

($y-t$)」とある時刻の各媒質の空間的な振動の変位を示す波形のグラフ($y-x$)の違いが、概形が同じ正弦曲線である故に理解することが難しい。そのため、オシロスコープの原理や振動のグラフを直観的に理解させることのできる実験の工夫が必要である。

本実験では、図2のように、おんさに反射鏡をはり付け、発音中のおんさの振動をレーザー光の反射光の上下の振動として回転鏡上に映し、この回転鏡を回転させてスクリーンに正弦曲線のオシログラフを映し出し、ブラックボックスである陰極線のオシログラフをレーザー光によって観察できるようにした。

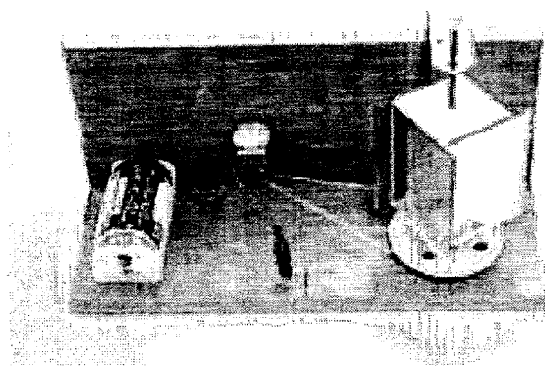


写真1 回転鏡の回転装置

また、写真1のようにニクロム線をスライド抵抗として用いて、回転鏡の回転速度を変化させ、オシログラフの時間軸を実感できるようにした。

3. 講座教材「回転鏡装置」の製作

平成15年度に当センターが製作した回転鏡装置は、回転軸の金属板やネジ締めなどの加工が多く製作に時間と熟練を要した。今回は、廉価な既製部品を組み合わせて、1日講座で簡単に製作できる「回転鏡装置」を製作した(写真1参照)。

(1) 準備する物

ベニヤ板、L型金具、木ねじ、モーター、銅線、ニクロム線、圧着端子、単一電池ホルダー、わにロクリップ、発泡ポリスチレン板

(厚さ7mm程度)、アクリルミラー、両面テープ、真鍮棒^{ちゅうぼう}、滑車、輪ゴムなど

(2) 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枚のアクリルミラーで作成し、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カッターで切り取るとよい。回転鏡の軸受を廉価に正確に鉄製の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1参照)。

ニクロム線とわにロ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。ニクロム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

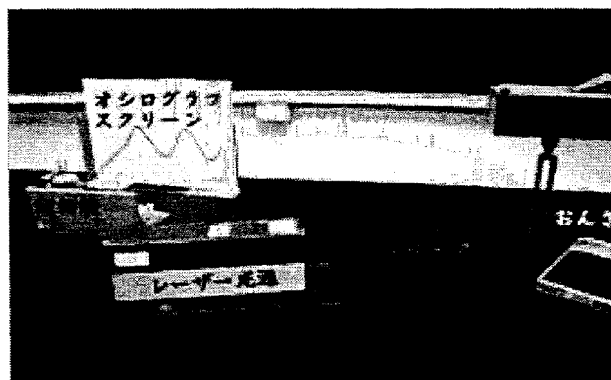


写真2 レーザー光オシログラフ実験装置

ハンダ付けし、他端は釘で固定した。

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、わにロ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、わにロクリップをニクロム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。

装置は、写真2のように配置し、オシログラフのスクリーンは、A3判のグラフ用紙をラミネートして製作し、中学校の選択理科や

高等学校での探究活動も考え、定量的な取扱いもできるようにした。写真3のような波形を観察させ、音の大小と振幅の関係を生徒に気付かせる。

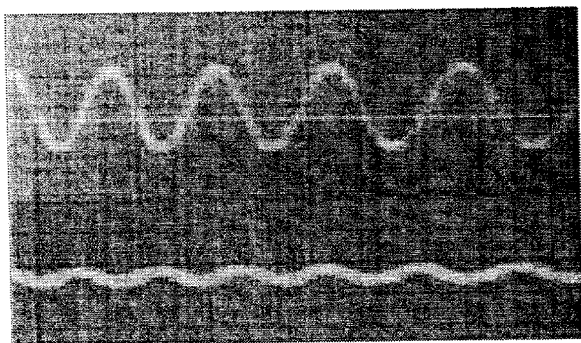


写真3 観察されたおんさのオシログラフ
(上 大きな音, 下 小さな音)

