

林支部長退官記念合併号

物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

No. 6, 7

1979. 5

BUJRI KYOKU KENKYU

目 次

○ 巻 頭 言	相 馬 純 吉	1
○ 教壇に立って	林 正 一	2
○ 師として先輩としての林先生	中 島 春 雄	4
○ 私にとっての林正一先生	奈 良 英 夫	6
○ 高校と大学における物理学履修状況の相関調査について	大 野 鑑 子	7
○ 理科教育と語学教育	北 村 正 直	12
○ 幾何学と空間	佐 藤 宏 一	15
○ デジタル I C への招待	島 田 明	19
○ 歴史的見地による物理教育方法論考 — 欧州科学博物館・科学史跡見聞記 —	山 田 大 隆	23
○ 昭和 52 年度支部研究会報告	飯 田 紀 子	37
○ 支部研究会記録		43
○ 学会ニュース		44
○ 支部規約・支部会誌投稿規定		45

巻 頭 言

日本物理教育学会北海道支部 副支部長 相馬純吉

林正一先生は分光学での活潑な研究者であるばかりでなく、物理教育にも深い関心と高い識見をお持ちになり、北大教養部において、長年にわたって格調高い物理教育を実践されてこられたことは御承知の通りでございます。林先生のように、優れた研究者で、しかも、教育全般に広い視野と立派な実績を持つ物理学者は、日本の大学では、少いと云えましょう。林先生は、物理教育学会北海道支部設立には積極的に参加されました。先生のこの御尽力がなかったなら、北海道支部は存在しなかったと思います。林先生に、支部長として、支部の御指導を頂いたことは、北海道支部にとって大きな幸であります。北海道支部は、所属会員こそ少人数ですが、全国各支部の内でも活潑な支部として知られています。年二回の充実した例会を中断することなく続けていることや、支部会報の定期的発行などは、支部活動の活潑なよい証左であります。このことは、会誌26巻1号、「学会活動25年」に、林先生御自身が書かれた「北海道支部の活動」報告にも触れられております。こうした支部の活潑な活動も、ひとえに、支部長としての林先生の御指導と御鞭撻によるものであります。この機会に、支部会員の皆様とともに、先生に心から御礼申し上げ感謝致したいと存じます。この感謝の気持の一端として、林先生の定年御退官に際し、ささやかではございますが、この合併号を先生の記念号に捧げます。

教壇に立って

日本物理教育学会北海道支部 支部長 林 正 一

昭和16年3月、助手として北大に奉職するかたわら、堀健夫先生のご紹介によって札幌第一中学校（現在の札幌南高等学校の前身）の教壇に非常勤講師として立つことになった。これが教育界への長い旅路の始まりであります。

三年間の学生時代を回顧すれば、そこでは教育に関する正規の課程を履習することなく、ひたすら専門の勉強に重点をおいて過していたようでした。それがこの度教卓の前において物理の解説という、非常に困難な業を業とする教師になるに及んで、次の二つの事項を考察してみましたのであります。

1) 小学校以来、学校で教えを受けた先生方には強い印象を残していただいた方がたが沢山にいられるのである。それらの先生からいろいろの分野の理解の仕方について教えていただいた。本のささいな事であっても、黒板の前でそれに関連のあることを説明しているときに、それが私の悩裏をかすめて通り過ぎることに気付くことが往々にしてありました。例えば、分数の割り算の計算では次のように考えるのである。分数 a/b を分数 c/d で割るとき、薄皮まんじゅうを思い出すのである。外側の皮の部分 a は軽いから水平線より上側は浮上し、内側のおんこの部分 b は重いからそれより下側に沈むのである。従って、それは、 ad/bc になる、という具合である。

一事が万事、このような調子で具体的に経験された（上記の例では、薄皮まんじゅうに関する）事実によって、抽象的な議論における推論の結果を求める方法を理解するのである（その証明は別の機会に行われることは言うまでもないことである）。半世紀以上も過ぎた今日でも、それが生き生きと活動していることを思うと、少年期に授けられた教育には重大な意味があることが確信され、先生方に深い感謝の念を抱いている。従って、教壇に立つ以上は、上述の意味での好印象を与えられるように最大限の努力をすることを決意したのである。

2) 人前で話をすることは、いままでの経験にはないことであったが、物理学科三年目の雑誌会における談話が私の初体験でありました。それは近着の外国文献の内容を紹介することがその主な任務でした。語学力の不足と物理学を理解する能力の不足とから、何回読み直してもその内容が解されないときの焦燥感に、やるせない気持を抱いたことが何度もありました。

理解するということは、どういうことであろうかと考えを巡らせた末に、次のような結論に到達しました。ある事柄の説明に用いられている文章または語句を鵺呑みにして、それをそのままに復唱するように努める（丸暗

記する)ことが勉強ではなくて、幼児から現代に到る間に、生活経験によって獲得され、かつ、平常の生活に用いられる(建前ではなく、本音が語られる)日常語の使用によって、上述の文章または語句を言い換えるように努めることが勉強の中心である、と判断しました。勿論、日常語の語彙が少ないために、上記の言い換えに不都合を生じたならば、それに必要な言葉を、それが表現する内容が既得の経験的事実のうちに含まれておれば、そのような意味での言葉をあなたが使用する語彙の中に加えなければならない。もし、それがあなたの経験的事実に含まれていないときは、あなたの感覚器官を総動員して検討し、新しい経験的事実としてそれを受け入れなければならない。要するに、ある事柄が分ったということは、経験的事実によって裏打ちされた、あなたの日常語を用いてそれを表現できるということである。当然のことながら、その事柄について語る時には万人によって受け入れられる共通用語(方言、俗語をさけるべきである)が用いられねばならない。

以上の、気掛りな二点について得られた結論を土台にして、教壇に立ってから40年近い年月を経たこととなります。しかし、現在の心境はと問われれば、最初の段階におけるそれと変わらないと答えざるを得ないのであります。

受講者に事象を理解させることが教育の本領であるとすれば、教育という学問には、物理学のそれとは異なって、そこには法則性が存在しえない、と判断するようになりました。物理学の対象は自然であります、教育学のそれは人

間にあります。また、それらの人びとはそれぞれ個有な生活環境で成長し、従って、彼らの生活経験には共通な部分があるであろう(日本に在住し、日本語を話すという点で)が、多様化の傾向にある現代では、その共通部分の幅が狭く、極端な言い方をすれば、各人には特殊な生活経験が従属していることとなります。いま、このような傾向にあるとき、理解することに上述の(2)の結論が適用されれば、受講者の数に等しい数の教授法が用意されなければなりません。すなわち、一般論としての教授法はありえないこととなります。(教授法の存在が有意義になるのは受講者各人の生活経験における共通範囲が広い(それらの最大公約数が大きい)ときにおいてであります。この共通の生活経験をもたない者は既存の教授法による教育から落ちこぼれていくことは自明でありましょう。

前述の雑誌会のための学生指導では、論文の内容を俗語を交えて話せるかどうかを目安にして、それが理解されたか否かを彼ら自身に判断させるように仕向けてきました。そして、私自身もまた。その前日には講義の展開において得心が行くまで検討して、十分な自信をもって教壇に立つようになっています。40年近い教壇での活動が、このような配慮のもとで続けられてきましたことを報告し、これを懐古談としたいと思えます。

師として先輩としての林先生

北大理学部 中 島 春 雄

林先生と20数年ごいっしょさせて頂いた者の1人として、先生の日常の御指導を有難く想起しながら2、3記させて頂く。

一度は必ずやってみる ゼミの時間であった。ある式の導出について「天降りである」という者と「数学的に証明可能と思えるが、うまくできない」という者と現われて話が進まなくなった。先生はしばらく考えておられたが、御自分の部屋からヤミ出版のものらしいボロボロの本を持ってこられた。「昔一度同じような問題をやったことがある」と云われ、その本の欄外の書き込みを見ながら説明して下さった。一度最後まで証明したものは、納得してそれを使う、大切なことは必ず自分で一度は体得することだというのが先生の日頃からの御主張であり、不十分ながら私も心がけだけは引継がせて頂いている。

教養生に万有引力の話をしたあと「地球の中心にある質点はどんな大きさの力を受けるか?」と聞くと、数人がやや不安気にゼロと答える。「高校で習った」、「本で読んだ」が大半である。「では、地表と中心との中間にある質点は?」と聞くと大抵はウナルだけである。「君たちはガウスの法則を高校で習って来ているでしょう」と云うと、「先生あれは電気の問題ですよ」と不満気に答える。お察しの通り、これが毎年繰返されるパターンである。そこで林先生のお顔を

思い出しながら「一度だけ証明しておきます。各自納得できたら結果だけを使ってもよいですが、どれだけの条件(制限)下でいえる話であるかを忘れずに……………こんな問題は入試には関係ないものね」というのがオチである。

言葉を大切にする 論文をみて頂いたときなど「自分の意見か、他人の意見か」、「根拠のある意見か、直観的意见か」、「この単語は適切か」……………果ては辞典がだんだん厚いものになる。「先生Mottの本のここにこう書いてあります」、「これは特にむづかしい表現ではないから、われわれが使ってもいいでしょう」でやっと数時間の議論が終るのが普通であった。自分の主張したいこと以外の意味にとられることがないところまで文章をねるというのはインスタントばやりの当節、とくに大切な心掛けだと思う。

具体的に理解する この点も林先生が常に注意して下さいたことの一つである。私の実践は例えば以下のようなものである。

“ $\sin \theta = \theta$ ”を黒板に書き、「どういうこと?」ときく、学生(答え)「角 θ が充分小さいときは $\sin \theta$ と θ が等しいということです」。私「もっと具体的に?それだけじゃ、お経を読んでいるのと同じだね(勉強しているお坊さんには大変失礼な話だが)」学生一人沈没。学生二「角 θ をラジアンであらわして……………」、私「大

分よくなったけど、もっと具体的に？」学生沈黙。私「では $\sin \theta = \theta$ が有効数字三桁で成立つのはどのくらいの角度？例えば $\sin 10^\circ$ はどの桁で $\sin \theta = \theta$ となるか調べてみなさい」、学生「数表がありません」、「計算器は？」、「家にあります」……ここで私は「級数を使って出来ませんか？これは宿題にしましょう。」この先は「フーコーは何故あんな長い振り子を使ったのでしょね」など尋ねてみるが、学生は有難くないような顔をしている。そろそろ時間も超過したようである。「先生、いまのところ試験に出ますか？」で、私は力が抜けて部屋に帰る。百人もいる講義室で、何らかの応答してくれる学生は積極性も自信もある学生であることは特に付記しておきたい。具体的に理解することを実践するのは苦痛をとまなうという見本である。

私にとっての林正一先生

道立教育研究所 奈良 英 夫

「学ぶ」とか「教える」という営みは、重い意味を持っている、と言われながらも、日常どこでも見られること、そして誰もが何らかのかかわりを持つことだけに、誰でもが気易くそれについて発言するような営みなのですが、いざ改めて、自分の言動を反省し、実践を点検してみていくと、まことに大変なことなのだなあ、と感ぜずにはいられません。

物理教育学会でお会いしているときの林正一先生は、かつて大学予科でそのご講義を傍聴させていただいた頃の印象、大学で研究室におられる折にお会いした際の印象そのまま、まことにもの静かな、いわゆる春風たいとう、というふん囲気の持ち主でいらっっしゃいます。

自分が一人の物理教師として二十年を越える歳月を過してみると、ある時は生徒の理解の状況にいらだち、ある時は自分ばかりが楽しんで、といった、まことに手前勝手な教師の姿を自分のなかに見いだします。林先生が「むかし話だけれど……」と言われてなされる、かつての札幌第一中学校で教鞭をとられた折の姿と比べると、とてもがっかりしてしまうのです。

しかしまた、一方では、お会いするたびに、あらたなレベルで眼を開かせていただき活力を与えられていることも事実です。秋山敏弘先輩がチーフの私どもの研究らしきまねごとで「物理教育」に報告すべく、「霧箱に関する研究」や「磁束密度についての研究」等を進めていた時のことです。いずれの場合にもそうだったのですが、まず一度目の知見をまとめた段階で先生に見ていただきますと、「こんなことが考え

られないだろうか」「この部分をもう一度確かめてごらんになっては…」といったご示唆があります。

しばらくえっちらおっちら、ようようの思いで第二の段階のまとめを試み、もう一度見ていただきます。「先生、どうでしょうか。これで提出してみてもよろしいでしょうか」、「この部分はどうなっているか、もう少し固めてごらんになっては……」、何度かこういった往復をするなかで、「ほかにこのテーマで始めている人たちがいるようなので、この程度で一応発表しておきたいのですが……」— こんな私たちの考え方には、決してGOサインはいただけませんでした。

ともすれば功を焦ったり、一知半解のまま突っ走ろうとする私のようなものにとって、こういった、先生がそれとは明言されずに示された「研究者としての良心」、また「指導者の毅然たる見解とその与える指針」とでもよぶべきものは、大げさに言えば、人間としてのあり方を導かれた、という思いでした。

こうしたふれあいを通して、「私にとっての林正一先生」は、小学校・中学校・大学予科・大学という学校生活のなかで体験し得た多くの恩師達のなかでも、特に、私たちもそのようになろうと努めなければならぬ「教育家のあるべき姿」の一人の体現者として、もっと深く擬視しなくてはならない理想像、と言わせていただいてもよいのではないかと、思っております。

高校と大学における物理学履修状況の相関調査について

北海道大学 大野 鑑子

すでに公表されているように北大では昭和54年度から従来の文類・理類をそれぞれ三系列にわけて入試を行うが、今年までは全国一の大きな横割り入試であった。したがって教養課程においても1クラスにさまざまな専門を志望する学生が混在する。それは大横割りの一つのメリットでもあるのだが、一方たとえば物理学の講義について言えば、学生の理解力と意欲がまちまちで焦点が合わせにくく、一般教育としても、あるいは基礎教育としても中途はんばにならざるを得ない欠点があった。物理学のように確実な積み上げを必要とする学問では、とくに基礎教育としての機能の上でこれは致命的なことである。

以前はそれでも北大入学者の高校での物理履修状況は大部分が物理Bを履修してきているという点で概ね均質であったが昭和48年度からの高校指導要領の改訂で大巾な教科選択ができるようになり、学生の物理学履修度に一層のばらつきが予想されるようになった。標題の調査はその実態と影響を知るために行われたものである。

調査の対象は昭和51年（つまり新課程による高校卒業者の入学が始まった年）から今年度までの3年にわたる理類および水産類の学生で教養課程の物理学Iの履修者である。

まず対象となった学生につきの4項目につい

でのアンケートの答を求めた。

- A 北大入学以前の物理学履修状況
- B 入試に際して選択した理科の二教科
- C Bで選択を行った理由
- D 移行希望学科

以下で報告するのは3年度にわたる上記A、Bの結果の成績との相関である。（あとの2年度については相関調査は完了していない）。

この調査は入学者全体に対して行われたのではないから、対象学生中で、高校で物理Ⅱまでをとり、入試に物理を選択したものの数が多いのは自然ではあるが、全体中でも入試に物理を選ぶものの数は多い。しかし物理Ⅰしか履修してこなかった学生の割合が年度とともに漸増しているのが注目される。

