

波動現象に関する教材の工夫

～ モーターを用いた教材の作製～

柴田 亨

波の性質について理解を深めるため、振動によって波が発生する現象を手軽に観察、実験できる教材について検討した。本研究では、モーターの回転軸に取り付けたゴム栓の偏心運動による振動発生装置の作製方法と観察、実験の工夫について紹介する。

[キーワード] 波 振動 偏心運動 定常波 固有振動 探究活動

はじめに

高等学校物理 の「波」の単元において、身の回りの波動現象について観察、実験を中心に扱い、波動現象に共通の性質や特徴を見だし、それらを日常生活にみられる波動現象とも関連付けて考察できるようにすることをねらいとしている。しかし、観察、実験を行う上で、水波実験器や波動実験器などの器具をそろえたり、準備や片付けに時間がかかり考察に十分な時間が確保できないなどの課題がある。

そこで、振動の発生源として、身近で安価なモーターを用い、偏心運動によって振動を生じるコンパクトで手軽に扱える振動発生装置を作製した。

本稿では、振動発生装置の作製方法と観察、実験の工夫について述べる。

1 振動発生装置の作製

準備

モーター、乾電池ホルダー、乾電池、ゴム栓（3号；1個）、ビニルテープ、ミノムシクリップ、圧着端子

方法

- (1) モーターと単3の電池ホルダーを結線する。電池ホルダーに電源スイッチがついていない場合は、導線にミノムシクリップや圧着端子を付け、電源スイッチの代わりとする。
- (2) モーターと単3の電池ホルダーをビニルテ

ープで固定する。

- (3) ゴム栓の重心をずらした位置に千枚通しで穴をあけ、モーターの回転軸を差し込む。
- (4) 図1のように、電源スイッチを入れてモーターを回転させ、ゴム栓の偏心運動によって装置全体が振動するのを確認する。ゴム栓の長さやモーターの回転軸を差し込む位置を変え、振動の強弱を調整する。

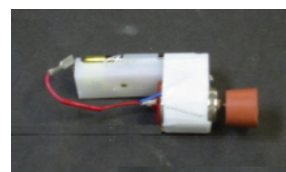


図1 振動発生装置

2 振動発生装置を用いた観察、実験

(1) 定常波の観察

準備

1で作製した振動発生装置、竹ひご、ビニルテープ

方法
1で作製した振動発生装置のモーターの側面に1mほどの竹ひごをビニルテープ等でしっかりと固定する。

振動発生装置の電源スイッチを入れて、振動が竹ひごに伝わり、定常波をつくる様子を観察する（図2）。



図2 定常波（3倍振動）

(2) 弦の固有振動の実験

準備

1 で作製した振動発生装置，たこ糸，スタンド，滑車，おもり，定規，洋灯吊り

方法

1 で作製した振動発生装置のモーターの回転軸の反対面に洋灯吊りを固定する。

方法 の洋灯吊りにたこ糸を結び，滑車を通して他端におもりをつす。

方法 の振動発生装置を左右に移動させ定常波が生じるようにたこ糸の長さを調節する。その際，モーターと乾電池ホルダーの接触による振動数の変化を防ぐため，しっかりと握って固定するなど調整を図る。

定常波の腹の数を定めて，たこ糸の真上から節と節との間の距離を定規で測定する（図3）。

おもりの数を1個ずつ増やしなが，方法 ， の測定をする。

おもりの数を固定し，たこ糸の本数を1本ずつ増やしなが，方法 ， の測定をする。たこ糸を2本以上用いるときは，たこ糸を軽くよじる。

縦軸に波長の2乗，横軸におもりの個数（弦の張力）をとったグラフをかく。

縦軸に波長の2乗，横軸にたこ糸の本数（線密度）をとったグラフをかく。

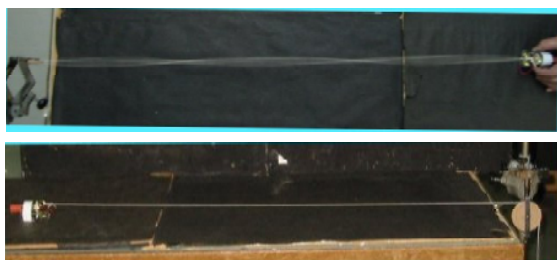
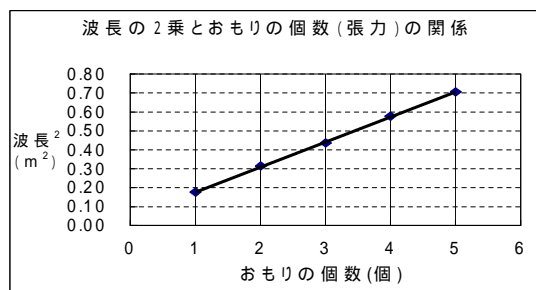


図3 実験の様子（上：上から撮影 下：横から撮影）

実験結果

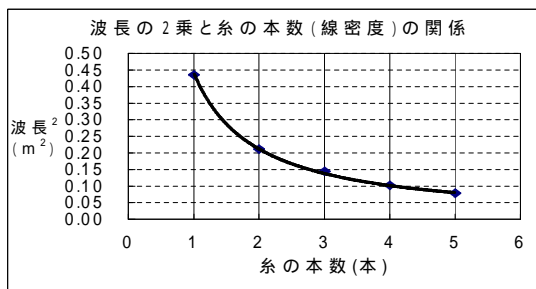
方法キ 波長の2乗とおもりの個数（張力）の関係

おもりの数(個)	1	2	3	4	5
節の間隔(m)	0.210	0.280	0.330	0.380	0.420
波長(m)	0.420	0.560	0.660	0.760	0.840
波長 ² (m ²)	0.176	0.314	0.436	0.578	0.706



方法ク 波長の2乗と糸の本数（線密度）の関係

糸の本数(本)	1	2	3	4	5
節の間隔(m)	0.330	0.230	0.190	0.160	0.140
波長(m)	0.660	0.460	0.380	0.320	0.280
波長 ² (m ²)	0.436	0.212	0.144	0.102	0.078



考察

弦の固有振動数の f_n (Hz) は，弦を伝わる波の波長 λ (m)，弦の張力 S (N)，線密度 ρ (kg/m) とすると，次の式で表される。

$$f_n = \frac{1}{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{S}{\rho}} \quad \Leftrightarrow \quad \lambda^2 = \frac{1}{f_n^2} \cdot \frac{S}{\rho}$$

つまり，弦の固有振動数 f_n を定数とすると弦を伝わる波の波長の2乗は，弦の張力 S に比例し，線密度 ρ の逆数に比例する。

実験結果から，生徒がこれらの関係を読み取り，探究活動を深めることが可能である。

おわりに

今後は，携帯電話などに内蔵され安価で手に入るようになったボタン型振動モーターの教材作製や観察，実験の工夫について，検討していきたい。

参考文献

1) 左巻健男・滝川洋二 たのしくわかる物理実験事典 pp.186 東京書籍株式会社 1998

(しばた とおる 物理研究室研究員)