

基礎科学実験B

月曜3限、7・8クラス向け

班分けとこの実験室内における「**実験者番号**」

休憩時間中に**実験者番号**と班分けを壁に掲示

「**実験者番号**」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をスタンプで明示する

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

The screenshot shows a web browser displaying the course page for '基礎科学実験B' (Basic Science Experiment B). The page includes a navigation menu, a '講義概要' (Course Overview) section with a '科目一覧へ戻る' (Return to Subject List) link, and a '科目基礎情報' (Subject Basic Information) table. The table lists details such as the course name, English name, year, semester, and instructor. Below the table is a '講義情報' (Course Information) section with a list of objectives.

科目基礎情報	
授業科目名	基礎科学実験B (月3・4)
英文授業科目名	Chemistry Laboratory
開講年度	2011年度
開講学期	前学期
授業の方法	実験
科目区分	実践教育科目・初年次導入科目・必修科目
開講学科・専攻	情報理工学部
担当教員名	石田尚行, 畑中研一, 平野晋二, 大橋一隆, 高橋和也, 田中昌子
居室	東6-821 (石田)
公開E-Mail	ishi@pc.uec.ac.jp
授業関連Webページ	http://www.c-one.uec.ac.jp/~expcchem/
更新日	2011.03.01 21:35:53
更新状況	公開中

シラバスp1

契約書なので全科目全員読むべし

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際に「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。

さらに、現代化学の重要な手法であるスペクトロスコーピーを1年生の実験に導入していることや、安全と環境への配慮を教育するという特徴ももっています。なお、この実験は理系学生の基礎を養うトレーニングコースと位置付けて指導します。

・・・この実験を通じて学んで欲しいこと・・・

実験中の観察や実験データの扱い、実験ノートやレポートを書く意味など、実験授業の目的を十分理解して取り組んでください。

(1) <実験の計画・遂行能力>

体を動かして実験を行う。自分で原理、内容や結果を理解する能力を養う。実験のマナーや安全管理の考え方を身につける。

(2) <理科系の素養>

種々の現象を観察し、面白さや発見の感動を体験する(科学の目を養う)。実験は原理を理解することが大切なことを認識する。

(3) <測定値の処理と誤差の扱い>

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

11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

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。

コース	学年	学科	学番番号	氏名
1. 分子量	2. 電池	3. コロイド		
4. 比色	5. カフェイン			
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		

予定表 (月曜7 & 8クラス)

回数	実験日	実験題目 (略称)				
		A班	B班	C班	D班	E班
G	4月11日	ガイダンス(石田)				
1回目	4月18日	分子量	電池	コロイド	比色	カフェイン
2回目	4月25日	電池	コロイド	比色	カフェイン	分子量
3回目	5月2日	コロイド	比色	カフェイン	分子量	電池
4回目	5月9日	比色	カフェイン	分子量	電池	コロイド
5回目	5月16日	カフェイン	分子量	電池	コロイド	比色
	5月23日	再実験及びレポート採点				
講義	5月30日	(石田)				
6回目	6月6日	pH	反応速度	定性分析	アスピリン	計算化学
7回目	6月13日	反応速度	定性分析	アスピリン	赤外	pH
8回目	6月20日	定性分析	アスピリン	赤外	計算化学	反応速度
9回目	6月27日	アスピリン	赤外	計算化学	pH	定性分析
10回目	7月4日	赤外	計算化学	pH	反応速度	アスピリン
11回目	7月11日	計算化学	pH	反応速度	定性分析	赤外
	7月25日	再実験及びレポート採点				

発表会 について

実験
↳ レポート→人選(5人)→通知
↳ プレゼン作成・練習(個人)
特訓・リハーサル
発表会

実験題目	(略称)	実験室	担当教員
1. デュマ法による分子量測定	(分子量)	4階	(大橋)
2. ダニエル電池の起電力測定	(電池)	4階	(畑中)
3. コロイド	(コロイド)	4階	(高橋)
4. 吸光光度法による鉄の定量	(比色)	4階	(平野)
5. 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)
6. 中和滴定	(pH)	4階	(大橋)
7. エステルの加水分解反応速度	(反応速度)	4階	(畑中)
8. 定性分析	(定性分析)	4階	(佐野)
9. アスピリンの合成	(アスピリン)	4階	(平野)
10. 紫外吸収スペクトル	(赤外)	3階	(石田)
11. 計算化学実習	(計算化学)	3階	(田中)

