

BUNRIKYOUKEI

# 物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

No. 5

1977. 4

## 目 次

○ 光学教育実験へのレーザー光の応用	北海道大学工学部応用電気研究所	
	朝 倉 利 光	1
○ 新教育課程理科内容検討のための文 献紹介	札幌藻岩高等学校	
	山 田 大 隆	11
○ 基線にまつわる話—自然に帰れ—	北海道大学理学部	
	林 正 一	14
○ オーロラ 《異常低温 - 日本》	札幌南高等学校	
	辺 見 龍 夫	18
○ 昭和 51 年度支部研究会報告		21
○ 学会ニュース・昭和 51 年度支部研 究会の記録		26

# 光学教育実験へのレーザー光の応用

北海道大学応用電気研究所

朝倉利光

## 1. はじめに

レーザーの実現を中心とした現代光学の急速な発展は、レーザーがいろいろな分野における強力な研究手段となり得ることを示したばかりでなく、光学に対する広範な関心を引き起してきた。レーザーへの関心の高まりとその普及に伴ない、教育現場においてレーザーが古典光学の教育のための新しい興味ある手段となり得ることの可能性への期待が寄せられてきた。このような期待は、物理の一分野である光学教育へのレーザーの応用に関する積極的な研究や、余り積極的でないが光源としてレーザーを使ってみようという実験的試行の姿となって数多く現われてきた。現在では、確実にレーザーは光学教育における講義および実験のデモンストレーションの大きな手段となることが期待され、かつある程度それが現実化しつつある。

レーザー光源からの光、すなわちレーザー光は私達の周辺にある光と異なり、幾つかの大きな特徴をもっている。要約すると、(1)可干渉性、(2)単色性、(3)指向性、(4)大強度などが普通の光と比較して非常に優れている。このようにレーザー光が輝度が強く、可干渉性の優れたコヒーレント光であること、その上に指向性がよいことを考えると、今までの物理実験教育に使われてきた単色光源では容易になし得なかった古典

光学の諸現象のデモンストレーションが簡単に行なうことができ、暗室でなくある程度明るい部屋で一度に多人数による観察も可能となる。

今までの光学実験に一般に要求され、かつ通常の単色光源を使った場合に遭遇する難かしい技術上の問題が二つある。一つはいかにしてよい平行光を作り出すかということで、これは光の回折や干渉の現象を理想的な形で観察し、かつ定量的な実験データを取る場合には是非行なわなければならないことである。もう一つはいかにして可干渉性の高いコヒーレント光を得るかということで、光の干渉現象を観察するためには解決しなければならない問題である。第1点は光学実験での光学系調整を難かしくし、第2点は光源の操作を難かしくすると共に実際に実験に使われる光量を低下させる、特に第2点は、光学実験を暗室で行なうことを利用なくしきつ光学現象の観察を一時に一人しかできないという状況を生じさせる。これらの問題点がレーザー光を使用することで容易に解決され、光学現象の実験への興味を高めることになる。

以下では、レーザー光を使って光学実験を行なう場合に注意しなければならない基本的課題と、実際に教育にレーザー光を使った場合にどのような光学現象のデモンストレーションが容

易に可能かを幾つかの例を、高等学校および大学教養課程のレベルを念頭において紹介してみよう。

## 2. 基本的な光学実験の配置

光学教育実験のデモンストレーションにレーザー光を用い、かついろいろな光学現象の実験が可能な汎用性のある実験装置の配置を図1に示す。この実験装置を基にして、レーザー光を扱う上での注意すべき基本的事項を述べよう。光源としてのレーザーには、一般に連続発振で出力が数ミリワットの波長  $6328\text{Å}$  の可視光を放出する He-Ne レーザーを用いることが多い。光源からのレーザー光は、一般に空間的にいろいろなモード状態で放出されているが、光学実験には最も単純な最低次の  $\text{TEM}_{00}$  モードで発振しているレーザー光を用いるべきである。この  $\text{TEM}_{00}$  モード状態のレーザー光を得るために、レーザー共振器を形成している両側の反射鏡を微調整することによって行なわれる。実際には、放出されているレーザー光を観察し、円形状のほぼ一様な明るさの状態を得るまで調整を行なう。このようにして得られる  $\text{TEM}_{00}$  モードの強度分布は、ガウス関数で与えられるパターンとなっている。図1のごとく、レーザー光源 L からの直径数ミリのレーザー・ビームをレンズ  $M_1$  (例えば顕微鏡対物レンズ) を通して一度 A 点に収束し、コリメータレンズ  $T_1$  (例えば望遠鏡対物レンズ) を通してレーザー・ビームは拡大された平行光となる。ここでレンズ  $M_1$  と  $T_1$  は逆望遠鏡の配置となっている。平行光はレンズ  $T_2$  で再び C 点に収束されるが

この C 点は A 点の倍率 1 の像に対応する。レーザー・ビームはレンズ  $M_1$  と  $T_1$  を通して拡大されたことになるが、この拡大率はこれらのレンズの焦点距離で決定される。例えば、レンズ  $M_1$  と  $T_1$  の焦点距離を 36mm, 360mm とした場合、ビームの拡大率は 10 倍となり、直径 4mm のレーザー・ビームは直径 40mm の平行光となる。拡大された平行光は、拡大される前のビームと同様に一般にガウス状の強度分布をもつが、もし一様な強度分布の光が必要とされる場合には、ガウス状平行光の中心部分を利用すればよい。

光の回折や干渉の現象を観察するときには、レンズ  $T_1$  と  $T_2$  の間 B に任意の開口を置くことにより、平行光によるその開口による回折、干渉現象が C 面で観察することができる (この場合はフランホーファ回折像となる)。このようにして得られる C 面上の回折像または干渉像は一般に小さいため、これらの像をよく観察するには拡大する必要があり、これがレンズ  $M_2$  (例えば顕微鏡対物レンズ) によって行なわれる。レンズ  $M_2$  で拡大された像が、スクリーン D に作り出され観察を容易ならしめる。

つぎに図1の実験装置を用い、光学現象を観察するための幾つかの実験について述べてみよう。

## 3. 光の回折、干渉現象の観察

任意の開口を図1のレンズ  $T_1$  と  $T_2$  の間 B に挿入することで、その開口による拡大されたフランホーファ回折像がスクリーン D 上に作り出すことができる。もし任意の開口のフレネル回折像を観察したい場合には、スクリーン D をレ

ンズ  $M_2$  側または反対側に移動させることによって、移動したスクリーン上にフレネル回折像を生じさせることができる。更に、回折現象がフランホーファ回折からフレネル回折にいかに変化していくかを、スクリーンの移動距離を閲覧として調べることは、光による波動の回折現象の面白さを教えるのに役立つであろう。図2の写真は、円形開口の回折像をスクリーンDを前後に移動させて得られる実際の回折像であり、中央の像がフランホーファ回折像で、その前後のパターンがフレネル回折像である。フランホーファ回折像の前後に、同一のフレネル回折像が生じることがこの写真を通して理解できよう。図2のごとき一連の回折像は、レンズ  $T_2$  と  $M_2$  に収差が含まれず完全な場合に得られるが、どちらかのレンズが何らかの収差をもつ場合には、フランホーファ回折像の前後のフレネル回折像の対称は崩れる。

図1のBに挿入する開口として、単純な円形や矩形ばかりでなく、いろいろな複雑な单一開口や複数開口によるフランホーファ回折像を観察されることをすすめたい。図3の写真は、左側の開口によるフランホーファ回折像で(a)、(b)、(c)、(d)は単一開口の場合、(e)は複数開口の場合である。これらの写真からわかるように、光の波動性が回折という物理現象を通して作り出すパターンの美しさ、これこそ自然の中に存在する物理現象による芸術作品であり、学生の物理学への関心を強めるのに役立つであろう。

複数開口によるフランホーファ回折像は、各々の開口からの光の重ね合わせによる干渉効果の結果として生じたものと解釈することもでき

る。しかし、光の干渉現象を理解させるためには、複雑な複数開口よりも二つのピンホールまたはスリットを開口として用い、これらのフランホーファ回折像すなわち干渉縞を観察し、この干渉縞がピンホールまたはスリットの間隔を変えることによってどのように変化するかを勉強した方がよいであろう。少々複雑な干渉現象を観察させるためには、一列に並べてピンホールまたはスリットの数を増して、多光束干渉の実験を行なうのが適しているであろう。

#### 4. 収差 図形 の 観 察

物理実験室にはいろいろなレンズの光学素子があるが、厳密な意味ではこれらは完全なものとして完成されているものは少ない。レンズなどの光学素子の不完全さを表示するものが、レンズの収差と呼ばれるものであり、その結果として生じるフランホーファ回折像の変形が収差图形である。収差の効果としてのいろいろな収差图形が物理の本に出ていることが多く親しみのあるものであるが、実際にこの图形を観察することは殆んどない。この収差图形を、図1の実際装置を使って容易に観察することができる。図1のコリメータレンズ  $T_1$ 、  $T_2$  の一方を裏がえしに使うと、スクリーンD上に球面収差が生じる。レンズ  $T_1$ 、  $T_2$  の一方を少しかたむけて角度を与えると、コマ収差が生じ、角度の与え方やどちらのレンズに角度を与えるかによってコマ収差の图形が変わる。つぎにレンズ  $T_1$ 、  $T_2$  の両方を同じ方向に同量の角度でかたむけてやり、スクリーンの位置を動かしてやると非点収差が生じる。以上のような方法で得られた

球面収差、コマ、非点収差の収差図形を図4に示す。

## 5. 光を用いたドッpler効果の実験

今までドッpler効果に関する講義や実験は、主に音波やマイクに波を使って行なわれてきた。光波においてもドッpler効果が生じることは、遠い星雲からの光に生じる赤方偏移の現象を通して教えたり学んだりすることがあっても、実際に実験室で光波によるドッpler効果を実験することはできなかった。しかし、レーザー光を用いることによってドッpler効果の室内実験が容易に可能となり、かつ光によるドッpler効果を用いてゆっくりした動的物体の速度を測定することができ、物理教育の面白い手段となることが期待される。