昭和53年度の入学者までは、北大教養課程のカリキュラムで自然科学の科目中から3科目以上、それぞれ4単位以上を取得することが必要である。また多くの学部・学科で、自然科学の基礎となる教科であるということから、教養で物理を履修してくることが望ましいとしているので、かなりの学生が物理学を履修する。昭和51年度入学者は昨年学部移行を終えたので、アンケート回答者についてA、Bの各項目と、教養での物理学の成績との相関を調べたものが第2、第3表である。成績の3、2、1、×はそれぞれ優・良・可・不可をあらわし、平均は

第 1 表

アンケート集計のまとめ

類	項目 年度		A						B						一年目学生数	物理 I 履修者		
			新課程 (a)			旧課程 (b)			物・化	物・生	物・地	化・生	化・地	生・地			(1) (2) (3) の合計	解答者数
			(1) I・II	(2) Iのみ	計	(1) 物理 B	(2) 物理 A	計	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)				
理 類	51	人数	553	47	600	455	11	466	896	57	29	91	4	3	982	1080	1355	1224
		%	92	8	100	97	3	100	83.0	5.3	2.7	8.4	0.4	0.3	91.0	100	100	90
	52	人数	814	96	910	104	6	110	827	40	27	124	6	0	894	1024	1303	1150
		%	89	11	100	94	6	100	80.8	3.9	2.6	12.1	0.6	0	87.3	100	100	88
	53	人数	960	137	1097	36	0	36	915	42	13	163	4	3	970	1140	1326	1154
		%	88	12	100	100	0	100	80.2	3.7	1.1	14.3	0.4	0.3	85.1	100	100	87
水 産 類	51	人数	70	8	79 [*]	55	0	55	96	15	2	18	1	2	113	134	237	☆
		%	89	10	100	100		100	71.6	11.2	1.5	13.4	0.7	1.5	84.3	100		
	52	人数	82	17	99	18	0	18	82	6	3	24	2	1	91	118	247	157
		%	83	17	100	100		100	69.5	5.1	2.5	20.3	1.7	0.8	77.1	100	100	64
	53	人数	98	22	120	5	0	5	91	6	3	23	1	1	100	125	222	135
		%	82	18	100	100		100	72.8	4.8	2.4	18.4	0.8	0.8	80	100	100	61

* 1名別課程による履修を含む

☆

×を0として計算したものである。

A - bの項目については第1表に掲げなかった分類についても表に入れた。bの(3)、(4)は(1)、(2)と重なった回答なので合計はのべ人数である。また第2、第3表は移行完了者についてのものなので全体の数は第1表の数と一致していない。

とくに物理Ⅰの成績についてA - aの項目との相関が大きいことが目立つ。つまり高校で物理Ⅰ・Ⅱを履修したものの平均点は良であるのに物理Ⅰのみの履修をしたものの平均は可に近い。旧課程のものについては顕著な差はない。第3表で入試に物理をとったものととらなかったものについても同様な差が見られる。A - a - (2)の該当者が教養で物理Ⅱをとることは少いので傾向としては物理Ⅰと似ているが、統計的に結論を出すことはできない（なおほかに実験を主とする物理Ⅲがあるが、これは評価の基準がⅠ、Ⅱと異なるので省略した）。この大きな相関は予想されたことであり、なんらかの対応の必要も痛感されていた。今回の大学入試改革に際して北大が学生編成の細分化を含めることにしたのも、上の認識と無縁でない。

物理学の教育を、中学・高校・大学までを含めて、いつ、どのような順序で行うのが理想的かについてはいろいろな意見があろう。なまじ中途はんばに履修してくるより、大学で最初から物理的なものの見方を新鮮に体得する方が望ましいという考えもある。また、ここに挙げた調査結果の解釈もさまざまに考えることが可能であろう。高校で物理の履修をきめる以前の問題 — 物理そのものへの好み — が大学での履修態度に結びついていて、単純に物理のⅡを履

修したかどうかとストレートに関係づけられない部分もあるかも知れない。一方大学での成績の良否は、単に受験技術訓練の残留効果であるのかも知れない。さまざまな解釈の可能性と、現場の反省とを含めて、なまの素材として私どもの調査の試みをご紹介した次第である。

第 2 表

A (高校履修状況) と教養物理成績との相関表

類	高校履修状況		科目 成績	物 理 I					物 理 II					
				3	2	1	×	総数	平均成績	3	2	1	×	総数
理 類	新 課 程 (a)	(1) I・II	108	177	138	14	437	1.9	58	83	59	17	217	1.9
		(2) Iのみ	1	9	14	5	29	1.4			3		3	1.0
		計	109	186	152	19	466	1.9	58	83	62	17	220	1.9
	旧 課 程 (b)	(1) 物理 B	60	144	131	16	351	1.7	30	59	67	16	172	1.7
		(2) 物理 A	1	4	2		7	1.8	1	1			2	2.5
(3) 予備校等で新課程履修		38	67	47	2	154	1.9	20	29	35	10	94	1.8	
(4) 他大学で履修			3	1		4	1.7		1				2.0	
計	99	218	181	18	516	1.8	51	90	102	26	269	1.7		
全 体			208	404	333	37	982	1.8	109	173	164	43	489	1.8
水 産 類	新 課 程 (a)	(1) I・II	16	20	21	2	59	1.9			1		1	1.0
		(2) Iのみ	1	2	5		8	1.5	1				1	3.0
		計	17	22	26	2	67	1.8	1		1		2	2.0
	旧 課 程 (b)	(1) 物理 B	6	18	20	6	50	1.6		1	5		6	1.1
		(2) 物理 A					0						0	
(3) 予備校等で新課程履修		3	11	7	2	23	1.8			1		1	1.0	
(4) 他大学で履修						0						0		
計	9	29	27	8	73	1.7		1	6		7	1.1		
全 体			26	51	53	10	140	1.7	1	1	7		9	1.3

第 3 表

B (入試選択科目) と教養物理成績との相関表

類	入学試験で の理科選択科目	科目 成績	物 理 I					物 理 II						
			3	2	1	×	総数	平均成績	3	2	1	×	総数	平均成績
理 類	物 理・化 学 (1)		159	286	237	25	707	1.8	83	131	119	31	64	1.8
	物 理・生 物 (2)		8	16	15	2	41	1.8	2	4	2	2	10	2.0
	物 理・地 学 (3)		4	10	3		17	2.0	5	6	2		13	2.2
	化 学・生 物 (4)		2	21	28	8	59	1.4		1	6		7	1.1
	化 学・地 学 (5)			2	1		3	1.6		1			1	2.0
	生 物・地 学 (6)				2		2	1.0			1		1	1.0
	全 体		173	335	286	35	829	1.8	90	143	130	33	396	1.8
水 産 類	物 理・化 学 (1)		19	28	34	3	84	1.8			2		2	1.0
	物 理・生 物 (2)		3	7	2		12	2.0		1			1	2.0
	物 理・地 学 (3)			1	1		2	1.5			1		1	1.0
	化 学・生 物 (4)			4	9	3	16	1.3			3		3	1.0
	化 学・地 学 (5)		1			1	2	3.0	1				1	3.0
	生 物・地 学 (6)					1	1							
	全 体		23	40	46	8	117	1.7	1	1	6		8	1.3

理科教育と語学教育

北海道大学工学部 北村正直

米国のスタンフォード大学では、入学予定者に英語の試験を課している。この試験の結果英語の学力が不足していると判定された学生は入学前の休暇中にもうけられる英語のコースで特訓を受けなければならない。これは種々の調査によると英語の学力が入学後の成績と強い正の相関を持つことがわかったからである。

英語を母国語とする英国および米国においては、小学校においては英語のみ、中学校以上にあっては英語と英文学は別な科目として扱われている。大学においても、General English または Freshman English なる科目を取ることが要求されている。これらの英語の科目の主たる目標は、文章を的確に読み取り、かつ的確な文章を書く能力を身につけさせること、またそれらの訓練を通して、分析的論理的思考力を伸ばすことである。一方英文英文学の科目においては、文学的作品を文学的に批判的に読みかつ味うことが主たる目標ということができません。

フランスにおいてはどうかであろうか。私はこの国のことはあまりよく知らない。しかし私が強く印象づけられていることが一つある。それは、あるフランス人が、「フランスにおいては、何故高等学校に論理学の科目がないのか。」と訊かれたとき、「フランス語それ自体が論理的な言語であるからだ。」と答えたということで

ある。どのような状況下でこの会話がなされたかは私は知らない。ただ、このフランス人は言語は論理的に用いられなければならないことを意識しており、フランスにおけるフランス語の教育は彼を満足させているということが私に強い印象を与えるのである。

ひるがえって我国の国語教育を考えてみよう。戦後日本においては、小学校のうちから情趣的に文章を味うことが入って来た。高等学校学習指導要領の現代国語の目標の第一項には「… 思考力・批判力を伸ばし、心情を豊かにする」とあり、第三項には「文章を的確に読み取り、深く読み味う能力を高め、……」と記されている。すなわち、我国の国語は言語としての国語と文学の両方を一つの科目で教育しようとしている。

では教室においては実際にどの様に教えられているであろうか。私は実際に小・中・高校の教室に入ったことはないので、大学において接する学生を通してしか推測することしかできない。従って一方的な見方であるが私の意見を述べさせていただく。先づ日本の学生は私が外国の大学で接した学生に較べてはるかに自分の意志を他人に伝えることが下手である。大学院の学生、いや大学の教官でさえも英語の論文を書くとき英語の力が足りないといっています。コミュニケーションの手段としての言語の基本的

な約束事の理解の欠除によると思はれる誤りを犯しておられる。私は最初この理由を日本の英語教育の欠陥と見ていたが、最近では小学校以来の国語教育がより大きく責任であると考えようになった。たとえ指導要領に如何に記されていようとも、日本の大学においては言葉として日本語を研究し教育しているところが非常に少ない。それは英語についても同様である。我国の国語、英語の教師の大部分は、英文学を大学において専攻してきているのである。彼等の中で言語学的訓練、コミュニケーション学の訓練、論理的訓練を受けている者は非常に少ないのではなからうかと私は推察している。

ある英語学者（新聞上では英文学者として紹介されていた）は「日本において国語教育は英語の課目においてなされている。」と言い切っている。私は彼の主張に強い共感を覚える。ただし大学における英語教育は語学教育というよりは、残念乍ら英文学教育という色彩が強いのではなからうかと疑はざるを得ない。

私は人間の思考過程を二つの型にわけて考えている。第一の型は分析的・論理的思考であり、第二の型は創造的・想像的思考である。これらの二つの型は勿論明確にわけるとは難しいであろう。しかし一応便利な分類である。高等学校の各教科目においてこの二つの思考力は共に伸ばすことが目標とされていることは先の学習指導要領の国語の目標のところでも引用しておりである。しかし文学においてはこの第二の型の思考が特に強調されている。これに対して理科・数学の科目においては第一の型の思考が主に強調されている。これらの科目においても

創造力の養成が目標とされているが（学習指導要領、理科、目標第一項目）、この創造力の意味は、文学における創造力のそれとは可成り異質なものである。これは分析的な能力の上につづく創造力でありむしろ第一の思考の型に入るものといえよう。

理科の各教科において分析的・論理的思考力が養成されなければならぬ。しかし、これらはすべて言葉を用いてなされることに注意すべきである。国語の教育において、文章を分析してその意味を手早く、正しく把握する訓練、自分の考えを言葉を用いて、誰にも理解できる文章で表現する訓練がなされるならば、理科の教育は可成り容易なものとなるであろう。勿論少数の優れた学生は現在のまゝでも自己の能力を伸ばしていくであろう。しかし大多数の学生、特に学業のおくれがちな学生は、単に「文章の意味を理解せよ」と言はれるだけでは不十分であり、如何に文章の意味を理解するかという手段を実践を通して与えられる必要がある。

先日、勤務を終えて車に乗って帰宅途中、NHK第二放送を聞いていた。丁度高校の現代国語が放送されていた。講師はチャールズ・ラムの一文の解釈の講義をしていた。彼はその時代の背景、著者の人となり等を述べ、そしてある一つの文章を深く理解する必要性を説いていた。このような文の理解は彼の主張する様に望ましいことである。この文は広い意味で文学的作品といえる。しかし国語教育がこの様な文学教育だけであるならば私の主張する分析的・論理的思考の訓練にはあまり役に立たぬのではないのではなからうか。科学書は出来るだけ自己充足的で

なければならぬ。すなわちその本だけでその内容が理解され得るものでなければならぬ。その中の文がそれ自身で読者に意味を正確に、充分に伝え、そしてそれ以上のものであってはならぬ場合が多い。言外の意味というものは少ないし、暗示的なものであってはならない。文章を文字通り読むことが出来て、その上で文学的な意味を深く味うならばよいが、私はこの様な放送の講義を聞くときいつも、言外の意味を探ることがあまり強調され過ぎている様な印象を受ける。科学書を読む学生が、その本に書かれている以外の歴史的背景、著者の人となり等々を予備知識を持っていなければ本の内容を理解できないとしたらその科学書を読む人は限られてしまうであろう。

私はよく北大の研究者の英文の論文を添削することがある。そのとき、あまりに多くの人が、読者が言外の意味を理解してくれることを期待して舌足らずの不完全な文を書くのに驚ろかされている。これも英語教育の欠陥というよりは国語教育の欠陥の結果ではないかと思はれる。

この様な現状をどう改善したらよいのであろうか。私は先づ国語と国文学を高等学校からわけけることを提案したい。そして国語を担当する教師は言語学の訓練を受けた者のみとする。更に中学校以下の国語は文学よりも、道具としての国語の面を現状よりも強調する。勿論教師は言語としての国語を教える方法を学んでいることが要求されるべきであらう。高校以下における英語は勿論の大学の英語も、言葉としての英語であるべきであり、英文学はそれを必要とする学生のみを対象とすべきであらう。たかだか

一般教育の一科目とすべきであり、言葉としての英語の課目で英文学の講義はなされてはいけない。国語教育が改善されるならば理科教育の効率も可成り良くなることが期待される。

