

基礎材料組織学 第2回

- 前回：
- ・ 授業ガイダンス
 - ・ 単位・単位系について



- 今回：
- ・ 有効数字の原則
 - ・ 有効数字を考慮した計算
 - ・ 応力の定義

2.1 有効数字の原則

① 全ての測定値は有効数字の考え方に基づいて処理する。

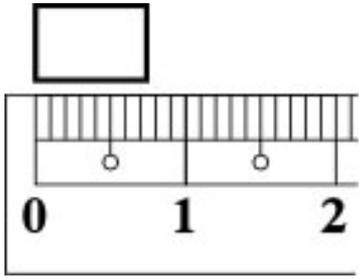


図 2.1 30cm 定規による長さ

・測定方法: 最小目盛の $\frac{1}{10}$ まで目分量で読み取る。

・測定結果: 1.4 mm

目盛によって保証した「正確な値」
目分量、「不確かな値」

・有効数字の定義:

「正確な値」 + 「不確かな値」
(複数桁) (最小の1桁)

② 有効数字の桁数は、測定に用いた器具・装置の許容誤差や最小目盛により決まる。

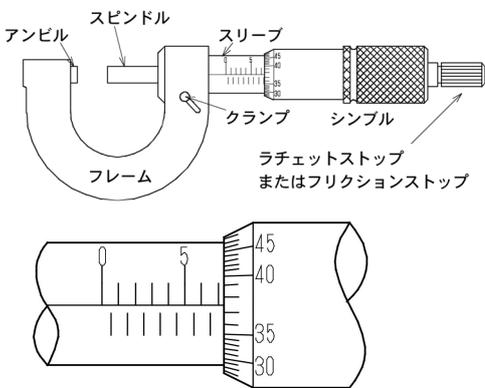


図 2.2 マイクロメータによる長さ

・最小目盛: 0.01 mm

・測定結果: 7.37 mm

正確な値 不確かな値

30cm 定規の測定結果: 2桁

正しい手順で器具を使用した場合にメーカーが保証する誤差の範囲。

・10ml, クラス A: 許容誤差 ± 0.02 ml

・測定結果: 10.00 ml \neq 10 ml

正確な 不確か

4桁



図 2.3 ホールピペット

③ 有効数字は「1~9の数字と意味のある0」からなる。

・30cm 定規による測定結果“7.4mm”を

a) m 単位で表す: 0.0074m

意味がない0

b) μm 単位で表す: $7400\mu\text{m}$

102 mm
#

・「意味のある0」とは?

例: 1020mm

1~9の数字に 小数点以下の
はくれている0 右端の0

・明確化するためには「指数表示」もしくは「小数点の明示」を行う。

$1010 \rightarrow \begin{cases} 1.010 \times 10^3 & \text{4桁} \\ 1.01 \times 10^3 & \text{3桁} \end{cases}$

or $1010.$

④ 有効数字の桁数の多さは測定値の精度を示す一つの指標. ...②参照

・不要な丸めによる桁数の減少はするべきではない。
・減算による「桁落ち」に注意する。

$$\begin{array}{r} 6\text{桁} \\ \hline 1.41421 \\ - 1.40352 \\ \hline \end{array}$$

⑤ 物理定数も測定から得られている→有効数字を考慮する。

・測定値の最小桁数と同一、もしくは
一桁多めの値として式の中に入れる。

$$\begin{array}{r} 4\text{桁} \\ \hline 0.01069 \\ \hline \end{array}$$

⑥ 非測定値は有効数字を考慮しない。

・例: 当量数, ○倍希釈, □等分, 規定濃度 (0.1 mol/l), etc...

・例題: 次の有効数字の桁数を答えよ. また(1)・(2)の数値を指数表記せよ.