図5のように、レーザー光源からのレーザー・ビームを図1と同様に逆望遠鏡系M<sub>1</sub>とT<sub>1</sub>で拡大した平行光した後で、半透明鏡Hで互いに直角となる方向に二つに分け、一方のレーザー光を固定されてある反射鏡R<sub>1</sub>で反射させ、もう一方のレーザー光を動いている反射鏡R<sub>2</sub>にあてて反射させ、戻ってきた二つの反射光を再び半透明鏡Hを媒介として重ね合わせる。重ね合わされる二つの反射レーザー光が取る光路長は、固定反射鏡R<sub>1</sub>と動的反射鏡R<sub>2</sub>の半透明鏡Hからの相対的な距離の相異に応じて大幅に異なるが、レーザー光が時間的にコヒーレントであることから容易に検出器Dで重ね合わせることができる。この二つの反射光の重ね合せによって鳴り(ピート)が生じ、このピート信号の周波数はドッpler効果の公式  $F = 2 f \left(\frac{V}{C}\right)$  で与えられる。ここでfはレーザー光の周波数、Vは動かす反射鏡の速度、Cは光速度である。レーザー光の周波数を  $5 \times 10^4 \text{ cps}$ 、動かす反射鏡の速度を  $10 \text{ mm/sec}$  とすると、周波数偏移は  $30 \text{ Kcps}$  となる。

図5の反射鏡R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>は平面反射鏡でもよいが、アライメントを容易にするため図のごく直径5～6cmのコナーキューブを用いるのが適している。半透明鏡は  $\frac{1}{4}$  波長位の精度で研磨されている平面ガラス板を材料として使うことが望ましい。反射鏡R<sub>2</sub>は、自由に左右に動かせるように光学ベンチ上に設置する。光電検出器にはフォトセルを用い、検出したピート信号を適当な可聴波領域の増幅器Gを介して増幅した後でスピーカーSとオシロスコープOに連絡させる。スピーカーは、ゆっくりした速度で反射鏡R<sub>2</sub>を動かすことによって生じるドッpler効果によるヒューヒューと云った音を聞くためのもので、光波によるドッpler効果を耳で聞くことを可能にし、多くの学生を前にした物理実験のデモンストレーションとして面白い。オシロスコープは、ドッpler効果による偏移周波数を測定するのに用いられると共に、この周波数の測定から動いている反射鏡R<sub>2</sub>の速度を求めることができる。反射鏡R<sub>2</sub>を動かさない場合でも、スピーカーからはざわざわした音が発生するが、これはレーザー光源自体や反射鏡などの光学系の振動に由来するもので、ドッpler効果による周期的に近い音はこれらの音と区別することができる。

レーザー光を用いたドッpler効果の実験は、その応用である速度測定として光レーダーを身

近かなものにし、かつ物理現象の身近かな応用  
の面白さを教えてくれるであろう。

関心の出発点となることができれば幸いと思う。

## 6. おわりに

レーザーが実現して15年余が経過し、製品としての各種レーザーも安定し、かつ価格上からも身近なコヒーレント光を放出する光源と考えられるようになってきた。レーザーがもついろいろな分野への基礎研究への手段や実際の応用への可能性は今後に待つものが多いが、レーザー光を物理教育の手段として用いることはその特徴からもそろそろ確立されてもよい時期となっている。しかし、高等学校や大学教養課程の身近かな教育現場で依然としてまだまだ使用されていないのにはいろいろな理由があるが、レーザー光がもつ特徴とそれを物理教育に用いることによってどのような利点があるかを十分に認識されてないことによることが多い。

この解説では、レーザー光を用いた二、三の古典的な光学現象の実験を通して、レーザー光のもつ特色と教育現場でそれを利用することの意義を述べてきたつもりである。ここで取り上げた二、三の実験はあくまでも一つの例であって、まだまだ広範囲なレーザーを用いた物理現象の教育への応用が考えられよう。特に、レーザー光を使った光情報処理的な課題を教育現場に入れることは、光がもつ物理現象の意味を広範囲に理解させると共に、その応用の面白さを学生にうったえるのでなかろうか。教育現場におられる方には、是非レーザー光を用いる物理実験の可能性について挑戦して頂きたいものと期待すると共に、本解説がその方向への読者の

