

実習(4) ガラス器具の容積の測定

内容

実習(4) ガラス器具の容積の測定 1

1. ガラス器具の容積の測定 2

(1) Introduction..... 2

(2) Devices..... 2

(3) Procedure 2

(4) Results..... 4

(5) Discussions 6

本実験

No.	タイトル	内容	主な器具	Input	Output
4	ガラス器具の容積の測定	ガラス器具の使用法 器具の精度の比較 有効数字の概念	ホールピペット メスフラスコ	測 比	図 表

測 数値の測定と実験値の扱い
 比 似た項目の比較
 図 図やグラフを用いた整理
表 表を用いた整理

年 組 番 氏名

1. ガラス器具の容積の測定

(1) Introduction

実験器具には様々な計量器があるが、その目盛りの精度は器具によって違う。器具の目盛りはどれくらい信頼できるのか^①。今回は、体積で水を測り取る一方で、測りとった水の質量と密度から体積を算出し、目盛りの信頼性を確認する。

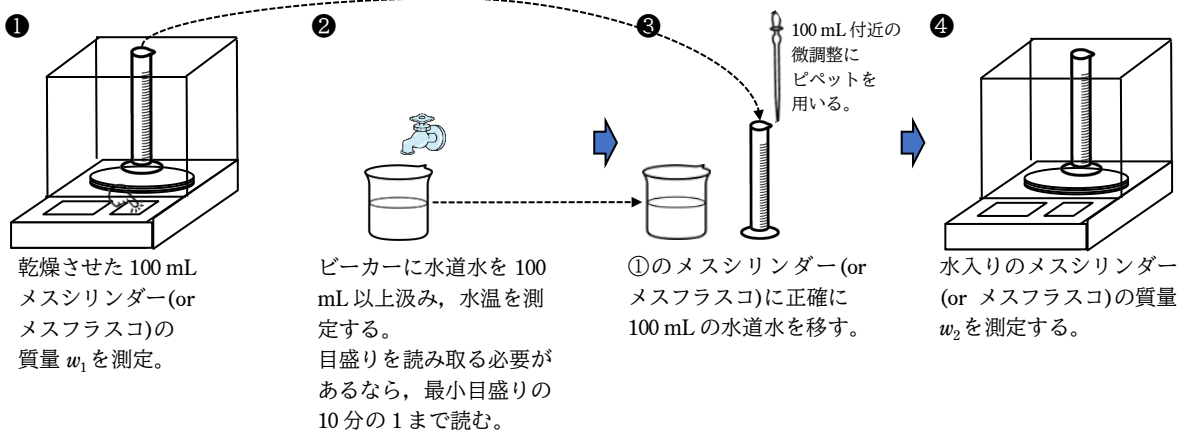
(2) Devices

100 mL メスシリンダー	1	100 mL メスフラスコ	1
10 mL 駒込ピペット	1	10 mL ホールピペット w/安全ピペッタ	1
300 mL ビーカー	1	電子天秤	1
_____ (1:器具名)	1	100 mL コニカルビーカー	2

(3) Procedure

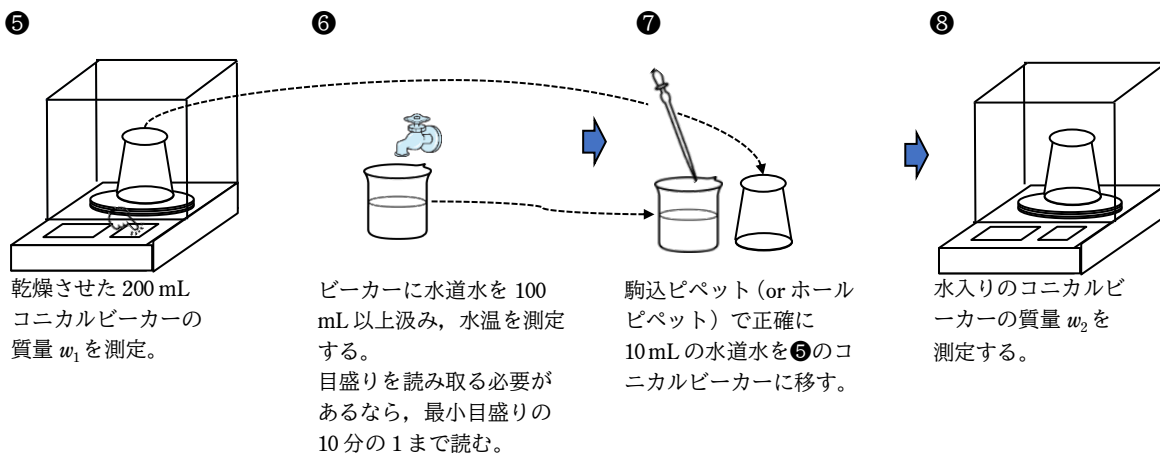
① 100 mL メスシリンダーと 100 mL メスフラスコ (自立する器具)

注 以下には 100 mL メスシリンダーの図しか書かれていないが、100 mL メスフラスコについても同様に行う。



② 10 mL 駒込ピペットと 10 mL ホールピペット (自立しない器具)