プレゼン 曾越

器具試薬 若月
事務(成績) 山田

D棟 (旧L棟なのでテキストにはL棟)
3階と4階の科目がありますので注意

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
11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に再提出せよ
(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 ページ	当日の ページ

ゆったり使う
訂正は、~~取り消し線~~ で。消しゴムはダメ

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

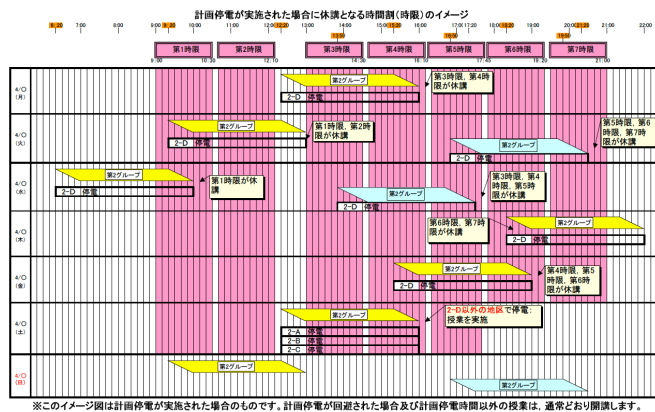
器具の不具合や不足は補充する
（まちがえないように）

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

計画停電の措置



計画停電の措置

・電通大の所属する第グループの停電実施が決定した場合、その実施時間に**一部でも重なる**講義は休講となります。

・上記「決定した場合」とあるように、停電が実際に実施される場合のみ休講となります。これまでのところ午前中の停電は前日に、午後の停電は当日の昼には実施する／しないの情報が、**東京電力**や**調布市**のホームページにのりますので、それをご覧ください。

・この措置は5月の連休前までとし、その後見直しを行う予定である。
・いつもより長い補講期間を9月を中心にする予定である。

抜けた回をそのまま補講日に回すことにする。次回は予定表に準拠して実施する。

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

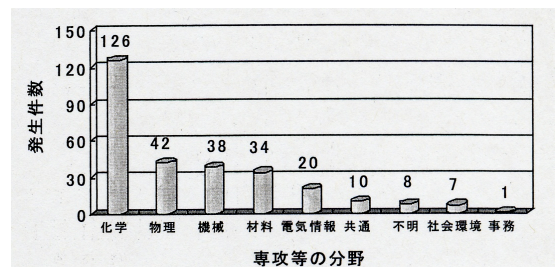
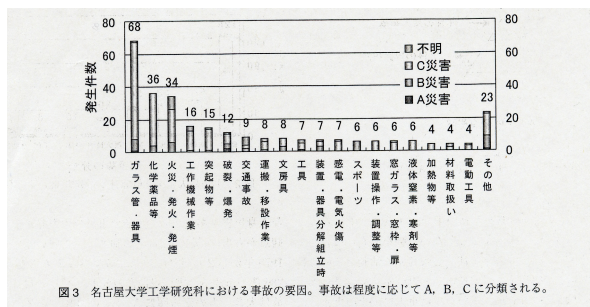


図2 名古屋大学工学研究科での分野別事故発生数。

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



「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



5分以上水で冷やし
保健センターへ

ピペッターへの装着で
怪我をするケースが多い



「安全手帳」 編集：電気通信大学 安全・衛生委員会



改訂新版H23,24

「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
- 高压ガス・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。つまり、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、目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。

履物は薬品をこぼしたときのことを考えれば、足の甲の覆われているのがよい。サンダル履きは好ましくない。万一転倒したときに重大事故になりやすいので、ハイヒール等実用性を犠牲にしたものは避ける。スニーカーのようなものを別に実験室用として準備する。

(3) 実験をする時間について

化学実験では実験上の理由で夜間遅くまで実験しなければならないことがしばしばある（それ以外の理由、例えば、登校する時間が遅かったからなどという理由は問題外である）。そのようなときは「指導教員の許可」を得る。研究室の最終責任者は指導教員であり、万一の事故の責任を負う立場であるからである。