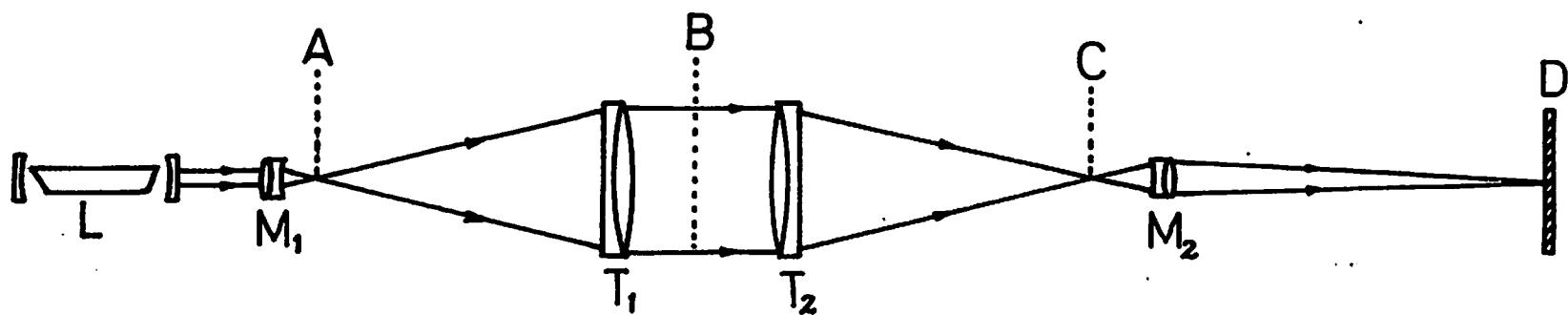


図 1. 基本的な光学実験装置

L : レーザー光源 M<sub>1</sub>・M<sub>2</sub> : 虹彩鏡対物レンズ

T<sub>1</sub>・T<sub>2</sub> : 望遠鏡対物レンズ D : スクリーン

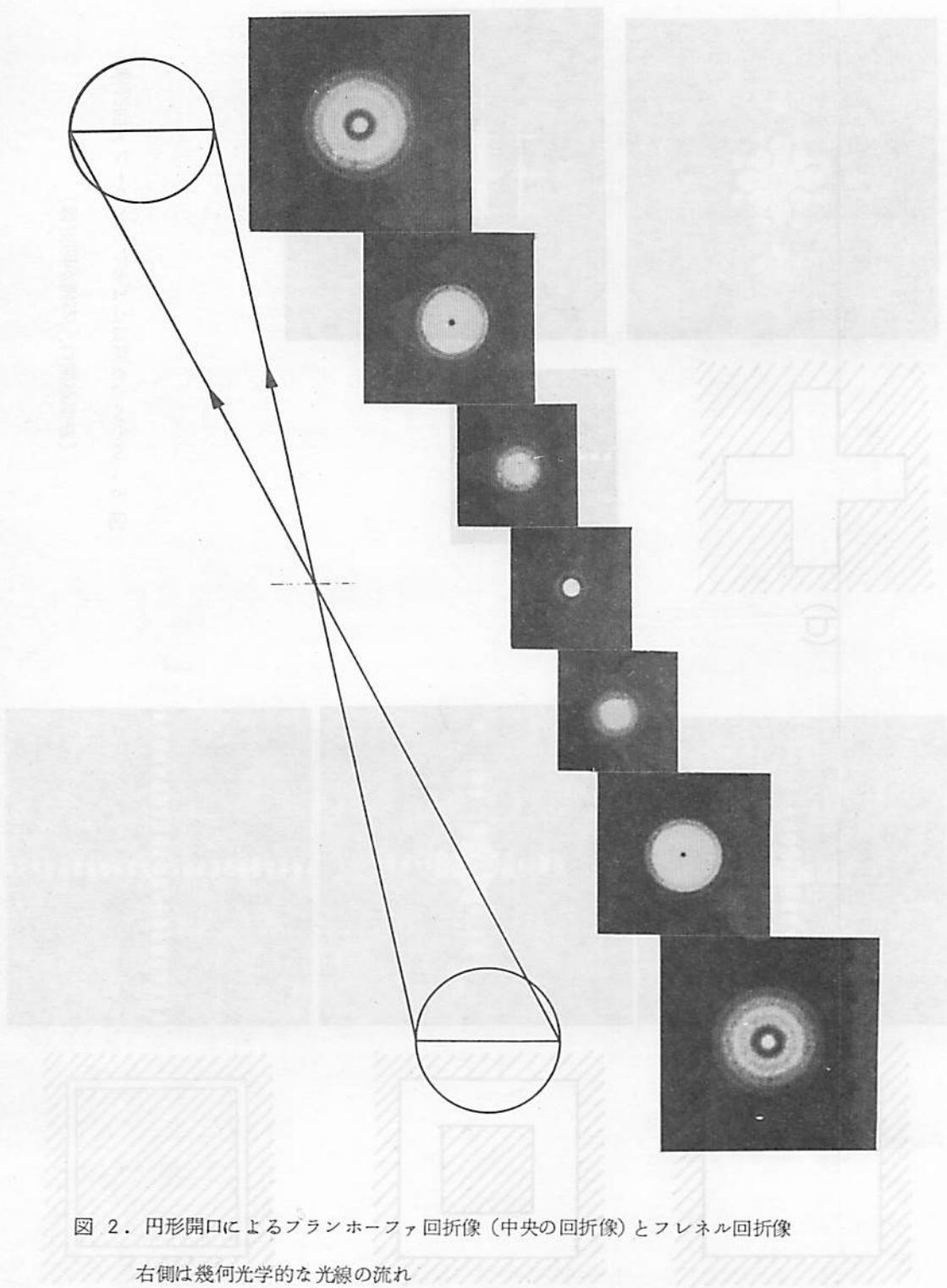


図 2. 円形開口によるプランホーファ回折像（中央の回折像）とフレネル回折像

右側は幾何光学的な光線の流れ

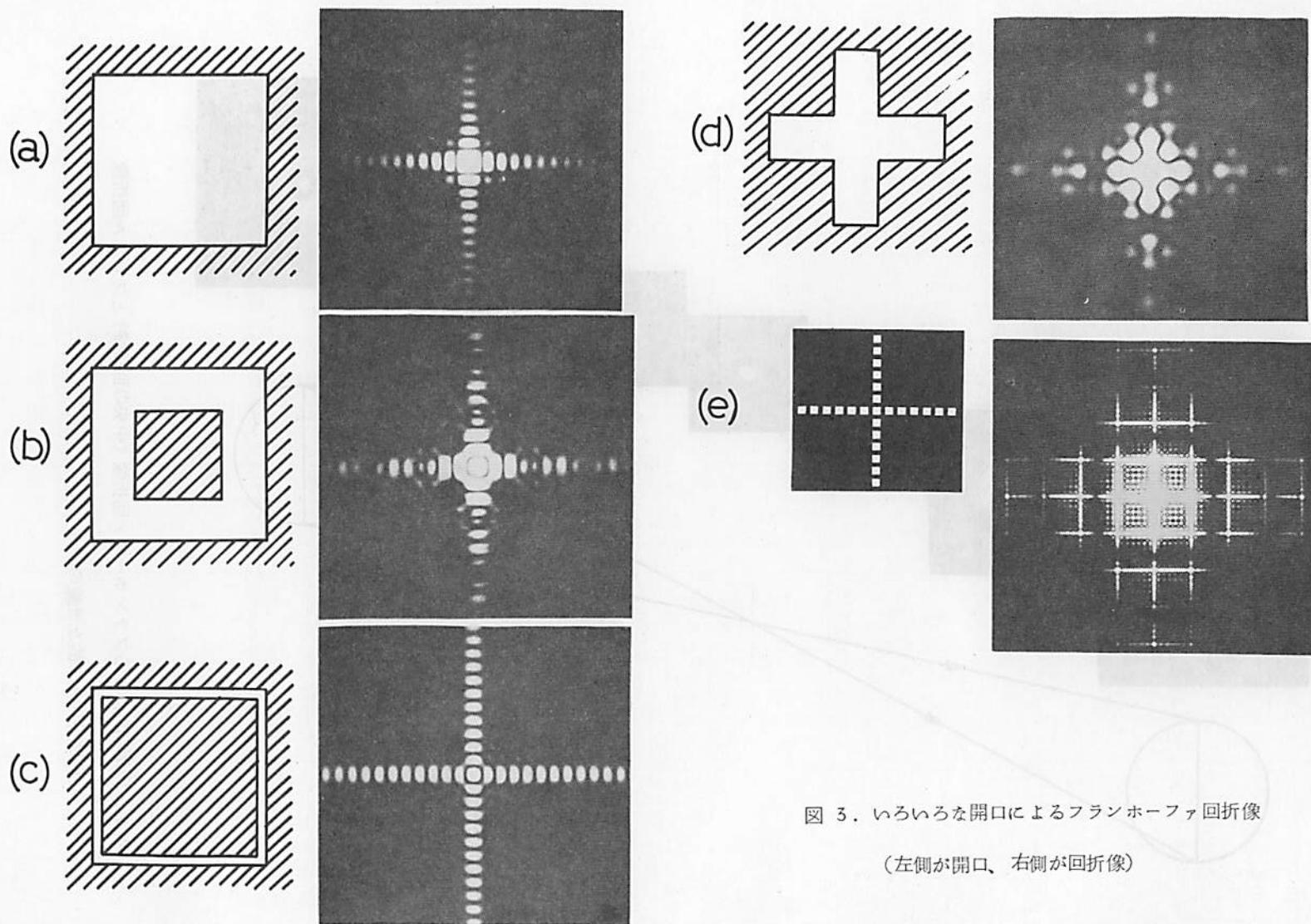
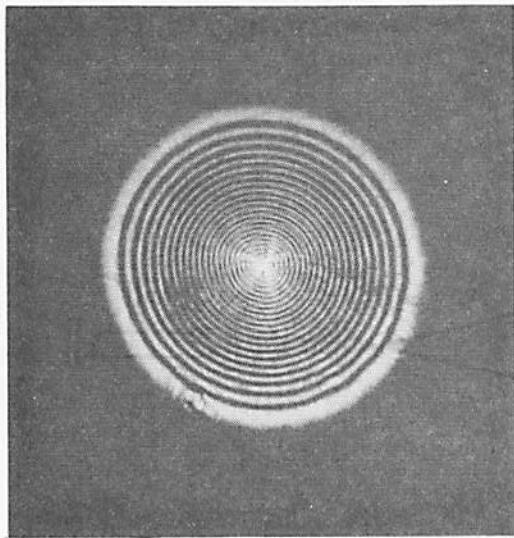


図 3. いろいろな開口によるフランホーファ回折像

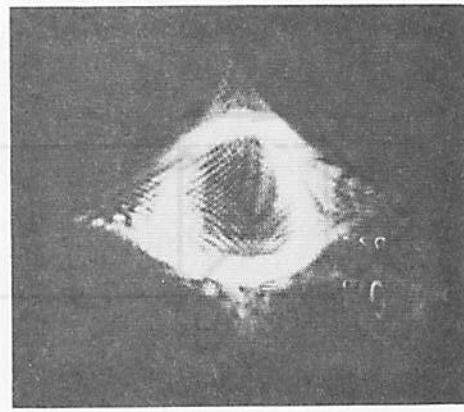
(左側が開口、右側が回折像)



球面収差



コマ



非点収差

図 4. 三つ収差图形

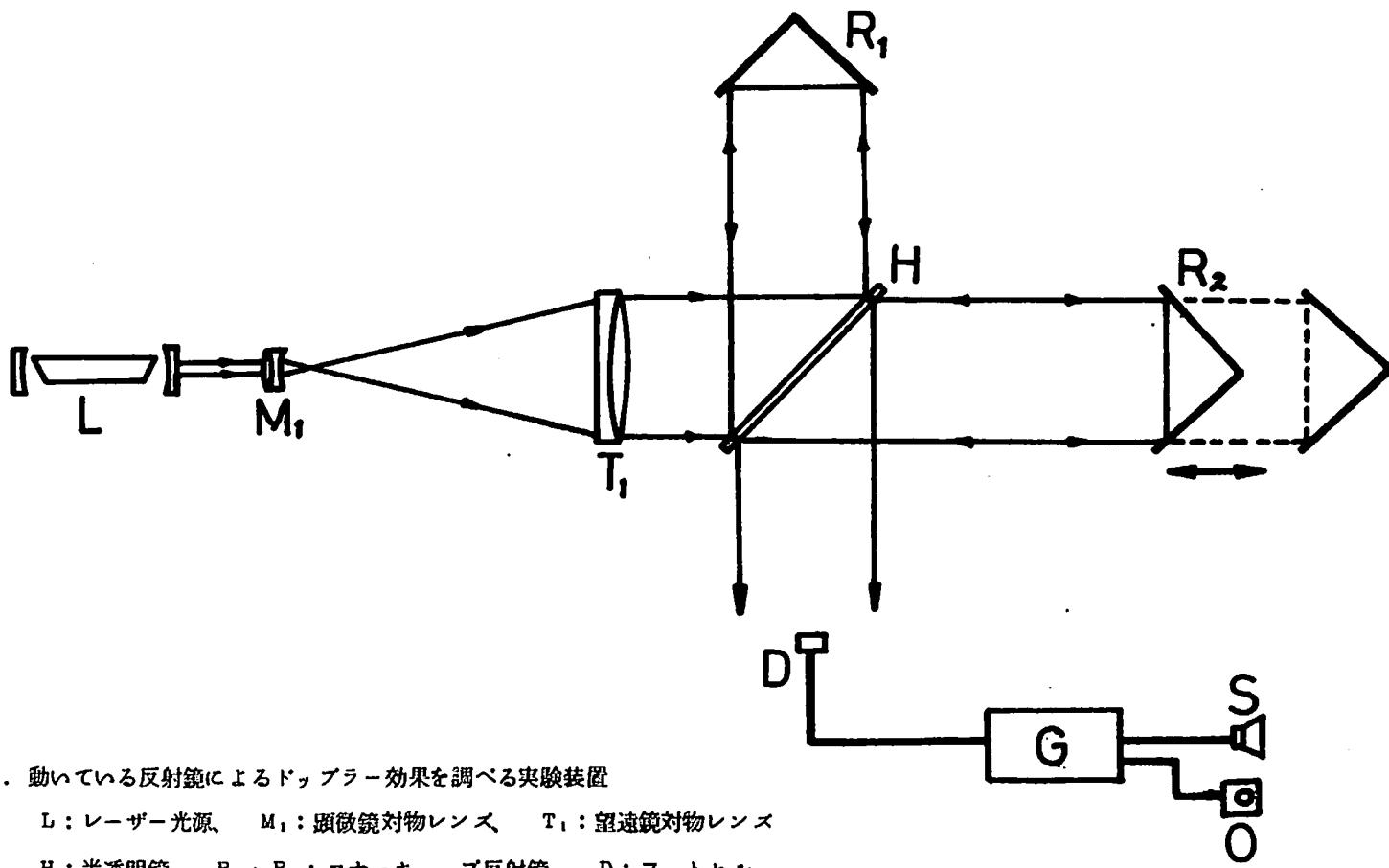


図 5. 動いている反射鏡によるドップラー効果を調べる実験装置

**L**: レーザー光源、 **M<sub>1</sub>**: 跳級鏡対物レンズ、 **T<sub>1</sub>**: 望遠鏡対物レンズ

**H**: 半透明鏡、 **R<sub>1</sub>**・**R<sub>2</sub>**: コナーキューブ反射鏡、 **D**: フォトセル

**G**: 増幅器、 **S**: スピーカー、 **O**: オシロスコープ

# 新教育課程理科内容検討のための文献紹介

## 編集と解説

札幌藻岩高等学校

山田 大 隆

1976年10月6日、文部省中央教育課程審議会は、審議のまとめ「教育課程の改善について」を発表し、現行教育課程の教材過多教育内容を是正した人間主義の教育課程を志向する新教育課程への移行が一挙に本格化することとなった。筆者はこの情勢に鑑み、新課程の理科内容検討に益すると思われる現時点で収集可能な資料をここに紹介し、読者諸氏の便に供したい。この資料集はもちろん不十分なものであり、多くの方から一層の完全な情報が寄せられることを期待するものです。(1977. 3. 9)

