

技術教育

6

1964

特集：技術教育と教具

教具の製作と使用法

自作教具の具体例

—— 説明用拡大模型，対比測定装置 ——

自作教具による回転磁界の指導

<実践的研究>

電動機学習の実践過程とその検討

<海外資料>

労働教育の心理学の諸問題(3)

電気学習における

やさしい測定と計算(3)

■ 教具・設備 ■

けがき用コンパス(ソビエト)

<教材・教具解説>

はんだごての製作

産業教育研究連盟編集

国 土 社

子どもの科学的才能を伸ばす！

栽培と飼育の事典

真船和夫編

B5判豪華本

価2600円

下二冊

動物を飼ってみよう！植物を育てよう！

動物・植物のさまざまな生態研究の伴侶！

☆動物の飼い方、植物の育て方なら

これ一冊で間に合う名コンサルタイト！

☆学校は勿論、ご家庭でも活用できる！

豊富な内容、挿絵多数の平易な事典！

☆動植物の知識はもとより、理科の科学学習に

絶対役立つように配慮した編集！

創造活動を豊かにする豪華本！

やさしい版画教室

羽場徳蔵著

B5判豪華本

価1800円

下二冊

版画のすべてを網羅した版画百科！

☆いろいろな版画凸凹平孔などの作り方の一

切を著者の卓越した技術にもとづいて解説！

☆一つ一つの工程を、著者自身のカメラでとらえ

だれでも理解できるように平明に紹介！

☆数百点の優れた作品がはなつ芸術の香りは、子

供をとりこにせずにはおかない。

国 土 社

中学校 学校行事等の指導大系

小杉 巖・室町公宏編

定価 1500円

中学校での学校行事の意義は、社会における協同生活への基本的態度を身につけさせる前提でなければならぬ。ともすれば受験や就職のために骨抜きにされたり、一部の生徒や教師の気休めに終ったりしてはまいいか。学校行事の具体的計画を示し、問題点を列挙し、指導案の解明につとめた書

周郷博・宮原誠一・宮坂哲文編

学級経営シリーズ

第一線の教育学者と斎藤喜博・阿部進 佐山喜作・小関太郎・和田たかを氏ら 現場の精鋭の共同執筆！

小学一年の学級改造 学年別 全六巻

小学二年の学級改造 学年別 全六巻

中学一年の学級改造 学年別 全三巻

海後宗臣・相良惟一他編

学校経営大系全5巻

第一巻 学校経営の基本
第二巻 教育委員会と学校
第三巻 学校の組織と教育活動
第四巻 児童・生徒と教育活動
第五巻 学校と社会・家庭

入箱 1200円
判 A5

国 土 社

技術教育

1964

目次

6月号

特集 / 技術教育と教具

- 教具の製作と使用法馬場信雄... 2
- 自作教具の具体例.....宇都宮大学技術科... 9
馬場研究室
——説明用拡大模型・対比測定装置——
- 自作教具による回転磁界の指導.....小山和...19
- <実践的研究>
- 電動機学習の実践過程とその検討池上正道...24
- 教具についての迷案二題坂倉広美...33
- けがき用コンパス(ソビエト)35
- 中級技術者の教育をめぐる学校制度の变革.....佐藤三郎...37
——連邦教育局報告書「アメリカの技術教育」より——
- <海外資料>
- 労働教育の心理学の諸問題(3).....杉森勉...43
- 電気学習におけるやさしい測定と計算(3).....向山玉雄...47
- <塗料の知識>
- 最新の塗料(2).....水越庸夫...52
- <教材・教具解説>
- はんだごての製作向山玉雄...56
- かんたんなこしかけ(一年生向き)佐藤禎一...59
- 「産教連ニュース」.....61
- 「産業教育研究大会」「技術科夏季大学講座」予告62
- 次号予告・編集後記64

教具の製作と使用法

馬 場 信 雄

1. はじめに

技術というものを「目的を達成するために、最小消費の原則にのっとり、自然に対する認識を調和的に組織だて、生産する方法」と考えるとき、その教育の方法の一案としてプロジェクトの細分化が考えられる(本誌5月号, 1963)。

さらに技術教育にまつわる現在の問題点の一つとして、自然に対する認識のさせ方があり、事実の単なる記述と論理思考の結果や定義とを区別せずに、オームの法則などを取り扱うところにあることを述べた(本誌5月号, 1964)。

技術の教育においてはまず遮に無にものを作らせてみることを出発点とす場合と、既存の経験を整理し、ものを作る場合の考え方を吟味することを出発点とする場合とがある。いずれの場合においても経験を大切にするという点には変りがない。しかし、現代の高度に発達した技術に接近するためには、原始時代と違って、できる限り短時間に能率よくものを作り出す手だてをわからせ、実際に作ることを考えていかなければならない。そうなると、技術の発達の歴史をただ単に模倣することだけに技術の教育の足がかりを求めることは、あまり得策とは言えない。先人の残してくれた足跡はできる限りきちんと整理をして、わかり易く、使い易いようにしておいてこそ技術の進歩が期待できるのである。先人の足跡の整理をする手段には言葉とものがあり、言葉を借りた整理が理論であり、ものよって整理がいまここで問題にして

いる教具である。さらに技術の教育は具体的課題を具体的に解決する能力を養うものであること(本誌5月号, 1964)を考え合せると、教具は理論を教えるための補助としてあるのではなく、むしろ教えることそれ自体を内包した技術の所産と考えるべきものである。

教育には「何を教えるか」ということと、「いかに教えるか」ということが表裏一体となって問題になる。教えなければならないと結論されているにもかかわらず、教える方法が一生徒がそれを理解するという立場での一見当たらないために教えられずにいるものもある。方法の不備のために教えるべきことを避けなければならないということは生徒たちの不幸ばかりでなく、後輩たちの活躍に将来の生活を託しているわれわれにとっても甚だ残念なことである。

ここでは、以上のような立場にたって教具を作るときに考えておくべきことや、使い方を概観してみる。

2. 製作の要点

① 「何を教え」、「どう発展させるか」の筋書きを作る

たとえば、2年の木材加工・金属加工で「測定具の使用法」について指導要領に例示されている測定具のパス、ノギス、ゲージ、トースカン、Vブロックの文字をみたとき、それが長さの計測器、長さ又は形を比較する用具、長さを移す用具およびその補助用具とが列挙されてい

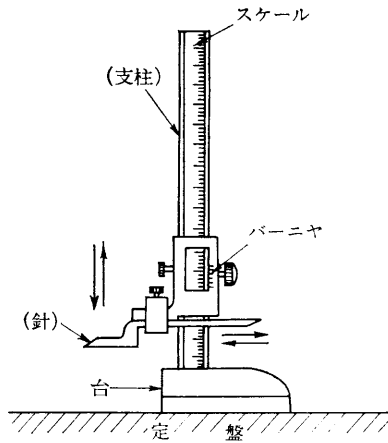


図1 ハイトゲージ

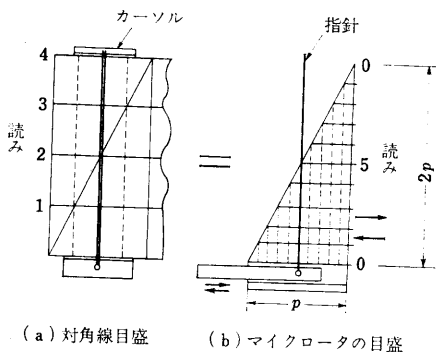


図2 目盛の拡大

ることを読みとらなければならない。ここでは、これらの道具がただ単に使えればよいのか、これらを使うことから、ものを精密に測定することについての豊かな洞察力を持たせようとするかを真剣に考えてみる必要がある。

技術にとって大切なことは、最小消費で目的を達成することであるから、トースカン・ノギスまたはスケール・ノギスという組合せで、測

長と長さ移す二つの動作におきかえる工夫をさせることまで考えさせることも必要となる。このようなときには、図1のようなハイトゲージ (height gauge) 又はその模型などを用意することが必要になる。この場合は、ここで学習するものが、すでに生徒に十分経験ずみのものである場合に、

(スケール)+(トースカン) \Rightarrow (ハイトゲージ)
という新しいアイディアの出現を期待した教具を用意することになる。

一方長さの精密な測定を目標とするならば、視差を除くことなどの一般的なことのほかに、目盛の拡大やバーニヤについての教具が必要になる。これらは対角線目盛の対角線から斜面、ねじの利用による目盛の拡大に順次考えが及ぶような指導も計画され、

対角線目盛 \Rightarrow 対角線 \Rightarrow 斜面 \Rightarrow ねじ \Rightarrow マイクロメータ

といった指導にふさわしい図2のようなものも考えてもよい。バーニヤについては、それが目盛のピッチ差を利用しているところから、これを動きのピッチ差にかえた場合までの発展を予想すれば図3のような教具を用意しておかなければならない。簡単なことがらでもまず「何を教え」、「どう発展させるか」という筋書きを明らかにすることが必要である。

② プロジェクトを単純化する

3年の学習において、誘導電動機の学習は難しいという定評がある。これは指導要領でいうところの保守と管理という文字の背後にあるものを汲み取ったときの話であって、単に動かせ

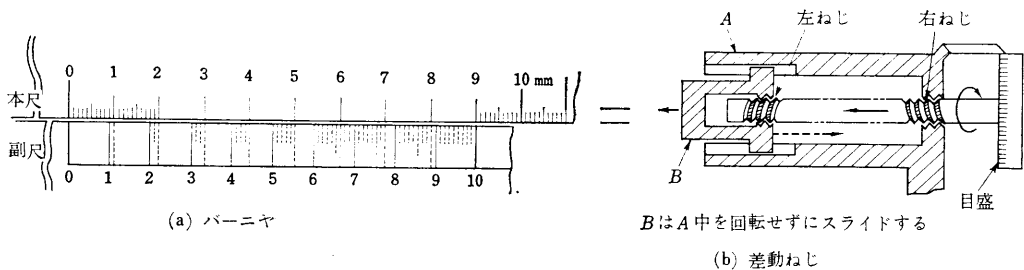


図3 ピッチ差の利用

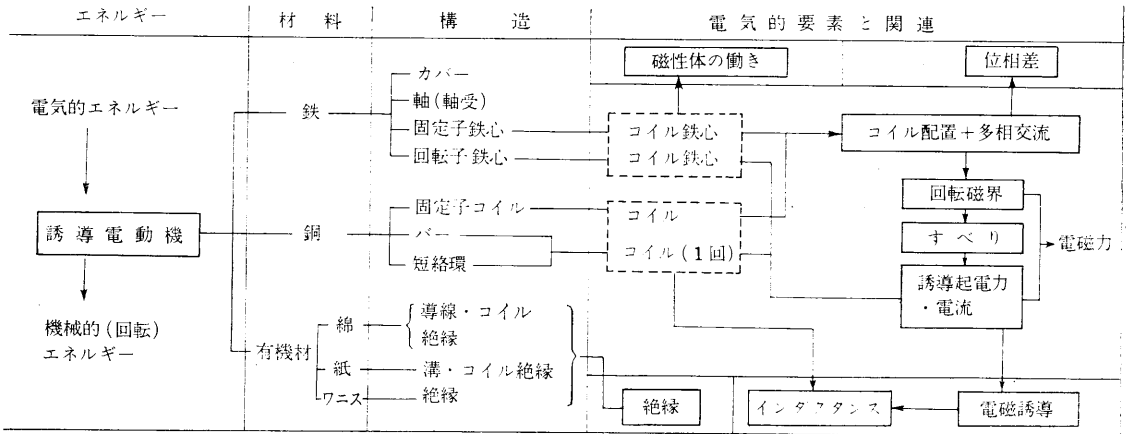


図4 要素とその関連・系統

ればよい、あるいは、ともかく逆回転させればよいといったところからはでてこない話である。技術の教育においては自動車の運転に類する単なる技能訓練に終始することを避けなければならない。むしろ必要なのは、電動機を持つ技術的特長を浮彫りにすることによって、その特長を十分発揮させるための保守や管理は浮彫りした特長の中から自然に出てくるものである。

学習の対象である電動機は技術ではなく、技術の所産である。繰返し述べたように、技術は自然に対する諸認識を組織化することであり、その所産は諸認識の複雑なからみ合いを内包しているものである。このからみ合いをほどこくことなしに、技術の産物を呈示されると、迷路に入れられたネズミのように、ただ右往左往するだけで、当初の教育目標に到達するのが難しくなる。このようなときに、迷路を脱する道は、ためらわずに一歩高く昇って迷路を鳥瞰することであり、そして構成要素に分解して試みるのである。

いま、電動機をいろいろな観点から構成要素に分解してみると、図4のようになる。図を見ればわかるように、誘導電動機は多相交流とコイル配置とによって回転磁界を作り、回転磁界と回転子との回転数の違いによって回転子に誘導起電力・電流を生じ、回転子の電流による磁界と回転磁界の間の相互作用で電氣的エネルギーを機械的エネルギーに変える装置である。平

常運転の場合に保守や管理の上で注意することは、絶縁材料の耐熱、耐油性に対する配慮や軸と軸受の潤滑および過電流による過熱（ジュール熱）などに関するものである。これらのことは機械分野の学習や電熱、屋内配線の領域で十分学習できるものであって、ここで、殊更学習のキーポイントとする必要のないものである。残るものは

多相交流+コイル配置⇒回転磁界
 回転磁界+すべり ⇒誘導起電力・電流
 誘導電流の磁界+回転磁界⇒回転力

の関係であって、上に示したように、2つのものの組み合わせとして学習するようにプロジェクトを細分し、2つ以上のものの組合せをできるだけ避けられるように教具の構成を考えることが肝要である。

さらに学習の進度によっては、多相交流についても

単相交流+位相差⇒二相交流

というように、多相交流も最も単純な二相交流で回転磁界を作ること学ばせることが賢明で

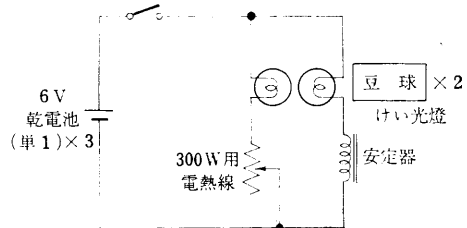


図5 対比装置

あろう。この場合に、単相交流回路にコンデンサ又はコイルを入れて二相交流を作ることは別な問題として取扱うようにし、このようなことまで誘導電動機を回す仕組みの中に入れて学習内容を複雑にしないように注意すべきである。

③ 直接対比できるものを考える

単相交流から二相交流を作る場合のように、一方の電流を遅らせるにはどうしたらよいかという課題解決のためには、抵抗器、コイルおよびコンデンサなどの回路要素の電気的特性を明らかにする装置が必要になる。この場合に、電流の時間的変化は一般に極めて早く、これを計っていちいち比較することは容易でない。このようなときには図5のように、電熱線(抵抗器)を通る電流と安定器(コイル)を通る電流とによって豆球が光る具合を、直接比較できるようにしておく。そうすると、安定器の回路の豆球は電熱線の回路の豆球よりとにかく遅く光りだすことが明瞭にわかる。このようなことは随所に必要になることであって、「具体例」に示してあるものについても、同じようなものを2つ作っておいて、同時に動作させ、結果の違いを生じた要因を抽出させた方がよいものが多い。

以上の三つの事項は、いわば教具の製作の基本原則とも考えられるものであり、特に①、②は製作に先立って十分検討しておかなければならない。

④ 生徒の身近なものを使う

技術の教育では経験が大切であることは既に述べた。技術を一口で言えば経験の組織化である。生徒たちの経験を増す前に現在持っているものを大切にすべきである。そのことから教具

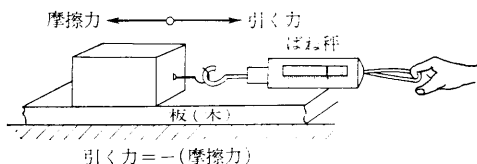


図6 電圧・電流の説明(類推)装置

の構成素子が生徒たちにとって新奇なものであると、そのものをわからせるためにまた新たな教具を必要とすることになり、労多く益少ないものになってしまう。やむを得なければ、既存の経験に類推させるための教具を考えることも必要になる。

たとえば、電気学習の初期で電圧・電流について説明することを考えてみよう。まず困ることは、電圧・電流を直接感覚に訴えることが極めて難しいことである。このような時には、図6のような装置で

電圧⇔力

抵抗⇔摩擦

電流⇔速度

などのように、既習のものに類推させて、電圧・電流を具体的なイメージに置換させて、そのイメージで電圧・電流を使いこなせるようにすることもやむを得ない。

⑤ 平面的な構成を計る

教具は見て、動かしてわかり易いことが必要である。装置を動かさなければ相互の関係がわからないようでは困るので、一方向から見て全体がよくわかるようにすることが必要である。よく見受けられるラジオの展開セットなどは、そのように工夫されたよい例である。この意味から、照明器具としてけい光燈を扱う場合にも、普通使用されているけい光燈スタンドをそのまま使うのではなく、学習の目的に合ったように展開セットにしておくことなどが必要である。

3. 使用法

① 全体計画にもとづく

さきに述べた教えることおよび方法については学習の系統性、順次性や生徒の関心などから考えて、相当程度具体的に相互の関連や順序などを考えておかなければならない。それには、表1および表2に示したような、学習の重点を押えた一覧表(系列表)を用意し、学習の全体を見渡したときの「偏り」、「ぬけ」あるいは「時間不足」がないようにすることも一案である。そして、この中で、「誰(生徒・教師)が」

表 1. 機械学習の重点 (系列表)

基礎的事項	自転車 (20時)		縫ミシン (20時)			内燃機関 (25時)						
	ハンガ部	ペダル部	後輪部	脚部	上軸部	下軸部	布送り部	機関本体	燃料装置	点火装置	吸排気装置	冷却装置
運動		◎・かみ合い伝動		◎・まさつ伝動								
伝達		◎・てこクランク機構		◎・てこクランク機構	◎・カム機構と働き (送りカム)	中がまの機構		△すずり子クランク機構の特質				
動力伝達	◎・軸と軸受 (軸受の回転) 潤滑の必要 潤滑剤		◎・軸と軸受 (軸受の回転)	◎・軸と軸受 (軸受の回転) 潤滑の必要 潤滑剤	◎・カム機構と働き (送りカム) △・すずり子クランク機構	◎・軸と軸受 (軸受の回転) 潤滑の必要 潤滑剤	◎・カム機構と働き	△・すずり子クランク機構の特質			△・吸排気弁の閉閉時期	
機械材料・構成	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・締結の方法	◎・シリコンダピストンとの働きと材質 (比重・熱伝導・熱ぼう張)			◎・排気弁の働きと材質 (熱伝導性) ③・冷却の必要	
燃料と空気									◎・気化器の働きの構造			
点火と燃焼									◎・点火の構造	◎・点火の方法		
機械の効率			◎・機械の利用と仕事の効率					◎・圧縮の意義				◎・熱の損失
機械部品の精度			◎・鋼球の精度					◎・圧縮比と出力の関係				

◎第1段階 ○第2段階 △第3段階

表 2. 電気学習の重点 (系列表)

題材(大) 題材(小) 基礎的事項	電気アイロン (4時) (4時)		屋内配線 (5時) (4時)		けい光燈 (7時) (6時)		電動機 (8時) (6時)		ラジオ受信機 (21時) (25時)				
	発熱体 接続部	点検・保 守	ド コ 被覆電線	接続器 点検・保 守	安定器 点検・保 守	固定子・点検・保 守	負荷と 電流	電力増幅 回路	電源回路	電圧増幅 回路	アンテナ 回路	検波回路	調整
電圧・電流・抵抗	電圧・電 流・抵抗 発熱量		○許容電 流	定格電流	△交流電力の概要 (成相電力・力 率の概念)				△トランスの 容量	スピーカ の働き			
計測	◎導通試 験 電圧試験 電流試験		○導電電 流	導通試 験 電圧試 験 電流試 験	△導通試 験 電圧試 験 電流試 験	△導通試 験 電流試 験 絶縁抵抗 試験	△導電試 験 電流試 験 絶縁抵抗 試験	△導電試 験 電流試 験	導電試 験 電圧試 験 電流試 験	導電試 験 電圧試 験 電流試 験	絶縁抵抗 試験 電圧試 験 電流試 験		
直列 (電圧配分) 並列 (電流配分)			◎屋内配線のしくみ		○けい光燈の回路のしくみ	△誘導電動機のしくみ	△誘導電動機のしくみ				パイアス 回路バイ パス回路 負荷抵抗		
直流・交流					◎直流と交流のち が い 電子の動き	接池の必 要	接池の必 要		○整流の 概念			検波の概 念	
交流抵抗 (コイル・コン デンサー)					◎直流と交流のち が い 電子の動き	◎交流に 対する L・Cの 働き回 転原理	◎交流に 対する L・Cの 働き回 転原理		△			・共振回 路のしく みと働き ・周波数 とXc, Lc	
整流									◎二極管 の特性				
検波									◎				・グリッ ト検波 プレート 検波
増幅									◎				増幅の概念 三極管五極 管FET管 の特性特性 と増幅

◎ 第1段階 ○ 第2段階 △ 第3段階

「何を」、「どこのところで」、「どのように」といったことを教具使用の筋書きとして十分考えておく必要がある。

(注) 表1, 2はここ数年の実践に対する反省と検討および多くの人たちの助言とによって栃木県教委でまとめたものである。電気関係のものはこれから具体的に検討しようとしているものである。

② 考える余地を残す

教具は先人の経験を圧縮してあるべきものだから、これによって、生徒は短時間にその圧縮された経験をたどらなければならない。先人たちは作っては考え、考えては作りながら、今日の技術を築いたのであり、将来の基礎になるところは十分考えさせることが必要である。

図3のようなパーニヤ目盛についても、実際のノギスでは19mmを20等分したものが多い。しかし、ピッチ差の利用を考えた場合には、図3のような10等分のもの、あるいは12等分といったように、生徒が実際に使うものでないものを用意し、机上での学習が広い場で確認され、考え直され着実に生徒のものになるようにしなければならない。分度器にパーニヤをつけることぐらいまでできる可能性を与えるように配慮しておきたいものである。このようにしてこそ、教具によって圧縮された経験を追跡する意義がでてくるのである。教具が単に説明の便宜のためだけに使われていては、教具の本質は失われることになる。

③ 必要(目的)から入る

技術には目的があり、必要から生れたものである。たとえば潤滑は摩擦を減らしたい、動力

を有効に使いたいから問題になるのであり、圧縮行程はエネルギーの変換率をますためには不可欠のことである。教具によってそれらの必要をいかに充足するかということを知り易く、端的に納得させるようにしたいし、教具はまたそのように作られているべきものである。

④ 多くを期待しない

一つの教具を使って、同時に多くのものを取扱わないようにしないと、学習が混乱するおそれがある。一つの教具で多くのこと—電圧変動率・リップル含有率・位相差など—についてわかることができる場合でも、その時に重点である以外のことには眼をつぶって、重点を十分確実に把握できるようにすることが大切である。繰返し述べたように、2つ以上のものの組合せはできるだけさけるようにすることが肝要である。

要するに、当教科の限られた時間の中で全体のバランスを常に考慮し、生徒の既存の経験を生かしながら、生徒たちの考える余地を残すように、そして、重点の所在に目を向けてあまり欲張らずに使いこなすことが、当教科の教具の望ましい使い方であるということである。

4. まとめ

当教科の教具の製作と使い方について概括的なことを述べた。以上のことをできるだけ生かした教具の実例のいくつかを次に紹介してあるが、この具体例を十分吟味していただくならば、当教科の教具のあり方や利用の仕方が納得いただけるのではないかと思う。

(宇都宮大学学芸学部教授)

×

×

×

×

×

×

自作教具の具体例

—説明用拡大模型・対比測定装置—

宇都宮大学学芸学部 技術科

馬場研究室

以下にのべる自作教具の具体例は昭和36年4月以来今日まで130名ほどの産業教育内地留学生として研究室に来られた、技術・家庭科担当の先生方が考案・試作した教具の代表的なものと同属中学校で試作したものです。中には、まだ改良を要するものもあり、学習に使ってみるという実践的試練を経ないものもあります。ここまで纏めるのには一つ一つに相当の時間と苦心を要しており、その失敗談やらエピソードも相当なものです。そして、失敗談とエピソードが研究員の心と心のかたい絆となっているものもあります。

教具を作ることは俺たちの勉強だと研究に来た先生方は異句同音にもらして帰りました。作ること＝勉強とは技術の教育そのものであり、先生自らが範を垂れる意味でも教具の自作というものの価値は十分であるとさえ思います。それにつけても机上での教材研究の時間がないと口を揃えて嘆く中学校の現況は何とか改善してほしいと願わずにはいられません。

内地留学という恵まれた時間と環境によって作られた自作教具の例ではありますが、あまりにも忙しすぎる現場の先生方の手助けとなるならば、幸いと思いません。

本稿は9冊ほどの研究集録から本学部付属中学校老沼藤男教諭が技すい、加筆したものです。本稿に疑問やご意見がありましたら、当研究室なり同教諭にお知らせ下さい。技術教育の発展によって生徒たちばかりでなく、私たちもより幸福になれるのだという確信をもって、皆さんと手をとり合って、精一パイ努力するつもりであります。

1. 説明用拡大模型

ノギス・マイクロメータ・回路計など測定器具類の

目盛り読み指導用模型や内燃機関の作動原理説明用模型など数多くのものがある。いずれも図面（掛図）の静的欠点を補なって動的图示方式とし教師の説明がしやすく生徒の理解を容易にしようとしたものである。

(1) 回路計模型(寸法・工作精度を問題としない例)

回路計は電気学習上不可欠のものと考えてるが、扱い方の指導上

- ①目盛りが小さくガラス越しなので指導しにくい。
- ②目盛りが多重式であり、レンジの切り換えとの関係が指導しにくいことが反省されたので

- ①目盛りを拡大し、実物と同じ形で直接指示すること

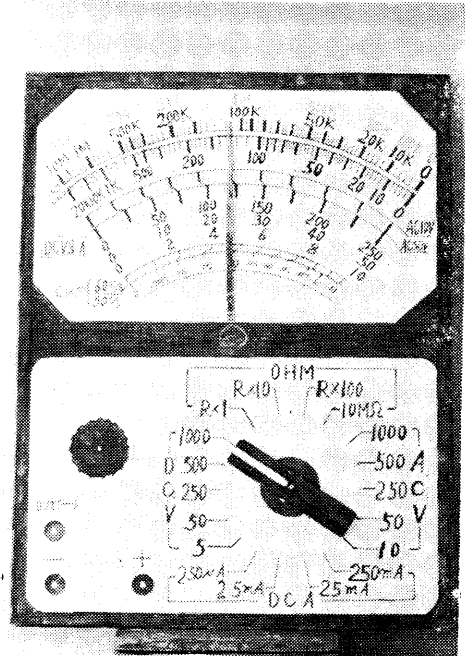


図1-1

とができグループまたは一斉指導を容易にする。

②条件を設定して、レンジの位置や目盛り読みを多人数で確認できる。

上のことを満足する教具として1-1図のような回路計模型700×900mm²を製作し指導した。その結果、実習前にレンジの位置や測定値の予測ができ回路計の使用に自信をもつようになった。自信をもつことは仕事力・実践力を養ううえからも重要なことである。また目盛り読みの理解の程度もこの教具を使用すると非常によくなることが報告されている。

指導目標を回路計の使い方におけばこれで十分だが、測る仕組みまでねらうには不十分である。

(2) 歯車模型 (寸法・工作精度が問題になる例)

回路計模型の場合は、各部の寸法はあまり問題でないが、歯車模型の類は各部の所要寸法を相当程度精密に設計し製作しないと力の伝達機構説明教具として役立つ。これが同じ模型といっても大きな性格のちがいである。

板書の文字は一般に5×5cm以上がよいとされているので、歯のかみあい・寸法の測定などの説明に使うものと考えて歯形を5cm以上になるようにした。

①設計の要旨 (数字の単位はmm)

- 中心間距離 375
- ピッチ円径 (P.C) $d_1=450$ (mz_1)
 $d_2=300$ (mz_2)
- 歯数 $z_1=15$ 枚
 $z_2=10$ 枚
- モジュール $m=30$
- 歯先円径 (A.C) $D_1=(z_1+2)m=510$
 $D_2=(z_2+2)m=360$
- 歯元円径 (D.C) 頂げき (c) は0.157m以上 (推奨値=0.25m) とされているがここでは $\frac{1}{6}m \approx 0.167m$ とした。
 $DC_1=(z_1-2)m-2C=380$
 $DC_2=(z_2-2)m-2C=230$
- 圧力角 20° とする。

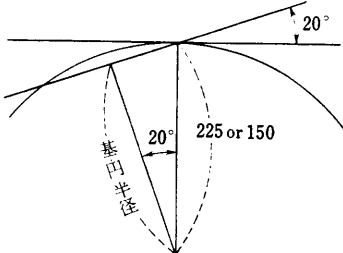


図1-2

◦ 基円径 (B.C)

