

3. 液体の表面張力の測定

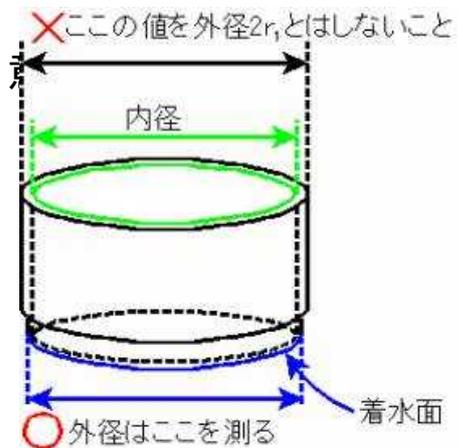
- ・ 実験上の諸注意

円環とシャーレの清浄化

シャーレや円環に油汚れが付着していると、純水の表面張力を測定したことにはならなくなる(表面張力を小さく見積もってしまう)。シャーレに蒸留水をはる前に、アルコールを染み込ませたガーゼを使ってシャーレと円環を清浄にする。

円環の内径・外径の測定

図1に示す様に、円環の着水する部分近傍では外径 r_1 が少し絞られている。間違えて太い部分の外径 r_2 を測定しないように注



ノギス)は図2に示す様に用いる

図1

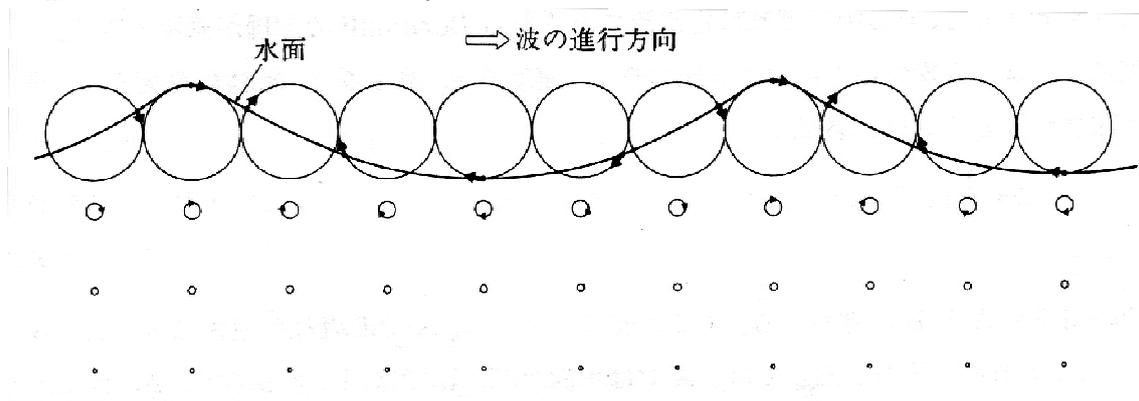


図2

水波の波長 は 1cm 以下に設定

教科書では次ページの図に示すように、水の実質部分が円運動をしているものと仮定している。実はこの仮定は水深が水波の波長と比較して十

分深い場合にのみ成立することであり、より一般的には水の実質部分は楕円運動をしている。そしてそのような場合には水波の分散式(波長と速度 v の関係式)は教科書の(3-8)式よりもう少し複雑な関数形となる。今回の実験では(3-8)式が成立していることを前提に、この式に実測値の λ と v を代入することで表面張力 T を求めている。従って、上述の前提条件を成立させるため、 h は水槽の水深の数分の一以下 ($< 1\text{cm}$) に設定しなければならない。



・ [FAQ \(Frequently Asked Questions\)](#)

工事中

皆さんからの質問を TA (Teaching Assistant) にお寄せ下さい

・ [関連情報](#)

1. 水の表面張力 (理化年表より抜粋)