### 1. 新教育課程審議のまとめ全文掲載

- (1) 文部公報 16635 (1976. 10. 13)
- (2) 『高校教育展望』 Vol. 1, 16. 8.  
PP 106~121 ('76.11) (付・解説)
- (3) 『総合教育技術』 1977. 2 増刊  
(資料編) (付・解説)
- (4) 『理科教室』 Vol. 19, 16. 13  
PP 68~78 ('76. 12)
- (5) 『現代教育科学』 16233. PP103~129  
('76. 11)

### 2. 審議のまとめの総合的論評

- (6) 教育情報センター(編)「解説と資料・教育課程基準の改善の検討」(『現代教育科学』 16236. 1977. 1臨時増刊)
- (7) 同 『解説と資料・教育課程審議会の中間まとめをめぐって』(明治図書、'75)  
(6)は現行と新課程の比較検討を15氏、新課程

の問題点を5氏、各学校段階別検討を5氏が行なっている。(7)は1975. 10の中間まとめの総合論評。(6)(7)ともに、付録資料が詳細有益である。

### 3. 審議のまとめ理科内容の総合的論評

- (8) 教育情報センター(編)「教育課程基準の改善と新理科の課題」(『教育科学・理科教育』 16. 9. 1977. 1臨時増刊)  
小中校理科内容の検討。多方面より41氏執筆。
- (9) 真船和夫「理科教育の変遷と教育課程改定およびその背景」(『理科教室』 Vol. 20, 16. 1. PP6~13. '77. 1)
- (10) 降旗勝信「戦後の教育課程改定における理科の変遷」(Op Cit. (8)のP81~90)  
1900とともに、戦後理科教育変遷史の中より新課程理科内容を分析。適切かつ深い提言がある。
- (11) 小島昌夫「教育課程審議会報告と高校理科」(『理科教室』 Vol. 20, 16. 2. PP86~91 '77. 2)
- (12) 黒田弘行「指導要領改定をめぐっての諸問題」(Ibia, Vol. 20, 16. 1. PP 14~19. '77. 1)
- (13) 真船和夫「教育課程をどう創造していくか」(Ibia, Vol. 20, 16. 2. PP6~11. '77. 2)  
01, 02, 03は反文部省 side からの内容分析。
- (14) 大塚誠「教育課程審議会の審議のまとめと高校理科改定の方向」(『物理教育』 Vol. 25, 16. 1. PP 1~5. 1977)  
文部省主任視学官の新理科に対する解説。

- (15) 「座談会・これからの指導内容の精選・構造化Ⅰ～Ⅲ」(『理科の教育』Vol. 25. 16. 11. 12. Vol. 26. 16. 1. '76. '77)  
日本理科教育学会での新理科内容検討。
4. 新課程理科Ⅰの検討(主に研究会発表資料)
- (16) 沼岸徹「新教育課程と必修理科について(付・理科Ⅰ構成要素表)」('76. 11)  
(付・理科Ⅰ構成要素表)
- (17) 池田斌修ら「新しい理科教育の方向をめぐって—理科Ⅰ・Ⅱを中心にして—(付・中学校理科精選表)」('76. 11)  
(付・中学校理科精選表)
- (18) 同 「高等学校理科教育の変遷と教育課程の改善(付・高校物理内容消長図)」('77. 1. 11)  
(付・高校物理内容消長図)
- (19) 野田四郎「理科Ⅰの内容と問題点」('77. 1. 11)  
(付・理科Ⅰの内容と問題点)
- (20) 土門均(札教研)「中学校“理科”教育課程改善について」('77. 1. 11)  
(付・中学校“理科”教育課程改善について)
- (21) 高村泰雄「これからの理科教育の課題」  
土門均「実践を通しての改善と精選」(講演記録 '77. 1. 11)  
(付・実践を通しての改善と精選)
- (22) 「教育課程基準の改善についての意義と問題点」(昭和52年度北海道教育科学シンポジウム記録 '77. 2. 13)  
(付・教育課程基準の改善についての意義と問題点)
- (23) 山田大隆「報告・新課程理科Ⅰをめぐる動向について」(『札幌藻岩高校研究紀要』16. 1. '77. 3. 印刷中)  
(付・新課程理科Ⅰをめぐる動向について)
- (24) 矢野淳滋ら「高工必修理科を考えるための中学校アンケート」('76. 8. 19)  
(付・高工必修理科を考えるための中学校アンケート)
- (25) 鶴志田クニヲ「総合的な理科の学習評価について」('76. 8. 19)  
(付・総合的な理科の学習評価について)
- (26) 日本理化学会「昭和51年度全国理科教育大会報告」(会誌、16. 4. 7. '76. 10)  
16. 4. 7. は第14回北海道高等学校研究大会基礎理科部会での発表資料。16. 4. 7. は昭和51年度全国理科教育大会理科統合部会発表資料で理解度に基づく教材精選研究は新課程構成思想の基本

とされたと考えられる。16. 4. 7. はこの全国大会の解説も含めた詳細報告。尚、16. 4. 7. のパンフは筆者の手許にあるので資料希望の方は筆者まで。

## 5. その他(新課程理科検討用資料)

- (27) 「座談会・日教組教育課程改革議案を検討する」(『理科教室』Vol. 19. 16. 10. PP 44～54. '76. 10)  
(付・座談会「新指導要領に何を望むか」)
- (28) 座談会「新指導要領に何を望むか」(『理科』Vol. 7. 16. 1. PP 28～36. '76. 7)  
(付・新指導要領に何を望むか)
- (29) 「教育課程と学習指導要領の改訂」(日本理科教育学会第25回全国大会分科会抄録. PP 23～35. '76.)  
(付・教育課程と学習指導要領の改訂)
- (30) 「特集・理科の内容の問題点と今後の志向Ⅰ～Ⅱ」(『理科の教育』Vol. 24. 16. 24. 10. PP 9～40. Vol. 24. 16. 11. PP 9～35. Vol. 24. 16. 12. PP 9～37. 1975)  
(付・特集・理科の内容の問題点と今後の志向Ⅰ～Ⅱ)
- (31) 「小・中・高校理科の関連について」(Ibia. Vol. 24. 16. 2. '75. 2)  
(付・小・中・高校理科の関連について)
- (32) 船元重春「高等学校理科の内容の問題点と改善の視点」(Ibia. Vol. 24. 16. 10. PP 35～40. '75. 10)  
(付・高等学校理科の内容の問題点と改善の視点)
- (33) 井出耕一郎「これからの物理・化学的内容をどのような視点でとらえるか」(Ibia. Vol. 24. 16. 11. PP 9～13. '75. 11)  
(付・物理・化学的内容をどのような視点でとらえるか)
- (34) 渡辺景隆「これからの理科をどのような観点でとらえるか・地学の立場からの議論」(Ibia. Vol. 24. 16. 12. PP 9～4. '75. 12)  
(付・地学の立場からの議論)
- (35) 延原肇「生物的内容の問題点と改善」(Ibia. Vol. 24. 16. 12. PP 30～33. '75. 12)  
(付・生物的内容の問題点と改善)
- (36) 「特集・昭和50年代の理科教育」(Ibia. Vol. 24. 16. 1. '75. 1)  
(付・昭和50年代の理科教育)
- (37) 「特集・現代理科教育論」(Ibia. Vol. 25. 16. 1. '76. 1)  
(付・現代理科教育論)
- (38) 「座談会・高校物理教育の現状と将来への展望」(『物理教育』Vol. 22. 16. 4. PP 28～42)  
(付・高校物理教育の現状と将来への展望)