幾何学と空間

北海道工業大学 佐藤 宏 一

(1) ユークリッド幾何学と非ユークリッド

幾何学

紀元前300年頃、ユークリッドは有名な『原論』を著わした。この中には、ユークリッドの先駆者達の幾何学上の発見の主なものが系統的に網羅されている。そしてこの書物は、西洋の思想に関する著作のなかでも、最も影響力の強い古典の一つとなった。ユークリッドの議論の進め方は、基本的な前提として五つの公準、五つの公理、そしていくつかの定義を用い、あとは論理的必然性をもった厳密さで定理を演繹的に証明するという方法である。つまり公準と公理と定義を定め、それ以外の幾何学的原則をこれら三種類の基本的仮定から導き出そうとするものである。したがって、証明された定理の内容は、ユークリッドが選んだ三種類の仮定の中に潜在的に含まれていたものであり、演繹的な証明法がそれを鵬にただけである。

ユークリッドの時代以来、『原論』を読んだ多くの人々にとって、その第五公準は変則的にみえたのである。ちなみにユークリッドの第五公準を掲げるとつぎのようなものである。「一つの直線が他の二つの直線と交って、その一つの側にその和が二直角よりも小さな二つの内角をつくるならば、それらの二つの直線は、かぎりなく延長するときそれらの内角のある側で必ず交る。」この第五公準は他の四つの公準に比

較して、型破りに複雑である。以来何世紀もの間、この第五公準に不満を感じた多くの思想家がこれを排除する方法をみい出そうと試みた。願わくば、第五公準は他の公準から独立でない、つまりはしめの四つの公準と推論から一つの定理として証明される、ということを示したかったのである。この証明はうまくいかなかった。

ユークリッドの第五公準がほんとうに他の四つの公準から独立である、つまりユークリッドの第五公準の代りに全く異なる公準をおくような論理的に矛盾のない幾何学の体系もありうる、ということに気がついたのは十九世紀になってからである。十九世紀のはじめごろ、何人かの数学者が互いになんの連絡もなく、それぞれ新しいタイプの幾何学を展開した。ドイツの数学者ガウスは、公けには発表しなかったが、非ユークリッド幾何学の論理的可能性に気づいた最初の人と思われる。またロシアの数学者ロバチェフスキーとハンガリーのボヤイは、それぞれ別個にあるタイプの非ユークリッド幾何学を、ドイツの数学者リーマンとヘルムホルツは、また別個にもう一つのタイプの非ユークリッド幾何学を展開した。これらはそれぞれロバチェフスキーの幾何学、リーマンの幾何学とよばれている。このような非ユークリッド幾何学が展開されたことは、革命的な意義をもっていた。それ以前の思想家、なかでもカントは真の幾何学は

一つしかなく、それがユークリッド幾何学であることは必然的かつ永久不変のことであると考えていた。非ユークリッド幾何学に反対を唱える数学者はずいぶん努力をしたのであるが、この新しい幾何学が形式論理的な無矛盾性の要求を満たさないものであるということを示すことができなかつた。しかしこれらの非ユークリッド的体系が無矛盾であるということも、はっきりとは証明されなかつたのである。この問題の重大さが強力な動機となって、数学者はユークリッドが考察したよりももっと厳密な論理手順を探し求めさせたのである。最終的な目標は、論理的形式によってのみ正確であるような証明を提示することである。この証明の形式にとつては、ユークリッド幾何学の体系は不都合であり、とくに二つの点において変更が必要であつた。一つはユークリッドの公理の中に暗黙に仮定されていた順序や図形の移動の可能性などをあからさまに公理として表に取り出すこと、いま一つは、公理の性格を自明の定理としないで単なる前提とすることである。したがつて点や直線のユークリッド的定義は不用となり、それらはいわゆる未定義概念となる。このような仕事は、パッシュその他の人を先駆としてヒルベルトによつて完成された。ヒルベルトの公理系は基本概念、公理、省略定義からなつてゐる。基本概念として点、直線、平面およびそれらの間の関係として、上にある、間にある、合同ということばがとられてゐるが、実はこれに通常の意味を与える必要はないのである。そして公理を適切な形で書くならば、すべての公理は基本概念と論理語で書くことができる。論理語は論理学

で使用されているもので、否定詞・連言接続詞・普遍詞・集合要素・等しい・それと論理変項である。すなわちヒルベルトの公理系は、六つの基本概念と六つの論理語で書くことができる。このように公理が未定義な基本概念と論理語で書かれたとき、これらの公理から定理を導くことは論理的な操作となる。したがつて幾何学の定理の証明は論理学の演繹にほかならず、証明の真偽の判定も論理学だけが行い、直観的図形その他のものの介入はまったく必要なくなるのである。

(2) 解釈された幾何学と空間

ヒルベルトの幾何学の公理化以来、純粋幾何学と応用幾何学とを区別することがずっと習慣になつてきている。純粋幾何学とはヒルベルトの方法で研究された幾何学であり、応用幾何学とは、未定義概念に特定の意味をもたせて研究された幾何学である。けれども、二つの幾何学の間の差異を示めそうとするなら、解釈されない幾何学、解釈された幾何学と命名するのが正しい。ヒルベルトの未定義記号の論理計算の体系 — 解釈されない幾何学 — の中に使用されている未定義概念に特定の意味を与える、すなわち解釈を与えるとはじめてこの記号体系 — 解釈された幾何学 — はその空間の話になるのである。しかし未定義概念に特定の意味を与えるやり方はいく通りもある。たとえばヒルベルトの未定義概念である点に半直線を意味するもの、直線には点を意味するものというような解釈を与えてもよいわけである。こうするとこれらは意味をもつた幾何学的陳述になるが、多く

の場合その公理や定理のいくつか、あるいは全部が偽となるが、なかには公理や定理のすべてが真の陳述となるような解釈もないことはないのである。解釈を与えた幾何学がユークリッド幾何学と一致するためには、点・線などに我々が今まで与えてきた解釈に近いものを与えなければならない。したがって、現代の幾何学の公理化の仕方から考えると、ユークリッドが体系づけた幾何学は解釈された幾何学といえるであろう。このような見解にしたがうと、解釈されない幾何学の未定義概念に特定の意味を与えた解釈された幾何学の陳述は、必然的にこの世界についての仮説となるわけである。そしてこれらが真であるか偽であるかを定めるただ一つの道は、観察と実験を通しておこなわれる帰納的なものである。

ニュートンが定式化した三法則には、直線という述語が第一法則を通して入りこんでいる。上に述べた幾何学の観点から言うと、物体が運動している空間において、何をさして直線というのかということが明らかにされないと三法則は無意味になるのである。我々は直線の意味づけをたとえば、張り糸を直線とみなしたり、定規でひいた糸とみなしたり、また光線を直線とみなしてきた。これらの間は互いに無関係に考えられているわけではないが、再現性・永久不変性の問題から一般には光線を直線の基準としていると思われる。

ニュートンは、彼が定式化した三つの法則が、上述した直線の意味づけをもったユークリッド幾何学のうえに成立すると考えていた。解釈されない幾何学の中にある未定義概念に、特定の

意味を与える規則は対応規則とよばれるが、ニュートン力学が成立する幾何学 G は、ある対応規則 C_1 とそこで成立するユークリッド幾何学を E とすると $G(C_1, E)$ と書くことができる。しかし扱われている対象が宇宙的規模の場合、そこで構成される幾何学はアインシュタインの一般相対性理論によるとリーマン幾何学 R となり、そのときの対応規則を C_2 とすると $G(C_2, R)$ と書ける。なおリーマン幾何学そのものは、アインシュタインの一般相対性理論より以前に、すでにリーマンによって構成されていたのである。それゆえアインシュタインがなしたことは、対応規則として C_2 をとると、点・直線といった述語の間の論理的な関係が、経験的な事実としてリーマン幾何学の点・直線といった述語の間の論理的な関係と同じようになるということのみ出したのである。

リーマンの幾何学が自然なものとしても、次のような反論がよく行なわれている。光線は真空中でも曲がるとみなすべき十分な根拠がある。たとえば、光線が太陽の近くのような重力の強い場所を通ると、曲がるというような事実が観測されている。したがってそのような光線を直線とみなすから、宇宙空間において非ユークリッド幾何学が成立するのである。我々はむしろ、宇宙空間においてもユークリッド幾何学が成立するとし、そのかわり光線は重力場を通過するとき真空中でも曲がるということをも認めるべきであると。もちろんそれは、光の真空中で直進するという光学の既成の理論を放棄して別の新しい法則を認めることになるが、この反論もまた、非常に自然なものである。この反論は間違

いを指摘するといったものではなく、一種の奇妙さを指摘するといったような反論である。このような反論の根底には、非ユークリッド幾何学に対するある混乱にもとづいている。我々が非ユークリッド幾何学に奇妙さを感じるのはつぎのようなことであろう。我々になじみの深い直線や平行線は、実はユークリッド幾何学にあてはまる直線や平行線であって、非ユークリッド幾何学にあてはまらないものである。つまり、あてはまらない直線や平行線を念頭において非ユークリッド幾何学を考えれば、非ユークリッド幾何学に奇妙さを感じるのはむしろ当然である。

重力の場のあるなしに関係なく真空中の光線を直線とみなす対応規則 C_2 をとると、我々は経験的な事実として非ユークリッド幾何学をとらざるをえない。また重力のないところでの光線のみを直線とみなす対応規則 C_3 をとると、我々は事実としてユークリッド幾何学をとることができるかわりに、光線は重力の場で曲げられるという法則 L を加えなければならない。すなわち前者の場合には $G(C_2, R)$ という理論形式となっているのに、後者は $G(C_3, E)$ に L を加えてはじめて $G(C_2, R)$ と同じ理論になる。すると我々はここで一つの選択をせまられるわけである。 $G(C_2, R)$ を選択するか、 $G(C_3, E)$ と法則 L を選択するか。そしてこの場面においてアインシュタインは前者の道を、そしてそれ以前、ポアンカレは後者の道を歩んだのである。この選択は、どちらかでなくてはならないというものではない。どちらをとることも可能である。したがって、その選択は観測

事実にもとづいて行えるというのではなく、自然さ、単純さ、みとおしのよさ、といったような要素で決められたもので、このような人間的な要素で決められた理論化はコンベンションリズムとよばれている。

デジタル I C への招待

美瑛高等学校 島田 明

一昔前まで、ハムとかオーディオマニアは、自分で回路設計をして、部品を集め、自分の望む機器を作った。

私も今ではもう見られなくなった S T 管の並三ラジオを手始めに、高校 2 年くらいまでは作ってはこわし、こわしては作るの連続であった。その後いろいろの事情ですっかり遠ざかっていた。

しかし最近また昔の虫がうずき出し、久しぶりにラジオ雑誌など買ってみておどろいた。時代は、はるかに進んで、真空管はとくに過ぎ、トランジスタと I C の全盛である。何より驚いたのは、昔ごく一部にしか使われていなかったパルス回路が、デジタル I C のおかげで大巾に応用されていることであった。

おそまきながら I C を買いこみ、実験を始めたが、かなり応用もきき、物理実験に使えるようなものもできそうなので、デジタル I C の紹介を主に述べてみたいと思います。

アナログとデジタル

近ごろの時計をみると、針のある、いわばアナログ時計と、針のないデジタル時計がある。

針があると時間を連続した量として取扱っている。これをアナログ量（またはリニア量）という。

それに対してデジタル量とは、測定単位に分

割されていて、必要ならいく桁でも精度を上げていける量である。

アナログでは入力と出力が比例関係になっている（このためリニア回路という）。しかし、デジタルでは、入力があるかないかによって出力が決まる。デジタル I C は増幅という作用はなく、単なるスイッチとして作動している。だからデジタル回路は、入力があるかないか、出力はあるかないかの 2 つの状態しか考えなくてよい。つまり 2 進法の計算機を作るにはうってつけなわけである。

デジタル I C について

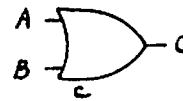
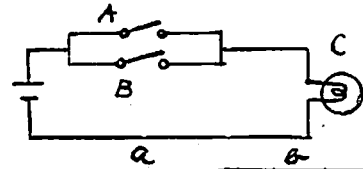
デジタル I C を製法上から分けると、大きく T T L I C と C M O S I C になる。

T T L I C は Transister - Transister - Logic の略で、現在最も安く、種類も多い、しかし電源電圧がシビアであること、集積度が上げられない、等の欠点がある。

それに対して C - M O S (シーモス) の方は、電源がラフで良い、消費電流がほとんどない、高集積度が得られる等の利点により T T L を追いつけているが、動作速度がおそい、価格が若干高い、普通の状態が発生する静電気で簡単に素子が破壊される等の欠点を持っているので、おのおのの特性を生かし、速度を要求される所には T T L を、時計・TVゲームなど高集積を

利用して小さく組みたい時はCMOSというように使われている。もちろんこの2つを混合してもさしつかえは全くない

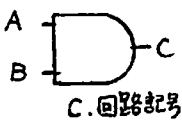
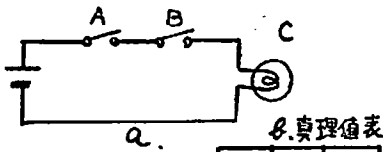
構造的には多少の違いはあっても回路的には同じと考えてよい。つまりデジタルICはスイッチと同じなのである。その基本回路はAND、OR、NOTの3つしかない。この3つを組合わせて論理（ロジック）回路を形成する。デジタルICのことをロジックICということもある。



b.		
A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

図2. OR回路

(1) AND (アンド、論理和) 回路



b. 真理値表

A	B	C
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

図1. AND回路

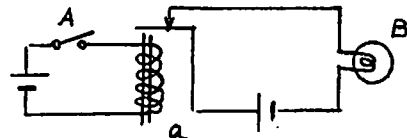
図1を見ていただければ一目瞭然で、AとBが共にONのときCのランプはつく、ONを1、OFFを0としてA、B、Cの関係する表に表せばbようになる。この表のことを真理値表という。回路記号で表せばcのように書く。

(2) OR (オア、論理和) 回路

図と真理値表を見ていただければ説明の要はないであろう。

(3) NOT (ノット、論理否定) 回路

スイッチだけでなくリレーを使った回路と等価なので図3のようになる。



b.