(1) 12500N
3桁

$1.25 \times 10^4\text{N}$

(2) 0.001l
1桁

$0.1 \times 10^{-2}\text{l}$

$1 \times 10^{-3}\text{l}$

(3) $6.0220 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
5桁

2.2 有効数字を考慮した計算

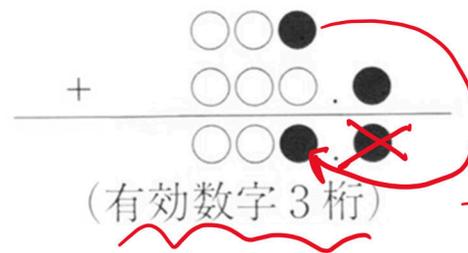
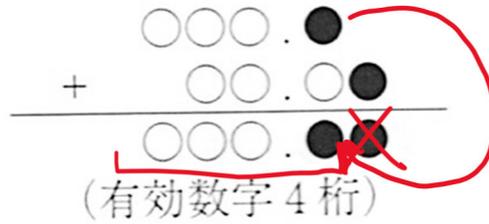
2.2.1 加減算: 測定値の最小桁の位取りが最も高いものに計算結果の位取りを合わせる。

・例: 確かな値「○」と不確かな値「●」からなる測定値同士の加算

原則: ○ + ○ = ○

○ + ● = ●

● + ● = ●



変わったも OK

図 2.4 加減算時の有効数字

[分析化学における測定値の正しい取り扱い方, 日刊工業新聞社]

2.2.2 乗除算: 測定値の桁数が最小のものに計算結果の桁数を合わせる。

・例: 確かな値「○」と不確かな値「●」からなる測定値同士の乗算

原則: ○ × ○ = ○

○ × ● = ●

● × ● = ●

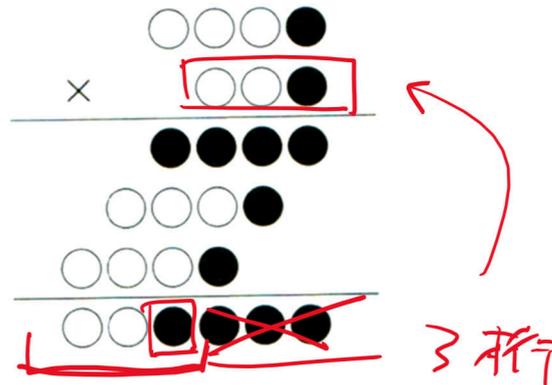


図 2.5 乗除算時の有効数字

[分析化学における測定値の正しい取り扱い方, 日刊工業新聞社]

・例題: 次の測定値同士の計算結果を答えよ。

(1) $12.31 + 7.231$
 小数第2位 ← 第3位
 $= 19.541$
 $= 19.54$

(2) $15.4 - 8.395$
 1 ← 3
 $= 7.005$
 $= 7.0$

(3) $35400 \div 254.67$
 3桁 ← 5桁
 $= 139.20 \dots$
 $= 139$

2.3 「応力」とは？

・問い: 同じ太さの棒に異なる荷重がかかっている場合[下図(a)]と, 異なる太さの棒に同じ荷重がかかっている場合[下図(b)]で, いずれの棒がより負担が大きいか?

