

小学校理科授業物理部門の指導に  
おける理科実験セットについて

宮崎女子短期大学

大坪昭裕

# 小学校理科授業物理部門の 指導における理科実験セットについて

宮崎女子短期大学助教授 大 坪 昭 裕

## 1 まえがき

理科教育は観察・実験・理論の各側面より指導すべきもので、殊に小学校の理科指導においては実験・観察が重要で、児童自ら行う実験の過程や結果を通じて帰納的に理論的理解に達するものである。

このように小学校の理科授業においては、実験が極めて重要であり、学校理科備品も次第に充実してきている。さらに、近代合成化学工業の目ざましい発達により、合成化学製品が大量に容易に生産されるようになって、簡単な理科実験器具にもそれら合成化学製品が多く用いられるようになった。ここに取り上げる理科実験セットは市販のもので、学校で学級・学年単位で一括購入させ、単元の進行に応じて全児童が全く同一のものを使用し、児童はそれを説明図によって組み立て、実験を行うセットのことである。この実験セットを使用することによって、現在の小学校理科教育にどのような効果・影響を及ぼしているであろうか。この点について考究してみようと思う。

先ず、従来見られなかったこの実験セットが使用されるまでの、わが国における小学校理科実験指導の変遷を学習指導要領などの変遷と併せて見る必要がある。

## 2 わが国的小学校理科実験指導の変遷

### 1 明治初期

この時期は近代科学について、すべてを西欧より輸入した時期である。そのため、理科教育を行うについても、また西欧文明に追いつくためにも、全く既存のものをもたないわが国にとっては、西欧のものをそのまま鵜呑みにし、それを学ぶことから始めるより他なかった。

明治5年8月に学制が発布されて、小学校を上等、下等に分け、同年9月には小学教則が制定された。理科は下等小学校において究理學論議、博物、化学、物理、生理を課し、教科書も西欧のものの訳本を用い、実験の必要性も法規的には認めたが、実験機械の入手は困難で寺小屋式の畳の教室では理科実験を行うことすらむずかしい時期であった。

しかし、実験についてはすべての人が等閑に付していた訳ではない。当時の東京高等師範学校教諭の後藤牧太氏の「簡単器械理科試験法」三冊が出版されており、理科実験法が述べてある。

### 2 明治後期

明治19年4月初めて小学校令が勅令で制定され、これが現在の小学校の基礎を定めたものである。23年10月に小学校令を廃止して、新たに小学校令が出ている。24年に小学校教則が出て、規則的に整ってきた。

理科の目標については、次第に明瞭に指示された。明治22年の小学教則において、理科の要旨を次のように定めている。

「理科は通常の天然物および自然の現象の観察を精密にし、その相互および人生に対する関係の大要を理解せしめ、兼ねて天然を愛する心を養うを以って要旨とする。」

その目標及び法規は整ってきたが、明治初期に引き続いて西欧科学の輸入の域を脱しなかった。教科書も改訂が数回なされて来たが、何れも物理、化学の学問的体系を簡単にしたもので、その内容の程度は現在の内容より高いくらいのものが羅列してあるという一種の教科カリキュラムであった。その指導方法は講義式で、小学校において教授の方法が研究されていたが、科学教育という点から考えると一種の詰め込み教育であった。

### 3 大正初期より昭和初期

この時期は大正初期より昭和6年くらいで、大正3年（1914年）第1次世界大戦が勃発し、大正7年（1918年）に終結し、昭和6年（1931年）満洲事変の起るまでの時期である。この時代はわが国の国力も充実し、前時代の西欧文化輸入の教育から脱却して、わが国の独特的研究や、その教育観というものが芽生えてきたのである。理科教育においても著しく進展した時期である。これは第1次世界大戦を中心として科学力が國の盛衰に關係することも知られ、列国競って科学教育に力を入れ出したからである。

文部省では大正7年に理科学教育改善費として当時の金で20万円を支出して、各府県にも地方費を支出させて、理科教育の振興を計ったものである。この時期に理科教室、理科実験室が新設され、生徒理科実験機械が設備された。

理科教授の面を考えても、理科実験の重要性を強調して、実験室教授法などの研究が進められ、各地で理科研究会が催されて今までにない急テンポの発展をなしたのである。また、実験のためには理科実験書が各種編集された。

実験の方法としては教師実験は主として説明のための講義実験法というものが実施され、生徒実験としては実験書による実験の時間が中学において実施された一種の料理講習実験であった。技術の面では何らかの能力を得たのであるが、創意工夫や研究の能力を養うことについては殆んど考えられなかった。

### 4 昭和初期より太平洋戦争終結までの時期

この時期は満洲事変勃発より昭和16年（1941年）太平洋戦争に突入し、昭和20年終戦に至るまでの期間である。わが国の国力が最も充実され、遂に戦争に突入し、敗戦に至るまでのわが国未曽有の時期であった。

この時代の教育は全く國家統制のもとに国家のための国民教育として終始していたのである。理科教育も国家の使命達成であることが明瞭に示されている。施行規則は次のようにある。

「科学の進歩が国家の隆盛に貢献する所以を理解せしめると共に、皇國の使命に鑑み、文化創造の任務を自覚せしむべし。数理および自然の理化を自發的持久的に推究する態度を重んずべし。観察実験を重んじ、実測、調査、作図、工作等の作業によって、理解を確実たらしめ、発見工夫の態度を養うに力むべし。」

昭和16年に小学校を国民学校と改称して理科は理数科の中におかれ、小学校1年より実施し、小学校1・2・3年を自然の観察という主題の下に、自然現象の観察を重視した。このように理科教育が国家の隆盛と密接な関係にあることを明示して、科学教育を国家および国民生活のために行なうことを指示している。この中に実験観察も重視しているが「知行一体の修練」というような習慣形成や行動の面を強調している所に特徴がある。これ

は全く國家非常時体制の中の教育であることを示している。しかしながら、この時ほどわが国の科学の進歩が、明治時代の西欧文化の輸入に汲々としたことに比べて、目ざましかった時代はなく、理科教育に実験を中心として創造力を伸ばすことを目標として努力したこととはなかった。

このように、理科学習に新しく創造力を養う指導を強調したのであるが、既に太平洋戦争に入り戦況悪化するに伴い、わが国内の物資は急に減じ、生活さえ困難になり、勿論理科実験のための機械、消耗品、諸物資が入手しにくくなり、折角のよい指導方針を実施し得ないうちに敗戦になったのである。

## 5 太平洋戦争終結より現在までの時期

太平洋戦争の終結とともに、アメリカ軍の進駐となり、憲法により法律も新たに制定され、昭和22年に教育基本法、学校教育法が制定された。そして6・3・3・4の学制が制定され、今までの国家統制の教育は民主的な教育に変った。

昭和22年5月、理科の学習指導要領が公表された。その目標として

「すべての人は合理的な生活を営み、一層よい生活ができるように児童生徒に環境にある問題について、次の三点

- 1 物事を科学的に見たり考えたり、取扱ったりする能力
- 2 科学の原理と応用に関する知識
- 3 真理を見出し、進んで新しいものを作り出す態度

を身につけるようにする。」

そしてその上さらに13項目の目標を示して、科学的能力と科学的態度を分析し、実に詳しく挙げている。

このように法規が出ると共に、アメリカの指示や助言などによって、理科教科書が文部省で編集された。この特徴としては、ある一つの単元を定め、その単元を中心にして問題を解決する形か、疑問体にしてこれに答えるという態度で、物理・化学・生物・地学の各方面の知識を相当にくわしく説明されたものであった。

また、実際の指導に単元学習が取り入れられた。その単元の初めに、導入の時間において問題点をきめ、みんなでこれについて研究や学習を進める学習順序をきめる。次の時間からその順序に従って、児童は自ら理科の学習に当る。それには討議をする場合もあり、実験や本によって発表会を行なうときもあり、各グループで研究に入って互いに話し合って学習を進める。問題が解決しない場合は、先生方やその専門家の話を聞いて学習するなど、極めて幅の広い方法で学習を進めていく。これを展開といっている。

しかし、実際にはこのような展開法をうまく活用することはむずかしい。理科の教材は極めて多く、教科書の内容も多いために、教師による講義が行われるようになった所もある。また、終戦後理科教室も整備されていないし、実験機械も設備されないまゝで、教科書中心の昔の授業のようになって、「物語の理科指導」と評せられるものが多くなった。

昭和27年学習指導要領が改訂され、小学校については400～500ページの大冊が試案として示された。

小学校理科学習指導要領の理科の目標には次のように示されている。

- 1 自然の環境について興味を擡げる。
- 2 科学的合理的なしかたで、日常生活の責任や仕事を処理することができる。
- 3 生命を尊重し、健康で安全な生活を行なう。

- 4 自然科学の近代生活に対する貢献や使命を理解する。
- 5 自然の美しさ、調和や恩恵を知る。
- 6 科学的方法を会得して、それを自然の環境に起る問題を解決するに役立たせる。
- 7 基礎になる科学の理法を見いだし、これをわきまえて、新しく当面したことを理解したり、新しいものを作り出したりすることができる。

