

# アルミの線膨張

近藤康

近畿大学理工学部理学科物理コース  
〒 577-8502 東大阪市小若江 3-4-1

(Dated: June 1, 2011)

アルミ棒の長さの温度変化を測定することにより、アルミの線膨張係数を求める。教科書に載っている方法とは異なり、ジュール熱を用いてアルミ棒の温度を変化させ、微小な長さ変化をマイクロメータを用いて測定する。

## I. 予備学習用紙

「実験のポイント」の欄に、副尺の使用方法についてまとめておくこと。

## II. 目的

アルミ棒の長さの温度変化を測定することにより、アルミの線膨張係数を求める。

## III. 原理：線膨張係数とは

通常物質は温度を上げると膨張し、一様な物体の長さは長くなる。ある物体の温度  $T$  における長さを  $\ell(T)$  とすれば、温度  $T$  における線膨張係数  $\alpha(T)$  は

$$\alpha(T) = \frac{1}{\ell(T)} \frac{d\ell(T)}{dT} \quad (1)$$

によって定義される。本実験では  $50^\circ\text{C}$  におけるアルミの平均の線膨張係数をアルミ棒の長さの温度変化を測定することによって求める。

## IV. 実験装置

実験に使用する機材は以下の通りである。机上にある場合にはむやみに開けたりしないこと。

アルミ棒 (温度計、ヒータ付き)	1 本/人
直流電源	1 台/人
マイクロメータ (箱入り)	1 こ/人

TABLE I: 材料、器具など

アルミ棒にはヒータ線が巻き付けてある。温度計はアルミ棒に触れるように固定されている。その上から断熱材に



FIG. 1: 直流電源、マイクロメータ、アルミ棒と温度計。

よって全体を覆い、ヒータから発生した熱を逃がさないようになっている。アルミ棒の温度は一緒に覆われている温度計により読み取る。

直流電源を使用するにはまず、電流および電圧の設定つまみを最小の位置に合わせる。その後に電源にヒータ線を接続する。

本実験で使用するマイクロメータは通常のマイクロメータとは異なり、長さ 100 mm から 125 mm の物体を  $1/1000$  mm の精度で測定できるものである。副尺の使い方を教科書の p18~19 を読んで理解し、要点を予備学習用紙に記録しておくこと。教員または TA がマイクロメータの使用法を説明するまで、マイクロメータに触れないこと。

## V. 実験方法

### A. 室温での長さ測定

マイクロメータの使用法に慣れるために、まず 8 回 FIG. 2 のようにして、アルミ棒の長さを測定する。必ずラチェットを使用して測定すること。1 回毎にアルミ棒からマイクロメータを外し、新たに測定する。測定結果はノートに記録する。

次に、アルミ棒の長さ  $\ell$  を更に 8 回測定して、以下の式によって平均値  $\ell_m$  と標準偏差の不偏推定量  $s$  を計算せよ。

$$\ell_m = \frac{1}{n} \sum_i \ell_i \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (\ell_i - \ell_m)^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

ただし、 $n$  は測定回数で、ここでは  $n = 8$  である。室温も測定しておくこと。



FIG. 2: アルミ棒の長さ測定。

時刻	電流 (A)	測定前温度 (°C)	長さ (mm)	測定後温度 (°C)	平均温度 (°C)
13:55	0.63	27.0	122.012	27.2	27.1
14:05	0.89	32.2	122.034	32.4	32.3
14:15	1.09	39.5	122.054	39.7	39.6
14:25	1.18	45.7	122.066	45.8	45.75
14:35	1.26	50.2	122.085	50.4	50.3
14:45	1.41	55.9	122.106	56.2	56.05
14:55	1.55	64.9	122.136	65.2	65.05
15:05	1.68	72.7	122.158	72.9	72.8
15:15	1.68	83.3	122.186	83.6	83.45

