

目 次

この書を読むために	1
分野別年度別学力検査問題一覧	10
学力検査問題と学習指導	12
Ⅰ 物理的分野	12
Ⅱ 化学的分野	39
Ⅲ 生物的分野	58
Ⅳ 地学的分野	72
あ と が き	98

この書を読むために

この書は、昭和30年度から昭和34年度までの5か年間にわたって実施された新潟県高校進学学力検査のうち、理科に関する部分を資料として、各問題のねらいを考えながら、それに関連をもつ学習上の困難点や指導上の留意点を分析した結果の集録である。検査問題のひとつひとつを窓口として分析せざるを得なかったため、理科の学力や学習指導の全般について、構造的系統的に論述できなかったきらいはあるけれども、5か年間各分野合計51題の各問題に即応して、できるだけ具体的に記述するように努めたつもりであるから、学習指導全般をとおしての問題点や改善の方向は、おおよそくみとってもらえるものと思っている。しかし、これらについては、今後さらに当研究所の「学力と教育条件並びに学習指導に関する研究」の一環として究明していくつもりである。

つぎに、この書を読むために必要だと思われる、基本的な考え方や記述形式について、いくつかの説明を加えることとする。

理科の目標と学力について

理科の学力とはこのようなものであると具体的に示すことはきわめてむずかしいことであるから、ここでは、現代の理科教育で一般に認められている見解にしたがって述べてみたいと思う。

このたび改訂された中学校理科学習指導要領の指導書では、理科の教科としての性格をつぎのように述べている。

「中学校の理科は、自然の事物・現象に関することがらを、生徒の発達に応じて科学的に取り扱い、これにより、生活や産業にとって基本的な科学的な事実、概念、法則などを理解させ、物事を科学的に考え処理する能力や態度を養うことをおもなねらいとする教科である。」

また、理科学習指導要領にあげてある5項目の目標は、上記の理科の性格をさらにそれぞれの観点からやや具体化した形で示したものであるとみられる。このような理科の性格や目標からみると、理科の学力としては、「自然の事

物・現象に関することがらを、生徒の発達に応じて科学的に取り扱うことによって得られる、生活や産業にとって基本的であると考えられる科学的な事実、概念、法則に関する理解」と「物事を科学的に考え処理する能力や態度」とをあげることができる。

つぎに、指導要録の記録欄に所見を記入する際の評価の観点としては、「自然への関心」、「論理的な思考」、「実験観察の技能」、「知識・理解」、「原理の応用・創意」の5項目が示されている。さらに、従来行われてきた各種の理科学力検査問題作成の観点として一般に認められているものは、「知識・理解」、「実験観察の手順・装置・技術」、「問題解決能力—論理的思考」などがあり、質問紙法により直接「科学的態度」を評価しようとするものはまず見当らないようである。

以上をとおして理科の学力として一般に認められているものには、「科学的な知識・理解」、「科学的な能力＝科学的思考力、科学的処理技能」「科学的態度」の三つの側面があるように思われる。

特に「知識・理解」について

ただここで注意すべきは、「知識・理解」と並記して用いられている点である。このことについて、この書を作成するに当たっての基本的な考え方を特に述べておきたい。

学力検査問題を作成する場合などに、知識と理解とを区別して、そのそれぞれを評価しようとするような試みが行われていることがある。たとえば「密度をあらわす単位はつぎのうちどれか」、「食塩の検出にはどんな試薬を用いるか」、「つぎの図に示されている花の各部のなまえを書け」、「つぎの岩石のうち、火成岩はどれか」などのようなものは知識をみる問題とし、なんらかの関係判断を含むような問題は理解をみたものとするような考え方である。このような考え方は、どちらかという知識を要素的、ラ列的、断片的なものとみ、理解をそれらの知識相互の関係とみているようで、必ずしも妥当な見解とは思われない。このような見解に立つと、「この問題は単なる知識をみた問題であるから望ましくない」とか、「知識の指導は容易だが、理解の指導はむずかしい」というようないいかたもでてくるわけであって、知識というものを不

当に位置づけてしまった感をまぬかれない。

知識本来の意味は、学習された結果が、ことばや記号で整理され、いつでも必要に応じてひきだせる状態になっているものをいい、しかもそのことばや記号で代表されている内容が構造的で有意義のものであることが要求されているものである。また理解ということは、物事を構造的にしかも有意義に学習する心的な過程とその結果を含めて用いられるものであるから、これらを総合して考えると、知識と理解とを並列させて別々のものであるとしたり、部分的な要素とそれらの全体的な関係であるとするのは、正しい意味で学力や学習指導を考えるには、不適当であるといわざるを得ない。

新潟県教育委員会で昭和32年に作成した「指導要録記入の手引」（改訂版）で、理科の「知識・理解」を解説して、「知識が正しく確実であり、よく整理され、いつもひきだせるようになっている。事象にふくまれるすじみちをよくつかみ、その理解の上に立って知識がとらえられている。」としてあることは、知識と理解との関係を正當にいいあらわしたものとみることができよう。したがって、「知識・理解」と並記してある意味は、「理解を伴った知識」、いいかえれば、「構造的、有意義的に学習された結果としての知識並びにその心的内容」としてとらえるべきである。また、理解を伴わない知識があるように考えられているむきもあるので、そのような知識の学習にならないようにとの配慮から、理解ということばを並記したとも考えられる。しかし理解を伴わない知識というものは、心的過程からこれを見ればあるはずがないので、本質的には、構造化の度が少なく意味内容がせまく浅い知識、したがって使える範囲や場が狭く限定されている知識ということが正しいように思われる。

この書でも、しばしば、知識や理解ということばを使って記述しているが、これは以上のような考え方にもとづいて用いたものであることを、ここでとくに明らかにしておきたいと思ったわけである。

「知識・理解」、「能力」、「態度」の関係と学習指導について

理科の学力として一般に考えられているものに、「科学的な知識・理解」、「科学的な能力」、「科学的な態度」の三つの側面があることは、先に述べた

とおりであるが、これら三つの側面の関係をどのように考えるかということ
は、学習指導上の重要な問題である。

たとえば、自然科学に関する知識を与えることに重点をおいて学習指導を行
う立場にしても、どのような知識を重視するかによって、自然科学入門のよう
な特色をもち、演えきの順序を主として指導する形態や、日常生活や応用
に関する知識を、つとめて帰納的な順序で指導する形態などに分かれる。これに
対して、科学的な能力や態度の育成に重点をおく考え方では、たとえば、機械
器具の操作や記録の方法などの技能の習熟を主とする形態、標本、器具の製
作、継続観察などの活動を中心とする形態、事象の調べ方とか事象間の関係
を見いだすなどのような科学的思考の訓練に重点をおく形態など、さまざまな立
場がある。(以上9行、中学校理科学習指導要領・指導書より引用)

このように、理科の学力と見られる三つの側面の関係や重点づけをどのよう
に考えるかによって、学習指導にもさまざまな形態がとられるわけであるが、
現代の理科教育に関する基本的な考え方からすれば、これら学力の三つの側面
のうち、ある側面に重点をおいたり、これを強調したりすることは、必ずしも
妥当な見解であるとはいいがたい。

これら三つの側面は、本来一体的に分けられないものを、望ましい人間形成
や、かたよりのない学習指導を行おうとする立場から、一応分析的にみたもの
であって、「知識・理解」は、どちらかという学習の対象となる自然の事
物・現象やそれらの関係自体を、「能力」は学習者の心的行動的なはたらきそ
のものを、そして「態度」は、これら両方を含めてある対象に対する心的行動
的な傾向性を、それぞれ強調するものといってよいであろう。いいかえれば、
「知識・理解」の内容を強調するあまり、いわゆるつめこみ式の学習指導にお
ちいったり、「能力」や「態度」を重視するが故に、形式的な訓練主義に墮し
てしまったりすることのないよう、具体的な学習の過程を、絶えずこれら三つ
の側面から検討しながら指導することのために、このような分析的な観点をあ
げておいたといってもよいように思われる。

また、先に述べたような、「知識・理解」に関する見解からすれば、構造的
有意義的に学習された結果としての知識は、いつでもひきだせて新しい場面に
使えなければならないものである以上、知識を使って新しい場面の関係づけを

したり、これを技術的に処理したりすることは、学習者主体の能力と考えられる。知識の裏づけのない抽象的な能力というようなものは具体的にはあり得ないものであろう。また、科学的態度といっても、知識や能力に支えられた、特定の対象に対する心的行動的な傾向性であって、これらと無縁なものではない。たとえば、天体を眺めて宇宙の神秘に限りない愛情をもち、宇宙の法則を探究しようとする態度も、天体の運行に関する現象的法則的な知識やそれを使う能力なしには生じないものである。このような知識や能力なしに眺める星空は、ただの星空であって、多くの星が無秩序なまま視覚に映ずるにすぎない。天体に関する知識や能力が深く高くなるほど、一つ一つの星がみなちがって見え、宇宙の神秘に対する限りない探求心を生ずるものであろう。

上記のことは、学力形成の学習過程から考えてみても、本来一体的に深まっていくなすべき性格のものである。「理解」という内容には、物事を構造的・意味的に学習する過程も含まれているとするならば、それ自体問題解決の心的過程であって、能力（思考力、技能）を多面的にはたらかす過程である。またこのような学習（行動）の方向づけをし、絶えずその方向に進めようとする傾向性としての態度がその根底にあるものと考えられる。

理科の学力をあらわす三つの側面のそれぞれの性格とそれらの関係を以上のように考えてくると、それに即応するための学習指導もまた、当然、「知識、理解」、「能力」、「態度」を全く一体的・同時に高めるような形態が必要となる。それには、問題解決の心的過程に即応するように学習指導を進めることによって、同時に、必要な知識を構造的・意味的に、したがってまた、いつでもひきだして使えるように、理解させるための具体的な方法をどうしたらよいかということが実践上の中心的な課題となる。

本文で取り扱った各問題ごとの分析内容も、以上の考え方にもとづいて構成したものであって、各問題のねらいに関係する内容についての望ましい学習過程を予想し、そこで考えられる学習上の困難点や、それに応ずる指導上の留意点を記述したものである。

高校進学学力検査問題の性格について

本県高校進学理科学力検査はすべて質問紙法によるものであって、文表現と

図、記号などを媒介としながら、生徒の学力を評価しようとしたものである。先に述べたような「知識・理解」、「能力」、「態度」が一体的に統一されているような意味における学力を評価するには、生徒の学習過程（知識、理解、能力、態度を一体的に高めるように構成された学習指導の過程が要求されるが）における具体的な言行によって理解結果の深浅や新場面への活用およびその可能性などを評価することが中心となり、質問紙法による評価はそれと併用されるべきものであると思われるが、学力の評価を限られた時間で集団的に行う必要のある進学学力検査などでは、質問紙法によるテスト結果をとおして学力を総合的に判定しようとすることも、やむを得ないことであるし、またある程度可能なことであろう。

問題は、このような質問紙法でとらえられる学力をどう見るかという点である。

ある人は、このような問題は知識しか見れないといい、ある人は、理解まではみれるが能力をみるわけにはいかないといい、またある人は、いまのテストはずいぶんくふうしてあるから能力もみれるという。しかし、「科学的な態度」を直接質問紙法でみようとすることは困難であると一般に認められている。

しかしながら、知識と能力と態度は本来一体的に深まるものである（望ましい方向にしる、必ずしも望ましくないと思われる方向にしる）とする見解からすれば、問題のねらいを知識だとか能力だとかと限定すること自体が無理であるとも思われるのであって、ある一つの問題は、見方をかえれば、いろいろに見れるものであろう。たとえば、先に例としてあげた「密度の単位はつぎのうちどれか。」というような問題は、これを普通には知識をみる問題とみているものであるけれども、この問題に応じて「 g/cm^3 」と解答できる生徒は、なんらかの程度に密度に関する概念が形成されているとみるべきであり、また、この知識を使って問題解決をすることができないという根拠はどこにもない。また、つぎの問題は、「実験観察の結果を解釈し、論理的に思考する能力」をみたものであるともいわれている。

石灰水の中へポンプで空気をふきこんでも、なんの変化もありませんでしたが、はきだすいきをふきこんだら、石灰水は白くにごりました。なぜでしょうか。つぎの中から正しいと思うものを一つえらんで、その番号を○でかこみなさい。

1. はきだすいきは空気よりあたたかいから
2. はきだすいきの中には、酸素が多いから
3. はきだすいきの中には炭酸ガスが多いから
4. はきだすいきは空気よりしめり気が多いから
5. はきだすいきは圧力がたかいから

しかしこの問題では、生物の呼吸作用と炭酸ガスの検出に関する知識が構造的に理解されていれば、おそらく容易に解答できるものであって、このような見方をすれば、この問題は知識または理解をみた問題であるといってもさしつかえないようである。この問題を「実験観察の結果を解釈し、論理的に思考する能力」をみたものであるという意味は、炭酸ガスの検出法に関する知識を活用して、新しい学習場面としての呼吸作用をたしかめるための実験過程における、論理的な判断力をみようとした意図を指すものであると思われる。しかし、この問題に正答できた生徒が呼吸作用をすでに理解していたためにできたのか、それとも確実に理解されていた炭酸ガスの検出法によって判断したのかはわからない。