実験は1人で行わない。火災の際1人で対処できない。実験の操作そのものは慣れたものであっても、貧血で倒れるとか、容器を洗滌中にガラスで手を切るなど思いがけないことが起きたときに冷静に処置できる人間が他に必要である。

その他に体調が悪いとき、実験の後予定があつて何時までに終わらねばならないというときは実験の失敗や事故を起し易い。前者の場合は実験はやめる、後者は実験を始めるまでの段取りに検討が必要である。

(4) 実験中の態度について

必ず内容を理解した上で実験操作を行うこと。これは意義のある実験結果を得るためのみならず、不用意なミスによる事故を防ぐためでもある。一つ一つの操作の意味を理解していれば加える薬品の順序を間違えるということもない。周到な計画と準備の上、実験には注意力を集中してあたるべきである。またある程度実験に慣れてくると、しばしば横着になり操作も粗雑になりがちであるが、それらも事故を誘発するので気をつけなければならない。

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。反応が定常的に見えても、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耳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化作業をさせないこと。
4. 消火器（CO₂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ぬ。

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18ℓ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万一のときに大きな火災となる。

帰宅するときは溶媒などの瓶を机の上に置き放しにしないで机の下の引戸の中か薬品庫にしまうことを薦める。これは地震の際に火災が起きるのを極力減らすため、最近では高価ではあるが防震防爆の試薬棚も市販されており、床に固定してこれを使えば理想的である。よく冷蔵庫の中に溶媒に溶かした試料を保存しているが、低温でも溶媒の蒸気圧はゼロではないから、もしそれが爆発限界の中にあり、庫内が引火点以上であればサーモスタットの火花で爆発する可能性がある。実際エーテルが爆発した例は多い。最近では防爆型の冷蔵庫が販売されている。

(3) 実験中の注意

有機化合物、特に有機溶剤は多かれ少なかれ可燃性であることを常に念頭におかなければならない。これらを加熱する際に直火を使うのは論外であるが、湯浴（油浴）を使うときでもガスバーナーなどの裸火の使用は避け、電気を熱源としたヒーターを用いるのがよい。

溶媒蒸気の比重はたいがい空気より大きいので、換気の良いところで取扱わないと低いところに滞留して爆発の原因となる。化学実験室にはドラフトチャンバー（略称ドラフト）と呼ばれる排気ダクトをつけた装置の設置が義務づけられ、以上のことと後に記す健康のことを考えると、有機溶剤を扱う実験は極力ドラフトの中で行うのが望ましい。（ドラフトは場所もとり高価でなかなか設置しにくいものであるが、近頃は小型で卓上型も市販されている。）

もし火災が発生して火傷を負ったときは応急処置として水（又は氷水）で十分長い時間（15～30分）冷やす。火災のため衣服に火がついたときは、脱ぎ捨てるか、身をかかめ床に転がって消す。走りまわるのはかえって火をおおるようなものである。実験室内の一角あるいは廊下にシャワーの設備を設けるのは現代の化学実験室では常識とされている。

3. 有害物質

有害でない化学物質はありえない。食塩やグルコースでも摂取量によっては有害である。化学物質の毒性・有害性は基本的にはその量に依存する。過去に毒性が報告されていなくても、その後、毒性が指摘されたものは数多くある。

一般に有害物質は毒物及び劇物取締法や労働安全衛生法などにより規制される物質で、何がそれに該当するかは適当な解説書（例えば「毒物及び劇物取締法解説」改訂版、毒劇物安全性研究会編、薬務公報社(2002)など）を参照されたい。同法によればいわゆる猛毒物質でなくても規制下にあり、学術研究のために教員、学生に使用が認められている化学物質に注意が必要である。特に毒・劇物はカギのかかる、戸がガラス製でない、「医薬用外毒物」または「医薬用外劇物」と表示された専用の保管箱に保管し、その購入量、使用量、残量を記した使用簿を作らなければならない。なお、この保管状況は年一回保健所等の査察がある。

よく用いられる試薬の中で毒物または劇物であるものを挙げると、シアン化物、水銀とその塩、カドミウム塩、無水クロム酸、ヒ素、塩化水素、過酸化水素、クロロホルム、四塩化炭素、ナトリウム、カリウム、ニトロベンゼン、アニリン、二酸化炭素、硝酸、硫酸、フェノール、メタノール、ヨウ素、臭素、フェニレンジアミン、ホルムアルデヒドなどありふれた試薬が該当しているので注意しなければならない。また、特定化学物質に指定されているベンゼンのように白血球数に異常を生じさせるものもあり、薬品は基本的には有害であるとして扱った方がよい。