TABLE II: 2010年3月13日に行われたアルミ棒の温度変化の測定データ。電流の値は測定時の電流値である。ただし、温度上昇時のデータのみ記載した。

### B. アルミ棒の長さの温度変化の測定

以下の手順に従って、アルミ棒の長さの温度変化を測定せよ。

1. 直流電源の電圧、電流設定つまみが最小の位置になっていることを確認してから電源スイッチをオンする。大きな電圧、電流が表示されていないことを確認してから、電源スイッチ下の赤いボタンを押す。
2. ヒータに流す電流を 0.65 A に設定する。電圧つまみを数回回した後、電流つまみを回して電流値を設定すること。
3. 10分待つて、温度計の温度を読む。
4. アルミ棒の長さを測定する。
5. 再度、温度を測定する。測定する前の温度とここで測定した温度の差を温度測定の誤差とする。

以上の2~5の手順を電流

0.90 A, 1.10 A, 1.20 A, 1.25 A, 1.40 A, 1.55 A, 1.70 A

に対して行う。電流値は多少ズレてもOK。ただし、温度が80°Cを越えたら、電流を次の値ではなく0Aに設定する。以後、温度が下がる過程で5分毎に長さの温度変化を測定する。30度以下の測定を行ったらで実験は終了である。あるいは教員の指示に従って実験を終了すること。

TABLE IIのような表をノートに作成して、測定結果を記録していくこと。また、測定を行いながら、測定点をFig. 3のようにプロットする。教員またはTAが随時グラフを見て、測定の進行状況を確認する。温度下降時のデータを取り始めたら、目分量で良いのでデータをフィットする直線を引き、線膨張係数を概算すること。

### C. 後片付け

実験終了時には、以下の片付けを行う。

- 直流電源の電圧、電流設定つまみをそれぞれ最小の位置に合わせてから、赤いボタン、電源スイッチの順にオフする。
- ヒータ線を直流電源から外す。

- マイクロメータを箱に戻す。
- 教員、あるいはTAの指示に従って使用した機材を保管場所に片付ける。

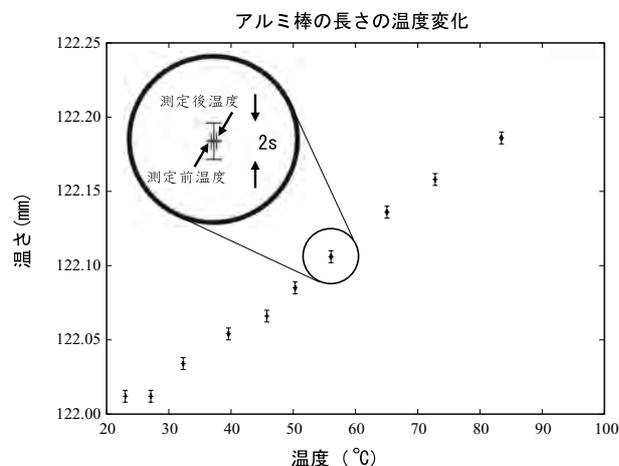


FIG. 3: アルミ棒の長さの温度変化のデータを誤差をつけてプロットしている。拡大図は図を描く時の説明のために描いているので、レポートに添付する図には必要ない。このグラフは温度上昇時のデータのみをプロットしている。温度下降時のデータも区別できるようにプロットすること。

### VI. 計算およびグラフの作成

室温におけるアルミ棒の平均の長さ  $l_m$  と標準偏差の不偏推定量  $s$  を計算した。その  $s$  をアルミ棒の温度変化の測定における長さ測定の誤差とする。

温度は測定前と測定後の温度の平均値を用い、アルミ棒の長さは各温度で測定された長さをを用いてプロットする。ただし、長さの誤差を表すためにプロットした点の上下に  $s$  の長さの棒を描く。測定中の温度変化が大きい場合は「温度の誤差」を表すために、測定前と測定後の温度を直線で結ぶこと。FIG. 3を参照。次に、**最小2乗法によりデータをフィットする直線を求め、「アルミ棒の長さの温度変化」のグラフに描き、その傾きから線膨張係数  $\alpha$  を求める。**温度上昇時と下降時のデータを別々に計算して、それぞれの場合の直線フィットを行うこと。

### VII. 結論

この**実験の結論はアルミの線膨張係数の値**である。ただし、温度上昇時と下降時の測定を総合的に判断して、結果を出すこと。

### VIII. 考察

- 試料と温度計の熱平衡の観点から、以上の実験の問題点について考察し、改善方法を提案せよ。
- 教科書に記載されている実験方法と比較検討せよ。