1-2図から

$$B.C_1=225 \times \cos 20^\circ$$

$$\times 2=423$$

$$B.C_2=150 \times \cos 20^\circ$$

$$\times 2=282$$

◦ ピッチ (p)

$$p=\pi m=94.2$$

ピッチは弧の長さであるから、これを弦

の長さ (修正ピッチ

= p') に換算すると図1-3, から

$$2\theta_1=360^\circ \times \frac{p}{2\pi \times 225}=24^\circ$$

$$\therefore \theta_1=12^\circ$$

$$2\theta_2=360^\circ \times \frac{p}{2\pi \times 150}=36^\circ$$

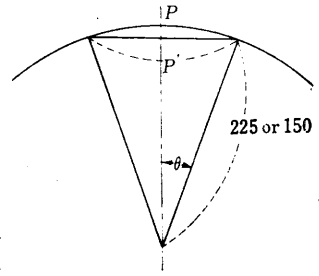


図1-3

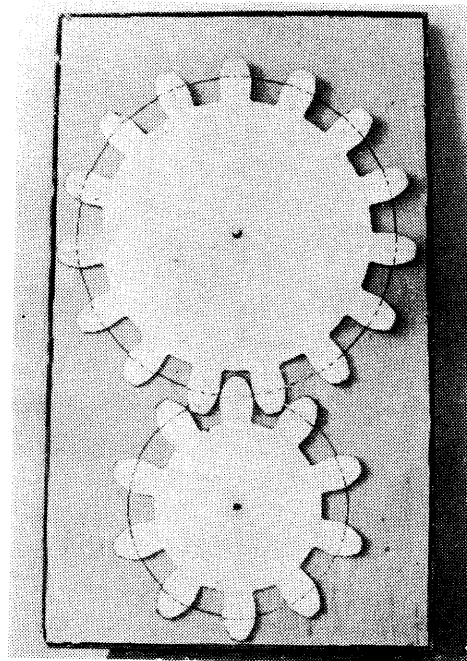


図1-4

$$\therefore \theta_1=18^\circ$$

$$p'_1=225 \times \sin 12^\circ \times 2=93.6$$

$$p'_2=150 \times \sin 18^\circ \times 2=92.7$$

◦ 刻み円上歯厚 (t) $t=\frac{P}{2}=47.1$

◦ 歯たけ (H) $H=(2m+c)=65$

◦ 有効歯たけ $2m=60$

◦ 歯末のたけ $m=30$

◦ 歯元のたけ $m+c=35$

◦ 頂げき (c) $c=\frac{1}{6}m=5$

◦ バックラッシュ 1

・歯元の丸み半径 $1\frac{1}{2}c$

以上の如くインポリュート歯車歯形規格による標準歯車の模型を設計し、製作したのが1—4図である。

製作上特に注意すべきことは、インポリュート歯形を正確にえがくくふうをすること。その一方法として基円のところに円板を使用しギターの鋼線を用いてかくとよい。1—4図はディバイダを用い近似法によって歯形を描いて作ったものである。

なお指導のねらいとして「歯車はすべり伝導である」ことをわからせようとするならばもっと大型化（歯車の一部だけの拡大で結構）する要があるらしモジュールの理解におくならばゴムなどを使った別な教具も考えられる。要は各自の計画した「指導のねらい」に有効な教具たりうるように設計し作らなければならない。

2. 対比・測定装置

「教具の製作と使用法」図5に示した対比装置はL、Rに同時に電圧をかけたときに、どちらを流れる電流がより早く定常値になるかを対比させるものである。いわば、L、Rの電流同志の対比である。これに若干手を加えると、印加電圧を媒介にして、電流変化の遅速をみることができる。すなわち、 \leftrightarrow で対比を表わすと、

(A)Rの電流 \leftrightarrow (B)電圧 \leftrightarrow (C)Lの電流

と表わせる。これは、A、B、Cの三量がある場合にAとBを比較し、BとCを比較し、それぞれの結果からAとCとを比較するものを作ることができる。図5のようなものを直接対比装置と呼ぶならば、このようなものは間接対比装置と言うことができる。

以上は電流の変化という同質のものとの対比であるが
電圧 \leftrightarrow 電流

という異質なものとの対比も考えられる。また対比を数量的に行えば測定ということになる。

以下に間接対比装置と異質対比・測定装置の例として、一般にわかりにくいと言われている「位相差」に

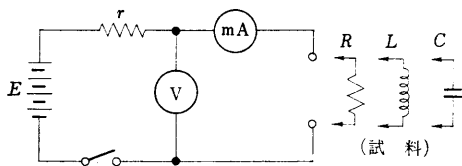


図2—1

関する装置について紹介する。

(1) 間接対比装置（回路計を用いた例）

この装置は図2—1のごとく直流電源を用い、2つの回路計をそれぞれ電圧計・電流計とし、各試料について指針のふれ方を観察させて、つぎのように考察させようとするものである。

Ⓐ 抵抗の場合は両指針が同時にふれるので、電流が流れると同時に電圧が発生すること。

Ⓑ コイルでは電流計の指針がやや遅れてふれることから、コイルに電流を流そうとすると、電磁誘導による逆起電力が発生し、電流の増加が妨げられるので、電流より電圧が進むこと。

Ⓒ コンデンサでは、電流計の指針がふれてから戻るところに電圧計の指針が最大値を示すことから、コンデンサに充電電流が流れている間はあまり電圧が上がらず、充電が完了したときに電圧が最高になり、電流より電圧が遅れること。

使用上の留意点としては

Ⓐ Eとrの値は、試料や回路計のレンジによって適宜選定する。（rの値はコンデンサでは大きく、コイルのときは小さくするとよい）

Ⓑ CやLの値はなるべく大きなものがよい。（Cは $20\mu\text{F}$ 以上、Lには3球受信機の電源変圧器の1次コイルとBコイルを直列にしてみた）

Ⓒ Lの場合は残留磁気の影響があるので、1回ごとにコイルの極を交換した方がよい。

Ⓓ コンデンサについて実験するときrを大きくすることは、電圧計の内部抵抗が大きければ、時定数を大きくすることになり、Cが大きくなることによって電流計の振れが遅くなるとは言い切れないことに注意する。

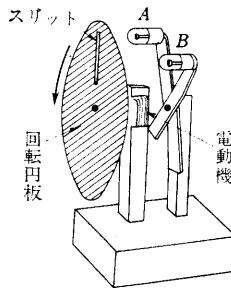


図2—2

(2) 異質対比・測定装置（ネオン管を用いた例）

この装置は、図2—2、図2—3のように、回路に

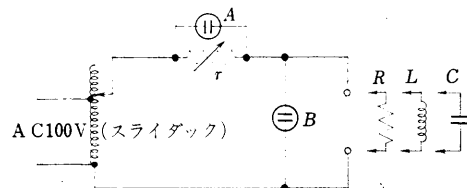


図2—3

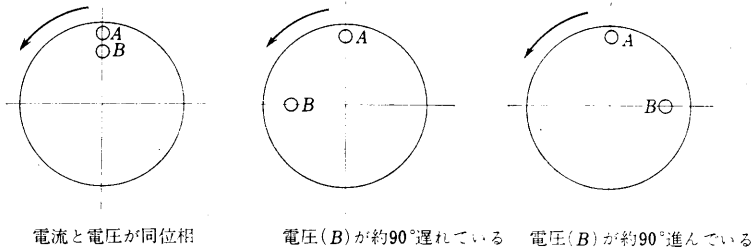


図2-4

流れた電流によって、 r に発生する電圧で点燈するネオン電球Aと、試料にかかった電圧で点燈するネオン電球Bが、交流電圧の変化に応じて点滅するようすを、回転スリットをとおして観察させ、両者が同時に点燈して見える位置によって、その中心角と円板の回転方向から、図2-4のように電圧と電流の位相差を測定するものである。

ネオン管を用いたのは、ネオン管は熱的慣性がなく、規定の電圧で瞬時に点滅することと、ネオン管を点燈させるのにごく僅かの電流ですみ、高い抵抗をネオン管に直列に接続することができるので、ネオン管を回路に入れても、もとの回路状態をほとんど乱さないですむからである。

実験上の留意点としては

④ ネオン電球の1回の放電持続時間を短くするために、点燈可能な最低電圧がかかるようにする。

また、AB両球にかかる電圧を等しくする。

⑤ 円板の同期回転数は、電源の周波数が50 [c/s]の場合には3000rpmであるが、測定に際しては→同期回転前後に少しずつずらして、AとBのネオン電球が同時にゆっくり点滅して見えるようにすると、かえって観察しやすくなる。

この場合に観察される位相角の誤差は、ごくわずかである。

各試料による実験の結果は

④ 抵抗(直列抵抗 r と同じ値のものを使用)では電源電圧が130Vで、位相角 0°

⑤ コイル(10W けい光燈用の安定器を使用)では r が、 360Ω 、電源電圧は100Vで、電圧が約 75° 進む。

⑥ コンデンサ($8\mu F$ のオイルコンデンサを使用)では、 r が 400Ω 、電源電圧は100Vで、電圧が約 90° 遅れる。

以上のことが観察された。なお、LやCに直列に抵抗をつなぐと、その抵抗値が大きくなるほど位相角が

小さくなることも観察できる。

本装置の利用

④ けい光燈で各部の電圧の和が電源電圧より大きく、消費電力は測定した電圧と電流の積より小さいことの理由として力率についての指導に役立つ。

⑤ 単相誘導電動機(特に分相起動型)の指導で補助巻線にあるLやCによって回転磁界ができることの理解が容易になる。

⑥ ラジオ受信機の指導で同調回路の働きを理解させるには、周波数とリアクタンスの関係がわかっていなければならないが、LとCが逆位相の関係にあることが確認でき、学習の展開が容易になる。

装置製作の概要

④ ネオン電球 110V用

⑤ 回転円板 形状 200φ 材料 厚紙

⑥ 電動機 模型用直巻電動機 約300円

観察原理から、電源の周波数が50 c/sの場合3000rpmとする必要がある。回転数は負荷の状態(円板の形状)によって変化するから電動機の電源電圧で調節する必要がある。前記の④電動機を使用した場合、3000 rpmのときの電圧対トルクは図2-5のようになり、⑤の円板では電圧8~10Vであった。

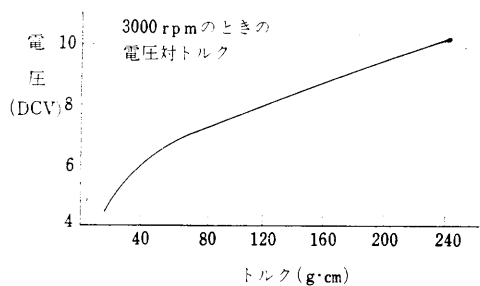


図2-5

(3) 単純化装置

プロジェクトを単純化する場合には、「図4要素とその関連・系統」にも見られるように、1対1の組み合わせになるまで細分することに努力することが大切で

ある。それと同時に同質のものであれば、両極端を考
えて、それに対応した装置を作ることにも考えられる。
たとえば周波数ならば極端に低いとか、極端に高いと
かという類である。真空管であれば内部抵抗が ∞ と0
の両極を考慮してみることである。そうすると、

スイッチ閉=0 ←真空管の内部抵抗→ ∞ =スイ
ッチ開

となり、スイッチの開閉で真空管の特性をある程度代
表できることになり、身近な経験で真空管を使いこな
す素地を作ることができる。

ここでは単純化装置の例として、極低周波発生装置
と二相交流発生装置とについて述べる。

(a) 極低周波発生装置

図3-1のようなロータリスイッチと回路計(抵抗
計)とで手回しの単相交流を作り、この交流の周波数と
回路素子のリアクタンスの関係に気づかせようとする
ものである。

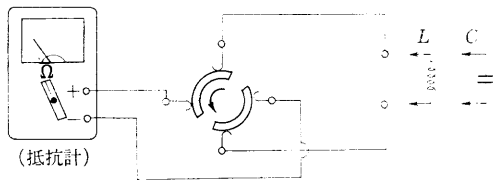


図3-1

実験上の留意事項としては

- ㉑ 摺動環とブラシの接触などが悪くて、回転数に
よって抵抗値が極端に変わるようではいけない。
- ㉒ 試料としては、Lにはけい光燈用の安定器を、
Cには $20\mu\text{F}$ 以上の電解コンデンサを使用してみ
た。
- ㉓ 摺動環の回転は手廻しによって、毎秒数回から
数10回程程度の範囲になる。

(b) 二相矩形波発生装置と回転磁界直視装置

電動機の回転原理は非常にむずかしく、特にこの根
本となる回転磁界を生徒に理解させることは困難であ
る。「回転磁界を静止コイルによってつくる」ための
電源として二相交流を用いることが理解を容易にする
ものと考え、二相交流発生装置(図3-4)と回転磁
界直進装置(図3-5)とを試作した。

回転磁界を得るための入力電流の時間的ずれをは
っきりさせるためには、二相正弦波交流を単純にして図
3-2のような矩形波におきかえるとよい。

この矩形波の場合図3-2㉔と㉕相で同時に電圧が
かかる瞬間がある(斜線の部分)のでネオン管に接続

した場合同時に点燈して位相のずれが直視できないか
ら図3-3のように特殊な二相矩形波をつくって点燈
する時期がはっきり観察できるようにした。

発生装置は図3

4のように摺動
環とブラシを用い
たロータリ形ス
イッチとし、直流
電源(100Vの電
池または受信機
のB電源)を図3-
3のような二相矩
形波に変え、これ
を図3-5のよう
に二相四極電動機

の各コイルに見た
てて配置した8個
のネオン管に接続
図3-4のアイウ
エをそれぞれ図3-
5のABCDに
接続して、あたか
も回転するかのよ
うに発光するのを
観察させることに
よって回転磁界を
発生させるしくみ
を理解させようと
するものである。

電動機学習の中心と思われる回転磁界の指導が困難
である理由の一つは、単相交流を用いてコイル・コン
デンサによって位相差を作りそれから回転磁界を指導
していたため指導が抽象的になりやすく、回転磁界の
本質にせまる学習にならなかったからであろうか。

この教具のように二相交流を作ることと回転磁界を
つくることを別にして、ネオン管によって磁界のうつ
り変りが直視できるようにすれば学習指導がきわめて
容易になり効果あるものになると考える。

この実験の留意事項としては

- ㉔ 接触部を確実にしないと、ネオン管が点燈しな
いことがある。
- ㉕ ネオン管は負の電圧がかかった極が発光するの
で両極を色別(赤色と灰色)するようなテープな
どを巻きつけておけば、磁極(N, S)に相当す
る区別がつけやすくなる。
- ㉖ 回転するような発光状態を観察させるときに

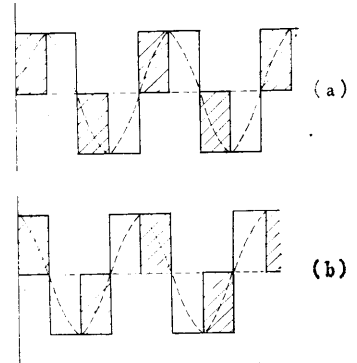


図3-2

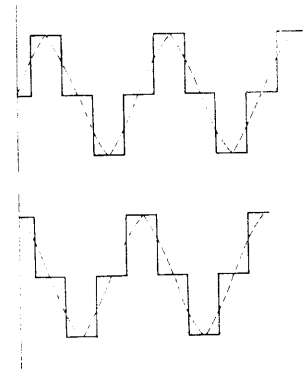
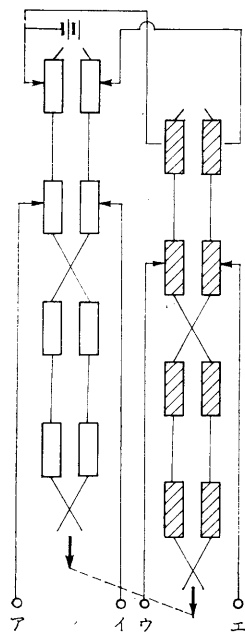
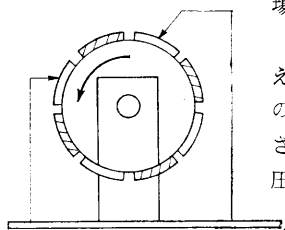


図3-3

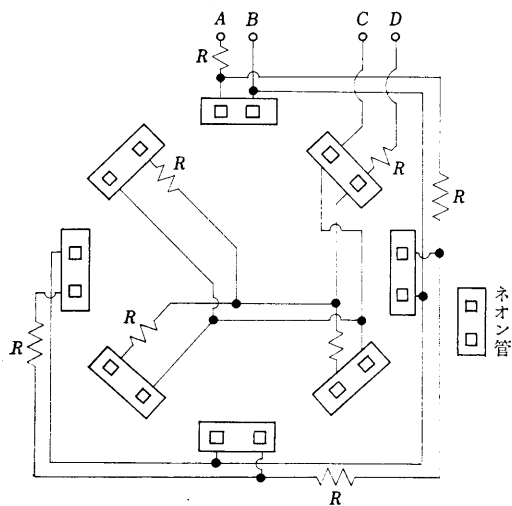


展開図



略図

図3-4



R: 安定抵抗 (50kΩ ~ 100kΩ)

図3-5

は、ネオン管の前にオレンジ色または白などの半透明の板を置くと、色別したネオン管の赤色側の電極だけがはっきりして、回転のようすがよくわかる。この場合、あまり早く回転させると見えに

くくなることもある。

(b) 平滑作用説明装置

前記の位相差観察装置、③のリアクタンス観察装置などでコイル・コンデンサそれぞれの性質や働きは理解できても抵抗と組み合わせたときの作用は理解できない。そこでR・Cによる平滑作用を視覚化して説明できる教具の例と、それを発展して定量的扱いをする場合の例を述べる。

真空管でおこなわれる整流作用をスイッチに置きかえて、断続的な電圧・電流を平滑回路に送り、そこでのコンデンサと抵抗の平滑作用のありさまを光で表示させるようにした。スイッチを開いて、電源からの電圧・電流が断になった時のコンデンサの端子電圧の変化のようすを光で示すためにネオン管を、また電流の変化のようすを光で示すためにパイロットランプを使用した。

(図3-6)

<実験の結果>

- 電源電圧 $E=135V$ としてスイッチ S の断続周期を約0.2秒とする場合、 $R=200K\Omega$ として、コンデンサ C は $2\mu F$ 以上になるとスイッチ S が断の間もネオン管は光り続ける。
- $E=135V$ 、 S の断続周期を約0.2秒、 $C=10\mu F$ のとき、 $R=34K\Omega$ 以上になるとネオン管は光り続ける。
- パイロットランプ (6.3V, 230mA) の場合、 $E=6V$ 、 S の断続周期を約2秒とすると、 $R=50\Omega$ 、 $C=1000\mu F$ のとき、ランプのフィラメントが赤くなる程度である。

したがって、主として電圧利用のネオン管負荷の方が学習指導上効果的である。

<本装置の利用>

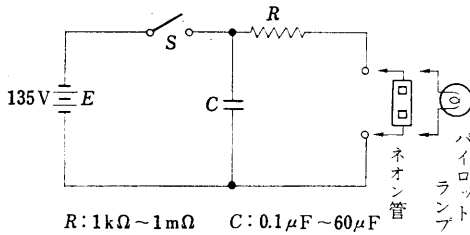
スイッチ S の断続周期=一定、電源電圧=一定として、 $R \cdot C$ の大きさをいろいろかえて組み合わせ

- ① $R \cdot C$ とも大きくしていくとネオンは光り続けることから、端子電圧は常にネオン管放電電圧以上になっていること
- ② $R=$ 一定として、 C を大きくしていくとやはりネオン管は光り続ける。
- ③ $C=$ 一定として、 R を大きくしていてもやはりネオン管は光り続ける。

すなわち $R \times C$ の値 (時定数) を大きくすれば C の端子電圧はスイッチを切っても (電源から電流を供給してやらなくても) 高い一定電圧が得られることが理解されるであろう。

このR・Cを組み合わせたときの平滑作用を一步発展させ、次のような定量的扱ひも可能と考える。

まず、真空管回路を含めた等価負荷抵抗を求める。



R: 1kΩ~1mΩ C: 0.1μF~60μF

図3-6

○ 6ZP1の特性表および実験から

プレート電圧 185V, プレート電流 17.5mAを用い、6ZP1を働かせたときの等価負荷抵抗 R_{L2} を求めると

$$R_{L2} = \frac{185}{17.5} = 10.6 \text{K}\Omega \text{ となる。}$$

○ Q_1 におけるD, C電圧を240Vにおさえたとき、 Q_2 においてD, C185Vにするための抵抗 R_{L1} は

$$R_{L1} = \frac{240-185}{17.5} = 3.14 \text{K}\Omega \text{ となる。}$$

以上より全負荷抵抗Rは

$$R = R_{L1} + R_{L2} = 13.74 \text{K}\Omega \text{ となる。}$$

以上のように等価負荷抵抗を一定にした場合は、出力にあらわれる交流分はコンデンサの静電容量によって三段階に識別できるようにした。

R=13.7KΩで

C=50μF 交流音ほとんど聞こえなくなる

C=30μF 中程度

C=10μF かなり強く交流音を聴くことができる

この三つの場合の時定数, リップル電圧, 脈動率は表2-1のようになる。

また、それぞれの場合の時定数を基にして、時定数を同じくしたときの脈動電圧をオシロスコープを用

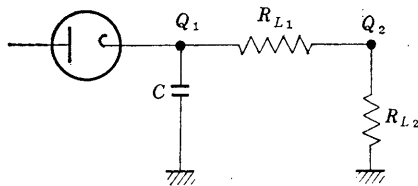


図3-7

い測定した結果は図3-8のようになる。

表2-1

C (μF)	リップル電圧 (V P-P)	時定数 R・C (S)	脈動率 %
50	4.6	0.685	1.93
30	6.3	0.411	2.63
10	18.0	0.137	7.50

図のように、時定数を同じくすればリップル電圧は殆んど等しくなることがわかる。また時定数を大きくすればリップルは小さくできることもわかる。

これを、生徒を対象に実験する場合には、あらかじめ実験しようとする時定数になるようにR・Cの値をえらんでセットしておけば短時間で指導できる。そして、R・Cの組み合わせによる平滑作用を数量化して理解させられるであろう。

(c) 圧縮・爆発力実験装置

第3学年の機械学習指導の重点を「能率よいエネルギー変換をいかに具体化するか」において内燃機関をとりあげれば圧縮比と爆発圧力との関係が中核となる。

この圧縮する意義を国語科的解釈で解決したのでは技術科の本質を失うので、図3-9, 10のような簡単な実験装置で生徒に具体的に観察させることにした。

ア、実験操作

空気燃料比を15:1とすると、そのときの容積比は約8,300:1(空気=1.3g/l, 燃料0.72g/ccとする)となるので、シリンダ全容積 83cc から供給する燃料は0.01ccでよいことになるが、燃料の気化状態などから0.1ccを供給し、点火用ニクロム線の発熱によって

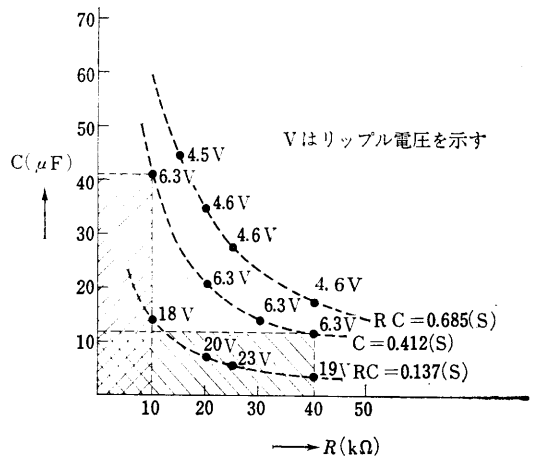


図3-8

点火させ、爆発圧力による水位変化をB管内で観察測定する。

圧縮比は、1および2とし圧縮するときはB管バルブから空気ポンプで空気を入れA管(シリンダ)内水位の上昇によってその比をきめた。

イ. 実験結果

- 混合気の圧縮を増して点火すると、B管内の水位が激しく上昇することから、混合気の圧縮を増すと内燃機関の爆発圧力の増すことがわかる。
- 水位の変化による仕事と、その水が空気を圧縮する仕事から熱効率の算出も可能と考えられるが、公表するにいたっていない。

4. 身近なもの・その他 (機械に働く力と仕事の関係を実測する装置)

第2学年「機械」学習指導の重点を「他からもらった動力をいかに能率よく伝える機械とするか」におくと機械材料・構成(締結, 強さ, 耐摩耗性, 耐熱性, 耐食性など)や運動伝達(単に運動のかたちの伝達だ

けを考える)と同程度に力関係を考えた動力伝達に関することが重要な内容となる。動力伝達に関して扱う程度は2年理科第1分野での扱いの程度を参考にすれば見当はつくがその実験(実測)装置に適当なものがないので自転車の一部を改良し3-1, 2図のような装置を考えた。この装置をつかって

ア, 機械に入る力と出る力の関係

イ, クランク軸に加わるトルクのクランクアーム長および回転角に対する変化

ウ, 動力伝達媒介体としてのまきかけ伝導節に加わる張力

エ, 機械に入る動力と出る動力との関係

オ, まきかけ伝導節に加わる力と伝導節の必要強度とその寸法

を生徒に実測させている。

(1) 測定のしかた(番号, 記号は図4-2参照)

ア, 後輪の軸心①と②を結ぶ線を鉛直に保つ

イ, ペダルに荷重をかけ測定しようとするクランク

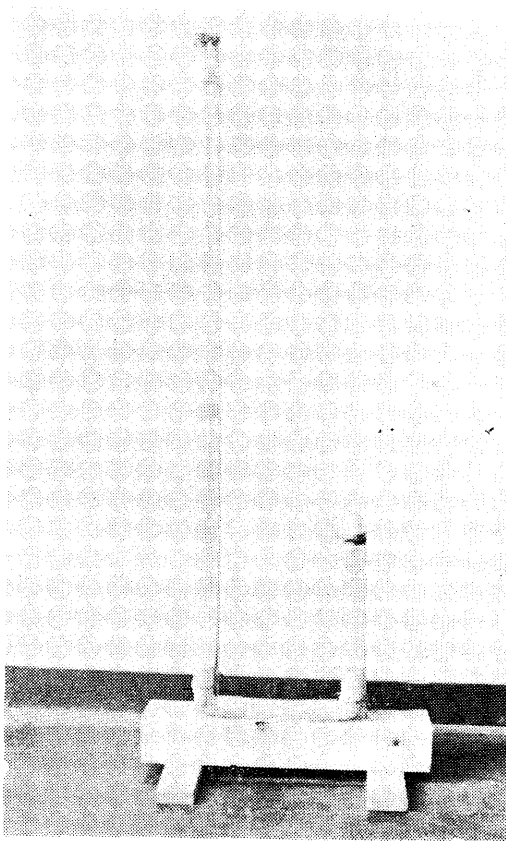


図3-8

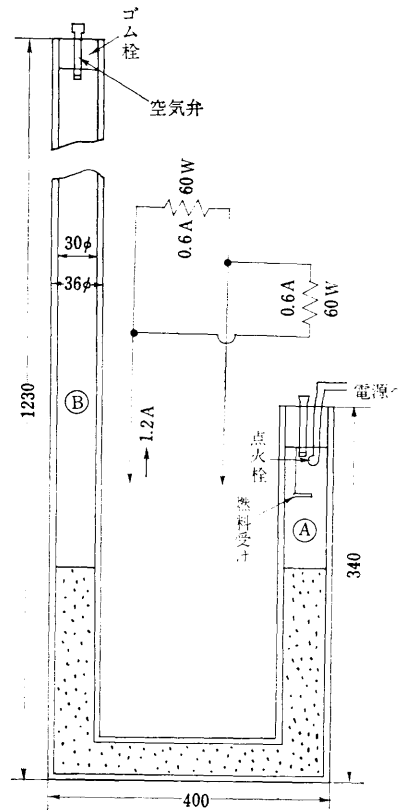


図3-10

アームの位置を調整する。

後輪をフリーにし、はかり⑧でバランスをとり
はかり④⑩の目盛りを読む

- ・目盛り読みするとき「視差」の生じないように
- ・最小目盛りの $\frac{1}{10}$ までは読むようにする
- ・はかりの秤量限度に差があるときは、測定値の有効数字の処理をはっきりさせる

(2) この装置の欠点

ばねばかりは「タテ」にして0点修正をして測定するものであるが、「ヨコ」の状態で使用していること

(3) 生徒の実測結果

表 4-1

回	1回目	2回目	3回目	4回目
項目				
P (kg)	0.82	2.6	3.42	4.24
W (kg)	1.3	4.9	6.5	8.4
F (kg)	0.1	0.54	0.72	0.77

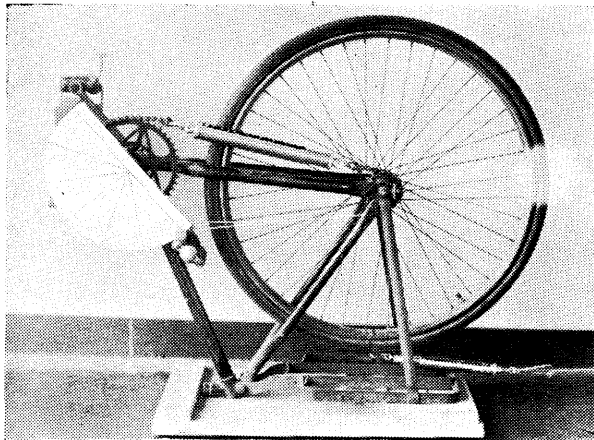


図 4-1

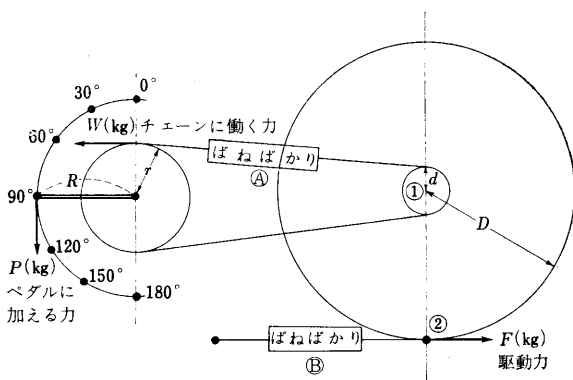


図 4-2

① ペダルに加える力 (P) をいろいろかえて W, F の関係

この実測値と、動力伝達機構の各部寸法から P, W, F の関係 (マサツのない理想的動力伝達との比較)。図 4-2 で

$$R=178, \quad r=89 \quad d=38.5 \quad D=315$$

であったから

$$W=2P, \quad F=0.244P=0.122W$$

となるが図 4-3 のように実測値のえがくグラフは W

表 4-2

ペダルの位置 項目	30°	60°	90°	120°	150°	180°
W (kg)	5.2 4.5	8.2 7.8	8.8 8.9	7.9 7.8	5.2 4.8	0 0
F (kg)	0.59 0.5	0.93 0.88	1.2 1.4	0.94 0.88	0.58 0.5	0 0