注 以下には 10 mL 駒込ピペットの図しか書かれていないが、10 mL ホールピペットについても同様に行う。

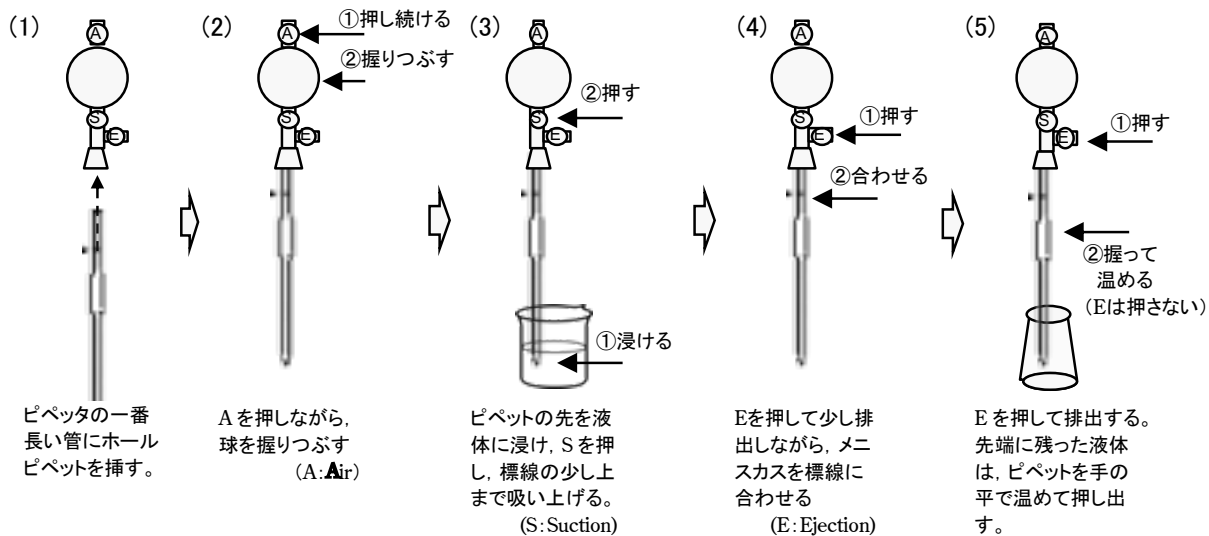


① このように実験は何らかの疑問から始まることが多い。こ

のような疑問を調査課題 (Research Question) という。

<補足：ホールピペットの使い方>

ホールピペットを使う際は、安全ピペッタを用いて、液体の採取を行う。



(4) Results^②

今回は_____ (2: 器具名)の容積を測定した。

水を入れる前の空の容器の質量 w_1 は_____ (3: 結果・単位も添える), 水を入れた後の容器の質量 w_2 は_____ (4: 結果・単位も添える)なので, 測りとった水の質量 $w_{水}$ について

$$w_{水} = \text{_____} (5: \text{文字式}) = \text{_____} (6: \text{計算結果・単位も添える})$$

となる。なお, この数値の有効数字は_____ (7)桁である。

水の温度は_____ (8:測定値)℃であったので, 下表より, その密度 d は_____ (9:単位も添える)である。この数値の有効数字は_____ (10)桁である。水の質量と密度より, 測りとった水の体積 $v_{水}$ について

$$v_{水} = \text{_____} (11: \text{文字式}) = \text{_____} (12: \text{計算結果・単位も添える})$$

となる。この数値は有効数字_____ (13)桁で表すのが望ましい。器具の表示は_____ (14: 単位も添える)であるので, 誤差^③は_____ (15: 結果)である。

表1: 水の密度

温度 [°C]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.99984	0.99990	0.99994	0.99996	0.99997	0.99996	0.99994	0.99990	0.99985	0.99978
10	0.99970	0.99961	0.99949	0.99938	0.99924	0.99910	0.99894	0.99877	0.99860	0.99841
20	0.99820	0.99799	0.99777	0.99754	0.99730	0.99704	0.99678	0.99651	0.99623	0.99594
30	0.99565	0.99534	0.99503	0.99470	0.99437	0.99403	0.99368	0.99333	0.99297	0.99259

表の縦の欄は十の位, 横の欄は一の位を示す。単位は g/cm³

なお, 班のメンバーが測定した別の器具の結果も含めてまとめると以下ようになる。

表2: 班の測定結果

器具名	メスシリンダー	メスフラスコ	駒込ピペット	ホールピペット
乾燥させた器具の質量 w_1 ^④				
水を入れた後の器具の質量 w_2				
水の質量 $w_{水}$ (有効数字桁数)	g (桁)	g (桁)	g (桁)	g (桁)
水の密度 d	g/cm ³ (桁)	g/cm ³ (桁)	g/cm ³ (桁)	g/cm ³ (桁)
水の体積 $v = \frac{w_{水}}{d}$ (有効数字桁数)	mL (桁)	mL (桁)	mL (桁)	mL (桁)
誤差				