このように見てくると、实际的にいえることは、これら質問紙法による検査は、なんらかの程度で知識の深さやひろがり（理解の度合）をみることをとおして、その活用や活用の可能性をみているものであるということである。したがってまた、このような検査では、技能への可能性を含んだ能力をも、なんらかの程度でみているといえるわけであろう。

また、これらの問題については、つぎのような見方もできるようである。それは、習得した知識はそれを使ってみなければ、はたらきのある知識であるかどうかかわからないものであるから、問題としては、習得した知識を活用して解くような場を用意したものであるという見方である。それぞれの問題には、単純な場面であるため知識の再生や適用が容易であるものから、場面が複雑で気づきにくいためにむずかしいものまで、いろいろあるけれども、なんらかの程

度で能力化した知識をみているということもできるわけである。

以上のような見方で高校進学学力検査の理科の問題を通覧してみると、みよ
うとしている知識の深さやひろがり、浅くせまいものから深くひろいものま
でいろいろあり、したがって活用や活用の可能性についてもさまざまな程度
のものがあるけれども、それらは程度や内容のちがいであって、本質的には問題
の性格は同じものであるということができよう。

本文の記述では、質問紙法による問題の性格を以上のようにみて、それぞれ
の問題ごとに分析したのであるから、本文中にでてくる能力や知識、理解など
の用語は厳密にその意味を区別して使われているわけではない。たとえば、
知識といった場合にも、これをせまい意味で静的な学習結果として使っている
だけではなく、その背後に常に理解や能力を予想し、これらが一体的にはた
らく学習過程を考えながら、それらを含めて用いているものであるから、その点
留意して読んでほしいと思っている。

記述形式について

- 5か年間の問題を通覧できるように、各問題内容を要約して、分野別（物
理的分野、化学的分野、生物的分野、地学的分野）年度別の一覧表として
整理し、はじめに示すこととした。
- 分野ごとに出題年度の順に一題ずつ提示しては、それを解説するという形
で記述を進めた。
- 各問題ごとの記述形式はつぎのとおりである。
 - 問題とその問題の正答率をあげた。問題の右下すみに枠でかこんだ数字
が正答率である。
 - つぎに、その問題でねらっていると思われる内容をなるべく簡潔に示す
ようにした。
 - さらに、その問題のねらいに関連をもつ学習内容についての指導上の要
点をあげた。
 - そのような指導上の要点がなぜ必要か、さらにややこまかい方法上の留
意点にどのようなものがあるかを、問題解決上の直接的な困難点や問題
のねらいに関連する内容の学習上の困難点、またはその学習内容の望ま

しい理解構造などの観点から総合的に考察記述した。

- 問題によっては、指導上の要点がいくつにもおよぶものがあるし、また、指導上の要点とその解説とを一体的に記述したものもある。さらに問題のねらいが、きわめて類似しているものは年度の前後にかかわらず、一括して解説を加えた。

分野別年度別学力

分野 年度	物 理 的 分 野	化 学 的 分 野
3 0	<p>[8] 電流計のつなぎ方 イ. まちがつたつなぎ方により生ずる事態 (55.2) ロ. 電流計をつなぐ正しい位置 (55.7)</p> <p>[10] 二本の綱で物をつるした時の合力と分力との関係 イ. 角度の開きによる分力の大きさの変化 (48.7) ロ. 90°の開きをもつた分力の大きさの算出 (2.1)</p>	<p>[1] 試験管による水などの熱し方 (69.5)</p> <p>[2] 酸とアルカリ並びに塩の弁別 イ. 試薬と酸・アルカリとの関係 (21.5) ロ. 酸性分質, アルカリ性物質, 塩類の弁別 (23.7)</p>
3 1	<p>[7] プリズムによる太陽光線の分光 イ. プリズムの向きと7色の順序の関係 (59.8) ロ. 分光される理由 (32.1)</p> <p>[9] 遠心力と車輪やレールの構造の関係 (34.6)</p> <p>[11] 斜面における力の分解とその計算 (60.9)</p>	<p>[2] 食品の成分の特徴による弁別 イ. 白米の成分 (61.6) ロ. バターの成分 (81.9)</p> <p>[3] 水素の発生実験と綿に対する硫酸の性質 イ. 水素の正しい発生装置 (75.8) ロ. 水素がもえてできるもの (31.3) ハ. もめんにき硫酸がかかった時の処置とその理由 (46.6)</p>
3 2	<p>[2] ラジオ配線図に用いられる記号とその名称 イ. アース (90.3) ロ. コンデンサー (51.0)</p> <p>[6] 電圧, 電流, 抵抗, 電力の関係 イ. 電圧と電力から電流を求める (65.7) ロ. 電圧と電流から抵抗を求める (47.1)</p> <p>[10] 流れている空気と静止している空気の圧力差によつて生ずる現象 (26.5)</p>	<p>[1] 炭素の元素記号と炭素がもえてできるもの イ. 炭素の元素記号 (55.9) ロ. 炭素がもえてできるもの (46.8)</p> <p>[9] アセチレンの発生法 (69.3)</p>
3 3	<p>[3] 直列・並列複合回路における抵抗と電流の関係 イ. 回路の全抵抗の算出 (26.7) ロ. 並列回路の一つを流れる電流の算出 (0.8)</p> <p>[9] 水をあたためるに必要な熱量と時間の算出 (31.6)</p> <p>[10] 凸レンズによる実像のむすび方 (58.0)</p>	<p>[1] 各種せんの性質 イ. アルカリに対する性質 (63.2) ロ. 熱に対する性質 (86.0)</p> <p>[7] 重炭酸ソーダの熱分解によつて生ずる気体とその検出法 (47.3)</p> <p>[8] ろ過の正しい方法 (30.0)</p>
3 4	<p>[5] 仕事量と仕事における力と距離の関係 イ. 輪軸でする仕事量の大きさ (24.9) ロ. 輪軸でする仕事における力と距離の関係 (29.1)</p> <p>[7] 水圧の強さと水深との関係 (30.8)</p> <p>[10] U型磁石のコイルのまき方と電流の方向による極のでき方 (39.9)</p>	<p>[1] セメント, ガラス, カーバイトの製造に共通に使われる原料 (82.5)</p> <p>[3] 気体の性質と捕集法との関係 イ. 二酸化炭素 (44.8) ロ. アンモニヤ (35.0)</p> <p>[9] 水の電気分解 イ. 陽極と陰極に集まる気体名 (57.5) ロ. 水に水酸化ナトリウムをとかす理由 (57.5)</p>

検査問題一覧

(昭和30年度～昭和34年度)

生 物 的 分 野	地 学 的 分 野
<p>[3] メンデルの遺伝の法則 イ. 優性, 劣性の判断 (90.1) ロ. 劣性遺伝子が分離する場合 (68.4)</p> <p>[5] 生物の繁殖法による分類 (44.0)</p> <p>[9] ネギやタマネギの表皮を細胞観察材料として用いるわけ (24.8)</p>	<p>[4] 鉄鉱石の条痕色とその成分 (91.0)</p> <p>[6] 晴天と曇天の場合の気温の日変化の比較 (38.5)</p> <p>[7] 金星に関する知識 イ. 金星が惑星であること (62.1) ロ. 金星が明け方と夕方しか見えない理由 (16.5)</p>
<p>[1] 根の生長点と伸び方の関係 (36.5)</p>	<p>[4] 上弦と下弦の三日月の弁別 (35.3)</p> <p>[5] 台風の進行に伴って変化するある地点の風向 (52.2)</p> <p>[6] 大陸棚と漁場との関係 (78.1)</p> <p>[8] 太陽南中時の高度の変化と部屋の採光との関係 (71.3)</p> <p>[10] 地震計の原理一振子の性質 (44.3)</p>
<p>[3] ミドリムシの生育場所と観察方法 (39.3)</p> <p>[5] 炭酸同化作用と呼吸作用の行われる部分と時間 イ. 炭酸同化作用 (64.2) ロ. 呼吸作用 (40.7)</p>	<p>[4] 湿度の意味にもとづく湿度の算出 (31.2)</p> <p>[7] 火山の成立順序とよう岩の名称 イ. 二重式火山成立の順序 (63.8) ロ. よう岩の名称 (50.5)</p> <p>[8] 示相化石と地質時代の対応 (61.8)</p>
<p>[2] 植物細胞の構造と各部の名称 (26.0)</p> <p>[4] 呼吸器管による動物の分類 (54.6)</p>	<p>[5] 不整合のある地層の成立順序 (68.0)</p> <p>[6] 北極星の周囲に見られる恒星の見かけの運動 イ. 日周運動 (45.0) ロ. 年周運動 (14.5)</p>
<p>[4] メンデルの分離の法則 (37.4)</p> <p>[6] 双子葉植物と単子葉植物との相違点 (61.6)</p>	<p>[2] 天気図の読み方一天気の判断 イ. はげしい風雨を伴う気圧配置 (91.7) ロ. 東北、北海道に冷害をもたらす気圧配置 (11.5)</p> <p>[8] 扇状地と三角州の様相と成因 イ. 扇状地 (41.4) ロ. 三角州 (46.7)</p>

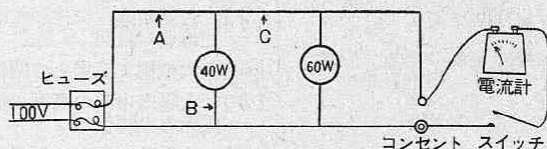
※各問題要項の末尾につけたカッコ内の数字は正答率

学力検査問題と学習指導

I 物理的分野

30年度〔8〕

太郎君は、つぎの図の60Wの電球に流れている電流の強さをはかろうとして、電流計を図のようにコンセント（さしこみ口）に直接つなぎ、スイッチを入れようとした。これを見つけた先生がおどろいて、「そんなことをしたらたいへんなことになる。」と急いでとめた。



イ. 先生は何を心配してとめたのか。つぎのことがらのうちから一つを選んで、その番号を○でかきなさい。

1. 二つの電球ともフィラメントがきれる。
2. ヒューズも電球のフィラメントもきれる。
3. ヒューズがきれ、電流計の針がとぶ。
4. 電球のフィラメントがきれ、電流計の針がとぶ。

ロ. 電流計をつなぐ正しい場所はどこか。図のA・B・Cのうちから選んで、その符号を書きなさい

符号 _____

イ 55.7%

ロ 55.7%

応用的な場面で電流計のつなぎ方を判断させることによって、回路と電流の関係についての理解程度をみようとした問題である。

1. 電流の回路についての基礎的な理解を確実にすること。

生徒は、電流を何か水の流れのようなものと考えやすい。しかも電気が⊕から⊖へ流れるということから、スイッチなどによって回路が開いている場合でも、スイッチの⊕側までは電気が流れてきていると判断しがちなものである。豆電球などでたしかめたり、流れていない水にははたらきがないことなどを考えさせたりして、回路が開いている場合と閉じている場合の区別を明らかに

し、回路に関する基礎的な理解を確かなものにすることがたいせつである。このことは小学校でじゅうぶん身につけておかなければならないことである。

2. 直列回路や並列回路および簡単な複合回路について、抵抗との関係を考えながら電流の流れ方を見抜く能力を高めること。

配線図の表面的な形によって直列連結か並列連結かを形式的に判断したり、電流計は直列、電圧計は並列と観念的に覚えていたりしているだけでは、応用的な場面で正しく判断することはむずかしい。この問題に正答できなかった生徒の中にはこの程度の理解状態にあったものが相当数あったことと予想される。

指導に当っては、以上のような形式的観念的な理解にならないよう留意し、直列回路や並列回路に見られるいろいろな現象を実験をとおして比較させるとともに、回路の各部分の抵抗とそこに流れる電流との関係を考えながら直列か並列かを判断するような能力を高めるくふうがたいせつである。そのためには、つぎの諸点に留意して指導することが望ましい。

直列連結の場合

- ・生徒は⊕側に近い抵抗の部分ほど電流が多く流れていると考えやすいので、この点をたしかめながら各抵抗部分を流れている電流の強さはみな等しいことを理解させること。
- ・直列連結では、抵抗の数が増したり、一部分の抵抗の数値が大きくなったりすると、全体としての電流は小さくなることをじゅうぶん納得させること。

並列連結の場合

- ・各部分の抵抗を通る電流の回路がいくつかできること。
- ・各部分の抵抗を流れる電流はその抵抗が大きいほど小さくなること。
- ・全電流は各部分回路を流れている電流の和になることを回路の各部分を比較しながら明らかにすること。

このような理解は、低圧の直流や交流を電源として数量的な実験を行うこと

によりはじめて確実になるもので、観念的な説明のみでは到底得られないものである。

3. 上記の理解に関連させながら、電流計と電圧計の使い方や、ヒューズの機能などについての理解を深めること。

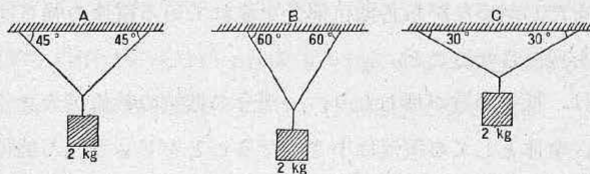
電流計と電圧計の使い方やヒューズの機能などが、回路と電流との関係と直接結びつくことなく、それぞれ別々に学習されていることがある。これでは応用的な場面に役立てることがむずかしいので、これらを指導するに当っては、たとえば、電流計を直列につなぐということはどういうことなのか、なぜそうしなければならないのか、ヒューズやフィラメントはどういう場合に切れるのか、それはなぜか……などについて、上記理解内容のそれぞれの要素として構造づけられるようくふうすることがたいせつである。それには並列連結や直列連結を指導する過程で一体的に取り扱わなければならぬ。