で 0.4kg, F で 0.1kg ぐらい小さくなっている。これを生徒は「マサツ」と解釈したがま
ず間違いないだろう。

この実測から「潤滑の必要」や「潤滑方法」
あるいは材料の硬度の問題へと発展して推
した。

② クランク軸に加わる回転力のクランクア
ームの回転角に対する変化

$$P = \text{一定} = 4.6\text{kg}$$

4-2 表で $\frac{W}{P}$ を考えると, $R=2r$ だから
 $W=2P \sin \theta$ となる。

しかし実測値は図 4-4 のようにわずかだ
が誤差がみられる。

この実測から生徒は

- ペダルが水平の位置にきたとき W が最大となる。
- $\frac{W}{P}$ が 90° (水平位置) をさかいにして小さくなるのはクランクの長さが見かけ上短くなるのと同じだから (力の分解・合成で考えた班もある)

などをグループ討議で探究できた。

③ 機械効率の指導

①での実測結果 (表 4-1) をもとにして、元來動的に考えるべきものを静的な考え
におきかえて指導した。

クランクアーム長と大ギヤの径は力をかけ
ても変化しないとみてよいから

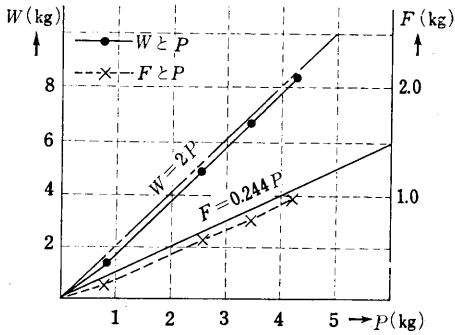


図4-3

$$\left. \begin{array}{l} \text{速さの比} = \frac{1}{2} \\ \text{力の比} = 2 \end{array} \right\} R = 2r \text{ だから}$$

となり、速さの比×力の比=1となるはずであるが
実際には表4-3のように1より小さくなる。

4-3表

P	W	力の比	速さの比	力の比×速さの比	効率
0.82	1.3	1.585	$\frac{1}{2}$	0.783	78.3%
2.6	4.9	1.885	$\frac{1}{2}$	0.843	84.3%
3.42	6.5	1.96	$\frac{1}{2}$	0.95	95%
4.24	8.4	1.98	$\frac{1}{2}$	0.99	99%

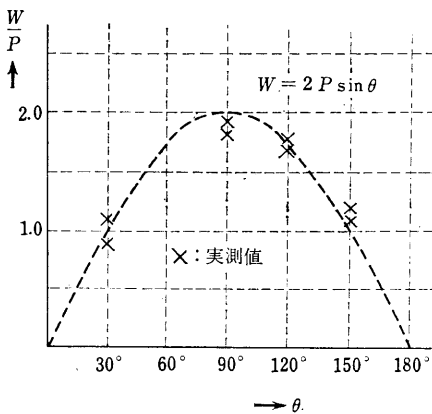


図4-4

④ 学習カードの例

1. 輪軸について

- 右の図のように、径のちがった二つの輪を一つの軸にとりつけたものは何とといいますか。
 - これはどんなときに使われますか。
 - Xの大きさを式をたてて求めなさい。
2. 自転車で輪軸の応用されているところを調べなさい。

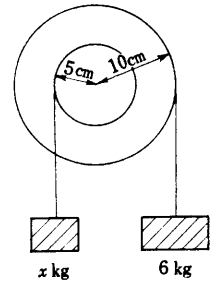


図-1

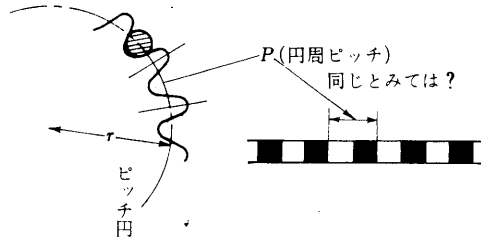


図-2

- 自転車のクランクアーム4, 大ギヤの半径2, フリーギヤの半径1, 後輪半径8とします。いまペダルを2kgでふむとチェーンに働く力と後輪の駆動力はそれぞれいくらになりますか。
- ペダルを水平位置にし、足でふむ力をいろいろかえて、チェーンに働く力(W)とタイヤが地面をける力(F)を測定しなさい。

回	1回目	2回目	3回目	4回目
項目				
P (kg)				
W (kg)				
F (kg)				

- 上の実測から、わかったことを簡単にかきなさい
- P, W, Fの関係を各部の寸法からどんな関係になるかを調べよう。それにはどの寸法がわかればよいか。
- R, r, D, dの寸法(3-2図参照)を実測して記入しなさい。

測定するところ	R	r	D	d
測定値				

自作教具による回転磁界の指導

小 山 和

1. はじめに

技術・家庭科の教育も完全実施2年を経過し、現場における実践教育の積み重ねによって、そのねらいや方法が次第に鮮明になってきた。従来とかく敬遠されがちであった電気分野についても、研究集会等の機会にその実践が報告されるようになったことは喜ばしいことである。しかし個々の素材については未開拓の部分が多く、私がここで取りあげた誘導電動機の指導についても、その具体的方法についてはあまり解明されていないように思う。本報告は複雑なしくみと難解な理論によって構成されている誘導電動機について自作教具を使って指導を実践した記録の一部である。紙面の都合で、その全体を報告することはできないので電動機学習で比較的生徒に理解困難であると考えられる「回転磁界」について、その実践を報告してみたいと思う。おおかた諸先輩のご批判をいただければ幸いである。

2. 誘導電動機指導の重点と方法

電気技術のように、工学的理論や法則に強く裏づけられた分野においては、指導の中心が理論的な知識や法則の適用過程の究明に向けられることは当然のことである。回路の理解をぬきにした単なる操作運転、点検、修理、組立の学習では技術学習として成立し得ないことはもちろんである。電動機学習においても「電流によって磁界が作られ、磁界の中では電流が力を受ける」という電動機の回転原理が、コイルと鉄心の巧みな組合せにより、電力を効果的に機械的エネルギーに変換するためのくふうを、実物に即して感覚的実践的にはあくさせることを、主要なねらいとして学習展開を考えていきたい。この場合原理を実践に先行させ、原理は原理として学習した後に実際場面においてこれを実証しようとしても、理論と実践は遊離して、単なる作業や技能の陶冶に終ることが多い。とくに電

気分野においては、実物について、そのしくみやはたらきを観察し、体験的に事実をはあくした上でそれを理論的、分析的に究明し、更に実践によって確認していくような学習展開がのぞましいと思う。論理的分析的な究明場面においては、教具や視覚教材等の活用により電気現象を感覚的・具体的につかませると共に学習を能率化するための適切な方法がくふうされなければならない。

3. 誘導電動機の指導過程

前記指導の重点と方法における基本的立場に即して指導過程を構造化したものが次ページの表である。

4. 誘導電動機指導のための自作教具

(1) アラゴの円板実験装置

この実験は誘導電動機の原理を理解させる上で欠くことのできないものでは非体験させたい。磁石の回転につれて鉄製でない回転子がまわりだす実験は生徒にとって非常に驚異であり、事後の学習に興味と関心を持たせる意味で効果的である。しかし市販のものや従来装置には次のような問題点が考えられる。

①アラゴの円板実験の円板と誘導モーターの回転子との間には思想上のギャップがあり、すぐそのまま誘導電動機の原理に結びつかない。

②円板では電流がどのように流れるのかははっきりしない。

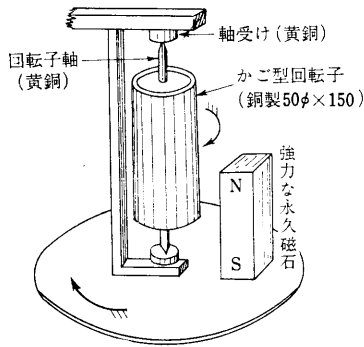
そこでI図のような実験装置を古材の廃物利用により自作して使用してみたところ上記①②について効果的で、以後の電動機学習に興味と関心を持たせるのに役立った。

(2) 誘導電動機原理実験装置

(単相, 3相, 2極, 4極)

誘導電動機(単相, 3相)のしくみとりわけ固定子巻き線の構造は複雑で実物を生徒にそのまま観察させてもその結線状態をつかませることは困難である。そ

I 図 アラゴの円板実験装置



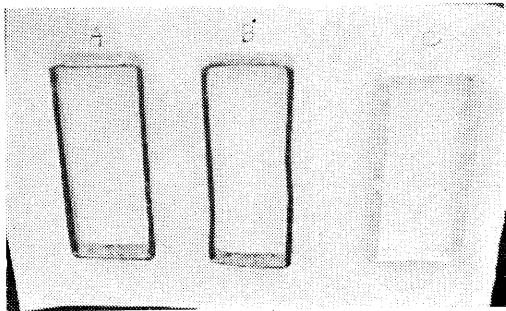
古いプレーヤーの廃物利用、下のモーターで永久磁石を回転させる

ここで当校ではII図に示すような固定子巻き線及び回転子 (I図と同じ) を自作しこれを組みあわせることにより各種誘導電動機模型とし交流 100V 及び 3 相交流 200V 電源に接続して使用している。

・実験の内容

- ① 3 個の固定子巻き線を 120° の角度をたもって配置し各コイルに 40W 電球を直列に接続し、200V 3 相電源につないで 2 極 3 相誘導電動機の構造原理を研究する。固定子巻き線を 2 組作ることにより 4 極の結線及び回転原理を理解させる (III 図)
- ② 2 個の巻き線を直角に配置し、一方の巻き線に、コンデンサ、抵抗、コイル等を直列に入れ (入れない場合と比較) 交流 100V 電源に接続して回転子のうごきを観察。単相誘導電動機 (2 極) の起動原理を理解させる。 (III 図)

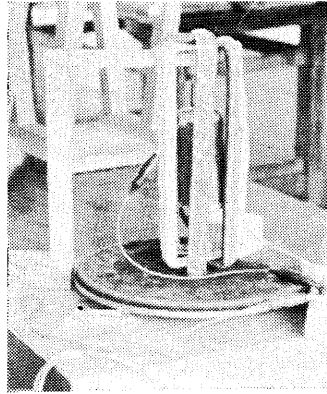
II 図 固定子巻き線模型



トタン板で巻きわくを作りこれに 0.3mm エナメル銅線 300 回巻く。A, B, C, それぞれビニールテープを巻いて色わけして作り、これを III, IV 図のように組合わせて使用する

5. 回転磁界指導の実際

III 図 2 極 3 相誘導電動機模型

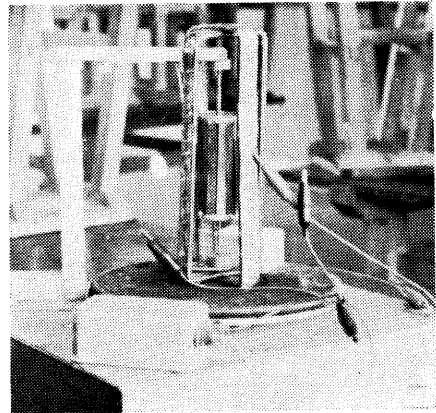


各コイルに 40W 電球を直列に入れて 200V 3 相交流で使用

前記自作教具を使用して回転磁界を指導した実践例を学習展開に即して次に記してみたい。

- ① 学習問題—固定子巻き線に 3 相交流を通じるとどんな磁界ができるか。*

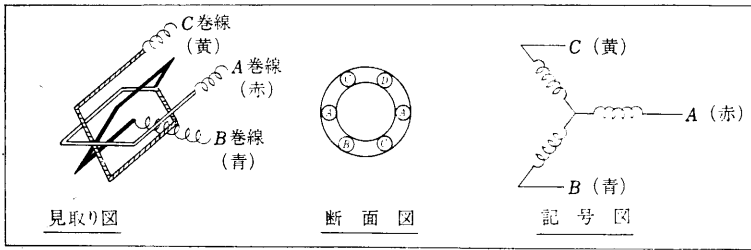
IV 2 極単相誘導電動機模型 (コンデンサ起動)



起動コイルにコンデンサ (抵抗, コイル) を直列に入れ 100V 単相交流で使用

- * ② 本時のねらい—固定子巻き線 (2 極に) 3 相交流を通じると、回転磁界のできることを自作教具および作図作業をとおして理解させる。
- ③ 前時の指導内容 (概要)
 - ・固定子巻き線を観察しそのしくみを図に書く、——実際の固定子を観察させても巻き線及び結線の状態がよくわからないので II 図の巻き線模型を観察させてそのしくみを V 図のようにまとめる。
 - ・固定子巻き線に 3 相交流がどのように流れるか研究する。IV 図の交流波形図と巻き線図を提示し、 t_1 , t_2 等各瞬間に固定子に流れる電流の方向と大きさを矢印を使用して記入作業させ、3 相交流の特色をつかませる。⊖のときには流れこみ、⊕のときには流れ出す方向と約束し、各瞬間における流入量と流出量が一致していることを図の上で発見学習させる。

V図 固定子巻線図 (2極)



・教師実験の観察による結果の予想 (10分)

回転磁界の発生については、生徒の既有知識では、ほとんど予想できない状態なので、次の2実験を提示し、比較観察させることにより、回転磁界の発生を予想させ、事後の作業について思考の方向づけ

(スター結線で指導) 作図作業なので生徒はよろこんで記入。

④ 本時指導の展開 (50分扱い)

- ・本時学習事項を確認し次のように板書する。(5分)

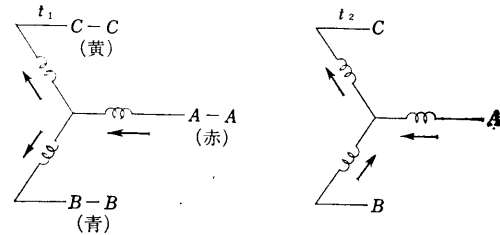
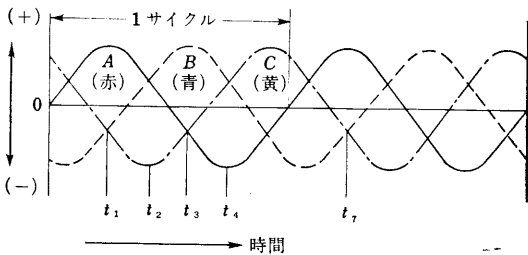
固定巻き線に3相交流を通じるとどんな磁界ができるか。

をあたえる。

実験I アラゴの円板実験

実験装置 (I 図) を簡単に説明して実験に入る。回転子は銅製であることを確認する。銅製の回転子がうごき出したことについて驚きの声あり、不思議に思って質問続出、学習意欲旺盛。

VI図 3相交流波形図



実験II 2極3相誘導電動機模型実験

III図の模型を使って実験。回転子が実験よりも一層高速度で見事に回転する。すばらしい回転音に生徒一同静まりかえって見入る。二つの実験の結果を比較させることにより固定子巻き線には3相交流によって回転する磁界ができたのではないかと予想させる。

- ・固定子巻き線への電流の流れ方、磁界のでき方について図上作業をする (20分)

VI図の波形図とVII図の巻き線図をプリントして生徒に配布。黒板にも同じ図を掲示する。図の読み方記入要領を説明、電流の方向表示記号⊗⊙を指導する。更に理解困難な場合にはt₁の瞬間における作図作業を示範し、結果を黒板の図に記入する。

作図作業はおもしろいとみえて積極的に取り組む。結果の予想について実験の位置づけが良かったせいか、作業中磁界の回転を発見して「まわる」「まわる」と喜びの声を発するものあり。

- ・作業結果を発表し磁界のでき方について考察する。(5分)

電流の方向について記号図、実体図、断面図の順序で結果を黒板の図に記入。電流の方向と磁界(磁極)の関係についてはVII図を掲示して復習。回転磁界のできたことを全員でなっとく。

回転磁界, 右回転, 2極モーター であることを指導の上板書。

- ・回転磁界の同期速度を波形図と対比して考えさせる。(5分)

t ₁ ~ t ₄	1/2 サイクル	1/2 回転	60 サイクル...3600 回転
t ₁ ~ t ₇	1 サイクル	1 回転	50 サイクル...3000 回転

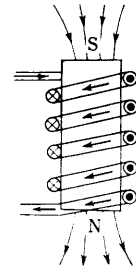
とまとめて板書し同期速度は周波数により一定であり誘導モーターはこの理により回転速度がほぼ一定であるという特性について簡単にふれる。

- ・アラゴの円板実験と模型実験を比較する。(3分) 3相交流と固定子巻き線の組み合わせによる回転磁界発生のはっきりと気づかせる。

- ・回転磁界を逆転させるにはどうするか (2分) A相とB相の交換による逆回転の実験を行い、前記同様、作図作業 (宿題) によって逆転の原理を確認す

Ⅶ図

	() サイクル			
時間	t_1	t_2	t_3	t_4
記号図				
実体図				
断面図				
回転方向	() 回転			
回転数	() 回			



る。

以上50分授業で進めた回転磁界指導の記録の概要である。指導が実際の原動機よりはなれて自作教具や資料にたよりすぎた感もあるが、このような方法をとれば複雑な固定子巻き線のしくみや回転磁界の様相をある程度具体的につかませることができるように思う。作図については80%の生徒が正しく記入できていた。

6. おわりに

つたない自作教具を使用しての回転磁界指導の一端を述べたわけであるが、学習途上における生徒の目的

輝きに電動機学習への疑問や原理追求への旺盛な意欲がうかがわれたこと。複雑な誘導電動機（単相，3相，2極，4極）のしくみや回転原理が比較的容易に理解ができ鉄心とコイルの組合わせによるすばらしくふりが感得できたことなど自作教具としてのねらいがある程度達成できたのではないかと思う。今後も一層教具の工夫と改良に意欲を燃やしていきたい。いろいろなご批判やご意見をお寄せ頂ければ幸いである。

(長野市立西部中学校)

電動機学習の実践過程とその検討

池 上 正 道

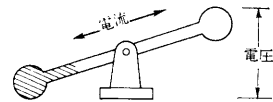
1. 類推概念の整理

誘導電動機の学習については、たとえば本紙3月号の「誘電動機(コンデンサ分相形)模型の製作」(大川喜雄氏)などの、すぐれた教材が紹介されている。それに比べると、これから書かせていただく内容はまだまだ、教材についてのつっこみかたが不足していると思う。これからあげる「観覧車の例」などは、どうしても実験装置を作ってから紹介したかったのであるが、そこまで行かなかった。どちらかといえば、学習過程を通じて、どうしたらわからせることができるかということで、ここ数年いろいろ考えて教えてきたことをまとめてみた。「保守と管理」だけではだめで「なぜまわるか?」をぬきにしては、問題にならないので、あるていど理科的な授業形態も入ってくることを認めていただきたい。子どもたちが、いちばん理筈しにくい点は、次の諸点であった。

1. 交流, 三相交流の概念
2. 回転磁界の概念
3. 渦電流の概念
4. 単相誘導電動機の起動装置, 位相差の概念

私は時間の関係で、あまり好ましいことではないが、3年生になったはじめるころに電動機を持ってくることがよくある。このような場合に、理科でも交流について学習していないので、交流の概念から入りにしている。つぎの「観覧車のたとえ」は、あとから位相差などを扱うのに便利なので、あらためてここから導入することにする。ただ、おことわりしておきたいのは、目に見えない電気の概念を、子どもなりに理解させるには、類推(アナロジー)を用いてよいと思うが、全く正確なアナロジーというものはむずかしい。子どもの認識がより高次のものに進むとき、さまざまにならないものでなければならない。電気を水にたと

えることは、もちろん正確なアナロジーではないであろう。しかし、同じ水にたとえるにしても、「シーソーのたとえ」より、はるかによいと思っている。(第1図) ここ数年間、この方法でやってみて、卒業生で、



第1図 シーソーのたとえ
電流(水)は電圧(高さ)の高いところから低いところに流れるというたとえに使われるが

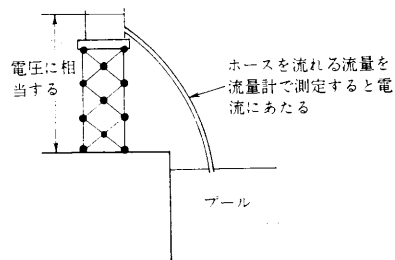
高度の学習をはじめたものに、あの時よくわかったか、あとで交流理論を本格的にやる妨げにならなかったかというようなことも何人かにきいてみた。だいたいいいのではないかと思っていて、

ぜひ多くの先生方からつついてもらいたい。「アラゴの円板」から出発する方法は、どうも古くさい感じがするが、この方はあまり進歩していない。

2. 観覧車のたとえ

直流——プールの上に水槽をおき、ゴム管でつなぐ、あいだに流量計をつなぐと(第2図)

- ・プールの水面と水槽の水面との高さの差……電位差



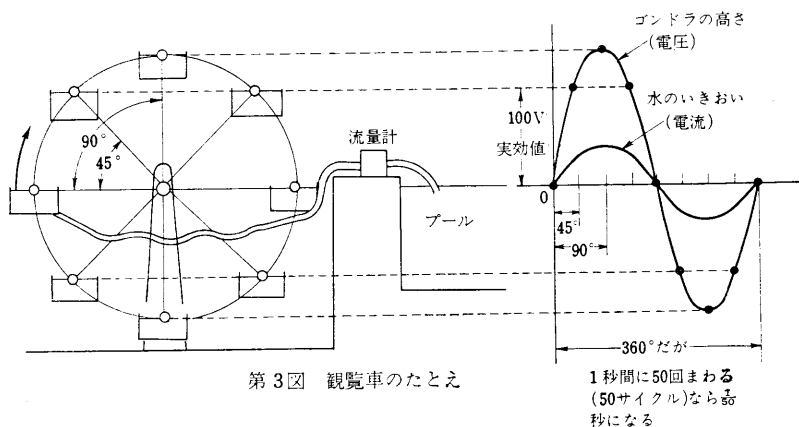
第2図 直流を水にたとえる

(プールの水面を0という目盛にすると…電圧・流量計を通過する水の量(単位時間に)つまり水のいきおい(水のはやさといってもよい)……電流の強さ

- ・ゴム管を太くしたり細くしたり、長くしたり短くしたり、ゴミのつまったものを用いると同じ高さに置いても、水のいきおいはちがってくる。この水を流しにくくする性質……抵抗

抵抗(R) = $\frac{\text{電圧}(E)}{\text{電流}(I)}$ (オームの法則) の関係がある。

交流——デパートの屋上に遊園地がある。プールもある。ここに観覧車が等速度で回転している(第3



第3図 観覧車のたとえ

図)。ふつう一番下から乗るのだが、この場合、プールの水面と同じ高さのところから右まわりにまわりはじめるとする。人間を乗せるかわりにゴンドラ(人間の乗る箱)に水を充たして、ゴム管でプールと結び、あいだに流量計を入れる。角度は45°ずつとって、その時の高さをグラフに記入してみよう。(2年の時にやったミシンの針棒のグラフを作る要領だ)水面より下にきた時は、高さがマイナスになる(電圧がマイナスになる)。

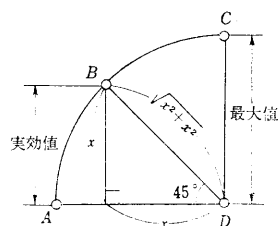
このとき流量計で測定すると、水のいきおいは、ゴンドラが真上に近づくとつれて増え、水平位置でゼロになり、真下に近づくとプールからゴンドラに逆流するだろう。つまり瞬間の電流の強さはマイナスになる。しかし、ゴム管にガラス玉をいくつか入れておいて水が通ったときガチャガチャとぶつかり合うようにしておけば、水の流れが右からであろうと左からであろうとガチャつくことは同じだ(電流の熱作用のたとえ)。ガチャガチャさせるのが目的なら、これでもいい

わけだ。これが交流で、ゴンドラが一回転する時間が、つまり関東では $\frac{1}{50}$ 秒、関西では $\frac{1}{60}$ 秒である。(たいした短かさじゃない。秒でシャッターを切れば動いているものはブレてうつるじゃないか。ラジオの搬送波の $\frac{1}{960,000}$ —960kc—の場合などにくらべると)。よくテレビに出てくる、このグラフは、そのうちに数学でならう三角関数で、ちゃんと式であらわされることわかる($Y = \sin X$)。

[この実験装置はなかなかできない。作り上げてから発表しようと思っていたが、思考実験(技術科の授業ではかんばしいことではない)の段階である。グラフの横軸が角度から時間にかわるころがわりによくいく。]

このグラフを重ねて書くと電流と電圧が重なる。これを「位相が合っている」という。また、交流100ボルトといえが一番高いところが100ボルトではなくて、45°のところを100ボルトとする。つまり実効値とい

うことばを使わないで実効値を説明したわけ。数学で平方根を習った段階だと、最大値がこれの $\sqrt{2}$ 倍だということはずぐに出てくる(第4図)。



第4図 実効値

交流電圧100ボルトとはゴンドラが45°のところに来たときの高さ(実効値)で、いちばん上に来たとき最大値は $\sqrt{x^2 + x^2} = \sqrt{2x^2} = \sqrt{2}x = OB = OC$ であるから $OC = \sqrt{2}x$ 最大値は実効値の $\sqrt{2}$ 倍である

観覧車のたとえの利点をまとめると

- (1) 電圧、電流の概念が、別の感覚で（高さと速さ）とらえられる。
- (2) 電流計を流量計でおきかえて「水のいきおい」で電流を把握させることができる。
- (3) 周波数、位相、実効値というような高次の概念をそのことばを使わないで把握させることができる。
- (4) オームの法則が交流にも使える（抵抗のみの場合）ことがわかる。

3. 実生活の経験の中から、これと結びつくものを片つ端から結びつける

<いくつかの例>

・テレビのブラウン管の前や、けい光燈の前で竹刀を振り上げてヤアッとやってみる。いくつかの残像の間は、つまり $\frac{1}{100}$ 秒に一度、電流は流れない。消えているのだ。（これがプールの面と同じ位置に来た時にあたる）

・レコードプレーヤーの回転数をみるのに使うストロボ（放射状に線の出た円盤）33 $\frac{1}{3}$ 回転、45回転、78回転に、それぞれピッタリ合っていると止まっているように見える。一つズレる時、けい光燈は消えているのだ。（かんたんな計算で自作できる）

・私たちの家庭に來ている単相二線式の屋内配線は一方が電圧側（ゴンドラ）一方が接地側（プール）この両方を両手で持つとビリビリとくる。流量計のかわりに人間が居ることになる。もちろん電流（電圧ではない）が50ミリアンペア以上になると生命があぶない。テスターのリード線を両手で持って自分の両手の間の抵抗を測ってみよ（1.5Vの乾電池2本だから、もちろん生命に別条ないし、ビリッととも感じない）。6万から10万オームくらい個人差がある。100V流れたら、3,300V流れたら、15,000V流れたらどうなる？両手をぬらして同じく抵抗を測ると、抵抗は小さくなる。この時はどうか？オームの法則で計算させる。

・接地側に手をふれないで、地面に素足で立っていて、電圧側を握っても同じこと。ただし、厚い。硬いゴム底の靴を履いていれば大丈夫（底のうすいルームシューズでは感電する。「実験」は危険）
ゴムのような絶縁体

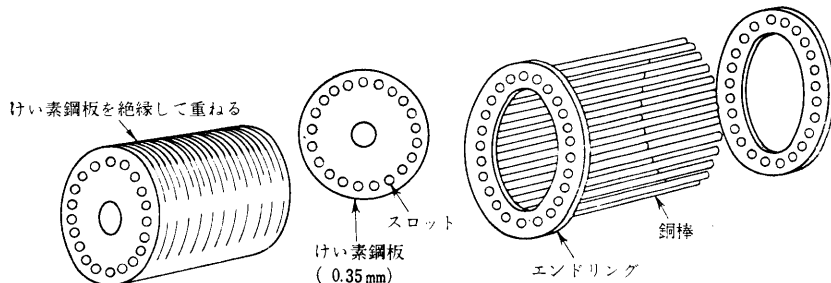
が間に入ると、今の例ではゴム管に詮をしたのと同じになる。（小さな栓だとふとんでしまうが）空気は絶縁体と考えてよいから、数万ボルトの高圧線にカラスがとまっても感電しないのは、栓が非常に大物い、あるいはゴム管そのものがつながっていないと考えればよい。