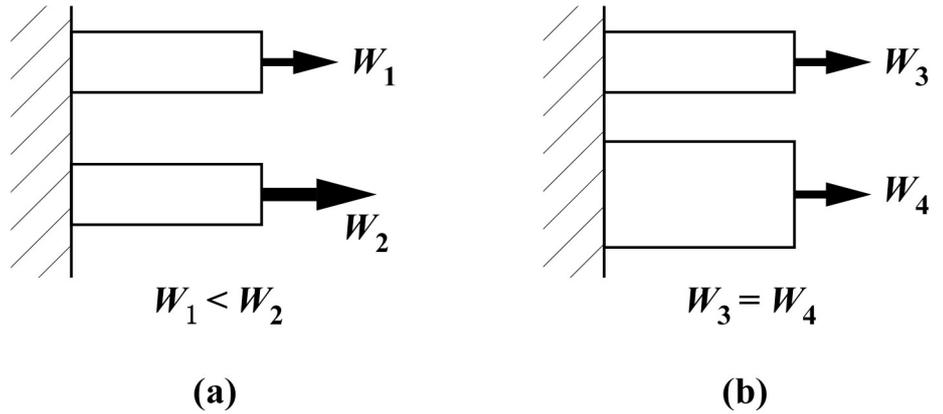


図 2.6 応力の概念

→ 「荷重の太さ」と「棒の太さ」が関係している。
 → 「単位面積あたりの荷重」=「応力」と定義する。
 (圧力と同じ次元)

(SI)
 ●応力の単位: $\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$

(工学単位)
 $\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$

2.4 第2回講義に関する意見・感想・質問のまとめ

●意見・感想

- ・有効数字の理解がいまいちだったが今日の講義で十分理解できた, 有効数字が以前よりクリアになった, 例題を通して理解できた, 実験等の際に有効数字を考えながら計算したい, 0 の扱い方が明確に理解できた, 最小目盛の 1/10 まで読み取る意義を理解できた, 指数標記する意味を理解できた, 例を使った説明がわかりやすかった, 測定値と非測定値の判断がまだすぐできないので復習する, 今までの理解と少し異なるところがあったので勉強になった, 丸めや桁落ちについてより詳細に学びたい, 精度の高い器具を見る目が少しいたわりに満ちた:49←多くの方が「有効数字に関してあいまいだったところの理解が深まった」という趣旨のコメントを書いていたので, こちらとしても良かったです. これを今後の例題等の計算にも活かしてください.
- ・小テストは本当に web で勉強している人ができる内容だったのでこれからもしっかり勉強する, 参考問題と小テストがほぼ同じだったので解きやすかった, 小テストで接頭語の復習もできて良かった, 難易度はちょうど良かった, 前回内容の復習をしていれば問題ないことがわかった, 難易度はやや易しかった, ショテストは簡単だった:13←今回の小テストは平均 7.9 点, 満点 34 名でした. 初回ですし参考問題をきちんと勉強していれば容易な問題だったと思います.
- ・進行速度はちょうど良くわかりやすかった, 資料が見やすかった, 2 回目なので簡単だった:9
- ・小テストがプリント外からも出題があったので少し難しかった, 小テストが難しかった, 難しかったので次からは HP を利用して取り組む:4←HP を見ない(=自主学習しない)人はこういうコメントになるでしょうね.
- ・応力の単位や定義を理解することができた, 去年力学の授業で少し学習していたので懐かしかった:2
- ・割り算の有効数字がわからなくなるので気をつける, 対数の有効数字について気になった:2←割り算の場合は掛け算と同様に「最小桁数の測定値に答えの桁数を合わせる」です. 対数の場合は, 「演算数の全桁数を, 答の小数点以下の桁数とする。」というルールです. 詳しくは以下の HP を見てみてください.
<https://www.gs.niigata-u.ac.jp/~kimlab/lecture/numerical/function.html>
- ・授業進行速度をもう少し早くしてほしい←まあまあ, 多分そのうち「早くて理解が追いつかなかった」ってなりますよ.
- ・小テストでは講義や今後役に立つ知識として覚えるべきことが出題される形式が良いと感じた←このコメントはちょっと意味が分かりにくかったのですが, 今回小テストは「覚えるべきことが出題されなかった」と感じた, という意味でしょうか? 私はそうは思いません(出題者として当然, 重要で覚えるべきことを出題したつもりです).
- ・電卓忘れない←大事です!
- ・HP の記入済み講義ファイルがエラーが発生して見られない←第 1 ターンにもこの指摘はあったのですが, スマホでは大概エラーが出てしまいます(読み込みがうまくいかないようです). 復習の際には PC から閲覧するようにしてください. そもそも, スマホの小さい画面では見にくいでしょう.