30年度〔10〕

下図は綱で2 kgの物体をつるした三つの場合を示したものである。

イ 三つのうち綱にもつとも力のかかっているものはどれか。その符号を○でかみなさい。

ロ Aの場合、綱にかかる張力はいくらか。 答 _____ kg



イ	48.7%
ロ	2.1%

三つの力のつりあいについて、合力と分力との関係を確実に理解し、応用的な場面に適用できるかどうかをみた問題である。

イでは合力一定の場合について、分力の方向と大きさとの関係が定性的に判断できるかどうか、ロでは合力と分力との関係が平行四辺形の対角線と二辺の長さであらわされることを適用し、数学的能力を活用して分力の大きさ

を算出できるかどうかをそれぞれみている。

1. 運動を伴わず、一見しては力の作用がみられない場でも、そこに力がはたらいていると考えられ、しかもその力の方向と作用点を、作用と反作用の概念を用いて自由に操作できるような能力を高めること。

この問題場面では、感性的には 2 kg の物体の重さが二本の綱にそれぞれ 1 kg ずつ分けられてかかっていると考えやすく、そのため A、B、C 三つの場合の弁別に困った生徒もあったことと思われる。このように考えている生徒には、三本の綱を結んだ点に三つの力が互いに異った方向に作用してつりあっているとみてそれぞれを比較することはきわめてむずかしいことであろう。また模式的な形で三力の合成分解をすることができる生徒の中にも、このような問題場面になると上記のような感性的判断をするものが案外多いのではないかと考えられる。

力が作用することにより運動を伴う場合や力が作用していることを重量感や圧力感で感覚できる場合は割合に考えやすいものであるけれども、静止している場合のように感覚におきかえにくい場合には、力がどのような方向にはたらいているかを考えにくいので、経験的に判断できるものから論理的に考えなければならないものへの指導過程をくふうすることがたいせつである。そのための着眼として作用と反作用の概念についての指導が重視されなければならない。従来の教科書などでは、この概念を指導するに当って、舟をさおで押して動かすような経験と結んで比較的簡単に理解させる程度であったけれども、このような程度では、応用的な場面で力の作用点と方向を自由に操作して考えることはできない。力を取り扱ういろいろな場面で、この概念を用いて考えさせるような指導がきわめて重要であるといわなければならない。

2. 大きさと方向が一定である一つの力に他のたがいに等しい二つの力がつりあっている場合、二つの分力の方向と大きさが角度の開きによってどのように変化するかを、実験をとおして理解させること。

二つの相等しい力（分力）と他の一つの力（合力）とが一点に作用し、しかも互いに反対の方向にはたらいてつりあっている場合は分力の一つが合力の二分の一の大きさになること、分力間の角度の開きが大きくなるにしたがってその大きさは二分の一より次第に大きくなり、角度の開きが 120° になると合力の大きさと等しく、 180° になると無限大となつてつりあわないことなどについて、ゼンマイばかりなどを用いた実験をしながら発見的に学習させるとともに、これを平行四辺形の法則で論理化するような学習経験をさせることがたいせつである。このような経験が正しく指導されているならば、イの小問に正答することはさしてむずかしいことではない。イの正答率が48.7%にすぎないことは、以上のような学習経験がふじゅうぶんであり、直ちに平行四辺形の法則を適用しようとしてつぎに述べるような誤りをおかした生徒が相当数あったためと予想される。

3. 平行四辺形の法則を使って力を分解する方法を理解させる際、対角線と二辺の長さは三力の大きさの割合を示すものであることに留意して指導すること。

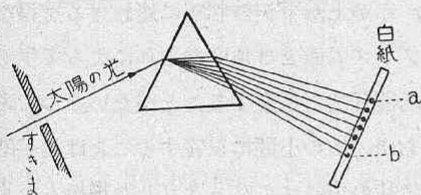
イの小問について直ちに平行四辺形の法則を適用し、作図によって正答をえらぼうとした生徒の中には、**B**を正答と判断したものが相当数あったことと予想される。問題に示されている図では分力の方向に当る二本の綱の長さが等しく描かれているため、この綱の長さを分力の大きさとして平行四辺形を描くと、**B**の場合の2 kgに相当する合力の長さが最も長くなる。このことから、もっとも力のかかっているものとして**B**を選ぶ誤りをおかしやすいわけである。したがって問題の図で三力の作用点の高さが等しくなるように示してあれば、このような生徒はおそらく正答できたであろう。

上記のような誤りをおかさないようにするためには、平行四辺形の対角線と二辺の長さは合力と分力の大きさの割合を示すものであるから、どのような長さでも描けることや、この問題のような比較の場合では合力をあらわす長さをまずきめてから分力をあらわす長さに及んだほうがよいことについての理解をはかることがたいせつである。図の視覚的要因にまどわされず、本質的な理解

にもとづいて考えた上判断するような能力の必要をこの問題結果が示しているように思われる。

三つの力のつりあいについて、合力と分力の概念を用いて確実に理解させるためには、日常の諸経験と関連づけながら、以上1.2.3の諸点に留意して実験方法や論理化の方法をじゅうぶんくふうすることがたいせつである。ロの小問の正答率がいちぢるしく低い(2.1%)のは、以上の理解不足にもとづくことのほかに、数学的能力(図形の認識力、三平方の定理の活用や平方根を含む式の処理能力)の欠陥によるものであろう。このような場で数学的能力を活用することのむずかしさを示すものといえることができる。

31年度〔7〕



左図は、プリズムを用いて太陽の光のスペクトルを見るようすを示したものである。この図をみて、つぎの間に答えなさい。

イ. 白紙にうつるスペクトルの最上端の色(a)と最下端の色(b)はなに色か。

下の から適当な色を選んで、その番号を答の()の中に入力しなさい。

- | | | | |
|---------|--------|------|---------|
| 1. むらさき | 2. あい | 3. 黄 | 4. だいだい |
| 5. あか | 6. みどり | 7. 青 | |

答 { a ()
b ()

ロ. a の色の光、b の色の光は、なぜ上下に分かれて白紙にうつるのか。その理由を簡単に の中に書きなさい。

イ	59.8%
ロ	32.1%

プリズムによる太陽光線の分光についての学習経験とそれに関連する知識の深さをみようとした問題である。

1. 太陽光線のスペクトルを観察するに当っては、太陽光線の投射方向とブ

リズム面との角度や、分光された7色の位置とが関係的に注意深くとらえられるよう指導すること。

この問題では選択肢に7色の名称がでているし、その配列の順序についても日常的な常識として知っている生徒が多いと考えられるので、そのような生徒にとっては、赤か紫の一方を上端(a)の色とし、他方を下端(b)の色とすればよいことになる。そこでどちらの色を(a)にするかを判断するには、プリズムによる太陽光線のスペクトルについてどのような学習経験があったかが問題となる。もちろん、実際の観察経験なしに記憶するよりもプリズムによる太陽光線のスペクトルについて観察していることが望ましいことはいうまでもない。けれども、このような観察が単に美しい7色の鑑賞に終るだけのものであったら、この問題のような場合、赤が上か下かの判断に迷わざるを得ないことになる。太陽光線の投射方向とプリズム面との角度やそれによって生じたスペクトルについて、注意深く分析的関係的に観察することがたいせつであって、このような観察を行っているならば、イの小問に正答することは比較的容易なはずである。赤か紫かと考えた生徒の中には、はっきりした根拠もなく偶然に正答を選ぶことができたものもあったことと思われるので、実際に理解して正答しているものはもっと少いのではあるまいか。

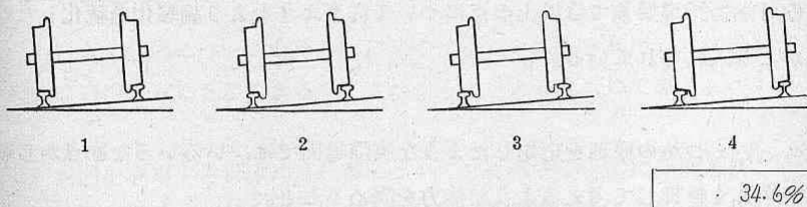
2. 実際の観察内容と関連づけながら屈折率の大小による理由づけを知識として確実に習得させること。

太陽光線がプリズムによって分光されることの説明を、いろいろな色光の屈折率の相違によってすることは、生徒にとってさほどむずかしいことではない。たいせつなことは光の屈折に関する知識が、日常観察している事象や実験によつて観察した結果と関連をもって保持されているかどうかということである。太陽光線のスペクトルに関する注意深い観察や、空が青く見えたり夕やけが赤く見えたりする経験、にじの観察などと関係づけられて、統一的に理解されるよう指導することが望ましい。このようにして得られた知識は応用的な場面でもはたらきやすいものといえよう。イの小問が相当数の生徒にとって赤

か紫かのどちらかを選ぶ問題となっており、ロの小問の正答率が32.1%にすぎないことから考えると、この問題でみようとしている実験経験とそれに関連して得られる知識について、確実に習得しているものは案外少ないのではないかと懸念される。

31年度〔 9 〕

汽車や電車が安全に走ることができるように、その車輪とレールにはいろいろなくふうがしてある。下の図は、車輪がレールのカーブをまわっているときのようなすべらわしたものである。この図のうち、どれが正しいか。正しいと思う図の番号を○でかこみなさい。



レールと車輪との機構上の関係を円運動における向心力（遠心力）と結んで正確に理解しているかどうかをみようとした問題である。

1. 円運動をしている物体にはたらく力については、いろいろな事象と関連づけて理解させること。

従来の教科書などでは、円運動の中心に向う力によって物体の等速直線運動の方向がづきづきと変えられているというような考え方をとらず、その反作用としての中心から遠ざかるうとする力として説明してあるものが多い。このほうが感性的であるだけ生徒に理解されやすかったことによるものであろうか。遠心力によって円運動を理解させる場合、バケツなどに水を入れてこれを振りまわしても水がこぼれないことや、ひもの先におもりを結びつけこれを振りまわしながら急にはなすと接線の方向にとんでいくことなどで考えさせることが多い。この実験は腕に感ずる力の感覚によって理解しやすいのであるが、このことからすぐ、途中にひものないような円運動に類推させることには多少の困

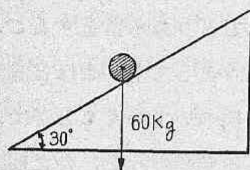
難が伴うようである。バスの中で立っているとき曲り角で外側に倒れそうになること、トラックの曲線コースを走るとき内側に体を傾斜させること、自転車などでも同様の現象が見られること、カーブに敷かれたレールの外側が高くなっていること、高速道路のカーブでも同様になっていることなどについても、先にあげた実験で腕に感じられた力との関係を論理的に考えさせ、同一の原理にもとづく現象として統一的に理解させることがたいせつである。それには力の合成分解や物体の安定不安定、並びに力のつりあいについての論理的な理解が基礎となるわけであるから、こうした点の指導との関係もじゅうぶん考えることがたいせつであろう。

改訂学習指導要領では以上の点について従来よりもより論理化系統化した内容がとり入れられている。

2. いくつかの原理を応用したような実際場面では、いろいろな観点から順序よく整理して考えるような能力を高めること。

レールと車輪との構造上の関係が遠心力に応ずるように作られていることを知っている生徒は相当多かったことと思われるが、その知識の内容としてはレールの外側が高くなっていることだけの関係についてであって、車輪の巾をレールの巾よりすこし広くしてあることや、車輪のレールに接する面を多少斜にしてあることにより、遠心力を巧みに利用して、固定してある車輪の回転を円滑にしていることまで気づいている生徒は少なかったのではあるまいか。このようにやや複雑な機構を判断するには、いろいろな観点から、かつて学習した原理を活用して順序よく考えていくことがたいせつである。車輪とレールの機構が遠心力に応ずるように作られているという観念的な説明ではなく、どのように作られているからどんなはたらきをするかについて生徒にじゅうぶん考えさせるような指導が望ましい。

下図のように、重さ60kgのドラムかんが、ころがりおちないように斜面上に平行な力でささえておくためには、どれだけの力があるか。 の中から正しいと思うものを一つ選んで、それを○でかこみなさい。ただし、まさつはないものとする。



10kg	15kg	20kg	25kg
30kg	35kg	40kg	45kg

60.9%

力の合成分解についての平行四辺形の法則を、斜面を利用して仕事をする場合に適用することができるかどうかをみようとしたものである。

1. 斜面を利用する具体的な仕事についての経験を定性的に分析考察させることを重視するとともに、斜面上の物体の重力をどのように分解したらよいかについての理解を確実にすること。

この問題の解決は、図に示されている直角三角形のそれぞれの辺がどんな力を表わしているかについての知識を再生して適用することができれば、あとは数学的能力のいかににかかっているものである。

しかし、正答率が必ずしも高くないことからみると、上記のような知識がじゅうぶんな理解を伴っていなかったため、不確実に記憶され、このような問題場面になると、どの辺がどの力をあらわすものであったかに迷ったものが相当多かったのではないかと予想される。しっかりした理解過程を経て習得されたものであったならば、たとえ、どの辺がどの力をあらわすかを直接的には忘れてしまったとしても、自ら理解過程をたどり直すことによって、まちがいをなく力の分解ができるはずのものであろう。