・感電死事故の例など知っているものを話す。（あまりいい趣味ではないが）高圧線にふれた例、身体がぬれていて風呂場で100Vで死んだ例、陸橋から電車の架線に小便をかけて死んだ例、東海道新幹線の架線（単相交流2,500V）にふれて重傷を負った高校生などの例など。

4. 誘導電動機とはこんなもの——たいせつな点を考えさせる。

分解した固定子とかご型回転子を手にして、

- (1) 固定子には巻線があるが回転子には何もなし。ブンベラボウだ。もちろん整流子もない。なぜまわるんだらう——どうやって電気のエネルギーをとり出すのか？という疑問を引き出す。
- (2) 回転数を自由にかえることはできない。抵抗器を入れて固定子に流れる電流をかえて回転数をかえることは不可能（ただし巻線型誘導電動機というのはスリップリングというのをつけて、回転子の中を流れるうず電流をとり出すのだが、これはあとからにする。誘導電動機と整流子電動機を混同しないよう注意する）
- (3) 大阪から東京に持ってきた誘導電動機はおそくなる。回転数は周波数に関係がある。レコードプレーヤーが使えなくなった話とか、印象に残る話題を考える。
- (4) かご型回転子はどうして作るか。けい素鋼板にスロットを打ちぬき、一枚ごとに絶縁してかさね、スロットに銅棒を打ちこみ、端をエンドリングでろうづけする。かご自体はけい素鋼板に埋めこまれた形

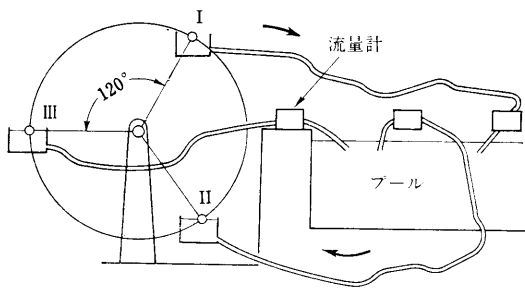


第5図 かご型回転子の作りかた説明図

になる(第5図)。なぜこんなものを使うのか。

5. 三相交流を理解させて、回転磁界を抜き出す
観覧車に120°へだててゴンドラをとりつけ、ゴム管
でつないで、さきの要領でプールと結ぶと、第6図の
ような電圧変化が同時におこる(コイルを使っている
ため電流の位相のおくれが出ることはあともわしにし
て)。これが三相交流で、これを用いると誘導電動機を
回転させる力が生まれる。

いっしょに三相交流のグラフを描いてみよう、(子
どもは、案外はやく書きかたをおぼえてしまうものだ。
サインカーブには独特の魅力があるらしい)(第7図)
タテ軸、ヨコ軸を引いて、ヨコ軸は6等分、タテ軸



第6図 三相交流を水にたとえる
出発地を120°ずらせたゴンドラ
からホースでプールにつなぐ

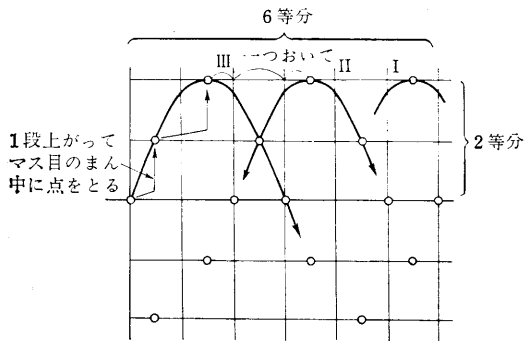
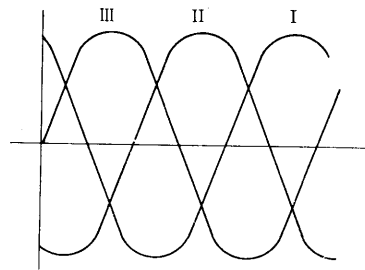
いて、次のマスの真中に。印ここから前進します。一
段下がって次の真中に。印、また一段下って。印、さ
っきと同じ。そこからもどって同じように……

次に、この一番高いところから右へ一つマスをおい
て同じように延長します。(Ⅱが完了)

つぎに、Ⅱの一番高いところから、またマスを一つ
おいて左にバックします。一段下って真中に。印、ま
た一段下って交点に。印…というように。(Ⅲが完了)

この調和のとれた三本のサインカーブは、ちょっと
練習させると、すぐに、かきかたをおぼえてしまうも
のである。

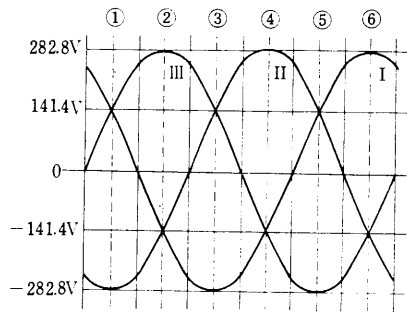
こうした三相交流のグラフがかけたら、このグラフ



第7図 三相交流のグラムをノートに描かせてみる

は上下それぞれ2等分する。0から出て一段上って右
へ半分、そこに。印をとる。また一段上がって右に半
分一段下がって右へ半分、一段下がったところに。印、
次にX軸から下に行き、一段下がって半分進む、そこ
に。印また一段下がって半分進む、そこに。印、一段上
がって半分進む。印一段上がったところに。印これを
きれいにつないでください。(机間巡視ノート点検)よ
し(Ⅲが完了)。一番高いところから右へ一つマスを

の持っている性質——どこで加えても、三つの電圧の
和はゼロになるということをしめさせる。はじめ
にわざと最大値の $\frac{1}{2}$ のところ(交叉するところ)をと
ったのであるから、200 ボルトなら、縦軸の目盛りは



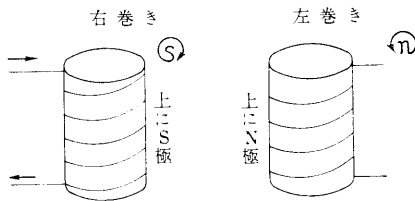
	I	II	III
①	141.4	-282.8	+141.4 = 0
②	-141.4	-141.4	+282.8 = 0
③	-282.8	+141.4	+141.4 = 0
④	-141.4	+282.8	-141.4 = 0
⑤	141.4	+141.4	-282.8 = 0
⑥	282.8	-141.4	-141.4 = 0

第8図 三つの電圧の和は0となる

実践的研究

$100\sqrt{2}$, $\frac{100\sqrt{2}}{2}$, $-\frac{100\sqrt{2}}{2}$, $-100\sqrt{2}$, つまり、だいたい 282.8V, 141.4V, $-141.1V$ $-282.8V$ となる。いま第8図のように、 $\frac{1}{300}$ 秒区切り(60°)で計算させてみる。

つぎに、固定子巻線は、実際はけい素鋼板を重ねてスロットにはめこんであるのだが、うすい電磁石を考えて、ここにコイルを巻いてつなぐようにする。コイルは右巻きと考えると流しはじめる方にS極、反対側にN極ができる(右巻きは裏から見ても右巻きだということも、大きな針金を使って確認させてから)ことが予備知識として必要である。(第9図)

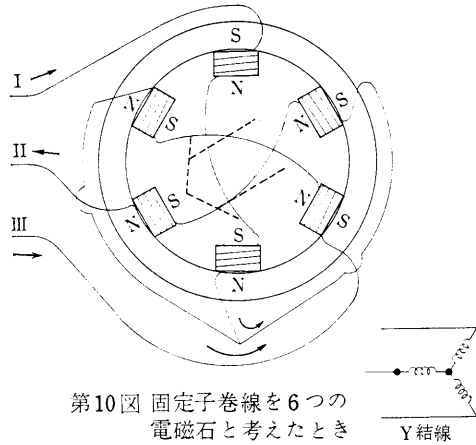


第9図 電磁石

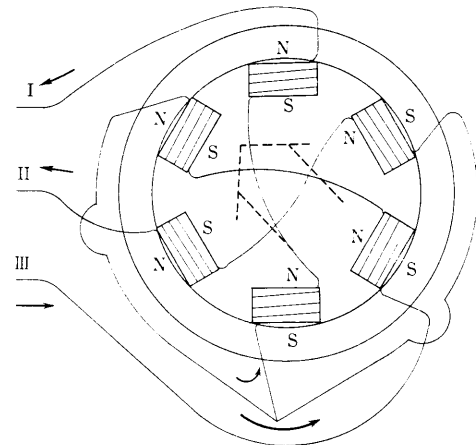
この電磁石は3相2極の場合を考えて、6つ作った。そして、I, II, III, の三本の線を、左まわりに一つおきに接続していく。右巻きに書いたら、反対側の電磁石につなぎ、端は全部、ひとまとめにする(Y結線にあたる)これでよいのである。あとは、これに三相交流を流す場合に回転磁界ができることを考えていけばよい。

〔観覧車で左まわりに、I, II, IIIをつけた(つまり位相の進む順序につけて、右向きにまわした)らこでも左まわりに、一つとびにつないでいく。この一つとびにつなぐということをしなないと、回転磁界になってくれない〕

第8図をみながら考えよう。①のとき、電流は電圧の高い方(IとIII)から電圧の低い方(II)に流れこむから、第10図のようにNNN, SSSと三つ磁極がならぶ。これは目に見えない永久磁石が置かれたのと同じ状態である。しかし、この同じ状態に決して、そのままどまってははいない。 $\frac{1}{300}$ 秒ののちには②の状態になる。このときは第11図のようになるだろう。目に見えない永久磁石が30°だけ右にまわったのである。同じことを $\frac{1}{300}$ 秒きざみ(60°きざみ)でとっていけば、この $\frac{1}{50}$ 秒(50サイクルの場合)で一回転することがわかる。非常に複雑なことをやっているようだが、この基礎知識は、決して中学3年生の程度をこえ

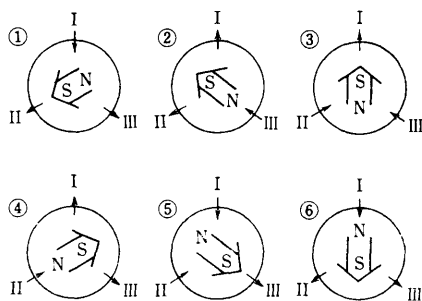


第10図 固定子巻線を6つの電磁石と考えたとき(第8図①の場合) Y結線

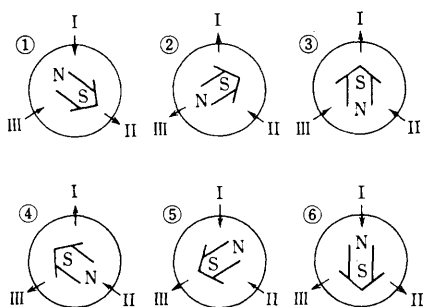


第11図

るものではない。この方法を使うと、三線のうち、二線を入れかえると回転方向が逆になるということは、すぐ見出すことができる。I, III, IIと入れかえて、この方法で解いてみるとよい。こうした帰納法的な考えかたを、しっかりつけておくことは必要であろう。第12図と第13図をみてもらいたい。さらにI, II, IIIのならばかたから、どれか二つを入れかえるということは左まわりにI→II→IIIとなっていたのを右まわりにI→II→IIIとすることであり、(電流のとりいれぐちを考えれば)どの任意の二つを入れかえても、左まわりに並んでいたものは右まわりに並ぶし、右まわりに並んでいたものは左まわりに並ぶ。「奇数回の入れかえならば逆にまわり、偶数回の入れかえなら同じ方向にまわり」とおぼえさせて、次の問題(問題集にあった)を解かせたことがあったが、これはうまい方法

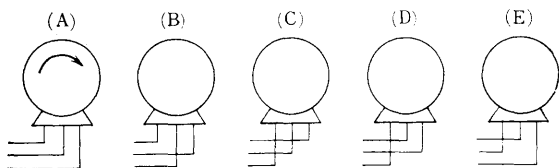


第12図 右回転の回転磁界



第13図 左回転の回転磁界

ではなかった。(第14図)



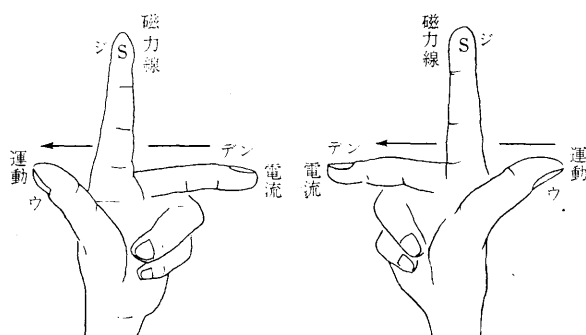
第14図 電動機(A)が右まわりならば(B)~(E)はどちらにまわりますか?(ある問題集から)

このようにして回転磁界という概念を定着させていく。

6. アラゴの円板から、かご型回転子のまわる原理まで

回転磁界がわかれば、アラゴの円板から類推で、かご型回転子まで持っていけるかということである。しかし、何のためにかご型になっているのかとか、いろいろの疑問が子どもたちの間から出てくるので、ここでは、全くオーソドックスにアラゴの円板の原理から入るほかはない。これがむずかしいのは、渦電流の発生と、それによって回転力の生ずる段階との関係が、つい、こんがらがってしまうからである。

フレミングの右手の法則、左手の法則を使うことには、理科の先生から、いろんな批判はあると思うが、



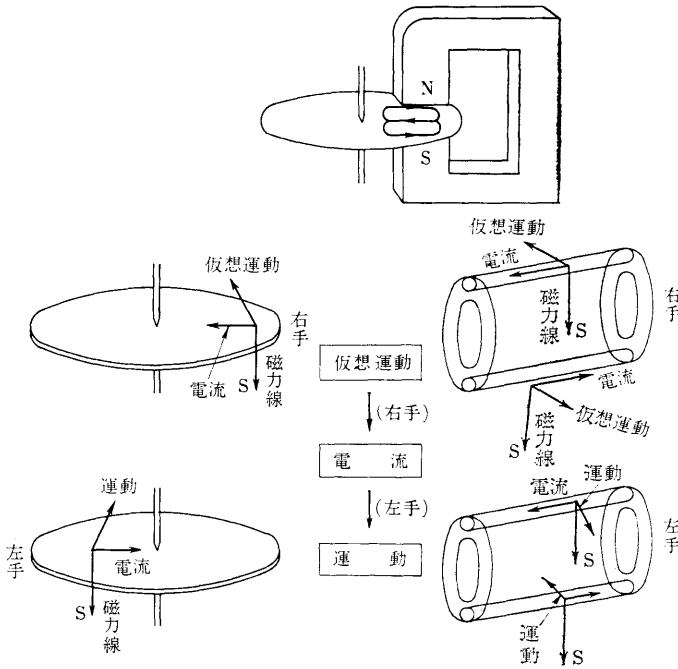
フレミングの左手の法則
電流から運動を求める

フレミングの右手の法則
運動から電流を求める

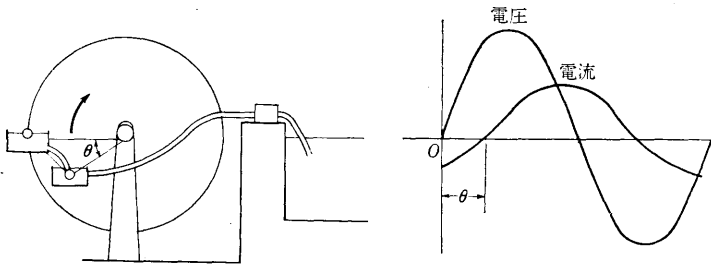
第15図 フレミングの法則「宇治電」とおぼえる

親指から運動、磁力線、電流……頭文字をとってウ・ジ・デンとおぼえさせている。(ふつうの受験参考書は中指からはじめてデン・ジ・ウンとおぼえさせているようだ。親指からはじめた方がおぼえやすいと思うのだが、なお、ウ・ジ・デンというおぼえかたは、子どもの頃よんだ宮本政幸「電車の話」<昭和19年、陽文社>という本に出ていたもので、宇治電という字をあてていた。関西の工業学校などで昔から教えていたのかも知れない)

磁力線の方向は先がSであるが、これをおぼえさせるにはSという字が指先の輪郭に沿って書けるので、「忘れないように指先に書いておけ」というようなことでおぼえさせる。この磁力線が動いてはフレミングの法則に使用できないので、あくまで磁力線は動かず、この中で導体が親指の方向に動くとき電流が人さし指の方向に流れる(右手の法則)。逆に、電流が人さし指の方向に導体を流れるとき親指の方向に運動する(左手の法則)これは、内燃機関の点火装置にも頭を悩ますところなので、しっかり教えておく。アラゴの円板の説明は、右手の法則を使うところがむずかしい。永久磁石を手で持って動かすということは、磁力線が動いているのだから、磁力線が静止していると考えて、逆に円板が向こうにまわっているというのと相対的に同じことになる。というのが、なかなかわからない。しかし、小さな円板がなければ、説明用には、自転車の車輪を円板のかわりに使うと指の方向や「相対的に……」をそれほど抵抗なくわからせることができる。とにかく、この接線方向の仮想運動と磁力線N→Sの方向にウとジを合わせればデンの方向が出てくる。それは円板の外周から中心に向かっている。これが磁力線の影響を避けてもともどり渦電流を作る



第16図 アラゴの円板の説明は回転子と整流子に対比させてすすめる



第17図 位相が θ だけおくれるというのは観覧車にサブ・ゴンドラをつけて、いったん水をこれにみちびいてから流すと考えればよい。このサブ・ゴンドラがあとから来れば「おくれる」のだし、上にとりつけてあれば「進む」のである

ということが理解させにくい。「導体だから全部に電気が伝わっていっちゃうだろう」当然考えられることである。渦電流は全く難物である。

とにかく、この渦電流を媒介として、回転力が生じること、フレミングの手の法則で説明するのは簡単で、最終結論は、回転磁界と同じ方向に回転することになるが、これは思ったより時間をとる。ここ

まで行くと、つぎはかご型回転子になる。これもはじめに反対側に向かう仮定の接線方向の運動を考えねばならない。また、銅棒とエンド・リング以外に電流が流れないようにし、損失を防止してある。回転磁界によって銅棒には瞬間的に電流が発生し、消滅する。この渦電流を媒介として回転力が生ずるのである。かならず実物の回転子を手にして、アラゴの円板とかご型回転子とを対比して進めないと、何のためにアラゴの円板が出てきたのか理解しないで終る場合が多い。「とにかく、まわるんだ。わかったか!」ですませないことである。

(第16図)

7. 単相誘導電動機はなぜまわるか?

以上のように、三相誘導電動機に回転磁界ができることを理解させると、単相誘導電動機には、このような形で回転磁界を生じないことがわかるであろう。三相誘導電動機はスイッチを入るとすぐ

にまわり出すが、このまわるエネルギーはどこから来るのか、相がずれているから回転磁界がひとりだけでできる。内燃機関とちがって始動などという操作はいらないわけである。単相誘導電動機はNとSの変化が、第12図、第13図のように、うまくずれてくれないで、③と⑥の関係しか、あらわれてくれない。にもかかわらず、回転磁界が全くできないと答えると正しくないことになる。なぜなら、たとえば、いったん右向きにまわりはじめると、ローターバー(銅棒)が磁力線を切るため、うず電流にあたる電流が発生し、これによって磁界ができる。しかし、この電流はコイルのようになったバーとエンドリングを流れるため、 90° おくれて、電流の作る磁界も 90° おくれてできる。したがって不完全ではあるが回転磁界を作る。しかし、はじめから左まわりにまわっていれば、回転子が作るこの磁界は引きつづき左に回転をつづけるような回転磁界を作ってしまう。このあたりは非常にむずかしい。しかし、なぜ起動巻線が必

要なのかということがどうしても大切になるので、実際の授業では、どのていどふれるかは別として、理解しておく必要はある。

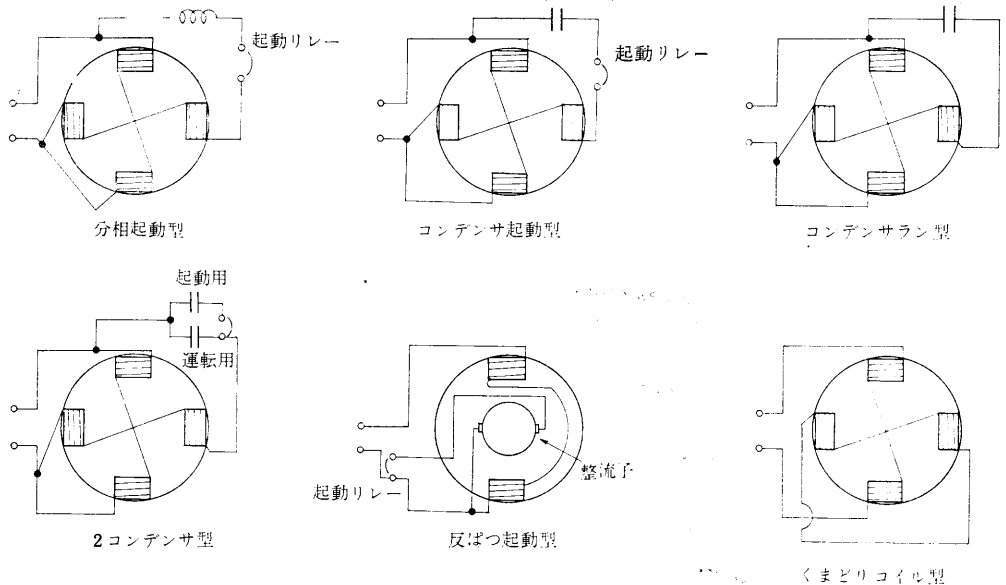
起動巻線は、位相をずらせるはたらきをするが、これも例の観覧車のたとえで、わりあい簡単にわかることができる。位相が 90° おくれるというのは、左に 90° もどったところにゴンドラの補助タンクをとりつけて、いったんホースを、そこへ持って行ってから、プールにみちびき、流量計はそのさき置いてやるのである。高さ(電圧)は、はじめの水を充たしたゴンドラの高さで測定し、流量(電流)はプールに注ぐ前につけた流量計で測定する。そうすると、電圧が一番高くなるととき電流が一番大きくなる時のずれが出てくる(第17図)。コンデンサーを入れると 90° すずむのもまったく同じようにして出てくる。このようにして作った二相交流で起動させ、あるいは回転中も

2 コンデンサ単相型

反発起動型

限取コイル型

などがある。子どもに説明するときはコンデンサラン型からはじめたらやさしいであろう。「技術教育」3月号の大川氏による模型もこの型である。第18図で図示したものは、おもな特長がわかるようにしてある。分相起動型は、主巻線の電流が、すでに電圧よりおかれているのを、よりおくれ方の少い補助巻線との間に $20^\circ \sim 30^\circ$ の位相差を作るのであるが、外から見て、補助巻線は別につけてあるのではなく、主巻線のコイルグループの中心と中心の中央に細く短い補助巻線のコイルグループの中心がくるよう分散して配置されている。(実際はこの図のようにうすい電磁石にコイルが巻いてあるのではない。実物をみればわかるが、固定子のスロットにひっかけて巻かれ、コイルグループを電解コンデンサ オイルコンデンサ



第18図 単相誘導電動機の種類

つないでおく場合もあるが、単相誘導電動機が使われるわけである。

8. 単相誘導電動機の種類

起動時だけ起動装置をつなぎ回転がはやくなると起動リレー(遠心力スイッチなど)で切ってしまう方法を用いたのは、たいてい起動という文字が入っている。

分相起動型

コンデンサ起動型

コンデンサラン単相型

作っている) 起動リレーは遠心力スイッチ(ガバナーによって、はやくまわると遠心力で電流が絶たれる。実物を観察すればわかる)になっている。

コンデンサ起動型は補助巻線にコンデンサが直列につながっていて、主巻線では電圧変化よりおくれるのに対し、補助巻線の方は電圧変化よりすすみ、主巻線とは 90° 近くすすむ。これから、コンデンサ電動機のほうが、分相型より起動トルクが大きくなることがわかる。コンデンサは電解コンデンサで 50, 70, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400 の定格静電容量

実践的研究

のものがある。

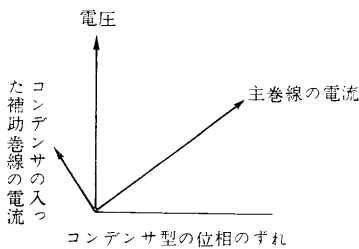
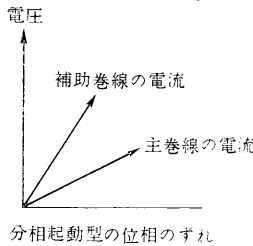
コンデンサラン型は、いつもコンデンサをつけてまわっている。連続使用するので、コンデンサの容量を小さくしてオイルコンデンサや金属化ペーパーコンデンサを使う。扇風機などによく使う。これは力率がよくなるので都合がよい。

2コンデンサ型は上の二つの特長を生かして切りかえるものである。

反発起動型は、回転子に巻線がある。整流子がついていて、起動の時は交流電動機（整流子電動機）となる。

限取コイル型は補助巻線に主巻線からの変圧器作用で電流が流れ、主巻線には接続されないで、固定子枠のコイルグループの中間に限取コイルというものを挿入するもので、分相起動型と似ているが、すべりが多く、摩擦板などで低速まで制御できるというような特長がある。

これらは、各家庭にある誘導電動機の銘板をしらべ



第19図 ベクトル表示

て来させて考えさせるなど、まだまだ、おもしろい発展が期待できるが、もう少し直観的に類推できる方法えを出さなければ、十分ではない。女子向きの教科書などに、電気掃除機は何型と、暗記させるのがあるが、これなどは無意味なつまこみの好例であろう。

専門書では第19図のようにベクトルであらわしている。じつは主巻線もコイルである以上、電圧より位相はおくれる。補助巻線は、それよりさらにおくらせるのではなく、主巻線より進んでいる。コンデンサ型になると、主巻線よりはるかに進んでいる。(90°)

「コイルを入れるとおくれる、コンデンサを入れると進む」と説明すると。「コイルとコンデンサを切りかえたら逆向きにまわるね」と反応した。「その通り」と答えたことがあるが、実際の誘導電動機の構造からいえば正しくないことになる。どちらも主巻線より補助巻線の方が位相が進んでいるのである。「補助巻線という巻線があって、コンデンサを入れたら、一方が進む、一方がおくって結局ゼロになって、ないのと同じではないのですか」という質問も泣きどころで、観覧車のたとえも、うまく行かない。このあたり多くの先生がたに考えておいていただきたいと思う。

9. 残った問題と時間配当

稿を改めて書かなければならないものとして

速度変換の問題

負荷・出力・電流のグラフ

巻線型の三相誘導電動機

などが残っているが、もう少し研究してからにした。なお、時間配当は、最低10時間は必要である。それより少なければ、どこかを切り捨てねばならない。3年生のどこでやるか。理科、数学との進捗との関係によってもかわってくる。これまで電動機は、保守・修理の域を出ないことを前提として、あまり時間がかけられていなかったが、もう少し考えなおす必要があるだろう。それには適当な類推の方法を開拓することが必要である。

(東京都新宿区立四谷第二中学校教諭)

教具についての迷案二題

坂 倉 広 美

(1) 「技術教育」1964年1月号に掲載された「エレキット方式による蛍光灯」を読ませていただき、日頃から次のような教具があれば便利だろうと思っていたものと似ているような気がするのですが、すでに作っておられる方々もあろうかと思うが、あえて書かせていただく。

図を見ていただきたい。盤は例の如く穴をあけたもので、立てられるように支持台をつける。部品例には、機械の機構の説明に利用できるようなものをあげてみた。(A)から(F)まではリンク装置の説明用である。(D)はピストンを両側からささえる一つまりシリンダーとして使う。(E)のような平板でもよいが前方へはずれておちるおそれがあるのでみぞか、図のように段をつけたほうがよい。(G)は等速板カムで、(H)がそれをすべらせる台である。カムの従動子は(I)を使い、(D)を2箇所使って両側からささえる。(L)はカムとの比較に使ったり、円周に溝を切ってベルト車に、または歯車にしたりして利用できる。また(M)と(N)でミシンの機構を説明する。(L)を回転させてその外周に(O)をあてると、旋盤作業の説明にも応用できる。

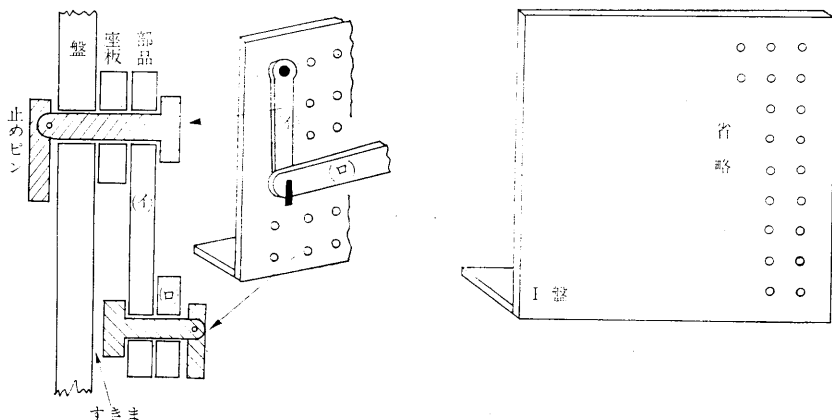
部品を盤にとめたり、部品と部品をとめたりするためには(II)のような止めピンを考えたが、もっと確実な止め具が考えられると思う。「エレキット」のように、単に盤の穴に部品の底からつきでた棒をさし込むだけでは、回転させるとゆるんでくるし、たびたび使用している間に磨耗してきて使えなくなる欠点があるので、この方式ではもっとも考えなければならぬところがある。

