

## 基礎科学実験B



月曜 3 + 4 限、7・8 クラス向け

ガイダンス

安全教育：ビデオ上映

授業：レポートの書き方

休憩時間中に班分けA-Eと  
各学生番号を掲示してます

配布資料

ローテーション表（全員）

「発表会」要領（全員）

旧テキストの補充ページ（必要な方だけ）

5 限授業受講の申請（必要な方だけ）

安全教育署名（回覧して各自ご記入）

## 基礎科学実験B



月曜 3 + 4 限、7・8 クラス向け

班分けとこの実験室内における「○クラス□番」

休憩時間中に班分けを壁に掲示

[01-12+α]=A; [13-25+α]=B; [26-38]=C; [39-51]=D; [52-62+α]=E

A26名 B28名 C26名 D26名 E28名

「実験者番号○クラス□番」は、10分間テスト、  
レポートなど全てに記入する

10分間テストは左上に記入  
レポートには記入用スペースあり

<http://kyoumu.office.uec.ac.jp/campusweb/>  
キャンパスウェブにログイン

|                                                                                                                                               |                                                                                         |          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|
| シラバス参照                                                                                                                                        |                                                                                         |          |         |
| 講義概要                                                                                                                                          |                                                                                         |          |         |
| 2015/04/07 現在                                                                                                                                 |                                                                                         |          |         |
| 科目基礎情報                                                                                                                                        |                                                                                         |          |         |
| 授業科目名                                                                                                                                         | 基礎科学実験B                                                                                 |          |         |
| 英文授業科目名                                                                                                                                       | Chemistry Laboratory                                                                    |          |         |
| 開講年度                                                                                                                                          | 2015年度                                                                                  | 開講年次     | 1/2/3/4 |
| 開講学期                                                                                                                                          | 前学期                                                                                     | 開講コース・課程 | 情報理工学部  |
| 授業の方法                                                                                                                                         | 実験                                                                                      | 単位数      | 2       |
| 科目区分                                                                                                                                          | 実践教育科目                                                                                  |          |         |
| 開講学科・専攻                                                                                                                                       | 情報理工学部                                                                                  |          |         |
| 担当教員名                                                                                                                                         | 石田 尚行                                                                                   |          |         |
| 居室                                                                                                                                            | 東6-821                                                                                  |          |         |
| 公開E-Mail                                                                                                                                      | kagaku@e-one.uec.ac.jp                                                                  |          |         |
| 授業関連Webページ                                                                                                                                    | <a href="http://www.e-one.uec.ac.jp/~expchem/">http://www.e-one.uec.ac.jp/~expchem/</a> |          |         |
| 更新日                                                                                                                                           | 2015/03/02 21:05:59                                                                     | 更新状況     | 公開中     |
| 講義情報                                                                                                                                          |                                                                                         |          |         |
| 基礎科学実験Bの目的                                                                                                                                    |                                                                                         |          |         |
| (1) 実験に対する姿勢を身につける。                                                                                                                           |                                                                                         |          |         |
| (2) 実験を通じて化学を学ぶ。                                                                                                                              |                                                                                         |          |         |
| (3) 基本的実験操作を体得すること                                                                                                                            |                                                                                         |          |         |
| 高校までの理科科目の学習では実地に「もの（物質）」に触れ、理論や法則を目のあたりに確認する機会が多くありません。したがって紙の上での理解に陥り易く、また理解そのものも表面的になりがちです。電通大では実験および基礎的物質観重視の立場から、全学科に対して基礎科学実験Bを開講しています。 |                                                                                         |          |         |

