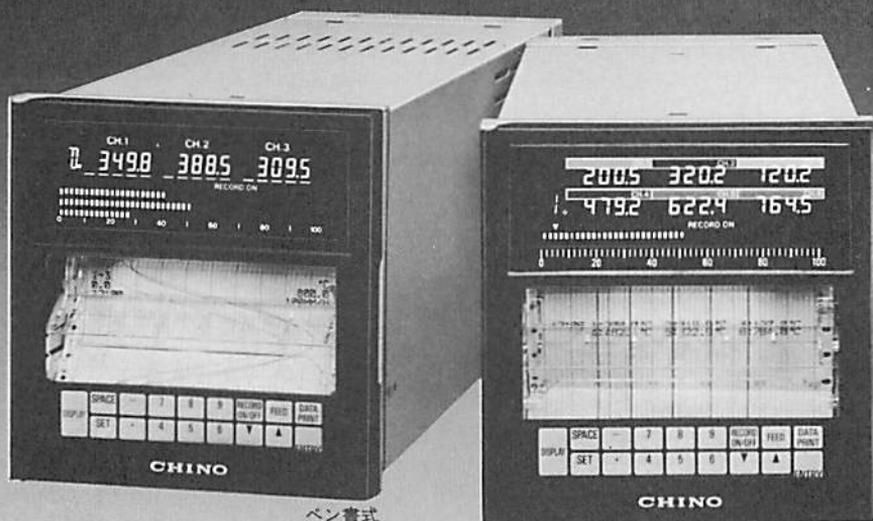
司会 多少補足すべきことが残ってしまいました。パネラーの先生方には、私の勝手な注文以上の回答をいただきました。改めて4人の先生方に拍手を送りたいと思います(拍手)。これでパネルディスカッションを終らせていただきます。(終)



計測制御とシステムで明日を拓く  
**CHINO**

# 計測の主張。

チノーはグローバルに先進技術を創造します。



ペン書式

打点式

## 100mmハイブリッド記録計

### 新発売 AL シリーズ

最新のテクノロジーを結集して開発した本格的な100mmハイブリッド記録計で、打点式は6点、ペン書式は1ペン、2ペン、3ペン式の4機種を用意、ますます高度化する計測ニーズに対応します。

#### ■特長

##### ●マルチレンジ入力

打点式：熱電対入力29種、直流電圧入力8種の37種または測温抵抗体入力8種。

ペン書式：熱電対入力29種、直流電圧入力11種、直流電流入力1種の41種または測温抵抗体入力8種。

- 測定値のアナログ記録&デジタル記録。
- 瞬時値デジタル記録。
- デジタル表示&バークラフによるアナログ表示。
- 豊富なデジタル印字機能。
- 記録機能を豊富に用意(打点式)。
- 警報機能を標準装備。
- 豊富なオプション群。
- 優れた操作性。
- メモリーバックアップ機能を装備。
- 直流電圧入力の任意スケール。

# 株式会社 チノー

〒163 東京都新宿区西新宿1-26-2/新宿野村ビル TEL. 03-345-1511 (大代)

<支店> 東京 03(986)2111 大阪 06(385)7031 名古屋 052(581)7595  
 山 0249(34)1151 新潟 025(243)2191 札幌 0272(21)5611 水戸 0292(24)19151  
 八王子 0426(46)1525 小田原 0465(24)1101 大塚 06(385)7031 富山 0764(41)2096  
 大津 0775(26)2781 岡山 0862(23)2651 高松 0878(22)5531 広島 082(26)14231  
 マーケティング部 03(345)1511

<営業所> 東京 03(986)2111 札幌 011(757)9141 仙台 022(227)0581  
 土浦 0296(24)6531 大宮 048(643)4641 千葉 0472(24)8371  
 名古屋 052(581)7595 静岡 0542(56)6136 浜松 0534(52)5900  
 福岡 092(481)1951 北九州 093(531)2081 宮崎 0985(24)2100

教育をとおして未来をつくる

## 島津理化学器械株式会社

札幌出張所 札幌市北区北11条西1丁目新長ビル2F  
TEL 011-758-0788(代) FAX 011-758-0789

ご購入にはマリスとご指定下さい

## 東京前川科学株式会社

札幌出張所 札幌市西区24軒3条1-3 水戸ビル TEL641-2583(代)  
東 京・大 阪・京 都・福 岡

— 明日を創り 明日をひらく —

株式会社 内 田 洋 行 北 海 道 支 社

教育システム課 札幌市中央区大通り東3丁目1  
TEL(011)214-8611 FAX(011)214-8634  
東 京・大 阪・福 岡

# 中村理科工業株式会社

本 社 〒101 東京都千代田区外神田5-3-10  
☎(03)833-0741(代表) ファクシミリ(03)836-1725

東書ニューCALソフト

# 高校理科

シミュレーションによる新しい授業の創造!

