

指導資料



鹿児島県総合教育センター

理科 第252号

- 中学校，高等学校，盲・聾・養護学校対象 -

平成17年10月発行

波に関する簡単な実験や教具の工夫

波は，媒質の振動が周りの媒質に伝わるダイナミックな現象であり，生徒の興味・関心が高い単元である。しかし，媒質が水である水面波を除くと，波の進む様子や媒質の振動，位相は目に見えないため，実際は体験的に理解することが難しい。

そこで，波の学習における音波や光の進み方，波の位相などを体験的にとらえるための実験や教具の工夫について述べる。

1 目に見えない音波を可視化する実験装置

空気を媒質とする音は，オシロスコープやコンピュータで音波の波形を視覚的に観察させることができる。しかし，オシロスコープ等での観察は，装置の仕組みがブラックボックス化しているので，理解が深まりにくい。

そこで，レーザー光により発音体の振動を可視化する安価な回転鏡装置を製作した。

(1) 発音体の振動を可視化する原理

おんさに反射鏡を図1のように張り付け，レーザー光を当てた状態でおんさをたたくと，回転鏡上の反射鏡の輝点が上下に振動し，線をえがく。この回転鏡を回すと，スクリーン上の残像が正弦曲線

のオシログラフとして観察される。

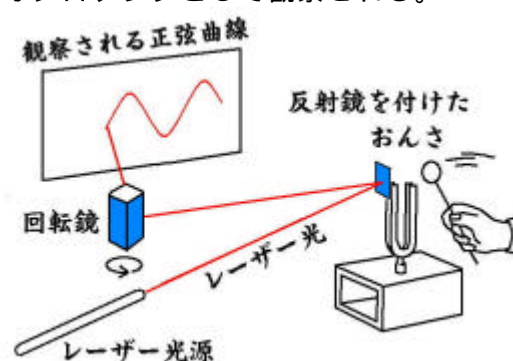


図1 レーザー光によるオシログラフの原理

(2) 回転鏡装置の製作

<準備> ベニヤ板，L型金具，木ねじ，モーター，電熱線，圧着端子，釘，単一電池ホルダー，わに口クリップ，発泡ポリスチレン板，両面テープ，アクリルミラー，真鍮棒^{ちゅう}，滑車，輪ゴムなど

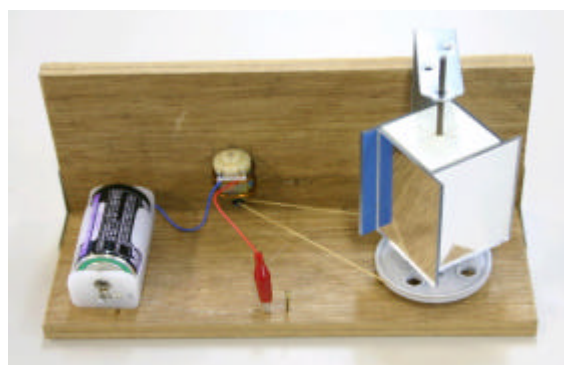


写真1 回転鏡の回転装置

< 製作と活用 >

回転鏡は、正方形の発泡ポリスチレン板 2 枚と 4 枚の亚克力ミラーで作成し、回転軸として真鍮棒を挿す。正方形を正確に作り取るためには、発泡ポリスチレン板にグラフ用紙を張ってグラフの目盛りに沿って切り取るとよい。回転鏡の軸受には、L 型金具を用い、金具とベニヤ板との固定には、木ねじを利用する。（写真 1）

電熱線とわに口クリップを用いて可変抵抗器とし、モーターの回転速度を調節する工夫をした。電熱線の一端は、圧着端子で固定し、その圧着端子を単一電池ホルダーにハンダ付けし、他端は釘に固定する必要がある。

写真 2 のように実験装置を組み立てて、波形を観察させる。起動の際は、わに口クリップを単一電池の圧着端子に当て、勢いよく回転させる。次に、わに口クリップを電熱線上でスライドさせ、できるだけオシログラムが観察しやすい回転速度に調節する。