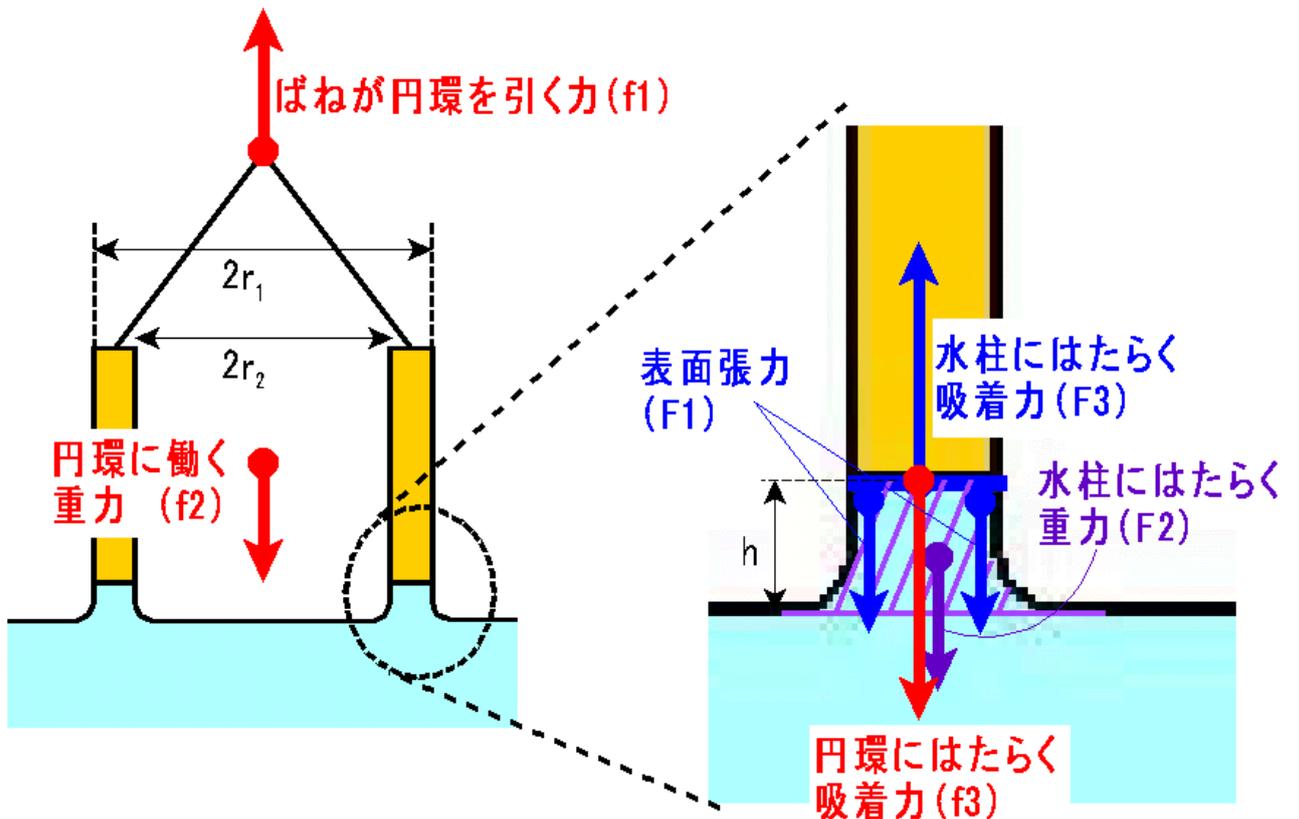
水の表面張力 (γ)

次表は温度 t °C における水の表面張力 γ の値で, * 印を施したのは水蒸気に対する値, その他は空気に対する値である. (単位は $\text{dyn}\cdot\text{cm}^{-1}$)

t	γ								
-5	76.40	16	73.34	21	72.60	30	71.15	80	62.60
0	75.62	17	73.20	22	72.44	40	69.55	90	60.74
5	74.90	18	73.05	23	72.28	50	67.90	100	58.84
10	74.20	19	72.89	24	72.12	60	66.17	110	56.89*
15	73.48	20	72.75	25	71.96	70	64.41	120	54.89*

Landolt-Börnstein Tabellen (1956).

2. 円環に働く力の釣り合い [教科書の (3-1) 式導出までの補足説明]



図に示す様に円環には、ばねが引く力(f_1)、重力(f_2)、水柱から受ける力(f_3)、以上3つの力が作用している。円環が静止した状態ではこれら3つの力は釣り合っており、したがって次の式が満たされる。

$$f_1 = f_2 + f_3 \quad (1)$$

但し、図に示す矢印の向きをそれぞれの力の正方向とした。一方、水面からせり出した水柱(拡大図の斜線部)には鉛直方向に関して、表面張力(F_1)、重力(F_2)、円環から受ける力(F_3)の3種類の力が作用している。水柱が静止している場合には次の釣合の条件が満たされる。

$$F_1 + F_2 = F_3 \quad (2)$$

作用反作用の法則から、 $f_3 = F_3$ である。したがって、水柱を引き上げることで円環に加わる下向きの力 f_3 は、水柱に働く表面張力と重力の和($=F_1 + F_2$)に等しいことが理解される。水柱の外径および内径はそれぞれ $2r_1$ と $2r_2$ であるから、単位長さあたりの水の表面張力を T とすれば、