## 基礎科学実験Bのホームページ



なんのために実験するのか

受講のモチベーションを  
再確認しよう

意味・意義を理解して取り組まないと  
苦勞が報われない

「はじめに」を読んで下さい

学力をはかる物差しとは少し違う  
努力する姿勢、真面目さ、仕事の丁寧さ  
など

→ 就職のときに人事の方が気にするらしい

## 1 2 個のテーマを課す

- 出席して実験課題を遂行する  
(ノート検印で実験終了)  
『スタンプラリー』  
用紙は来週配布予定

| 実験終了印一覧表<br>(実験レポートの裏面に貼る用紙です) |          |          |      |    |
|--------------------------------|----------|----------|------|----|
| コース                            | 学年       | 学科       | 実験番号 | 氏名 |
| 1. 分子軌                         | 2. 電 池   | 3. コロイド  |      |    |
| 4. 比 色                         | 5. カフェイン | 12. MO   |      |    |
| 6. pH                          | 7. 反応速度  | 8. 定性分析  |      |    |
| 9. アスピリン                       | 10. 赤 外  | 11. 計算化学 |      |    |

一人でやる実験と二人でやる実験とがある。奇数人数のとき、一人でやるべきか三人でやるべきかを、教員が指示する。

## H27前期 ローテーション表(月曜)

履修する順番はテキスト順ではない。

| 回数    | 実験日   | 実験科目(略称)      |       |       |       |       |
|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|
|       |       | A班            | B班    | C班    | D班    | E班    |
| ガイダンス | 4月13日 | 実験説明と安全講習(石田) |       |       |       | 旧C301 |
| 第1回   | 4月20日 | 分子量           | 電池    | コロイド  | 比色    | 計算化学  |
| 第2回   | 4月27日 | 電池            | コロイド  | 比色    | 計算化学  | カフェイン |
| 第3回   | 5月11日 | コロイド          | 比色    | 計算化学  | カフェイン | 分子量   |
| 第4回   | 5月18日 | 比色            | 計算化学  | カフェイン | 分子量   | 電池    |
| 第5回   | 5月25日 | 計算化学          | カフェイン | 分子量   | 電池    | コロイド  |
| 第6回   | 6月1日  | カフェイン         | 分子量   | 電池    | コロイド  | 比色    |
| 講義    | 6月8日  | 科学実験と文章技術(曾越) |       |       |       | 旧C301 |
| 第7回   | 6月15日 | pH            | 反応速度  | 定性分析  | MO    | アスピリン |
| 第8回   | 6月22日 | 反応速度          | 定性分析  | MO    | アスピリン | 赤外    |
| 第9回   | 6月29日 | 定性分析          | MO    | アスピリン | 赤外    | pH    |
| 第10回  | 7月6日  | MO            | アスピリン | 赤外    | pH    | 反応速度  |
| 第11回  | 7月13日 | アスピリン         | 赤外    | pH    | 反応速度  | 定性分析  |
| 第12回  | 7月27日 | 赤外            | pH    | 反応速度  | 定性分析  | MO    |
|       | 8月3日  | 再実験と再レポート返却   |       |       |       |       |

## 発表会について

先生の指示により

実験 レポート→人選(5人)

プレゼン作成・練習  
特訓・リハーサル  
発表会

## 実験科目と担当教員

実験科目と担当教員

| 実験科目                  | (略称)    | 実験室 | 担当教員  |
|-----------------------|---------|-----|-------|
| 1 中和滴定                | (pH)    | 4階  | 本波、若月 |
| 2 エステルの加水分解反応速度       | (反応速度)  | 4階  | 高橋    |
| 3 定性分析                | (定性分析)  | 4階  | 曾越    |
| 4 紫外可視吸収スペクトルと分子軌道    | (MO)    | 3階  | 大橋    |
| 5 アスピリンの合成            | (アスピリン) | 4階  | 田中    |
| 6 赤外吸収スペクトル           | (赤外)    | 3階  | 石田    |
| 7 デュマ法による分子量測定        | (分子量)   | 4階  | 本波、若月 |
| 8 ダニエル電池の起電力測定        | (電池)    | 4階  | 曾越    |
| 9 コロイド                | (コロイド)  | 4階  | 高橋    |
| 10 吸光度法による鉄の定量        | (比色)    | 4階  | 大橋    |
| 11 計算化学による温室効果ガスの評価   | (計算化学)  | 3階  | 田中    |
| 12 カフェインの抽出と紫外吸収スペクトル | (カフェイン) | 3階  | 石田    |