A	B
0	1
1	0

図3 NOT回路

以上3つの基本的回路は非常に論理的なので数学の集合と同じように考えて行ける。そのため論理回路設計にはブール代数が応用されるそうであるが、コンピュータを組むような大がかりな設計以外には必要ないと思う。

一般的論理回路

前述した3つの基本回路が組み合わさって、全てのデジタル機器は作られている。理論的には、AND、OR、NOTを使えば、デジタル時計・電卓・はてはコンピュータまで作れるはずである。しかしこれは積木をたくさん買ってきて家を作るようなものでとても手に負えない。しかし良くしたもので、デジタル機器の中には共通の働きをする回路が多い。たとえばポケット電卓でおなじみの数字表示器を光らせる回路、一定数のパルスがはいったらケタを1つ上げるパルスを出す回路などの共通の回路をひとまとめにして1つのパッケージに組込んだICがある。積木の他に壁になる合板、ハリになる部材が用意されているわけである。これなら比較的簡単に家を作ることができる。

また最近の電卓・時計・TVゲームのようにそれ専用で作られたICもある。これは家がもうできていて、後は電気をひいて、道をつければすぐ住めるようなユニット式の家のようなものである。もっともそういうICは作られた目的以外には全く使えないが、

ICを使ってみて

ではICを使った機器を作ってみての感想を述べてみる。

まずICの価格だが、おどろくほど安い。トランジスタの初期のように各社からいろいろの名前で作られているがTTLは米国テキサスインストルメンタル社の74シリーズが基本で、他の会社はそのセカンドソースである。

CMOSはRCAがファーストソースだが、

日本では富士通、東芝のセカンドソースの方が入手しやすい。

両ICとも今後値下りはあっても値上りはない。特にテキサス社は円高の現在、毎月のように値下りしている。

AND、OR、NOTの基本的ICは、各素子が4~6個が1つのパッケージにはいるが、1パッケージ当り、TTLで60~80円、CMOSで60~100円程度。一般論理回路の分周用、カウンタICでも200~300円程度である。

自作の時、気をつけなければならないのは、ハンダ付けである。昔の真空管なら大きなソケットにこれまた大きな抵抗を、80Wという大きなハンダゴテで実におおらかに配線したものが、ICの場合、なにせピンとピンの間が、2.5mmしかないので、20W以下のコテを使わないとかなりむずかしい。私もトランジスタの時の30Wのコテを使ったが、見事にとりのピンといっしょにつけてしまった。そしてこれはかなり注意して見ないとわからない。ルーペや拡大鏡は必ず用意すべきである。

しかし、ハンダ付けさえ間違いなくやれば、真空管のように配置がまずいため自己発振したり、ハムをひろったりということはない。

ではICを使ってどんなものができるかというと、簡単なところでデジタル時計、これは1チップ化されたCMOSICが1,500円~2,500円程度で出回っているので、これに数字表示器をつけ、電源をつなぐだけでできてしまう。それから実験で使えるものにデジタルカウンタがある。デカトロン計数機がある学校も

あるが、あんなに大きなものでなく、電池で作動する、片手で持ち運べるようなものが作れる。しかし基準発振に水晶を使うので精度はかなりとれる。これがIC 5個程度ででき上がる。

私はまだ手がけたばかりであり複雑なものはまだ作っていない。しかしハンダ付けさえしゅかりやれば何とかなる自信はある。また、いろいろやってみればかなりやもしろいものができそうな気がする。

設計にしても、ICの基本動作をのみこんだら、これをコンポーネントステレオのように組み合わせて行けば良いのだから、わりと簡単にできそうである。また作って具合が悪ければ電圧計をあてれば、ある程度は見当はつく。要するに電圧があるかないかが分れば良いのだから。(しかし1秒間に数回以上のパルスになるとシンクロスコープでなければならぬが。)

そんな事から生徒のクラブ活動用に利用できるのではないかとと思われる。

私はまだICを手にとりて間もなく、あまり大したこともしていないので、以下に参考書籍をあげ、諸兄の参考に共したい。

参 考 書 籍

- (1) 基礎的な実験から系統的にやるもの
 - 実験で学ぶデジタル回路 (AND回路からコンピュータ製作まで)
河内洋三・永田博義 共著
啓学出版 1,600円
 - デジタルIC実験と工作マニュアル
北川一雄著 オーム社 1,800円
- (2) 回路設計的なもの
 - デジタル回路設計スタディ (設計演習で学ぶデジタル回路)
久保大次郎・一杉 勝 共著
CQ出版社(つくるシリーズ3) 1,200円
- (3) 製作のノウハウを表わしたもの
 - デジタル機器製作ガイド (回路で学ぶ1と0の世界)
伊藤保雄著 CQ出版社 1,200円
 - デジタルICのいたずら
白土義男 日本放送出版協会 750円
 - 楽しく作る電子時計とカウンタ
西村昭義著 CQ出版社 1,000円
- (4) その他連載など
 - 誰でもわかるマイコン手づくり塾
村岡周平著 月刊RAM (広済堂出版)
1978年2月号よりデジタルICの基本から、実験を通して理解し、現在マイクロコンピュータを製作している。
 - みんなの科学 (たのしい実験室ファンクラブ)
NHK教育TV、木曜5時半からのたのしい実験室のファンが集まって月刊紙を作っている。非常にユニークな紙面。

歴史的見地による物理教育方法論考

— 欧州科学博物館、科学史跡見聞記 —

札幌藻岩高等学校 山田大隆

1. 科学史教育研究の意義

今日、理科教育方法として歴史的的手法（科学史の利用）が重視されるのは、理科教育方法研究での次の approach でその意義が認識されてきた結果であろう。1. **humanistic approach**。

これは、従来からあるエピソード科学史や科学者伝等を含むものであり、最近米で PSSC に代り高採択率で注目されている H P P は基本的にこの教材構成思想を背景としている。⁽¹⁾ 教材も従来の単なる天才讃美から、科学史学の学問的背景から実証的客観的に科学者の創造性人間性を解明した水準の高いものが多くなったことは喜ばしい。2. **epistemological approach**。これは、板倉の「仮説実験授業」方法に見られる背景思想 — 学習者の認識段階（個体発生）は科学史の諸段階（系統発生）の反映・投影に他ならない — や、池田らの Case History の実験的展開⁽²⁾ にみられる背景思想 — 科学発展史上の認識飛躍の教訓が科学的創造性教育上有効 — に代表される科学史史実の分析を通して得られた認識論的發展法則性を教育の strategy として積極的に利用しようとするもの、

3. **liberalartistic approach**。科学史は本来は自然科学の用語概念を素材としてその発生や発展の態様法則性を研究し記述する歴史

学の一分野である。従って総合的科学としての性格を持つから、筆者も分類したように、⁽³⁾ 小中学校段階では科学読物やエピソード科学史、高校では Case History, 大学では一般教養科目として科学史教育の各学校段階、教授階梯に対応した利用が有効と考えられる。特に高校・大学においては、教授体系が個別学問の論理性・体系性の教授に集中し、科学概論（科学史、科学哲学、文明批評）的扱いが軽視されているのが今日の日本の実状であるから、個別科学体系の教育に偏しない歴史的 inter-disciplinary の視野を確保する意味での科学史教育の役割は（高校でも）増々重要になってきている。

4. **concept-analytical (methodological) approach**。これは、教授学方法論上のからの要請である。Bruner により提起された現代化教授学理論は、科学の本質的分析（科学哲学による）結果からの知見への教授学への適用（科学主義）と、readiness 観の変更、認識力の加速、Spiral 学習発達観直視力の育成等の Piaget-Bruner の認知理論といった最新の教授学成果とを結合させて構成されたもので、これは従来の科学の知識体系の教授を主体とする知識陶冶型教育の今日の情報過大化社会での行状りを打開するために、科学の他の一面 — 科

学的探究活動 — に着目して作り出されたものであり、それは科学の動的探究的理解を目指して行なわれるものである。この科学の方法、探究の過程を重視する学習法の本質と長所短所については筆者の論考⁽⁴⁾に述べてあるが、この動的性格（自己修正性や改革性）を解明するには Langevin⁽⁵⁾も指摘するように科学史を分析するのが最良である。現代化の教授学を研究・施行するためにも科学史の取扱いは必須である。

これら4点は、具体的様相では次のように述べられよう。1については、科学者の日常生活まで含めた人間性の解明として、個々科学者に関する総合的一次資料教材(Jackdaw⁽⁶⁾)の利用や Open-University での歴史上科学者評論のテキストと映画の利用⁽⁷⁾等、イギリスにおける最近の試みが注目される。2に関しては、J・Conantも述べるように、⁽⁸⁾Harvard Case Historiesで示された歴史上科学者の原著論文への学生の接触の他、科学博物館におけるその論文に示された実物資料との対面、観察および、歴史上の実験の原寸原機構通りの再現、追体験実験（再現実験の科学史的教育的意義については、岩城⁽⁹⁾によって多くが述べられている）が重要である。博物館での実物資料との対面は、歴史上の科学者がその限られた歴史上の状況の中で発明発見を成就しえたという科学者の創造性・人間性への新鮮な感動を学習者に提供して意義があるのである。また、追体験実験は、時代を超越した深い原理の理解と、まさに時代差＝歴史性そのもの＝の本質の両方を総合的に理解させるに効果がある。この普遍性と歴史性（時間性・発展性）の総合的理解は科学の本性

を示しているものであり、これの理解は原著論文の解説も含めた周到に準備された再現追体験実験以外にはなからうと思われる。⁽¹⁰⁾3に関しては、初中等教育段階での体系的科学史の教育の可能性とその道具だての展望（高校の場合、昭和57年施行の新課程理科Ⅱの中でこの実現がある程度期待される）、4に関しては、探究学習方法論の他に、科学史学の確固とした学問背景を主とし、教授学が結合される科学史学習方法論の構築が今後の課題となるものであろう。

Ⅱ. 欧州の科学博物館の展示内容と科学史跡

以上のような問題意識によって、昨年（77年）8月に、欧州の代表的科学博物館（展示方式は科学技術史）を見聞（某理科教育雑誌社主催の科学博物館・科学史視察研修旅行参加）したので、主に物理教育の展示物（物理学史）に焦点を絞って欧州科学史情報の宝庫といわれるこれら科学博物館展示物の紹介・考察をする。なお、今回見学した科学博物館は次のものであった。

London

科学博物館 (Science Museum) ⁽¹¹⁾

自然史博物館 (British Museum, Natural History)

地学博物館 (Geological Museum)

旧王立天文台 (National Maritime Museum, The Old Royal Observatory) ⁽¹²⁾

Paris

発明宮 (Palais de la Découverte) ⁽¹³⁾

国立工芸保存院技術博物館 (Conservatoire National des Arts et Métiers, Musée

National des Techniques)

Wien

技術博物館 (Technisches Museum für
Industrie und Gewerbe)

自然史博物館 (Natur-historisches
Museum)

München

ドイツ博物館 (Deutsches Museum)⁽¹⁴⁾

Firenze

国立科学史博物館 (Istituto e Museo di
Storia della Scienza)⁽¹⁵⁾

他に科学史上の重要史跡として以下を訪問した。

Cambridge

Cavendish Laboratory⁽¹⁶⁾

Paris

Saint-Jaques 塔 (Pascal 大気圧実験)

Panthéon (Foucault 振り子実験)

École polytechniques (Carnot 他)

Piza

大聖堂 (Galilei 振り子), 斜塔 (落体実験)

この稿では、博物館内科学史情報として London 科学博物館、Deutsches Museum, Firenze 国立科学史博物館を主に紹介し、他に幾つかの科学史跡の雰囲気と述べる。見聞の全体については筆者の報告⁽¹⁷⁾を参照すれば幸いです。

1. London 科学博物館

HydeParkのCrystal Palaceでの1851年万国博覧会(4回まで開催)での主に蒸気機関係の出品物と、王立研究所、Cavendish研究所のコレクションを集めて、1857年開館された。1. 2. 4階に英国産業革命史を形

成する世界最大といわれる重要な技術史展示物があるが、上記研究所の純粹科学関係の科学史展示は3, 4階にある。西欧近代科学源流の本場だけあり、高校教育で登場する著名科学者のoriginal実験器具が殆んど見られるのは壮観である。展示様式は科学的で、その器機がはじめて登場した論文の頁を拡大コピーして示し、その実物があり、タイプ打の簡単な説明カードがある。展示品数は極めて多く、厳選された実物のもつ情報的重みと、発達過程が一目して判る配慮は博物館学の指導国を思わせる。古物を多数並べると暗く倉庫の如き感を与える旧博物館スタイルのものになりがちだが、display技術のinnovationは完全に完了しており、見易いインテリアは、梅棹氏が主張する高度知識大衆化社会での情報Centre、社会教育のCentre、学校教育の補完(実物教育)の総合的場としての博物館の有様を正に典型的に示している。当然ながら、参観者も多様で多く(年間200万人)、観覧態度も実に熱心で、日本とは大きな違いを痛感する。主な物理学史展示物の観察結果を示す。

Joule の水熱量計 (1845年)

4階の熱と温度器具のコーナーにある。展示物は水熱量計の円筒ケース(直径15cm、高さ25cm程)、攪拌プロペラと糸巻ドラムのみで、後で見たDeutsches MuseumのReplicaには50cm程の温度計があり、この装置の要点である温度精度向上にJouleが腐心した跡が伺える。

Fooke の顕微鏡 (1665年)

Newtonと同時代人で実験物理学に多彩な才能を示したFookeが、1665年Micro

graphia を着した折に使用した複合顕微鏡が、4階の光学コーナーにある。この顕微鏡は鏡筒が大小2つあって、フラスコを水で満し、ランプ光を集光して、ニードル先にさされた混虫等を反射光で観察した。史上第一級の光学機械多種を年代順に並べたこの光学機械発達史コーナーは大変見応えがある。

J. J. Thomson の放電管 (1897年)
陰極線管中の陰極線の e/m を測定、電子の存在を提唱・確認した折に、J. J. Thomson が使用した真空放電管2種が3階の原子物理学コーナーにある。物理教科書によく見かけるBrawn管型の放電管は陳列されていない。

Millikan の実験装置 (1909年)
電気素量値を決定したのはシカゴ大のMillikan であるが、彼が使用した装置の一部が原子物理学コーナーにある。教科書で見られる著名なスタイルのものはここには置かれていない。

Aston の質量分析機第1号 (1919年)
J. J. Thomson のもとで正電荷粒子の磁界中歪曲現象研究をしたAston が Thomson の装置を改良して同位体分析を可能にした質量分析器を1919年に作成したが、その第1号機が原子物理学コーナーにある。大きさが直径50cm程の半円コイルから成り、意外と小型である。

Lawrence の Cyclotron 第1号 (1930)
陽子加速器は Cockcroft & Walton, Van de Graaf の直線型に次いで、Lawrence & Livingston の発明による Cyclotron で決定的となったが、その第1号器がここにある。縦50cm、横30cm程の長方形板状だが、Magnetは、米 Berkley の Lawrence Hall

の庭にある。

Cockcroft & Walton の核分裂発見装置 (装置1929年、発見1932年)
cyclotron が作られる前の陽子加速装置が、Cockcroft と Walton により作られた (加速電圧60万V)。彼等はこれにより水素の高速の粒子を作り窒素分子に当て、酸素と水素を作り、史上始めて人工的核分裂に成功したが、その装置が原子物理学コーナーの白眉として陳列されてある。上部円筒の直径は20cm程、高さは2.5m位あり、実験者は下の箱中にかがんで入って観測する。