●質問

- ・応力(単位面積あたりの荷重)について, 棒の底面積はそのまま中間を細くしたらどうなるのか? ←もちろん, 一番細いところで応力を求めます.
- ・棒の「負担」というのが何を示しているのかわかりにくかった←確かに, 分かりにくい表現だったかもしれませんが, 「棒に対する負荷」という方が専門用語的には正しいです.
- ・「意味のない 0」がどうして意味がないのかよく分からなかった←P.2 の $7400\mu\text{m}$ を例にとると, 1 の位と 10 の位の 0 は, 実際に測ることによって得られた値ではないことは理解できますか? 測定によって得られた

値ではない0のことを「意味のない0」と称しています。

- ・不確かな値でも有効数字になることが引かかった←不確かな値でも、測定によって得られたことには変わりありません。
- ・ミニツツペーパーに切り取り線をつける予定はあるか？←ただ切り取り線を描くことにそれほど意味はないと思います(切り取り加工して、手でも切りやすくするなら意味はありますが)。
- ・ホールピペットの測定量の表記が 10.0ml ではなく 10.00ml となることがよくわからなかった←この場合、許容誤差(±0.02ml)も含めた測定値の最小桁が小数第2位までだから、10.00ml まで書く必要がある、ということです。
- ・許容誤差の定義がわからない←資料に書きましたが、「測定機器を正確に操作したという前提に基づき、測定機器によって得られる測定値がどの程度に収まるということを保証する範囲」のことです。
- ・p.2 の例題(2)で 0.001l を $1 \times 10^{-3} l$ としていたが $1.0 \times 10^{-3} l$ では意味合いは変わるか？←前者と後者では有効数字としての桁数が異なることが理解できていない、ということですね。
- ・掛け算や足し算が混ざった式の場合は1つ1つ計算していったら有効数字の桁を計算すれば良いのか、式全体の桁の調節をするのか？←1つ1つ計算して(特に引き算がある場合)、最終的な桁数が何桁になるかを確認していく必要があります。例えば以下のような計算の場合です。

まじめに電卓で計算

$$\frac{10.21 - 10.13}{10.13} \times 100 = 0.7897 \dots$$

どこで丸めれば良いかわからない、適当に小数第2位までで丸めるか？ → X

↓

まず分子の引き算を計算

$$\frac{\overset{1\text{桁}}{0.08}}{\underset{4\text{桁}}{10.13}} \times 100 = \overset{8}{0.00789} \dots \times 100 = \underline{0.8}$$

1桁

2.5 第1回小テスト解答

Q.1 「 10^9 」「 10^6 」「 10^{-3} 」「 10^{-6} 」を表す接頭語の表記および読みを答えよ.

A.1 「 10^9 」=「G(ギガ)」 「 10^6 」=「M(メガ)」
「 10^{-3} 」=「m(ミリ)」 「 10^{-6} 」=「 μ (マイクロ)」

Q.2 SI 単位系における圧力の単位の表記, および読みを答えよ.

A.2 「Pa(パスカル)」

Q.3 1.34 kgf/mm^2 を SI 単位系に換算せよ. [3 点]

A.3 $1.34 \text{ kgf/mm}^2 = (1.34 \times 9.807) \text{ N/mm}^2 = 13.14 \dots \text{MPa} = 13.1 \text{ MPa}$

参考問題

直径 $d = 10.0$ mm の丸棒を荷重 $W = 100.0$ N で引っ張る場合(a)と、直径 $d = 20.0$ mm の丸棒を荷重 $W = 200.0$ N で引っ張る場合(b)を考える。以下の問いに答えよ。
(計算は全て有効数字を考慮する。部分点あり)

Q.1 直径 $d = 10.0$ mm の場合の丸棒の断面積 A [mm^2]を求めよ。[4点]

Q.2 丸棒における負担が大きいのは(a)と(b)のどちらかを答えよ。[6点]