座板は厚さがいろいろなもの

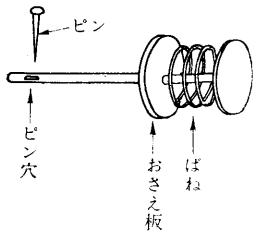
を用意しなければならない。材料には木材ではなく、生ゴムかフェルトのようなものを使うとよいかもしれない。座板の使い方は下図の左上図のようにすればよい。止めピンも大小二種は必要である。また(D)(E)(G)(H)のような部品にはあらかじめ裏面にピンをとりつけておかねばならない。

(2) たとえばラジオの原理を授業している際に、抵抗とかコンデンサーをさし示しても、後部座席にすわっている生徒は部品が小さいのでよく見えない。ラジオ部品ばかりでなく、形の小さい工具類、タップとかダイス、あるいはボルト・ナットのような部品の説明にはいつも困る。実習室で実際に使用法を説明するときにも、工具が小さいので前の方の生徒数名にしかわからないので、同じことを何度もやってみせなければならない。

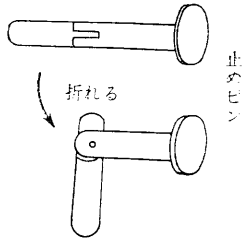
そこで、このような部品とか工具などを、プラスチックの軽い材料、たとえば包装用に最近使われている材料のようなもので、実物の何倍かに拡大したものを作っていただけないものかと思う。極端にいえば、エンジンのような機械の模型でもよいし、旋盤作業は実情では生徒1人1人に実習させることは難かしいのだから、旋盤そのものの模型があってもよいのではないか。



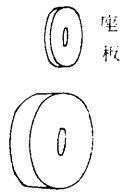
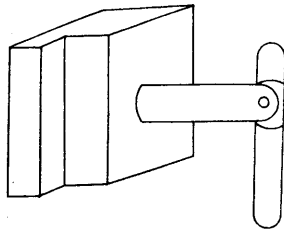
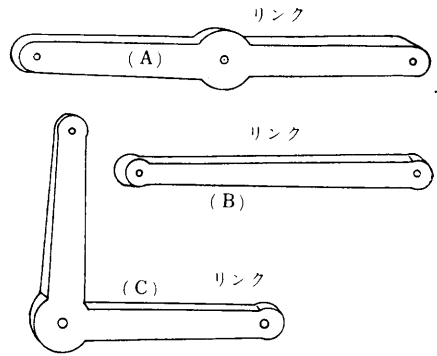
(II) 止め具の他の例



(II) 部品止め具

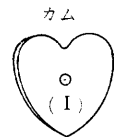
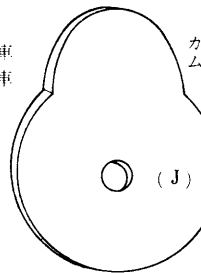
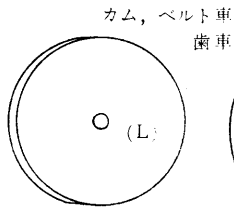
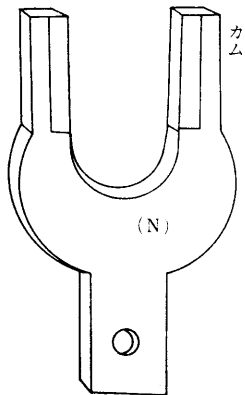
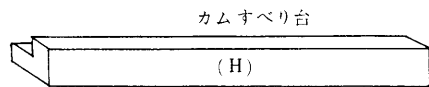
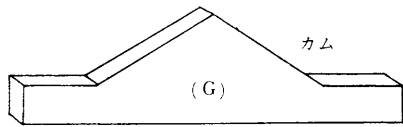
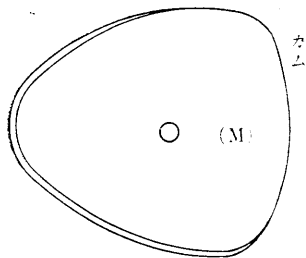
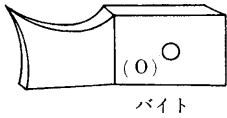
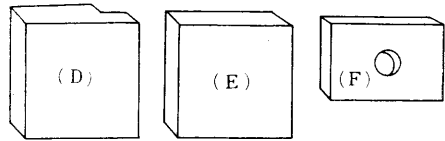


(III) 部品例

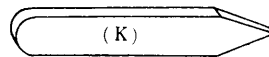


シリンダー

ピストン



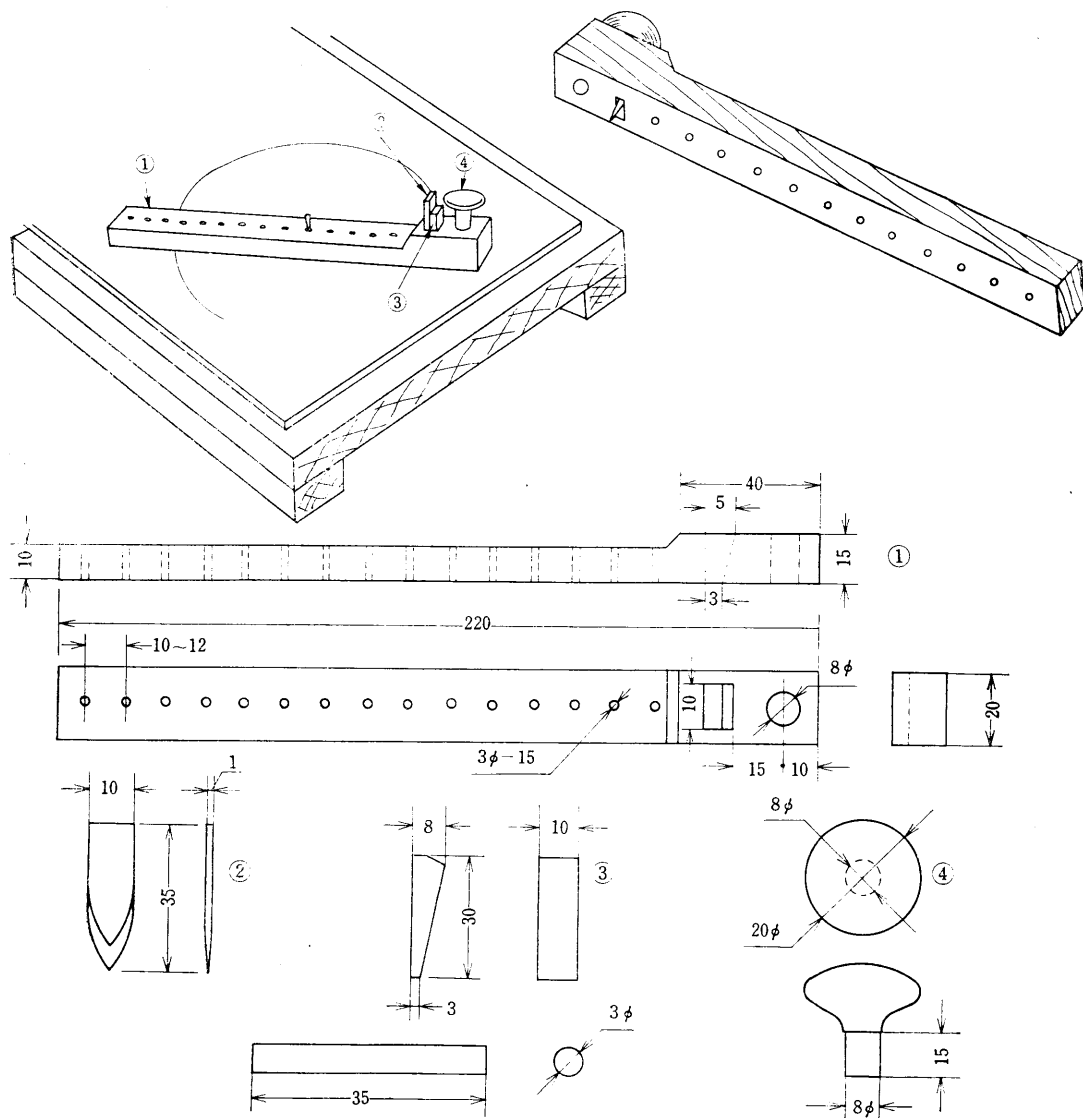
カム従動子

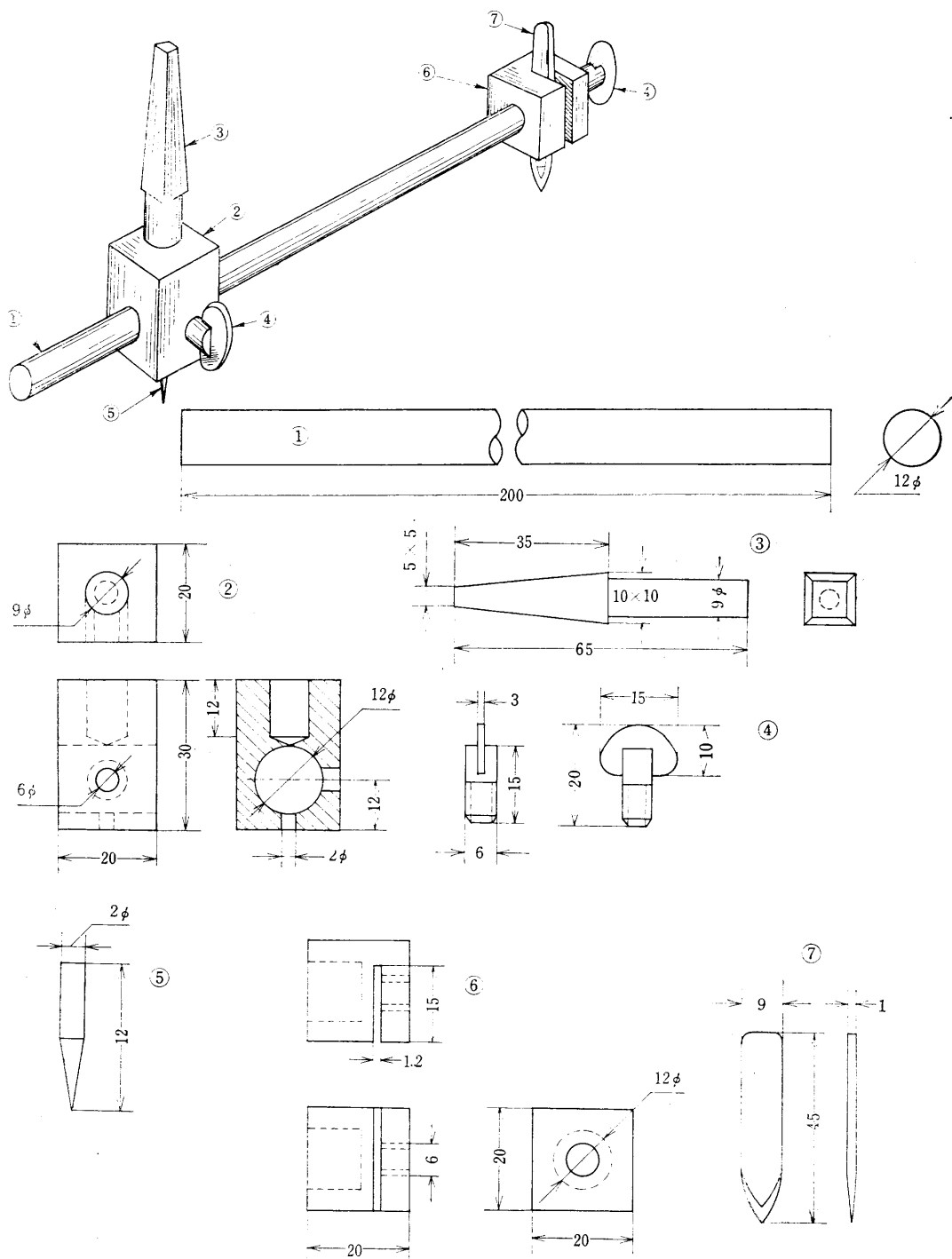


けがき用コンパス (ソビエト)

ソビエトの総合技術教育における教材には、工具やジグ、工作室用の設備品（工作機・工作用具整理だななど）などが多くとりあげられている。つぎに、木材

加工を中心とするけがきコンパスと、金属加工によるけがきコンパスの工作図例を紹介する。





中級技術者の教育

をめぐる学校体制の变革

——連邦教育局報告書「アメリカの技術教育」より——

佐藤三郎

◎米政府刊「変化する社会における職業技術教育」

故ケネディ大統領は1961年2月議会における教育教育書の中で「1917年以来、議会在が制定した国家職業教育法およびその後になされた修正法は、工業、農業、その他の職業分野の訓練計画を規定したものである。これまでわが国の職業教育に向けられた基本目的は健全であり、また将来の要求に対処するにじゅうぶん広い基礎をもっていた。だが、すべての職業に起こっている技術上の変化は過去の法の現代化を目ざして吟味し再評価することを要求している。」と言明した。大統領の要請する委員会の構成は、連邦政府からの農業、通産、労働方面の係り官、経営者、労働界からの代表専門の大学教授、教育行政家、教育者であり、委員会は1961年の秋に最初に会してから約一年間にわたって精力的な調査と討議を重ねて報告書を提出し、昨年末に連邦政府教育局から発表されている。報告書の本文は300ページにわたる詳細なものである。私は別の機会にそれを発表しているので（参照、拙稿「職業・技術教育の再編成——米政府・技術革新に答える報告書」時事通信内外教育版1540号昭和39年4月3日）ここでは本報告書の附属書のなかでももっとも注目すべき「合衆国の技術教育」を中心として、中級技術者の訓練の再編成を紹介し、論評しようと思う。

執筆しているのはL. A. ニマソン博士であって彼はその序文の中で「この報告書は、半専門的水準の技術教育と、アメリカ産業が要求する訓練された中級技術者(technician)及びその他の技術労働者の供給との関連を扱うものである。……現代産業において技師や科学者たちは低温学、磁気動水力学、宇宙通信などを新たに開発する仕事に専念しなければならないので、以前には自分らの領域に属した仕事をする時間がなくなっている。そのような仕事をしてくれる中級技術者

の援助が必要となってきた。したがって中級技術者の訓練は今日アメリカで最重要な任務の一つである」といっている。急速な技術革新の結果、古い職務内容に新しい要素が附加され、全く新しい職務が現れると同時に古い職務が消えつつある。労働力の再編成の長期計画が緊急な課題となってきている。

当面の問題である中級技術者訓練の考察をしばらく後にゆずって、労働力の再編成を1970年までを見通した長期展望から眺めてみよう。以下は、中級技術者の訓練に関する附属書が附されている本報告書「変化する社会における職業・技術教育」から要約したものである。

連邦政府の「議会に対する大統領の経済報告書」（1962年1月）に、1960年と1970年の比較資料が出されている。

(1961年のドル価格で)	1960年	1970年	増%
国家総生産高(億ドル)	5,111	8,250	4.9
人口(百万人)	180	213	1.7
労働力(〃)	73	87	1.8
雇用量(〃)	69	83	1.9
労働時間(億時間)	1,397	1,620	1.5
一人当り生産高(ドル)	2,828	3,858	3.2
生産高 { 1人当たり(〃)	7,386	9,868	1.9
{ 時間当たり(〃)	3.66	5.1	3.4

つまり、1970年を目標としてみると、総人口の約4割がフルタイムで雇用されていることになる。8千7百万人の労働人口のうち、5千8百万人は現在の雇用者であり、学校を卒業して新規に雇用されるものが2千6百万人、さらに家事から転用される女性が3百万人と推定されている。新たに雇用される学校卒の若い労働力をさらに学歴によって種類別にすると、およそ

つぎのようになる。小学校に入学する児童を全体で10人として、うち3人は高校を卒業しないままで雇用される。高校を卒業する7人のうち4人が大学に進学し、3人は家事が就職する。大学に進んだ4人のうち2人が4年制大学を卒業する。

今後1970年までの職種分布の変化と生産技術の更新に対応して、学歴の高低に見合った職業・技術教育を再編成することは決して容易ではないが、一般的にいつて、どの段階においても、しかし段階が高まるにつれてますます、特殊訓練のアプローチでなくて、融通のある多角的訓練のアプローチ、職能的ではなく科学や数学の一般教科に重点をおいた一般教育、いやもっと徹底するならば、学校教育で終わりとする考え方でなく、生涯を通じて自己を教育するような学習態度の育成、それと関連する成人教育の計画が今後要求されるであろう。この傾向は、次表で示されている。

	1959年における 平均就学年数	1960→1970 雇用の増加率
専門・技術職	16.2年	42%
企業経営職	12.4//	23//
事務・販売職	12.5//	27//
熟練労働者	11.0//	24//
半熟練労働者	9.9//	17//
サービス・労働者	9.7//	25//

つまり、就学年数の多くかかる職種が雇用される機会が多くなるということである。巾広い基礎的、一般的教育は年々その必要な年数を拡大してゆく傾向にあり、その上に積み上げられる専門的職業・技術の訓練がなくては、雇用される機会が少いのである。

◎「技術時代における教育」知性の行使の重要性

1962年、ストックホルムで開かれたWCOTP（世界教職団体連盟）の第11回総会のテーマは「技術時代における教育」であり、参加団体にはあらかじめ宿題テーマが与えられていた。アメリカの代表のNEA（全国教育協会）は提出した報告書の中で極めて注目すべき問題提起をしている。技術革新のインパクトを痛切に感じている教育側の反応として、異彩を放っているのである。

「アメリカ社会における技術革新のペースは早いので教育者は教育制度の多くの部分の再編成をせまられている。……これらの変化のすべてが深刻であるが、それも結局はもっと深刻な傾向、つまり、人間の関与する諸事象において知性の果す役割が増してきている傾向の反映にすぎない。その知性の役割はおそらくもっとも明瞭に科学や技術に現れているが、それはまた

公共の諸事件の処理、経済の指導、意見の交換などにも見られる。人間はその精神の諸力を使って、合理的に考え、行動する能力を不断に改善することができるのだということがわかってきた。」

「その結果、一般教育に向い、特殊な技能の発達に焦点づけられた専門者自から離れる動きがある。技術の進歩はより高度の技術を要求している。ますます多くの人が高度に知性的な発達を必要とする職業に従事してゆく傾向にある。……のような事態に直面して学校は、進歩してゆく技術に対処して特殊な職業的技能の学習がますますたれてゆくことに気づいてきた。……人間にどれだけの潜在力があるかを知ることではできない。だが、人間の精神はこれまでほとんど夢想だにしなかったことさえできるのだということは、明らかである。人間精神のもっている拡大してゆく諸力とそれに伴って人間の尊厳性が拡大してゆくという、ビジョンこそ、今日のアメリカの教育を変えてゆく原動力である」と。

「技術時代でも、実際の訓練を強調することに变りはない。だが、アメリカにおいては、その教育哲学から、長期の一般教育とそれにひきつづく短期集中的な特殊技能の教育という形をとる」

◎ 中級技術者の需要の増大

技術革新は新しい職種を生み、それに伴って新しい訓練が要求される。新しい訓練は、NEAが指摘するように、特殊な技能ではなく、人間の知性を駆使するための高度の一般教育を、ますます多くの人間に与えることである。人間を人間の品性や尊厳に適した方向に解放する契機が技術革新の中に存在する。半熟練工や半熟練工の需要は低くなり、反対に熟練工、技術者（中級、上級）の需要は飛躍的に高まってゆく。完全な肉体労働者という従来のブル・カラー人種はすたりにゆく過去のイメージにすぎず、中間層のホワイト・カラーにばう大な数の労働者が移行しつつある。もちろんこれは傾向であって、現実ではない。だが技術革新が順調に進展し、それに見合った経済の全体計画が適切に採用されれば、各人に“ゆたかな社会”を約束することが可能である。人間の福祉を希求する教育が技術革新を積極的に自己の問題として把えなければならぬのはこのためである。

さて、変化しつつある職階の中でも、もっとも変化が急速で、しかもこれまで比較的未知な分野は中級技術者であり、その訓練である。熟練工と技術者の教育は大体過去の訓練パターンのままでほぼ踏襲できるのであるが、その中間にある中級技術者の相対的数の増

加とその種類の多様性、新奇性に対処する訓練計画には、新たな視点からの取組みがなされなければならない。その職業内容には、かつて上級技術者の分野であった作業が移譲されてきておるが、反面、かなり多くの作業は熟練労働者に属するものである。報告者のエマソンは、手作業と知的・技術的作業量の比率から職階を区別している。

一応、区別をしてみても、中級技術者の職務内容を上級技術者や熟練工のそれとはっきり区別する境界線はない。

産業種別によって、あるときは上級技術者の技術面に傾き、あるときは反対に熟練の技能に傾くことがあるのである。

そこで同じ中級技術者といっても

(1) 狭い範囲の、限定された技術的作業——単純な技能と比較的短期の学習期間が必要なもの。厳密には中級技術者とはいえないもの。たとえば、製造過程における部品の、きまりきった型通りの監視、材料、製品の単純な検査など。

(2) 技術的な特殊技能の仕事——狭い範囲のものだが、その範囲内で高度の能力が必要なもの、後にのべる(3)(4)の技術者より短期の訓練で間に合う。たとえば、テレビやラジオの修理工。

(3) インダストリアル型の中級技術者の作業——かなり巾の広い高度の能力が必要。次にのべる技術者ほどには高度なものではないが、数学や科学を知り、しかし彼ら以上に生産工程、生産方法、維持と修理の技能などの応用技術をもっている。普通、機械の監視に従事している。

(4) エンジニア型の中級技術者の作業——その作業は広範囲にわたり、高度な数学や科学の知識と応用技術を理解している。高等学校終了後2カ年の訓練が必要であり、上級技術者の助手として働くものである。

◎ 中級技術者に必要な能力

以上大体4種の中級技術者が区別されているのだが行使する作業内容に巾の広さ、狭さ、程度の高さ、低さのちがいがあっても、上級技術者や熟練労働者と異なる共通の一定の作業内容がある。それを羅列してみると、計算、検査、測定、分析、診断、解釈、器具使用製図、素描、細部デザイン、データ記録、報告書作製、手引書使用、故障発見、業務促進、生産統御、生産計画、実験具製作、明細書作製、機械の監視、オートメーション具の維持と、その操作、製品の販売、原模型の製作などである。そこで、これらの作業に伴って中級技術者に必要とされる訓練や教育では、つぎにのべるような能力の育成がめざされているとエマソンは指摘している。

- イ 高度な応用数学の能力
- ロ 技術的問題を分析し、解決する技能
- ハ 基礎的物理学又は化学のしっかりした基礎
- ニ 熟練作業の経験又はその工程の理解
- ホ 生産機械と生産工程についての広範な理解
- ヘ 測定や機械調整を正確に行える能力
- ト 販売能力
- チ 価格計算能力
- リ 人間を扱う技能
- ヌ 経営・管理の能力
- ル 工具を取扱う能力
- ヲ 技術的なことがらについて書いたり図示したりする能力
- ワ 自分が働いている技術分野についての広範な理解
- カ 仕事を遂行するについての科学的処理方法

1958年に制定された国家防衛教育法(NDEA)の中には、とくに中級技術者の訓練を重視した項目がある。NDEAで養成されている中級技術者の数は、現職教員を含めて、1959年の4万8千人、1960年の10万1千人、1961年の12万2千人と増加している(1962年には15万人と推定)。新たに要求される中級技術者の数だけでも、その推定は毎年1960年の6万3千人から1970年には20万人だといわれている。1961年の12万5千人を分けて、現職者の中級技術者への昇格訓練受講者は8万3千人で68.1%を占め、正規の学校での職業準備の技術教育受講者は3万8千人で31.9%となっている。NDEAを実施している機関は、連邦教育局の職業教育部であるが、そこで決められた中級技術者選定の基準は参考として役立つものである。

<中級技術者に必要な一般的能力>

- 1 数学に通じること。科学的、技術的諸原理を利用した考え方を展開する手段として代数や三角法を使用する能力、技術の要求に従って、解析幾何、微積分学、微分方程式などの高等数学を、自由に駆使するとまでゆかなくとも理解できること。
- 2 その人が関与している技術分野における物理学や化学の基本的概念や法則についての自然科学的諸原理を応用できる能力。
- 3 技術部門で普通に使用される材料や工程についての理解。
- 4 その人が関与している技術部門の特徴となっている科学的、技術的諸活動を理解し、さらにその専門分野について広範な知識をもつこと。有能と理解の程度は、その人が確立されたデザインの方法を使用して細部のデザインができる程度。
- 5 グラフを使ったり、口頭または筆記によって、事

実や考えを解釈し、分析し、伝達できる能力。

◎ 中級技術者の働く分野

中級技術者の働く産業別の部門は無数にあるので、ここでその一つ一つをとりあげることはできない。エマソンは、それらをいくつかの典型に分けて類別している。以下にのべる表で気づくことは、かつては上級技術者の仕事であったもの、たとえば、自分が開発しようとするアイデアを素描し、製図し、その細部をデザインし、測定計算し、原模型を製作し、それを実験し、生産方法を考案し、道具機械をデザインする仕事は、彼に補助としてつく中級技術者に譲りわたされていることである。上級技術者としては、もっぱら新しい材料、新しい動力源、新しい生産方法の開発に向けて精力を集中するよう要請されてきている。

(またこの表には示されていないが注意すべきことは中級技術者は必ずしも生産部門に限らないということである。たとえば医業、販売、農業、政府公共部門にも技術生産部門に似た学歴と訓練を必要とする中級技術者の需要が急速に高まってきている。)

典型的な中級技術者の仕事 (工業部門の例)

研究、デザイン、開発	技師助手、機械設計、数学技術者、デザイン技術者、化学実験技術者
製造	操業企案者、時間研究者、品質統制技術者、生産統制監督者
建設・設備	ビル建築監督者、ハウエイ技師助手、材料促進係、見積り係、冷暖房装置技術者
製品市販	電子工学製品販売技術者、器具販売技術者、製造工場代表
操業と統御	実験工場操業者、音響室技術者、レーダー技術者、動力室操業者、自動機械制御者
維持と監視	計算機維持技術者、建物監視者、器具維持技術者、自動機械監視者、航空機検査官
その他	技術的ライター、技術的図解者、安全技術者、技術的秘書、技術的通信者

◎ 上級技術者 1 人に対し 2 人の中級技術者を

NDEAが1970年を目標として予想している中級技術者の訓練計画はすでに一部を紹介した。訓練計画は一応除外して、一体どれだけの中級技術者が将来要求されるのであろうか。概していえば、上級技術者の需要が高まる傾向と同時に、さらにその数を上廻る中級

技術者の数も増加し、しかも一上級技術者あたりの中級技術者の割合も年々高くなってゆく。

アメリカ技術教育協会が1957年度に行った百社調査の結果によれば、上級と中級技術者の割合はつぎのように変化してゆくだろうという。

1957年の現状割合 (100社)	技師 1 人 中級技術者	0.8
" (50社)	1 対	0.7
1957年の望ましい割合 (50社)	1 対	1.0
1962年の " (")	1 対	1.3
1967年の " (")	1 対	1.9

NSF (国家科学財団) の要請により、労働統計局の行った“科学・技術要員の長期需要”の調査に従い政府・民間の全事業を通じる全部の中級技術者の雇用量の予想では、1959年に68万人であるのに対し、11年後の1970年には126万人に達するだろうというのである。死亡と退職から計算して、エマソンは、今後毎年6万7千人の中級技術者が新規又は昇格配置転換によって供給されねばならないと結論している。

ところでこの数はNSFが上級技術者 1 人に対し、中級技術者 0.7 人の割で算出した基準に従っている。エマソンはこの割合は少いという。ソ連での割合は1対2.5であり、アメリカでは少く見積っても1:2でなければならないと主張している。その他将来予測される新しい産業分野の開発などの要因をあわせ考えてアメリカでは今後毎年20万人の新しい中級技術者を供給しなければならないといっているのである。

◎ 中級技術者の教育

中級技術者の訓練はさまざまな機関によって行われている。種別による包括的な調査はない。1952年に労働統計局が、アトランタ、ボストン、シカゴ、デトロイト、ロスアンゼルス、ニューヨーク、フィラデルフィアの大都市の、1926人の電子工学の中級技術者への面接から得た資料が唯一のものとして引用されているが、そこから大きな傾向を知るほかはない。

表でわかるようにすでに1952年において正規の学校での訓練者の数がもっとも多いのであるが、それらの学校はほとんど中等学校であって技術革新が要求する高度の中級技術者の水準の教育には最早適合しない。今後は中等学校終了後最少2カ年の学校教育での訓練が要請されるのであるが、現状ではまだその卒業生の数は極めて少い。学校教育の整備がおくれている以上企業として中級技術者の企業内教育に熱心なものも現れてきた。だがエマソンは、中級技術者でも高度に理論的な背景を必要とする場合には、その教育をできる

訓練種別	テレビラジオ修理	放送	テレビラジオ製造	他の電子工学その製造	航空機製造	研究
学校 { 一般技術学校 軍部技術学校 パート・タイム技術学校	56.5%	62.1	72.2	45.2	45.5	50.9
	29.9	33.3	44.3	38.6	42.5	40.8
	25.8	25.1	27.9	24.4	20.4	34.7
工場 { 徒 弟 その他の就業中訓練	16.3	9.9	6.4	11.2	12.1	6.9
	7.2	2.0	0.0	1.5	2.3	3.4
家庭 { 通信教育 アマチュアハム趣味 他の趣味で	22.4	29.1	19.0	16.2	23.5	19.7
	7.2	35.3	6.3	13.2	15.9	15.6
	39.1	44.7	35.4	42.1	37.1	36.7
備考	一人が二つ以上の種類を利用しているときは、そのままカウントしている。					