以上が、この博物館の原子物理学コーナーで出所はすべて Cavendish Laboratory である。

Bragg 使用の X線回折装置 (1915年)
Bragg 反射理論と実験で、X線結晶学に功績をあげた Bragg 父子の使用した X線回折装置 (線源とコリメーター及び Laue 斑点観測装置) が3階の化学結晶構造コーナーにある。この結晶コーナーは、教育用模型、X線回折測定装置等多数の展示物が系統展示され、歴史性と教育性の配慮において秀れている様に思われる。

Watson & Crick の DNA 立体構造模型 (1953年)

DNA の立体構造決定をめぐる議論は1950年代初期最大の問題であったが、Watson の生化学的知見、Crick の X線結晶学的知見による共同研究により、今日知られる2重らせん構造が1953年の Nature 誌に発表された。その論文執筆のもとになったのが、著書「2重らせん」で知られる実際に作られた立体模型で、塩

基は鉄板で、5単糖骨格、塩基間水素結合はすべて真ちゅうロッドとパイプ接続でなされている。細部はこれで論文が書かれただけあり、実に精密に作られている。Cavendish Laboratoryの出品で3階化学の生化学コーナー白眉展示物である。

その他の物理学史展示物

この博物館には、歴史的なものがいくつかある。4階光学史コーナーには、ニュートンの反射望遠鏡（上野国立科学博物館に replica がある）、philosophical table（力学説明器）、18世紀の Orrery、Herschelの反射望遠鏡 Ramsden 経緯儀、同電磁気コーナーには、Layleighの電磁気学実験装置や抵抗測定のマクスウェル使用コイル、ファラデー使用コイル（著名な電磁誘導発見のものは Royal Institution にあり、このものは筆者未見のものである。ファラデーに関しては化学関係が充実している）、3階の化学コーナーでは Bawnの花粉粒動観測装置等がある。実験関係も光学（偏光）、力学（1階）があるが少なく、全体に見せる展示が主流を占め、Deutsches Museumの参加型展示と異なる。

2. Cambridge University と Cavendish Laboratory

Cambridge市は、Londonより高速バスで2時間の所にあり、露天市のある Market Hill（市の中心である）、Kings Parade に、Kings College（最大）、をはじめ、20程ある Collge 群の中心 Trinity College（ここでは Newtonが教鞭をとり、最近では、

Dirac が教えている）、国際科学史連合議長の J. Needhamが学長を勤めた Caius & Gonvill College が林立し、1870年 Maxwell が創立した Cavendish 研究所は、Market Hillから500m程南に下った、Free school St.（入口はここにある）と Pembroke Downing St. に囲まれた地図上 New Museum site にある。ここは、著名な物理研究部門の他、動物学、冶金学、政治科学 コンピューター関係等14部門を含む総合研究所で、物理研究部門は4年前に市街地より4km離れた田園中に農業研究所とともに New Cavendish Laboratoryとして移転していた。多数の歴史上著名な実験器具は一部 London 科学博物館にきているが、その他は Oldにも Newにも見られなかった。Old Cavendishの物理部門は移転のため内部は全く空で、Rutherfordのいた円形の建物の風情などが印象的であった。案内はこの研究所教授が熱心にしてくれ感無量であった。

New Cavendish Laboratory

Bragg, Mott, Rutherford 等の名称のある2階建4棟の新しい物理研究所で、業績はこれからの様である。appointmentがないため、内部の詳細見学は不可能であったが、Cavendishの肖像、歴代所長の肖像4枚があるところなどはさすがにこの研究所の輝ける歴史を感じさせ印象深いものがあつた。

3. Greenwich Old Royal Observatory

Greenwich village の丘上にある。Paris Observatoryと並ぶ Europe 天文

学史の中心で、現在は天体観測部門の Sussex 州移転により天文学史博物館になっている。1676年Wrenにより建造されたOctagon Roomがあり、ここでHalley(彗星観測)、Flamsteedが天体観測をした。Flamsteed Hauseには大小の四分儀、六分儀があり、著名な経度0度線が通るMeridian Buildingの古い建物には、光行差測定をしたBradleyのTransitがある。

4. Parisの物理学史跡

Paris市内では、Chatelet広場近くのSaint Jacques塔(高さ52m)で1648年、Pascalが大気圧差測定実験をした。塔基部にはPascalの立像、塔頂には測候所支所がある。Cartier-LatinのPanthéon(万神殿)では、高さ80mの中央ドームから、長さ67m、重さ28kgの錘をつるし、約33時間で回転面が1周する著名な振り子実験をFoucaultが行った(1850年)。Montparnasse近くにはParis Observatoire(1668~72年建立)があり、Cassini一族による天体観測(土星衛星発見、輪の観測)が知られているものである。他に、Curie研究所(Catier-Latin)、Branley博物館、Carnot等を輩出したEcole-Polytechniques(場所は、Cartier-Latin)がある。écoleは今日でも仏テクノクラート養成の専門学校で、今日見るのは1795年創立の門のみで、内部は郊外移転した。Napoléonの肖像のある正門は歴史を思わせる。

5. Deutsches Museum(München)

Isar川中洲に立つ、延床面積8万㎡、展示面積4万㎡という、上野国立科学博物館の3倍の規模を持つDeutsches Museumは1903年電気工学者O. Millerにより建てられた世界最大の理科(物理)教育・産業教育の科学博物館である。この館の特徴は、学術産業国家一体となった運営協力体制と、展示思想にみられる、歴史性展示と探究性展示の結合、およびドイツ大学物理教育の特徴といわれるBig lecture手法を採用した印象的デモ実験といったdisplay方法の特色と教育上の配慮であろう。観客層の多様性と数の多さは驚くべきで、人口140万のMünchenにありながら、年間入場者は190万で、小学生から大学生・社会人までのめり込むような熱心さで展示品を見・動かす館全体に満ちる学習的緊張感と熱気は、正に科学技術立国ドイツの実状を見せ、またその態様は理科教育の本質そのものである気がする。自然科学史的教養として利用するLondon Science Museumとは大きな違いである。以下に、世界最高級といわれる物理学コーナーを紹介する。このコーナーの秀れた点は、科学史上の実物があり、その原理説明文があり、そのモデル実験をするという三段構成のもの(歴史性と探究性の結合)で、他にデモ実験(静電高圧)も秀れている。

A. Original

Magdeburgの半球(1654年)

Legensburgで行なわれたGuerickeの著名な大気圧説明実験器具で直径25cmの銅製で、抜気に用いられたポンプも併せて展示されてあ

る。この館の至宝で、さすがに独国に来た感がある。この館の至宝で、さすがに独国に来た感がある。教育用に原理探究実験具の併設工夫があり、周囲には大気圧に関わる関連展示があって充実したコーナーである。

Guericke の摩擦発電機 (1672年)

回転するイオウ球にブラシを当て、静電気を発生させる起電器をGuerickeが考案している。これにより、電気斥力を発見した。この装置はその後、平賀源内エレキテルを含め広く発電方法の原型となった。

Herz の電波実験器 (1887年)

1873年Maxwellにより示された電磁波存在予言は、1853年W Thomsonの振動周期計算、1857年のFeddersenの振動電流回転鏡撮影で示され始めていたが、Herzが決定的なものとした。その時の3論文に述べられた装置のほぼ全部が陳列されており、圧巻である。第1論文に見られる発生機は鉄球直径が20cmほどあり、それに70cmほどの針金がつき、火花gapは小球間1cmほどである。受波器は直径30cm程のgap付loopで木台がついている。変位電流証明をした第2論文の発生機は、球の代りに平板がつく。第3論文の発生機は、平板と針金が組合わされている。他に、平行ワイヤを張った偏向証明器、コヒーラー類が、壁上の電気力線図とともに展示されてある。この装置はこの館の至宝である。

Ohm の電気抵抗実験器 (1826年)

今日Ohmの法則で知られる関係を初めて導いた時の装置で、電源として不安定なVolta Pileの代りにCu, BiのThermo Coupleを使い、電流量は金線につるされた磁針のねじれから読

む。

Feddersen の電気振動検出装置 (1857年)

Condenserの放電が振動的であることを回転鏡を用いて写真撮影で証明した装置。展示品は、Leiden瓶、回転鏡類、撮影したフィルム類が一括してあり、近くに電球によるモデル実験説明具がある。

その他の物理学史Original展示物

Hahn と Strassmann の核分裂発見装置

1938年、ウランに中性子を衝突させバリウムを発生させた時の装置で、内容は驚く程簡単であり、創造的仕事は装置規模でない事を痛感。

Ohm の Leiden 瓶と誘導機械

Ohmの作った大容量のLeiden瓶群と、その電力による回転機械(運動成否不明)の展示。

Linde の液化装置第1号 (1905年)

低温物理実験技術の基本となる液体空気作成装置の第1号。近傍では液体空気製造機が運転。

Mayer の熱の仕事当量測定装置 (1868年)

Mayerの業績は理論計算と思弁的記述の論文内容で知られるが、実際には荷重と圧縮による関係研究のこの様な大がかりな実験装置(結果は失敗であろう)を作っていたことは意外な発見であった。

Ruhmkorff の誘導コイル第1号

今日学校教育で見られる誘導コイルの原型。形態は単純でかつ大型で、独ならではである。

Rontgen のX線装置

この博物館の為にRontgenが設計納入したもの。近傍には彼の最初のX線管球がある。

B. Replica

理科教育を重視するこの館の特色として、多

数の歴史上装置の精巧な再現物があり、Workshopの充実ぶりが思われる。

Ampère 電流間力測定装置 (1820年)

Oerstead の実験を発展させ、今日物理教科書で見る平行電線間力を、長さ70cm、間隔30cm程に張られた線間につるされた40cm四方程の針金わくのふれで読取る様になっている。

Coulombのねじり秤 (1785年)

静電気間力の逆自乗則を導いたCoulombの装置で、直径20cm、高さ20cmの透明筒に、高さ40cm程の石英糸を収納した筒がつく。

Faradayの電磁誘導発見コイル(1831年)

LondonのRoyal Institutionにあるコイル(裸線使用)のRepricaで、これは絹巻線である。直径は20cm程の輪型鉄心に2コイルが巻かれてある。他に長さ40cm程の直状コイルと水の電気分解の発生ガスより電流量を決定するVoltmeterが併せて展示されてある。

Galileiの実験室の再現(1620年頃)

展示室の一隅にGalileiの実験室の再現がある。Padva大学一室というより、発見法則にちなむ実験具を集めたもので、斜面(5m)、天秤、天球儀等があるが、内容的には低い。

C. 物理法則の演示実験具

この館には著名な物理法則を可動で見せ考えさせる多数の器具がある。使用回数が多いため押しスイッチは頑丈であるが、故障中も多い。内容は日本の科学館のものより遙かに高級である。

電磁誘導演示装置

直径20cm程の円型磁石を用い、左がコイルを右は磁石を動かし、電流発生させ強さを上の計器で読む。

Ohmの法則演示装置

電池と抵抗値の変化させた組合せで、電流値の変化を見せる。スイッチ類は立派である。

磁気圏説明装置

ハンドルを回すと小磁針中を磁石が移動し、磁針の配向を見せるのと、鉄粉を散布したアクリル板が下方の磁石上に下り磁気圏を見せるものの2種があり、展示様式は正確で印象深い。

PSSC波動現象説明器

SWを押すと反射・回折・屈折(レンズ)を見せる波動説明器が点灯し1分ほど稼動する。

永久機関模型

理論だけでなく、実際に作られていた永久機関のモデル4種が展示され、動かす事が出来る。作りは精巧で、意外な発見で興味深いもの。

Van de Graaf 展開実験具

Faraday Cage、はく検電機、毛髪反発等の展開実験が1度に出来、印象的で見応えがある。

Wimshast 起電器の演示

種々のこの種の起電機が並べられてある。

気体重量測定及び真空落下実験具

空びんをつり下げ釣合わせ、SWを入れると秤量用気体が入り、傾く。真空落下はガラス筒を半回転する毎に抜気入気され、実験出来る。

誘導コイルの放電演示装置

大きさ80cm程のコイルで、gap長さは20cm以上ある。左は交流高圧放電で30cm以上の腕の長さがある。現象を大きく明確に印象的に見せるBig Lecture的手法の典型である。

力のつりあい説明具

3力のつりあい説明であるが、Strain Gageで荷重値が直読可能の様につられ、判り

やすい。

その他の可動展示具

法則説明の単品展示は相当に多く、他に、衝突球、慣性説明器、Layleighすだれ、角運動量保存実演器等があり、その内容の豊富さideaの暫新さは目を見張る思いがし、この物理学の歴史及び原理体験実験コーナーは、成程世界最大級のものとうなづけるのであり、この館の白眉でもあり、独理科教育或いは理科教育一般の原点をここに見る思いがするのである。

D. デモ実験

この館を世界的に有名にしているものは、地下模範鉱山と炭坑（新旧鉱山の対比を実物同様のインテリアで大規模に見せる）と1日に時間を決めて行なわれる100人程の観衆を対象にしたデモ実験で、冶金（2回）高圧静電実験（3回）、模型鉄道（常時）、化学（1回）、ガラス成形（常時）、プラスチック成形（2回）天体観測（2回）、プラネタリウム（4回）があり、特に高圧静電実験プラントは、130万Vの落雷（人を収納したFaraday cageを含む）実験は観衆に強烈な印象を与えていた。社会教育の理科教育機関としてあるべき姿の完璧の成功例をDeutsches Museumに見る事が出来る。この館には、München大学とMünchen工科大学の科学技術史研究所が併設され、著書（53万冊）、設計図（6万枚）等を有する歴史情報の一大収納研究センターとなっている。これに対し第一線研究は、Siemens, BMW, Schulzer等企業で行なわれるが、今回は時間がなく、これらMünchen在の企業は見学出来なかった。

6. Firenze 国立科学史博物館

Firenze 市庁舎のある Vecchio 宮殿に隣接する著名な Uffizi 美術館の右翼のつけ根が古い宮殿 Castellani 宮殿で、この中にある。

正式名称は「科学史の研究所及び博物館 (Istituto e Museo di Storia della Scienza)」といい、入口は Arno 川に面する Giudici 広場に向ってある。科学史研究所といっても

Galilei 及び後継者 Accademia del Cimento 関係の研究が主のようで、Galilei 研究所とも呼称される所以である。1階入ってすぐに Cosimo と Lorenzo Medici 及び Galelei の胸像があり1階が研究所、図書館 (Firenze 大学所蔵図書)、中央のエレベーターホールのラセン階段を上って3階に、研究所の資料収蔵と一般展示公開を兼ねた資料展示室がある。廊下には、Galilei, Kepler, Newton 等4枚の肖像画や、館発行のパンフやスライドの販売があるが、実にこじんまりとしており、英語で説明に当たった女性館長は Galilei の業績誇示をする一方で、陳列物への写真撮影は許可しなかった。これまで見てきた大規模で公開性の科学博物館とひどく異なった印象を持ったが、宝物収蔵所的旧博物館の体質と研究所中心という性格を考えると、欧州の科学博物館の一つの典型を見得て参考になった。展示室に4つあり、Galilei 及び Accademia del Cimento 関係のコレクション、望遠鏡・顕微鏡室 (18. 19世紀, Amici のコレクション等10数本)、天球儀関係室 (Aristotle 天球儀、四分儀、6分儀、サンダイヤル、アストロラーベ、オーラリ等、天体観測具及び教育用具) サラディメカ