- (39) 北沢弥吉郎「知能の発達過程に基づく教育」(Ibia, Vol. 23. #6.1. PP1~6. '75.)
- (40) 基礎理科研究札幌グループ「小中高校理科内容の問題点の考察と総合的理科教育の展望」(『北海道の理科』Vol. 20. 印刷中)
- (41) 山田大隆「現代化教授学理論(ブルーナー理論)に関する二・三の批判的考察」(北海道物理教育学会発表資料、'76. 12. 4)
- (42) 「特集・教育課程はなぜ改訂を必要とするか」(『現代教育科学』#207. '74. 12)
- (43) 教育制度検討委員会(編)『日本の教育をどう改めるべきか』(勁草書房、'73)
- (44) 「特集・これからの中高を考える教育課題」『月刊高校教育』12月増刊、Vol. 7. #15. '74
- (45) 佐藤三郎・山本芳孝「教育課程研究の展望と課題」(『現代教育科学』1976. 7臨時増刊、PP17~36)
- (46) 金子孫市(編著)『現代教育課程論』(教育学研究全集8、第1法規、1976)
- (47) 日本教育方法学会(編)『現代学校教育論の再検討』(明治図書、1975)
- (48) 石黒浩三「高校教育科目としての「物理解体論」」(『物理教育』Vol. 23. #6. 3. PP1~4. '75)
- (49) 「特集・ゆとりある教育とこれからの授業」(『授業研究』#153. '76. 3)
- (50) 「特集・わかる授業をどう作るか」(『現代教育科学』#216. '75. 8)
- (51) 「特集・人間中心の教育内容の再構成」(Ibia. #222. '76. 1)
- (52) 「特集・理科教材の精選と構造化」(『理科教育』#69. '74. 11)
- (53) 「特集・教材研究における基本的事項の精選」(『授業研究』#152. '76. 2)

(39),(40),(43)は日本物理教育学会での検討、(49)~(53)は現行課程問題点の教授学的分析、(41)~(47)は教育課程論で、特に(46)、(47)は最新の研究成果が反映されており得るところが大きい。

#### 6. 最新教科情報の掲載

- (53) 新課程理科情報…次の雑誌を見るとよい。
- ・『現代教育科学』の教育ニュース解説(安達拓二)
  - ・『高校教育展望』の最新教科情報・理科(毎月の情報が載る。大塚誠造)
- (54) 海外理科教育課程研究
- ・平沢進「ソビエトにおける理科教育の現状 1. 2」(『理科の教育』Vol. 24. #6. 11. PP52~58. #6. 12. PP54~59. 1975)
  - ・北沢弥吉郎「基礎教育における「理科」の位置づけ 1~Ⅱ」(Ibia. Vol. 24. #6. 2. PP57~60. #6. 3. PP58~61. #6. 4. PP48~53. '75)
  - ・栗田一良「欧米の低学年理科の動向・英米」(Ibia. Vol. 24. #6. 3. pp42~44. '75. 3)
  - ・木村仁泰「世界における教育の動向と科学教育」(Ibia. Vol. 25. #6. 1. PP9~13. '76. 4)
  - ・渡辺正雄「新しい科学教科書SISCONについて」(『物理教育』Vol. 25. #6. 1. PP25~26. '77)
- 他に月の海外情報紹介記事として
- ・『高校教育展望』の海外教育情報
  - ・『現代教育科学』の海外教授学研究情報
- (55) 国立大学共通第一次試験
- ・『高校教育展望』(Vol. 1. #6. 11. PP16~29. 1977. 2)

# 基線にまつわる話

## —自然に帰れ—

林 正一

寺田寅彦全集の中の一文「地図を眺めて」を読み直してみた。それは三角点の設置ならびに観測に当った人びとの苦労話である。この文章の付録として、我が国の火山に設置された三角点に関し、その名称、測量掛、測量年代、設置場所および標高が記されている。特に、興味をそそられたのは平均海面からの高さの測定値であった。例えば、富士山三角点の標高は3776.29mであるて、cmの位まで測られていることである。それは小石一個の大きさに匹敵する程のものである。

周知のように、地形図の制作には三角測量が主役を演じている。それは、大小さまざまの、既知の長さの三辺をもつ三角形で国土を蓋って、それらの頂点（三角点）に相当する地点の位置を決定する測量法である。それらの三角形はその大小によって一等三角、二等三角、三等三角と呼ばれている。一等三角では、その辺の長さが40～50kmに及ぶ。それらの測定値が相当の精度で求められるためには、その測定の基準になる基線（ベース・ライン）はどのようにして定められているだろうか。基線の長さは普通4～5kmであるが、最も長いそれは三方原（浜松市北方）基線で、その長さは10,839.7698mである。この例が示すように、基線の長さは

mの端数まで測られている。基線といっても當時、直線が描かれているわけではない。その両端に該当する位置に、三角点と同類の刻印された標石が土中に埋められているに過ぎない。

ところで、明治の初期に、約5kmの座間（神奈川県）基線の測量にまつわる話を紹介したい。当時使用された尺度は鋼製の100mのものであった由である。（現在使用されている基線尺は25mのアンバー尺および50mの鋼尺である。）さて、5kmの距離を測るためにには、この尺度では50回の繰返しが必要になる。そこで、最初に考えられた、最も日常的な方法として、二個の標石の刻印の間に尺度を載せるための板が水平に敷かれた。さらに、尺度を、両刻印を結ぶ直線上に置くための目印として、板上に直線を定める。（実際に板上に直線を描くのではない。直線を設定するためには転鏡儀（トランシット）を使用するのである。）長い綱を定められた直線上に正しく置くことは、綱の両端を強い力で引張るなどして、大変に困難であることを体験を通じて知っている。100mの長さの鋼尺の場合も同様な苦労がしいられるであろう。とにかく、この困難を克服して、刻印間の距離を測ったところ、測定を繰返す毎にまちまちな（不規則な）値が得られたのである。これ

は主として尺度の各部分に生ずる張力が、板との摩擦のために不均一になることによると考えられた。そこで、尺度と板との摩擦をできるだけ少なくするための工夫がなされたが、一向に測定値の定常化が実現されなかった。こゝで、板を使用した意味を思い返すと、それは尺度がたわむことを防ぐためのものであった。

他方、静力学分野で次の問題が解かれている。「伸縮しない太さ一様な均質の紐の両端を同じ高さにある二個所の点に別々につなぎ止めたとき、紐は重力の作用で垂れ下る。この紐の描く曲線を決定せよ。」これは紐の各点に生ずる張力とその点に働く重力との釣合の条件から求められる。この曲線は懸垂線（カテナリ）と呼ばれている。この曲線では、後に示すように、垂れ下った紐の長さと紐の中心から二点をつなぐ直線までの鉛直距離（垂下距離） $Y_0$ とを知れば、二点間の直線距離が計算される（図1参照）。

最初の測量の失敗を反省して、上述のカテナリの特性を導入することにして、再び基線の長さの測定が実施された。その方法は次の通りである（図2参照）。

同種の滑車を必要な個数だけ用意する。2つの刻印を結ぶ直線上に適当な間隔毎に分割点を作る。刻印ならびに分割点のすべてについて、それらの鉛直上方に滑車を設置するのであるが、それらの滑車の回転軸が同一水平面上にあり、かつ、両端の滑車を通過する水平面内の直線にそれらが垂直になるようにする。このようすれば、これらの滑車は同一の鉛直面（紙面）内で回転できる。次に、等しい荷重 $W$ がかかる、

2つの錘をその両端のそれぞれにつながれた尺度を隣り合う2つの滑車に掛ける。暫時、尺度は動搖するが、間もなく平衡状態に達し、尺度も錘も静止する。この状態で、軸の位置に相当する滑車上の尺度の目盛を、鏡筒を鉛直下方に向けた遊尺顕微鏡で読み取り、両滑車上の目盛の差を求めれば、2つの滑車の間に垂れ下った尺度の長さ $s$ が分る。また、垂下距離 $Y_0$ の測定にはカセットメータが使用される。従って、この分割区間の回転軸の間の距離が計算される。同様な測定を全区間について行えば、初めに設定した水平面内の直線の長さが求められることになる。実は、カテナリの導入によって、観測値の定常化が実現したことである。実際の基線の長さは標石の刻印の標高が必ずしも等しくないことのための補正や長時間の測定のため尺度に及ぼす温度変化の影響などを考慮して定められる。

以上の話の中には、測定に関する教訓が潜んでいる。重力の作用のもとでは、尺度はたわむ。このために生じる測定誤差を無視する目的で水平な板が敷かれたのである。しかし、予想に反して、尺度と板との摩擦という新たな障壁に妨げられて、観測する度毎にばらばらな値を得たのである。測定の失敗は、重力の作用を度外視しようとしたことに帰せられる。地球上に住む限り、我々は重力を等閑に付す訳にはいかない。自然の力は強大である。この力を活かして測定することが優れた結果を生出したことになる。この事実は測定技術におけるばかりでなく、実験物理学においても肝要なことである。また、物理学に携わる者にも、それは共通な教訓であ

る。

### 懸垂線（カテナリ）

長さ  $L$  の紐の両端を、それぞれ、水平線上の二点 A および B で固定し、重力の作用のもとで紐を垂したとき、紐の描く曲線が懸垂線（カテナリ）である。

垂れ下った紐の中点 O を原点にとり、O から水平方向に x 軸を、また、O 点を通り、鉛直上方に y 軸をとる。この座標軸に対して、カテナリは次式で示される。

$$y + a = (a/2) \cdot [\exp(x/a) + \exp(-x/a)] \quad (1)$$

ここで、 $a$  は紐の線密度  $\sigma$  ( $\text{g/cm}$ )、重力の加速度  $g$  ( $\text{cm/s}^2$ ) および各点の張力の x 成分（一定値） $T_0$  (dyne) を用いて表現され、

$$a = T_0 / (\sigma g).$$

線分  $\overline{AB}$  の長さを  $2x_0$  とすれば、紐の長さ  $L$  および直線  $AB$  と X 軸との垂直距離（垂下距離） $y_0$  がそれぞれ計算される。いま、y の x による微分係数を  $y^1$  と書けば、(1)式から

$$y^1 = (1/2) \cdot [\exp(x/a) - \exp(-x/a)]$$

$L$  は次のように計算される。

$$\begin{aligned} L &= 2 \int_0^{x_0} \sqrt{1 + y^1^2} dx = 2 \int_0^{x_0} \frac{1}{2} (\exp(x/a) \\ &\quad + \exp(-x/a)) dx = a (\exp(x_0/a) - \exp(-x_0/a)) \end{aligned}$$