斜面における力の分解を理解する上での学習上の困難点としては、すでにそれまでに学習した力の合成分解に関する平行四辺形の法則を斜面の場合に適用するに当たって、つぎのようなむづかしさがあることである。

それは、バネばかりなどを用いて実験しながら考えた時には、三つの力の大きさや方向を視覚や圧力感に訴えてとらえることができたのに反し、斜面で

は、ころがりおちようとする力、重力、斜面に対する圧力などが、表象として描きにくいという点であろう。勾配のちがいによる支える力の変化をたしかめる実験はよく行われるが、ともすると重力の方向や大きさは見逃されやすいし、まして斜面を圧する力は実際の斜面で見る限りにおいては全く論理的思考の所産である。

生徒にとって、このようなむずかしさがあることにじゅうぶん留意することなく、図などによる論理的な説明によって理解させようとしても、よほど論理的能力のすぐれた生徒でない限り、そのような指導についていくことができず、取り残されて、はじめに述べたような結果としての知識のみを、ただ観念の上で記憶しようとするほかなくなるものであろう。

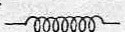
指導にあたっては、このような学習上の困難点に着目し、重力とその方向、ころがりおちようとする力や斜面を圧する力とその方向などについて、生徒の一人一人がはっきり区別して考えることができるよう、その方法をくふうすることがたいせつである。また、そのための基礎的な理解として、力に関する概念を次第に拡張し深めるような配慮が、このような学習をする以前から積み重ねられることが肝要であろう。この点については、30年度〔10〕の解説内容を参照されたい。

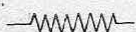
2. 直角三角形の性質についての理解を確実にするとともに、三角形の相似をたしかめたり、三角比を活用したりする能力を高めること。


— このことについての解説は省略する —

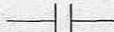
32年度〔2〕


下の図は、ラジオの配線図に用いられるいろいろの記号である。つぎのものの記号はどれか。その番号を（ ）の中を書きなさい。


1. 


5. 

2. 

6. 

3. 

7. 

4. 

イ	90.3%
ロ	51.0%

この問題は直接的にはラジオの配線に用いられる記号についての知識の有無をみているが、間接的にはラジオに関する学習経験の深さをおおづかみにさぐるようとしている。

配線がわかりやすいように組立てられたラジオと、実体配線図、および記号による配線図がいつも対応されるように学習され、しかもラジオの原理と関連しながら各部品の機能が理解されているとともに、配線図にもとづいてラジオ製作を行ったことのある生徒にとっては、きわめて容易な問題であろう。これに反し、ラジオに関する学習が観念的に行われ、記号による配線図のみで学習してきた生徒が、これらの記号とその名称を対応しては握していることは多くの場合たいへんむずかしいことである。

アースの正答率がコンデンサーの正答率にくらべて相当高いのは、前者が日常のラジオの取り扱いその他で、比較的多く経験され、しかもその記号がアースの形態や機能と結んでとらえやすいものであるに反し、コンデンサーの機能は理解しにくい上に、内部構造は日常目にふれにくいものであり、しかも記号の形が電池とまぎらわしいなどのためであろう。

一般に電波の性質やそれに基づくラジオの原理は中学生にとって理解しにくいものであって、しかもともすれば観念的な指導に終りやすいものであるから、実験方法をくふうして理解をたすけるよう指導法の改善が肝要である。

32年度〔6〕

100ボルトで40ワットの電球をつけた。この場合について、つぎの間に答えなさい。

イ. 流れる電流は何アンペアか。……………答()アンペア

ロ. 電球のフィラメントの抵抗は何オームか。

答()オーム

イ 65.7%

ロ 47.1%

電流、電圧、抵抗、電力の諸概念とそれらの関係を理解し、その関係を実際の場で用いることができるかどうかをみようとした問題である。

1. 実験を組織的に行うことにより、電流、電圧、抵抗、電力などの諸概念とそれらの関係をあらわす公式の意味を関係の統一的に理解させること。

電流 (i) = $\frac{\text{電圧}(V)}{\text{抵抗}(R)}$, 電力 (W) = 電圧 (V) \times 電流 (i) の公式をおぼえており、それぞれの単位がアンペア、ボルト、オーム、ワットであることを知っていた生徒は、数学的能力さえあるならば、この問題に正答することはむずかしいことではない。この問題の正答率がイ、ロそれぞれ65.7%, 47.1%であって必ずしもよくできているといえないのはどこに理解上の欠陥があったのであろうか。つぎに予想される場合をあげてみよう。

- ・公式と単位名はよく記憶していたが数学的能力の欠陥により算法を誤ったもの
- ・各単位名と公式の各要素が結びついていないもの
- ・公式の記憶が不確実で、公式を再生することに困難を感じ、誤った公式によって処理したもの
- ・両方の公式とも、あるいは一方の公式を忘れてしまったため、全く解答できなかったもの

上記のように電流、電圧、抵抗の関係を示す公式や、電力、電圧、電流の関係をあらわす公式の記憶が不確実であって、実際の場合に適用できないのは、これらの諸概念が抽象的なものであるため、観念的な記憶に頼り勝ちになるからであろう。指導に当っては、こうした抽象度の高い概念とそれらの関係をなるべく具体的な事象と関係づけてそれぞれの意味をじゅうぶん理解させるようくふうすることがたいせつである。

これらの概念はよく水の流れにたとえられ、電圧と電流の関係を水位差と流量の関係で考えさせたり、抵抗を水管の太さや中のなめらかさで視覚化したりする。このような指導も有効な方法ではあるけれども、生徒にとって、電位差を水位差と同じように考えることはなかなかむずかしいようである。また、フィラメントやニクロム線などのような具体物におきかえて考えることのできる抵抗の概念はとらえやすいけれども、電圧と電流とを区別して考えることはむずかしい。経験的に考えた場合、電灯が明るくついたり、モーターが強くま

わったりすることで、電流がたくさん通ったからだと考えることができるわけであるが、実際には電圧をあげることによって、そのような現象が見られるので電圧と電流を別の概念であると区別することがむずかしいのである。公式についても反比例関係にある電流と抵抗との関係はむしろ考えやすいのにくらべ、電流と電圧との関係は正比例関係にあることがかえってその区別をむずかしくしているようにも考えられる。

以上のような理解上の困難点に留意しながら組織的な一連の実験を行う過程で、これら諸概念の関係とそれらの区別を漸次明確にするよう指導の方法をくふうすることがたいせつである。実験に当っては、直ちに電流計や電圧計の測定値に頼ることなく、電池の数をますとか、トランスで電圧を高めるなどの操作や、フィラメント、ニクロム線の種類を変えたり、その視覚的变化を観察するなどを関係的に考えさせたりして、定性的な理解をはかることがたいせつである。また測定値によって関係をみる場合でも、あらかじめおおよその見当をつけてから、それをためすような形で計器による測定を行うことが望ましい。このような具体的な実験操作や結果の観察によってはじめてこれらの概念が明かになるものであろう。

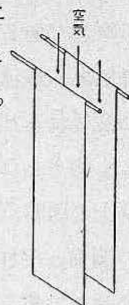
2. 実際の電気器具により、電力＝電流×電圧の関係を用いる機会を多くすること。

電力が仕事量であり、 $1W$ が仕事率であることの理解は、この段階の生徒にとってきわめてわかりにくいことである。それだけに電流と電圧を区別した上さらに電流と電力を区別して操作することはむずかしいわけであるから、中学程度としては、実際の電気器具の表示や家庭における電力消費量などをとおして、時間の概念を入れながら実際的な処理ができるようにしておくことが必要であろう。電気器具に表示してある消費電力量などから、ある時間の電力量を求めたり、そこを通っている電流の強さを算出したり、家庭の安全器などに入っているヒューズなどの機能と関係づけたりする学習経験を多くすることによって、電力＝電流×電圧の公式を用いる能力を高めることがたいせつである。

右の図のように、すこしはなれた二本の棒の先に紙を向かいあわせて下げ、その間に空気を吹きこむ。この場合、二枚の紙はどうか。つぎのうちから正しいものを選んで、その番号を○でかこみ、理由を _____ の上に書きなさい。

1. はなれる 2. 近づく 3. かわらない

理由 _____



26.5%

飛行機の翼に揚力が生ずることを説明するに用いている一つの実験を問題の素材とし、流体の動圧についての経験の有無と原理の理解をみようとしたものである。

現行教科書では、飛行機の翼に生ずる揚力について、気流の方向と迎え角との関係から、力の合成分解によつて揚力がはたらくことと、翼型によって生ずる流体の動圧差によって揚力がはたらくこととの二種類の説明を併用している。この問題は後者の説明を実証するための実験的な素材について、生徒の経験の有無と原理の理解をみているものであるが、このような事象が流体の動圧差によって生ずることをよく理解している生徒にとっては解答が容易であると考えられる。しかしこのような実験的な事象を経験したことのある生徒でも、その理由を動圧差によって説明できる生徒がきわめて少数であったこと、またこのような経験をしたことのない生徒も相当多かつたことを問題の正当率(26.5%)が示しているといってもよいであろう。

流体の動圧差に関する実験経験や原理の理解のない生徒は、この問題のような場面では、恐らく紙が外側に押しやられると判断するであろう。なぜならば、面に直角にはたらく風圧は、風速が速いほど大きいという感性的な経験にもとづいて判断するのが生徒にとってはむしろ自然であるからである。またこのような事象が流体の動圧によって生ずると説明され、それを観念的におぼえていたとしても、上記の点については何か納得しかねるものを感じているので

はあるまいか。

中学生にとって流体の動圧差に関する理解は以上のようなむずかしさをもっているのに、ほんとうに理解してこの問題に正しく応じている生徒は26.5%の正答率をさらに下まわるのではないだろうか。流体の動圧差についての理解は、改訂学習指導要領では内容として取り扱わないことになっている。

33年度〔3〕

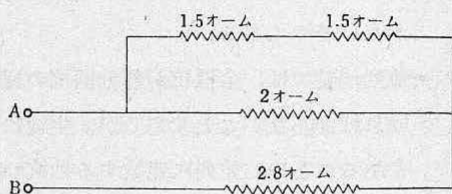
右の配線図について、つぎの問に答えなさい。

イ. A, B間の抵抗は何オームか。

答 _____ オーム

ロ. A, B間の電圧が6ボルトのとき、抵抗2オームの線を通る電流は何アンペアか。

答 _____ アンペア



イ	26.7%
ロ	0.8%

直列並列組合せの回路について、全抵抗と各部分の抵抗に流れる電流の強さの求め方を理解しているかどうかをみようとした問題である。イでは全抵抗が求められるかどうか、ロでは組合せ回路の中で並列に入っている抵抗の一つを通る電流の算出ができるかどうかをみている。

1. 直列連結と並列連結の場合を比較しながら各部分抵抗と全抵抗との関係や、各部分抵抗に流れる電流と回路全体に流れる電流との関係を関連的に理解させること。

直列、並列組合せの回路における抵抗と電流との関係を理解する基礎として、直列、並列単独の回路を比較しながらそれぞれの特徴を明らかにしておくなければならないことはいうまでもない。このことについては、30年度〔8〕や32年度〔6〕で述べたことがここでも該当するわけであるが、その上で特に留意しなければならないことをつぎにあげてみよう。

- 直列連結の場合については、各部分抵抗の和が全抵抗になることの理解

は比較的容易であるが、部分抵抗を流れている電流がみな等しく、したがって部分抵抗を流れている電流は全電流であることの理解は案外むずかしいものである。生徒は⊕側に近い部分抵抗ほど電流が多く流れ⊖側にいくにしたがって少くなるような偏見をもちやすいものである。このような偏見は回路についての正しい理解ができていないことにもとづくものであるから、電流計による実測によってたしかめたり、巾の広いところやせまいところのある水流について各部分を一定時間に流れる水量は等しいことを考えさせたりして、正しい理解に導くよう留意することがたいせつである。

- 並列連結では、全抵抗が部分抵抗の逆数の和の逆数になることは教えるなければならないことであるが。生徒にとっては全抵抗が各抵抗より小さくなることや、並列に連結する抵抗の数がますます全抵抗が小さくなることは、何か納得しかねるものがあるようである。並列連結の全抵抗を考えると、この点が最も重要な着眼点であって、直列連結の場合との根本的な相違点として明確にさせる必要がある。概念的に公式を教えるのではなく、まず、並列連結の場合の全抵抗は部分抵抗より小さくなることを実感として理解させることがたいせつなのである。それには電流計による実測でたしかめたり、家庭電気的全電流と各抵抗を流れる電流との関係から考えさせたりして、公式の裏付けとなる事実を定性的に理解させることが必要であろう。
- 並列連結における各部分抵抗を流れる電流が抵抗の小さいものほど大きいことは、生徒にとって、全抵抗と部分抵抗との関係を考えるよりむしろ理解しやすいことのように思われる。このことから逆に全抵抗が部分抵抗より小さくなることを推論させることも一つの方法であろう。このような定性的な理解を基礎として、その上で全電流をそれぞれの抵抗に配分したり、部分電流から全電流を求めたりする方法を教えることにより、比較的容易に理解できるものと思われる。