だけ正規の学校にまかせることの方が効果的であり経済的であると主張する。しかし在職している熟練労働者の中級技術者への昇格訓練について企業内教育の果す役割は依然として大きい。IBMやネゼラル・エレクトリック社の企業内教育がめばしい例としてあげられている。

◎ 少くとも高校卒業後2ヵ年の学校教育

学校で行う中級技術者の訓練をNDEAの1961年の調査で学校種別に分けてみると次の如くである。

	高校程度	高校卒業以上程度	計
総会制高等学校	3,654人	957	4,601
職業=技術高校	1,432	3,035	4,467
技術学校	4,988	980	5,968
職業学校	1,316	5,088	6,404
テクニカル、インステイチュート	108	1,720	1,828
短期大学	250	13,493	13,743
4年制カレッジ	21	1,809	1,830
州教委訓練所	9	374	383

現状において、まだ高校程度の教育で間にあう中級技術者の需要もあるが、将来の傾向は少くとも2ヵ年の中等学校卒業程度以上の教育を求める方向にある。今では大学やカレッジに附設されているテクニカル・インステイチュートが、2年間の正規の技術者訓練の専門機関として独立して発展する可能性が大きい。それだけに、これまでまちまちであった学校設置基準を全国的に統一してゆこうという動きも活発になってきた。そしてまた過去において民間や大学にまかせられていたのに代って公教育の機関として設立されるものも多くなっている。インステイチュートの設置基準を設けることに自主的に動いている機関がECPD(専門職としての発達をめざす技師協議会)であるが、テ

クニカル・インステイチュートの教育課程の課目配分をECPDが認可したインステイチュートについて調査したところ、ほぼつぎのような結果がでた。

基礎数学と科学 23.2%
主とする専門の技術の教科 45.4%

関連した技術の教科 17.2%
管理経営の教科 4.0%
一般教科 10.2%

別の人の調査によって4年制の大学における技師コースの最初の2カ年とテクニカル・インステイチュートの2カ年の教育課程の時間配分(前者は上級技術者教育)とを比較してみる。

- 2年制のテクニカル・インステイチュート
専門技術47%、数学・理科26%、関連技術12%、一般教育15%
- 大学の前期2カ年
専門技術6%、数学・理科68%、関連技術3%、一般教育23%

◎ 短期地域大学

テクニカル・インステイチュートより新顔だが、将来の発達として有望なのは、短期大学である。短期大学はそもそもはじめは4年制大学と高校とのギャップをうめる一般教育の機関として1920年頃から漸く軌道にのってきたのであるが、最近では地域カレッジと改称されるものが多くなり、職業=技術教育の色彩を濃厚にしてきた。1915年に74校、2千5百人の学生数から発展し、1959年度には663校、81万6千人の学生数に膨張してきている。中級技術者訓練機関としての地域大学はまだ十分確立されたわけではないがNDEAが刺激となって発展する可能性が多くなった。有望な理由は、地域的に数多く分散し、カレッジとして認められ、中級技術者に必要な一般教育の教科もっているためである。ただテクニカル・インステイチュートに較べて産業界との生きた連関がまだ弱い点がある。

以上は高校卒業後2年程度の技術訓練の機関であるが高校程度の職業=技術学校を利用した中級技術者の訓練も欠かすことができない。ここではそれについての

べる余裕がないが、高校中退者・高校卒・現職者の昇格訓練を必要とするものに対して、2年制のカレッジ水準とまで行かないが、それに近い技術訓練を与える地域職業学校が発達しつつあることを附記したい。

以上の考察から、高等学校水準の技術者教育はしばらく続行されるとしてもやがて頭打ちとなり、それに代って高校卒以後の訓練、なかんずく2カ年間の技術者訓練の機会が増大することは必至とみられる。この2カ年の教育を受ける新入学生数は現在全体ではほぼ25万人であり、在籍は40万人である。1970年には在籍59万人と予想されている。その中にはかなり多数の女性も含まれるであろう。事実、中級技術者に女性の進出できる余地は非常に大きいのである。

◎ 高校教育の変貌

ヨーロッパの職業教育に較べてアメリカの職業教育は徒弟制よりもむしろ正規の学校を利用することに伝統的な特徴があった。このことは、従来、中等学校水

準の職業教育が、かなりの比重の一般教育をもち、その意味で自由な市民性を形成するにあずかって貢献したという強味をもっていたことを意味する。しかし、技術革新はさらにこの特徴を強化している。すなわち、熟練工や中級技術者の需要が増大すると、学校はますます一般教育を強化しなければならず、技術の変化に対応するためには、ますます基礎の一般的技術、一般的教養の土台を固めなければならない。職業・技術の専門は、高校卒業後における訓練、とりわけ正式には2カ年の学校教育で行った方が有効である。しかも直接、生産現場で必要な特殊な訓練は企業内にゆだね、学校は理論的な科学技術に重点をおく方が望ましい。ともあれ、アメリカにおいて、大学2カ年の技術教育は大いに発展するであろう。それとは逆に高校においては進学と就職のための課程の二重構造は漸次消滅し、普通課程の技術化、職業課程の一般化という形での統合がすすめられるであろうと予想される。

(大阪市立大学助教授)

農業高校を自営者養成農業高校へ

農業教育についての“田中構想*”といわれる自営者養成農業高校案が、今年予算で5校分計上された。

* この内容とそれにたいする批判と国民のための農業教育の研究をおしすすめている民間教育研究団体として、農業教育研究協議会(連絡所東京都府中市寿町1-11都立農業高校内)があり、機関誌“農業教育研究”が発行されている。

自営者養成農業高校は、文部省の計画によると、実習農場32ha以上と、全寮制(2年以上)のための宿舎をもち、専業自営者として大規模営農のできることを目的とする。学校規模は1学年4クラス、1クラス40名とし、生徒総数480名とする。なお国庫補助は、農地購入費をのぞく施設・設備にたいして $\frac{1}{3}$ をおこなう。したがって、1校1億3千万円程度の自営者養成農高が充足することになる。設備は、大型トラクタをはじめとして、各種の農業機械、家畜と畜舎、ミルクプラントその他の酪農機械などが予定されている。

そうした自営者養成農業高校の発足とともに、文部省および中産層は、農業高校を農業自営者養成高

校型に統合し、つぎのように改めようとしている。

1 占領政策により多くの場合農業課程は普通課程など他の課程に併置されていたり、また分校が設けられている。今後は農業課程だけの単独農業高校に独立させ、原則として分校を廃止し、自営者養成農高校型に統合する。

2 生徒に自営者としての自覚をもたせるため、日常生活にまで指導を行う必要があるので、一定期間、全寮制の寄宿舎に入れて教育する。

3 現在、農業課程は、農業、園芸、畜産、蚕業、生活の5学科しかおいてないものが多いが、今後はそれ以外に、農産製造、農業土木、造園などいわゆる関連産業学科を増設し、農業構造改善事業の線に沿ったもうかる農業のにない手を養成する。

こうした、農業高校の再編成の方向が、人民の幸福生徒の成長と幸福のための教育といえるかどうか、現在政府が強行している“農業構造改善事業”が、いろいろの矛盾を露呈し、農民大衆の反対に当面ははじめているとき、農業教育を担当する教師は、政府の意図する農業高校再編成の方向を検討しなくてはならない。そのためには、さきあげた農業教育研究協議会などによる共同研究が非常にたいせつである。(A)

労働教育の心理学の諸問題 (3)

杉 森 勉

4 生徒による生産技術課題の解決

技術的課題の解決は、技術的知識を実際に応用する方法の1つであり、実際経験を豊富にし、職業的技能を習得するのに役立つものである。

課題解決の過程で知識を応用することは、ただ単に既製の形でその知識を再生産することではない。それは、つねに、課題の具体的な資料にもとづいて知識を応用することを前提とし、つねに、設備の特徴、職場での作業条件、その他の具体的な事実によって媒介されるものである。知識の応用は、したがって、後者の変形、課題を解く過程におけるいろいろな見地からの対象物の検討と関連している。

生徒の技術的思考の形成と発達のみずかしいことは総合技術科目の論理と方式が、任意の生産に直接役立つ工学の論理および方式とは異なっていることから明らかである。総合技術科目(数学・物理・化学など)を学ぶばあい、生徒は、科目のある1側面、その科目の個性の特性を取りあつかう。専門工学を学習するときには、生徒は、すぐさま科学のいくつかの分野の知識を応用する。つまり、たとえば、刃物の機能の特徴を学ぶとき、生徒は、固有的に現われた、その対象物の物理的、化学的、幾何学的特性に依存するのである。

さらに、総合技術科目を学習するばあい、生徒は、諸現象を、その具体的な現われから抽象して、単独に検討する。一般技術科目と専門工学の学習にあたっては、生徒は、これらの現象を現実の生産内容で検討し工学課程の論理および設備の特徴と一致させなければならない。

すべての技術・生産課題は、非常に多種多様であるにもかかわらずごく制限された範囲の、しかし、ごく複雑な性格をもつ技能の応用にもとづいている(注)。とくに、この課題の解決のためには、生徒は、図面に

よって対象物の形をつくりだし、その特徴の理解にもとづいて製図をするばかりでなく、その加工過程の対象物の変形を考えながら注視し、静態のみならず動態的にも現象を見ることのできる、発達した空間的概念を必要とされるのである。

(注) この論文では、生産・技術的内容の課題の心理学的分類を目的とするものではない。

機械のある1つの作用モメントを反映する図にしたがって、機械の運動の性格全体を理解する能力もまた、たいせつである。いろいろな要素・対象物・形を組合せる技能が必要である。というのは、その結果、何か新しいものの形、生じた生産局面についての明確な概念が作りだされるからである。諸種の技術的現象間の原因、その後の関係を確認し、これにもとづいて、生産環境のもとで起りうる変化を予見し、自己の動作を画だてる技能が、たいせつな役割を果たす。さまざまな技術的事実を総合し、部分的な現象のなかで作用する一般合法則性の現われを見いだし、そこで適切な結論を出す技能は、質的なものである。

すべてこの一般的技能は、具体的な課題を解くにあたって、いろいろに現われることがある。この技能の発揮の特徴を研究することによって、具体的な労働の専門の習得過程における技術的思考の教育方法を決定することができるであろう。

この研究では、生徒による技術的課題の解決の研究について最初の試みがなされたにすぎない。この研究にさいして、われわれは、専門工学の内容と、生産教育の授業で出される課題の分析から出発した。そのばあい、つぎの諸要求にしたがった。すなわち、①課題は、はっきりと表現された職業的内容をもつものでなければならぬ(生産的局面は、任意の形で再現されねばならない)(注)。②課題を解く前提となるのは、専門工学の知識の活用であり、その知識を既製の形で

単純に再現するのではない。課題を解くために、生徒は、十分に広範な一般技術と専門技術の知識を習得するばかりでなく、その知識のなかから、その種の設備の特徴、その操作方法、工程の性格を考慮して、当該課題を解くために必要なものを選択し、活用することができるようにしなければならない。おのおのの課題は、その内容にしたがって、つまり生徒に問題を提起するのである。その課題の解決は、実験開設時までに生徒がすでにもっていた理論的知識と実際の機械を用いた作業経験にもとづいて行なわれた。

(注) すべての課題は、専門工学の教師、生産教育の指導者と協同で、実験者によって検討された。

課題は、作業の実際遂行を必要としなかったが、その課題は主として、生徒が実際に働いている生産過程の技術的本質をいかに理解しているかを、明らかにすることを目的としたので、課題は、生徒の実際経験の広範な足場を前提とするものであった。

課題の材料となったのは、生徒が旋盤を用いてつくった製品の生産図面である。分析のために、生徒自身がつくり、実際に工場にある工作物が、あたえられた。課題を解くときに、生徒は、職場での作業で知っている計測器具を用いなければならなかった。

実験は、個人的ならびに集団的に行なわれた(注)。課題の内容によって、実験は、あるいは専門工学の授業で、または生徒との個別的对談で、あるいは直接職場で、生徒の作業席で(機械のそばで)行なわれた。

(注) 集団的実験の実施のさいには、課題は、検査作業として授業中にあたえられた。

おのおのの課題の解答時間は、1～1.5時間で、そのあいだに、大多数の生徒は、解答をだした。

生徒が課題の解答に着手するまえに、われわれは、生徒が解答に必要な知識を習得しているか、どうかを確認した。集団的実験を行なうにあたって、教師は、前もって生徒にプログラムの任意の章を復習させた。

課題の解答過程で生徒が用語、技術的概念の使用に困難を感じたときは、その研究で生徒の技術的習得の問題に関係のないかぎり、必要な用語を生徒にそばから教えるようにした。たとえば、生徒が、「みぞ削りを仕上げる」と書くのがよいか、「(ある時間)みぞ削りをする」と書くのがよいかと、質問すれば、このような質問にたいしては、実験者が答えた。課題の解答に関するその他すべての質問にたいしては、生徒は答えてもらえなかった。課題の要求をどのように遂行し、その正しい解答をいかに発見するのが適当であるかを、生徒は、自分でよく考えさせられたのである。

実験は、専門工学の教師と生産教育の指導者が直接

参加して行なわれ、生徒があたえられた課題を遂行してから、誤謬と生徒の感じた困難が分析されて、正しい解答方法が示されたかぎりでは、ある程度教育的性格をもつものであった。しかし、その作業では、研究方法としての特別教育実験は、採用されなかった。

被実験者となったのは、15名の技術学校の生徒である。生徒たちは、入学して、すでに10年の教育をうけたものたちである。それは、成績のまちまちな、選択した専門にたいする、興味の異なった生徒たちであった。

全部で4種類の課題が作製された。これら各種課題の1つ1つには、主としてその技術的内容のちがった変種があったが、すべての変種・課題の心理学的意味は、たえず1種類の範囲内にあった。これらの変種課題(全部でそれは4種類ずつ、32の課題であった)は、集団的実験の開設時におのおのの生徒に課題の自主的解答を保障するように、作製された。それと同時に、同じ生徒に変種・課題を出すばあい、そのうちのどれが解答するのに一番むずかしかったか、いろいろな課題をとくとき何がとくにむずかしかったかを、明らかにすることができた。

課題の種類はつぎのとおりであった。

1、工作物と素材の図面としてあたえられた、工作物の加工にかんする合理的なオペレーションの順序の作製。

2、工学図の読図による工作物の形の再現。

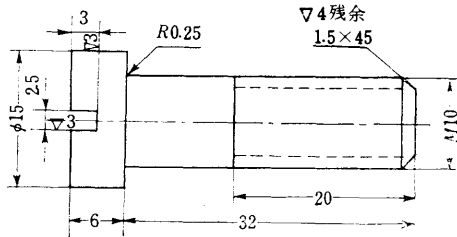
3、標準図面の読図にもとづいた、工作物の公差の性格の判断。

4、きずの種類と識別、その発生原因の判断、その一番合理的な除去方法の選択。

すべてこれらの課題は、オペレータの行なう主な作業、すなわち、①工作物の加工開始前の活動の計画立案、②指定された工学に一致しているか、どうかの見地から行なう加工された工作物の点検、③でき上がった製品の質的分析、④きずの発生原因の確認とその原因の除去対策の判断を反映している。

第1種の課題はつぎのようにして出された。「既製工作物の図面があたえられている(第1図参照)。この図面どおりに今後、製品をつくらねばならないだろう(現在は、この製品の製作作業は、実際には必要でない)。諸君は、図面を見て、必要な素材を選択し、工作物の一番合理的な製作順序を決定し(工程の内容と順序、必要な装置の数を記述し、行程の略図をえがく)、必要な工具を選択しなければならない」。

この課題は、15種類作製されたが、そのなかではほとんどの具体的な資料(いろいろな工作物を反映する図面



第1図 円筒状頭のねじ

と素材の種類、一ボルト、ナット、木釘、リングなど)が変化していた。しかし、どの課題でも、要求一示された規準によって工程を構成する要求は、動かなかった。

課題の解答のために、生徒は、切削工具の特徴と素材の特性をよく知り、全加工工程を理解しなければならなかった。その上、課題は、素材と図面の分析によって、いろいろな加工段階における素材の変化を考えて理解し、それにもとづいてオペレーション計画を立てる技能を必要とした。

さらに、旋盤またはタレット盤に順じて、その製品の工学図を作製しなければならないことが、報告された。工作物群は200個であった。素材の性格もまた示された(棒または鍛造品)。課題を解くときに、書きこむべき工学カードの作製表(第1表参照)が、生徒に配布された。

第1表 工学カード

工作物の図面		素材の資料・工作物の名称			
装置	転移装置の図表(略図)	装置と転移の内容	付属装置	工具	
				切削工具	計測器具

この課題の遂行は、つぎの諸項を前提とした。(1)素材とその固定の正しい選択、適当な切削工具と計測器具の選択、(2)工作の結果えられる製品の標準となる図面と素材の比較対照にもとづいた工作計画の作製。

生徒は、読図および図面の理解と関連した一般技術の知識、ならびに切削工具の選択、課題の遂行順序の決定と関連した専門知識を活用しなければならない。

課題の遂行に応じた転移略図の作製によって、加工につれて素材の形についての生徒の概念がいかに変化し、それに応じてオペレーション順序計画がいかに生じてくるかを、判断することができた。

この課題の解答を出すまでに、生徒と問答して、その過程で「工学カードの作製」の章の知識を復習させ生徒がこのような製品の製作にあたって工具と付属装

置をどのように選択しているか、説明させた。これは能力に応じて、生徒の工学過程の知識と理解の見地から、生徒を平等にするために(図面どおりの加工程度による素材の変化の性格にかんする概念を活用することにもとづいたオペレーション計画の作製が、実際に生徒の課題になるように)、なされたものである。

誤謬と困難の性格を判断するために、各種課題の1つ1つの解答の特別標準が作製された(注)。

(注) 正解答のこのような標準は、4種類の課題全部の変種用に作製された。その作製には、経験豊富な教師と生産教育指導者たちが参加した。

生産教育ではこの種の課題が、通常あたえられないので、その課題は、生徒にとって問題にはならなかった。理論の授業では、生徒は工学カードの基礎知識だけを学ぶが、生産教育では、生徒は既製のカード、または技師の適当な教示を用いて、課題を遂行する。

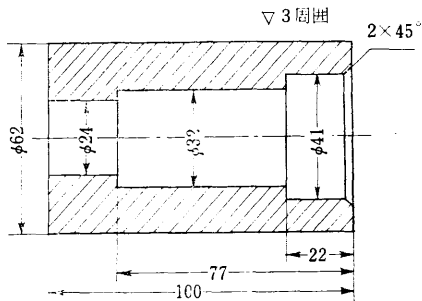
第2種の課題一口述形式で提起された工学カードの読解による工作物の形の再現—は、つぎのようにして出された。

φ62mmで、長さ100mmの円筒工作物に穴を、つぎの工法によってあける(第2表参照)。

どんな工作物ができるか、判断しなさい。引用された資料にしたがってこの工作物の図面をつくり、でき上りの工作物の寸法を図に記入しなさい(第2図)

第2表 工学カード

オペレーション	設備	工程号	設備と工程の内容
1	A		3ジョーチャックに素材を固定すること。
		1	長さ100mm、φ24mmの穴(▽3)をあけること。
		2	長さ55mm、φ32mm未満に中ぐりすること。
		3	長さ22mm、φ41mm未満に中ぐり(▽3)をすること。
		4	2×45°の寸法でφ40mmの穴の縁削りすること。



第2図

この課題は、3種類作製された。第1種の課題と同じように、これらの種類の課題は、具体的な資料だけを異にするものであった。すなわち、内容の異なった工学カードがあたえられた(注)。この種のものの心理学的内容は、共通であった。工作物の加工方法の口述にもとづいて、図面の作製により工作物の形を再現することが要求された。

(注) 生徒が図面の作製に難ぎするならば、はじめに工程の略図を作製させ、それを利用して、図面をつくらせる。

第2種の課題は、構想の点で第1種の課題と反対であった。第1種の課題では、工作物の図面にもとづいて工学カードを作製することが要求されたが、第2種では、工学カードにもとづいて図面を作製しなければならなかった。第2種の課題は、いくらか人工的であった。というのは、作業工学カードにある工程の略図がふくまれていなかったからである。この課題は、生徒が、工学カードの読解にもとづいて労働の最終的産物を心にえがき、労働の目的を見ることができかどうかを、点検することを目的とするものであった。第1種の課題と同じように、この課題は生徒にとって異様なものであった。というのは、生徒は既製のひな型のとおり作業し、生徒のために技術者、生産教育の指導者が準備したものを、ただ実際に遂行することだけに慣れていただけからである。第1種のばあいと同じように、第2種の課題を提起するときには、われわれは生徒といっしょに準備作業を行なった。とくに、工作物のでき上り図をつくり、工作物の寸法を決定する課題が、前もってあたえられた。これは、工作物の正しい形を想像して、生徒が図面を作製できるように、必要であった。

第2種の課題をとくために、生徒は、工学カードで将来の工作物の幾何学的形態の記述を選びわけ、変化する寸法を指摘する見地から、工学カードを読まなければならない。えがかれた図面のでき工合を見て、われわれは、工学カードの理解にもとづいて労働の成果を想像する能力を判断した。

第3種の課題—図面の規格にもとづいてその工作物の偏差の性格を決定すること—は、でき上がった工作物と図面の規格を分析し、比較

対照する技能の研究を目的としたものである。前の2種類の課題は工作過程を取りあつかうものであるが、第3種の課題は、オペレータによる検査機能の遂行を反映し、これらの機能の実現にあたって思考的オペレーションの特徴を明らかにするのに役立った。

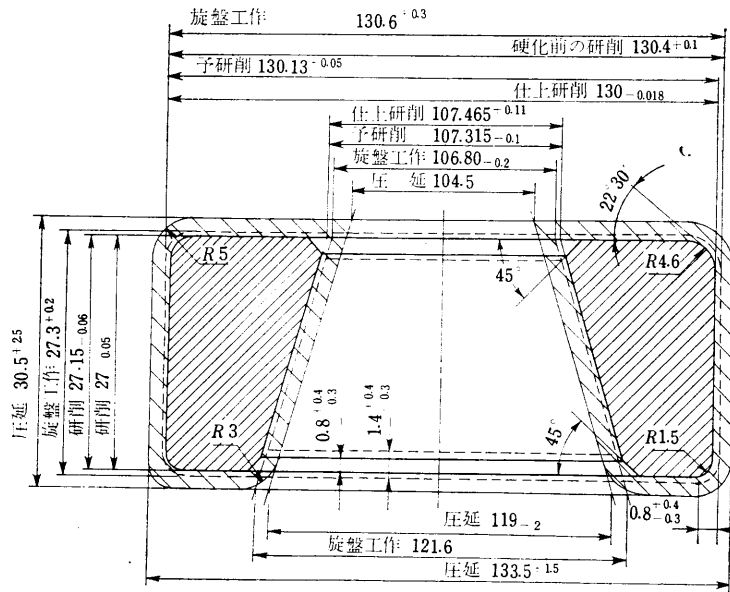
この種の課題が3種類作製された。

(1) 数個のでき上がり工作物と、そのうちの1つに相当する図面があたえられた。あたえられた全工作物のうちから、その図面と一致するものを選ぶ。すなわち、図面の工作物を確認しなければならなかった。

(2) 図面とでき上がり工作物があたえられた。工作物のどの面が、図面のどの線に一致するかを示して、工作物と図面の寸法を比較対照しなければならなかった。

(3) でき上がり工作物と工学図(第3図)があたえられた。マイクロメータを用いて、工作物のそれぞれの通径を調べ、それを図面の寸法と比較して、偏差の性格を決定しなければならなかった(たとえば、《リングの内径は、規格とはいくらか異なっている》)。

図面、工作物、計測器は、生産教育の指導者および生徒の実習が行なわれた職場の技術検査課の従業員が準備した。図面は、工作物の一貫加工工程(圧延、旋盤工作、研削)を反映するものであったので、読図のさいに、生徒は、旋盤工作だけの資料を分析させられ



第3図

たが、これは生徒の専門に一致するものであった。
(以下次号につづく)

電気学習における

やさしい測定と計算 (3)

—抵抗のはたらき—

向 山 玉 雄

1. 電気学習における抵抗の概念

理科学習では、抵抗については、2年生で、導体と不導体のつきあたりに、オームの法則と関連させて教えられている。

導体と不導体は、電気を通すもの、通さないものとして教えられるが、これらは品物の名前として記憶する傾向があるので、抵抗という概念の中では、統一的にとらえられてはいない。

さらに最近の理科教育では、原子論から抵抗を導入すれば、原子から原子に、自由に動くことのできる自由電子をたくさん持っているのが導体であり、その都合によって抵抗がちがうことも理解できる。

しかし多くの場合、抵抗の指導は、その本質を理解することに時間がかけられず、オームの法則を理解させる一つの単位として教えているという感じが強い。しかも、オームの法則といえば $I = \frac{V}{R}$ というような公式を暗記させ、かんたんな計算が解けるようにする。これが普通に行なわれている授業だとすれば、紙の上だけで行なわれる可能性が強く、実験が行なわれても、タングステンか、ニクロム線が抵抗の材料として与えられ、現象面だけがとらえられるおそれもある。

技術教育の中であつかう抵抗の概念は、実際には、このような理科教育の上に立って、その視野を広め、概念を本質に近づけながら、各所で抵抗について考えることになる。つぎにいくつかの考え方を示す。

(1) すべての物質には抵抗があるという概念

子どもたちの中には、抵抗とはニクロム線やタングステン線(電球)である。導体には抵抗がない。不導体にも抵抗がない、などと理解しているものもある。これは電圧や電流と抵抗とが並列的にオームの法則の中で教えられるせい、抵抗とは特別な物質であるとする考え方があつた。

そこで、技術教育では、すべての場合に、すべての

物質について、抵抗を考へてゆかなければならない。たとえば、理科学習では、回路を作つた場合、導体に使つてある材料については抵抗は0とし、問題にしないが技術では、導体の抵抗を、許容電流や定格として問題にする。また抵抗のある物質、ない物質ということだけではなくして、抵抗器として、回路の中で抵抗を使うことによって電圧や電流をいろいろに制御して、装置を利用することが行なわれている。

このような意味で技術教育で行う場合には、あらゆる場面で抵抗を測定させ計算すべきである。たとえば回路計で最初に抵抗を測定させる場合、電球やアイロンなどを題材として測定させることは、一般に行なわれているが、それに加えて、人体の抵抗としてテスト棒を両手でおさえて抵抗を読ませ、自分の体の抵抗を考へさせて導入とするのもおもしろい。また、手を水にぬらして同様にはかってみると、前の抵抗値の半分くらいしかないことがわかり、ぬれた手で電気器具などにさわつて、感電した場合には、人体に電流が流れやすく危険であることがわかる。

また生徒の持つている鉛筆の芯について、抵抗があるかないか生徒にたずねてみる。無限大を示すと答える生徒、0Ωを示すなどいろいろの答を出す。これを実際に測定させてみて、意外に抵抗が少ないことを知りおどろく。たとえばHBでは12Ω、2Hで100Ω、5Hで500Ωくらいを示す。これをさらに発展させると鉛筆に電圧を加えると電流が流れるかどうかを考へさせてみる。電流量を計算させてみて、実際に100Vの電圧を加えるのも面白い。赤熱して木部がもえてくることがわかる。

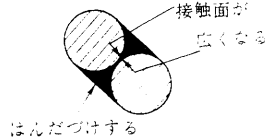
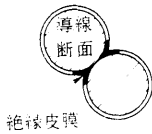
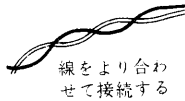
(2) 接触抵抗

技術教育では各種の電気部品を導体である電線によって配線する。この場合、電線をただよじつただけでは、その接触部に抵抗を生じ、電流が通りにくくな

る。

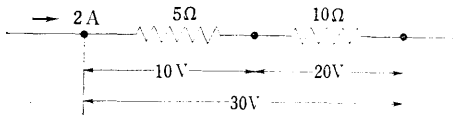
これは、導線の表面に、酸化皮膜や油脂類などの、薄い絶縁皮膜ができるため、これは、大きな電流が流れるとやぶれて抵抗が下がるが、微弱な電流に対して高い抵抗を示す。このため電線と電線との接触箇所ははんだづけが行なわれる。

接触抵抗は、この他にもスイッチなどの接点部で考えなければならない。



(3) 電圧を分割したり取り出したりする

回路の中に抵抗があると、その両端では電圧降下が生じ、電流を電圧としてとり出したり、抵抗が直列に接続されていれば、抵抗値に応じて分割される。これは、ラジオ回路やテスターの回路などでは特に重要なことである。



30Vの電圧が10Vと20Vに分割される。

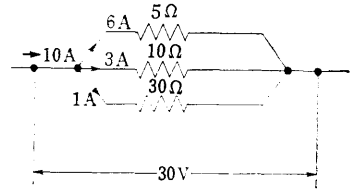
(4) 電流を分ける

回路の中に抵抗があると抵抗値に応じた電流が流れるが、抵抗を並列につけると、抵抗値に応じて電流が分流する。この性質もラジオ回路をはじめとして、各種の電気器具の回路を研究する場合に大切なことである。