回転鏡の回転を速くすれば時間のスケールが小さくなり、波形は横に伸びる。また、回転を遅くすれば波形は縮む。

観察結果から、音の大小と振幅の関係を

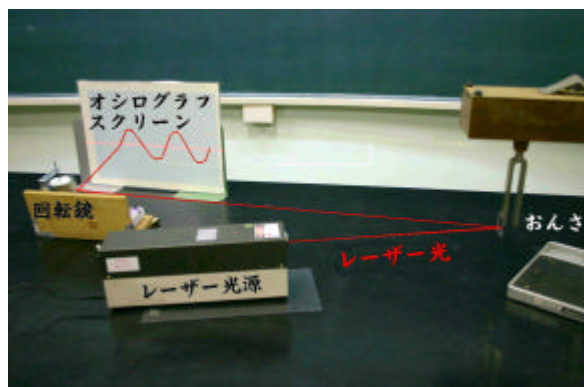


写真 2 レーザー光オシログラフ実験装置

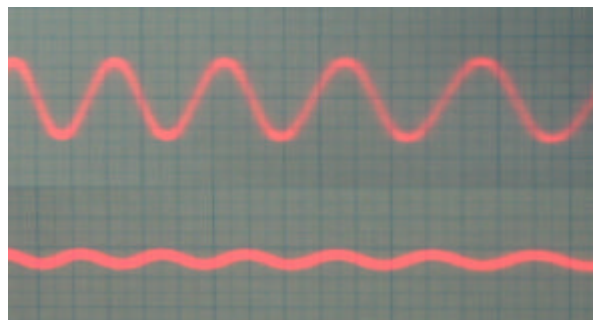


写真 3 おんさのオシログラフ
（上段：大きな音，下段：小さな音）

生徒に気づかせる。（写真 3）

(3) 音波の振動を可視化する工夫

おんさによる実験では、音の大きさと振幅の関係しか観察できず、音の高さと振動数との関係は理解できない。

そこで、音の高さと振動数との関係を理解させるために、音波の振動を可視化する空き缶マイクを作り実験を行った。空き缶マイクは、に空き缶の底を外して筒を作り、その片端に音波で振動しやすい薄いフィルム（台所用ラップフィルム等）を張り、亚克力ミラーを縁に張り付けて作る。（写真 4）音の縦波の振動が、膜の前後振動になり、膜の縁に両面テープで付けた鏡の振動に

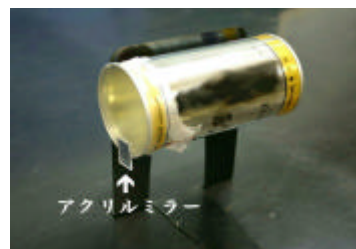


写真 4 空き缶マイク

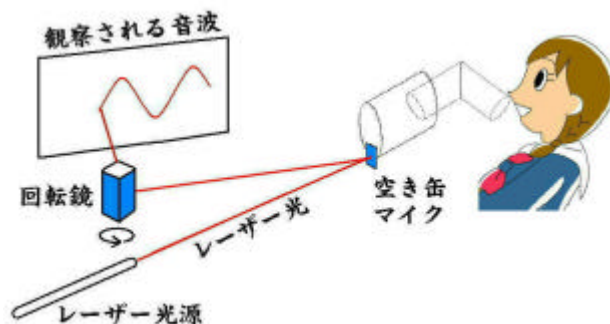


図 2 空き缶マイクによるオシログラフ装置

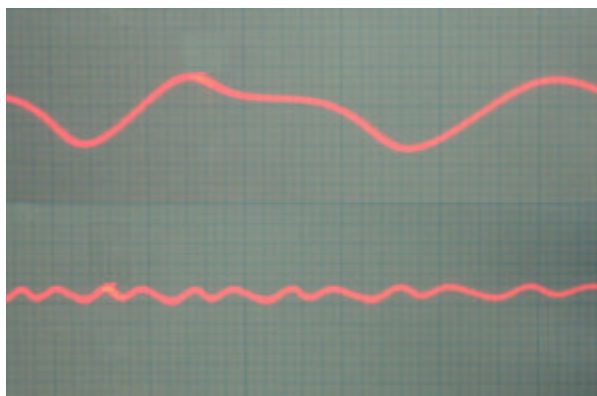


写真5 観察された音声「ア」の波形
(上段：低い音，下段：高い音)

なるため，(1)に示した原理に基づいて生徒に音波の波形を視覚的に観察させることができる。(写真5)

写真5の波形は，いずれも「ア」の音声であり，音程を変えて観察したものである。このように，音の高低による振動数の大小の変化を提示できる。

この実験では，図2のように紙製のL型パイプをマイクに挿入することで，音声を送り，声を出す人も自分の作るオシログラムを観察できる。なお，この方法を用いることで，目にレーザー光が入射しないように配慮した。

2 光の進み方を提示する教具

中学校理科第1分野や高等学校物理では，反射や屈折の規則性を見いだすために光学実験を行うが，暗幕が不備な教室では市販の光源装置の光量不足のために，光の進み方を観察しづらい。

そこで，暗幕を使用しなくても光の進み方を提示できるレーザー光源に注目した。

(1) レーザー光源用円柱レンズの利用

レーザー光を用いて，光の進む軌跡を

効果的に提示するために，煙や懸濁液などのよる散乱光が利用されるが，生徒に実験をさせる際に，時間がかかるなど課題もある。そこで，簡単に提示するために，レーザー光源の先に自作の円柱レンズを付けて，直線的な光を平面的に広がる光に変える工夫した。