NEC PC-9800シリーズ用

定価各37,080円(本体各36,000円)

地学 / 地球の内部構造を調べる

生物 / 遺伝のしくみを調べる

化学 / 化学反応の速さ

'89年10月刊 物理 / ボールの運動

## 実力アップの最短距離

啓林館の  
高校学参

### ■ ニュータイプの問題集

※センサーシリーズは  
学校採用専用図割です。

豊富な解説  
とステップ学習に

**センサー生物** 定価 630円  
〈理科I 生物分野 + 選択生物〉

解法のテクニック  
とステップ学習に

**センサー物理** 定価 630円  
〈理科I 物理分野 + 選択物理〉

解法のテクニック  
とステップ学習に

**センサー化学** 定価 630円  
〈理科I 化学分野 + 選択化学〉

### ■ 段階別の問題集 ジヤイロ

**ジヤイロ 新基礎 問題集** 定価480円

●理科I新訂版 ●物理新訂版 ●化学新訂版

**ジヤイロ 新標準 問題集** 定価500円

●理科I新訂版 ●物理新訂版 ●化学新訂版 ●生物新訂版 ●地学新訂版

**ジヤイロ 新精選 問題集** 定価500~530円

●理科I ●物理新訂版 ●化学新訂版 ●生物新訂版

☎064 札幌市中央区南2条西20-291-160  
電話 011 (621) 3333 (代表)

啓林館

☎113 東京都文京区向丘2-3-10  
電話 03 (814) 2151 (代表)

最もくわしく、わかりやすく最も格調高い参考書

# チャート式 物理 シリーズ

- 新物理
- 基礎からの物理〈総合版〉
- 新総括物理
- 物理ゼミノート〈総合版〉

- 例解と演習 総合物理 (上巻) (下巻)
- 整理と演習 物理 (基礎と応用)

- ストレート例解 物理
- リードα 物理
- 物理エクサ90
- 2STEP 物理
- 3TRIAL 物理
- 3ROUND 最新物理



東京・京都・札幌・名古屋・広島・福岡 | お問い合わせ・ご注文は……

数研出版

札幌支店 ● 〒060 札幌市中央区大通西6-2-6 三井生命大通りビル

# MITSUBISHI

技術がもたらす高度なソリューション - SOCIO-TECH



三菱大規模VAN "MIND"

いま、情報と通信を中心とするハイテクノロジーから、世の中が大きく変わろうとしています。そんな今、三菱電機は、つねに新しい思想でシステムづくりをします。—Think&Link。三菱電機は、コンピュータと通信の技術が高度につながりあったシステムで、あなたのかかえる課題を、あなたの視点に立って創造的に解決します。そして、それを通じて、あなたと深い知的な絆を結びたいと考えてい

ます。あなたとつながり、あなたと考える。いつもあなたのニーズから発想する。三菱情報通信システムは、Think&Linkです。

ニーズから発想する  
三菱情報通信システム

# Think & Link

三菱電機株式会社

## エプソン、というラップトップたち。

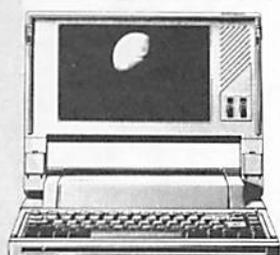
# EPSON



**32** PC-386LS  
PC-386LS-STD標準価格  
**bit ¥538,000**  
(H20: ¥673,000, H40: ¥763,000)



**16** PC-286LS  
PC-286LS-STD標準価格  
**bit ¥478,000**  
(H20: ¥613,000, H40: ¥703,000)



**16** PC-286LE  
PC-286LE-STD標準価格  
**bit ¥368,000**  
(H20: ¥503,000, H40: ¥593,000)

エプソン販売株式会社 ●本社/〒151 渋谷区初台3-53-6  
●札幌営業所/〒060 札幌市中央区北一条西2丁目札幌時計台ビル6F TEL:(011)222-2821

# National

## AV+C実現へ、松下電器グループは技術とノウハウのすべてをここに結集しました。

▼AV編集室



AV施設の重要性はAVシステム化とコンピュータ化に伴って、日増しに高まっています。当センターは、AVシステムにコンピュータを導入し、AVのシステム制御・プログラム編集など、より効果的利用のノウハウをご提供できるように設計しました。