その1つ1つについて、くわしく説明してある。その外、子供の発達との関係や、学習内容の組織化、計画の立て方など 450ページにもわたっている。余り大部であるから、小学校の先生方は却って読み通さないでその儘にしたという人も多かったという。

理科教育において実験の重要性は強調されて、昭和28年には理科教育振興法が議会を通過して、小・中学校の理科実験機械の購入のために補助金が支出されることになった。その支出額は少ないが、毎年5～6校に1校ぐらいの割で備品費が支出され現在に及んでいる。しかしこの程度の補助では実験機械のほんの一部分しか整わず、理科施設も不十分の学校が多く、実際にはなかなか実験を行えないのが実情であった。

文部省は昭和33年10月、小・中校の全体の学習指導要領の改訂を再び行った。これには現場の声も取り入れ、小・中学校の連関も考えて、全教育課程を整えたといってよい。

理科教育について小学校の目標として4項目を挙げている。

- 1 自然に親しみ、その事物現象について興味をもち、事実を尊重し、自然から直接学ぼうとする態度を養う。
- 2 自然の環境から問題を見出し、事実に基き、筋道を立てて考えたり、くふう処理したりする態度と技能を養う。
- 3 生活に關係の深い自然科学的な事実や基礎的原理を理解し、これをもとにして生活を合理化しようとする態度を養う。
- 4 自然と人間の生活との關係について、理解を深め、自然を愛護しようとする態度を養う。

前の指導要領と比較して改訂の要点をしらべると、次の点を挙げることができる。

- 1 小学校の理科全般の目標、内容、指導方針などが、よく連関をもってつくられたことである。教材の内容も今まで小・中学校で重複していて、無駄な時間を費していたが、小学校教材の中で指導のむずかしい教材をずっと減じたことである。
- 2 実験観察を重視した点である。今までの指導要領でも軽視したのではなかったが、この指導要領はこれが実施できるように、小学校では教材を減じて、その実施のための余裕をもたせ、小学校では「学習の本質的活動である。」と説明している。
- 3 科学技術教育の強調されている現在において、小学校の技能の指導をはっきりと加えたことである。

この改訂の要点を考えながら、教材の内容を見てみると、小学校では取扱いやすくなり実験観察を十分行ない得る時間的な余裕ができたように思える。この指導要領によって小学校では昭和36年より実施してきた。

このような新しい学習指導要領に改定された昭和30年後半において、特に科学技術の水準が進歩し、経済の発展が高度化し、これに伴って国民の文化や生活水準の向上などには目ざましいものがあった。文化的な環境、社会的な環境、自然的な環境は日々に変化し、児童の経験や活動の変化、思考様式も大幅に変容してきた。日本のG.N.Pの進展には目ざましいものがあり、さらには国際社会における日本の地位も向上し、その果すべき役割もますます大きくなってきた。日本と世界との結びつきが密になり、世界の動きが日本に火

きな影響を与えるようになってきた。また、教育の社会の発展、経済の発展、情報化社会大衆化社会に対する人間性回復の教育の果たす役割が強く認識されるようになってきた。

ここに於て、教育目標を明確にし、教育内容の一層の向上をはかり、時代の要請に答えるとともに、さらに実施の経験にかんがみて、児童の発達段階や個性能力に即し、学校の実情に適合するよう改善する必要があった。

他方、教育課程の実施の結果、次のような問題点が指摘されるようになった。

- 1 教育内容が複雑多岐にわたり、児童が十分に消化し切れないのではないか。
- 2 指導内容が多過ぎ、児童に過重負担になっているのではないか。
- 3 人間形成の観点から教育課程に問題があるのではないか。
- 4 主体的、自主的な学習を実現し、創造的な人間を形成すべきではないか。

そこで、教育課程審議会は昭和42年10月30日、「小学校教育課程の改善について」文部大臣に答申し、小学校教育のねらいを次のように述べた。

「小学校教育は、教育基本法および学校教育法の示すところに基づいて、小学校の各段階における児童の心身の発達と特性に応ずる教育を施し、人間形成における基礎的な能力の伸長を図り、国民育成の基礎を養うものである。」

教育課程の編成については、小学校教育のねらいに基づき、人間形成の上から調和と統一のある教育課程の実現を図ることを述べ、理科に関しては

「目標については、具体的な事物や現象についての直接的な経験を深め、自然認識の基礎になる科学的な物の見方や考え方などを育成するものであることを明確にすること」と改善の基本方針が答申され、次のように目標が定められた。

自然に親しみ、自然の事物・現象を観察、実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる。

このため

- 1 生物と生命現象の理解を深め、生命を尊重する態度を養う。
- 2 自然の事物・現象を互いに関連づけて考察し、物質の性質とその変化に伴う現象やはたらきを理解させる。
- 3 自然の事物・現象についての原因・結果の関係的な見方、考え方や定性的、定量的な処理の能力を育てるとともに自然を一体として考察する態度を養う。

小学校理科の物理部門の単元を物理学上の部門別に全学年について分類すると、次のようになる。（）内の数字はその単元の属する学年をあらわす。

#### A 力と運動に関する教材

- 1 空気のはたらき
  - 1 風ぐるま（2）
  - 2 ゴムふうせん（2）
  - 3 空気でっぽう（3）
- 2 水のはたらき
  - 1 水ぐるま（2）
  - 2 水でっぽう（3）
  - 3 物のうきしづみ（4）
- 3 運動に関する教材
  - 1 すなぐるま（1）
  - 2 ぱね（6）

4 力の釣合に関する教材

- 1 やじろべえ (2)
- 2 てんびん (4)
- 3 ここのはたらき (5)
- 4 かっ車・りんじく (6)

B 音に関する教材

- 1 音 (2)
- 2 音の出方・つたわり方 (5)

C 熱に関する教材

- 1 水・空気の温度によるかわり方 (4)
- 2 物のあたたまり方 (5)

D 光に関する教材

- 1 かがみと日光 (3)
- 2 虫めがね (4)
- 3 光の進み方 (5)
- 4 レンズ (6)

E 電磁気に関する教育

- 1 じしゃく (1)
- 2 まめでんきゅう (2)
- 3 じしゃくのはたらき (3)
- 4 まめ電球 (3)
- 5 かん電池とまめ電球 (4)
- 6 電流と発熱 (5)
- 7 電流とじしゃく (6)

以上の分類により、各単元の実験セットを現行学習指導要領に示された目標を基礎にして市販実験セットの実態を検討してみたいと思う。

A 力と運動に関する教材

1 空気のはたらき

1 風ぐるま (2)

目標は「流水の速さや風の強さによって車の回り方が変ることに気づかせ、車の回り方を手がかりに流水や風のはたらきを理解させる」となっている。この単元の導入としては1年のすなぐるま、発展として4年の川の水のはたらき、3年の風の力となる。

このセットは次の部品よりできている。

だい 7cm × 13cm × 1cm ..... 1

じくうけ 6.5 × 9cm ..... 1

じく 7cm ..... 1

はね 4.5cm × 6.5cm × 0.24 ..... 4

とめピン ..... 1

水ぶくろ ..... 1

ビニルパイプ 10cm ..... 1

ノズル ..... 1

### パイプ 12cm……………1

実際に組み立ててみると、組み立て方もかんたんで、水ぶくろとビニルパイプの他はすべてプラスチック製で堅牢である。しかしこのセットは水ぐるまとしては適しているが、風ぐるまとしては、はねが重過ぎる。扇風機の前に近づけると、風速の最も遅いときでも回るが、自然の風には反応が鈍い。また、はねがプラスチックでできているために、はねの形や大きさを変えたとき、どのように回るかを調べさせるには不適当である。

### 2 ゴムふうせん (2)

目標は「閉じられた空気を外に押し出すとまわりのものにはたらきを及ぼすことや、あわによって空気の存在を確かめたりしながら空気のはたらきと性質について考えさせたり、実際にためしりさせる。」とある。この単元の導入として、2年の水ぐるま・風ぐるま、また、発展として3年の空気でっぽう・水でっぽうがある。

このセットは次のような部品からできている。

ふうせん	大小各1
ノズル	7.5cm 1
ビニルパイプ	53cm×0.52cm 1
ポリぶくろ	14cm×7.5cm 1
コツプ	7.2cm 内径4cm 1
キャップ	1

組み立てることは全く他愛ないことでかんたんである。ふうせん以外はプラスチックとビニルである。

このセットはふうせんとノズルだけあれば実験の目的は達せられる。ポリぶくろは家庭でのゴミとしてもっと容積の大きなものが用いられているのを利用した方がよいし、また、ふうせんの容積も大小2個あるのに、大きい方でも小さすぎる。目標に対して最小限度のものが用意されているだけである。