(5) 温度によって抵抗値が変化すること

100Vの電球の抵抗値を回路計で測定すると、約8Ω。60Wのものでは約12Ωある。とこ

ろが100W電球を交流の100Vで使用した場合の電流は、 $L = \frac{W}{E} = \frac{100}{100} = 1$ となり1Aしか流れない。こ



れを実測した抵抗値から計算すると、 $\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} = \frac{100}{8} = 12.5\text{A}$ 流れなければいけないことになる。これを説明するのは、抵抗の温度係数であるが、技術教育であつたか、電熱器具などの測定や計算には、単なる抵抗の測定値では説明のつかないことも考えておかなければならない。

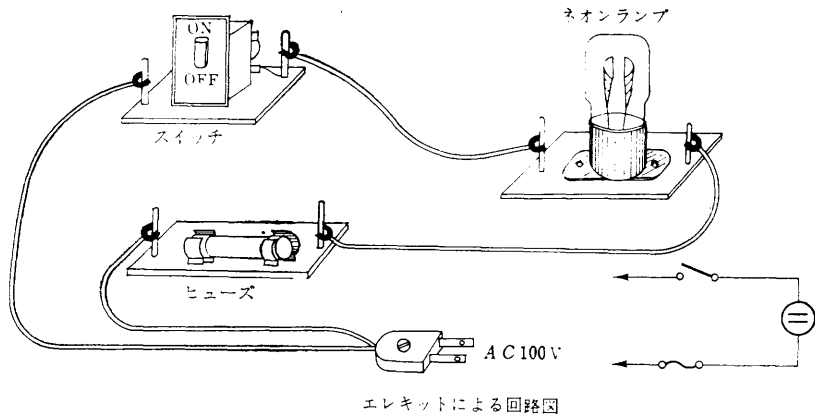
なければならぬ。

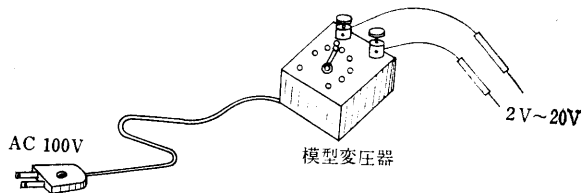
2. 交流回路における抵抗

実験 電灯線の電源を次の図のようにネオン電球に加え、ネオン電球の光るようすを観察する。

ネオン電球は70V程度になると放電をし、マイナス側が光る性質があるので、この実験では対向する両極から光を出すことをみる事ができる。これは電灯線電源は交流の100Vであり、⊕⊖の極がたえずかわっているからである。もし直流電圧を加えればネオン電球は片側しか光らない。このような性質を利用すると直流と交流との見分けや、直流の中でも⊕側、⊖側の区別をする場合にも利用することができる。

測定 交流の100Vに変圧器を接続し、変圧器の端子からいろいろな電圧を取り出して測定してみよう。





電気の実験をする場合、100V の電圧をそのまま利用してもよいが、生徒が安全に積極的に実験できるように、電圧を下げる必要を感じる時もある。

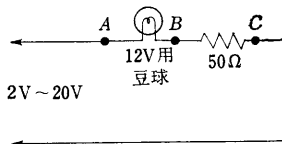
電圧を下げるにはスライダックを利用するか、変圧器を利用すればよいが、ここでは模型の変圧器を利用した。市販されている普通のもは0V~20Vまでが2Vおきくらいに取り出せるようになっている。

交流は変圧器によって自由に電圧を上げたり下げたりすることができるの便利性質があるということもここで教えておくとよい。

測定 つぎの図のような回路をつくり、A B、B C間の電圧を測定してみよう。

図で電圧を2V、4V、6V……とかえて各部の電圧を測定する。

この実験や測定からわかることは
① 抵抗値が一定の場合は、電圧と電球の明るさとの関係は、電圧が高くなるほど明るくなること



電 源	A B間	B C間
1.8V	1.4V	0.2V
3.6V	2.4V	1.2V
5.6V	3.2V	2.4V
7.6V	4V	3.4V
9.4V	4.6V	4.6V
11V	5.4V	5.8V
13V	6V	7.2V
17V	7.4V	11V

9.4V の時、電球の両端の電圧はの抵抗と同じ値になる。この時の電流は

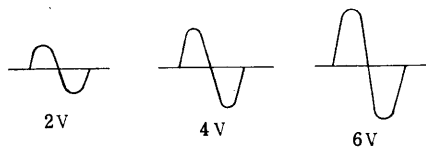
$$\text{全抵抗} = 50 + 50 = 100\Omega$$

$$\text{電流} = \frac{9.4}{100} = 0.094\text{A}$$

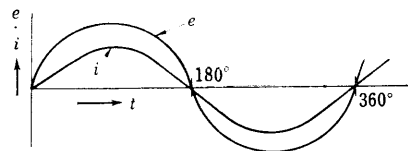
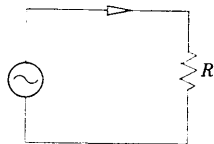
観察 交流波形をオシロスコープで観察してみよう。

変圧器からとり出した交流電圧をオシロスコープに入れ、2V、4V、6Vと電圧を増して波形をみると交流波形の山がだんだん高くなってゆくことがわかる。

交流回路に抵抗があると電流をさまたげる。そしてその程度は抵抗値が大きいほど大きくなる。しかしこの時の電圧と電流との関係は、時間的に全く同位相である。



波形がだんだん大きくなってゆく



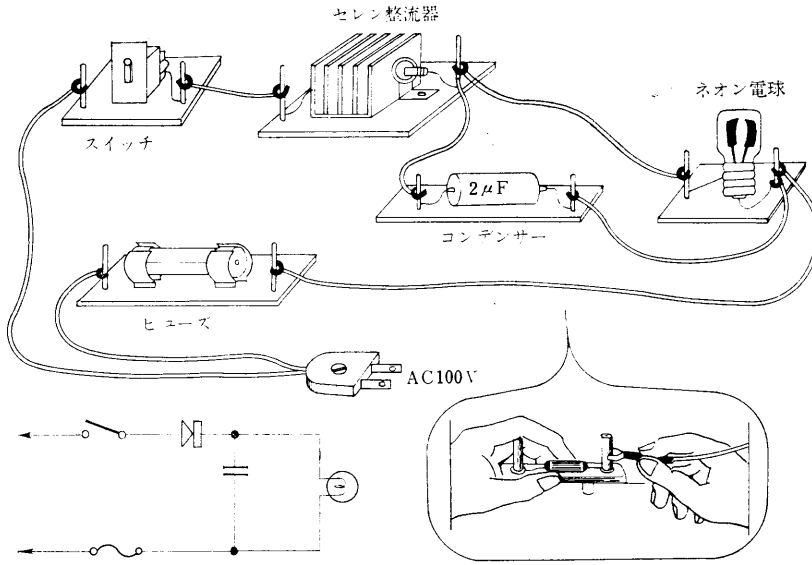
3. 交流電源から直流電源を作る方法

授業の中で、直流電源を必要とすることはたびたびあるが、直流電源として、かんたんに得られるものは乾電池である。乾電池は、1.5V、6V、22.5Vなど定められた電圧をもっているが、これらの電池を直列あるいは並列に接続することによって、各種の電圧や電流の電源を得られる。

この他に交流電源を直流になおして使う場合もあるが、このことを整流という。これには、セレンのような整流器を使う場合と、真空管を使う場合とがあるが、かんたんな実験をする場合には整流器とスライダックを組み合わせたようなものが便利である。

技術科の授業では、交流電源を直流にかえて利用したり、電圧を自由にかえる方法を理解するのも大切になるので、セレンなどはもっとおおいに利用してゆくべきである。

実験 セレン整流器を利用して次の図のような回路をつくり、ネオン球の光るようすをかんさつする。



エレキトによる実験回路図

この結果、まへの交流の場合と同様に、抵抗は電流をさまたげたり、電圧を分割したりするが、変圧器から入った電圧がそのまま整流してABにでてこないのはセレンや豆球がオームの法則にしたがわない、非直線性があるからである。

もう一つのデータを取ろう。図のような回路を作って電圧と電流を測定してみる。

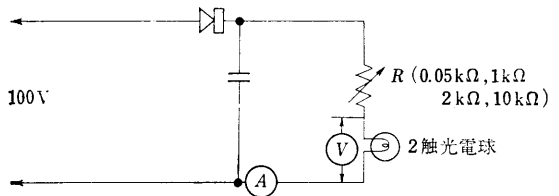
前にのべたようにネオン球は70Vくらいで放電する性質があり、セレンは電流を一方だけしか通さないのので、この実験ではネオン球の片方だけが光ることがわかる。

この実験で2μFのコンデンサーをつけた場合とつけない場合とでネオン球の変化をかんさつすると、コンデンサーをつけない場合は、ネオン球の片方にもわずかに光が残り、完全な直流になっていないことがわかるが、コンデンサーをつけると完全に放電は片側だけになり、平滑作用を理解することができる。

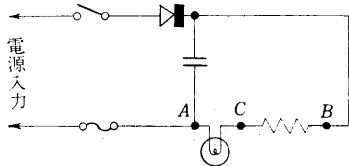
観察 上の実験で、波形をオシロスコープで観察してみよう。

4. 抵抗のある直流回路

測定 つぎのような回路をつくってのAB, BC, A C電圧を測定してみよう。



トランスから入る電圧	AB	AC	CB	電流
2 V	0	0	0	0
4 V	0.2	0	0.2	5 mA
6 V	0.8	0.1	0.7	15 mA
10 V	2	0.8	1.5	30 mA
20 V	5.5	2.8	2.8	60 mA



測定結果は上の表のようになるが、これをグラフに書いてみると、直線にならず、抵抗値を増加さ

K	Ω	電圧 [V]	電流 [mA]
0		66	37
0.5		53	33
1		44	30
2		32	25
10		7.5	//



セレンをつけない時の波形

コンデンサーをつけない脈流

コンデンサーをつけて平滑する直流に近い波形

せると、電流は減少するが電圧、電流、抵抗の関係は

オームの法則に完全に合致しない。

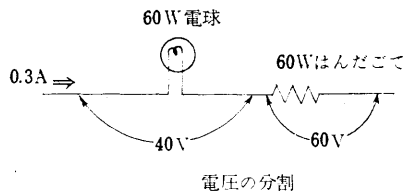
5. はんだごて台の回路の測定

以上は、教室でもできるかんたんな測定や計算についていくつか述べたものであるが、技術教育であつかうポイントとなるのは、回路の中に抵抗が入った場合その抵抗によって電圧や電流の配分や、回路の性質がどのようにかわってゆくかを、総合的に統一してつかませることである。このような学習をさせるには、固定抵抗器を直列あるいは並列に接続して、実験のため回路を作ればよいが、ある程度、実用的に作られた器具や装置の中で考えさせれば、なお授業の効果をあげることができる。

つぎにその参考としてはんだごて台をあげる。

図は、はんだごて台の構造と回路を表わしたもので、こての使用中は、こてに流れる電流を少なくして、焼けすぎないようにする働きをもっている。

このようなしくみを測定によって確かめてみると、つぎのような結果になる。



抵抗測定	60Wのこての抵抗 60Wの電球の抵抗	160Ω 10Ω
電圧測定	電源電圧 こての両端に加わる電圧 電球の両端に加わる電圧	100V 60V 40V
電流測定 (交流電流による)	こてを使用中の電流 こてを使用していないとき の電流	0.6A 0.3A

この結果わかるように、こてを使用しているときの電圧は100V加わり、電流は0.6A流れている。しかし、こてを使用していないときは、こての両端に加わる電圧は60Vしかなく、電流も0.3Aしか流れていないことがわかる。

これは電球の抵抗によって電圧降下が生じたからで、抵抗を直列に接続した場合には、電源電圧はそれぞれの抵抗値に応じて分割されることがわかる。この温度は「電流」²×抵抗によって発生するので、この場合のこての温度は低下するがこれをオームの法則によ

って考えてみると、こての抵抗値と測定した電圧、電流との関係が合致しないことがわかる。これは、前に述べた抵抗の温度係数によるもので、このことを考えないと疑問は解決しない。

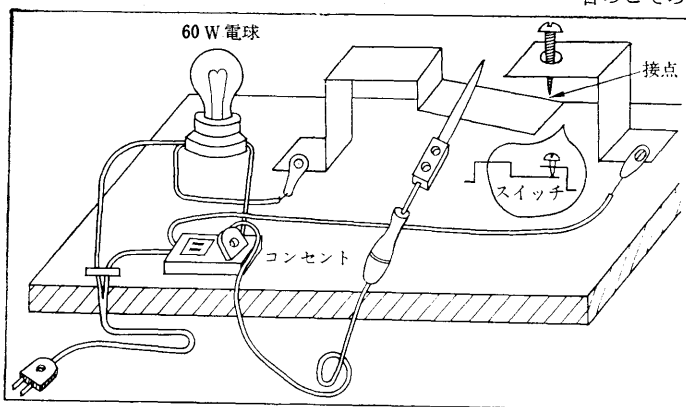
またコンセントに「はんだごて」を同時に2個つけると電流は $0.6A + 0.6A = 1.2A$ 流れ、並列回路では各回路に電流が分流することがわかる。

なお、この実験は電球、こてともに60

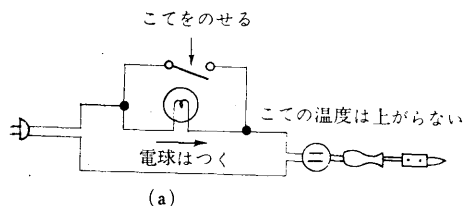
Wのものを使用しているが、これを40W、80W、100Wにかえると、ちがった測定値を示すので、いろいろおもしろい計算をすることができる。

(次回、コンデンサを含む回路の測定)

(東京都葛飾区立堀切中学校)

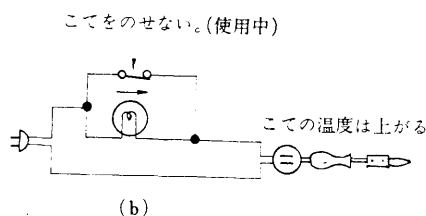


はんだごて台の構造



(a)

こてを使用しないとき、電流は電球中を流れるので、タングステンの抵抗によってこてに流れる電流が少くなる。



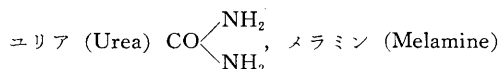
(b)

こてを使用しているとき、電流は直接こてに流れるので、この温度は(a)よりも上がる。

<塗料の知識>

最新の塗料(2)

先月号では最新の塗料、特に木工品に使用する塗料の種類と性質をあげたのであるが、ここではその主要の商品名を見、その使用法を概略あげてみましょう。



$\text{C}_3\text{N}_6\text{H}_6$ または $\text{N}_3\text{C}_3(\text{NH}_2)_3$ は花形的存在である。光沢およびその保持性、淡色で保色性、硬度密着性、耐衝撃性耐水、耐湿、耐酸、耐アルカリ、耐候性など

<木工用>

商 品 名	主 要 原 料	メ ー カ ー	取 扱 店	備 考
アイラック・クリヤー	アミノ・アルキッド樹脂	愛知化学工業	菱木商店	高級木製品用
アイラック・シーラ	(下地用) //	//	西岡商事	
アイラック・エナメル	//	//	協和興業	
// シンナー	//	//		
赤船スーパー濃口	セラニックス	第一塗料製造所	各塗料店	
アサヒポリエス	(家具)ポリエステル樹脂	朝日ソルベント工業	朝日製品特約店	
アサヒウレタン	ポリウレタン樹脂	//	//	高級家具ミシン
アサヒアミン	アミノ・アルキッド樹脂	//	//	椅子・机
アサヒライト	特殊合成樹脂	//	//	木工家具仕上用
アサヒクリヤラッカー	ニトロセルローズ	//	//	一般用
アサヒアミンシーラー	アミノアルキッド樹脂	//	//	中塗用
アサヒポリシーラー	ポリエステル樹脂	//	//	一般家具
旭ラッカープライマー	ラッカー	大日本塗料	杉治商事	ラッカー仕上 下塗用
旭ラッカーサーフェサー	//	//	吉村塗料店	中塗用
旭クリヤラッカー	//	//		家具
油ワニス	油ワニス	鈴鹿塗料		
アミラック	メラミン樹脂焼付	関西ペイント		T・V キャビネット
アミラツシンナー	アミラッククリヤー・エナ メルのうすめ液	//		
アミンラック	アミノ樹脂	佑光社ペイント		家・木・竹
アルキラックニス	アルキッド樹脂	旭ペイント		家・木・竹
ウッドファイラー	ラッカー	田辺化学	山一塗料商会・他	
//	合成樹脂系	関西ペイント		着色目止用
ウルトラックゴールド サイズ	フェノール樹脂	//		下地パテ用下塗
ウッドミーラー	硝化綿	長島化学工業	全国83社塗料店	
エルバ	合成樹脂	東光化学工業		
オイルステイン	硝化綿	長島化学工業	全国83社塗料店	

にすぐれた性能を示すが、乾燥に高温 (120°C~150°C, 30~40分) を要することと比較的耐汚染性の乏しい。この樹脂は単独で使用するのではなくアルキッド樹脂と併用するのが普通である。その割合はユリア・メラミン樹脂20~40部に対して、アルキッド樹脂60~80部であるからアルキッド樹脂の型がユリア・メラミン樹脂に与える影響は著しい。家具塗料として酸を触媒とするユリア・アルキッド樹脂は優れた性能をもっている。

酸触媒の種類、添加物量によって異なるが常温または低温乾燥(60°C位)で1時間または2時間で乾燥する。この塗料はニトロセルローズラッカーに比較して可撓性、耐コールドチェック、耐アルコール性、たばこの火に対する抵抗性においてすぐれている。家具塗料は金属用焼付塗料と異なり、アルキッド樹脂に対してユリア樹脂の含有量が多い。標準のものは重量部として同量ずつ用いる。

おしどり印エナメル オルガ 100-2-500 各種用シンナー // カクタス各種 カビノン No. 11 菊富士セラックニス // 菊富士速乾ニス 菊富士白ラックニス クリヤーH クリヤーラッカー ゴールドスーパ 鷲印ゴールドサイズ サンコートNo. 1000 サンデングシーラー シンナーAAA シンナー // スターラック スパーライト // ソルボックス タナベポリエステル // トップコート ミドルコート USNo. 1 シーラー トブロン ニットクリヤー	合成樹脂 希釈剤 各種 希釈剤 フェノール樹脂系 ラッカー系クリヤー エナメル アルコール塗料 アルコール系 // // // クリヤーラッカー 硝化綿 フェノール樹脂 ワニス ポリエステル樹脂 ラッカー シンナー エステル・ケトン・炭化水素 // 合成樹脂系 // 速乾合成塗料 不粘着用表面塗布剤 ポリエステル系 // // ポリエステル樹脂 合成速乾ワニス	光揚塗料 日本ペイント 長島化学工業 日本特殊塗料 東亜ペイント 関西ペイント 富士塗料工業所 // // // 第一塗料製造所 東光化学工業 東亜化学 日本ペイント 長島塗料製品所 田辺化学工業 第一塗料 日本自動車 ロックペイント セラスター塗料 大起ペイント 富士塗料工業 長島化学工業 田辺化学工業 // // 長島化学工業 大日本塗料	全国主要塗料店 // // 各種塗料店(全国) 野村塗料店 横井 // 各塗料店 // (全国) 渡辺塗料・他 大和 // 細田 // 長瀬 //	玩具・金機・什器 木・金用 屋内外木部 金属・木・建築物 高級用 ワニス仕上 下塗用 一般上塗 希釈剤 // // 木・家具 高級用 ミシン・テーブル T・V・ステレオ キャビネット 家具類
---	--	---	--	---

これまでエリア、メラミン樹脂塗料について大略みてきたのであるが、アミノ樹脂塗料はいっばんにその欠陥として吹付時に生ずる波肌・オレンジピールや焼付時に発生するピンホールがあげられる。ピンホールは吹付後のセッティングの時間の長短と使用溶剤の沸点の高低に関係がある。

セッティングの時間が短かいとピンホールは発生し易く、長いと発生し難い。また沸点の比較的高い溶剤はピンホールを発生し難く、沸点の低い溶剤程ピンホールを発生し易い。オレンジピールは吹付けた時の肌が乾燥後平たんにならない現象であるが、この原因としてアミノ樹脂およびアルキド樹脂の性状、溶剤の種類、塗膜の表面張力に関係がある。オレンジピール防止剤として、シリコン樹脂、各種界面活性剤などが効果があるといわれている。

いっばんにはアルキド樹脂ワニスは油性ワニスと比較して色の淡いこと、耐候性が優れていることでま

っているが、耐水、耐アルカリ性では劣っている。不乾性アルキドはもっぱら焼付乾燥型塗料か、またはラッカーエナメル、ラッカークリヤーに配合されている。この樹脂は塗料用の各種の合成樹脂と相溶性がよいので必要に応じて併用し、希望の塗料を作ることができる。今日の塗料の点に基幹をなす合成樹脂ともいえる。

ポリウレタン樹脂塗料の特長は

- ①同一塗料で常温乾燥および低温焼付ができる。
- ②ポリスチロール以外のあらゆる素地（金属、軽金属、ゴム、プラスチック、皮革、フォーム、セナイ）に対し密着性がすぐれている。
- ③塗膜は弾性にとみ耐摩耗性、防食性が良好。
- ④水・海水・湿気・油・薬品溶剤に対しては、非常に抵抗性が大であり、耐薬品塗料として特にS含有化合物にすぐれている。
- ⑤作業性良好。

<木工用下地塗料>

種別	品名	主要原料	乾燥時間	塗装法	用途
着色剤	オイルステイン	油性染料, 油ワニス, 溶剤	3~5時間	ハケ塗り	木材素地の着色
目止め剤および下塗塗料	ウッドファイラー	顔料, 乾性油または油ワニス, 溶剤	8~15時間	ハケ塗り ヘラ付け	孔, 溝をうめ, 中塗りの吸込を防ぐ
	ウッドシーラー K-5533	ニトロセルローズ, 樹脂, 可塑剤, 溶剤	30分以内	ハケ塗り 吹付塗り	下塗り用
	オイルパテ K-5592	顔料, 油ワニス	8~12時間	ヘラ付け	下塗り用
	ラッカーパテ K-5536	顔料, ニトロセルローズ, 樹脂, 可塑剤, 溶剤	1~2時間	ヘラ付け	下塗り用
中塗塗料	サンジグシラー K-5534	ニトロセルローズ, 樹脂, 可塑剤, 溶剤, 金属せっけん	0.5~3時間	ハケ塗り 吹付塗り	中塗り用
	オイルサーフェサー K-5593	顔料, 油ワニス	6~12時間	ハケ塗り 吹付塗り	中塗り用
	ラッカーサーフェサー K-5536	顔料, ニトロセルローズ, 樹脂, 可塑剤, 溶剤	0.5~2時間	吹付塗り	中塗り用

⑥難燃性で、シリコンに次ぐ耐熱性(200°Cまで)がある。

⑦硬度高く、電気的性格が良好。

塗膜性能は、ポリエステル、イソシアネートの種類と、量および硬化条件により相当変化する。ポリウレタン樹脂塗料使用に際しては、無毒性保証のある商品を使用するのが妥当と考える。本塗料の欠点は黄変性があり、アクリル系樹脂のごとき純白性が得にくいこと、および、外部に長期曝露した場合「ストックング」することであるが被塗物の防食性がある間は耐候性良好と判定する。下塗1回および上塗2回塗装されたウレタンは2年経過後も、なんら異状を認められない。木工塗料としても本質的にセルローズの水酸基と反応し、強固な結合を生じ、かつコールドチェック抵抗性がある配合においては非常につよくテレビキャビネットなど広範囲に使用される。

ノンワックスポリエステルはクリヤーとしてのみならずエナメルに使用できるのが大きい特長である。

用途に応じて適当に混合使用するが密着性の優秀な点より木工用のみならず金属用に用いられる。木工塗装の場合には下地処理が重要であり、現在ポリウレタン系シーラーにて、捨てぬりして乾燥後ポリエステルを2~3回スプレーを行なう。導管の深い材には目止を行なう必要があるが油性目止は密着不良を生ずる。スプレーの他にフローコーターによるプリント合板そ

の他の塗装の用途がある。この場合2-Headのためにも有利に作業ができる。不飽和ポリエステルのもっとも特長とするところは1回の塗装回数で肉持の良い面が得られるのであるが、これが、ノンワックスになると前に述べたようにスチロール損失が使用スチロールの70%に及ぶことは塗装に2~3回必要とすることになる。乾燥性が少し劣り低温の場合の硬化不良の点耐薬品性、耐水性、耐摩耗性の不十分な点(ウレタン樹脂はこの問題をすべて解決する)よりさらに性能向上する必要があるように考えられるが現在の水準において有効に使用するためには特に木工用塗料の場合、使用樹脂の種類が多いため組合せることにより解決するのが良い。

ラッカーは近年の合成樹脂塗料の発達によりニトロセルローズを主成分とする蒸発乾燥型塗料であるラッカーは実用後約40年たつた現在も依然として利用度は多い。

湿度が高い時に塗膜面が乳白色になる現象を白化というが低沸点のシンナーの含有が多いと蒸発の速いため塗膜面を急冷し水分が凝結する。対策としてエアコンの塗装室の利用、乾燥した日に塗装するとか、蒸発の遅いリターダを10%前後 Mist Coat に利用するか、烈しくポリシングする、ホットスプレー法はこの点、問題解決に役立つ。

吹付時の距離が近過ぎたり、また離れすぎたり(正

常は 20~30cm) 塗料粘度が余り高い場合とか(正常は Ford Cup #4 で 20*前後) 厚塗りし過ぎたり(正常は 20 μ 前後) 温度が低い場合ゆず肌のように凹凸が目立つ現象で溶剤揮発に伴ない表面層の温度が降下し、徐々に密度の増加で対流が起き、局部収縮作用でゆず肌が起きる。

素材の表面状態、塗装時の塗膜状態により変るが、いっばんラッカーについていえば塗膜の内部応力は塗膜の厚さに正比例し可塑剤の添加、湿度の増加によって減少する。そして極性基同志の反応が問題になるようであるが、いっばんの状態は清浄な素材、最適の組合せによるラッカーとシンナーの利用、圧力 45~50 lb/in²、距離 25~30cm の塗装条件で行なうようにする。

塗料試験方法

塗料の試験を大別すると①塗料の状態に関する試験
②塗料の実用上の試験 ③塗膜の性状に関する試験
④塗料の成分に関する試験に分類することができるがここでは④を省略してその簡単な方法を記す。尚内容は主に J I S K5400 塗料一般試験方法を参考にしたので手順の詳細については同規格を参照されたい。

試験の一般条件

温度 20 \pm 1 $^{\circ}$ C 湿度 75 \pm 3% で日光の直射なく試験に悪い影響を与えるようなガス・蒸気・ホコリがなく、通風のきわめて少ない場所とする。試験に用いる材料、器具、試薬は J I S に規定されているものはすべてこれを用いる。試験に用いる塗り板はガラス板をセッケン・洗剤、アルカリなどの水溶液で煮沸してから水で十分に洗って乾かしブリキ板はエチルアルコールとベンゼンの等容混合液で十分に洗い乾かす。塗料の試験では見本品を必要とする場合が多い。たとえば

塗膜の色の試験のように判定の規準があらかじめ取り決めた色であるとか、使用者の好みによるような場合、耐水性や耐揮発油性における塗膜面のツヤの変化や変色、色の安定度の試験における塗膜の退色の程度のように試験の結果が前の試験塗膜に比べると一般に多少の変化を生ずるような場合、作業性の試験のように試験者によって判定の基準が必ずしも一定しない場合、促進耐候試験や屋外パクロ試験のように試験機が異なったり試験の時期や場所が変わると試験結果が多少異なるような場合には見本品を用いて同時に同様に試験し比較判定を行なうことが必要である。

状態に関する試験

1 透明性 試料と見本品とを径と肉厚の等しい別々の試験管に入れ、接して並べ、拡散日光のもとですかしてみる。見本品に比べて透明性が劣らず、浮遊物、沈澱、液相の分離を認めないときは透明である。

2 粘度 液体の一定量が流出する時間を測定する方法(J I S 毛管粘度計、エングレー粘度計、フォードカップなど) 液体中を気泡が流動する速さを測定する方法(J I S 粘度計、ガードナー気泡粘度計など)

液体中を球またはオモリが落下する速さを計り測定する方法(J I S 落球粘度計、ヘプラー粘度計、ラフチェック粘度計など) 液体中で円筒、翼などを回転させ、回転速度の変化、回転体の抵抗などにより測定する方法などがある。

塗料の実用上の試験

- 1 作業性 ハケ塗り、吹付塗り、ヘラ塗り、などがある。
- 2 乾燥時間
- 3 貯蔵安定性などがある。

<つづく>

はんだごての製作

向山玉雄

1 はんだごて製作の意義

電気エネルギーと熱エネルギーにかえる装置や器具はたくさんあり、技術科の教材の中にもいくつかありますが、今までは、電気アイロンの分解、組立をみついているところが多かった。ところが、最近の電気アイロンには、分解に不適當なものが多くなり、実習教材としては適當でなくなりつつある。

そこで、はんだごての製作をとりあげることによって、電熱器具の基本的な働きや、構造を知り、製作を通して、電気工作技術の初歩を身につけさせるなどの点、非常に良い教材である。