4. 音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。



写真4 空き缶マイク

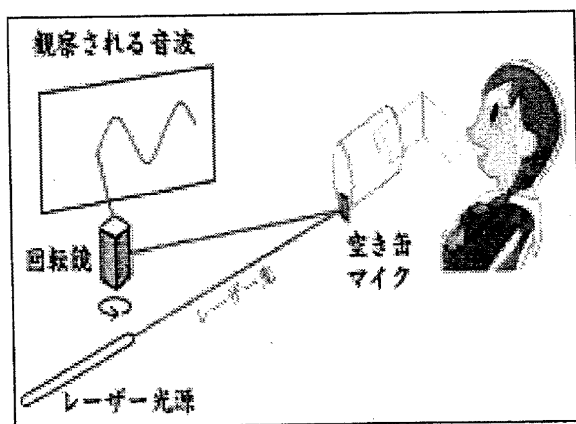


図3 空き缶マイクによるオシログラフ装置

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写真4のような空き缶マイクを製作した。空き缶マイクは、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台所用ラップフィルム等の縁にアクリルミラーを張り付ける。これを図3のように配置し、実験を行う。

波の振動が、膜の前後振動になり、アクリルミラーの振動になり、写真5のように、生

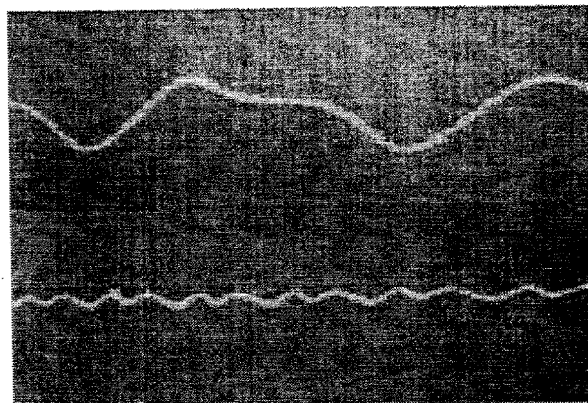


写真5 観察された音声「ア」の波形
(上段が低い音, 下段が高い音)

徒に音波の波形を観察させることができる。

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。また、音声だけでなく様々な管楽器を演奏させて観察させることによって音色の違いも観察させることもでき、探究活動の素材としても有望である。

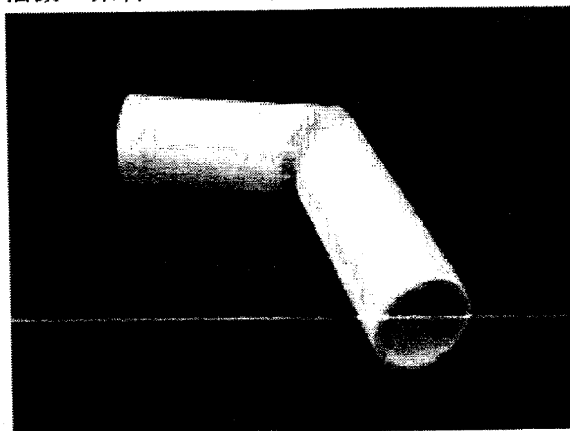


写真6 L型パイプ

レーザー光オシログラフは、暗幕設備のない、カーテンをした通常教室で観察することができる。しかし、レーザー光源を用いるため、生徒の目への被曝を避けなければならない。そのために、この実験では、写真6のような紙製のL型パイプを製作して、それを図3のように空き缶マイクに挿入することで、目にレーザー光が入射しないように配慮している。また、そのことによって声を出す人も自分の作るオシログラムをよく観察でき、音程や音量の調整がしやすくなる。

5. おわりに

波の内容は、学習指導要領の改訂で小学校の内容であった音が中学校に移行され、高等学校でも正弦波の公式が削除されるなど大きく精選された。音波、光、電波などの波の現象は、日常生活に密接に結びついており、快適な生活を送るためにも必要な知識であり、体験を通した理解が必要とされている。また、地震波や津波については防災教育の視点からも波の基本的な性質への理解が必要である。

そのため、今回紹介したような実験装置のようにできるだけ簡便な装置で波の現象を体験させることにより、生徒の興味・関心を高め、身近な自然現象として正しく理解させることができる。

行政改革の流れの中で、教育予算は毎年削られており、理科の備品費や消耗品費も例外ではない。今後一層理科教材自作や修理のための教員の技能向上を目的とした研修講座教材の開発が必要である。その際、理科系学部で物理を専攻しなかった教員でも製作できる平易さと生徒実験として定量的な扱いが可能な正確さを両立させた本教材のような教員研修講座教材が望まれる。