

## ~実験ノートの例~

		金属線の定常波の測定			
実験前	天候	室温	°C	湿度	%
実験後	天候	室温	°C	湿度	%

### 実験方法

- ・電子天秤を用いて、受皿とおもりの質量を測定する。
- ・琴柱の間隔を 50 cm 程度にし、直尺で琴柱の間隔を測定する。
- ・マイクロメータで金属線の直径を測定する。
- ・金属線に基本振動が観測される振動数(共振振動数  $f_1$ )を探し、金属線の線密度を計算する。
- ・金属線の直径からその断面積を求め、金属線の線密度の文献値を計算し、測定結果と比較する。

### B. 定常波の性質の確認

- ・琴柱の間隔を 30 cm 程度にし、直尺で琴柱の間隔を測定する。
- ・金属線に基本振動が観測される共振振動数  $f_1$  を探し、記録する。
- ・琴柱の間隔を 40 cm、50 cm、…80 cm と変えながら、それぞれの間隔で共振振動数  $f_1$  を記録し、 $f_1$  と  $1/l$  の関係をグラフにプロットする。

### 線密度の計算式

$$\sigma = \frac{mg}{4l^2 f_1^2}$$

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta m}{m} + 2\frac{\Delta l}{l} + 2\frac{\Delta f_1}{f_1}$$

測定試料 真鍮線

(A) 線密度の測定

・おもりの質量  $m$  の測定

使用器具 電子天秤 分解能 0.1 g

質量 (g)

---

300.0

\* ここでは受け皿とおもり2個を同時に測定した

推定誤差            0.1 g

・金属線の直径  $d$  の測定

使用器具 マイクロメータ 分解能 0.001 mm

直径 (mm)

0.298	0.297
0.294	0.294
0.297	0.295
0.296	0.295
0.295	0.297

(同一箇所を直角な二方向から測定)

零点誤差 実験前 0.001 mm

実験後 0.001 mm

平均  $0.00100$  mm

平均  $0.29580$  mm

校正した平均  $0.29580 - 0.00100 = 0.29480$  mm

標準誤差  $0.000442$  mm

推定誤差  $0.001$  mm

・金属線の長さ  $l$  の測定

使用器具 直尺 分解能 0.01 cm

$l_1$ ( cm )	$l_2$ ( cm )	$l_1 - l_2 =$ $l$ ( cm )
5.03	55.46	50.43
5.25	55.67	50.42
5.17	55.65	50.48

平均            50.4430 cm

標準誤差        0.0185 cm

推定誤差        0.0185 cm

・共振振動数  $f_1$  の測定

使用器具 周波数カウンター 分解能 0.1 Hz

$f_1$  (Hz)

---

72.0

71.7

71.6

71.8

71.5

平均            71.720 Hz

標準誤差       0.0860 Hz

推定誤差       0.1 Hz

・線密度の算出

$$m = 300.\underline{0} \text{ g} = 300.\underline{0} \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$l = 50.4430 \text{ cm} = 50.4430 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$f_1 = 71.\underline{720} \text{ Hz}$$

$$g = 9.7976 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{mg}{4l^2 f_1^2} = \frac{(300.000 \times 10^{-3}) \times (9.7976)}{4 \times (50.4430 \times 10^{-2})^2 \times (71.720)^2} = \frac{2.9392}{5235.31} \\ &= 0.00056142 = 5.6142 \times 10^{-4} \text{ kg/m} \end{aligned}$$

・誤差計算

$$\Delta m = 0.\underline{1} \text{ g}$$

$$\Delta l = 0.0185 \text{ cm}$$

$$\Delta f_1 = 0.\underline{1} \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta \sigma}{\sigma} &= \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta f_1}{f_1} \\ &= \frac{0.1}{300.0} + 2 \frac{0.0185}{50.4430} + 2 \frac{0.1}{71.720} \end{aligned}$$

$$= 0.000333 + 0.000733 + 0.00278 = 0.00384$$

$$\Delta \sigma = (5.6142 \times 10^{-4}) \times 0.00384 = 0.0215 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

・最確値まとめ

$$m = 300.\underline{0} \times 10^{-3} \text{ kg} \quad \text{有効数字 } 4$$

$$l = 50.44\underline{4} \times 10^{-2} \text{ m} \quad 4$$

$$f_1 = 71.\underline{7} \text{ Hz} \quad 3$$

$$g = 9.7976 \text{ m/s}^2 \quad 5$$

$$\text{最確値} \quad 5.6\underline{142} \times 10^{-4} = 5.6\underline{1} \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

$$\text{誤差} \quad 0.0\underline{215} \times 10^{-4} = 0.0\underline{2} \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

$$\text{最終結果} \quad (5.6142 \pm 0.02) \times 10^{-4} = (5.61 \pm 0.02) \times 10^{-4} \text{ kg/m}$$