これらの理由からこのセットを利用して、つきの実験を行うのは適当なセットとはいえない。

- 1 ゴムふうせんを膨らませて離し、飛ぶ様子を観察させて、その結果から遠くへ飛ばすにはどうしたらよいかをしげること。
- 2 ふくらませたふうせんの口を顔の方に口を開けて、顔に空気に当たることを経験させること。
- 3 ふうせんの口にノズルをつけ、ふくらませたものを水面に浮かべて走らせてみる。この場合、大きくふくらませたものとの違いを比べさせること。
- 3 空気でっぽう (3)

目標として「空気でっぽうで紙玉を飛ばしたり、水でっぽうで水を飛ばしたりして、閉じこめた空気と水に力を加えたときの変化から空気や水の性質を理解させる。」とある。またこの単元の導入として、2年のゴムふうせん、水ぐるま・風ぐるま、発展として3年風の力、4年水・空気の温度によるかわり方、物のうきしづみがある。

このセットは次の部品からできている。

つつ	18.5cm 内径3cm	1
おしほう	24cm	1

キャップ	1
ノズル	1
ぬの	120cm × 3 cm 1
糸	112cm 1
たま	2 cm 径3.3cm 2
ちゅうしゃき 5cc	1
とめせん	1

このセットはどちらかといえば、水でっぽう用として作られたものである。つつ  
の内径が3cmもあり、断面積 $\pi r^2$ は $\pi r^2 = 3.14 \times 1.5^2 = 7.0650\text{cm}^2$

仮りにあと玉をつつの中段まで押すためには $2067.2\text{g重}/\text{cm}^2 \times 7.0650\text{cm}^2 = 14,605\text{kg}$   
重となり、普通小学校児童用としての適当な空気でっぽうのつつの中段は 0.5cm程  
度であるから、押し棒を押すために相当大きな力が必要るし、また、そのような大きな  
力で押すときにつつが破れる惧れもある。その意味でこのセットのつつは空気でっ  
ぽうとして用いるためには、つつの内径を約1/6程度小さくしたものが適当である。

また、つつの長さについても適当な内径をもつ長さの異ったものも実験上必要と  
なるが、これも一種類だけでは不足である。

ちゅうしゃき (5cc) については空気には弾性があることを知る実験具として十  
分その目的を達するように作られている。

## 2 水のはたらき

### 1 水ぐるま (2)

目標は前掲の風ぐるまと同じである。また、セットも風ぐるまとの兼用となって  
いる。

このセットが水ぐるまとしての長所は次の点である。

- ① プラスチック製のため、はねやその他の部分に水が滲みます、各部分が水  
分を含むために重さに不釣合が起ることがないこと。
- ② はね4枚ともに全体を3等分する横線が入っており、噴水によってはねに水  
を吹きつける位置による水ぐるまの回り方が観察できること
- ③ はね4枚が赤黄緑青の4色のため、回転速度がある1色のはねを見ているこ  
とで観察しやすいこと

欠点としては次の点が挙げられる。

- ① はねの形が1種類のため、はねの形の違いによる回り方の違いが観察できな  
いこと
- ② はね4枚の取り付け角度が固定された方向（軸の法線方向）だけのため、取  
り付け角度の違いによる回転数の違いが観察できないこと
- ③ はねの枚数の多少による回り方の円滑さの違いを観察するためには、4枚の  
はねの中の相対する2枚をはずすということしかできず、2枚のはねでは、は  
ねとはねとの角度が180°となり実験しにくいこと

### 2 水でっぽう (3)

目標は前掲の空気でっぽうと同じである。また、セットも付属品以外は空気でっ  
ぽうとの兼用である。

このセットの長所を挙げると次のようである

- ① つつが透明なプラスチックのため、水がどこまで入っているかがよく見える

こと。

- ② 押し棒の先端の布を巻きつける個所が蛇腹状にネジ山があるため、布を巻きつけたとき糸がネジの谷の部分に入って、水でっぽうを操作している間に糸がつつの内壁で擦り切れず、また、布がずれないとこと

- ③ 竹の筒と異り、つつが全体同径であること

- ④ つつも押し棒も堅牢であること、

次点としては次の点が挙げられる。

- ① キャップが1種類のため、孔の大きさが一定で孔の大きさの違いによる水のとび出し方がどのように違うかが観察できないこと。

- ② つつが1本であるため、つつの太さの違いによる違いが観察できないこと。

空気でっぽうと同じく水でっぽうでも児童の製作活動が要求される。児童の創意ある製作は勧奨されるべきである。作った水でっぽうについて、どうすれば水が吸い込まれ、どうしたとき水が出るか。もし水がうまく吸い込まれなかったり、うまく出なかったりすれば、どうしてうまくいかないのかを吟味して、よくはたらくように直させなければならない。うまくいかない水でっぽうを改善工夫するときに、児童の活発な思考活動が行なわれる。この意味でこのセットは、先に挙げた長所をもっているが、製作に失敗しないといふれば欠点がある。

### 3 物のうきしづみ(4)

目標は「物の重さは、体積を同じにして比べることが必要であることに気づき、同体積の重さの違いから物の質の違いを理解させる。」となっている。この単元の導入は、1年すなぐるま、4年食塩水であり、小学校においてさらに発展となる単元はない。

セットは次の部品からできている。

プラスチック容器 内径1.9cm×3.4cm 5約10cc.

ろう 外径1.9cm×3.7cm 1

スチロール棒 外径1.9cm×4cm 1

おがくず 2.5g 1

あぶらねんど25g 1

プラスチックキャップ内径2.1cm×0.5cm 5

このセットの長所として次の点が挙げられる。

- ① プラスチック容器が透明で、中にある物質がキャップをしてもよく見えること。

- ② この容器の体積(約10cc)が適当な大きさであること。

- ③ プラスチック容器にキャップがあるので、溶液または水の中に入れても、内部に液体が浸入しないこと。

- ④ あぶらねんどにより、同体積または等しい重さのあぶらねんどでも、形を変えると浮くものと沈むものとが作れること。

このセット自体についての欠点は見当らない。もっと体積の大きなものを必要とするときは、家庭で使用している小型のタッパー(キャップつき)でも十分実験できる。

## 3 運動に関する教材

## 1 すなぐるま (1)

目標は「物には、かさと重さがあり、大小・軽重の違いがあることを理解させる。」となっている。発展として、2年水ぐるま、風ぐるま、やじろべえ、4年てんびんとなる。

このセットは次の部品からできている

だい	7cm × 13cm × 1cm	1
じくうけ	6.5cm × 9cm	1
とめピン		1
じく	7cm	1
はね	4.5cm × 6.5cm × 0.2cm	4
じょうご	175cc	1
キャップ		1
すな	135g	1
シート	52cm × 52cm	1
シーソーだい	6cm × 3.7cm × 4.7cm	1
シーソーいた	21cm × 3cm	1
おがくず	15g	1

水ぐるまのセットに、すな、じょうご、シート、シーソーだい、シーソーいた、おがくずなどを附加したのがこのセットになっている。このセットの長所を述べると次の通りである。

① 砂車のはねに水ぐるまの場合と同じく、じくから等距離に三等分線が入っていて、砂や小石をかける位置によって砂車の回転速度を調べるのに都合がよい。

② 砂の量はいく分少いが、砂粒の大きさが細かで、じょうごから落すとき、じょうごの口がつまつたり、砂の出方の緩急が生じない。

③ シーソーいたの両端に等体積の凹みが作ってあるので、同体積であっても重さの異なることが、異なる物体をのせたとき簡単に比較できる。

短所としては次の点が挙げられる。

① シーソーを使っておがくずと砂との比重の違いを調べるには、おがくずの分量が少な過ぎる。

② 砂車のはね自体の重さが重いため、それにかける物体、例えば砂、おがくずによって回り方の微妙な相異が比較しにくい。

③ 重い車と軽い車の比較のための砂車のはねの種類が1種類しかない。

## 2 ばね (6)

目標は「ばねにつるしたおもりの重さは、ばねを伸ばす力と同じはたらきをすることに気づかせ、おもりをつるして静止したときのばねとおもりの重さの関係や、ばねの伸びの長さとおもりの重さの関係を理解させる。」となっている。導入は1年すなぐるま、2年水ぐるま・風ぐるま、5年てこのばねはたらきであり、発展として6年かっしゃ・りんじくとなる。

このセットは次の部品からできている。

つつ(透明プラスチック)	15cm × 半径(内のり) 1.6cm 厚さ0.2cm	1
上ぶた(緑色プラスチック)		1

下ぶた (〃)	2
目もり (紙テープ, ミリ単位長さ10cm)	2
つりて (プラスチック)	1
ばね大 (太線) 2.5cm	1
ばね小 (細線) 2.4cm	1
つり金具 14cm	1
つり金具どめ	1
おもり (鉄板片) 5g	5
記録用紙 (方眼紙)	1