Ⅰの小問に正答できた26.7%の生徒のうち、Ⅱの小問に正答できたものがきわめてわずかであったことの理由として考えられることは、全抵抗と電圧から全電流を求めることができなかったか、そのことはできて

も、全電流を各部分に配分する方法を知らなかったかのいずれかである。前者はこのような場面にオームの法則と適用できなかったものであり、後者については上記の学習がじゅうぶんに行われていなかったものである。

2. 直列、並列組合せの配線図を見る場合には、図に見られる視覚的な形の類似にとらわれず、電流の回路をたどりながら全体と部分の関係を順序よく考えていけるよう指導すること。

問題に示されている図では、2.8 オームの抵抗が一見して並列に連結されているように見誤りやすい。おそらくこのように見取って、Iの小間を処理した生徒も相当数あったのではあるまいか。このような誤りは図の視覚的な印象から受ける類似性にとらわれて、電流の回路をたどりながら判断しなかったためと考えられる。直列、並列の判断を模式的な図によって行うよう習慣づけられ、それらの本質的な相違を理解していないことによる偏見がこのような誤りをおかせることにじゅうぶん注意しなければならないと思われる。

また組合せ回路について考える場合、各部分の回路をそれぞれ個々に考えてそれを総合するのではなく、全体としては直列回路とみ、そのある部分に並列回路が入っているとみるような全体的構造的な見方ができるようになることがたいせつである。回路の全体構造を基本型におきかえてとらえることによって、問題場面を処理する順序や方法についての見通しがもてるものである。

配線図の見取り方については、以上の点に留意して生徒に自ら考えさせるような着眼がたいせつである。さらにこのように見通しを立てさせた上で実測によってたしかめるような学習が行われることが望ましい。

33年度〔9〕

28°Cの水 100 グラムをフラスコに入れ、100ワットの電熱器にかけて熱した。この水の温度が100°Cになるには何分かかるか。答を書きなさい。ただし、1ワットの電力は1秒間に0.24カロリーの熱を出し、また、電熱器の出す熱の $\frac{1}{2}$ が水に吸収されるものとする。 答 _____ 分

31.6%

熱容量、ジュール熱、熱効率に関するそれぞれの理解を総合的に活用して問題を解決する能力をみようとした問題である。

1. 熱容量、ジュール熱、熱効率などの科学的な意味を確実に理解させること。

この問題では、水 1g を 1°C だけ高めるに必要な熱量が 1 カロリーであることとの理解とその活用能力がまず必要である。また 1 ワットの電力が一秒間に 0.24 カロリーの熱を出すということ、電熱器の発熱量の $\frac{1}{4}$ が水に吸収されるということなどの意味がわかっていなければならない。この問題を解くには、熱容量についての理解ができておりさえすれば、他の二条件は数学的に処理すればよいとも考えられるが、問題解決の条件としてあげてあることの意味がよくわかっていないと、その数値は案外使いにくいものである。

熱容量に関する理解を確実にするために基本的に重要なことは、温度と熱の概念を明確に区別して関係事象を考えることができるように指導することである。そのためには、比熱、融解熱、気化熱等、温度だけの考え方では説明のつかない事象に生徒を直面させ、そこで生徒に考えさせながら熱や熱容量についての概念を導くようにすることがたいせつである。この点、教科書にあげられている配列の順序などについても再検討を必要とするのではなかろうか。

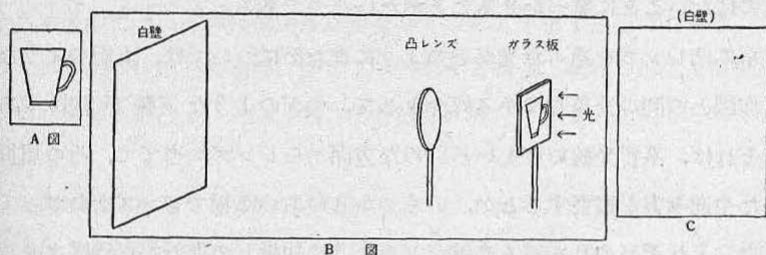
2. 数学的な問題解決能力を高めること。

熱容量、ジュール熱、熱効率などに関する計算問題が、それぞれ単独の形で出されていたとすれば、正答率はずっと高くなつたと予想される。この問題の正答率がわずか 31.6% にすぎなかったことは、いろいろな条件が加わったために、それらを数量的に関係づけたり、関係つけた結果を計算で求めたりすることがむずかしくなったことによるものが相当あったことであろう。各条件の科学的な意味をよく理解するとともに、それらの関係づけをし、まちがいをなく処理するような数学的能力を高めることが必要であろう。また、このような計算問題を課し、その解決法を考える過程で各条件の科学的意味をより深めるよう

な指導上の配慮もあってよいことである。

33年度〔10〕

ガラス板にA図のようなコップの絵をかき、B図のように置いて光をあて、凸レンズで白壁上にその像を作らせた。白壁には、像がどのようにうつるか。正面からみた像の形をCの の中に書きなさい。



58.0%

凸レンズによる実像のむすび方を正しく理解しているかどうかをみようとした問題である。

- 凸レンズによって生ずる実像は、上下、左右とも逆になることについての実験的な経験と原理的な理解とが対応されるよう指導すること。

凸レンズによってできる実像が倒立してできることについては、大部分の生徒が小学校以来の経験をもち、その理由についても実験や作図などをとおして一応理解しているものと思われる。しかし多くの場合、ローソクや電灯など左右対称の材料を用いての実験であり、作図にしても、上下関係だけを平面的に描くことが多いため、上下逆になることは認めていても、左右いれかわっていることは見逃している。

以上のような学習の結果としてこのような問題場面になると正しく反応できなくなるわけであろう。

このような指導を改善するためには、ガラス板などに描いた左右対称でない絵を用い、光源からくる平行光線がこれを透過して凸レンズを通り、それによ

って結ぶ像を観察するような学習経験をさせることが望ましい。この実験のもう一つの長所としては、できた像の倍率を測定するにもつごうがよいということである。しかしこの実験で注意しなければならないことは、生徒が光源の位置をどのように考えるかという点である。この実験で光源とレンズとの距離の変化によって、結ぶ像の位置と大きさがどのように変るかについての法則性を見出させようとする場合、光源の位置がガラス板の位置であって実際の光源の位置ではないことに気づかせることがたいせつである。

さらに凸レンズを通った光がどのように進むかについては、上記のような実験と作図との間の連絡をはかる媒介として、つぎのような実験が有効であろう。それは、平行光線の束をいろいろな方面からレンズに当てて、その屈折のしかたや進み方を観察するとか、いくつかの孔のあいた板でレンズをおおってみたとき、それぞれの孔を通る光線がどのように屈折して進むかを観察させるなどの方法である。

34年度〔5〕

左の図のようなしかけの輪軸を用いて、100kgの物体を高さ1mだけひき上げる場合について、つぎの の中にはまる値を書きいれない。単位名をおとさないこと。まさつと綱の重さは考えないものとする。

イ. この場合の仕事量は である。

ロ. この仕事をするには、矢印のところを最小限
a より大きい力で、 b だけ引けばよい。

イ	24.9%
ロ	29.1%

輪軸における力のつりあいに関連させながら、仕事についての理解程度をみようとしたもので、イの小問では仕事量の意味とその単位の理解を、ロの小問では、仕事における力と距離の関係に対する理解をみている。

1. てこの原理によって輪軸における力のつりあいを見れるようにし、特に、二つの輪の半径に比例する円周と移動する綱の長さとの関係を、てこの場合と対比しながら理解させること。

輪軸でみられる力のつりあいは、てこのはたらきと対比しながら考えさせることによって、比較的容易に理解させることができるものである。指導に当たっては、実際の輪軸を用いて物体をひきあげる経験をさせることにより、輪軸の構造や機能についての具体的な理解を与えることがまず必要であろう。このような具体的な経験なしに輪軸に関する学習をする場合、輪軸の構造や機能についての具体像が描けず、とかく観念的な知識に終ってしまい活用もしにくいものである。

実際の輪軸に関する具体的な経験の上で、これの原理的な考察をさせるに当たっては、同心円を描いたボール紙円盤などを用いることにより、てこと同じ原理で考えてよいことに気づかせるよう指導することが効果的であろう。ボール紙円盤の円周を捨象して、てことくらべたり、てこの場合の作用点と力点の軌跡を描いてみたりすることにより、輪軸はてこの原理で考えてよいことに気づかせることができるはずである。

中心からの距離と重さとの関係が互いに反比例関係になっている場合につりあうことの理解は、以上のようにして割合にたやすく得られると思われるが、引きあげられるほうの綱とひき上げるほうの綱との長さの関係を理解させるには多少の困難が伴うようである。実際に輪軸を操作して移動した綱の長さを測定してみたり、てこの場合の作用点と力点の運動距離を考えさせたりするとともに、半径と円周と綱との関係を図形的に考察させたりすることにより、綱が移動する距離は、かかっている重さ（または力）に反比例し、中心からの距離（この場合半径）に比例することに気づかせることがたいせつである。

また、てこや輪軸について、力のつりあいを考える場合と、そのような単一機械を使って仕事をするような場合について、生徒の思考上の混乱を生ずることのないよう留意しなければならない。指導に当たっては、つりあいにもとづいて考えながらも、仕事をする場合には、そのつりあいを破らなければならないことに気づかせることが肝要である。「最小限 より大きい力」という

ような表現も以上の理解にもとづいてはじめてその意味を納得できるものであるう。

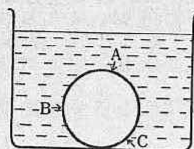
2. 仕事量が、重さ（力）×距離であらわされることの意味をじゅうぶん理解させること。

この問題の正答率が、イ、24.9%、ロ、29.1%で、きわめて低い理由として、仕事量の意味についての生徒の理解がふじゅうぶんであったことが予想される。

仕事量の単位が重さ（力）と距離との相乗積の形であらわされることは、それ自体生徒にとってむずかしいことである。このような理解を指導する場合、「ある物体を一つの位置から他の位置へ力を用いて移動させた場合、これを仕事をしたという。」「仕事量の単位は（重さ×距離）で $\text{kg}\cdot\text{m}$ （または $\text{kg重}\cdot\text{m}$ ）とあらわす。」「重さ $W\text{kg}$ の物体を $S\text{m}$ 動かしたときの仕事量を（ $W\times S$ ） $\text{kg}\cdot\text{m}$ とあらわす。」などのような観念的なことばとして記憶させようとするのはきわめてむずかしく、余程能力の進んだ生徒でない限り、真に理解することはできないと考えられる。

仕事量の意味を明らかにするため、留意しなければならない点をつぎにあげてみよう。

- 仕事量に関する指導の全過程を通じて、日常使っている仕事の概念と科学的な意味における仕事の概念とをしっかりと区別して用いられるよう留意すること
- $100\text{kg}\cdot\text{m}$ などいう仕事量を考える場合、 $1\times 100\text{kg}\cdot\text{m}$ 、 $2\times 50\text{kg}\cdot\text{m}$ 、 $20\times 5\text{kg}\cdot\text{m}$ ……など、具体的な仕事としてはいろいろな場合があり、それらを仕事量としてみたときに同一の大きさになることを、実際の場合と関係させながら理解させること。
- 輪軸、滑車、斜面などについて、力のつりあいとして学習するだけでなく、仕事や仕事量の概念を適用して考えさせることにより、仕事に関する理解内容を豊かにすること。



左の図のように水中に沈んでいる物体の表面A点、B点、C点にはたらく水圧の大きさはどうか。つぎのうちから正しいと思うものを一つ選んで、その番号を○でかこみ、理由をかんたんに下に書きなさい。

1. A, B, Cにはたらく水圧の大きさは等しい。
2. 水圧は大きい方からA, B, Cの順となる。
3. 水圧は大きい方からC, B, Aの順となる。
4. A, B, Cにはたらく水圧のうち、どれが大きいとはいえない。

理 由

30.8%

水圧の強さが深さにのみ比例することについて確実に理解しているかどうかをみようとした問題である。

1. 圧力を問題にする場合、常に力とその力がはたらく面との関係で考えられるようにするとともに、圧力の強さは単位面積にはたらく力の大きさであらわすことの理解を明確にすること。

生徒が圧力ということばから受ける表象は、何かものを押しつける力というような感性的直観的な全体像であつて、明確に、力のはたらく方向とそれに垂直な面とを分析し、その関係としてとらえていない場合があるのではなからうか。このように圧力ということばの科学的な意味があいまいであると、たとえば水の圧力を考える場合、水中に任意の面を想定して圧力の方向を考えることがむずかしくなるなど、その後の学習にいろいろ支障を来すものである。重力方向と水平面の関係だけでなく、いろいろな方向の力とそれに垂直な面との関係を圧力として考えられるよう留意して指導することがたいせつであらう。

また、圧力の強さが単位面積あたりの力の大きさであることも、生徒にとってはむずかしい見方である。底面にはたらく水圧の強さなどを問題とする場合、生徒は、ともすると底面にはたらく全圧力と考えやすいものである。たとえば、底面積の大きい容器と小さい容器に水が入っている場合には、深さよりも水の体積の大小（体積の大小を重さの大小に置換えることができるから）で