ニカの展示室（力学原理の演示模型、レンズ研摩機、ガリレイの天秤）である。物理教育上著名なものを紹介してみる。

Galilei の望遠鏡

写真でよく見かけるGalilei が木星の衛星（4個）を発見し『星界の報告』（1610年）を著した際に用いた望遠鏡で、この博物館の至宝である。長尺のものは、紙を巻いた木筒の1.36m、筒長のもので、対物レンズは径26mm 焦点距離1.33mの両凸レンズ、接眼レンズは平凹レンズで、倍率14倍である。短尺のものは、金箔を押した皮を巻いた木筒0.92m、対物レンズは径16mm、焦点距離0.96m、接眼レンズは両凹レンズで倍率20倍のものである。2本の望遠鏡の下に見られる象牙の楕円板は、中央にGalilei が木星衛星を初めて発見し、Ferdinand II 大公に献じられたあと誤って壊された第1望遠鏡の対物鏡が、衛星発見を記念して1677年Crosterにより献辞を添えてはめこまれ作られたものである。この象牙板の意味を知ったこと、レンズも含め自作した色収差の激しい暗いレンズの望遠鏡であれだけの歴史的発見を成した、当時の歴史的状況下でのGalilei の先駆的業績、能力の高さを、現物と対面して知り得たことは大きな収穫であった。今回見学した時は、望遠鏡、象牙板はすべて分けて置かれてあった。

Galilei の比例尺

Galilei は内職で、評判の高い実用的な平方根立方根を求めうる計算尺を製造、販売した。1606年に使用法を『幾何学のおよび軍事的コンパスの効用』として出版した。

Galilei の Loadstone

Galilei がGilbert の『磁石について』（1600年）を読み、刺激を受けて数年後に作った装置で、磁鉄鉱の錘に鉄のカバーをかぶせると懸垂力が増加することを見せる演示具。

Accademia del Cimento の温度計

Venetia glass で作られた、直線型（1.2m、420目盛）、ラセン型（420目盛）の温度計がある。今日の目盛と比較しても相応性は良いといわれる。

Sala di meccanica の力学法則説明器

Pietro Leopold大公の援助で、Firenze のLa Specola（地下天体観測所、18世紀）付属の物理及び自然科学の博物館のための力学原理説明具として作られた木製可動器具。

Galilei の斜面（距離2乗間隔のベル付、3m）、衝突球、仕事一位置と運動エネルギー変換器具（回転木馬）、円弧と斜面の落下球時間比較器等。

Electro Static Machine

Guerickeの摩擦起電器に似るもので、皮とガラス又は陶器の瓶の摩擦により静電気を発生させる。

7. Piza の寺院

Piza 寺院では、聖堂内のGalilei ランプと呼ばれるものと斜塔を見学した。

Galilei ランプ

聖堂天井から50mの索で吊り下げられた横巾1m、高さ2m程の20cm位の小ランプが多数個つけられた巨大なものである。索は今日固定されているが、Galilei の当時は風で十分

揺れしかも長周期（14秒）のため、脈博での測定も十分可能であり、Aristotle 体系に抗し、定量性を求め続けた Galilei の観察の雄大さを痛感できる貴重な見聞であった。

斜塔 (Torre Pendente)

Galilei が行ったと称せられる軽重二球の落下実験は、Henry (米) の最近の研究によっても、Galilei の後継者で伝記作家 Viviani の虚飾で史実ではないことが明らかにされているが、最上階（地上基部より4m出ている）からの実感では、風も大変強く精密実験には適さなく、視界も悪いことから、実験の非現実性がほぼ了解出来た。

8. その他のイタリアの科学史跡

Galilei の顕彰がさすがに多いが、(Firenzeの St. Croce 教会の Galilei 父子の墓、Uffizi 美術館の Sustermans の Galilei 肖像、ボオポリイ公園近くの Galilei が幽閉され「新科学対話」を執筆した家、Padua 大学の Galilei の講壇)、Roma 花の広場には、教義を曲げず焼死した Bruno の立像が立っている。

II 科学史教育の有効化の展望と方法

これまでも筆者が明らかにしてきたように¹⁸日本の教育制度、明治維新以降の日本の理科教育の基本性格（科学の原理志向、行動的理解偏重で、歴史性思想性社会機能性等外延部分は捨象されてきた）からも、学校教育課程の中に、科学史教育を独立科目として設定し、効果的教育を進めることは至難である。しかし、科学の

客観性にのみ基づくこの教育方法が今日の大量の理科離れを生ぜしめていると考え、外延を捨象しない人文主義的展開で履習数を全対象の50%にも高めている H P P の成功を見ると、科学の全面的理解、特に歴史性思想性に基づく理科（物理）教育の実質化・有効化の意義は十分強調されてよい。

欧州の科学博物館、科学史跡見聞を通して得た筆者の視察結論は次のようなものであった。

1. 西欧近代科学の源流の地だけあって、また、博物館学の長い伝統より、科学史上のオリジナル資料が豊富に残っており、保存もよい。

2. 近年の社会教育としての博物館文化の急速な進歩に伴い、展示技術の革新より、資料をよく消化した市民社会の知的要求に耐え得る展示内容が求められ、オリジナル資料の他、精巧なレプリカの補完を伴った歴史性・発展性の見せ方となっている。従って、オリジナルを有しない故に博物館は建設出来ない理由は存在しがたくなってきている。研究収蔵庫としてよりも高度な知的大衆機関としての博物館の位置づけ変貌が欧米では所年特に著しい（博物館革命¹⁹）。

3. 科学者使用の実物資料は、それが存在し使用された環境から捨象、巨大博物館中にあり発展過程の明示として展示技術的に再構成されて陳列されてあるが、このいき方と別に、現今の英産業考古学の現地博物館建設志向や、²⁰今回の旅行でも感じられた、Cavendish 研究所或いは piza 寺院 Galilei 振子のように、環境中や西欧文化総体の中での科学史理解も大きな意義を持つこと。

4. 科学史教育が学校教育と博物館学習の総

合として位置づけられ、教室や家庭での原論文（或いは再構成資料）学習の後、博物館で実物学習をし、深く有機的な科学技術史学習・教育に成功していること。科学史教育は、語学力涵養も含めた資料学習の他に、秀れた博物館での実物学習があって初めて完成する、という思想と成果の実態は、西欧近代科学源流にあって科学教育に深い伝統を持つ西欧にして初めて出来ることでもあるが、この方向は極めて重要である。この博物館実物学習推進のための資料として、欧米では秀れた科学史教材が多数作られている。日本でも十分利用される必要がある。

原典資料集

- (1) Alembic club reprints²³
- (2) Ostwald Klassiker²⁴
- (3) Source Book (McGrawHill)²⁵
- (4) Maruzen Announcement²⁶

科学史教材

- (5) Jackdaw²⁷
- (6) Open University 科学技術史コース²⁸
- (7) Kerschensteiner Kolleg Text²⁹
- (8) Palais de la Découverte 科学史講演集³⁰

博物館発行の科学技術史 monographs

- (9) London Science Museum³¹
- (10) Deutsches Museum³²
- (11) Instituto e Museo di Storia della Scienza³³
- (12) The Old Royal Observatory of Greenwich³⁴

多面的（人文主義的）な科学技術理解が今日特に望まれている時代要請、理科教育発想の転換が迫られている今日の状況下で、歴史性・思

想性に基づく理科（物理）教育推進は今後、その意義は増々高くなると思われる。科学史科学哲学教育の教授学的研究を一層推進し、欧米の科学史教育先進国の教材を積極的に導入、利用し、有効で深い科学史教育の実現があることを望んで止まないものである。（1978. 12. 26）

注（引用文献）

- (1) 物理教育の人文主義的展開（非専門家物理）、H P P研究の現況については、拙稿「北海道高教研紀要」Vol. 16, '79. 3（印刷中）の参照のこと。
- (2) 池田ら 「実験を通しての光波の指導」（「北海道の理科」Vol. 19, P1~4, '76. 5）、池田斌彦 「科学史と理科教育」（「自然科学教育」46, P1~4, '78. 4）
- (3) 拙稿 「理科教育と科学史再論」（「北海道科学史ノート」46, '75. 7）
- (4) 拙稿 「探究の過程、科学の方法を重視する高校理科教育についての一考察」（「北海道の理科」Vol. 18, P1~18, '75. 3）
- (5) ランジュバン（竹内・新村訳）「科学教育論」（明治図書、'69）、P121
- (6) 科学者の業績の他、日常周辺資料まで組入れた資料集的科学史教材。Jackdaw Pub, 30 Bedford Square, Londonで発売。
- (7) 理念及び方法：W. Perry : Open University (The Open Univ Press, 1976) VTR, 16mmフィルム：科学史では Science and Belief From Copernicus to Darwin (11種)、技術史では Science

and the Rise of Technology Since
1800 (11種)があり、テキスト(科学史)
は6分冊(Open Univ. Press)あり、内容
は多彩で充実している。

(8) 東京大・渡辺正雄氏より筆者への私信
(’78. 1. 談)

(9) 女子栄養大・岩城正夫氏は古代技術復元
実験(EARATS)を行い、形態の復元とと
もに原理の復元が科学史追体験認識上必要と強
調されている。(’77.6.日本科学史学会第24回
年会シンポジウム)

(10) 佐賀大・川崎十四三氏は、原寸復元物で
の実験は、縮尺物での実験より、学習者への動
機づけ上で多大の効果があることを報告された
(’78.6.日本科学史学会第25回年会)

(11) London Science Museum: Science
Museum Guide (1974)

(12) National Maritime Museum Guide
to the Ole Royal Observatory Green-
wich (’73)

(13) Revue du Palais de la Découver-
te (’75)

(14) Deutsches Museum: Wegweiser
durch die Sammlungen (1976)

(15) Istituto e Museo di Storia
della Scienza: The Antique Instru-
ments at the Museum of History of
Science in Florence (1974)

(16) J.G. Crowther: The Cavendish
Laboratory 1874-1974 (Mcmillan, ’74)

(17) 拙稿「ヨーロッパの科学博物館をたず
ねて」(「北海道高教研紀要」Vol. 15,

P 81-97, 1978. 3)

(18) 拙稿「総合的理科教育推進の今日的課
題とその実現の展望」(「自然科学教育」46
86, P 1-6, 1978. 8)、同「物理教育方
法改善への一提言」(「数研教材研究」46 6,
P 4-8, 1979. 1)

(19) 例えば、梅棹忠夫「民族学博物館」(講
談社、1975)、同「民博誕生」(中公新書、
1978)に最近の欧米の博物館文化の状況が紹
介されてある。

(20) 広島大・山崎俊雄氏は、海外の産業考古
学(Industrial Archaeology)の紹介
の中でこの現地博物館志向の新しい方向を力説
された(北海道産業考古学会結成総会、’78. 6)

(21) 渡辺正雄氏は科学史教育における語学教
育の重要性を指摘している(筆者への私信、’78.
1)。それは、科学史学習が真に有効となる為
には、翻訳の再構成資料によるよりも歴史学研
究の常道である原典資料読解が中心となるべき
で、その為には語学力が欠かせないからである。

(22) 前掲8)

(23) Alembic Club Reprints (The Ale
mbic Club Edinburgh)

(24) Klassiker der exakten Wissen-
schaften (Eugelmanのちに Akademische
Verlag, Leipzig, 246巻、1899-1956)、
北大では、医学部と理学部(数学科)図書(欠
本あり)にある。現在絶版。独文。

(25) H.M. Leicester (ed): A Source
Book (化学、物理学、天文学、数学、地質学、
ギリジャ科学、生物学 (McGraw Hill 又は
Harvard U. Press, 1952~)。

②6) G. Holton (ed) : Classics of Science (Dover, New York)。刊行開始、英文。

②7) 前掲 6)

②8) 前掲 7)

②9) Koleg とは、Deutsches Museum 中にある展示技術教授学研究機関のことで、この博物館の評判の高い教育効果はこの研究成果に依るところが大きい。テキストは大学用スク립トムと一般用(市販)が出ている。

③0) 館主催の Paris 大学科学史研究所 staff を招いての講演記録は出版物として館で売られる。

③1) 蒸気機関、X線技術、タービン、蒸気機関車等の科学技術史研究の豊富なパンフが館の売店で販売されている。

③2) 動力機関、般空技術史のパンフが多いが売店での販売は一般教科書が圧倒的である。

③3) Galilei の研究書中心。

③4) Greenwich Observatory の天文観測史、Harrison の Chronometer の研究史など。館の小規模の割には、研究パンフは質量ともに大。

③5) 筆者はかつて、科学史教育の教材論的研究の必要性を強調した(拙稿「理科教育における科学史の教材化について」、「北海道科学史ノート」464, 1976.11)。この方向は一層強められる必要がある。

追記：欧州の科学博物館科学史展示物紹介の中で、紙巾の都合で撮影した写真(約600枚)から選択した説明写真一切を割愛せざるを得な

かった。これらの写真及び諸資料は別の機会に詳細紹介したい。尚、欧米の博物館学及び英米科学史教育の資料、情報を紹介された、北大工学部遠藤一夫教授、同北村正直教授、東京大渡辺正雄教授の各位、さらに欧州科学史旅行の機会を提供載いた富山大林良重教授の諸先生に、この紙上を借りて深甚な御礼を申し述べたい。

昭和52年度支部研究会報告 (その1)

8月11日(木)、13時より第1回物理教育研究発表が、旭川文化会館第2会議室で行なわれた。参加者40名、活発な質疑応答の内に、発表は予定通りスムーズに進行し、いくつかの評価すべき物理教育の成果を残して、研究会は無事終了した。次に発表内容の一端を紹介することにより、この会の北海道物理教育へのささやかな貢献を讃えたいと思う。

講演1.

