

# 【 弦を伝わる波の速さ 】

**目的** 弦を伝わる波の速さと、弦の張力、弦の線密度との関係性を暴く！

## 実験の概要

弦の一端を記録タイマーの振動片に、弦の他端には滑車を通しておもりを取り付け、基本振動となる弦の長さを調べる。

実験Ⅰでは糸#4でおもりの数を変える。

実験Ⅱではおもりの数を一定にし、糸を変える。

実験ⅠとⅡの結果から、波の速さと張力、弦の線密度のとの関係性を考える。

## 基本事項の復習

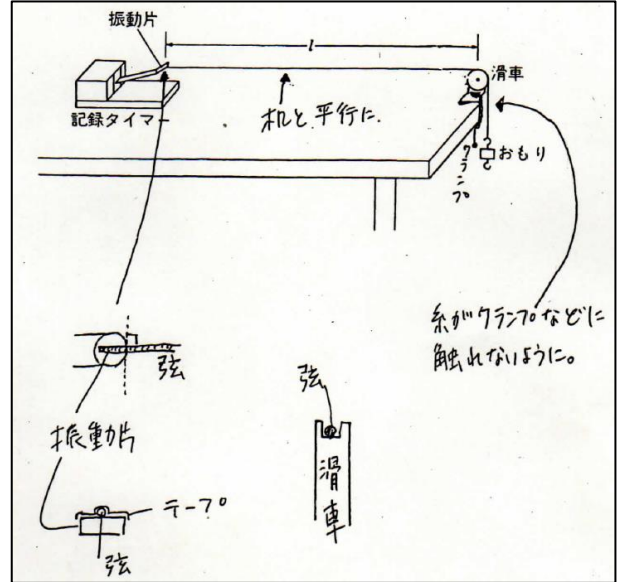
### 弦の固有振動

両端を固定した弦を振動させると、振動が弦の両側に向かって伝わり、両端で反射し、弦には逆向きに進む波が生じる。それらが重なり、両端が節となる定常波となるとき、その状態を弦の固有振動といい、そのときの振動数を固有振動数という。

波の速さ、振動数、波長の関係式

$$v = f\lambda$$

$v$ [m/s]	波の速さ
$f$ [Hz]	振動数 (frequency)
$\lambda$ [m]	波長 (wavelength)



# ≪ 実験 I ≫

北側(廊下側)の班(1~5班)はこちらをやります!

## 目的

### 弦を伝わる波の速さと張力の関係性を探る!

## 準備物

記録タイマー、糸#4 0.7m、滑車付きクランプ、ものさし、おもり、セロハンテープ、のり、電卓

## 実験方法

- (1) 記録タイマーの振動片に糸#4をテープで貼り、糸の他端を机に固定した滑車付きクランプの滑車にかけ、20gのおもりを2個つるす。
- (2) 糸が滑車のレールと平行にかかっているかを確認する。
- (3) タイマーを振動させる。(記録タイマーのコンセントをつなぎ、電源スイッチを押す)
- (4) タイマーを静かに動かして糸の長さを調節し、安定な基本振動の定常波を生じさせる。このときの振動片の先端から滑車中央までの長さ  $l$  [m] を測り、記録する。