急性中毒事故が起こったときの救急処置については中毒11番（財団法人日本中毒情報センター）電話0990-52-9899（ダイヤルQ2（有料）、9-21時）、URL <http://www.j-poison-ic.or.jp/homepage.nst>がある。

「有機溶剤」のように蒸発しやすい物質は机上に放置しておくで実験室の空気を汚染することになる。その対策としては、(1)容器に栓をする。(2)栓のできないときは口の狭い容器、例えば三角フラスコをピーカーのかわりに使う、が挙げられるが、基本的には、(3)操作はドラフトの中で行う。

(4)実験室の換気に努めるべきである。これらの蒸気は呼吸による以外に、皮膚からも体内に取り込まれる。実験室内で臭いがするということがそれが不快な臭いでなくても分子が揮発していることを意味しているのであるから、「室内の換気」には十分注意しなければならない。有機溶媒を皮膚に直接接触するのがよくないことは言うまでもない。金属表面から油性物質を除くによく塩素系の溶剤、例えばトリクロレン（トリクロロエチレン）、クロロホルム、パークロ（テトラクロロエチレン）のようなものをよく用いるが、これらは近年発ガン性の疑いが持たれている。よく使う試薬は安全であるかのように思いがちであるが十分な注意が必要である。

ホールビペットやメスピペットで試薬を吸うようなことがあってはならない。直接液が口に入らなくても間違いなく蒸気は吸引しているからである。当然安全ビペットを使うべきである。

冷暗所に保存すべき薬品類をよく食品用の冷蔵庫に保管しているのを見かけるが、非常識というより他ない。

ある種の化合物は一部の人にはアレルギーの原因ともなる。またある種のハロゲン化合物は催涙性である。防護メガネの使用は1.の(2)で述べたが、防護手袋も種々の目的のものが市販されているので積極的に活用したい。その他の保護具として防毒マスク、防塵マスクなども状況に応じて備えておきたい。

「特定化学物質」等を取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ことと夜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では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。

- (2) 無機系水溶液で重金属イオン（鉄は除く。）を含む溶液はできれば金属別に分別回収し、それ以外の溶液とに分類する。固体は品目ごとに分けておく。

次に資格のある産業廃棄物処理業者に処理を委託する。その際財務課契約係から産業廃棄物マニフェストと呼ばれる書類をもらって廃棄物とともに処理業者に渡す。処理業者は中間処理業者、最終処理業者名を記入して返知してくるので5年間それを保管しておく。なお現在産業廃棄物が正當に処理されなかったときはその発生者つまり本学に責任がおよぶことになっている。

平成13年、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（通称P R T R (Pollutant Release and Transfer Register) 法）が施行され、ベンゼンなど354物質群を年1,000kg以上使用する事業所（大学はキャンパスが一つの単位）ではその移動、排出量の報告が義務づけられ、また東京都ではそれ以外のアセトンなど34品目について独自の条例で年100kg以上使用するときは同様の報告を義務づけている。したがって、使用中の蒸発など意図せぬ廃棄を含めて、環境への排出を可能なだけ抑制するよう注意が必要である。

なお本学では最近薬品を洗わないままガラス瓶を廃棄してある例が発見された。このようなことは非常識というより、本学の教育・研究機関としての存在上到底許されないことである。なおP R T R法が適用される事業所では容器も管理対象となる。

5. その他の安全について

化学実験では「ガラス器具」を使うことが多いが、よく起きる事故はガラス管をゴム栓に差し込むとき、力を入れすぎてガラス管を折り、その切口を手のひらに突き差すことである。そのようにするときはガラス管をまわすようにして、もしぬらしてもよければ水でゴム栓をぬらして行うとよい。