3階と4階がありますので注意

器具試薬  
事務(成績)

若月  
山田

## 毎週のライフスタイル:

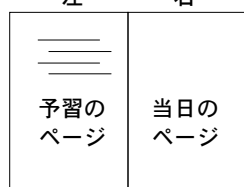
- 1) 予習する
- 2) 前の週のレポートを出す。授業開始時が締め切り  
レポート未提出は評価が付かない(0点)  
遅れた提出は減点(-2)  
得点は、10、9、7、6、0点  
12テーマで100点満点換算  
  
提出の確認は事務方まで。
- 3) レポートの書き直しを命じられたら  
次回授業開始時まで再提出せよ  
(書き直しは教育的配慮; 即減点ではない)

## 毎週のライフスタイル:

- 4) 授業開始と同時に10分間テスト(予習チェック)  
遅刻は減点(-2)
  - 5) 教員が実験に関する注意・説明を行う  
これを聞かなければ実験はできない  
遅刻は受講不可
  - 6) 実験終了が著しく遅い場合、減点(-1)
  - 7) 実験終了検印と翌週レポートのセットで課題クリア
- \*) 原則として欠席振替や再実験は行わない  
ただし、先生の指示による場合と正当な理由には  
配慮する  
→「再実験申込書」

## 実験ノート

その場で書く  
あとで写すのはいけません

| 左                                                                                 | 右          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  |            |
| 予習の<br>ページ                                                                        | 当日の<br>ページ |

×ルーズリーフ

企業／研究所では  
上司による日付＆署名

ゆったり使う  
訂正は~~一取り消し線~~ で。×消しゴム

## レポートのルール

ワープロ禁止  
ペン○、鉛筆△  
ホチキスは左上留め

同じレポートがでてきたら、  
どっちも0点

## 環境への配慮

廃液処理（教員の指示に従うこと）

金属イオン類

有機廃液

酸・アルカリ

→ 産廃業者へ渡す責任

分別ゴミ

産業ゴミは別系統

ガラス類は表示のあるバケツへ

弁当やペットボトルは実験室では捨てない

## 実験室は共同利用です

器具の不具合や不足は補充する  
（まちがえないように）

実験の最後にチェックリストを渡す  
先生もいる

整理整頓／清掃

各自の机周辺は当然のことながら  
全体の清掃も

## 安全教育

1) ビデオ上映

2) 必ず保険加入 (p. 13)

3) 防護めがね (p. 12)

4) 受講確認の署名

## 化学実験は事故が多い

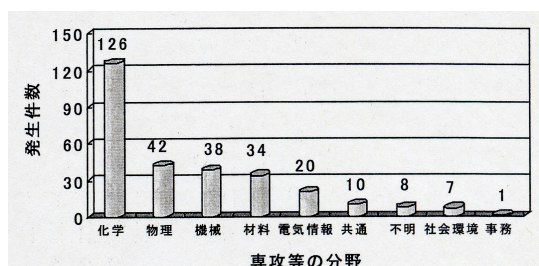


図2 名古屋大学工学研究科での分野別事故発生数。

化学系学生数は約19%なのに事故件数は44%以上

## どんな事故が多いか

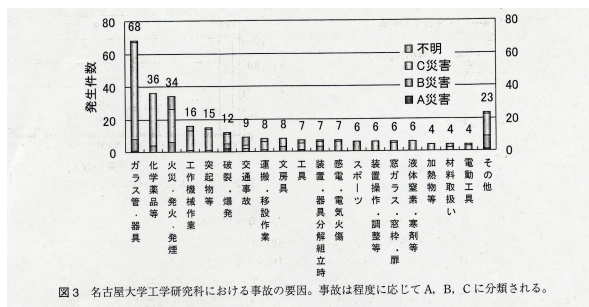


図3 名古屋大学工学研究科における事故の要因。事故は程度に応じてA, B, Cに分類される。

「ガラス器具、試薬類の正しい取り扱い」が求められる

くれぐれも目に注意  
特にアルカリ

### 防護メガネ

ゴーグル型、メガネ型  
実験室に常備、実験室で着用  
(my ゴーグル、購入可)