(2) 円柱レンズの製作

<準備> ガラス棒，鉄工ヤスリ，ガスバーナー，塩化ビニル管など

<製作と活用>

直径5mmのガラス棒に鉄工ヤスリで切れ目を入れ，必要な長さに切り円柱レンズを作る。円柱レンズの両端はガスバーナーで加熱し角を取る。これを塩化ビニル管に挿して，写真6のようにレーザー光源の発射口に取り付ける。

円柱レンズ付きレーザー光源とレンズを写真7のように組み合わせることで，暗幕のない教室でも光の進み方がはっきり分かる観察を容易に行うことができる。

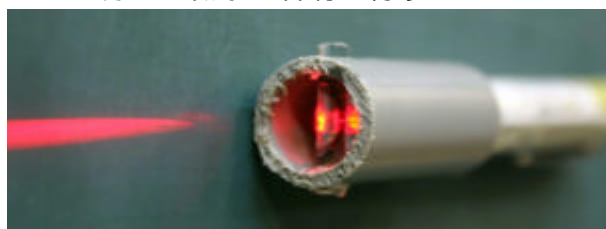


写真6 円柱レンズを付けたレーザーポインタ

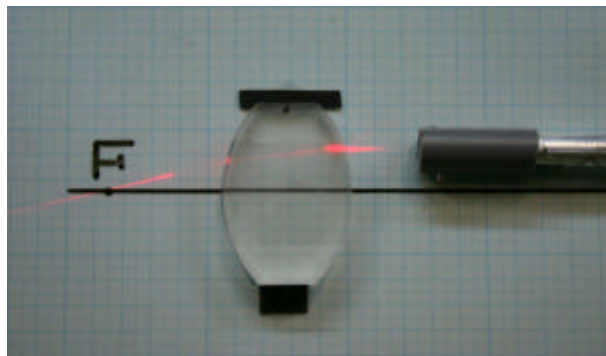


写真7 レンズを通る光の進み方

3 波の位相を説明する教具

高等学校物理Ⅰの波の単元では，正弦波を表す公式が削除されたため，正弦波や位相の説明をする上で，視覚的にとらえさせる教具の必要性が一層重要になった。

そこで，等速円運動を真横から見た正射影が単振動であり，媒質の単振動が次々と隣の媒質に伝わっていく現象が波であることを視覚的に理解でき，かつ波の位相を分かりやすく教える教具「正弦波位相説明器」を製作した。

○ 正弦波位相説明器の製作

<準備> 使用済みCD-R，セロハンテープ，水性蛍光塗料（黄色），木球（直径15～20mm），木ねじ，アクリル棒（外径18mm，長さ1000mm程度），電動ドリルなど

<製作と活用>

使用済みCD-R（ポリカーボネート）の金属箔面の縁をカッターで薄く切り，そこにセロハンテープを張り，それを剥がすと，金属箔がテープに密着して剥がれる。CD-Rには，金属箔とポリカーボネートの間に青緑色等のシアニン系色素が塗られているので，エタノールを付けたちり紙で拭き取る。このようにして透明な円盤を作る。そして，この円盤にドリルで木球を付ける穴を開ける。

次に媒質を表す木球を水性蛍光塗料に浸けて着色し，乾燥させ，CD-Rに木ねじで取り付ける。

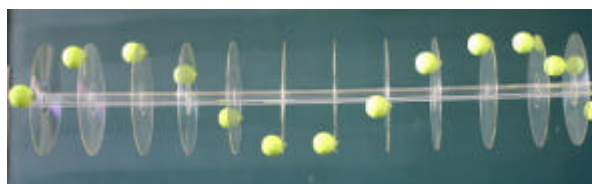
木球の付いた円盤をアクリル棒に挿し込む際に写真8のように45°の位相差を



写真8 完成した正弦波位相説明器

つけて組み立てる。

黒板を背景にして正弦波位相説明器を横に置き，回転速度を制御しやすい電動ドリルで回転させる。そして，円運動の正射影が媒質の単振動であり，その振動が隣の媒質へ遅れて伝わる様子をじっくり観察させる。



〔動画〕正弦波位相説明器（画面上でクリックすると再生します）
（動画ファイル，MPEG形式，860KB）

学習指導要領の改訂により小学校の内容であった音が，中学校に移行されたり，高等学校でも正弦波の公式が削除されたりするなど波の単元は大きく内容の精選が行われた。音や光，電波などは日常生活に密接に結びついた内容であり，体験を通した理解が必要とされている。また，波の基本を理解することは，地震波や津波の理解につながり防災教育の視点からも重要である。

今回紹介した実験装置のような工夫をして波を視覚的にとらえさせることにより，生徒の驚きを引き出し，同時に興味・関心を深め，身近な自然現象としての正しい理解に導くことが大切である。（教科教育研修課）