このセットの長所を挙げると次の通りである。

- ① 目標を達成するために器具が、かんたんな組立てができる。
  - ② ばねの太さの違いによって引き伸したときの手の感じや、ばねのもとにもどうする力に違いのあることがよく分るようにできている。
  - ③ 支持台がなくても、下ぶたに貯金箱の口のような切り込み穴があるため、おもりを吊したときよく固定されている。
- 欠点として次の点が挙げられる。
- ① 太さが同じで長さの異なるばねでどのように違うかをしらべるのに、はねが同じ太さのものがそれぞれ1種しかないこと。
  - ② これは極めて重要なことであるが、5個のおもりの中で2個は5gに達せず、1個は5gをこえており、全体としては25gであるが、おもりを1個ずつ吊していくとき、伸びに違いが生じてくること。
  - ③ 目もりテープのミリ単位の目盛り誤差が10cmで1mmあること。
  - ④ 記録用紙の方眼の目盛りが小さすぎるのこと。

#### 4 力の釣合に関する教材

##### 1 やじろべえ (2)

目標として「やじろべえの立ち方からおもりのはたらきを理解させる。」とあり、導入として1年すなぐるま、発展として4年てんびん、5年てこのはたらきとなっている。このセットは次の部品からできている。

うで (針金)	17cm	2
ダルマ (プラスチック板, うで挿入穴つき)	1	
してんうけ	1	
しちゅう (プラスチック棒) 15cm半径 0.2cm	1	
だい (プラスチック円板) 直径5.2cm	1	
おもり大 8g	1	
おもり中 4g	2	
おもり小 3g	1	

このセットの長所を挙げると次の通りである。

- ① ダルマに支点の両側に30°おきに挿入穴がついていること。
- ② うでは軟鉄の針金がついていて、彎曲させたり、折り曲げたりして、うでの支点からの水平距離を変化できること。
- ③ してんうけがダイヤモンドゲームの駒を逆さにした形で、支点が滑り落ちないように、上面の外縁が盛り上っていること。

欠点を挙げると次の通りである。

- ① うでの針金の長さ17cmに対して支柱が15cmのため、うでの等距離に重さの異なるおもりをつけたとき、重い方が下につかえること。
- ② おもりにうでの針金を挿し込んだとき、おもりの球の穴が小さいため、おもりを針金の途中までずらせないこと。

## 2 てんびん (4)

目標は「棒のつりあいを調べたり、つりあっている棒に同じ重さのおもりをかけてつりあわせたりし、てんびんのつりあいを理解させる。」となっている。導入は1年すなぐるま、2年やじろべえで、4年食塩水、物のうきしづみ、5年こてのはたらき、6年かつ車・りんじくへ発展する。

このセットは次の部品からできている。

うで (プラスチック)	18.6cm	1
台 ( " )	11.5cm × 8.3cm × 1.2cm	1
支柱 (プラスチック中空)	11cm × 2 cm × 1.5cm	1
ふた (透明プラスチック)	8 cm × 4.5cm × 0.3cm	1
ちょうせつねじ (鉄片)	5 g	2
心ぼう (鉄棒)	2.5cm × 直径0.1cm	1
つりかなぐ⑦ (鉄リング)		2
つりかなぐ① (ブリキ板巾狭)		2
わゴム		1
はり (プラスチック板)	9.4cm	1
さら (プラスチック)	直径5cm	2
おもり	5 g	1
	2 g	2
	1 g	1
	0.5 g	2
ピンセット (ブリキ製)		1
ぼう⑦ (両端等幅)	18cm × 0.9cm × 0.4cm	1
ぼう① (両端幅異なる)	18cm	1
紙ざら (ポール紙板)	4 cm × 4 cm	2
糸	176cm	1

このセットの長所として次の点が挙げられる。

- ① 同じ太さでまっすぐな棒は糸をまん中につけると水平になり、太さの違う棒では、まん中より太い方に糸をつけるとつりあうことを調べる実験では、部品を使って組み立てが簡単なために正確な結果が得られる。
- ② 二種類の棒の重心の位置、中点の位置は材質が不均質のことを考えて、予め目盛りがつけられていないことは、容易に児童が目盛ることができるのでよい。
- ③ いくらか難点があるが、てんびんを使って重さを比べ、物を皿にのせる位置によってつりあいは変わること、二つの物の重さはてんびんによって重い軽いを知ることができる。

短所として次の点が挙げられる。

- ① 台に支柱が嵌め込まれるように作られているが、大量生産のためか、支柱が

台に垂直にならないのは重要な欠点である。

- ② 他のセットのおもりと同じく、表示してある重量に誤差がある。殊に等重量の二つのおもりの重量が異っているのは致命的である。
- ③ 鉄リングが硬すぎて、プラスチック製のうでの両端の穴に吊るとき、うでの穴の部分を破損の危険がある。このリングは、むしろもっと細い針金を使用すべきである。
- ④ 調節ねじを用いても、はりが0の目盛を指しているのに、うでは水平にならない。

このような長所と短所とを考えてみると、秤量に関するものは、どうしても製作ミスが避けられず、そのため児童の実験が誤った結果となるか、または誤ったセットにあよって正しくない理解をしてしまう惧れがのる。

### 3 てこのはたらき (5)

目標は「重さの違うおもりをつくりをつり、あわせたり、小さい力で重い物を動かしたりして、支点からの距離と棒にはたらく力の大きさとの関係的にとらえ、このはたらきを理解させる。」とある。導入は4年でんびんであり、発展は6年かっ車・りんじくとなる。

このセットの部品は次のものからできている。

てこ板	21.5cm × 1.7cm × 0.2cm	1
支柱A	14.7cm × 1.9cm × 1.9cm	1
台	8 cm × 10cm × 1.5cm	1
支柱B	(上端三角柱) 5 cm × 4.2cm × 3.2cm	1
じく (鉄棒)	4 cm × 直径0.2cm	1
つつ (透明プラスチック)	15cm × 半径 (内のり) 1.6cm 厚さ0.2cm	1
上ぶた (緑色プラスチック)		1
下ぶた (〃) ⑦		1
下ぶた (〃) ①		1
目盛 (紙テープ、ミリ単位長さ10cm)		1
つりて (プラスチック)		1
ばね (太線) 2.4cm		1
つり金具	14cm	1
つり金具どめ		1
おもり (鉄板片)	5 g	5
わゴム		2

このセットは、ここ板、支柱A・B、じく、わゴムを除くと、ばねのセットと全く同じ部品である。

このセットの長所は次の通りである。

- ① 支柱は台に嵌め込むようにできているが、他のセットの支柱と台との組立てに比べて、がっちりとしている。
- ② てこ板に穴が左右に5個ずつ等間隔にあけられているので、支点からの距離が分りやすい。

短所として次の点が挙げられる。

- ① てこ板の支点の穴の大きさが、じくの直径に比べて大きいため支柱の前面と

てこ板の面とが、平行にならないため、おもりを吊したとき不安定である。

- ② おもりの重さがすべて5gであるので、重さの違うおもりのつりあう条件を調べることができない。
- ③ 上端が三角柱の支柱Bは低すぎるので、一端におもりが1~2個しか吊すことができない。

#### 4かっ車・りんじく (6)

目標は「滑車や輪軸を使うと、力の方向や大きさを変えて力を他の物に伝えることができるなどを理解させるとともに、これらのはたらきがてんびんやてこのはたらきと似ていることに気づかせる。」とある。導入は4年てんびん、5年てこのはたらきで、発展として、てこ・てんびん・輪軸を統一的に把握することにある。

このセットは次の部品からできている。

台 (三角形プラスチック)	三辺13cm, 8cm, 8cm	2
支柱 (軸、鉄棒)	11cm直径2.0cm	5
軸受 (鉄プラスチック)		2
支柱つなぎ (プラスチック)	4.9cm×0.5cm×0.5cm	2
車大 (半径8cm)		1
車小 (半径4cm)		1
てこ板 (透明プラスチック)	18cm×1.2cm×0.1cm	1
車のささえ (プラスチック) 大・小		2
車の軸 (鉄棒)	5cm直径0.2cm	2
おもり (方形)	15g	1
(方形)	5g	1
(S字形)	5g	4
糸	168cm	1

このセットの長所を挙げると次の通りである。

- ① 滑車 (定滑車) のはたらきを、力の大きさや方向、てんびんのつりあいなどと関係づけてとらえさせると、滑車の溝が滑らかに深く作ってあるので、巻きつけた糸の動きが確実で、また滑車自体がプラスチックでできているので、軽量であることが都合がよい。
- ② 二つの車を1本の軸に固定すると、一つの車にかかる力は、もう一つの車にも伝わることを理解させるのに、車と軸棒とが少しきつくとまるようにできているので、力を加えた車が回り、他方が同時に回らないということが起らない。
- ③ 7個のおもりの重量が正確であるのは、他の秤量関係セットのおもりと比べてよい。
- ④ 輪軸の車の大小とおもりの重さの関係が定量的にとらえやすいように直径比が2:1になっている。