圧力の強さの大小を判断しやすいことなどである。固体間にはたらく圧力や水の場合などでいろいろな場を用意して考えさせることにより、圧力の強さは単位面積あたりで比較しなければならないことに気づかせ、したがって圧力の強さの単位は g/cm^2 であらわすことについての理解を明確にすることが、基本的に重要なことである。

2. 水圧の強さは深さにのみ比例して、体積や水中の面の方向には関係しないことを明確にすること。

生徒は、水圧の強さは深さが深いほど大きいということをことばとしては知っていても、先にあげた例のように、底面積の異なるもので比較させると水の容積が大きいとみられるほうの底面にはたらく水圧が大きいと判断したり、重力方向に対して垂直な面にはたらく水圧のみを考えて側圧や上圧を考えにくかったり、同じ深さでも下圧のほうが側圧や上圧より大きいように判断し勝ちなものである。このような偏見は、圧力を学習する場合に、物の重さに関連して導入するからであって、生徒の思考上の傾向から当然あらわれる誤りであろう。この問題でも、上記のように誤認してAがいちばん大きいと判断した生徒があったことと思われる。

実験方法をいろいろくふうしたり、実験の計画段階や整理の段階で上記の論理的な矛盾をじゅうぶん考えさせるなどして、偏見を是正するような指導を是非とも学習の過程の中で用意しなければならないと思う。

3. パスカルの原理との混同をさけるよう留意すること。

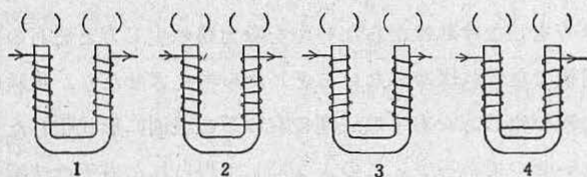
この問題では、水中にある物体が球状をしており、そこにA・B・Cの矢印がついているので、パスカルの原理の説明に用いられる実験やそれを模式化した図と混同し、A・B・Cの水圧は等しいと判断した生徒もずいぶんあったのではあるまいか。これは視覚的な表象の類似による混同であると同時に、水圧についての本質的理解が不完全なことによる誤りである。

とにかく生徒は実験観察によってみられる表面的な現象に目をうばわれ、その

奥にある本質を見失い勝ちなものであるから、実験による指導を行う場合には、なるべく本質が見やすいような実験方法をくふうするとともに、実験の計画段階において、実験目的と実験装置やあらわれると予想される現象との関係をじゅうぶん考察させ、派生的なものを実験目的に直結する現象や、表面にあらわれる現象とその奥にある本質的なものとの弁別をするような学習経験をくりかえさせることがたいせつである。

34年度〔10〕

下の電磁石の図で、エナメル線の巻き方の正しいのはどれか。二つ選んでその番号を○でかこみ、選んだものについて、鉄心のはしにできる磁極のなまえ（N，S）を（ ）の中を書きいれなさい。ただし矢印は電流の方向を示している。



40.2%

U形電磁石を作る場合のコイルのまき方についての理解と、コイルのまき方と電流の方向から磁力線の方向を判断する能力とを同時にみようとしたものである。

- U型磁石を製作したり、コイルのまき方と電流の方向によって磁極の生じ方がきまることについての実験をしたりして、形式化された知識の裏付けとなる事実を明確につかませること。

この問題では、選択肢の2と3のコイルが左側から右側へ移るところで交叉していないことから形式的に判断して1・4を選び、さらに、右手の法則や右ねじの法則を形式的に適用して極名をきめることによって、正答できたものがあるかもしれない。しかし以上のことについての形式化された知識に具体的な事象の裏付けがない場合には、内容的には無意味であって理科教育本来のねらいからみて望ましくないものである。ただ形式的に覚えたものは忘れやすく、

またこの問題のような場面に適用しようとするとな案外不確実なものである。

この問題でねらっているような内容の指導に当っては、実際にU型磁石の製作をさせることによって、1, 4のまき方が正しいことを発見させたり、電流の方向やまき方のちがいによって磁極がどう変化するかを実際にためすことがたいせつである。しかし、このような具体的経験だけで学習をすませただけでは、その実験時に経験したことを長くは握していることは、実験の条件が複雑であるだけにむずかしく、この問題のような場面で、その時の具体的表象を再生することは困難である。

そこで、上記のような具体的経験を基礎として、それを論理化したり形式化したりすることによって、その経験は知識として定着し活用しやすくなるものであることに留意する必要がある。したがって、指導にあたっては、「なぜ、1, 4のようなまき方をしなければならないかを磁力線の生じ方と磁石の基本的性質（両端は、異極でなければならないこと）から考えさせたり、実験によってたしかめた磁力線の生じ方を右手の法則や右ねじの法則に形式化したりすることがもっともたいせつであろう。このようにして得られた右手の法則や右ねじの法則は、具体的な事実の裏付けをもっているものであるから、生きた知識として、いろいろな場面にはたらかせることができるであろう。

この問題に正答できたものは40.2%にすぎないことから、半数以上の生徒は以上のいずれかの点に学習上の欠陥があったことと予想される。

Ⅱ 化学的分野

30年度〔1〕

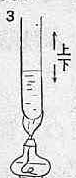
花子さんの組では、水質検査のとき水に試薬を加えて熱することになった。下図のうち、もっともよいと思う熱し方を一つ選んでその番号を○でかこみなさい。



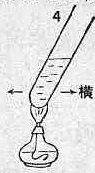
試験管を動かさずに
じっと火にかざしている。



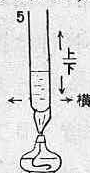
試験管の底をほのおの
もとにあてて。



試験管を上下にふっている。



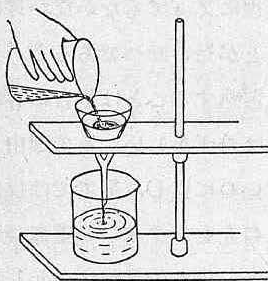
試験管の底を横に
かきふっている。



試験管を上下と横に
ふっている。

69.0%

33年度〔8〕



左の図には、ろ過する場合の基本のし方として、
正しくないところが二か所ある。それはどこか。つ
ぎに書きなさい。

1.

2.

30.0%

普通に用いられる実験器具について、基本的な操作技術が意図的に習得されているかどうかをみようとした問題である。30年度〔1〕は試験管による溶液の熱し方を、33年度〔8〕はロートと、ろ紙によるこし方をそれぞれみている。

- 基本的な技能に習熟させるとともに、そのように操作する理由についての知的な理解をはかること。

試験管で溶液を熱したり、溶液などをろ過したりすることは、最もふつうに行われる実験操作であって、大部分の生徒が度数の差こそあれ実際に経験してきているものと思われる。そこでこの問題に正答できなかった理由を、こうし

た技能習得のしかたから予想してみると、つぎのような点を挙げるができる。

- 正しい操作によらず、その時その時で任意の方法によったこと
- 正しい操作は指導されたが、そのように操作する理由についての知的な理解が伴わなかったこと
- 正しい操作は指導されたが習熟する段階まで反復されず、身につかないでしまったこと

特に、33年度〔8〕のろ過法についての正答率が低かったのは、問題が記述形式によって解答を求めていることも一つの理由と考えられる。けれども、それにも増して以上の諸点に学習上の欠陥があったことによるものと予想される。

正しい操作技術に習熟させようとする場合、操作の性質によっては比較的少ない反復回数で習熟の段階に達するものと、多くの反復によってもなかなか身につけにくいものがあることに留意して指導することがたいせつであろう。この二つの操作についていうならば、試験管の操作に習熟することは割合に容易であるに反し、ろ過の正しい操作を習慣づけることはむずかしい。その理由としては、前者の操作が単純でしかも自然に行いやすいのに反し、後者では操作が複雑であり、しかもガラス棒を用いたり、ロートの先をフラスコの壁につけたり、口紙をロートに密着させたりなど、習慣化しない中は一見わずらわしい操作を必要とするからである。また、ろ過法のように正しくは上記のような厳密さを必要とするのではあるけれども、状況によっては必ずしもそのようなしなくとも目的が達せられるような操作では、知的な理解を重視して目的にかなった操作を選択するような能力を高めるとともに、正しい操作の反復によって習慣化するようなこともたいせつなことであろう。

さらに、このような操作技術を習得する過程で、そのように操作する理由を考えさせ、知的な理解をはかることも忘れてならないことである。知的な理解が伴うことにより習得はより容易となり習熟の期間を早めることができるであろう。正しい操作法をくふうする際、操作を行う目的をまず考え、器具や薬品などの性質に適合させながら、その操作の合理化、能率化、適正化、安全化をはかるような態度を養うことも理科教育としてはたいせつなことである。

つぎのA列とB列、B列とC列のおのおの間で、関係のあるものを選んで——線で結びなさい。

A 列	B 列	C 列	
1. フェノールフタレン液を赤くする。	酸 性	a. 食塩水	A. B 21.5% B. C 23.7%
2. リトマス試験紙を青くする。		b. 酢	
3. リトマス液を赤くする。	アルカリ性	c. 石灰水	

酸とアルカリについて、指示薬や代表的な物質による弁別ができるかどうかをみた問題である。A、B列を結ばせることによって、酸、アルカリに対する指示薬の反応についての経験と知識が確実に結びついているかどうか、B、C列では、代表的な物質の性質を酸性、アルカリ性、中性と結んで正確には握しているかどうかをそれぞれみている。

1. いろいろな場合に指示薬を用いる経験をつませることにより、酸、アルカリに対する指示薬の反応についての知識を確実にすること。

酸性、アルカリ性と指示薬の反応とを結ぶ小問の正答率が意外に低く21.5%にすぎなかったとは、どこに困難があったのであろうか。リトマスやフェノールフタレンを使用しての酸性、アルカリ性の弁別は最も基本的なものであるだけ、大部分の生徒が実験の経験をもっていると考えられるのに（もっとも、フェノールフタレンは教科書によってはとりあげていないものもあるが）、このように誤答が多いのはなぜであろうか。考えられる誤答の原因としては、リトマス試験紙や液の青変と赤変を逆にしたもの、問題のB列が二つであるためA列からも二つを選べばよいと考えてフェノールフタレンかその他のどれかをおとしたものなどがあげられる。このような誤答はつぎのような学習上の欠陥にもとづくものであろう。

- ・リトマス試験紙や液が赤くなったり青くなったりすることは酸やアルカリによることは知っているが、どちらの場合がどうなるかの判断は学習経験が確実にになっていないと迷いやすいものである。
- ・フェノールフタレンのアルカリに対する反応が鮮明で印象的であるため、アルカリと赤が記憶表象を支配し、リトマスの場合にも同様である

ような誤認をしてしまうこと。

- ・学習経験が不確実であると、リトマスとフェノールフタレンの名称と、物質としての相違点が区別できにくくなる。

このように不確実な習得状態にならないように指導するには、一回の実験で済ますことなく、食塩の電解、アンモニアの性質（水にとけやすいことを噴水を作ることによって実証する）などのいろいろな学習の機会に指示薬を用いてためすような学習経験をさせることが望ましい。

2. 水素イオン、水酸イオンなどの概念によって、酸性、アルカリ性、中性についての統一的原理的な理解をはかり、分子構造を考えて酸かアルカリか塩かを判断できるようにすること。

食塩水、酢、石灰水が、酸性かアルカリ性かそれとも中性かを判断させる小問もわずか23.9%の正答率にすぎない。この誤答傾向として予想できることは、食塩水についての判断が生徒にとって困難であったことが第一の理由となり、ついで石灰水の判断に迷ったものであろう。酢が酸であることの判断は、酸味と結んで比較的容易に判断できたことと思われる。また、これらの誤答の中には、A、B列との関係から三つの物質をすべて結ばなければならないと考えて、食塩水をアルカリ性と結んだ（食塩水がからいことからアルカリ性と結んだものが多かったと予想される）ものもあったであろう。いずれにしても食塩水が塩酸とかせいソーダとの中和によってできた中性物質であることの理解がふじゅうぶんであったための誤りと考えられる。

それぞれの物質が酸性であるかアルカリ性であるか、それとも中性であるかについて、一つ一つ記憶していることは多くの場合、むずかしいことである。指導に当たっては、溶液におけるイオンの電離や、酸、アルカリにそれぞれ共通な水素イオン、水酸イオンなどの理解を重視するとともに、化学変化や分子構造についての理解を深めることによって、この問題のような場面での判断力を高め、酸、アルカリ、塩に関する知識に論理的なよりどころを与えてやるべきがたいせつである。

下記の表は、白米、大豆、キャベツ、牛肉、バターの成分を示したものである。白米とバターはどの食品番号にあたるか。それぞれの番号を選んで、答の（ ）の中に入力し、それを選んだ理由を簡単に書きなさい。

食品番号	水分	たん白質	脂肪	炭水化物	無機物	キロカロリー
1	90.1	1.8	0.2	5.0	1.2	28
2	9.8	38.4	18.0	27.7	4.8	438
3	11.7	0.8	86.5	—	0.9	808
4	14.5	6.1	0.3	78.0	0.9	348
5	60.1	27.9	10.5	—	1.3	212