※上から見たら振動片・糸・滑車が一直線に見えるようにする。

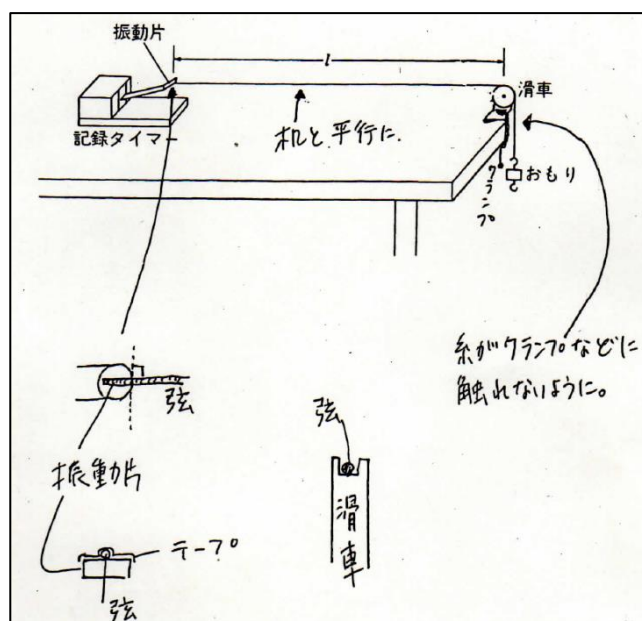
※振動片の先端は振動するが、節とみなす。また、記録タイマーを少し移動しても定常波になるが、振幅最大の位置のときの糸の長さを測る。

※長さ  $l$  [m] は記録タイマーの電源を切ってから測る。

- (5) (4)を3回測定し、平均を計算する。
- (6) 20gのおもりを1個ずつ増やし(4)(5)の実験をする。(おもりは6個(120g)まで行う)

## 実験 I の分析

- (1) 実験 I ワークシートの空欄をうめる。
- (2) グラフ用紙の上半分に縦軸を速さ  $v$ 、横軸を張力  $S$  としてグラフを書く。
- (3) グラフ用紙の下半分に縦軸を速さ  $v$ 、横軸を張力の平方根  $\sqrt{S}$  のグラフを書く。
- (4) グラフ用紙を実験 I ワークシートの右側に貼る。
- (5) グラフより、弦を伝わる波の速さと張力の関係を考え、実験 I ワークシートに書き込む。



## ≪ 実験Ⅱ ≫

南側(外側)の班(6~10班)はこちらをやります!

### 目的

## 弦を伝わる波の速さと線密度の関係性を探る!

### 準備物

記録タイマー、糸 0.7m (#3, #4, #6, #8, #10, #12, #15 をそれぞれ1本)、糸 10m (1種類)、滑車付きクランプ、ものさし、おもり、セロハンテープ、のり、電卓、はかり

### 実験方法

- (1) 記録タイマーの振動片に#3の糸をテープで貼り、糸の他端を机に固定した滑車付きクランプの滑車にかけ、20gのおもりを4個つるす。
- (2) 糸が滑車のレールに平行にかかっているかを確認する。
- (3) タイマーを振動させる。(記録タイマーのコンセントをつなぎ、電源スイッチを押す)
- (4) タイマーを静かに動かして糸の長さを調節し、安定な基本振動の定常波を生じさせる。このときの振動片の先端から滑車中央までの長さ  $l$  [m] を測り、記録する。

※上から見たら振動片・糸・滑車が一直線に見えるようにする。

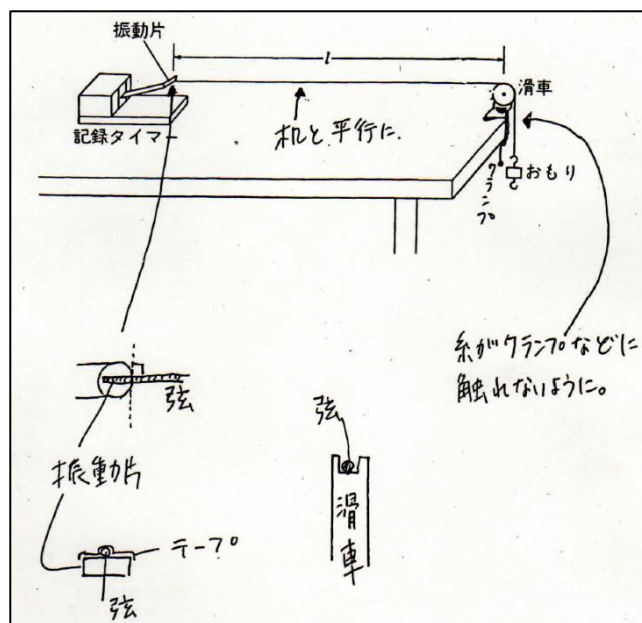
※振動片の先端は振動するが、節とみなす。また、記録タイマーを少し移動しても定常波になるが、振幅最大の位置のときの糸の長さを測る。