短所として次の点が挙げられる。

- ① 定滑車を二つ組み合わせたときの力の伝わり方や軸 (支点) にかかる力の大きさについて理解させようとするとき、ここ板の穴の車の中心に合わせたとき、左右の二つとも大小の車の外縁上に合っていない作りになっている。このため車にかけた糸が実験中はずれる結果になっているのは粗製である。

② 滑車を使って小さい力で重い物を持ち上げる方法を滑車の性質から考えさせるとき、支柱（水平に用いる棒）の長さより、二つ車の直径の和が大きいので実験できず、また、車のささえを水平棒に固定するとき、車が軽量であるために少しの風でも揺れが大きい。この解決のためには、水平に用いる支柱を2倍にし、車の大小の直径を6cm、3cm位にすることと、台の内空部に重量を大きくするための油ねんどを加えたセットにすべきであろう。

## B 音に関する教材

### 1 音 (2)

目標は「音を出している物の震えていることと、その震えは物を伝わることをとらえさせる。」となっている。この単元は発展として5年音の出方・つたわり方となる。このセットは次の部品からできている。

パイプふえ	長さ8.7cm断面だ円形	1
かみぶえ	6.5cm×11cm	
プラスチック箱		1
西洋紙		1
油 紙		1
糸電話筒（プラスチック）96cc	2	
糸電話筒（竹） 直径4cm長さ6cm245cm		
糸	1	
輪ゴム	3	

このセットの長所を挙げると次の通りである。

① 糸電話の送話機・受話機がうすいプラスチックでできているので、丈夫なことと、それらを手にして送話・受話をを行うとき、糸を取りつける面が紙を張ったものがしわになるのに対してプラスチック面のため都合がよい。

② パイプふえもプラスチック製で堅牢であり、断面が楕円形になっている。これは竹で作ったときには楕円のものはできないが、この点簡単で効果的である。また、セットについているプラスチック箱では音が出ないために児童が振動箱を種々変えて工夫する結果となっている。これは怪我の功名であるにしても、効果的である。

欠点として次の点が挙げられる。

- ① 糸電話の送話機・受話機のプラスチック筒の断面が少し厚すぎるため手で握ったとき振動の振幅が小さい。
- ② パイプふえの振動箱が使いものにならない。
- ③ 三色の輪ゴムの太さが皆同じである。
- ④ 両端の開いた糸電話筒も添えて、一端に紙を張るようにしてない。

### 2 音の出方・つたわり方(5)

目標は「音の強弱・高低が、その音を出している物の振動の様子の違いによって起ることや、音が伝わることは、振動が伝わることであることを理解させる。」となっている。導入は2年音、5年光の進み方である。このセットは次の部品からできている。

台（鉄板製）	26cm×5.4cm×0.8cm	1
はりがね（ピアノ線）	48.7cm	3
蝶ナット		2

ビス	3.7cm	直径0.2cm	2
まくら（鉄製）	4.5cm×1.0cm	高さ0.9cm	2
ことじ（〃）	0.9cm×1.4cm	高さ1.3cm	2
鉄板	5.3cm×1.0cm		1
ゴムひも	32.6cm		1
あつがみ			2

このセットの長所として次の点が挙げられる。

- ① 音の強弱は、その物の振幅の大小によることを実験する場合に、ことじがまくらより高くできているため、糸の長さをことじを用いて変えたとき、糸が強く張れ、さらに、蝶ナットで加減できるようになって効果的である。
- ② 音の高低は、その物の振動の速さの違いによることも、①と同じ理由で効果的にできている。
- ③ 台が金属で、台の下が中空であるため、その部分の空分の空気とともに共鳴箱の働きをしている。
- ④ はりがね（ピアノ線）の太さが2種類あること。

欠点として次の点が挙げられる。

- ① 台の一端にビスで糸を固定するとき、ビスを通す穴のついた鉄板が垂直についているが、上半部が曲げられている角度が大きいため、ビスの頭が床につき、共鳴効果が減じられている。
- ② はりがね（ピアノ線）は折角3本あるのに、線の太さの種類が2種類で、ゴムひもも1種類の太さものしかない。

### C 熱に関する教材

#### 1 水・空気の温度によるかわり方(4)

目標は「温度によって水の相が変わる事実の観察や、空気と水が温度の違いによって体積の変わり方に違いのあることなどを調べながら、温度による水・空気の体積や状態変化をもとに、水・空気の性質をとらえさせるようにする。」となっている。導入として2年ゴムふうせん、3年空気でっぽう・水でっぽう、発展として5年物あたたまり方となっている。

このセットは次のものからできている。

棒温度計-20°C~100°C

直径0.6cm長さ30.2cm

1

台付温度計-20°C~50°C

温度計 直径0.4cm 長さ17.5cm

台（プラスチック）5.1cm×1.0cm×21cm

このセットは2種の温度計からできているが、実際にこの単元の実験を行なう場合には、温度計の他に次の器具、用具が必要である。

記録用ノート

糸

てんびん

薬 餌

さ じ

ぞうきん  
マジックインク

ゴム管

注射器

白い紙

平底フラスコ

やかん

電熱器

ねんど

ろうを塗った紙

ビーカー

試験管

氷

食塩

湯 ガラス管, 蒸発皿, ペトリ皿

ただし、この中で児童が各自準備するものは記録用ノートだけであるが、これら2種類の温度計を各自が所持し、他のものはグループで1~2個準備すればよいので、各自がもつ必要はない。

このセットの長所は次の点である。

- ① 棒温度計は水温測定を行なうので $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $100^{\circ}\text{C}$ まで目盛ってあり、台付温度計は気温測定用のため $-20^{\circ}\text{C}$ ~ $50^{\circ}\text{C}$ までの目盛となっていること。
- ② 台付温度計の台がプラスチックで木製よりソフトなため、取扱い中温度計の破損の危険が少ない。また台が熱の不良導体であることも、気温測定の目的に適っている。

欠点として次の点が挙げられる。

- ① 台付温度計のアルコールだめの位置に台に穴があいていない。
- ② 温度計だけをセットとし、他の必要器具が極端に省略されている。

## 2 物のあたたまり方 (5)

目標は「金属や水・空気の暖まり方を理解させる。」となっている。導入は4年水・空気の温度によるかわり方、物のうきしづみで、発展は5年光の進み方、音の出方・つたわり方、6年物の燃え方、気温・地温と季節となっている。

このセットは次の部品からできている。

実験台A (プラスチック中空柱) 1

上端に $0^{\circ}$ ~ $105^{\circ}$ までの目盛つき

上面 $2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$

下面 $2.7\text{ cm} \times 3.3\text{ cm}$

$\times 12.9\text{ cm}$

実験台B (プラスチック)

$18.6\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 1.4\text{ cm}$

ろう引き金属板A

1

$6.5\text{ cm} \times 11.0\text{ cm}$

中央両端近くに嵌め込み穴2個

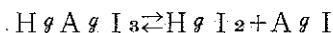
ろう引き金属板B

1

	10.5cm×6.7cm	
	中央に切れ込み	
感應剤ぬり金属線	14.4cm直径0.2cm	2
(鉄線, 銅線)		
金属線取付板A	大 3 cm×5 cm	1
(金属)		
金属線取付板小	2 cm×3 cm	1
(金属)		
金属線取付板B	2.5cm×3 cm	1
(プラスチック)		
鉄 線	14.4cm 直径0.2cm	1
銅 線	14.4cm 直径0.2cm	1
支 柱A	11.8cm 直径0.3cm	1
支 柱B	11.9cm 直径0.3cm	1
支 柱C	11.8cm 直径0.3cm	1
おがくず	2 g	1
はね車のじく	16.2cm	1
ぬい針	5 cm	1
はね車(紙)	直径6.8cm	1

このセットの長所として次の点が挙げられる。

- ① 金属は、暖めたところから順に離れた方へ暖まることを、方形の金属板と、切れ込みのある金属板の片面にろうが塗ってあり、順に暖まる様子が見て分るようにしてあること。
- ② 金属は、温度によって体積や長さが変る様子を、金属棒が熱せられたとき、固定していない一端の支柱とその金属棒との間に分度器の中心の位置に縫い針を置き、金属棒の線膨脹によって指針のついた縫い針が転がるようにしてあること。
- ③ 感應薬を塗った鉄線・銅線が用意され、これを熱したとき、感應薬 ( $HgAgI_3$ ) が45°Cによって、次のように変化する。



このことにより、 $HgAgI_3$  (黄色) が $HgI_2$  (赤色) となり、冷えると再び $HgAgI_3$  (黄色) に戻ることから、鉄線より銅線の方が、早く熱を伝えることが見て分るようにしてある。

- ④ 水・空気を下から暖めたとき、水にはおがくずを混ぜ、空気では紙のはね車を用いて対流のようすが分るようにしてある。

細かな点についての欠点を挙げると次のようである。

- ① 実験台Bの二つの突起がろうびき金属板Aの穴とぴったり合わないと、アルコールランプをのせたとき傾く。
- ② 金属線取付板Bはプラスチック製のため、取付けた金属線が高熱になると融ける惧れがある。