$y_0$  は (1) 式の x に  $x_0$  を代入すれば求められる。

$$\begin{aligned} y_0 &= (a/2) \cdot [\exp(x_0/a) \\ &\quad + \exp(-x_0/a)] - a. \end{aligned}$$

従って 2 つの等式が得られる。

$$\exp(x_0/a) - \exp(-x_0/a) = L/a \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \exp(x_0/a) + \exp(-x_0/a) &= \\ 2(y_0 + a)/a. & \quad (3) \end{aligned}$$

(2) と (3) との加減によって、

$$\exp(x_0/a) = 1 + y_0/a + L/(2a), \quad (4)$$

$$\exp(-x_0/a) = 1 + y_0/a - L/(2a), \quad (5)$$

(4) と (5) との両辺を剰すれば、

$$(1 + y_0/a + L/(2a)) \cdot (1 + y_0/a - L/(2a)) = 1.$$

$$a = -y_0 + \sqrt{L^2 + 1}/2.$$

すなはち、 $a$  は  $y_0$  と  $L$  とから求められる。また、線分  $\overline{AB}$  の長さは (4) 式を変形して、

$$2x_0 = 2a \log(1 + y_0/a + L/(2a)).$$

$\overline{AB}$  もまた  $y_0$  と  $L$  とから計算される。

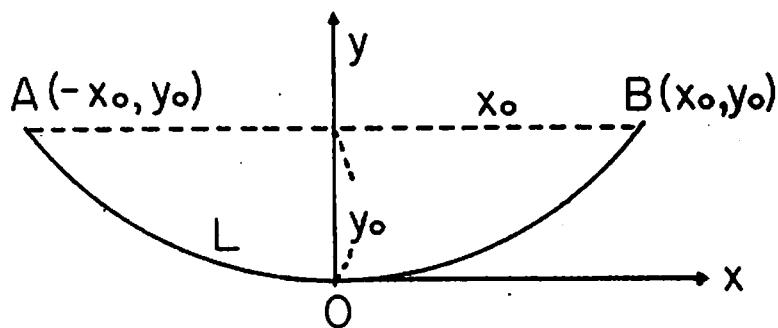


図 1.

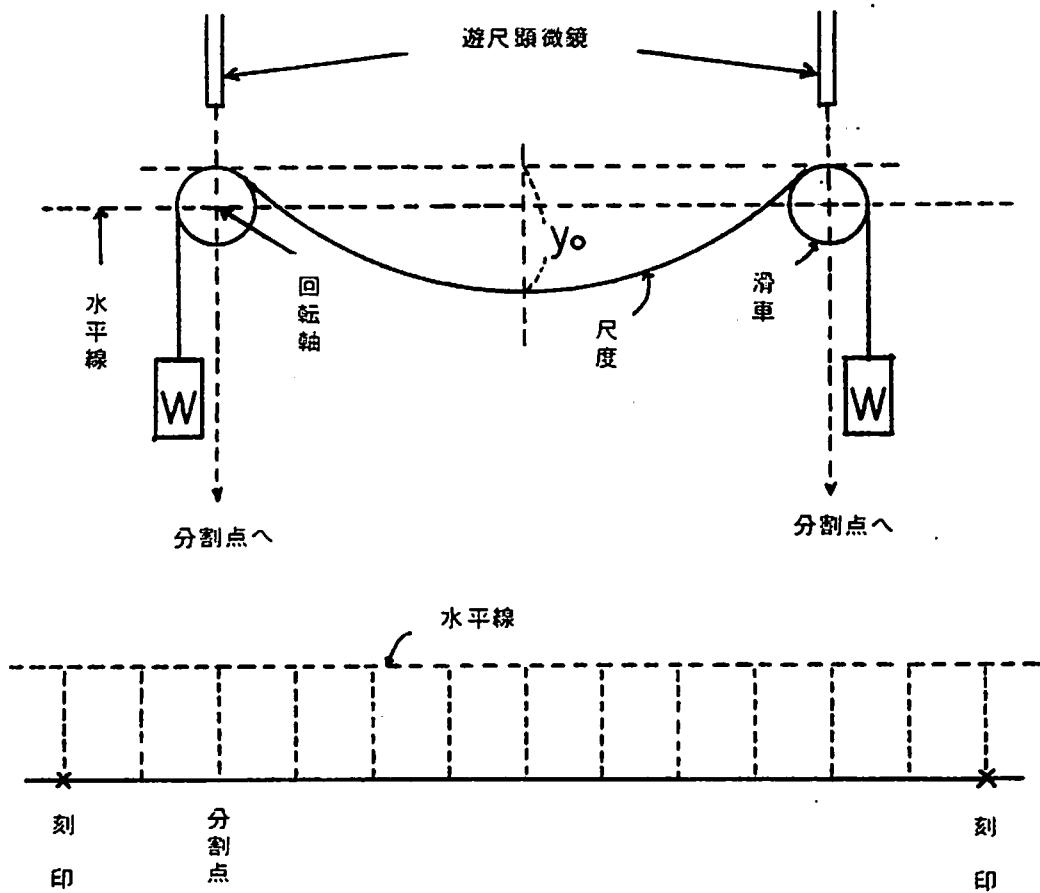


図 2.

# オーロラ

札幌南高

辺見龍夫

## 《異常低温——日本》

1976年北日本の夏は例年になく涼しく、それで東北・北海道の農産物はこの年の秋手ひどく冷害を被った。さらに冬になって、暮れから翌1977年の2月一杯にかけて北海道は真冬日の連続で、道東・道央をはじめ札幌までもが終日冷凍庫の気温を経験したのである。各地では1月の末から2月にかけて記録破りの寒波だとか、測候所はじまって以来の最低気温といったことばが続き、冬でも暖かいといわれている四国南部も2月に入って氷点下5℃まで下がるありさまであった。

このようにして地球は著しく冷えたのであるか？新聞報道等によればアメリカでもニューヨーク州をはじめ東部一帯は記録にない程の寒さで、凍死者まで出たとかいうことである。

このような異常低温のなか、筆者は北極回りで南ヨーロッパを16日間にわたって足を伸ばす機会に恵まれた。

## 《暖冬異変——アラスカ》

さぞや厳しい寒さであろうと想像した。羽田を22時30分に飛び立って実飛行時間6時間30分、地球の自転と同じ向きに飛ぶのでアンカレッジには現地時間で朝の10時頃到着となる。はやくもやってきた夜明けと共に上空から見おろした南アラスカの大地は意外にも雪は少

なかった。至る所黒々とした土が露出しており、川の水も考えていたものとは異なり、凍結の状態ではなかった。機内アナウンスはアンカレッジの気温が0℃であることを伝えてくる。おり立った空港は前に降った雪が解け、ターミナル・ビルの前の舗装路面には水たまりさえできていた。

はじめて踏んだ1月の南アラスカの大地であるが、こんなに気温が高いということは出発前には想像もできなかった。聞くところによると、この地方は今冬は例年になく暖かいとのことである。

地球はどうなっているのであろうか？

## 《オーロラ》

北極回りというコースをとることができたので出発する前からオーロラに期待をかけていた。よく知られていることであるが、大気圏の外の宇宙をさまよっていた荷電粒子——主として10KeV程度の電子が地球に侵入するとき地磁気の磁力線に巻きついて極光帯まで運ばれ、ここから大気の電磁層に突入することになる。オーロラは、この荷電粒子のエネルギーが大気の分子・原子を励起させ、結果発光したものである。極光帯すなわちオーロラがよく現われる地域は、磁気緯度の65°~70°附近といわれている。これは、簡単にいえば地磁気の南北極を基

準にした緯度の $6^{\circ}$ ~ $7^{\circ}$ の帶状地域をさして、北半球ではアラスカの大部分、シベリアの北極海に面した沿岸を中心とした一帯からスピッツベルゲン諸島、ノルウェー北西部の沖からグリーンランド南部にかけての広大な環状地帯ということになる。もっとも出現頻度は低くなるけれどこの地帯からはづれたところでも運が良ければ見られるというのである。さて一方北極回りの飛行航路は、アンカレッジとデンマークを結ぶ大団コースであるから、このコースが極光帯と交差するのは地球儀で調べるとよくわかる。つまりアラスカ大陸のカナダ寄りおよびロフォーテン諸島とアイスランドを結ぶ線の中点附近となるであろう。

オーロラは夜の状態のときに見えるのであるから、いくら極夜に近いといつてもアンカレッジを正午近く飛び立ったのではアラスカでのオーロラは無理である。事実曇天のアンカレッジを出発して約40分、ジャンボジェット機はいつの間にか雲一つない快晴の空間を飛行していた。そして地平線に、ぎらぎら輝く太陽を見ることが出来たのである。この斜光線は、下界の雪を冠り氷河に侵食された男性的な荒々しいアラスカの山々を明と暗に分け、その明暗の境界線によって、広がり連なる山々の頂や稜線の鋸の歯の如き起伏を立体的に浮き上がらせて見せてくれた。光を受けて輝く雪の斜面の明の部分は、しかしその色は決して純白ではなく赤味を帯びており、北上する程にこの赤味は色濃くなり、その原理を考えれば当然の事とはいえながら幻の国を旅しているような感じさえした。

出発して1時間、明は赤とも灰色ともつかぬ

暗い色を経て遂に下界は暗夜の世界となる。しばし続いたたそがれに似た空もじきに星のまたたく闇夜に変わる。言わざもがな1月10日のこの地方は極夜の国である。時間から考えてももはや北極海に出たのであろう。生物とて何一つ生息していない所の上空をジェット機だけがただゴーゴー音をたてて飛んでいる姿は正に孤独そのものである。仮にこの地方の巨大な氷塊の上に下り立ったとしても、明日の朝というものを期待することはできない。言わば希望のない世界なのである。

