

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。

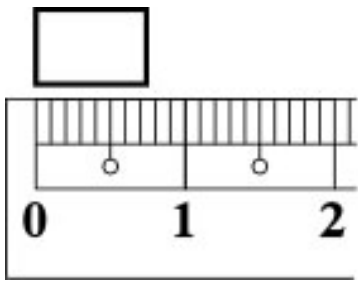


図 2.1 30cm 定規による長さ

・測定方法: 最小目盛の $\frac{1}{10}$ までを目分量で読む。
→ 最小目盛 1mm

・測定結果: 7.4 mm

目盛によつて保証された「正確な値」、「不正確な値」

・有効数字の定義: 「正確な値」 + 「不正確な値」
有効桁数 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。

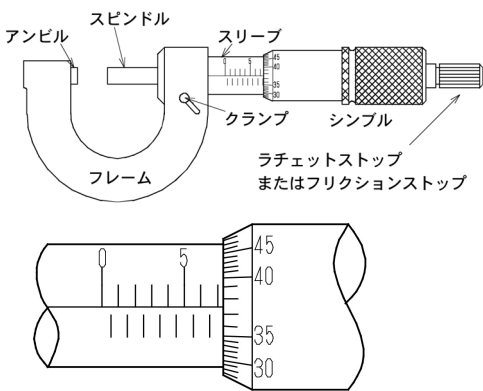


図 2.2 マイクロメータによる長さ

・最小目盛: 0.01 mm

・測定結果: 7.34 mm

正確か 不正確か
4桁, 小数第3位

30cm 定規の測定結果: 7.4 mm

2桁, 小数第1位



図 2.3 ホールピペット

・10ml, クラス A: 許容誤差 ± 0.02 ml
 $9.98 \sim 10.02$

・測定結果: 10.00 ml

正確か 不正確か
4桁, 小数第2位

10 ml

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: 0.0074 m

意味のない0

b) ~~mm~~ ^{mm} 単位で表す: 7.400 mm

全2有効数字2桁

異なる!

小数点以下の
右端の0

・「意味のある0」とは?

例: 1020 mm

1~9の数字

には±の値2の30 ← 目盛による2桁測定

・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 → 1.010 × 10³

→ 1.01 × 10³

→ 1010.

有効数字
4桁

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慎むべき

・減算による「桁落ち」に注意

$$\begin{array}{r} 1.41821 \quad \text{6桁} \\ - 1.40352 \quad \text{6桁} \\ \hline 0.01069 \quad \text{4桁} \end{array}$$

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.

・測定値と等しい ^{桁数} もしくは1桁多い
桁数の値を用いる.

$$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

$$\text{+}$$

$$9.8 \text{ m/s}^2$$

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) 12500 N

3桁

1.25 × 10⁴ N

(2) 0.001 l

1桁

1 × 10⁻³ l

(3) 6.0220 × 10²³ 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：○+○=○

○+●=●

●+●=●

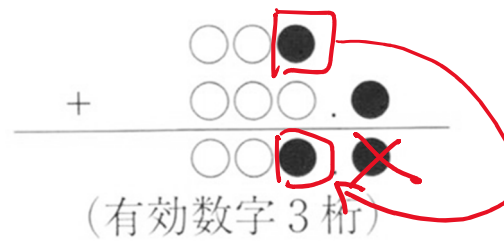
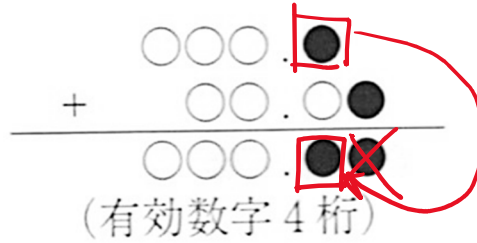


図 2.4 加減算時の有効数字

[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：○×○=○

○×●=●

●×●=●

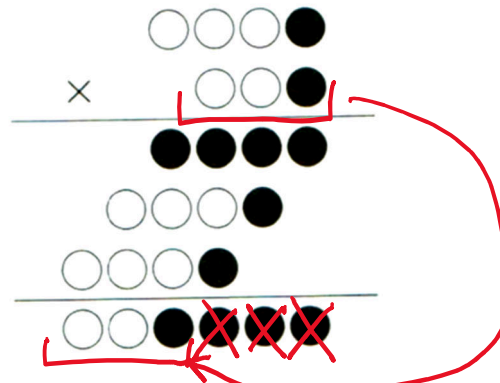


図 2.5 乗除算時の有効数字

[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) $12.31 + 7.231$
 $= 19.541$
 $= 19.54$

(2) $15.4 - 8.395$
 $= 7.005$
 $= 7.0$

(3) $35400 \div 254.67$
 $= 139.00...$
 $= 139$

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?

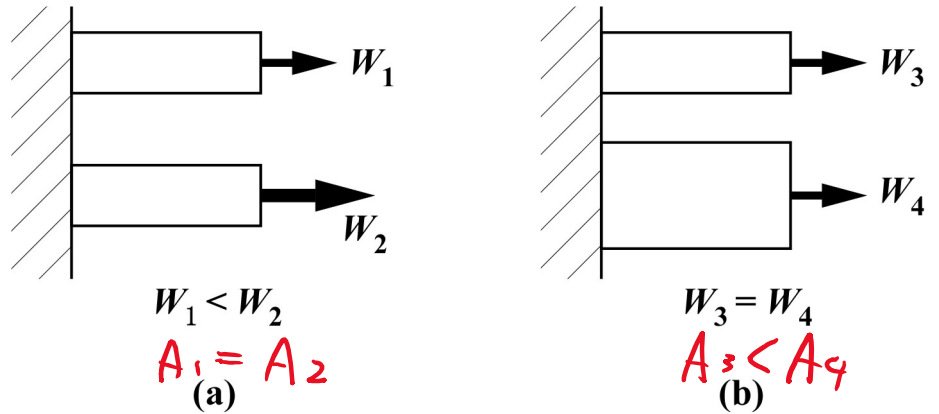


図 2.6 応力の概念

→ 「力の大きさ」と「太さ(断面積)」の両方が
棒の負担に関係する

↓

単位断面積あたりの力の大きさ

↓
「応力」

●応力の単位: 圧力と同じ 「Pa」 = 「N/m²」 (SI)
「kgf/mm²」 (工学単位)