#### D 光に関する教材

##### 1 かがみと日光(3)

目標は「鏡で反射された日光は重ねられることを理解させる。」となっている。導入としては、1年ひなたとひかけの日光を遮ったときの影のでき方と、ひなたとひかけの明るさと暖かさの違いであり、発展として4年虫めがねの虫めがねに当った日光の進み方と虫めがねで集まる光の明るさと暖かさ、6年レンズの凹面鏡にあたった日光の進み方となる。

このセットは次の部品からできている。

かがみ 5.4cm×7.6cm 厚さ0.2cm

かがみわく（プラスチック）

あし（鉄線コの字型）

スクリーン（ボール紙） 20.8cm×25cm

このセットの長所は次の点が挙げられる。

① 鏡を立てる部品が簡便である。

② スクリーンのボール紙が方眼目盛になっており、左右の壁になる部分が黒く塗ってある。

短所としては次の点が挙げられる。

① 鏡の縁の切り方が波打っていて上下左右が長方形になるように切断していない。

② 鏡の表面に拭いてもとれない塗料が付着している。

## 2 虫めがね (4)

目標として「日光による虫めがねの影のでき方を調べ、日光は虫めがねで集められることや、日光が集まると明るさや暖かさが変わることなどを理解させる」となっている。導入としては1年ひなたとひかけ、3年かがみと日光で、発展は6年レンズ、5年光の進み方となる。このセットは次の部品からできている。

虫めがね 倍率1.5倍 直径3.8cm

このセットの長所として次の点が挙げられる。

① 日光が虫めがねにあたると、虫めがねの影の中に明るいところができることが分ること。

② 日光が虫めがねにあたると、光が集まることが分ること。

③ 虫めがねで日光が集まると、明るく、暖かくなることが分ること。

欠点としては次の点が挙げられる。

① 虫めがねが1種類であるために、日光があたる虫めがねの面の広さが違うと、集まる光の明るさや、暖かさが異なることとの比較ができないこと。

② 球面収差があるため、日光を集めたとき明るい輪が二つできる。

## 3 光の進み方 (5)

目標として「電燈や太陽の光を使って、透明体の中での光の進み方、質の違った物の中を通るときに起こる光の諸現象などを観察し、光の進み方や性質を理解させる。」となっている。導入は1年ひなたとひかけ、2年たいよう、3年かがみと日光、4年虫めがねであり、発展として6年レンズとなっている。

このセットは次の部品からできている。

実験づつ 10cm×3cm×2.8cm

直方体の五面は黒い不透明プラスチック

上の一面は透明プラスチック

側面に5個、底面に2個の穴  
スリット  $2.7\text{cm} \times 7.3\text{cm} \times 4.7\text{cm}$  1  
スリット5本  
スリットカバー  $4\text{cm} \times 3\text{cm}$  1  
黒不透明プラスチック板  
下端に  $1\text{cm} \times 0.5\text{cm}$  の切り込み  
波板  $5.1 \times 4.0\text{cm}$  1  
(金属板)  
かがみ  $3.9\text{cm} \times 4.7\text{cm}$  1  
紙やすり  $2.2\text{cm} \times 1.9\text{cm}$  1  
プリズム 各面  $1.7\text{cm} \times 3.2\text{cm}$  1  
分度器 半径  $3.3\text{cm}$  プラスチック 1  
透明プラスチック  
上底  $2.6\text{cm}$  下底  $3.8\text{cm}$   
高さ  $2.2\text{cm}$  厚さ  $0.9\text{cm}$   
水そう 内のり  $7.7\text{cm} \times 1.6\text{cm}$  1  
透明プラスチック製  
線香  $4.7\text{cm}$  1  
実験台 プラスチック 1  
板  $13\text{cm} \times 6.9\text{cm} \times 1\text{cm}$  1  
透明エンビ板  $9.8\text{cm} \times 4.9\text{cm}$  1  
四隅に  $0.5\text{cm} \times 0.5\text{cm}$  の切り込み  
一端近くに直径  $1.2\text{cm}$  の穴  
日よけ台紙  $18.8\text{cm} \times 9.6\text{cm}$  1  
片面黒のボール紙

このセットの長所は次の通りである。

- ① 日よけの台紙を利用するだけでなく、室内全体を暗くすれば実験づつの中に線香の煙を入れて、光の直進、太陽の光と電燈の光の類似点と相異点が分る。
  - ② 暗室の中で光が空気中、水中およびガラス中で直進することが実験づつ、水そう、プリズムを用いて分る。
  - ③ 暗室の中で空気から水へ、水から空気へと、質の違う物の中へ光が進むときその境で反射したり、屈折することが、スリット、水そう、プリズム、分度器に立てたかがみを用いて分るようになっている。
- 短所を挙げると次の通りである。
- ① 実験づつの黒い不透明な側面に5個の穴（直径  $0.2\text{cm}$ ），底面に2個（直径  $0.2\text{cm}$ ,  $0.4\text{cm}$ ）あるが、5個の方は3個にしてもっと直径を小さく（直径  $0.1\text{cm}$ ,  $0.2\text{cm}$ ），2個の方は線香のさし込み穴であるため1個（直径  $0.2\text{cm}$ ）とした方がよい。理由は、余分な光が入ってきて、光束が不鮮明になるからである。
  - ② 先に①で述べた実験づつの穴の数や大きさによる短所は、線香の煙が逃げてしまうことにもなる。
  - ③ 日よけ台紙がついているが、これだけでは実験のとき明るすぎて、観察すべき光束が見えない。むしろボール紙か段ボール箱かで内側かで内側を黒く塗つ

た箱を用いるようにした方が効果的である。暗室内で行うときは、児童各自がこのセットをもつ意味がなくなってしまう。

- ④ 分度器にかがみや波板を垂直に立てるための嵌め込み枠がついているが、この嵌め込み枠が材料の厚さがうすいのため曲って居り、かがみや波板が垂直に立たない。
- ⑤ 水そうは透明プラスチックでできているが、最も重要な広い側面が内側に反っていて、観察のときレンズの働きを起して不適当である。これも製造過程での慎重な配慮が必要である。

#### 4 レンズ(6)

目標は「レンズや四面鏡で光の集まる位置や光の進み方について観察や実験を通して理解させる。」となっている。導入は3年かがみと日光で、発展としてはレンズの性質から光の分散を理解させることになる。

このセットは次の部品からできている。

拡大鏡 直径2cm 倍率 12倍

プラスチック枠、回転ケースつき

この拡大鏡の長所は次の通りである。

- ① 5年時の光の進み方のときのセットにあったスリットを用いると、この拡大鏡により、レンズを通った光が集まったり、広がったりする様子を観察するには、この程度の拡大鏡で十分できること。
- ② 暗室で行えばこの拡大鏡で焦点や焦点以外に点光源を置いたときの凸レンズを通った光の進み方を調べることができる。
- ③ 拡大鏡の焦点距離が短い(2cm)のはよい。

その他の器具は学校理科備品として備えつけのものを用いれば四面鏡の性質についても実験できるので、特にこの拡大鏡については短所は見当らない。ただ、この単元ではレンズ以外に次の器具、用具が必要になる。

アルミはく

マッチ

記録用紙

虫めがね

油粘土

画用紙

せんこう

四面鏡

輪ゴム

アルミニウム板

あき箱

乾電池

豆電球

ビニール線

懐中電燈

反射鏡

あきかん

色セロハン紙  
鏡  
この器具・用具の中で児童各自が所持すべきものは、アルミはく、記録用紙、虫めがね、油粘土、画用紙、色セロハン紙、鏡であるから、セットとしては拡大鏡の他にアルミはく、油粘土、色セロハン紙はセットすべきであろう。

#### E 電磁気に関する教材

##### 1 じしゃく (1)

目標は「磁石をいろいろなものにつけて、磁石の性質やはたらきに気づかせ、磁石につく、つかないなど、物の性質を考えさせる。」となっている。導入はなく発展は3年じしゃくのはたらきとなっている。

このセットの部品は次のものからできている。	
馬蹄形磁石 断面1cm×0.4cm 長さ9.5cm	1
棒磁石 断面1cm×0.4cm 長さ6.5cm	1
先つけ棒 断面0.2cm×0.6cm 長さ4.1cm	1
(軟鉄棒)	
鉄板 19.5cm×9.8cm	1
プラスチック板 19.5cm×9.8cm	1
銅棒 4.5cm直徑0.15cm	1
真ちゅう棒4.5cm直徑0.15cm	1
アルミニウム棒 4.5cm直徑0.15cm	1
くぎ 1.9cm	16
アルミ棒 4.5cm 直径0.15	1
ゼムピン 4.5cm	4
さてつ 5g	5g
実験台紙	1
ぬき絵	3