どれ程時間が経ったであろうか。機内の乗客も殆ど寝静まった中でふと我に返った。急いで窓の外を見る。外は相変わらずの闇の世界で星だけがあざやかに輝いていた。時計はアンカレッジを出発したときすでにヨーロッパ時間に合わせておいたが、午前3時30分を示していた。これは出発して約5時間経過したことを意味している。そしてこの時間は誤差がなければオーロラの一番良く出現するロフォーテン諸島とアイスランドを結ぶ中間点附近ということになるのである。もう一度窓の外を見る。どうしても見えなければならない筈だという信念で狭い窓の中から闇の空のあっちこっちを凝視する。

世の中に「気のせい」という言葉がある。現実には起きていないことが自分の気持からあるように感じられることで、じっと凝視する程にほんとうに気のせいかも知れない明るみを飛行機の前進する斜め前方に認めたのである。まさかという気持と若しかしたらという期待が半々に混ざった気分でさらに注視する。気のせいなら一時的なもので、じきに見えなくなるのだが

どうやら気のせいではないらしい。かれこれ3分も見ていたらあきらかにその明るみは明るさを増して来た。と同時にあきらかに形があってそれが変わることもはっきりと認められたのである。まぎれもないオーロラの出現である。

筆者の見た限りでは、初め淡い明るみが次第に明るくなるときは、極めて薄いレースのカーテンを暗闇の天空に張っておき、それに横から弱い光を照射したような感じと見受けられた。そのカーテンをいろいろに角度を変えて引張って張力の方向を変えると、カーテンからの反射光もゆらゆら揺らぎ、その有りさまは現実のオーロラを表現できるように思えた。

はじめのオーロラはあまりはっきりしないうちに5~6分で消えてしまったが、こんな具合で場所を変えては新しいのが次々と現れ、時には同時に2つ天空で偉大なショーを演じて呉れた。

絵や写真で見るのと同じような垂れ幕状のオーロラは中でもすばらしいものでかなり長時間にわたって安定して見られた。カメラにも収めたのであるが、動く飛行機の中から手持ちで40秒以上もシャッターを開けておくのであるから無茶な話である。もっともオーロラそれ自体はもともとシャープなものでないから、近視の人人が眼鏡なしで雲を見ても様になるのと同様何程かの価値は残るであろう。

このカラーフィルムはあとで現象したら、たしかに光は写っていたが、それがオーロラによるものかあるいは機内の光を拾ったものであるかは専門の人に鑑定して貰わなければわからない状態である。オーロラの色はどうであったか、

と後になって思いなおしてみたが、特筆するような色というものはなかったようである。とにかく肉眼には見えてもあまり明るいものではないので、赤だとか青だとかはっきりいえないし、強いて言えばローソクの光でほんのりと照らされた白い物体ということになろうか。フィルムに写った光の影にしても、色はあって無いようなものである。

オーロラは前後30~40分の間ずっと我々と行動を共にして呉れた。下界はこの時期まだ極夜の世界で、唯ジェット機のみがゴーゴー音をたてて孤独な旅を続けている。生き物も見当らないこの空間に、しかし大自然は偉大なすばらしい生き物を天空に出現させて呉れたのである。

ジェット機の独り旅はこの後3時間あまりも続き、ハンブルク空港についたのはまだ夜も明けぬ暗夜の午前7時であった。機内放送は北緯5度に近いこの地のこの朝の気温がプラスの1度と報じていたのがいつまでも耳に残った次第である。

## 昭和 51 年度支部研究会報告

本年度第1回の支部研究会が、昨年8月7日（土曜日）、北大工学部第2会議室にて、多数の参加者のもとに開催された。今回はいくつかの原著講演に加えて、「大学入試をめぐる諸問題」と題する物理教育シンポジウムが行われた。ここではそのシンポジウムの内容を報告する。

大学入試制度の形態が直接に間接に高校教育に与える影響はきわめて大きいといわなければならぬが、まず当面論議をよんでいる国立大学共通1次試験に関して、また、大学入試制度全般について、大学及び高校の様々な立場から7人の提題者から問題提起がなされたので、以下順をおってその要旨を記したい。

北大工学部の北村正直先生は、北大の入試制度調査委員会に入っておられ、発言には慎重を要するがと前おきされて、次のような考え方を述べられた。

「この共通1次試験だけによって大学の教育、入試制度、それから日本の教育制度すべてに何らかの進歩がみられるかというと、私は否定的な考え方をしている。むしろ、これをきっかけとして教育に携わるすべての人達が日本の教育制度そのものに目を向けて、自分の関係している分野で着実な改善をしていくべきではないか。

……日本のように1回の入学試験によって、一生が決ってしまうというような社会それ自身に問題があるのではないか。日本においても少しずつ変えられていますが、まだ十分ではない。一度大学へ入ってしまえばもう身内の者であって、あくまでも世話をみるのが身内同志の仁義であるというような社会感覚が我々のうちにある限りは、その身内に入ろうとして学生達は一生懸命勉強する。また高校の先生は自分の生徒、身内ですね、がより良いグループに入れるよう學生の尻をたたくことになるのではないかと思う。入試制度は単に入試制度ではなく、教育制度全体に係りをもっている。教育制度は単に教育制度ではなく、社会全体に係りをもっているのではないだろうか。

……共通1次試験をしても何もならないという言い方になってしまふかも知れませんが、そういうものを白日のもとにさらし、少しずつ改善されるという役割をもっていると思うし、それを積重ねていくことによって、高校の教育が高校の教育として一つの閉じた目的を持ち、閉じた教育を高校の先生方はできると思う。

教育大学の諸橋清一先生は、まず教育大学の入試について、「うちの大学にはいろいろな課

程がありまして、幼稚園、小学校、中学校ですが、それらに対して全部同じ入試問題を課するというのは以前からおかしいと思っていた。これはやはり別々に問題を設定すべきではなかろうか。

次に必須理科というものについてですが、これについては本誌第1号に投稿したので記憶のある方もおられると思いますが、今のカリキュラムにある基礎理科とぜんぜん考え方方が違うので、私は要するに高校3年間で理科科目を取る前に必須として基礎理科なるものを置くべきだということを主張しております。例えばうちの大学では去年まで物理・化学・生物・地学から2科目選択などを、今年から1科目にしてしまった。それも、物理も化学も1である。そうすると基礎理科プラス物理、化学、生物、地学のプラスアルファという、これから実現されるであろうカリキュラムでやるならいいのですけれど、現在の段階で4科目のうち1科目選択でられた場合、大学で一般教育科目を自然科学として教える場合非常に困る。」

共通1次試験制度に対しては「……私は賛成の立場に立ちます。それを現実にやってみて、良いところ悪いところを見るより方法はないのではないか。それから、1期校であろうと2期校であろうと、教養1年半やってあと2年半しかないところで専門の知識などほとんどつかないのであって、それがつかないからこそ薄めた分だけ取りもどそうとして、大学院コースを上に積んでいるわけですが……。要するにこの共通1次試験というのが、大学に入って勉強するに値するであろう資格を問うという立場をとる

のであれば、私はこれに大賛成である。

北海道工業大学の三好康雅先生は、入学試験は大学の定員より多い希望者をしづることやできるだけ優れた学生を入れることの外に、私学の場合は入学者の最低レベルをどうやって確保するか、授業について行けない者を入学させないこと、つまり足切りということをしなければならないとし、さらに、「……特にうちの大学にいる学生を見ましても、公式暗記型の勉強をしている学生が多いようで、基本的な原理とか基本的な考え方を理解しようとしたらいで、試験に合格するために安直に公式だけを憶え、合格すれば忘れてしまってもいいんだということになっているようです。

自然現象に疑問や興味を持つ学生がいまして、時々私のところに質問に来ることがあるが、どういうわけか、そういう者達の物理の成績はあまり良くない。はじめ私は、それは下手の横好きだと思っていたのですが、最近になってどうもそうではなく、そういう者達に良い成績をとらせるような問題を出していなかった私の方に問題があるのかも知れないと思ったりします。実際には公式をたくさん憶えている学生にはそれなりの評価ができるが、一方では、ペーパーテストではあまり良くないが、例えば共同実験なんかをやらせると非常に優れた指導力を發揮したり、問題点は何かということを直観的に把握できる学生が、少しではあるがいるわけです。結局ペーパーテストだけに頼らず、そういう学生をどうやって選ぶかということが、私学としては一つの問題点ではないかと思う。」、そしてときには成績の偏った人間、ある教科は抜群

な成績を示すが、他の教科についてはまったくダメな生徒があり、私学の場合にはこういう者の能力を伸ばしてやる役割をもつのではないか。例えば何か一つの科目がある点数以上であれば、外の科目が仮りに零点であっても合格にしようという考え方で、これはいわゆる「足切り」と逆な発想であるが、国立大学の落ちこぼれをただ拾っていくというやり方ではなく、もっと積極的な方法として一考の必要がある、と言及されている。

札幌啓成高校の木村有道先生は理数科をもつ高校の実状を報告された。現在道内では8校の高校が理数科を併設しているというが、そこには理数科に興味をもつ生徒だけが入ってくるのかというと、必ずしもそうではないとして、「

理数科が好きで、物理の時間にはいきいきしてくる生徒も確かにいますが、本校の場合は理数科の成績が高く、第2志望が認められているものですから、理数科に落ちても普通科に入れるのなら理数科を第1志望にしたらいい、という程度のことと割合安易な気持で受ける生徒もかなりいるということです。国立大学では文化系であっても数学の試験がありますから、数学の授業時間が多い方が有利でないか、という中学校での説明もあるようです。それで、2年になって急に数学と理科の授業が多くなって、何かまちがった科に入って来たと思う生徒が多くなるわけです。結局文部省が考えているような、理数科が特に好きな生徒が入ってくることにはなっていない様です。」さらに授業の内容と方法について「理数科をもつ学校は全国で13校ありますが、専門の教科書などないわけ