② レポートや論文の「結果」の部分には実際に得られる数値だけでなく, そこから機械的な計算で得られる結果も, 計算過程を説明しながら書くことが多い。一方で, オリジナルな解釈は「考察」に書く。

③ 誤差の公式は次の通り→。

$$\text{誤差(\%)} = \frac{|\text{測定値} - \text{理論値}|}{\text{理論値}} \times 100$$

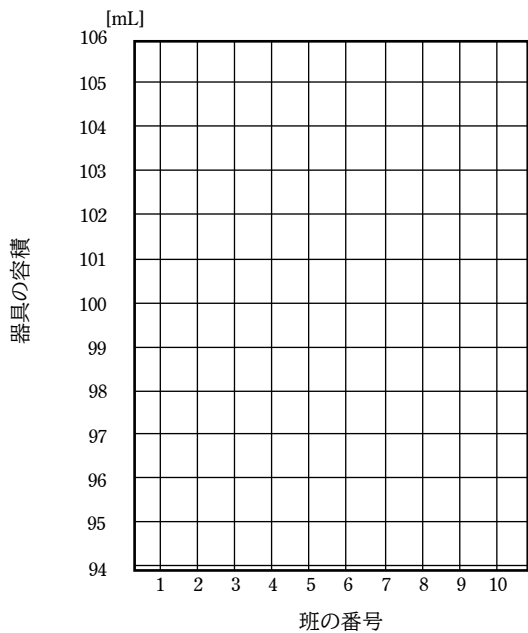
④ 通常は w_1 や w_2 など量を表す文字式は数値と単位をまとめたものである。つまり, $w_1 = 102.98 \text{ g}$ のように記す。

また、別の班のデータも含めて 10 回の測定の結果は次のようになる。

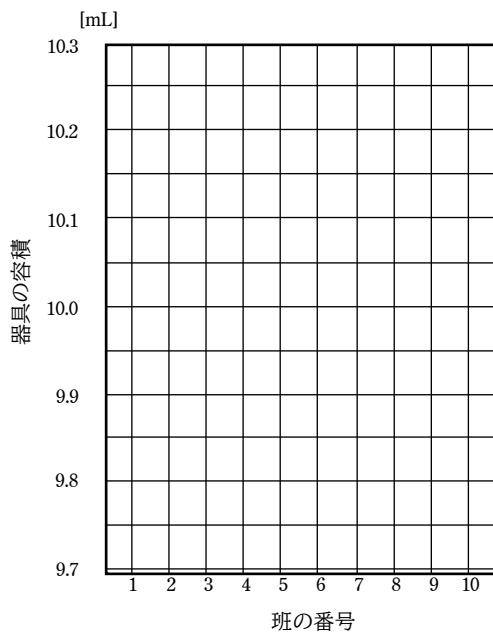
表 3：クラスの測定結果

器具名	メスシリンダー	メスフラスコ	駒込ピペット	ホールピペット
1 班				
2 班				
3 班				
4 班				
5 班				
6 班				
7 班				
8 班				
9 班				
10 班				
最大値 Max.				
最小値 min.				
平均値 Ave.				
範囲 Range (Max と Min の差)				

100 mL メスフラスコと 100 mL メスシリンダーの容積



10 mL ホールピペットと 10 mL 駒込ピペットの容積



(5) Discussions

① 有効数字についての検討問題

<測定値と有効数字>

次の図はある線分の長さを定規で測ったときの拡大図である。



- a. この線分の長さを読み取れ。最小目盛りの十分の一まで目分量で読み取ること。
- b. a の値は人によって値に差があれど、有効数字の桁数は 2 桁である。これについて、以下を検討せよ。
- (ア) 勝手に 3 桁目に 0 を追加して書き加えた人がいるが、これはまずいらしい。何がまずいだろうか。

(イ) 人によって差が出るので、意見を統一するために四捨五入した値である「1 cm (有効数字 1 桁)」としてしまうと何か問題だろうか

(ウ) つまり、測定値の末尾の値の意味とはなんだろうか。

<有効数字と測定値の範囲>

四捨五入して次の値になる値の範囲を答えよ。

例 1) 100 99.5...~100.49... 例 2) 1.0 0.95...~1.049...

(ア) 10 (イ) 10.0

(ウ) 10.00

② 考察本編

10 mL 駒込ピペットの最小目盛りの 10 分の 1 は _____⁽¹⁶⁾ mL 単位であるため、10 mL 測りとした場合は理論上、有効数字 _____⁽¹⁷⁾ 桁の値が得られることとなる。

一方で、10 mL 駒込ピペットの容積を水を用いて測定すると、その値の範囲は _____⁽¹⁸⁾ mL から _____⁽¹⁹⁾ mL の範囲にまたがるため、有効数字はせいぜい _____⁽²⁰⁾ 桁しかとれないこととなる。駒込ピペットは高温乾燥時のガラスの歪みなどによって目盛りが狂うため、その体積は目安程度でしかなく、精密測定を行うときは同じピペットでも _____⁽²¹⁾ を用いることが望ましい。