### 白衣

あった方が better、  
汚れても構わない私服でもよい

事故→すぐに処置→担当教員に連絡→保健センター



保護めがね



ピペッターへの装着で  
怪我をするケースが多い

5分以上水で冷やし  
保健センターへ



「安全手帳」 編集：電気通信大学 安全・衛生委員会



改訂新版H27,28

「安全手帳」 編集：電気通信大学 安全・衛生委員会

### いろいろな場面での安全の心得

- 電気
- 半導体プロセス
- エックス線
- 電子顕微鏡
- 化学系実験
- 高圧ガス・液化ガス
- 機械類
- レーザー

p. 58-64 IX. 化学系実験室および実験上の安全について

#### 1. 実験の時の一般的な注意

##### (1) 実験台とその周囲の片付け

実験台の上に不用のものがあると引火などにより思わぬ火災の原因となる。また、ひじなどで倒したりして事故のもとになる。実験をはじめる前、および終了後は机上には何も無い状態が望ましい。

化学実験では実験台の周囲を歩き回ることが多いが、かばんなどの持物や器具類、試薬類を床の上に置くことはよくない。つまずいて、持っていたものを落とすことになる。

##### (2) 服装その他について

化学実験で最も気をつけなければならないのは「目の保護」である。実験室では、自分が実験しているときはもちろん、例え自分自身が実験していないときでも、爆発や飛散の可能性があるから化学系実験室では、必ず「安全メガネ」を着用することが義務づけられている。酸やアルカリは皮膚や粘膜を犯しやすく、特にアルカリは万一眼に入ったときは失明のおそれさえあるので、流水で15分以上洗い流す必要がある。また、コンタクトレンズは、眼に薬品が入った場合を考え実験室では使用しないこと。

服装は、腐食性の薬品がはねて付着してもかまわないもの。白衣（生協で売っている）であれば申し分ない。袖口が広いもの、コートなど打合せの広がるものは手を伸ばしたときに脇にある器具などを倒すので好ましくない。また、長い髪はたばねるべきである。モーターなどに巻きこまれると大事故につながる。

他人の実験台上のものに触れない。断りなく器具などを動かすと、取り違えの原因となる。  
**実験室での「喫煙、飲食」は厳禁である。**また飲料のビンを実験に用いたり、逆に実験用の器具を食器として用いることは、思わぬ事故になることがあるので行ってはならない。

反応の完了を待っていたり、大量の蒸留を行っているときに、長時間席を離れたり、マンガを読んでいたりとすることは是非はいうまでもない。事故は予想されないうちに起きる。蒸留中に冷却水のゴム管が水圧の上昇により外れて洪水を起こして他人に迷惑をかけることはときどき見られることである。反応が定期的に見えても、一定の誘導時間の後起こる反応があったり、攪拌時の回転軸のセンターのずれ、器具固定のゆるみなどはその場で聴いていれば早く気づくこともある。その他目や鼻によって事故の前兆に気づくことは多い。

## 2. 火災について

### (1) 一般的注意

1. 実験中に火が出たら本人は消そうとせずただちに「火事だ!」と大声で叫ぶこと。
2. 火を出した本人は動転していて危険なので、その場から遠ざけること。
3. 周りの冷静な人が初期消火に携わること。火を出した本人に絶対消火作業をさせないこと。
4. 消火器 (CO<sub>2</sub>消火器、ABC消火器) で  
「消火の3原則」
  1. 燃えるものを断つ。
  2. 酸素を断つ
  3. 冷やす。