※長さ  $l$  [m] は記録タイマーの電源を切ってから測る。

- (5) (4)を3回測定し、平均を計算する。
- (6) 残りのすべての種類の糸(#4, #6, #8, #10, #12, #15)について(1)~(5)の実験を行う。
- (7) 糸それぞれの種類10mの質量を測り記録する。

※糸の種類(#3, #4, #6, #8, #10, #12, #15 の計7種類)

※各種類1本ずつしか準備していないため、他の班と交換しながらすべての種類の糸の質量を測る。

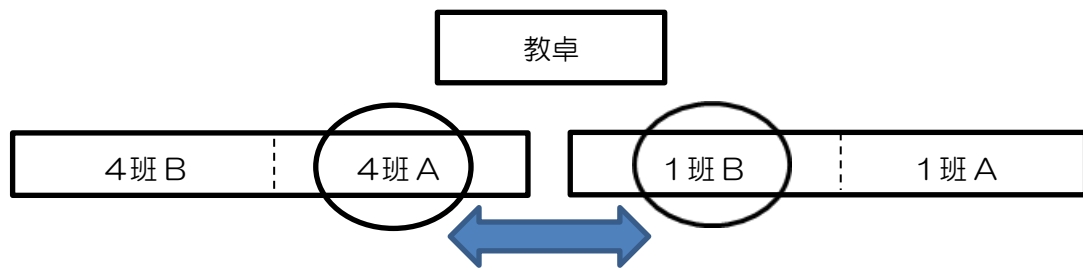


### 実験Ⅱの分析

- (1) 実験Ⅱワークシートの空欄をうめる。
- (2) グラフ用紙の上半分に縦軸を速さ  $v$ 、横軸を線密度  $\rho$  としてグラフを書く。
- (3) グラフ用紙の下半分に縦軸を速さ  $v$ 、横軸を線密度の平方根  $\sqrt{\rho}$  のグラフを書く。
- (4) グラフ用紙を実験Ⅱワークシートの右側に貼る。
- (5) グラフより、弦を伝わる波の速さと線密度の関係性を考え、実験Ⅱワークシートに書き込む。

## ここで席替え

通路側の2名は隣の机の通路側の2名と入れ替わります。



この2名ずつが入れ替わる。

※6班は2人と3人に分かれること

(1班⇔4班 2班⇔5班 3班⇔6班)

## 《 分析&考察 》

南側・北側の班から2人ずつ集まってやります。

以下の点について、分析プリントへ書き込む。(一人1枚) ←回収し、評価します。

### 1. 分析のまとめ : 班で話し合う

- (1) 実験Ⅰより、波を伝わる速さと張力の関係性の考察結果を共有する。
- (2) 実験Ⅱより、波を伝わる速さと線密度の関係性の考察結果を共有する。
- (3) 1(1), (2)より、速さと張力、線密度の関係を式で表すとどうなるか考察する。  
→これを仮説とする。

### 2. 仮説の検証 : 班で話し合う

- (1) 実験Ⅰのおもり4個の場合の実験データを仮説の式に代入し、速さを計算する。(←理論値)
- (2) (1)の理論値と、実験Ⅰのおもり4個の場合の実験で求めた速さ(実験値)を比較する。
- (3) 2(1)、(2)より、仮説の式について考察する。
- (4) 時間があれば、2(1)おもり4個以外のパターンで理論値と実験値を比較し、仮説の式を考察する。

### 3. 結論 : 班で話し合う

以上の考察より、弦を伝わる波の速さと、弦の張力、弦の線密度との関係式を求める。

### 4. 考察 : 個人で考える

本日の実験と分析について考察する。

- 考察の例)
- ・仮説の立て方は妥当だったか、その理由
  - ・誤差が大きい場合はその原因の考察

### 5. 感想 : 個人で考える

本日の実験と分析について感想を記入する。