答 { イ・白米 ()
理由 _____
ロ・バター ()
理由 _____

イ 61.6%

ロ 81.9%

栄養素に関する知識と関連して、主要食品の成分組成の特徴が理解されているかどうかをみようとしたものである。

- たん白質、脂肪、炭水化物の相違を明らかにするとともに、栄養素と食品を区別して考え、主要食品の成分組成に対する関心を深めること。

この問題の正答率は他の問題にくらべて相当高く、ことに、バターの正答率が81.9%に達していることは、この問題のねらいで示したような指導内容が相当確実に習得されていることを示している。しかし、白米についてなお40%弱、バターについても20%弱の生徒が誤答していることは、白米を2の大豆と誤ったり、バターを大豆または牛肉と混同したことによるものであろう。

このような誤答を生ずる学習上の原因としては、たん白質、脂肪、炭水化物をはっきり区別して理解していなかったことと、主要食品の栄養組成についての関心がうすかったためと考えるので、指導に当っては、つぎのことに留意することがたいせつであろう。

- ・体の生理活動と栄養素の機能との関係をはっきりさせること。
- ・たん白質、炭水化物（でんぷん、糖類）、脂肪の化学的性質や簡単な検出法を理解させること。
- ・生徒は、ある栄養素を多く含んだ食品（牛肉、バター、白米など）を栄養素の実体であるかのように考えやすいものであるから、栄養素と食品との概念上の区別を明確にすること。
- ・たん白質と脂肪とは視覚的に、炭水化物と脂肪とは体に対するはたらき

の上で混同しやすいと思われるので、その点ははっきり弁別できるよう留意して指導すること。

- ・日常の食生活と関連をもたせながら、食品の成分組成に対する関心を高め、食生活の合理化に役立たせること。

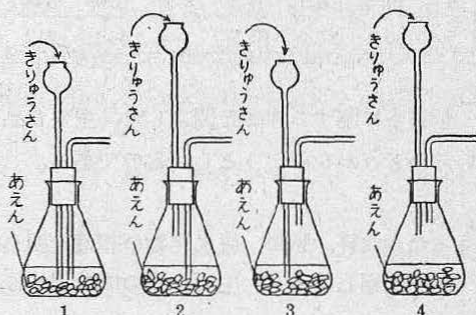
31年度〔3〕

水素を作って、その性質をしらべる実験をした。この実験について、つぎの間に答えなさい。

- イ. き硫酸と亜鉛を使って水素を作る目的で、1・2・3・4のような装置を作った。どの装置が正しいか。正しいと思うものを一つ選んでその番号を○でかこみなさい。

- ロ. 水素を燃やすと何がで

答



- ハ. 実験中に、あやまって もめん の服にき硫酸をかけてしまった。この場合、次のどの処置が正しいか。またその理由は何か。それぞれ正しいと思うものを一つ選んで、その符号と番号とを○でかこみなさい。

(処 置)

- そのままかわかす。
- 水でぬらしたタオルでぬぐってかわかす。
- うすいアンモニヤ水で洗い、つぎに水で洗ってかわかす。
- 濃いかせいソーダ水溶液で洗い、つぎに水で洗ってかわかす。

(理 由)

- この硫酸はうすいだから。
- 硫酸はぬれたタオルでふけばおちるから。
- 硫酸は水にとけて分解するから。
- 手の皮ふをいためないで、硫酸を中和するから。

イ	75.8%
ロ	31.3%
ハ	46.6%

水素の発生とその性質に関連して、イ・ロ・ハの小問はそれぞれつぎのねらいで出題されている。

- イ 水素発生のための装置について、気体をうまく採取するための物理的な機構を判断する能力
- ロ 水素を燃やすことが、どんな化学変化であるかについての理解
- ハ 酸、アルカリの性質とその中和に関する知識の活用能力

1. 実験装置を自ら作る経験をさせるとともに、その過程で装置の機構をどのようにしたらよいかを考えさせること。

小問イの正答率75.8%からみて、このような装置の物理的な機構を推理し判断することは比較的容易であったように思われる。しかし25%ほどの生徒が選択を誤まっていることからみると、なおつぎのような指導上の問題点をあげることができよう。

水素の発生や二酸化炭素の発生にこのような装置を用いることは、おそらく大部分の学校で行われていることと思われる。その場合、用意された教師実験をみるだけであったり、教師によって装置されたものをそのまま使用して実験したのでは、どんな装置だったかを正確に再生することがむずかくなるものである。発生する気体と装置の構造との物理的な関係を推理することのできない生徒ほど上記のような状態におかれるものであるから、このような生徒には、自ら装置を作らせる経験をさせ、その過程で装置の機構を考えさせながら要点に気づかせるような指導がたいせつであろう。

2. 化合と分解の概念と関連させながら、燃えるということの意味をじゅうぶん理解させること。

水素が燃えると水ができること、水を電気分解すると酸素と水素が発生すること、水は酸素と水素の化合物であることなどはもっとも基本的な実験であるから、どこの学校でも実施していると思われるのに、このように正答率が低い(31.3%)のはなぜであろうか。この問題に誤答した生徒が無答であったか、それとも水以外のどんな物質を書いたものであるかは予想できないので、誤答内容から問題点を指摘することはできないが、おそらくつぎのような理解上の欠陥にもとづくものと考えられる。

- ・水が酸素と水素の化合物であることは知っていても、これを燃えるという現象と結んで考えることができず、燃えるということは何か別のことであるように考えている。
- ・水の合成や分解の実験の現象面だけにとらわれて、それを化合や分解の概念によって統一的原理的に理解していない。

現象的には物質の分解とみられる燃焼という現象を、本質的には化合であると見直すことは生徒にとってむずかしいことの一つである。事実、物が燃える

ということをして火の成分がぬけ出していくと考えていた（四元素説、フロギストン説）時代から近代化学が誕生してわずか200年足らずにしかない。このように燃焼という現象の見方を180°転換するに、人類が困難な試行の段階を経たことを考えると、現在、生徒の指導をするに当たっても、よほどのくふうを必要とするのではなかろうか。

また、水素が燃えると水ができるということも、生徒の既有経験（火と水とは生徒にとって互いに相いれない反対の性質のもの）からすれば、一見きわめて不可解なことであり、なっとくしかねるものであろう。

このように、現象面や既有経験にもとづく判断が実は誤りであることに気づかせるような指導過程をくふうすることがたいせつだと思ひ、またそうすることによって、生徒は科学に対する本質的な興味を感ずるようになるとともに確実な理解に到達することができるであらう。

以上のような観点にもとづいて、物が燃えるということは、酸化がはげしく行われている状態をさすこと、したがってその結果できた物質は酸化される物質と酸素との化合物であることなどについて、実験をとおしながらじゅうぶん理解させなければなるまい。また、水素の燃焼に限らず、炭素の燃焼やその他の金属（マグネシウム、ナトリウム等）およびいろいろな化合物の燃焼などについて、統一的原理的な理解をはかったり、呼吸や金属のさびなどが同じく酸化という現象であることに気づかせたりすることなども、指導上重要な要点であらう。

3. 酸とアルカリのいろいろな性質やその中和に関する理解を確実にすること。

一般に、小問ハで示すような事態を直接に経験したことのある生徒はきわめて少いと思われるし、このような場合の処置について指導されたとしても、それはことばによる説明が多かったと予想されるので、この問題は酸とアルカリ並びにその中和についての知識が、うまく新しい場で活用できるように習得されていたかどうかをみようとしたものであるとも考えられる。

この問題の正答率が46.6%とあまりよくないのは、前述した30年度〔2〕の正答率が21.5%、23.7%の低率であったこととある程度符合する。したがって

この問題に正しく反応できるためには、酸とアルカリ並びにその中和に関する理解を確実にすることが重要であろう。この点については、30年度〔2〕の内容が該当するのでそこを参照されたい。

32年度〔1〕

つぎの表の元素記号について、その元素名と、それが空气中で燃えてできる物質一つを、それぞれ表の空らんにはきなさい。

元 素 記 号	イ. 元 素 名	ロ. 燃えてできる 物質名
C		

イ 55.9%

ロ 46.8%

元素記号についての知識の有無をみるとともに、炭素の燃焼がどのような化学変化であるかを理解しているかどうかをみようとした問題である。

1. 基本的な元素記号は、それぞれの元素に関連する化学変化を指導する機会に、いつもその記号を用いるようにすることによって、その記憶を確かにすること。

物質の本質を理解させようとするとき、元素・原子・分子・単体・化合物などの概念はその出発点である。元素記号を用いることにより、さまざまな物質の化学的組成やそれらの化学反応が単純化され理解しやすくなる。そこで、炭素・水素・酸素など、もっとも基本的だと思われる元素記号を中学で導入し、これを使用して化学的組成や化学反応を考えさせようとすることは、すでに一般の常識となっているし、改定学習指導要領でもこの点に着目して、第一学年からこれらのことについて指導することになった。

このように、もっとも基本的だと思われる元素の一つである炭素の元素記号を約45%の生徒がわかっていないということは、つぎのような学習上の欠陥があるのではなかろうか。炭素の元素記号がCであることは、なにかの機会に教えられたけれども、その後のいろいろな学習場面で意図的にこの記号を用いて

考えることが少なかったため、炭素という名称とその記号Cとの結合がとかれてしまったものであろう。

元素記号をただ観念的に覚えるということではなく、これを用いているいろいろな物質の分子構造を考えたり、その物質に関連する化学反応をたしかめたりすることによって、機能的な知識として役立たせることができる点にじゅうぶん留意して指導することがたいせつである。なおこのような指導が、実際の実験による具体的な経験を論理化するものとして、実験と一体的にとりあつかわれることの望ましいことはいうまでもない。

2. 化合と分解の概念と関連して、燃えるということの化学的な意味をじゅうぶん理解させること。

この問題で、イの小問に正答した55.9%の生徒のうち、その6/7近いものがロに正答していることになるので、元素記号でなく元素名で出題されていたならば、ロの小問の正答率は相当高くなったのではないかと予想される。31年度〔3〕のロ「水素が燃えると何ができるか。」についての正答率が31.3%だったこととくらべると、燃焼に関する理解の向上が認められるようである。

この小問についての指導上の留意点は、前述した31年度〔3〕の内容がまったく該当するので、そこを再読されたい。

32年度〔9〕

つぎのうち、アセチレンを生ずる場合はどれか。一つを選んで、その番号を○でかみなさい。

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1. 石灰石を強く熱したとき | 2. 生石灰に水を加えたとき |
| 3. 生石灰とコースとを高温度に熱したとき | 4. カーバイドに水を加えたとき |
| 5. 石灰石に塩酸を注いだとき | |

69.3%

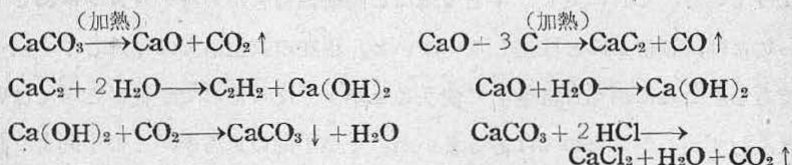
アセチレンの製法に関する知識が、他のまぎらわしい化学反応と混同されることなく、確実に身につけているかどうかをみようとした問題である。

。カーバイドに水を加えるとアセチレンが発生し消石灰が残ることを実験によってたしかめるとともに、石灰石からアセチレンに至る化学変化の過程や、アセチレンを原料とする化学工業のおおよそ、並びに、石灰石に関連してみられるいろいろな化学反応などの諸知識の系列中に、アセチレンの製法に関する知識が正しく位置づけられて、統一的構造的に理解されるように留意すること。

この問題の正答率は相当高く (69.3%) なっているが、正答できたものがもっていた知識の質がどんな内容のものであったかをこの問題では直接にみてはいない。この問題に正答できた生徒の中には、ただ単に、ことばの上で学習したものをたまたま再生し得たものもあったと思われるが、まぎらわしい選択肢が示されているため正答を選択するのにずいぶん迷ったものもあろう。

アセチレンの製法に関する知識を確実なものにするためには、実験をおして、カーバイドがどんなものであるかを見たり、水を加えてでてくるアセチレンや後に残る消石灰について直接に経験をさせたりするほうがよいことはいうまでもない。しかし、カーバイドやアセチレンのとりあつかいには危険が伴うものであるから、その点注意することが肝要である。さらにアセチレンの製法にみられる化学反応を分析的に理解し、これと直接間接関連をもつその他の化学変化と関係づけて統一的構造的に理解させるよう留意することがたいせつである。

石灰石に関係のある化学反応で、中学校でとりあげられるものは、つぎのようなものである。



現行教科書などでは、これらの反応が別々な単元でとりあつかわれており、大理石・石灰岩・石灰石・炭酸カルシウムなどが同一の成分のものであることにもふれていないものが多いように思われるので、上記の化学反応をそれぞれ孤立的に学習している場合が多いようである。ここにあげた反応式を正確に

用いて学習することは、中学生としてはまだむずかしいと思われるが、なんらかの機会に、同じ物質に関連したさまざまな化学変化として、整理することの必要はないものであろうか。

33年度〔1〕

下の 中から、イ・ロ・にあてはまるものを二つずつ選んで、それぞれ											
() の中にその番号を書きなさい。											
イ. アルカリに対して弱いもの…………… () ()											
ロ. 熱に対して弱いもの…………… () ()											
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. ナイロン</td> <td>2. 絹</td> <td>3. ビニロン</td> </tr> <tr> <td>4. 綿</td> <td>5. 羊毛</td> <td>6. 麻</td> </tr> </table>	1. ナイロン	2. 絹	3. ビニロン	4. 綿	5. 羊毛	6. 麻	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>イ</td> <td>63.2%</td> </tr> <tr> <td>ロ</td> <td>86.0%</td> </tr> </table>	イ	63.2%	ロ	86.0%
1. ナイロン	2. 絹	3. ビニロン									
4. 綿	5. 羊毛	6. 麻									
イ	63.2%										
ロ	86.0%										