- ビデオ利用者同志の情報交換の場に
  - ビデオソフト・オーディオソフトの制作実習に
  - システムの利用技術の研修の場として
- お気軽にご利用下さい。

**北海道ナショナルAVセンター**  
〒060 札幌市中央区北三条西1-1-1 ナショナルビル5F ☎011-222-5446

開館日: 祝日を除く月曜～土曜日  
(但し第1・2土曜日は休館)  
午前9時～午後5時

※標準価格には、消費税は含まれていません。



日立  
日立の歴史

祝

日本物理教育学会北海道支部設立20周年記念

医療法人仁友会

日之出歯科診療所

南一条西四丁目 三越前

日之出ビル9階

会長	辻	正
理事長	新井	俊二
院長	小尾	誠
副院長	工藤	憲生

C&C Computers and Communications

NEC

白と黒、  
お見せできない  
あと6色が実力です。



NECパーソナルコンピュータ  
PC-9800シリーズ  
**PC-9801LX5C**  
1Mバイトタイプ35インチFD2台40Mバイトタイプ35インチHD1台内蔵  
本体標準価格748,000円(税別)

カラーラップトップ98、日本初、新発売。

日本電気株式会社

北海道支社…☎(011)251-5531

釧路営業所…☎(0154)25-2255

帯広営業所…☎(0155)22-8288

函館支店…☎(0138)52-1177

旭川支店…☎(0166)25-3716

つながるぞひろがるぞ  
NECのパソコン



90周年。新たな未来へ……

本広告に掲載の全商品の価格には消費税は含まれておりません。  
ご購入の際、消費税が附加されますので、ご承知おき願います。

**HITACHI**  
技術の日立

オフィスの中の  
ワタシ用、  
**新登場。**



ワードパルシリーズ

**COMMUNICATION**

**コンパクト&高性能。1人1台時代の新しいワープロです。**

思い付いたらすぐに、自分の机で入力したい。入力時間に比べると、印刷時間はずっと短いから、複数のワープロでプリンタを共有したい。そんなオフィスのニーズから、ワードパルLF500は生まれました。しかも、ワードパル間なら文書の互換性があるので、今ある機種を無駄にせず、必要な数だけ増やすことができます。ワードパルLF500は、1人1台時代の新しいワープロです。

- 明るいバックライト付き大形白黒液晶画面
- レーザプリンタネットワークで、レーザプリンタ1台に8台まで接続可能
- 階層的な構成の報告書や論文に、アイデアポケット
- 変更部分にだけカーソルがスキップ移動。定形文書の編集がラク
- 表計算をはじめ、多彩なデータ処理
- 帳票中のデータの演算、検索、並べ替えなどに対応のPALCALCで、経営シミュレーションも
- MS-DOSファイル変換でパソコンのMS-DOSテキストファイルも活用可能
- パソコン通信にも対応(※はオプション)
- レーザプリンタネットワークにはワードパル320HD、620HD、SUPER3000も接続可能です。
- MS-DOSは米国マイクロソフト社の登録商標です。

日立日本語ワードプロセッサ

**WordPal LF500**

本体価格/238,000円(税別)

4月1日以降全ての事務機械並びにそれに関連する消耗品及び役務に關しましては、3%消費税がかかることになりました。税抜き表示価格に加えて、別途消費税をお支払い頂くこととなりますので、ご承知願います。(社団法人 日本事務機械工業会)

日立パソコン通信ユーザーズクラブ(会員制)

