

### 3-10. 楽器のしくみ

#### 1. はじめに

音の3要素は、高さ、音色、強さがあり、我々は耳で聞いて確かめている。弦をはじき空気を振動させて出る音の周波数と弦の状態にはどのような関係があるのだろうか。弦を用いた楽器には様々なものがある。弦の振動によって起こる音を大きくするには楽器を箱状にして共鳴させて、音をマイクで直接拾うなどといった方法がある。エレキギターの場合はピックアップと呼ばれるコイルに流れる誘導電流を利用して音を電気信号に変換している。

この実験では弦の横振動、磁場について学ぶとともに、簡単なエレキギターを製作することで“ものづくり”を体験する。

#### 2. 基本事項

弦を伝わる横波の速さ  $v$  (m/s)は

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (1)$$

である。ここで  $T$  = 張力(N),  $\rho$  = 線密度(kg/m)である。

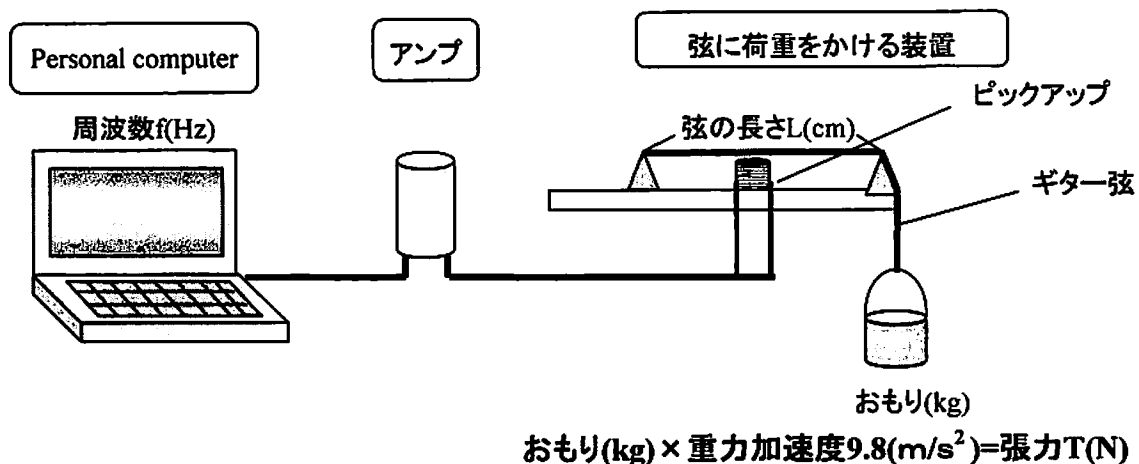
両端を固定した長さ  $L$  (m) の弦に張力  $T$  (N)を加えて、これに横の衝撃を加えれば、横波は(1)式で伝わり、両端で反射してここに定常波を生じる。その基音の振動数は、

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (2)$$

で表すことができる。ここで  $f$  = 周波数(Hz)である。ギターの場合は、ネックにフレットを導入しそこを指で押さえて弦の長さを変えている。また複数の太さの異なる弦を用いて線密度を変えて音の高さを変えている。

#### 3. 弦の振動実験装置の作製

下図のような装置を作製し、上式の実験的に証明する。なお弦は鉛直型の単弦の装置がよらしい。

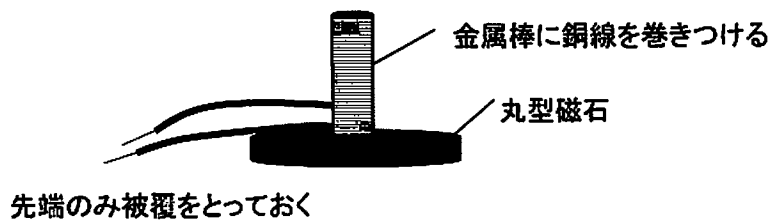


### [ピックアップについて]

エレキギターは弦の振動からくる音を直接マイクで拾うわけではなく、ピックアップと呼ばれる装置で弦の振動によるコイルに流れる誘導電流に変換して音を電気信号に変え、アンプなどで増幅させている。

### ピックアップ部の作製

- ① 丸型磁石に金属棒を瞬間接着剤で固定する。
- ②  $\Phi 0.2\text{mm}$  銅線の先端の被覆を外し、50回程度巻きつける。



### 3. 振動実験方法

[実験1] 張力一定の場合での、弦の長さとの関係

- ・ 弦に重り2個(1個1kg)をつけ、張力  $T[\text{N}]$  を一定にする。
- ・ 弦の長さとの関係を測定する。周波数は各位置で3回ずつ測定し、平均値を計算する。
- ・ 弦の長さ  $L$  と周波数  $f$  の関係、および弦の長さの逆数  $1/L$  と  $f$  の関係を各々グラフに描く。

[実験2] 弦の長さ一定のときの張力との関係

- ・ 弦の長さを  $L=50\text{cm}$  とする。
- ・ 重りの数を増やして、それぞれの張力における周波数を測定する。
- ・ 共振周波数は3回ずつ測定し、平均値を計算する。
- ・ 弦の張力  $T$  と周波数  $f$  との関係、および  $T^2$  と周波数  $f$  との関係を各々グラフに描く。

実験のグラフの傾きから求めた線密度  $\rho$  (実験値) と理論値を比較検討する。

### 4. エレキギターの作製

簡単なエレキギターを作製し、ものづくりを体験する。