各種せんの薬品や熱に対する性質について、日常生活に必要な知識を習得しているかどうかをみようとした問題である。

- 衣生活の合理化についての関心を深め、日常生活における各種せんの取り扱いと関連させながら、それぞれの性質を実験によってたしかめること。

ナイロン、ビニロン等の合成せんいが熱に弱いことは、きわめて顕著な性質であって、日常数多く経験しているので、ロの小問の正答率は高く (86.0%) になっている。これに対し、羊毛や絹など動物性のせんいがアルカリに対して弱いことは、日常よほど注意していないと、現在の衣生活では見逃しやすいことである。ことに絹を日常生活で使うことが少なくなったので生徒にとってはいちばんむずかしかったのではあるまいか。イの小問の正答率がイの小問より相当低くなっているのは、おそらく以上の理由にもとづくものであろう。

理科の学習として各種せんの性質を実験によってたしかめるとともに家庭科などで衣生活に対する関心を深めながら各種せんいを合理的に利用する能力を高めることがたいせつである。

試験管に重炭酸ソーダをとり、これを熱して発生する気体を石灰水に通すと、石灰水はどうなるか。つぎのうちから正しいものを選んで、その番号を○でかこみ、理由を下に書きなさい。

1. 赤くなる 2. 青くなる 3. 白くなる
(理由)

47.3%

重炭酸ソーダを熱すると炭酸ガスが発生することと、石灰水は炭酸ガスによって白濁することについてのそれぞれの知識を、関係づけて判断することができるかどうかをみようとしたものである。

1. 重炭酸ソーダは熱や酸によつて炭酸ガスを発生することについて、ふくらし粉や消火剤として利用されていることと関連させながら、実験をとおして学習させること。

この問題で生徒がもっとも迷ったと思われることは、重炭酸ソーダを熱するとでてくる気体は何であるか判断できなかった点であろう。重炭酸ソーダの熱分解に関する学習がふじゅうぶんだったための困難点であったと思われる。したがって指導に当っては、重炭酸ソーダを消火剤として利用することや、重曹という名称でふくらし粉として用いること。およびソーダ工業の一製品であることなどに関連をもたせながら、実際に実験をとおして炭酸ガスの発生することをたしかめさせることがたいせつである。

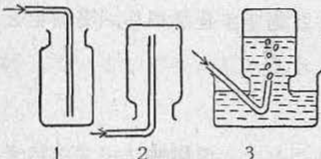
2. 炭酸ガスにより石灰水が白濁することを、他のまぎらわしい変化と混同しないよう留意して指導すること。

重炭酸ソーダを熱すると何が発生するかについてあいまいな知識しかもっていなかったとしても、石灰水→白濁→炭酸ガスという結びつきがはっきりしている生徒は、この検出法から逆に推定して正答することができたかもしれない。しかしまた、重炭酸ソーダの熱分解を理解していなかったため、石灰水

による炭酸ガスの検出にも気づかず、石灰水が弱アルカリであることと関係づけて「青くなる」と考えたり、重炭酸ソーダという名称中に酸の文字があることから「赤くなる」と判断してしまったものもあったことと思われる。このような誤りは石灰水による炭酸ガスの検出と、リトマスによる酸・アルカリの弁別法とを混同してしまったものである。

このようにある物質の化学変化を他のまぎらわしい化学変化と混同しないようじゅうぶんに留意して、それぞれの化学変化についての理解を確実にすることがたいせつである。観念的表面的な学習の結果は、よく上記のような混同を生ずるものであることに留意しなければなるまい。

34年度〔3〕



1 2 3

二酸化炭素（炭酸ガス）とアンモニア^はを捕集するには、左図のうちどの方法がよいか。いちばんよいと思うものをそれぞれ一つ選んで、その番号を下の表に書きいれ、また、理由をかんたんに書きなさい。

	番号	理 由
イ. 二酸化炭素		
ロ. アンモニア		

イ	44.8%
ロ	35.0%

二酸化炭素とアンモニアの捕集法をそれぞれの性質と関係づけて判断する能力をみようとした問題である。

1. 基本的な気体について、それぞれの性質を実験によってたしかめるとともに、その性質を利用したり適用したりする実際の場とのつながりをもつよう理解させること。さらにいろいろな気体の性質をさまざまな観点から比較対照して整理するような学習経験をさせること。

この問題は、二酸化炭素とアンモニアの性質をよく理解していれば、それぞ

れの性質を適用して捕集法を考えることにより容易に正答できる問題であろう。正答率が意外に低い原因としては、それぞれの気体の性質と結んで捕集法を理解していなかったことによるものと思われる。特にアンモニアが水にとけやすいという性質の理解とその活用に困難点があったようである。そこで指導に当たって、まず第一に留意しなければならないことは、これらの気体のそれぞれの性質を確実に理解し、その性質によっていろいろな気体を明確に弁別することができるようにすることであろう。気体の名称をいろいろ知っているだけではこうした場面になると判断することができないものである。

気体の性質についての理解を確実にし、必要に応じてその知識を使えるようにするには、実験による具体的な学習経験をさせるとともに、関係諸事象との関連をもたせ、構造的には握できるよう留意することがたいせつである。

たとえば、二酸化炭素の場合、その性質として、「この気体の中ではものもえない」、「石灰水を白濁させる」、「空気より重い」、「水に比較的とけやすい」などいろいろなものがあげられるが、これらの性質を観念的なことばでだけおぼえていようとするのは、案外むずかしいものである。二酸化炭素の性質ときかれた場合、生徒がどんな表象を思いうかべるかが問題であって、その性質に関するいろいろな実験や、その性質に関係ある日常生活上の諸事象がまず表象として描かれ、それらの表象に性質をあらわす記号としてのことばがともなってくるように学習されることがたいせつである。

また、いろいろな気体の性質を比較対照して整理するような学習の場をもつことにより、それぞれの気体の特徴がより明確には握されるものであることも指導上忘れてはならないことであろう。

このように、ある事象を象徴したことばの内包が豊かになるほど、その知識は確実なものとなり、またはたらきのあるものとなるはずである。この問題に正答できたものとできなかったものとのちがいは、それぞれの生徒がもっている気体の性質に関する知識の質的内容の差によるものであろう。

2. それぞれの気体を捕集する場合には、なぜそのような捕集法を用いるかの理由を、その気体の性質と関係づけて考えさせること。

二酸化炭素やアンモニアの性質と関係づけて捕集法の判断ができなかった生徒は、かつて学習した（生徒実験，教師実験，教科書の図などで）捕集法がどうだったかを思い出そうと努めたことであろう。この場合，たまたま正しく再生できたとしても，それぞれの気体の性質を考えて判断しなければ，その理由を書くわけにはいかない。なぜそのような捕集法をとるかの理由を実験の場で指導することがたいせつであり，またそうすることによって気体の性質に関する理解もより確実になるものであろう。なお，この点については，先に述べた30年度〔1〕33年度〔8〕の解説内容を再読されたい。

34年度〔1〕

セメントの製造にも，ガラスの製造にも，またカーバイドの製造にも，原料として使われるものはつぎのうちどれか。適当なものを一つ選んで，その番号を○でかこみなさい。

- | | | | | | |
|----------------|------------|------------|---------|---------|---------|
| 1. ねんど
粘土 | 2. せき
石 | 3. すす
炭 | 4. リン鉱石 | 5. コークス | 6. ケイシヤ |
| 7. せつかい
石灰石 | | | | | |

82.5%

セメント・ガラス・カーバイドの原料とその製法に関する知識をもとにして，それらに共通な原料がなんであるかを，まぎらわしい物質の中から選び出せるかどうかをみようとしたものである。

- セメント・ガラス・カーバイドなどの製法に関する知識を確実にするとともに，石灰石が化学工業で多方面に利用されていることについての総合的な理解を深めること。

この問題に多くの生徒がさして抵抗を感じることがなかったことは，その正答率（82.5%）から予想できる。セメント・ガラス・カーバイドなどを実際に作ってみるような実験は行いがたいので，それらの製法に関する知識は，ほとんど教科書や講義によって習得されたものと思われるが，このような問題の正答率が高いことは，理科教育の本質的なねらいからみて果して望ましいことであろうか。このような問題を出題すること自体にも疑問は残るが，また逆にこ

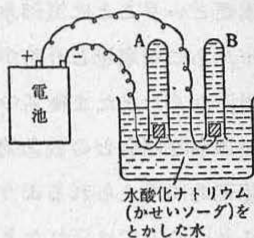
のような問題の正答率が高いことも現在行われている理科指導上の問題として考えてみなければならない点であろう。

34年度〔9〕

右の図のような電気分解の実験について、つぎの文の（ ）の中から、適当と思うものを選んで、その番号を○でかきなさい。

- イ. Aに集まる気体は(1.塩素, 2.酸素, 3.水素,
4.塩化水素)でBに集まる気体は(1.塩素, 2.酸素
3.水素, 4.塩化水素)である。
ロ. 水に水酸化ナトリウム(かせいソーダ)をとかす
理由は

- (1. 水酸化ナトリウムから気体をとるためである。
2. 電極に何を用いてもおかされないようにするためである。
3. 空気中の二酸化炭素がとけて水が酸性になるのを中和するためである。
4. 液の中を電流がよく流れるようにするためである。
5. 発生した気体が水にとけないようにするためである。)



イ	57.5%
ロ	57.5%

水の電気分解に関する理解が確実であるかどうかをみようとした問題で、イの小問は、陽極、陰極にそれぞれ集まる気体名について、ロの小問では、電気分解しようとする水に水酸化ナトリウムをとかす理由についてきいたものである。

1. 水の電気分解によって陽極に酸素、陰極に水素が発生する理由を、電解質溶液における電気の化学作用によって考えることができるように指導すること。

第一学年で水の電気分解を行う目的は、水の化学的組成が水素2と酸素1の割合でできていること、したがって水は水素と酸素の化合物であることを理解させることにあった。このような実験目的からみれば、水素と酸素が2:1の割合で分解されることが観察の焦点であって、どの極に何が発生するかは直接の目的ではない。そこで第一学年での学習では、なぜ陽極に酸素が集まり陰極

に水素が集まるかということについては、ただ、そのようになるのだという程度の現象的な取り扱いに終る場合が多いと考えられる。第一学年でこの程度の学習を行い、その後これを深める学習を行わないとしたら、酸素と水素が発生する極を間違いなく記憶しているということはまことにむずかしいことであって、どちらの気体がどの極に生ずるのか、恐らくははっきりしないのが自然であろう。この問題のイの小問に誤答した生徒の中には、発生する気体が酸素と水素だということに気づきはしたけれども、どちらが陽極だったかはっきりせず、ために極名をとりちがえたものもあったであろう。また逆に、はっきりした根拠なくたまたま極名の選択を誤らなかった生徒もあったことと思われる。

気体名と極名との観念的な記憶ではなく、そのように分解される理由について論理的に考えられるように学習が行われているならば、気体名と極名の対応をことばの上では忘れたとしても、論理的に考えを進めることによって正しく対応させることができるはずである。そのためには、第二学年で電解質溶液中の電気の化学作用について指導する際、ふたたび水の電気分解もとりあげて、このような観点から理解を深めることがたいせつである。いいかえれば食塩の電気分解や、酸とアルカリの中和などとともに、イオンの概念によって統一的な理解をはかるよう留意して指導することにより、この問題のような場面で間違いなく自信をもって気体名と極名とを対応させることができるようになるものであろう。

また、このような原理的理解の結果として、水の電気分解に水酸化ナトリウムを用いる理由についても、理解しやすくなることと思われる。

2. 他の類似の現象（食塩水の電気分解）と混同しないように、それぞれの電気分解について、物質の化学組成や電気の化学作用による変化の過程についての理解を明確にすること。

食塩水の電気分解についての印象がはっきりしている生徒や、水に水酸化ナトリウムを加える理由のはっきりわかっていない生徒は、塩素と水素を選んだり、水酸化ナトリウムの電気分解ではないかと考えて困ったりしたものであろう。特にこの問題では何を電気分解するかが問題の本文中には示されず、図の

説明とロの小問から水の電気分解であると判断しなければならないので、なお
いっそう上記のような誤認による間違いがあったことと思われる。

第一学年で取り扱う水の電気分解や二学年で指導する食塩水の電気分解、電
気メッキなどをそれぞれ孤立的に行うのではなく、総合して整理するような指
導の機会をもつとともに、電気の化学作用による物質の変化過程を明確に分
析して他と比較することができるようにすることがたいせつであろう。このよ
うな理解が確実になっていれば、小問ロで、これを水酸化ナトリウムの電気分
解ではないかと考えて1.を選んだり、酸とアルカリの中和と関係づけて3をと
ったりするような誤りはなくなると思われる。

生徒は習得した知識が他の諸知識と関係的構造的になっていない場合には、
表面的な類似現象やことばの上だけの関連や特に感覚的な興味をひいた事象な
どと混同して、誤った判断をしやすいものであることに、じゅうぶん留意して
指導に当たることが肝要である。