$$F_1 = 2(r_1 + r_2)T \cos \theta \quad (3)$$

である。また水柱の高さを h 、水の密度を ρ 、重力加速度を g とすれば、

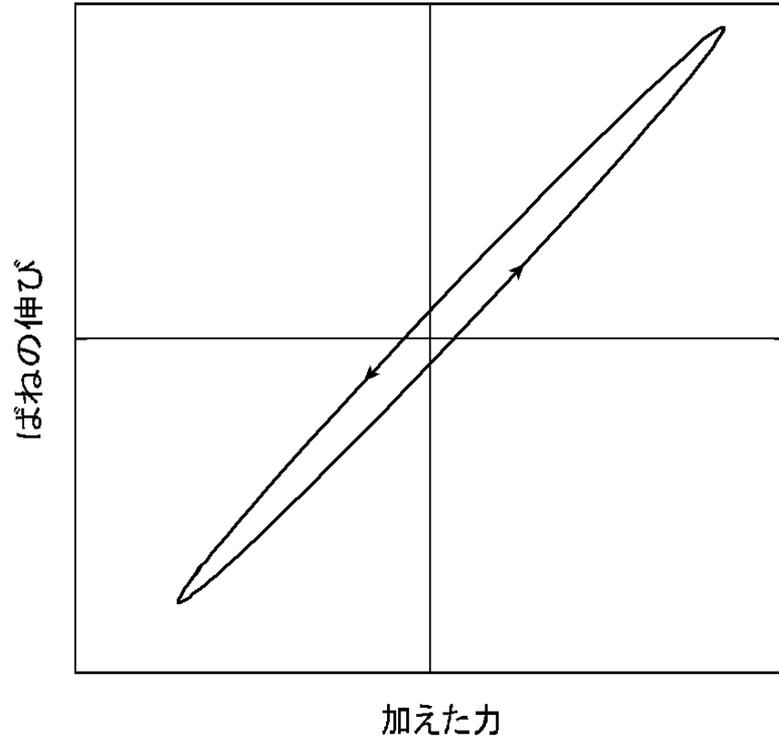
$$F_2 = (\rho(r_1^2 - r_2^2)h)g \quad (4)$$

である。したがって以下の式を得る。

$$f_3 = 2(r_1 + r_2)T \cos \theta + (\rho(r_1^2 - r_2^2)h)g \quad (5)$$

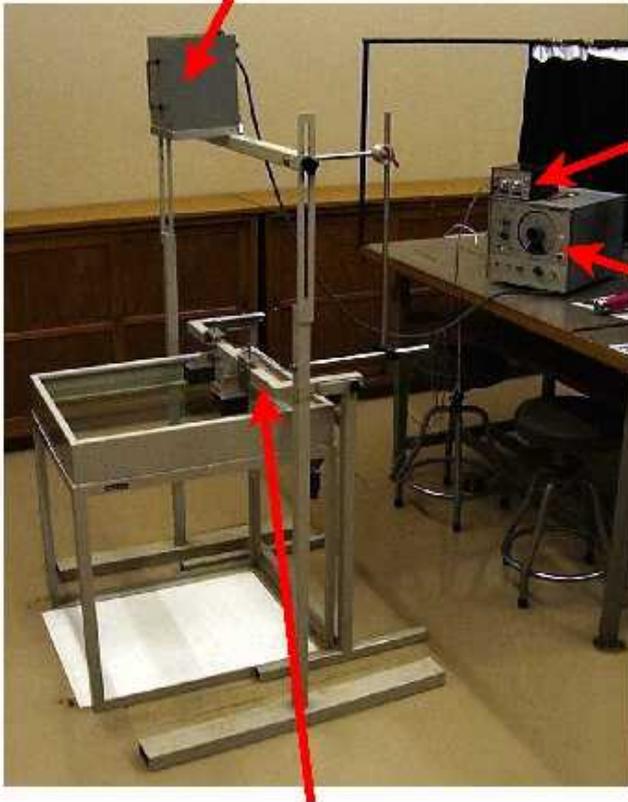
3. ばねの履歴現象

ばねに加える力 F とばねの伸び X との関係がフックの法則 $F = kX$ (k はばね定数) から逸脱し、次ページの図に示すように F が増加の途上なのか或いは逆に減少の途上なのかに依存して同じ大きさの F であっても伸び X の値に差異の存在する現象をばねの履歴現象(ヒステリシス)と呼ぶ。転位の運動や不純物の拡散による結晶の再配列等、原因はさまざまである。



4. 「水波の伝播速度を用いる方法」の実験装置図 (写真)

ストロボスコープ



水波発生装置のコントロール電源。水波の周波数と振幅を制御する。

ストロボスコープ電源。周波数の表示単位がrpm (revolutions per minute) であることに注意。計算の際には、Hz単位への変換を忘れぬこと。

水波発生装置。水面に浸したアクリル棒が周期的に上下する。



ストロボスコープの点滅の周波数と水波の周波数が同調すると左図のように静止した明暗縞が観察される。この明暗縞の間隔が2cm以下になる周波数領域の水波に対して測定を行う。詳しくは「実験上の諸注意」を参照。