このセットの長所を挙げれば次の通りである。

- ① 磁石にいろいろな物を自由につけさせて、物には磁石につくものとつかないものとがあることを、鉄棒、銅棒、真ちゅう棒、アルミ棒などを用意してセットしてある。
- ② 二種の永久磁石によって、磁石が物を引きつける力は、磁石によっても違い、また、同じ磁石によっても違うことが釘やムピンを用いてよく分ること。
- ③ 実験台紙に馬蹄形磁石の極の先端から1cmおきに5cmまで平行線が引いてあって、磁石が物を引きつける力は、磁石と物の間の隔たりによって違うことが分るようになっている。

短所を挙げると次のようである。

- ① 馬蹄形磁石には軟鉄片を極につけて磁石が失われないようにしてあるが、他の部品、殊に鋼鉄と一緒にポリ袋に封入してあるので、磁力が失われやすいこと。
- ② 棒磁石は2本の磁石のN, Sを反対に向い合わせておくか、反対に向い合わせておいて、軟鉄片を両極に渡して密着させて保存すべきであるが、1本しかないので相当磁性がなくなっている。

##### 2 まめでんきゅう (2)

目標は「1個の豆電球を1個の乾電池を使って2点燈させ、回路や物の質、乾電池のはたらきなどを理解させる。」となっている。導入は1年じしゃく、発展は3年まめ電球である。このセットは次の部品からできている。

実験台（プラスチック） $6.9\text{cm} \times 9.8 \times 2\text{cm}$  1

乾電池1個を入れるくぼみ、端に電池ターミナル両を嵌めこむ切り込み

電池ターミナル	2
スイッチ	1
スイッチとめびん	1
スイッチ接点	1
豆電球台（プラスチック） $3.5\text{cm} \times 6.8\text{cm} \times 2\text{cm}$	1
豆電球 2.5V	1
豆電球ソケット（透明プラスチック）	1
ビニール導線 $73.5\text{cm}$	1
テスター棒 $5.6\text{cm} \times 0.4\text{cm}$	2
絶縁パイプ（ビニール） $4.9\text{cm}$ 直径 $0.5\text{cm}$	2
ペンチ（鉄板製）	1
ビニールチューブ $11\text{cm}$ 直径 $0.1\text{cm}$	1
ブリキ板 $4\text{cm} \times 1.3\text{cm}$	1
プラスチック板 $4\text{cm} \times 1.3\text{cm}$	1
銅線 $10.3\text{cm}$	1

このセットの長所は次の点である。

- ① ソケットつきの豆電球を乾電池につけてみて、豆電球が点燈したり、しなかったりする現象を観察理解させるため、導線となる個所以外はすべてプラスチックを用いて、絶縁のはたらきをさせている。また、乾電池はセットに入っていない配慮もよい。
- ② 回路の一部に針金やいろいろの物を入れて点燈させてみて、回路についての理解を深めさせるとともに、電気を通す、通さないという角度から物の性質を理解するために、絶縁パイプ（ビニール管）、ビニールチューブ、プラスチック板とともにテスター棒、ブリキ板、銅線など必要程度の長さで用意されているのはよい。
- ③ 豆電球のしくみを調べ、回路・極についての理解を深めるため、ソケットを透明プラスチックとして内部の接点が外部から見えるように配慮してある。

特に取り挙げるべき短所は見当らない。

### 3 じしゃくのはたらき（3）

目標は「磁石の二つの極の性質、磁力の強さや方向、磁化のはたらきなどについて理解させる。」とある。導入は1年じしゃく、2年たいよう、発展は4年かん電池とまめ電球、6年電流とじしゃくとなっている。

このセットは次の部品からできている。

棒磁石 $6.5\text{cm}$ 断面 $1\text{cm} \times 0.4\text{cm}$	1
台紙（ボール紙） $26\text{cm} \times 17.6\text{cm}$	1
記録用紙	1
砂 鉄	5g

方位磁針	針の長さ2.7cm	1
	プラスチックケース	直径4.2cm
		高さ1.6cm
縫針	4.3cm	2
浮紙	発泡ポリスチロール板直径3cm	2

このセットの長所は次の通りである。

- ① 磁石を、自由に動くように水平に支えて動かすと、南北をさして止まる事実をもとにして、磁石の性質を探究させるために、プラスチックケースの底面の中心には針が固定されて磁針をのせるようになっており、また、ケースの蓋の内側の中心には凹みがあって、磁針の中央部に固定された球形頭部が入るようになって自由に動き、しかも磁針が倒れないように作られている。
- ② 浮紙には紙でなく発泡ポリスチロール板が使ってあるので、これに縫針を通して水面に置いたとき、よく浮き、水がしみ込まないことになる。
- ③ 棒磁石の磁力は極めて弱いが、棒磁石を方位磁針に近づけたとき、その極が同極であったり、異極であったりしたとき磁石が互いに引き合ったり、退け合ったりする力（磁力）がはたらいていることが分る。
- ④ 磁石にくぎや縫い針などを近づけたり、つけたりするとそれらが磁石になることが分る。

短所を挙げると次のようになる。

- ① 1年じしゃくの場合と同じく、棒磁石の保存のしかたがわるいために、磁性が失われてゼムピンを吸いつけるのが関の山という状態ある。
- ② 縫い針がセロハンテープで棒磁石にとめてセットされているため、縫い針が初めから磁化されていて、磁石に近づけたり、つけたりして磁化される経過や原因が理解しにくい。
- ③ 方位磁針の中央部下をから支えている針が細すぎるために、回転した方位磁針がある方位で止まるまでの振動が小刻みに長いので、方位を見定めるのに時間がかかりすぎる。

#### 4 まめ電球（3）

目標は「2個の豆電球を乾電池につなぐと、そのつなぎ方によって明暗に違いがあることから、回路に二通りあることと乾電池の減り方が違うことを理解させる。」となっている。導入は2年まめでんきゅう、発展は4年かん電池とまめ電球である。

このセットは次の部品からできている。

実験台（プラスチック） 1

12cm×9.9cm×1.8cm

まめ電球はめ込み用穴2個

乾電池をのせる凹み及び

その他必要切り込みつき

豆電球 2.5V 2

豆電球 ソケット 2

透明プラスチックビニル導線つき

配線コード 31cm 1

スイッチ	1
スイッチとめピン	2
電池ターミナル	2
ペンチ (ブリキ板)	1

このセットの長所は次の通りである。

- ① 2個の豆電球を乾電池につなぎ、直列、並列などのつなぎ方によって明るさが違うことが、簡単なとり替えで分る。
- ② 2個の豆電球が明るくつくときと暗くつくときのつなぎ方の違いが、実験台の表面で配線コードをみてよく分る。
- ③ 乾電池の明るさの変化から、豆電球のつなぎ方を変えたときに起電力の減少が分る。
- ④ 2年ままでんきゅうの場合と同じく乾電池がセットされていないのはよい。短所を挙げると次の通りである。

- ① 実験台の乾電池の位置の凹みが幅が狭いので固定しにくい。

- ② 配線コードが余裕がなく短い。

#### 5 かん電池とまめ電球 (4)

目標は「乾電池のつなぎ方によって豆電球の明るさが違う現象を探究することにより、豆電球や導線を流れる電流を定量的にとらえられる。」となっている。導入は2年ままでんきゅう、3年まめ電球、じしゃくのはたらき、発展は5年電流と発熱、6年電流とじしゃくとなる。

このセットは次の部品からできている。

まめ電球 2.5V 1

ソケット (透明プラスチック) 1

電池ボックス (プラスチック) 2

6.8cm×3.5cm×2.4cm

導 線 16.3cm 2

電池金具 7.9cm×0.8cm 4

(真ちゅう製板)

スイッチ台 (プラスチック) 1

4.3cm×2.9cm

スイッチ板 1

割ピン 1.3cm 1

方位磁石 1

磁針長さ 2.3cm

ケース直径3.8cm

レンズキャップ 直径4.1cm 1

(透明プラスチック)

ソケット (反射板) 直径 3.7cm 1

筒 (透明プラスチック) 直径3.8cm, 14.8cm 1

キャップ (透明プラスチック) 直径4.3cm 1

スイッチ 1

スイッチ金具 2

ばね 直径 1.8cm 4回巻	1
接続金具 17.4cm×1.0cm	1

このセットの長所を挙げると次の通りである。

- ① 2個の乾電池をつないで豆電球をつけたとき、つなぎ方によって明るさが違う現象を観察するとき、電池金具がばね式になっていて、導線を挟むようにして接続できるので、つなぎ易いし操作中にはずれることがない。
  - ② 懐中電燈が透明プラスチックでできているので、点滅の操作をしながら、外からスイッチ金具や接続全具の動きがよく見えて、その原理が理解しやすい。
  - ③ 乾電池を直列・並列つなぎにしたときの豆電球の明るさの違いを調べるとき、電池ボックスを利用して接続した乾電池が固定されるので、つなぎ方の違いによる豆電球の明るさの違いが理解しやすい。
- 短所を挙げると次の通りである。
- ① 方位磁石が粗製のため、N極とS極の高さが異り（磁針が水平でなく）、また、磁針を支える針が細いため、回転した磁針がとまるまで小刻みの振動がいつもつづく。
  - ② 方位磁石を用いて、導線に電流が通っているかを調べるとき、磁針のふれが小さいので分りにくい。