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

- ・有効数字についてこれまでは抽象的な知識しかなかったのでより理解できた, 有効数字の計算について復習できた, 有効数字は高校でやっていたが改めて今回の講義で確認できた, 今後の実験でも活かしたい, 例も多く分かりやすかった, 物理学基礎実験を履修しているのととてもためになった, 意味のない0について説明が分かりやすかった, 必ず確かな値と不確かな値があることがわかった, 今までの理解では全く足りないことがわかった, 指数表記がいかに便利かわかった, 今日の講義で初めて理解した気がする, 有効数字が当たり前扱えるようになってきたと実感した:48←多くの方が有効数字について「曖昧なところがあった」と書いていましたので, 今回の授業でそれが少しでも解消されて理解が進めばいいですね. この授業では今後も有効数字を考慮した計算を行なっていきますので, 計算の方も慣れていってもらえればと思います.
- ・しっかり勉強すれば解ける内容の小テストだった, ちょうど良い難易度だった, 易しかった, (3)の単位のところをどれにすればいいのか戸惑った, 大問1の範囲を復習できていなかった, 難易度が少し難しかった, もう少し早く起きて確認の時間を取る, 勉強が足りなかった, しっかり対策すれば難なく点数が取れる, 参考問題があったので簡単だった, しっかり参考問題に取り組んで小テストに臨む:12←今回の小テストは平均7.7点, 満点10名でした. 多くの方が, 以下の最後の質問の「重力加速度の与え方(桁数)」に不備があり減点となりました.
- ・計算方法をしっかり復習する, 復習をしっかりする, webを使って復習する:9←頑張ってください!
- ・意味のある0と意味のない0が難しかった, 加減と乗除の計算方法があまり理解できなかった, 除算の筆算の手順を教えてください:5←「不確かさを考慮した除算の筆算」は難しいですね...筆算による説明はあくまで模式的なものなので, 正確には計算式の形に依存する「誤差伝播の法則」を適用する必要があります.
- ・加減算というものを初めて見た, 小数点の明示を初めて知った:2
- ・授業速度はちょうどよかった, 速度は程よくわかりやすい:5
- ・小テストのスタートは, 8:45までに着席していれば間に合う仕組みにしてほしい←もちろん, 解答スタートは8:45より早くすることはありません. ただ配布を8:45より早めますので, 8:45ギリギリに来る人はもう配布が終わっている状態になっているかもしれません(=自分で前まで小テストプリントを取りに来なければいけない). あとは, 配布中(解答を始める前)に不正行為をする人がいないよう厳しくチェックする必要がありますね.
- ・記入済みファイルを早めにアップロードしてもらえると嬉しい←前回6/12分は, あの日1限の授業後すぐに東京出張だったのでその日のうちに対応ができず, 翌土曜日の夕方前までにアップロードしました(当然休日出勤です). そういった特別な状況でない限りは, 基本的にその日のうちにアップロードします.

●質問

- ・1010を 1.010×10^3 とするか 1.01×10^3 とするかの区別がつかない, 例題(1)の12500Nがどうして意味のない0だと判断するのがわからない, 最小目盛が10Nで1Nまで読んだという見方もできるのでは? $7400 \mu\text{m}$ の場合も"00"まで測定した意味のある数字であることもあるのではないかと? ←授業後の質問でもありましたが, 確かに「最小目盛が10Nで1Nまで読んだという見方」もできますし, 1010も10の位まで目盛があって1の位は目分量で読んでいる可能性もあるわけです. 問題は, どの桁までが測定値か, どれが意味のない0かが不明確である(=こちらは数字だけからしか判断できない)ことです. 不明確なので最終判断は自分自身でするしかない場合, こちらとしては仮に「12500Nは1の位まで読んでいるはず,

だから5桁の測定値だ」と判断して、でも後程3桁もしくは4桁までの測定値だったという事実が分かったとすると、自分の判断が測定値の精度の観点から過大評価だったことになり、結果としては現状維持(5桁のまま)もしくは精度的にネガティブ(3桁もしくは4桁)になります。一方、「12500Nは1の位まで読んでいる可能性もあるが確証がない、だから有効数字として間違いのない3桁の測定値としよう」と判断しておけば、それより測定値の精度は下がることは決してなく、現状維持(3桁)もしくは精度的にポジティブ(4桁もしくは5桁)しかないわけです。技術者としては、ネガティブな結果になることは基本避けなければいけませんので、確実に判断できる桁のみを有効数字として捉える習慣をつけましょう、ということです。

- ・応力が物体のどこに作用して向きはどうなるのか？ ←もちろん、力のかかり方や材料内のどの面を対象として扱うかによって応力は全然変わってきます。その辺は次回以降に説明していきます。
- ・小テストの解説はするの？ ←次ページのように解答例は付けますが、授業中の例題の説明のように事細かくの説明はつけません(まあ普通に解答例を見てもらえばわかると思います)。
- ・今日の小テスト(3)のように 1.34 kgf/mm^2 だけ与えられている場合は、重力加速度の値を 9.81 (3桁)もしくはそれ以上の桁数で与えるべき、ということか？ ←まさしくその通りです。

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記号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.

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]