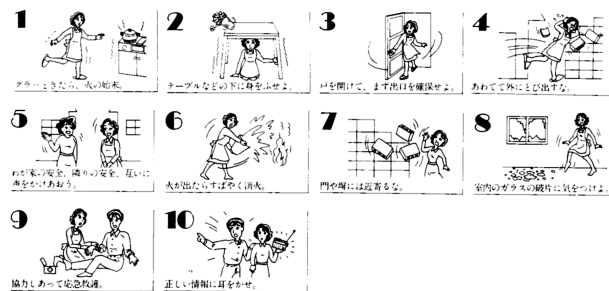
「ガラス細工」をした後に毛細管がよくできるが、これを机の上に放置すると思わぬけになることがある。小さいものほど注意して拾い集め、場合によっては溶融でまらめておくこと。ガラスを切った切口は当然鋭いから、必ずバーナーで溶融してまらめておく（fire-polish）こと。ガラスの破片による切傷は意外に深く、出血も多くなりがちである。指定場所に必ず捨てる。

実験室の入口または電話器の脇などに、その部屋の実験者の連絡先、緊急時に連絡すべき部署や医師の連絡先、執務時間の表を用意しておくことはよいことである。

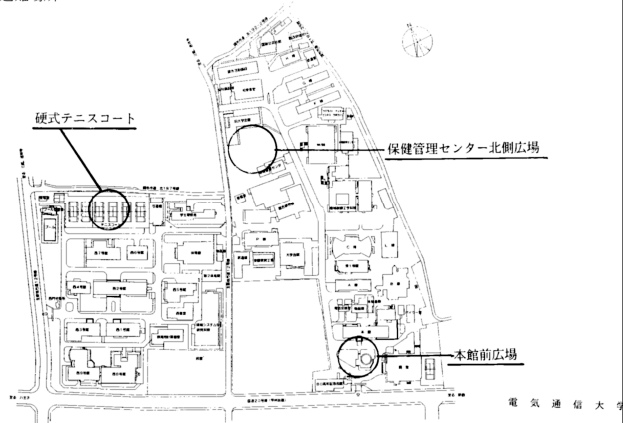
実験の後始末では薬品類を安易に流しに捨てることは厳に慎まねばならない。

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、独りよがりはダメ）
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、）

残念ながら、本学生実験では、
こちらで用意したレポート用紙に記入することが
多い

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 100 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」

理解してもらうとする姿勢を示すこと

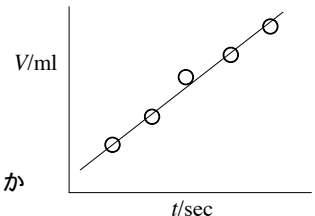
まぎらわしい字

6 と b ; k と K ; α と 2 ; l と 1 と 7 ; q と 9

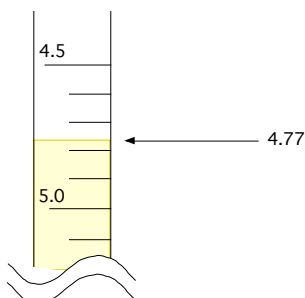
万が一にも誤解される可能性がある文章を書いたら
必ず誤解される。書いた人に全責任がある。

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

45°くらい
点でなく丸
折れ線に意味があるか



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 2.11 cm、

横 3.22 cm、

高 4.32 cm、 体積は？

電卓 $V = 29.350944 \text{ cm}^3$

$$\begin{array}{r} 211 \\ \times 322 \\ \hline 422 \\ 422 \\ 633 \\ \hline 67942 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6794 \\ \times 432 \\ \hline 13588 \\ 20382 \\ 27176 \\ \hline 2935008 \end{array}$$

29.3 cm³

（四捨五入の都合により精度を
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 (± 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、1mg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 g 、密度は？

$$\text{電卓 } d = \cancel{1.783412969} \text{ g/cm}^3$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ 2935 \overline{) 50789} \\ \underline{2935} \\ 21439 \\ \underline{20545} \\ 8940 \\ \underline{8805} \\ 135 \end{array} \quad 1.73 \text{ g/cm}^3$$

有効数字は悪い方へ倣う。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) 微分概念の応用

例 体積 50 cm^3 のうち、 2 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 は？

微分概念を使えない人

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

$$\text{最小で } 98/52 = 1.88 \text{ g/cm}^3$$

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

微分概念を使える人 (あなた方)

$$\text{主値だけ計算、} 100/50 = 2.0 \text{ g/cm}^3$$

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

なぜなら、積でも商でも、相対誤差は和となる。

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

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

レポートのお願い

ワープロ原則禁止
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