#### 6 電流と発熱 (5)

目標は「電熱線に電流が流れたときの発熱現象を通して、電流の量やはたらきについて理解させる。」となっている。導入は3年まめ電球、4年かん電池とまめ電球であり、発展は6年電流とじしゃくとなっている。

このセットは次の部品からできている。

実験台（プラスチック）9.8cm×7.2cm×0.9cm	1
容器（透明プラスチック円筒）直径2.9cm高さ4cm 25cc	1
電池ボックス（プラスチック）電池2個入り	1
電池金具	4
ターミナル（小）	4
ターミナル（大）	1
スイッチ金具	2
鉄 線	
導 線 長 65cm	1
短 9cm	2
銅線 9.5cm	1
ニクロム線	
太 30cm	1
細 46cm	1
紙やすり 2.2cm×1.9cm	1
電流計	1組

このセットの長所は次の通りである。

- ① 必要最小限度の部品がすべて揃っており、原理を把握するのに十分である。
- ② 電熱線の太さや長さの違いによって発熱の違いを電流の量との関係から容易に知ることができる。

③ 乾電池の数をふやして電流の量を多くすると、多く発熱することがよく分る。この場合定量的関係を理解させるのに、乾電池の数と上昇温度の関係から容易に理解できるようになっている。

④ 発熱線は発熱すると赤くなることから、電熱線の色や明るさと温度との関係が、発熱線を水中に入れないとき見ることができる。  
短所として次の点が挙げられる。

① 電流計のコイルを巻く作業が困難で、また、この時点で電流計を製作させることは児童の理解上不適当と考えられる。

② 水の入った容器がプラスチックであるため、発熱線との接触によって、容器がとけるおそれがある。

③ 容器内の水の温度上昇をしらべるとき、熱の放散防止について余程注意しないと、容器内の水が15~20ccであるため、上昇の様子の時間的变化がつかみにくい。

## 7 電流とじしゃく (6)

目標は「電流が通っている導線や巻き線のまわりに起る磁力のはたらきを、電流の量や巻き線の数と関係づけて理解させる。」となっている。導入は4年かん電池とまめ電球で、発展として電気に関する現象を統一的に把握することになっている。

このセットは次の部品からできている。

コイルわく	2
しんの直径	0.6cm しん穴直径0.4cm
両端直径	1.8cm 長さ2.2cm
木ねじ(鉄)	5.2cm 2
アルミニウム棒	長さ2.8cm 1
釘頭つき	直徑0.5cm
木しん	長さ2.8cm 直径0.5cm 1
電池金具(真ちゅう)	4
方位磁針(プラスチックケース入)	1
エナメル線 14m	1
電池ボックス(プラスチック)	2
6.9cm×3.5cm×2.4cm	
釘 大	2
小	10
金 具	1
紙やすり	1.9cm×2.3cm 1
スイッチ台	直徑3.3cm 高さ0.6cm 1
プラスチック 円形	
スイッチ金具	2
ブリキ板	11.9cm×1cm 2

このセットの長所は次の通りである。

① 電流が通っている導線のまわりに磁力がはたらく現象を電流・導線の数や巻き方などからとらえさせる場合に、たとえばエナメル線をコイルわくに100回巻い

たものと 200回巻いたものを作ることは容易であり、また、それらにつなぐ電池の数を変えたりして理解させるのに簡便にできている。

② 電流の通っている巻き線は、鉄心を磁化するはたらきがあることを理解させるために、コイルわく（糸巻き状のプラスチックわく）の軸に、木ねじ、アルミ棒、木しんなどを入れて比較させるようにできている。

③ 鉄心を磁心を磁化するはたらきの大きさは、巻き線を通る電流の量や巻き線の巻き数によって変わることを理解させるのにも、①の理由によって簡単である。短所として次の点が挙げられる。

① 糸巻き状のプラスチック製コイルわくの軸穴の直径が 0.4cm に対して、それに挿入するアルミしんや木しんの直径が 0.5cm で入れることができないのは粗製も甚しい。木しんは紙やすりで細くできるが、このセットに入っている紙やすりはエナメル線のエナメルを剥がすためのものであるため、量が足りない。アルミしんについてはどうにも利用できない。

② やはりこのセットの場合も、方位磁針は不良品といわざるを得ない。

③ 木ねじを鉄心として作った電磁石は、板の上などにねじ入れて立てることができない。さきが、長さが 1cm 余り短い方がよい。

#### 4 小学校現場における実験セットの使用状況について

主として宮崎県内の小学校では、この実験セットをどのように取扱っているであろうか。

先ず使用している状況を学年別にみると 1～3 学年に多く使用され、4～6 学年では使用されていないか、あるいは選択的に使用しているというのが大半である。そこで使用している場合の共通した理由を調べてみると次のようである。

- 1 低学年においては、実験に必要な器具を自作するのに時間がかかる。
- 2 児童各自に用意できて、全員が同一条件で同一結果が得られる。
- 3 定量的なものでは自作のものより正確である。
- 4 セットが大量生産のため費用が安い。

このような理由で、実験内容が割合に簡単で、自作器具を作るには学年的な能力から低い低学年では多く使用されていると考えられる。また、理科教育振興法によって理科備品購入のための補助金が、文部省より出されているが、その場合には品目が指定された中から各学校が購入することになっており、その場合、低学年で使用するものが指定品目に入っていないことも原因していると考えられる。

これに対して、使用しない理由としては次のことが挙げられている。

- 1 すべてが画一的で、児童の創意工夫の余地がない。
- 2 余分なものまで購入するため費用がかかり過ぎる。
- 3 予備実験をしないで授業にのぞむことになる。
- 4 安易に取扱って愛着がない。
- 5 大量生産のため不良品がある。
- 6 材料の選択の余地がなく、条件の違いによる比較ができない。

以前このような市販実験セットのない頃は、児童が予め授業前に自作し、ある者は失敗してうまく操作しないものができる、それを授業で理解して改良し、そこに種々の創意工夫がなされたものである。与えられた材料を与えられた順序に組み合わせて、創意工夫も

改良もできないのが現状ではないであろうか。そのため出来上ったセットには愛着もわかないということになるのであろう。理科教育の中心になるべきこの思考活動では、実験セットのみに頼ることは所謂児童の思考をプラモデル的思考に追い込むことになる。

また、費用については各学年で次のようになっている。

1年	450円	(昭和教材株式会社)
2年	540円	( " )
3年	640円	( " )
4年	1,160円	(株式会社大和科学教材研究所)
5年	1,710円	( " )
6年	1,480円	( " )

しかしながら宮崎県内の小学校で4～6学年では選択して使用している場合には、次のようにになっている。

1年	約500円
2年	400～500円
3年	500～600円
4年	100～250円
5年	約200円
6年	約100円

このように4～6学年では学校理科備品による実験で行わねばならない内容が多くなるため、市販セットは選択的に使用することになり、すべて一揃いの各学年実験セットを購入すれば、費用は高いものになるが、その点では費用の面からだけで使用しないことにはならないであろう。ただ、近年児童の各教科で使用するワーク・ブックなども教師の手作りのものを与えようという動きがあるが、その意味からいえば、さらに学校理科備品が、せめてグループ実験ができる程度にまでは充実されることが望まれる。

## 5 結　び

以上見て来た市販セットの実態と小学校現場での状況から、将来このセットを取扱っていくことについての考えを述べれば次のようにある。

低学年では小学校現場でも現在実施しているように、原則的には自作の器具によって実験させることにしながら、予め教師が使用させようとするセットを十分点検して、理科授業における製作時間、費用、セットの機能などをしらべ、それを土台として児童の自作のものも混じえて実験させる。この場合、時間的に許されるならば児童の失敗を生かしていく指導が必要となろう。しかも、セットの選択については、他への応用や、原理上の粗悪なものなど十分考慮されなければならない。

高学年になるに従い、積極的に自作の器具と学校理科備品の使用を行い、材料の関係からのみセット使用を認めていくことが望ましい。現在では市販セットの教材生産者が与えるものを使用している形であるが、将来はセットの材料についても、規模内容についても、現場教師から注文をつけて、理科指導上セットの善用を行いたいものである。

### 参考文献

- 小学校学習指導要領 文部省  
新版標準理科全学年学習指導計画  
教育出版株式会社  
理科教材研究事典 小学校全

新海勝良，中川逢，吉栗田一良，恩藤知典共著

明治図書出版株式会社

現代化理科指導法事典 小学校編

武村重和，大塚誠造，小林一学編

明治図書出版株式会社