**TeleStar「Sun Rise PCクラブ」会員募集中**

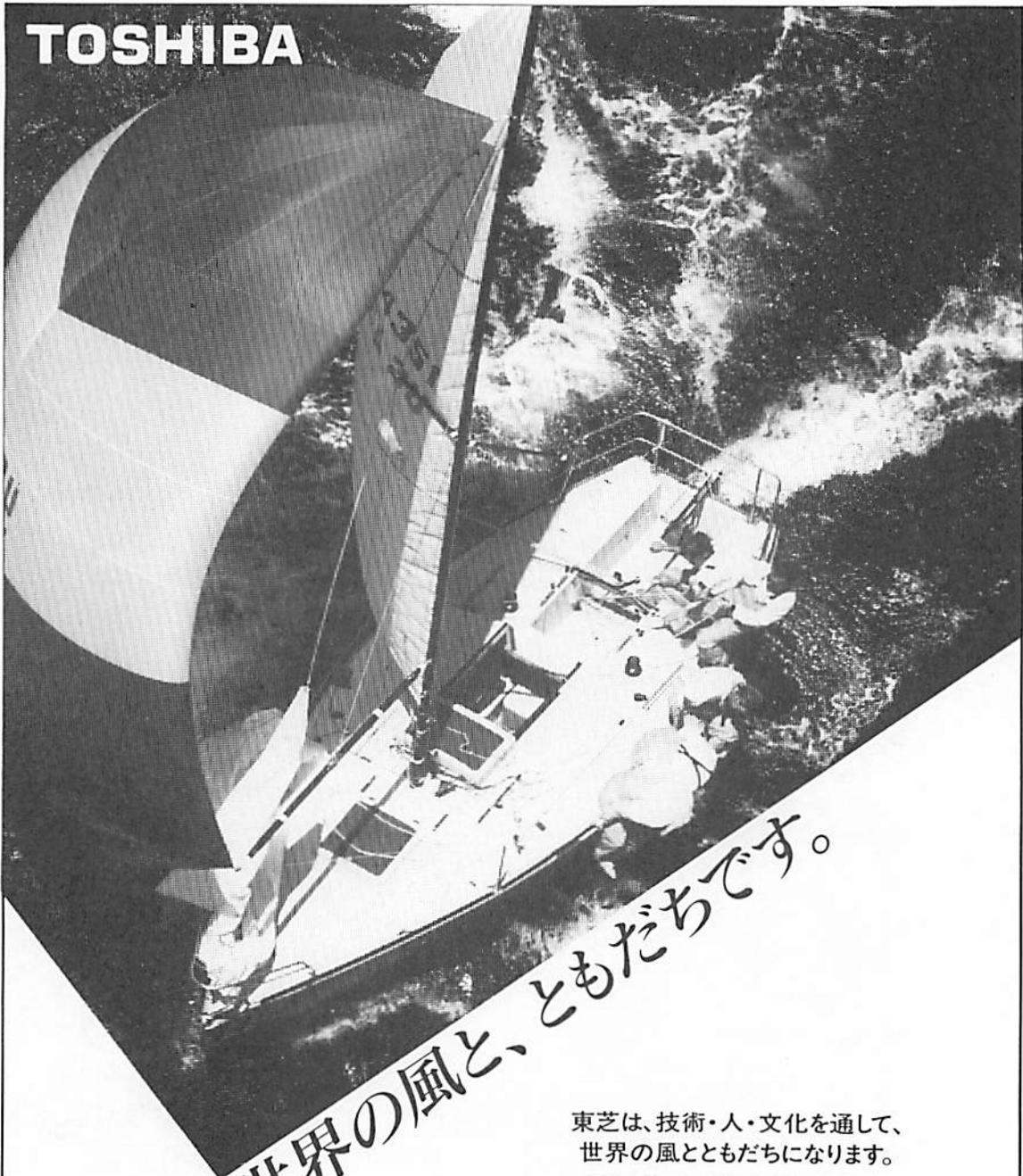
日立のパソコン/ワープロユーザー同士が活発に交流している電子掲示板をはじめ、技術情報/ソフト情報/Q&Aなど、Sun Rise PCクラブ独自の楽しい企画がいっぱいです。もちろん、TeleStarの豊富な情報サービスも利用できます。入会金:1,000円 年会費:12,000円(税別)

〈入会お問合せ先〉 ㈱テレスター 〒151 東京都渋谷区代々木1-37-1 ぜんらくビル5F  
☎(03)375-3800代

- 株式会社 日立製作所
- CA機器のお問い合わせは ●北海道支店/〒060 札幌市中央区北2条西4丁目1番地(札幌三井ビル) ☎(011)261-3131(代)
  - 旭川営業所/〒070 旭川市八条通り10丁目2191番11号 ☎(0156)24-3567 ●釧路営業所/〒085 釧路市北大通8丁目4番地(道産ビル) ☎(0154)23-2551(代)
  - 帯広営業所/〒080 帯広市西6条南6丁目3番地(ソノビル) ☎(0155)24-0818 ●室蘭営業所/〒050 室蘭市中央町4丁目9番6号(日産産業ビル) ☎(0143)44-3327(代)
  - 函館営業所/〒040 函館市栄町2番1号 ☎(0138)23-8033 ●ヒューマンコミュニケーションプラザ札幌/〒060 札幌市中央区北1条西2丁目(オーク札幌ビル) ☎(011)221-2104

日立の製品は、世界中で活躍しています。日立の製品は、世界中で活躍しています。日立の製品は、世界中で活躍しています。

日立の製品は、世界中で活躍しています。日立の製品は、世界中で活躍しています。日立の製品は、世界中で活躍しています。



TOSHIBA

世界の風と、ともだちです。

東芝は、技術・人・文化を通して、  
世界の風とともだちになります。

世界にはいろいろな風が吹いています。

ヨットは、追い風でも向かい風でも

与えられた条件を最大限に活かして前へ前へと進むのです。

真の国際化……それは、互いの国の文化を知り、

国民性を理解してはじめて可能になるといえます。その意味で、  
その土地に根づき、よき企業市民“Good Corporate Citizen”として

世界とともに発展し、世界の人々に共感されることが

何よりも大切なことだと考え、行動しています。

私たちは、もつと世界と心を通わせていきます。

先端技術をくらしの中に… エ&エ E&Eの東芝