・誤差項のまとめ

$$\frac{\Delta m}{m} = 0.000333 = 0.0003$$

$$2 \frac{\Delta l}{l} = 0.000733 = 0.0007$$

$$2 \frac{\Delta f_1}{f_1} = 0.00278 = 0.003$$





## (B) 定常波の観測

・共振振動数  $f_1$  の測定

使用器具 周波数カウンター 分解能 0.1 Hz

直尺 分解能 0.01 cm

$l_1$ (cm)	$l_2$ (cm)	$l_2 - l_1 =$ $l$ (cm)	$1/l$ (m <sup>-1</sup> )	$f_1$ (Hz)
5.13	35.14	30.01	3.332	116.6
5.27	45.32	40.05	2.497	89.4
5.46	55.59	50.13	1.995	71.1
5.33	65.36	60.03	1.666	60.1
5.27	75.34	70.07	1.427	51.6
5.33	85.44	80.11	1.248	45.2

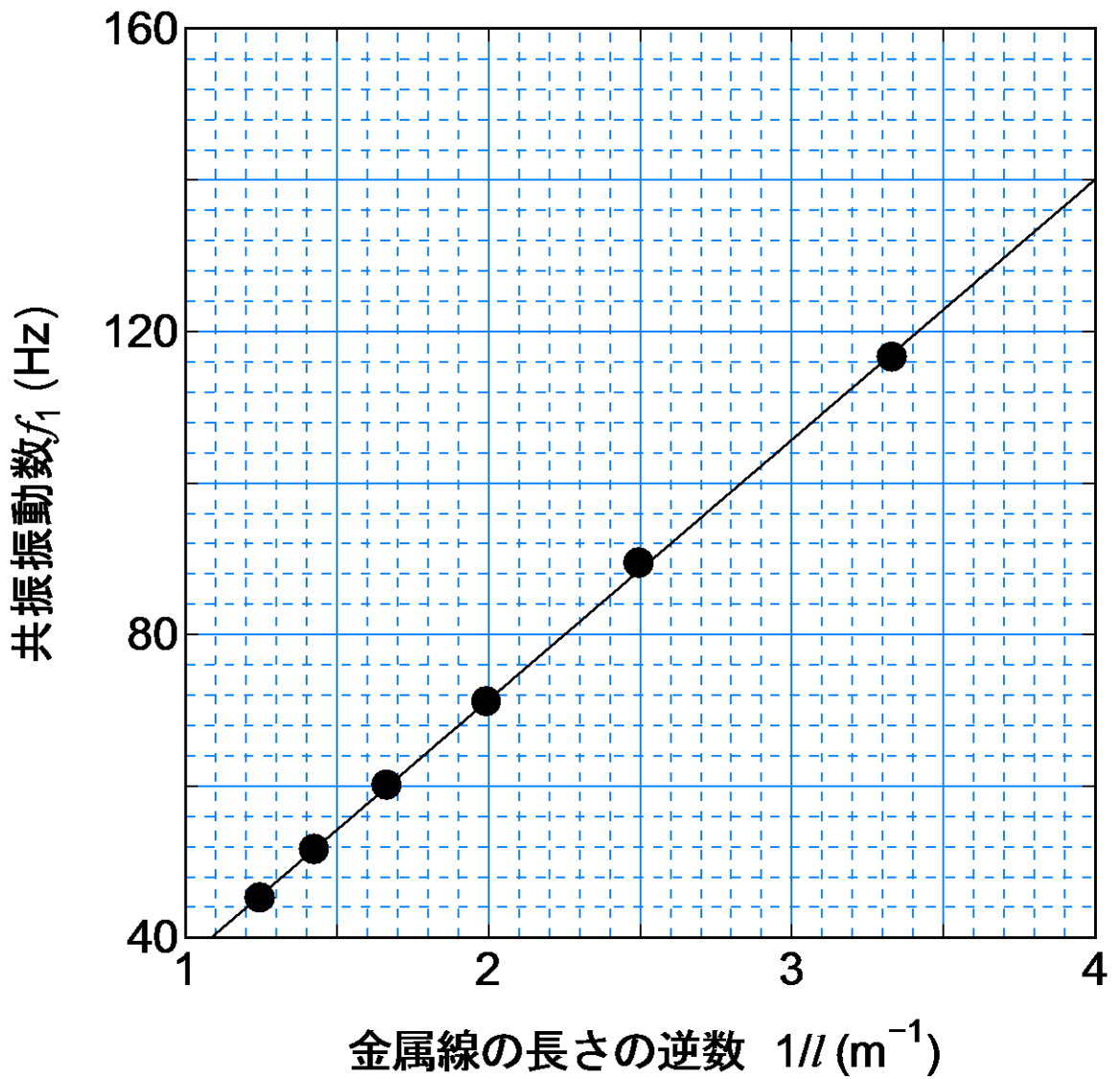


図 ?. 真鍮線の長さの逆数と共振振動数の関係

参考

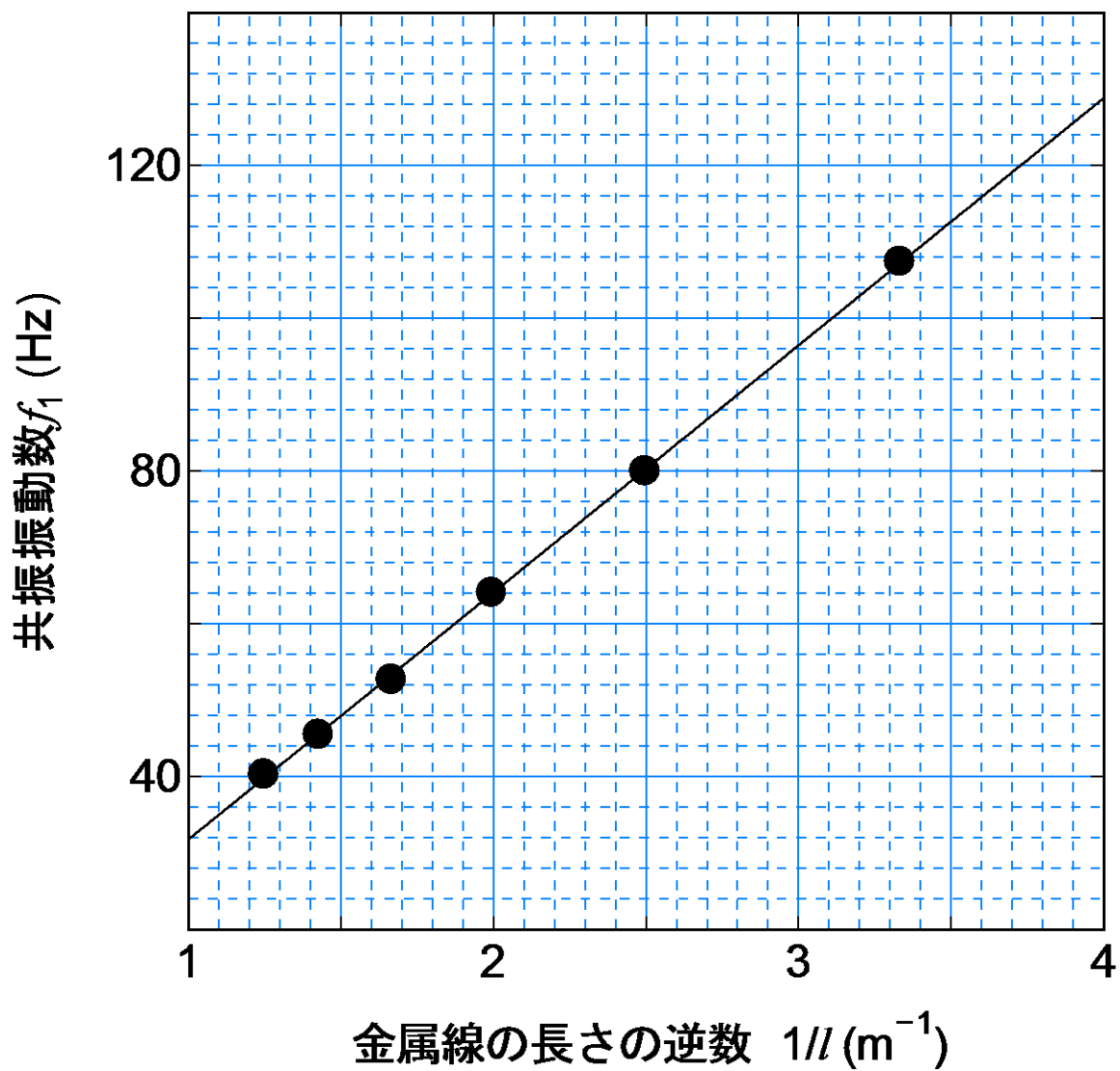


図 ?. アルミ線の長さの逆数と共振振動数の関係