「学習評価—一学期の成績を出してみて—」

美瑛高校 島田 明

到達度評価の立場から試験問題を作成し、実施した結果の紹介とコンピューター処理を導入した学習評価のより適切な方法の模索がなされていた。学習評価は、レポート、ノート提出、小テスト、中間・期末試験の5つの評定を総合して出されており、その具体的内容は、次の通りである。

1. 生徒のその時点での学力を知る……

資料：予備テスト、小テストの実施結果。

2. それによる学習目標の設定……教師が、定期試験前に設定して、生徒に渡す。

3. 目標の達成度をテストする……定期試験とする。

4. 目標が達成されている場合は、次に新しい目標を設定する。

5. 目標が達成されていない場合は、前にもどって学習をやり直す。

単に通知表の評価のためのテストだけではなく、日常の学習をも評価し得るテスト、及び、その他の成績の扱いかいを目ざしたのだが、目標からほど遠い結果を得たとのことである。この結果に対し、演者は、次のように反省し、問題点をあげている。「到達度的な考えをもちこんだが、その目標の設定が、学年全体、同一にしたのが、まづ1つの問題点だと思う。期末テストを作成する時、小テストの出来具合を参考にしたが、平均50点の目標に対し、結果は、41.8点と低かった。これは、小テストで生徒の学力を測定し得なかったという事か、又は、教師が小テストの結果を生かしていなかった事になる。生徒の学力に応じた小テスト問題を作るのが今後の課題である。又、学習のはげみを目標にするような方向に移っても良いのではないか。それには、評価を含めた学習システム化という方向が模索されても良いと思う」と述べられていた。

講演2.

「単振動の指導について」

名寄高校 松村 勲

「単振動は、生徒の理解しづらい教材の一つであり、「物理I」としては、高度な取り扱いである。又、その導入過程も各教科書で異なり、どこまで、どのように扱うかが、確立していない教材である。」という考えのもとに、演者は、教室での「単振動」の教授及び実験指導例を紹

介すると共に、その過程で得られた教育効果について次のように述べていた。

「物理Ⅰを2年生全員に履習させる場合、単振動で速度・加速度まで扱うのは難かしいように思われた。大学受験等を見捨て現象を良く観察し、実験を通して帰納的に結論に導く方が良いのではなかろうか。物理Ⅱまで必要とする生徒が全体の4分の1であることを考えると、「単振動」を波動の導入に位置づけ、実験を通して単振動を観察して結論を導くのが良いのではないか。又、物理Ⅰでは、入試を考えずに自然現象を正しく判断する思考力を養うことに重点をおき、理論的には、ある程度、数学的な力のある3年生で指導すべきだと判断出来た。」

実験指導例は、残念にもこの紙面に記することが出来ないが、実に丁寧に、生徒の自主性を重視しつつ指導されているのに感心させられたことを追加しておきたい。

講演 3 .

「市販の万有引力測定実験器について」

札幌啓成高校 伊良原 国雄

講演 4 .

「レーザー-speckleを用いたグラドニー図形の表示」

北大応電研 朝倉 利光

レーザー光は、(1)コヒーレントな性質と同等に、(2)出力の平行度が非常に高いこと、(3)出力のスペクトルが自然放出線よりもはるかに鋭いという三大特徴をもっている。このなかで、光のコヒーレント性に基づく現象として、

(a) edge ringing、(b) edge shifting、(c) speckling がある。(a)のedge ringing というのは、物体の周辺に見られる光の回折現象であり、(b)のedge shiftingは、物体のedgeの位置が、コヒーレント光の場合、インコヒーレント光におけるより少しずれる現象である。(c)のspecklingは、物体表面にレーザー光を照射した等に、光の回折・干渉効果により、表面がキラキラ光るはてん現象である。板の上にかわいた砂(ガラス粉・リコボシウム)を一様にふりまき、板に振動を与えて定常波の節の模様を得ることが出来る。この図形をグラドニー図形とよび、レーザー-speckleを利用することにより、二次の固体平板の振動状態を観測することが出来る。グラドニー図形の問題点は、(ア)平板の振動に限られる、(イ)粉粒のため真の振動が変形する、(ウ)振動モードは明確であるが、振動の方向性は不明確である等であるが、しかし、speckleは、振動の強弱及び粉粒の移動方向を反映していることから、振動形態とspeckleパタン間に相関があり、振動モードの解析が可能となる。

非常に美しいspeckleパタンを会場で見せ

て下さった事が、今も記憶に残っています。

講演 5.

「物理教育における科学史の役割 — ニュートンの万有引力について — 」

北大工学部 北村正直

「物理学史は、決して物理学の代役を果たすことはできない。しかしそれが物理的概念や理論の理解をたすけるときには、物理学史のアプローチをとることは役に立つ。」というハーバード大学の G. Halton 教授の言葉を引用して、物理教育における科学史の位置を明確にされた後、先生みずからの物理教育の実践例を取りあげられ、「私は、一般教育の物理学において宇宙観の変遷、ニュートン力学に対する科学者・哲学者の態度の変化、及び物質観の変遷を物理学のコースのそれぞれの項目を通常に学んだあとで教えることにしている。それは、科学史的学习を通して現在我々が自明と思っていることも受け入れられるには多くの困難な場面を通らなければならなかったこと、そして科学における真理、さらに一般的真理が、人間の知識であることにより限定されたものであることを学ぶことができるからである。」と述べられた。又、万有引力の法則の場合を例にとり、その発見の経過、それに対する当時の科学者・哲学者の態度について、興味深く紹介して下さいました。

講演 6.

「理科の学力構造を探る — 物理小問を中心とした昭和51年度公立高等学校入学者選抜学力検査実施結果の分析から — 」

道立理科教育センター 秋山敏弘

昭和51年度の問題の中で、特に物理小問を中心として本道中学生の学力をうかがうのに有効であるとみられるいくつかのデータや、学習指導要領の改善に関係があると思われる事項を提示されました。そのなかで、とりわけ、「男女間の差異に関する問題」は興味深く、女生徒の正答率が男生徒のそれと同等以上のものは、ほとんどが記憶中心の知識内容であり、女生徒の正答率が著しく低いものは、関係把握による判断、論理的思考と計算などについての内容であるとのことでした。又、52年度の分析でも同じように見られた傾向として、

- 記憶の単純再生では男女差なし。
- 計算問題では女子劣る。
- 教科書・問題集のどちらにも見えない問題に対しては女子は極めて弱い。

があげられていました。

女生徒に見られる論理的思考及び把握の欠陥が、家庭及び低学年での学校教育に根ざすものなのか(社会的環境)、性の違い(生理的機能)に基づくものなのかは、大いに論議のあるところだが、歴史に残る女性の偉大な数学及び物理学者の存在を見るならば、平均値を基に性の違いを、環境の違いを判断することが、かならずしも正解であるとはかぎらないこと、特に、人間の場合には、性の違いよりは、個人に依存する面の大きいことを強調したい気持ちにかられました。

昭和52年度支部研究会報告 その2

12月10日(土)14時より北大工学部第2会議室において、第2回物理教育研究会が開催された。参加者25名。今回は、島津の協力で実現可能となったキャベンディッシュ万有引力定数及び光の速度測定実験装置のデモ実験が参加者の注目をひいた。研究会を重ねるうちに発表内容も充実し、物理教育に携さわる者が一度は経験する注目し、関心を持ち、疑問を持った共通の問題点が、この会において話題となって来たことは、何にもまして喜ばしい事である。以下順をおって講演内容の概略を紹介してゆくことにする。

講演1.

「欧州科学博物館における科学史の展示物
および教育活動について」

札幌藻岩高校 山田大隆

現代の高校理科教育改善のあり方として、これまで探究的・歴史的学習法の意義に注目、報告してきた演者は、今夏、欧州5ヶ国の科学博物館(内容は科学技術史中心)を見学する機会を得た。それは、まさにこの様な問題意識に回答を与えるものであったとの事である。特徴的なヨーロッパの科学史跡、科学博物館の幾つかをスライドを用いて紹介、考察されると共に、演者の科学の探究性と歴史性を統一する理科教育観及び新教育課程への展望を示された。

講演2.

「高校物理教科書における電束の取扱いは
ついて」

道立理科教育センター 河合一也

電気力線あるいは電束に関する内容を数社の教科書について比較検討した結果、それらの定義が様々であり、統一性に欠けることが明らかになった。調査した11社の教科書に共通した電気力線についての記述は、次の通りである。

- (1) 電気力線は正電荷から出て負電荷へ入る。
- (2) 電気力線は枝分かれしたり、交わったりすることはない。
- (3) 帯電体の付近では電界が強いほど電気力線の密度が大きい。

電気力線・電束についての定量的な記述は5社のうち共通なものは2社のみという状況であった。その内容も(a)ガウスの定理をふまえた、電気力線の数 N を電界の強さ E のところで、電界の向きに 1 m^2 当り E 本の割合で引くと約束する($N = E \times 4\pi r^2 = 4\pi k q$, ここで $E = k q / r^2$)、(b)電気力線は陽子1個から1本の割合で出ていると約束する、(c)1点0から出る光のエネルギー $I \Delta S \cos \theta$ と対応して、0点に点電荷 q があるとき、 $\epsilon_0 E \Delta S \cos \theta$ を電束と名付ける、(d) q クローンの電荷から q 本の電気力線が出ていると約束する、とバラエティにとんでおり、これらの約束に基づいた、電気容量及び電磁波の考察は、かなり高度なものであり、消化不良の生徒を増やす恐れがある。従

って電東については、定量化・数式化を押えて、物理現象に興味を持つような内容にすべきであると考え。

講演 3.

「物理学の歴史的総合的理科に関する一考察」

北星学園余市高校 — 戸 弘 利

正規の物理授業について来れない生徒に、物理をいかに教え、興味をいだかせるかは、非常に難しい問題である。演者も、そのような現実から、物理学と人間のかかわり合いに授業の焦点を合せ、授業でこなせない物理現象は、歴史を通して理解させるという実践教育の中から次のような物理教育観を獲得されたものと考え。「あくまでも物理学の結果（法則）を教科書の中心にすえつつ、一方では法則がいかに創られてきたか、その考え方と精神と背景を理解し、他方物理学史上の重要な出来事を正しく位置づけてそれを現象論的に学ぶ。自作の教材、年表、その他の資料を用意し、世界史的背景（特に、ルネッサンス、産業革命……）をふまえつつ、他の教科と結びついた物理教育を目指す。」なお、この発表内容については、65号に詳しくまとめられておりますので、その論文を読んで下さい。

講演 4.

「室蘭工業大学新入生より見た物理教育の

実態

室蘭工業大学 勝 木 喜一郎

昭和52年度室蘭工業大学新入生を対象に調べられた物理教育に関する実態調査の興味ある

結果が示されました。日頃、高校物理教育にご尽力下さっている先生達のご努力が随所にうかがえる調査結果であり、是非見て頂きたいデータであります。次に紙面の都合上、その中の一部を拾って紹介致します。

1). 高校で学習した物理の授業は楽しかったでしょうか。①楽しかった…16%、②普通である…63%、③苦しかった…21%。

2). 学校で説明を聞いても理解できないということがありますか。①ほとんど理解できた…47%、②理解出来ないことが多かった…51%、③まったく理解出来なかった…2%。

3). 問2で理解できないと②、③を解答した理由は何だと思えますか、次のうちから1つだけ選んで下さい。①つめ込みで時間に余裕がない…46%、②日常生活とかけはなれすぎている…20%、③学習不足…9%。 他省略。

4). 物理をどのように思いますか。次のA～Fのそれぞれに1つずつ答えて下さい。

A. ①重要である…83% ②わからない…15% ③重要でない…2%。 B. ①わかり易い…12%、②普通である…45%、③わかりにくい…43%。 C. ①興味ある…71%、②どちらでもない…25%、③興味がない…4%。 その他省略（D～F）

5). 高校における物理教育は、①必要である…86%、②どうでもよい…12%、③必要でない…2%。

6). 高校において物理を、必修にするか、選択にするか、どちらがよいか。①必修…38%、②選択…62%、③やらなくてよい…0%。

7). 問6に答えた理由。①進路によって…51%

②物理的思考法を知るうえで…38%、③日常生活のうえからみて…24%。以下省略。

8～9) 教科内容及び実験について…省略。

10) あなたが感じた物理教育の欠点はどこにあると思いますか。

A. 教科書について ①説明が雑である…

51%、②実験と理論の関係が不明…19%、

③表現に正確さが無い…9%。以下省略。

B. 実験について ①生徒実験が少ない…

58%、②目的のはっきりしない実験がある…

14%、③講義実験が少ない…13%。

以下省略。

C. 教え方について ①生徒が自分で確かめる

余裕がない…48% ②つめ込みすぎる…

21%、③実験をやらぬでお話に終る…17%、

その他省略。

講演5.

「キャベンディッシュ万有引力定数及び光
の速度測定実験装置（島津—ライポ
トヘラウス社）について」

札幌南高校 辺見電夫

以上 報告者 飯田紀子

理化学用器械器具 硝子器具及計量器



有限 株式会社 **サン** **フ** **ク** **三** **富** **久** **商** **会**

〒001 札幌市北区北6条西6丁目

☎ 札幌 (011) 711-0448番

昭和52年度支部研究会の記録

第1回研究会 昭和52年8月11日(木)

於 旭川文化会館

○ 研究発表

1. 学習評価 — 1学期の成績を出してみて

美瑛高校 島田 明

2. 単振動の指導について

名寄高校 松村 勲

3. 市販の万有引力測定実験器について

札幌啓成高校 伊良原国雄

4. レーザースペックルを用いたクラドニー
図形の表示

北大応用電気研究所 朝倉利光

5. 物理教育における科学史の役割 — ニュ
ートンの万有引力について —

北大工学部 北村正直

6. 理科の学力構造を探る — 物理小問を中
心とした昭和51年度公立高等学校入学者
選抜学力検査実施結果の分析から —

道立理科教育センター 秋山敏弘

第2回研究会 昭和52年12月10日(土)

於 北大工学部

1. 欧州の科学博物館における科学史の展示
物および教育活動について

札幌藻岩高校 山田大隆

2. 高校物理教科書における電束の取扱いに
ついて

道立理科教育センター 河合一也

3. 物理学の歴史的総合的理解に関する考察

北星学園余市高校 一戸弘利

4. 室蘭工業大学新入生よりみた物理教育の
実態

室蘭工業大学 勝木喜一郎

5. キャベンディッシュ万有引力定数及び光
の速度測定実験装置(島津 — ライポルト
ヘラウス社)について

札幌南高校 辺見竜夫

昭和53年度支部研究会の記録

年1回研究会 昭和53年8月12日(土)

於 北大工学部

○ 研究発表

1. 指導要領の改訂にともなう中学校の対応
道立理科教育センター 秋山敏弘

2. コンデンサーとコイル等の実験モデル

札幌北高校 斉藤 孝

3. C A Iシステムの社会的ニーズとその問
題点

北教大函館 清水 清

○ シンポジウム

「高校新教育課の内容とこれからの物理教
育の課題 — 旧、現行、新教育課程の比較と
物理教育の現状 — 」

総括報告者 札幌藻岩高校 山田大隆

第2回研究会 昭和53年12月2日(土)

於 北大工学部

○ 特別講演

「最近の宇宙物理学の諸問題」

北大理学部 坂下志郎

○ 研究発表

1. 光の干渉実験

札幌北高校 齊藤 孝

2. 一般教育としての高校物理

北大工学部 北村正直

3. 多様化した生徒のための物理教授法の開発の現況

札幌藻岩高校 山田大隆

○ シンポジウム

「ノンサイエンティストの物理教育法」

座長 道教育研究所 奈良英夫

学 会 ニ ュ ー ス

第22回北海道高等学校理科研究大会

期 日・昭和54年7月31日(火)