を実行する。

**研究室に配属された学生はまず「火災」のときの処置を確認すべきで、教員はその指導をしなければならない。**

まず、第一に逃げる方法の確認である。化学実験室は必ず出入口を2か所以上作らなければならない。実験室が狭くても一方の出口の前に物を置いて閉めきりにすることをしてはならない。また、2階以上では可能ならば避難器具を使うことも考えに入れる必要がある。

次に消火器、消火栓、火災報知器の位置を確認することである。消火器は最近では普通火災、油火災、電気火災のいずれにも使えるABC消火器が標準であるが、二酸化炭素を圧入したタイプの消火器も小火災には有効である。消火器の使用方法 (安全ピンの抜き方、握りの押し方、噴出が止まるかどうか) は実際に試してみないと、いざというときあわてて失敗する。消火器の有効期限は5年であるので、点検をしておくことは指導者の責任である。消火器が有効でない火災でも防火砂は有効である。常備することが望ましい。なお、消火器の使用の訓練を教室ごとに1年に1回行うことが望ましく、消防署から実施法、器具の援助が得られる。

### (2) 危険物

ここでいう危険物とは消防法で指定されている物質で火災を引き起こす可能性があるものを示す。これらの取扱場所は本来一定の条件を満たしていなければならない。また多量に取扱う場合は、有資格者の同伴が法的に義務付けられている。特にその貯蔵は「危険物貯蔵所」として指定された所 (本学では東6号館の東側に一定量以下の可燃性物質を貯蔵する「危険物屋内貯蔵所」がある。) でなければならない。いわゆる18リットル石油缶やガロン瓶のように大量の可燃物を実験室に置いておくとなるときに大きな火災となる。

「特定化学物質」等を扱う場合は特定化学物質取扱主任者や有機溶剤取扱主任者などの管理が法令で定められており、作業従事者にもよく認識しておく必要がある。

「紫外線を用いる実験」では、特に低圧水銀灯を用いるとき、光源がまぶしくないのでメガネをかけるのを怠りがちであるが、メガネなしで見続けるとあとで目に夜も眠れない程の痛みを覚えたり、ときには失明することもある。メガネはガラス製ならば紫外線をカットするので十分であるが、プラスチックの場合は紫外線を透過するものもあるので確かめる必要がある。また、メガネレンズの横から眼球に当たる紫外線も防ぐ必要がある。いわゆる白眼部分も紫外線によって猛烈な痛みを誘発するからである。紫外線で発生するオゾンに決して体によいものではないので換気に十分注意する。レーザー光線を用いる実験の場合も基本的には同様であるが、その波長に応じた材質のメガネを着用する。

## 4. 化学薬品及び廃棄物の処理

化学物質を確実に管理することは社会的な要請であり、安易に化学物質を流しに流したり可燃物・不燃物として処分することは許されない。その容器についても同様である。混合物、単一物質を問わず、廃棄する化学物質は有機物、無機物ともに基本的に環境に放出してよいものはない。

それらを処理するにはまず廃棄物を種類ごとに1つの容器に保管する。できるだけ正確な分類をしておくことが望ましく、これは処理費用を低減する上でも役立つであろう。

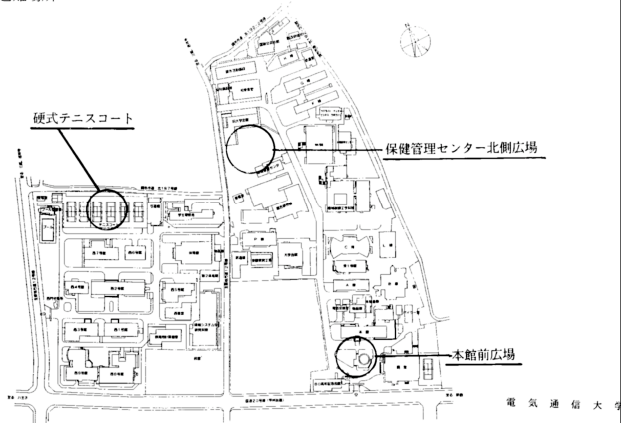
- (1) 有機溶剤の場合は処分する際の処理方法が異なるので、ハロゲン系溶剤 (ジクロロメタン (塩化メチレン)、クロロホルム、四塩化炭素、トリクロロエチレン (トリクレン)、テトラクロロエチレン (パークロ) などの塩素系溶剤、および含フッ素系) と非ハロゲン系溶剤は分ける。