です。指導要領によりますと、理数科で教える物理は総合物理という名前のものであります、物理Ⅰ、物理Ⅱとは違うわけです。ところが、教科書はまったく同じものをを使います。そして啓成高校では、物理の単位が理数科と同じなんです。指導要領の内容もこれまたいずれも変わりがないわけです。表現には違いがあるが、内容的には変わりないと私は思います。それから教える側の立場ですが、本校では物理の先生が私の外に二人おります。多分私の場合とあまり変わりがないと思いますから私の例を出します。どんな授業をするかといえば、少し丁寧な、論理的なある法則のある形からある形が生みだされるというように、わりにゆっくりと教えるということあって、特に難しいことはやりません。私は、理数科ではやはり理科、数学が得意な子がいますので、やや広い立場で、現在やっていることはどんなことを意味しているのかということをほんの少し教えたりしますが、生徒は拒否反応を示すので、あまり好ましくないです。あと教師実験や生徒実験を多くする。それから、理数科でひとつだけ明らかに違うもので課題研究というのがあり、10時間から20時間ですが、グループを作りまして、学校にあるいろいろな実験器具を勝手に使わせる。例えばオッショロスコープなどは何台もありませんから、グループ毎に使わせて過渡現象を見るとか、コンデンサーの放電の実験など、前もってあまりくわしく説明しないで使わせるわけです。」

札幌工業高校の池田斌修先生は工業高校の場合の大学入試について次のように述べている。

「端的にいいますと、理科については工業では物理」と化学」とが標準です。それで、工科系の大学を受けたいということになりますと、Ⅱまで出ますから結局受けられない。つまり、工業を出た者は文化系の大学を受けなさい、ということです。従って生徒は、入学した当時は65%～75%が大学進学を希望していますが、だんだん減っていきます。どんなに理工系が好きで受けたくとも受けられないということが解ってくるからです。大学入試についていろいろ論議されていますが、それらはすべて普通高校についてであって、職業高校は関係ないとみられている。

統一テストが実施されると、大学に入る資格を得るためになら良いだろう、しかし、大学に入る資格をどこで誰がどうやって与えるかということが問題になってくる。同時に与えられた者はどうするのでしょうか。それが行なわれると、高等学校ではそれに通ることが最終目標になるだろう。大学の入試はあと予備校へいってやる。しかし、職業学校の生徒は、資格は取ったけれども、科目を十分にやっていないから受けることができない。果してそれで良いのだろうか。もう一つ、普通高校にしてみると、3年間に試験が一回ふえるだけではないか。ただ、それで共通テストを終りにしない限り、生徒にとっては何の御利やくもないし、高等学校の教育目標はがたがたになるのではないか。それなら考えていただきたい、というのが本音です。」

札幌開成高校の坂田一昭先生は、高校及び大学への進学率が非常に増加している現在、進路

指導においては今まで考えられないことがいろいろでできている、として、高校生の実態と進路に関する問題点を取り上げられた。

「第1に、高校に入学してくる時点の問題として、自分からその学校を希望してきた生徒が少ないということです。これは、中学校側の能力による振り分けによるものが非常に多いということです。文部省の初等中等教育局の調べによると、初めから現在の学校に入学したかったという生徒は、普通科では50%、他の学科では24%～45%である。特に実業高校の生徒では、普通科に行きたかったが学力の面で行けなかったという生徒が非常に多いわけです。第2に、生徒の意欲とか意識の問題ですが、進路の目的意識が乏しいこと、学習意欲に欠けること、何とかしてくれる、何とかなるさ、あるいは、どうせ私なんか、といったように楽観的な生徒や諦めの早い生徒がふえてきているし、希望は高いがその実現に努力しないという生徒が多い。第3として、学力の問題があります。これは高校への進学率が高くなったということもあるのですが、学力がきわめて低い生徒が入ってきている。それがもともと自分が希望した学校、学科でない場合は、特に実業高校の場合で、本当は普通科に行きたかったのに、という生徒は当然だと思う。第4に家庭の問題です。進路については学校まかせ、あるいは子供まかせで、放任している親が非常に多いわけです。あるいは、子供の能力、興味、適性などを考えないで、親中心の考え方で子供の進路を決める親もいます。親、教師、子供の対話不足の問題も、学庭の問題としてあるわけです。第5として、進路選択

の問題です。学力の伸びなやみから、目前の進路変更を余儀なくされる、あるいは、自己をみつめてその中から進路を決めるというのではなく、表面的な社会情勢に影響されて決めるという傾向がある。また、学力不足と志望との大きなギャップの問題、あるいは、進学はしたいが入試はいやだという生徒、就職はするけれども高校を出てから直ぐはいやだ、という生徒もでてきてています。それから池田先生の話にもありました、今の大学入試が職業高校を卒業した生徒にとっては非常に不利であるということです。」

最後に、道立理科教育センターの河合一也先生は、全国の主な国立大学の入試問題（物理）について、「問題提示文が非常に分かりにくかったり、それから条件を書いてあるところが、非常に大切な条件なのに生徒には分かりにくくて、本当に問題の中で生きているのだろうか、ということとか、きわめて大まかな考え方で生徒がとまどうのではないか、というところも随所にあります。」さらに、「出題領域としては、力学ですと運動のところ、つまり、運動量及びエネルギーの保存則とか、斜面、摩擦、放物運動とかが、高校生に一番やらせやすいとみえまして、だいたい4分の1近くがここから出題されている。あとの方はちょっとばらついていますが、熱のところとか波、電気、電子原子、このあたりのところはどこの大学でも出したがるようです。今のところ、異常に難しいというのは少ないようでして、問題としては、単振動をからめたものがかなりきびしくなりそうです。東北大学の問題では、単振動に摩擦をからめた

ものですから計算するのに大変で、1時間に3題というのは無理ではないかと思う。生徒が問題を解くときに、どのくらいの時間でどのくらい解けるだろうか、ということを検討しているのだろうかと心配になります。」というように、入試問題の内容を細かく分析し、実際例にもとづいて出題傾向や問題点を明らかにされた。

以上のように提言が一通り行われた後に様々な角度から活発な質疑応答がなされたが、ここでは紙面の関係で割愛する。

報告 石上形幸

## 学 会 ニ ュ ー ス

### ○第20回北海道高等学校理科研究大会

- 1 期日 昭和52年8月3日(水)、4日  
(木)、5日(金)
  - 2 場所 函館市民会館 041函館市湯川町  
1丁目32-1
  - 3 主催 北海道理科研究会高校部
  - 4 主題 理科教育の充実と発展を目指して
- 昭和52年度日本物理教育学会北海道支部研究会(第1回)
- 1 期日 昭和52年8月中旬
  - 2 場所 旭川(会場未定)
- 昭和52年度日本物理教育学会北海道支部研究会(第2回)
- 1 期日 昭和52年12月上旬
  - 2 場所 札幌(北大工学部)
- 応用物理学会北海道支部学術講演会
- 1 期日 昭和52年2月上旬
  - 2 場所 札幌(北大)

### —研究発表公募—

現在昭和52年度第1回 日本物理教育学会北海道支部研究会(旭川)の研究を募集しております。ふるって御応募下さい。なお申込締切は7月30日(消印有効)です。

連絡先

(060) 札幌市北区北13条西8丁目  
北海道大学工学部工業力学第2講座内  
日本物理教育学会北海道支部  
(電話) (011) 711-2111(内線 6724)

## 昭和51年度支部研究会の記録

### ○第1回研究会 昭和51年8月7日(土)

於北大工学部

#### ○ 研究発表

- ① 電磁誘導の法則  
浜益高校 坂田義成
  - ② キャノーラ SX-103を導入した人工衛星  
の運動のシミュレーション  
北海道立理科センター 秋山敏弘
  - ③ 北海道教育庁振興部 奈良英夫
- ③ 理系入試における共通経験の評価について  
北海道立理科センター 秋山敏弘  
北海道教育庁振興部 奈良英夫

### ○物理教育シンポジウム、「大学入試をめぐる諸問題—物理教育を中心にして」本誌参照

### ○ 第2回研究会 昭和51年12月4日(土)

#### ○ 研究発表

- ① 現代化教授学理論(ブルナー理論に関する2、3の批判的考察)  
札幌藻岩高校 山田大陸
  - ② 高校物理教育における放射能教材の取扱いについて  
北海道理科教育センター 河合一也  
佐藤 功・秋山敏弘
  - ③ 被教育者の能力と教授法-C(TA)の知見より  
北海道教育大学 中野嘉弘
- 特別講演 「物理教育における分析・総合能力の育成と評価」  
国際基督教大学 石川光男

## 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たとき  
は支部理事会の議を経て臨時支部総会を  
招集することができる。
- 第15条 次の事項は、支部総会において報告し  
承認を得るものとする。
- (1) 事業計画及び収支予算
  - (2) 事業報告及び収支決算
  - (3) その他、支部理事会において必要と認  
めた事項
- 第16条 支部規約に記載のない事項は、本学会

定款に準ずる。

#### (附 則)

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

### 支部会誌「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の依頼に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。  
1)、2)  
○引用文献は通し番号などを付した

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52年4月 1日印刷  
昭和52年4月15日発行  
日本物理教育学会北海道支部 第5号  
編集責任者 諸橋 清一  
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 北真出版(札幌市東区北16条東16丁目)  
T 781-6582

# 学図の教科書

## 学校図書株式会社

本 社 東京都品川区北品川1-1-14  
電 話 (03) 472-2811  
東北支社 青森市安方2-16-14和光ビル  
電 話 (0177) 22-6432

理化学用器械器具  
硝子器具及計量器



## サン・パク・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

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) 橘 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・ドラフトチヤンバー・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



柴田化學器械工業株式會社

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・ペロースポンプ・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) 711-4117 〒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 〒053