8月1日(水)

場 所・釧路星園高等学校

(釧路市武佐4丁目8番10号)

主 催・北海道理科学会高校部

主 題・理科教育の充実と発展を旨として

副 題・1. 地域と生徒の実態に即した理科
新課程の構成と展開はいかんか。

2. 地域の特性を生かした実験実習
はどのようにしたらよいか。

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 本支部に次の役員をおく。

- 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、本支部会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る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られた事項

第16条 支部規約に記載のない事項は、本学会

定款に準ずる。

(附 則)

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

支部会誌「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への依頼にもとづく寄稿によるものとし、内容は論説、研究、解説、報告等物理教育に関するものなら自由です。

2 執筆の要領

(1) 原稿の標準字数

支部所定の原稿用紙を使用するものとし、1編の標準の長さは、表題のスペースを除くと、図版スペースも含めて約7000字分(指定原稿用紙5枚)に相当します。

(2) 原稿用紙の書き方

- 所定原稿用紙(横書き)1枚につき1ページに相当します。最初の1枚目は上から8行あけ、論文題目と勤務先、所属機関及び著者名を書いて下さい。
- 引用文献は通し番号¹⁾、²⁾などを付した上、一括して論文の末尾に著者名、誌名、巻、ページ等を示して下さい。
- 脚注は本文中に^{*}、^{**}等の印をつけ、そのページの下に横線を引いた下に書いて下さい。

(3) 図・写真・表

- 図については、著者の製図したものを、

直接、縮小も拡大もせずに写真製版しますので、印刷仕上りの大きさ(横幅6cm又は13cmのいずれか、たての長さは20cm以下なら自由)で白ケント紙、トレーシングペーパー又は青色方眼紙に、必ず黒インクで書いて下さい。

なお、原稿用紙には、各図版に相当する字数分(6cm×5cmで200字、13cm×5cmで400字)の余白をとり、その部分に、図の上部のみを貼付して下さい。

- 写真についても図に準じ、できるだけコントラストのよいものを添えて下さい。
- 表については、簡単なものは本文原稿中に直接書きこんで下さい。複雑なものについては、そのまま製版しますので、図、写真に準じて下さい。

3 その他

- (1) 校正等のため、原稿の控を必ずお手許に保存しておいて下さい。
- (2) 別刷については投稿の際にお申し出下さい(50部単位)。
- (3) 本誌は毎年1回3月発行予定となっております。
- (4) 投稿及び原稿用紙の申し込み、ならびに会誌編集に関する連絡先は、下記にお願い致します。

昭和54年5月1日印刷
昭和54年5月12日発行
日本物理教育学会北海道支部
第5号～第6号合併号
編集責任者 吉田 節 男
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)711-2111(内線6724)
印刷所 北真孔版(札幌市東区北31条東17丁目)
TEL 781-6582

オートフェーズ・ロックイン・アンプ MODEL LI-574

- ブリッジの検流計として
- 磁気共鳴吸収の一次、二次微係数による表示に
- 交流カロリメトリ法による比熱、熱伝導率の測定に
- SQUIDによる極微小磁場、極微小電圧電流の測定に
- クロストークの測定に
- 超高感度 10nVフルスケール、差動入力
(プリアンプ P-52使用時)
- 位相調整不要
- ベクトルモード測定可能
- 2位相モード測定可能
- 2Fモード付

代理店
計測理研サービス株式会社
札幌市北区北6条西6丁目光明会館2F
電話742-0755

エルモ16%・8%・OHP・スライド映写機代行店
ビデオ特約店 ナショナル・カラーVTR・ITV・ビデオプロジェクション
ソニー・カラーVTR・ビデオシステム
教材制作システム パナコピースライド作成機・カルパー・カラーホイ
イルミトラン・トラベンアップ
ボレックス16%撮影機・コダックススライド映写機・オートスライド
スコッチテープ・35%カメラ・写真用品全般
教育システム LL・アナライザー・CATV・CCTV設計・施工
フィルム映像システム全般

視聴覚機材総合センター

株式
会社

光 映 堂

教育機器部

〒060 札幌市中央区大通西4丁目 TEL (011) 271-1010

S O R D

BIGなマイコンM-200マークIIシリーズ!!

■M203/M223 mark IIの応用範囲

M203 mark II

M223 mark II

インテリジェン
トターミナル

教育

ホビー

オフィス

生産現場
制御

実験計測
データ収録

LARGEなDATA VOLUMEの処理と COMMUNICATIONに最適なシステム

M203 mark II

M203 mark IIは、大量の事務データを取り扱いたい、大型計算機システムのターミナルとして使用したい、また大量データに基いた技術計算を行いたいという皆様に最適のシステムです。このM203 mark IIは、システムの拡張性を排除し、超低価格を作りました。多くの方々の中に、“そんな拡張性なんかいらぬのに”だから高くなるんだ!!というご意見を率直に取り入れたシステムです。M203 mark IIは、M200シリーズの高水準オペレーティングシステム(O・S)のもとに、事務用拡張BASIC、BASICコンパイラ技術計算用にFORTR

AN IV、BASIC-I、BASIC-IIが用意されています。拡張BASICを使用して、営業情報管理、在庫管理、会計処理、通信システムや土木、建築技術計算などのプログラムが作られています。

M203 mark IIは標準で内部メモリ64Kバイト、1台350Kバイトのミニフロッピーディスク(MAX 4台まで)と2台分のディスク用電源、2本のRS232C通信、プリンタ制御インタフェースを内蔵しています。なお、電源異常時の割り込み線、システム異常時の検査用端子(エクササイザ用)も用意されています。

WIDEな変化に最適なM223 mark II

mark IIは、ソフト、ハードウェアに広い分野に適用できるシステムです。高水準のオペレーティングシステム(OS)のもとに拡張BASIC、BASICコンパイラ、FORTRAN IV等のシステムソフトウェアは、あなたのあらゆる応用に適用します。M223 mark IIは、ハードウェアにおいても非常に柔軟な拡張性にとんだシステムです。標準で64Kの内部メモリ、1台350Kバイトのミニフロッピーディスクと4台のミニフロッピーディスク用電源と2本のRS232C通信、プリンタ制御インタフェースを内蔵しています。また、M223 mark IIにはS100バスを3スロット、電源異常時の割り込み線、システム異常時

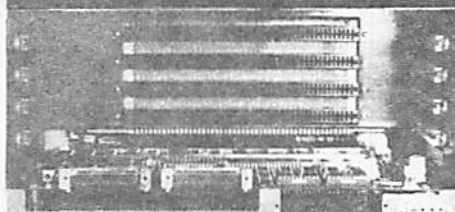
の検査用端子(エクササイザ)等が用意されています。M223にはM200シリーズで使用している全てのI/Oインタフェース(AIO、DIO、SIO、HC-IB、カードリーダーI/F……)等をそのまま使用できます。これらのI/Oは全て拡張BASICでサポートされ、ユーザーサイドでは複雑なI/O制御を行わないで済むのも、優れた点といえます。M223 mark IIは事務計算の分野、大型機の端末分野、研究室における科学計算、データ収録、制御、また生産現場でのリアルタイムデータ処理など、多くの機能を発揮する汎用コンピュータです。



M223 mark II

●mark IIのスペック

M203 : W52×H37×D57(cm), 23kg
 M223 : W50×H44×D55(cm), 30kg
 環境条件 : 温度10℃～35℃
 湿度20～70%
 電源 : 100V ± 10%, 1.5A



●拡張用S100バス

M223には、マイコンで一番標準化されているS100バスを採用。ユーザースロットを3つ持ち、色々なS100モジュールを使用できます。ソードでは次の様なモジュールを用意しています。



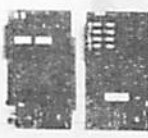
●HC-SIO (シリアル入出力に)

- i) RS232C (又はJIS6361)
 モデム・モード (プリンター、CRTディスプレイetc.)
 ターミナル・モード (各種回線)
- ii) TTL
- iii) 20mAカレントループ
 上記3種の接続条件からの選択使用が可能です。



●HC-AIO (アナログ入出力に)

アナログ入力
 ●分解能 12bit, シングルエンドモード: 16ch, デイファレンシャルモード: 8ch
 ●入力レベル: ±10V, 0～+10V, ±5V (選択可)
 ●入力インピーダンス10MΩ以上
 アナログ出力
 XY: 2ch, 分解能: 8bit, 出力レベル: ±10V



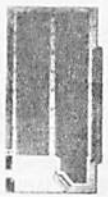
●HC-CTV (カラー、白黒グラフィックコントローラー)

HC-CTVは、mark IIのS100バスに挿入するカラー及び白黒のグラフィックコントローラーです。カラー: 320ドット×256ドット、8色カラー、白黒: 512ドット×256ドット、蛍光ペンコントローラ付。※13インチラのカラーモニタも低価格にて発売します。



●HC-DIO (パラレル入出力に)

入力ポート: 8bit×4
 出力ポート: 8bit×4
 コントロール: 各2本ずつ
 レベル: TTL
 ストローブモード及びレベルモードが選べます。機械装置等の制御にBASICを用いて手軽に使用できます。



●HC-UVB (ユニバーサルボード)

mark IIのS100バスユーザースロットに適合したユニバーサルタイプの基板です。ユーザーは、これを用いることで、いろいろなインターフェースを容易に製作することができます。
 材質: FR-4, 1.6mm厚、コネクタ: 金メッキ、電源: +5V, 1Aレギュレータ及びヒートシンク付



●HC-IB (計測制御に)

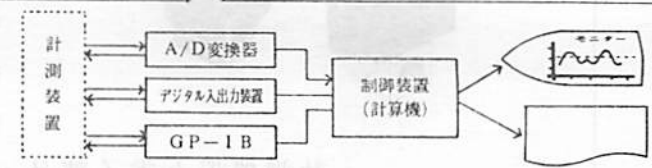
HC-IBバスは、最新計測器用のインターフェースとして国際的に広く採用され始めた、IEC規格のバスです。このバスを持った計測装置を自由にコントロール及びコミュニケーションをとることが可能です。(IEEE-488-1975に準ずる)

ラボシステム

〒001 札幌市北区北10条西4丁目1番1号

株式会社 ソード札幌

TEL (代) 731-6107



新技术で躍進する

S O R D

株式会社 ソード電算機システム

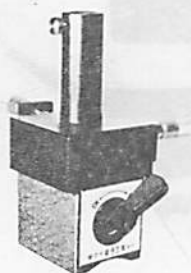
光学機構部品

移動台

永年の経験をもとに各種の移動台を用意いたしました。目的に応じてお選び下さい。豊富な機能と確実な作動は必ず御満足いただけるものと確信致します。



XYZ移動台



XY微動台



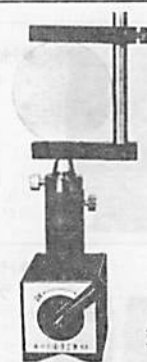
回転台

レンズホルダー



専用型

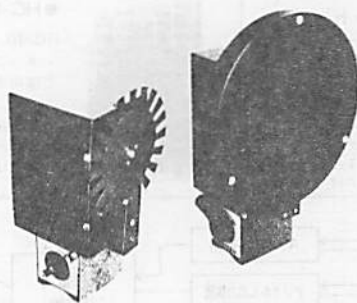
取付レンズ径 10、30、60、80mm



万能型

取付レンズ径 10~60mm任意

光チョッパー



微小光測定の場合にはS/Nが小さいので、測定光を交流に変換し、ロックインアンプなどの同期増巾器、位相検出増巾器を用いるのが効果的な方法です。本器は測定光を交流に変換し、且つ増巾器駆動用の同期信号出力を得るためのものです。危険防止のための安全カバー付のものもあります。

仕様：同期信号 出力電圧 0.1V以上

チョッピング周波数

単一型 50Hz地域：25Hzの整数倍で1000Hz迄

60Hz地域：30Hzの整数倍で1200Hz迄

連続型 可変範囲 10倍 1000Hz迄

電源ボックス付

いづれも周波数は御指定下さい。

計測機器と電子部品・材料

ホクテックス株式会社

札幌市北区新川4条4丁目 電話 762-3986番 (代表)



売れに売れています Spectra-Physics社だけのSPEC!

BeOチューブだから……このspec.をあなたに!

- 日経エレクトロニクス1974年8-26号に紹介された画期的なNew He-Neレーザー
- 環境湿度 0~100%
- オペレーティングライフ 20,000時間
- 出力1~2mW調節可変Type
- 入力 90~130V

Electronical Tuneのつかいやすさと

超精密single-frequencyをあなたに

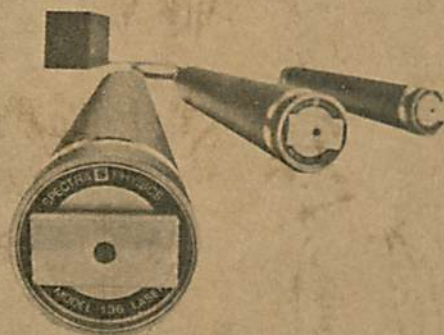
●お問い合わせ、資料ご請求は下記、量子機器部レーザー課まで。

日本総代理店 **MARUBUN Corporation**

丸文株式会社

本社 ●東京都中央区日本橋大伝馬町2-1-1
電話03-662-8151(大代表) 〒103

代理店
株式会社 北海道クリアパルス
〒001 札幌市北区北7条西2丁目TMビル803
TEL (011) 741-8235



MODEL 136

科学とともに100年

教育をとおして未来をつくる

島津理化学器械株式会社

道内代行販売店

(株)コンドウサイエンス	札幌市中央区南16条西5丁目	521-6132
北教資材社	小樽市花園5-7-8	22-0589
(有)橋商事	帯広市西7条南11丁目12	4-3372
(株)近藤商会	函館市西桔梗町589	49-3311

理化学器械で社会に貢献する



実験台・ドラフトチャンバー・汎用理化学機器

Yamato

ヤマト科学株式会社

共通摺合器具・分析機器・環境測定器



柴田化学器械工業株式会社

高感度記録計・pH計・電導度計・温度滴定装置

TOA

東亜電波工業株式会社

テフロンダイヤフラム・ペローズポンプ・ケミカルポンプ



株式会社 **イワキ**

サーミスター温度計・調節計・サーミスター風速計



株式会社 **芝浦電子製作所**



津元理化産業株式会社

札幌市東区北6条東2丁目札幌総合卸センター
TEL 直通 (011) 711-4171 千060-91
大代表 (011) 721-1161 内線 365-7
テレックス 933-290
苫小牧営業所 苫小牧市末広町1丁目11番地
TEL (0144) 34-5585 千053