## 地震時の対応

### 地震時における行動と蓄え「10のポイント」



本学の避難場所



## 授業

### 1) レポートの書き方

### 2) 有効数字

## レポートの重要性

### 報告書の意義

『すべての仕事は報告書で終わる』  
『ひとに伝えなければ、なにもしていないのと同じ』

理科系だからといって逃げていないで、  
文章の表現力（正確さ、論理性、説得力）に  
もっと注意を払おう。

理科系のレポートは、

論理性（ $A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D \dots$ ; 飛躍しない）  
客観性（思い込み、独りよがりダメ）  
適切な項目（緒言、結果、考察など）  
図式、引用

## 適切な項目

題目、提出者、実験日、共同実験者、  
目的、理論的背景、原理、  
実験（試薬、道具、合成、同定、測定、）  
結果  
考察（自問自答、問題提起、）

オリジナリティに満ちたレポートでよい。  
しかし最低限の様式は守る。

**技術者・研究者は、報告する能力が重要**  
きちんと修練していただく。

## 過去形で書く

実験の部で、  
実際に行った操作の記述は「一事象」にすぎない。

理科系の作文では、普遍的な真理は現在形で書かれる。  
「地球は丸い」  
「水は無味無臭である」

一方、単なる実験事実は真理ではない。  
「水 1 0 0 mL を計り取った」  
「濾過した」  
「収量は 2.3 g、85% だった」

考察の部は、現在形でよい。  
「低収率の原因は、過熱と考えられる」

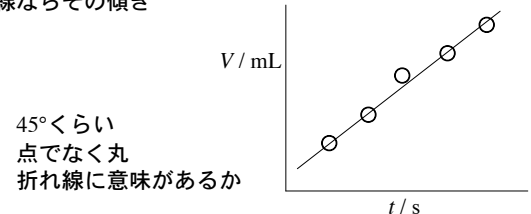
## 理解してもらう姿勢を示すこと

### まぎらわしい字

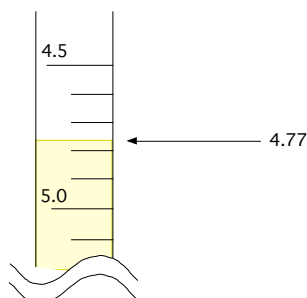
6 と b ; k と K ;  $\alpha$  と 2 ; l と 1 と 7 ; q と 9

万が一にも誤解される可能性がある文章を書いたら  
必ず誤解される。書いた人に全責任がある。

グラフのデータポイントの適切な大きさ  
直線ならその傾き



## 最小目盛りの 1 / 10 を目測する



読みとりには、個人差がある  
一つのデータセットは一人で測定する

## 有効数字

物理量を報告するのにふさわしい桁までの数値のこと。  
何桁目までが意味があるのかを、意識して計算し、報告する。

1) データの桁数程度で報告することが多い。

例 1 mm の刻みのある物差しで体積を測った。

縦 2. 1 1 cm、

横 3. 2 2 cm、

高 4. 3 2 cm、 体積は？

電卓  $V = 29.350944 \text{ cm}^3$

四捨五入

$29.4 \text{ cm}^3$

|           |               |
|-----------|---------------|
| 2 1 1     | 6 7 9 4       |
| x 3 2 2   | x 4 3 2       |
| 4 2 2     | 1 3 5 8 8     |
| 4 2 2     | 2 0 3 8 2     |
| 6 3 3     | 2 7 1 7 6     |
| 6 7 9 4 2 | 2 9 3 5 0 9 8 |