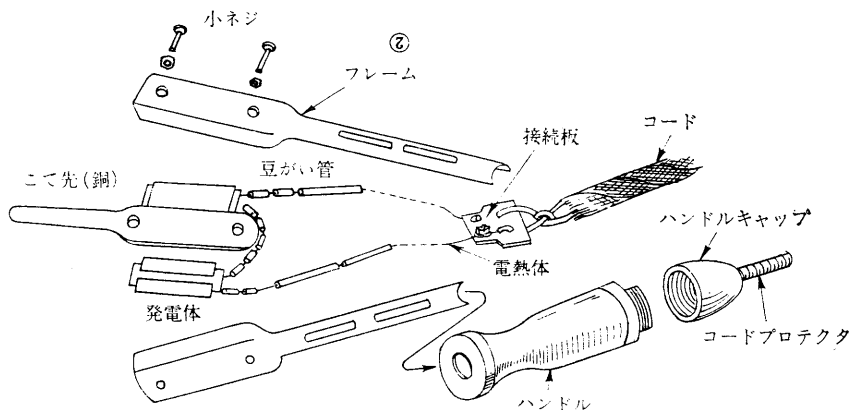
製作、組立だけに必要な時間は、せいぜい3時間でものたりないが、電気学習は、回路や材料、測定などが、学習の中心であるので、この程度でさしつかえない。また、はんだごてを作っておくと、それ以後に使用する時に正しい取扱ができるようになり、一人一人に作らせるので家庭学習や学校での電気工作に利用価値が高い。

2 ここで学習できること

- (1) 電熱線としてのニクロム線の観察
- (2) 耐熱性絶縁物としての雲母や、ガイ管の性質を知る
- (3) コードと器具の接続作業による電気工作法や、組立技術の習得
- (4) ニクロム線による発熱の原理
- (5) 発熱量や温度の測定や計算

*なおはんだごて台(技術教育1963年9月号)と併用して学習すれば、回路学習としても効果がある。

3 構造と製作に必要な材料



1図 はんだごての構造

1表 材料表

部番	部品名	数量	備考	部番	部品名	数量	備考
1	接続板	1		9	豆がい管 A	6	3φ×30 ^L
2	ターミナル板	1		10	〃 B	4	3φ×20 ^L
3	ターミナル用六角ナット	2	3φ用黄銅	11	丸小ネジ	2	3φ×12 ^L
4	ターミナル用小ネジ	2	3φ×5 ^L	12	ナット	2	3φ用, 軟鋼材
5	ハンドル	1		13	ハンドルキャップ	1	
6	フレーム	2		14	コードプロテクタ	1	
7	こて先	1		15	コード	1	袋打コード 2 m
8	ヒーター	1	60Wまたは80W	16	さし込みプラグ	1	平型

4 製作法

(1) (端子) ネジを取り付ける

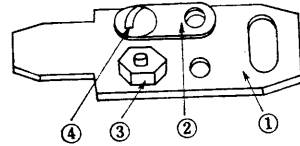
ネジ (3φ×6^L) をターミナル板 (端子板) に通しさらに接続板の左下側の孔に入れ裏側より六角ナットをかける。次に接続板を裏返して上の作業をくり返す。

(2) ハンドルにフレームを取り付ける

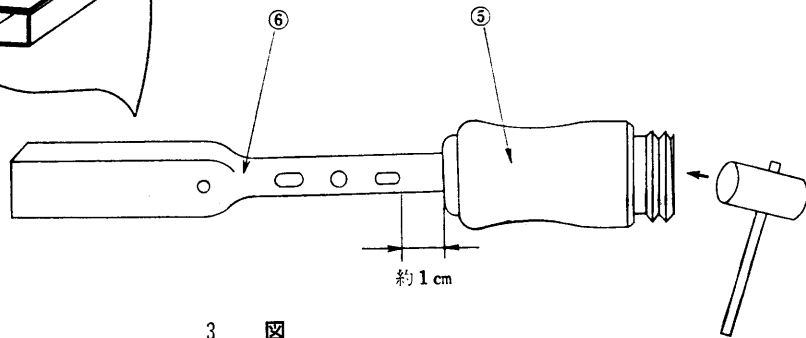
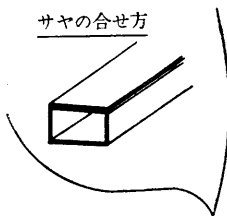
ハンドルキャップをはずし, フレームを合せ, ハンドルにハンマーで打込む

(3) ヒーターおよび, こて先の取り付け

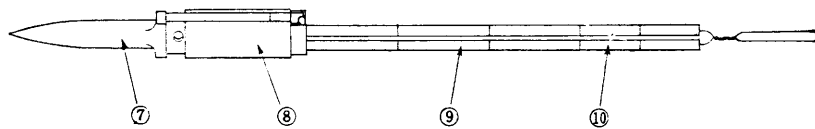
④ヒーターのリード線ががい管を図のようにおし, こて先をヒーターで挟む。



2 図

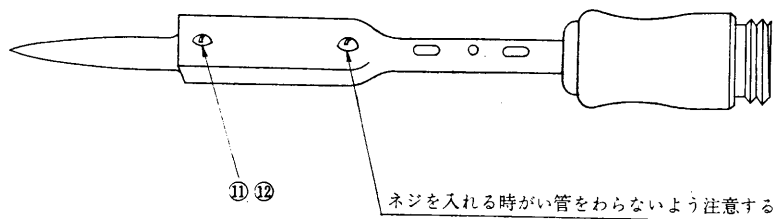


3 図



4 図

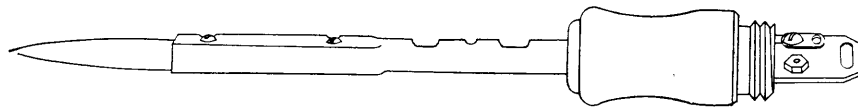
- ⑩こて先をヒーターで挟んだままレフォームに入れ、ネジ(3φ×12L)⑪、⑫で止める。



5 図

(4) 接続板の取り付け

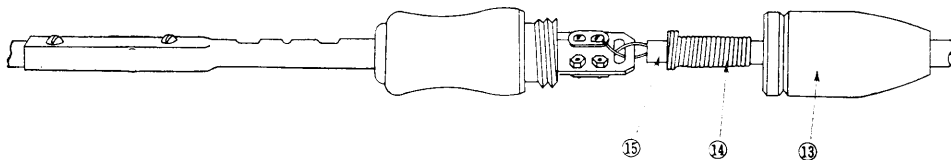
ハンドルより出ているリード線を左右に分け、その中央にターミナル加工したものを打ち込む。次がい管をハンドルの中に入れ、リード線をネジの頭の下へ右に1回巻き付け、六角ナットで締める(左右共)。余ったリード線を切り落す。



6 図

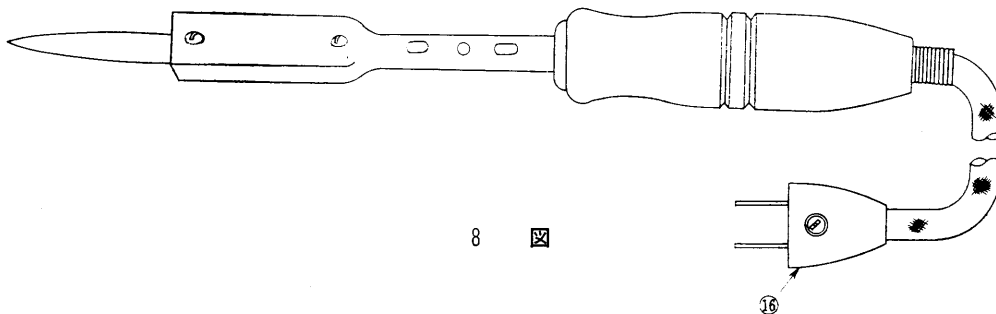
(5) コード付け

コードにハンドルキャップ及びコードプロテクタを図のように入れておき、コードの先を接続板の楕円形の孔に1本は上から、もう1本は下から交叉するように通し、芯線の輪にネジを入れ、さらにターミナル板の左上側の孔に通し六角ナットで締める(左右共)次に把手の蓋をする。



7 図

(6) 完成 図



8 図

このキットの発売は、東京都千代田区神田小川町1-10

鬼頭輝一商店 Tel (253) 3741~5 定価 260円

かんたんなこしかけ (一年生向き)

佐藤 禎 一

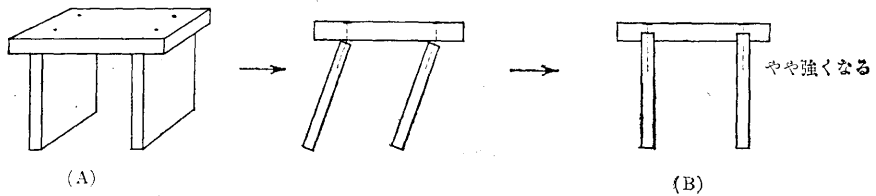
- 【学習目標】
1. 板材を構造的に強くする方法を考える。
 2. いすやこしかけにはどのような力が加わるかを考え、その力のくわり方と材料や構造の関係を学習する。

【この教材の特徴】 本立や箱は、大きな荷重がかかることを前提としないので、正しい形をとることに学習意義があるが、構成学習としては不充分である。2年の角材を用いるいすやこしかけに行く前に、構造の重要さに気付かせる学習として考えた。板材のこしかけを400円も費やして製作するよりもかんたんである。

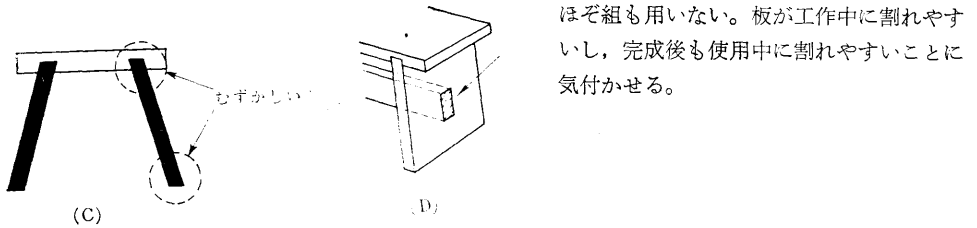
【材料】 厚さ12~15ミリ、幅180ミリ、長さ900ミリのスギカラワン材など

【学習過程】

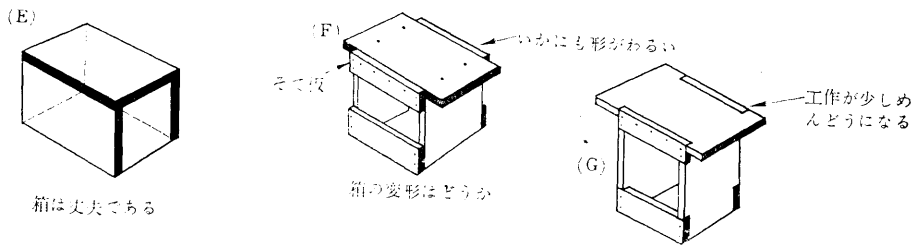
- ① こしかけまたは台の基本形を考える。



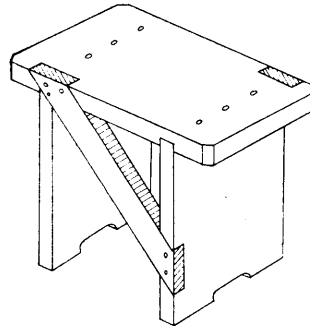
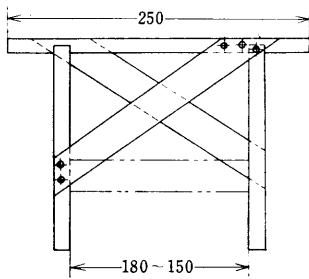
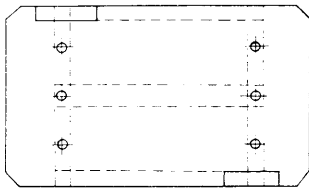
- ② むずかしい工作はやめることにする。



- ③ かんたんな工作で丈夫にするにはどうしたらよいか考える。



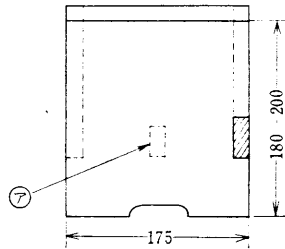
- ④ 基本形にもどって考える。
- ⑤ 実際の製作例



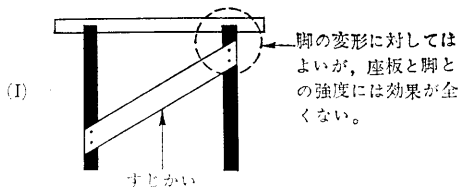
(H)

〔参考〕

- 第3角法の学習教材としてもよい。
- ㉗のきんはあつた方が強い。ぬきにしないでよい。

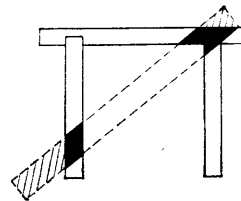
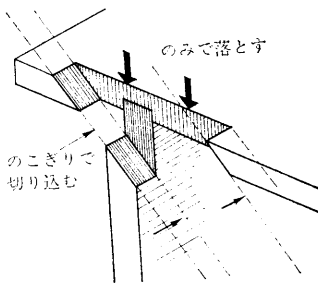


〔工作上の注意〕 ① B型を製作してから、すじかいを考える。



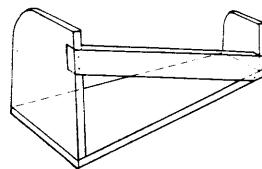
(F)型のそで板の効果とすじかいの効果の両方を兼ねると(H)になる。(B)に対してすじかい材を当ててけがく。

② のことのみで、あごを作る。



〔参考〕 本立てとして考えてもよい

〔むすび〕 実験的に学習を進める。この切り欠き接合を通じて、各部材相互の関係を学びとる。



▽ 研究部便り

ニュース子がしばらくさぼっていたので、ニュースでないニュースになります。今年に入って研究部の方向も新しいものに脱皮しなければ……という気分がみなぎってきています。というのは、もう教材論としての「技術学を中心にすえて」ということは、本来が教育論としては限界のあるものであったし、各地の研究会にも、このあいまいさを背おったまま横行し始めているかです。正月早々武蔵野の野辺に合宿して、新しい研究方向への模索が始まりました。「教材を整理しよう」「授業を大切にしよう」という平凡なことが何を原則にして研究されたらよいのか。3月号の岡先生の論文もこの合宿で生まれてきたものと考えるのは言いすぎではないと思います。2月は日教研の報告、栽培家庭科問題の整理でした。岡山大サークルの皆さんと話し合ってきたことなど日教研も爽りが多かったわけです。ただ討論に自然さが欠けたということは意見の不一致が明きらかにならないというよい点だけで評価はできないでしょう。2月には東京都の官制教育研究会もありましたが、発表は溶接を含めたゴーカートや電気におけるコンデンサの教授法という、全く教科書などを乗り越えたもので特に文句もつけません。3月は研究方向の具体的検討ということで、本年度夏の大会に向けて、「授業研究」のあり方をテーマにしましたが、岡先生の自然科学の法則と授業のあり方に論議が湧き、4月に本論をゆずりました。研究部のメンバーも最近日ごとに忙しく、まとめの論文も停滞しがちになっております。一同反省し、発奮して行きたいと思えます。

▷ 本連盟全国研究大会日程決まる

第13回目を向かえた本年度の研究大会について、2月頃から委員長後藤先生を中心に準備が進められておりましたが、8月2日から3日間、岩手県花巻市において、岩手県技術・家庭科研究会と合同で開催されることに決まりました。栽培・加工・機械・電気・女子の工的分野・家庭科の6分科会とし、テーマは「授業をどう組織するか」ということになりました。このテーマは単に現今はやりつつある授業研究ということではなく、具体的な授業の展開を話し合いながら、技術・家庭科のあり方、真の技術教育とは何か、施設設備の負困はどのように影響を与えているのか、どのように

克服したかなど、研究し合おうという意味を持っています。この大会に先立って例年の技術科夏期大学も豊富な陣容で開かれます。会員諸氏の奮ってのご参加を期待します。詳細については別項にゆずります。

▷ 高校入試問題落ち込んだ東京

例年のアチーブも終わって全国の出題傾向に話しのたねを拾ってみると、昭和38年度の問題は37年度とくらべて全国的に向上していることがわかる。道具選びややり方主義の影はほとんど消え去って来た。あっても工具の名称をら列しないで、絵や写真を選択肢にして問題を特殊な姿にしまいとする配慮が見られる。荷重と強度は相かわらず木材に限定されたりして発展も頭打ちだが、一昨年とくらべて電動機の多くなっていることなどは驚く。工作機械の問題が数少ないのは施設の問題である。ただこたえ方が二つにも三つにもとれるようなものもある。技術的思考力が進めば進むほど答えが出しにくいことにもなりかねないような出題は一考を要するし、まだ子どもの認識が大切にされていない証拠である。このようなことはまた具体的に研究部で取り上げねばなるまい。おひぎもとの東京では、かんなの刃のひっこめ方や、ブツクエンドのわれ止め穴などが出題され全国的に見て昨年とは逆にすっかり落ち込んだのは、昨年工学的認識を大切に現場から苦情が出たのにこりたのだから。現場教師のよりの姿勢をつくっているのは統制教育そのものに根ざしているのだから痛しかゆしというところなのか。笑えない。問題傾向に増して気になるのは9教科中の配点である。高知や徳島のように5教科というのは論外だが5教科と差別している所が25県もある。主要5教科うんぬんはまさに教育体制そのものに問題のあることを示しているわけだ。とにかく今年もじっくり研究する必要がある。

▷ 季刊ニュース遅れる

日教研全国大会向けの主張と共に季刊ニュースを発刊したのは2月10日であったが、発送がおくれましておくれついでに中国教育使節団の講演内容などのっている民教連ニュースを同封。さらに池田種生先生編、「技術科の創意的実践」(大日本図書)のパンフを同封して発送致しましたのでよろしく。

(組織部 佐藤)

第13次 産業教育研究大会 予告

産業教育研究連盟の第13次産業教育研究大会を、岩手県技術・家庭科研究会との共催により、つぎのとおり開催します。全国にわたる読者の広汎な参加を期待します。

大会要項

<主題> 授業をどう組織するか

—それぞれの実践において、どのような能力を伸ばすために、どのような学習内容をどのように組み立て、どのように展開してきたか。その結果、子どもたちはどう変り、伸びてきたか。このような実践報告をもとにして、きめこまかな吟味をとげたい。できれば1時間・1時間の授業展開がふくんでいる問題・意味がとらえられるような多くの提案を期待する—

<会期> 8月2日(日), 3日(月), 4日(火)

<会場> 岩手県花巻市 花巻温泉(青葉館)

<日程>

第1日(8月2日)

9.00~12.00 全体会議

13.00~16.00 分科会

第2日(8月3日)

9.00~16.00 分科会(続き)

18.00~ 懇談会

第3日(8月4日)

9.00~10.30 分科会(まとめ)

10.40~12.00 講演

<分科会>

第1分科会 栽培学習を中心に

第2分科会 加工学習を中心に

第3分科会 機械学習を中心に

第4分科会 電気学習を中心に

第5分科会 女子の技術学習

第6分科会 家庭学習

<問題提起発表>

全体会議および分科会での問題提起のための発表を募る。7月10日までに連盟事務局へ。

<参加会費と申込>

参加会費 500円

申込期日—7月10日

所属機関・団体名, 連絡場所, 氏名, 参加希望分科会, 発表希望の有無を明記, 会費をそえて申込まれたい。

<宿泊> 花巻温泉青葉館

1人1泊(2食付) 1,000円

所属機関・団体名, 連絡場所, 氏名, 宿泊希望日明記のうえ, 予納金500円をそえて, 7月10日までに申込まれたい。

<申込先> 東京都目黒区上目黒6の1617

産業教育研究連盟事務局あて

第4回 技術科夏季大学講座の 開催について〈予告〉

〔主催〕 産業教育研究連盟
「技術教育」編集委員会

先月号でも予告いたしましたが、本連盟の「技術教育」編集委員会では、下記要項により第4回の標記講座を開催いたします。

ふるってご参加くださることを期待いたします。

講 座 要 項

〈会 期〉 7月27日(月)～7月30日(木)の4日間

〈会 場〉 東海大学 (東京都渋谷区富ヶ谷1481番地, 国電・渋谷駅下車西口バスターミナル⑤番幡ヶ谷行にて「ニッ橋」下車)

〈講師と題目〉

最新技術の動向と教育	東海大学学長	松前重義 (交渉中)
技術教育における授業研究方法	東京大学教授	細谷俊夫
技術の発展と教育内容	理学電気KK	岡邦雄
機械加工における技術革新の現状	本田技研	技術部 (交渉中)
切削加工技術の基礎	東工大機械実習工場主任	奥山勝治
技術科学習指導法	文部省職業教育課	鈴木寿雄 (交渉中)
機構学の基礎	東海大学教授	真保吾一
エレクトロニクスの基礎	岩崎通信研究所長	関英男
海外の技術教育の実際	東京工業大学助教授	清原道寿
技術科の授業をどう組織するか (研究討議)	産 教 連	研 究 部

〈日 程〉

日 時	午前9時～10時30分	午前10時40分～12時10分	午後1時～
7月27日(月)	最新技術の動向と教育	加工技術の基礎	機械加工における技術革新の現状
7月28日(火)	技術教育における授業研究方法	技術科学習指導法	工場見学
7月29日(水)	エレクトロニクスの基礎	機構学の基礎	研究討議
7月30日(木)	技術の発展と教育内容	海外の技術教育の動向	

〈会 費〉 2,000円 (資料費, 工場見学バス代などを含みます。)

〈申込方法・場所〉 予約金1000円をそえ, 東京都目黒区上目黒7の1179 産業教育研究連盟連絡所 (振替東京55,008番, 電話 713-0716) あて, 所属機関名および所在地, 連絡先, 氏名, 予約金額明記のうえお申込みください。

〈宿 泊〉 原則として紹介しませんので, 公立学校共済組合旅館の「うずら荘」「若葉荘」などに早く手配して予約して下さい。

特集：授業をどう組織するか

技術教育と授業の組織化について … 中村重康
——企業内教育との関係からみた問題点——

技術科の授業をどう組織するか …… 研究部

<実践的研究>

教具を活用した

誘導電動機の回転原理の指導 …… 加藤友一
機械学習の指導(その1) …… 深尾望子

技術科は技術史と無関係でよいか … 刀禰勇太郎
「教育の過程について」 …… 宮地誠哉

<海外資料>

労働教育の心理学の諸問題(4) …… 杉森勉

<塗料の知識>

最新の塗料(3) …… 水越庸夫

編 集 後 記

◇いうまでもなく、各教科には、それぞれに独自の性格とねらいがあります。だからこそ、各教科は教科課程の一環として存在しうるのであり、また存在価値があるのだといえましょう。

ところで、各教科が、その性格やねらいを十分に発揮しうるためには、それぞれの教科の性格やねらいを示す教育の内容(教材)の研究と同時に、その教材をどのような方法で指導したら、学習目標をより効果的に達成しうるかを考えなければならないでしょう。その場合、もっとも重要な関心事として、どのような教具を利用すべきか、という問題に教師は必ずぶつかるわけです。

まして、このことは、技術の教育において、特に顕著だと思います。きわめて複雑な構造・機能をもつ機械の学習において、また直接目にみえない電気の本質理解において、単なる黒板とチョークによるコトバだけの授業で、いったい子どもたちに、どのような技術的知識・理解、技術的思考を養えるというのでしょうか。養えないということは自明のことに属しております。

最近ようやく全国各地の現場では、技術教育における教具の必要性和意義と認識されだし、創意的な実践研究が行なわれるようになってきたことは、この意味から、ほんとうに喜ばしいことだと思います。本特集が、その気運をますます盛んにするための一助にもなれば、たいへんありがたいと存じます。

◇そこで本号では従来からこの問題に関心をもたれ、研究をつづけてこられた馬場先生に、「教具の製作と使用法」という観点から、その研究の一端を発表していただきました。また実践家の立場からは、小山和先生に、電動機学習において、子どもたちが最も困難を感じている「回転磁界」の指導について、どのような教具を考え、どのように、それをういたかの実践をまとめていただきました。これら諸先生の研究・実践は今後この問題にとりくんでいく場合、ないしいままでの実践を考えなおし、より深めていくのに、大いに役だつものと思います。

◇本誌では、たびたび本欄でお知らせしているように特集とは関係なく、広く現場のみなさまがたの日ごろの「実践的研究」、「教材・教具解説」などの原稿を随時求めています。気軽に下記連盟連絡所あて、ご投稿ください。

なお、採用させていただいた分については、掲載誌と薄謝を差しあげます。

昭和39年6月5日発行

発行者 長 宗 泰 造

発行所 株式会社 国 土 社

東京都文京区高田豊川町37

振替・東京90631 電(941) 3665

営業所 東京都文京区高田豊川町37

電(941) 4 4 1 3

定価 150円 (〒12) 1か年 1800円

編集 産業教育研究連盟

編集代表 後藤豊治

連絡所 東京都目黒区上目黒6-1617

電(712) 8048

直接購読の申込みは国土社営業所の方へお願いいたします。

生産技術教育 桐原森見著 価 550 円
〒120

モダン電気教室 稲田 茂著 価 250 円
〒 60

家庭工作機械の指導法 真保吾一著 価 650 円
稲田 茂著 価 120 円

技術教育（職業）の実践 清原道寿編 価 400 円
〒 80

技術教育（家庭）の実践 籠山 京編 価 450 円
〒100

食物学概論 稲垣長典著 価 650 円
〒120

改訂 被服概論 小川安朗著 価 600 円
〒120

プログラム学習入門 矢口新他著 価 300 円
〒 60

ストリュエロウ著 プログラム学習の心理学 東 洋 訳 価 320 円
芝 祐順 価 120 円

教育原理論 城戸幡太郎著 価 600 円
著 価 120 円

おとなは敵だった 中学生と取り組む 教師の記録 林友三郎著 価 360 円
著 価 80 円

教育相談ハンドブック 品川不二郎 価 1000 円
平井信義 価 120 円
玉井収介編

レクリエーションハンドブック 江橋慎四郎 価 500 円
三隅達郎編 価 100 円

教育実践と人間関係 依田 新編 価 500 円
編 価 100 円

生活指導の実践 沢田慶輔編 価 550 円
宮坂哲文 価 120 円

授業の科学 全7巻 波多野完治編 各 500 円
編 価 100 円

昭和二十八年七月二十五日
昭和二十九年四月二十五日
昭和二十九年六月十五日
昭和二十九年八月十五日
昭和二十九年九月十五日
第三種郵便物
特別扱
認
使
第
四
八
九
号
行
特
別
扱
承
認
使
用
（
毎
月
一
回
五
日
発
行
）

産業教育研究連盟

編 B5判 上製 箱入
価 3800円 千120

技術革新に対応して、急速な発展と充実を要望されている技術科教育の新しい内容と方法を、多数の図版を駆使して具体的に解説した。産教連10余年の研究成果と全国の中学校の優れた実践例を加味した類書の追隨不可能な新資料集！

東大教授細谷俊夫氏 「職業科事典」が以前に出た時、一片の指導書ではなく、当時すでに職業科から技術科への路線を暗示し、技術教育指導の指南車の役割を果たした。そして今回本書が出版されたことは、その内容の出来栄からいって、かつての「職業科事典」以上の大きな役割を果たすことを確信している。
前労働科学研究所長 桐原葆見氏 本書は近代技術の指導にあたって、誰もがまたいつも座右になくはならない知識の宝庫であり、よき相談相手である。

稲垣長典監修

B5判 上製 箱入
価 3600円 千120

本事典は、小中学校、高等学校を一貫する家庭科の学習を総括的に取扱うと同時に、家庭科本来の目標に立脚して実生活にも応用できるように編纂した。

前お茶の水女子大学学長 蠟山政道氏 基礎的に実習的にかつ資料的にいずれの方面にも用意周到に編集された本書の公刊を見たことはまことに悦ばしい。広く江湖に推薦する。
女子栄養短期大学学長 香川 綾氏 家庭生活刷新のためのよき伴侶として、この事典が役立つと同時に今日の家庭の新しいにない手を作るための家庭科のよき参考資料となることを疑いません。
前日本女子大学学長 大橋 広氏 家政大学教授・都立大学教授 山下俊郎氏推薦

細谷俊夫 編

新書判 上製 箱入
価 460円 千100

技術・家庭科教育が、日に日に充実していくにつれて、夥しく多くの用語の登場をうながし、早くも現場においては、用語の解説辞典の必要に迫られた。こうした要望に応えたのが本書であり、中学の「技術・家庭科」に登場する製図・木工・機械・電気・現代工業等の重要語500を収録した。常に座右において活用できることを念頭に編集した本辞典は、簡略に要点をつき、しかも現場本位の解説を試みた。指導方法や指導内容は上記の事典にゆずるも、技術・家庭科教師には是非机上に一冊揃えたい書であろう。

技
術
教
育
第
十
二
卷
第
六
号
（
通
卷
第
一
四
三
号
）

定
価
一
五
〇
円
（
一
千
二
百
）

技術教育 編集 産業教育研究連盟 発行者 長宗泰造 印刷所 東京都文京区高田豊川町37 厚徳社
発行所 東京都文京区高田豊川町37 国土社 電話 (941) 6938 振替東京 90631番

I. B. M. 2869