丸め誤差により精度を落とすことは避ける  
一桁余計に計算に使う。  
3 桁のデータなら計算は 4 桁

#### 有効数字

物理量を報告するのにふさわしい桁までの数値のこと。  
何桁目までが意味があるのかを、意識して計算し、報告する。

**報告できる桁の数は、  
データの桁数を越えることはない**

暗黙に、最後の桁があやしい ( $\pm 1$  程度)

→ 例えば3桁のデータは3桁で報告

2) 精度の悪いほうへ合わせる。

例 1 mmの刻みのある物差しで体積を測り、1 mgまで表示する天秤で質量を測った。  
体積は  $V = 29.35 \text{ cm}^3$ 、質量は  $50.789 \text{ g}$ 、密度は？

電卓  $d = \cancel{1.733412969} \text{ g/cm}^3$  四捨五入

$$\begin{array}{r} 173 \\ 2935 \overline{) 50789} \\ \underline{2935} \phantom{0} \\ 21439 \\ \underline{20545} \\ 8940 \\ \underline{8805} \\ 135 \end{array}$$

$1.73 \text{ g/cm}^3$

有効数字は悪い方へ做う。積、商どちらも同様  
たとえば、3桁と5桁の商 → 3桁で報告

教訓：どの測定値も、同程度の精度をもつことが望ましい

和、差、ほかの演算、関数の場合でも、どの桁から先は意味を持たないかを、  
ケースバイケースで考えるといい勉強になる。

3) 微分の概念の応用

例 体積  $50 \text{ cm}^3$ のうち、 $2 \text{ cm}^3$ 程度がばらつく、あるいは不確かだ、という場合、  
 $50 \pm 2 \text{ cm}^3$ と書く。これは誤差4%と評価される。  
質量が  $100 \pm 1 \text{ g}$ であるとき、誤差1%と評価される。

そこで、密度  $d$  を求めたら、その予想誤差は？

考え方 微分の概念を使えない人

$d$  は最大で  $101/48 = 2.10 \text{ g/cm}^3$

最小で  $98/52 = 1.88 \text{ g/cm}^3$

全体が入るようにして、 $2.0 \pm 0.1 \text{ g/cm}^3$

場当たりの計算より一般論がいい。。

3) 微分の概念の応用

例 体積  $50 \text{ cm}^3$ のうち、 $2 \text{ cm}^3$ 程度がばらつく、あるいは不確かだ、という場合、  
 $50 \pm 2 \text{ cm}^3$ と書く。これは誤差4%と評価される。  
質量が  $100 \pm 1 \text{ g}$ であるとき、誤差1%と評価される。

そこで、密度  $d$  を求めたら、その予想誤差は？

考え方 微分の概念を使える人 (あなた方)

主値だけ計算、 $100/50 = 2.0 \text{ g/cm}^3$

誤差だけ計算、 $4\% + 1\% = 5\% \rightarrow \pm 0.1 \text{ g/cm}^3$

なぜなら、積でも商でも、相対誤差は和となる。

$$(1 \pm \Delta x)(1 \pm \Delta y)^{\pm 1} = 1 \pm (|\Delta x| + |\Delta y|)$$

$$(1 \pm \Delta x)^n = 1 \pm n|\Delta x|$$

さらに細かいことを言うと、単純な和というわけでもない。  
データ数 ( $n$ ) が増えると、 $\sqrt{n}$ 程度に精度が向上する。

**『すべての仕事は報告書で終わる』  
『ひとに伝えなければ、なにもしていないのと同じ』**

理科系だから作文力がなくていい、ということは決して無い  
理科系だから話せなくていい、ということも決して無い

**書類作成の技術  
発表の技術  
議論／会話の技術**

技術者研究者である以前に、  
仕事のできる社会人としての要求項目