

基礎科学実験B



月曜3+4限、11・12クラス向け

- 1 ガイダンス
- 2 班分け
- 3 安全教育:ビデオ上映
- 4 授業:レポートの書き方
その他

配布資料

ローテーション表, 実験室配置図
ファイル名の約束

安全教育署名(全員各自ご記入)

基礎科学実験B 2021年度

月曜(クラス11・12)A班		
学籍番号	クラス	出席番号
2110011	11	1
2110023	11	2
2110035	11	3
2110047	11	4
2110059	11	5
2110071	11	6
2110083	11	7
2110095	11	8
2110107	11	9
2110119	11	10
2110131	11	11
2110143	11	12
2110155	11	13
2110167	11	14
2110179	11	15
2110191	11	16
2110203	11	17
2110215	11	18
2110227	11	19
2110239	11	20
2110251	11	21
2110263	11	22
2110275	11	23
2110287	11	24

月曜(クラス11・12) B班		
学籍番号	クラス	出席番号
2110299	11	25
2110311	11	26
2110323	11	27
2110335	11	28
2110347	11	29
2110359	11	30
2110371	11	31
2110383	11	32
2110395	11	33
2110407	11	34
2110419	11	35
2110431	11	36
2110443	11	37
2110455	11	38
2110467	11	39
2110479	11	40
2110491	11	41
2110503	11	42
2110515	11	43
2110527	11	44
2110539	11	45
2110551	11	46
2110563	11	47
2110575	11	48

月曜(クラス11・12) C班		
学籍番号	クラス	出席番号
2110587	11	49
2110599	11	50
2110611	11	51
2110623	11	52
2110635	11	53
2110647	11	54
2110659	11	55
2110671	11	56
2110683	11	57
2110695	11	58
2110012	12	1
2110024	12	2
2110036	12	3
2110048	12	4
2110060	12	5
2110072	12	6
2110084	12	7
2110096	12	8
2110108	12	9
2110120	12	10
2110132	12	11
2110144	12	12
2110156	12	13
2110168	12	14

月曜(クラス11・12) D班		
学籍番号	クラス	出席番号
2110180	12	15
2110192	12	16
2110204	12	17
2110216	12	18
2110228	12	19
2110240	12	20
2110252	12	21
2110264	12	22
2110276	12	23
2110288	12	24
2110300	12	25
2110312	12	26
2110324	12	27
2110336	12	28
2110348	12	29
2110360	12	30
2110372	12	31
2110384	12	32
2110396	12	33
2110408	12	34
2110420	12	35
2110432	12	36
2110444	12	37
2110456	12	38

月曜(クラス11・12) E班		
学籍番号	クラス	出席番号
2110468	12	39
2110480	12	40
2110492	12	41
2110504	12	42
2110516	12	43
2110528	12	44
2110540	12	45
2110552	12	46
2110564	12	47
2110576	12	48
2110588	12	49
2110600	12	50
2110612	12	51
2110624	12	52
2110636	12	53
2110648	12	54
2110660	12	55
2110672	12	56
2110684	12	57
2110696	12	58

基礎科学実験B



月曜3+4限、11・12クラス向け

班分けとこの実験室内における「○クラス□□番」

A班:	[クラス 11- 01~24 番]	24名
B班:	[クラス 11- 25~48 番]	24名
C班:	[クラス 11- 49~58 番 +12- 01~14 番]	24名
D班:	[クラス 12- 15~38 番]	24名
E班:	[クラス 12- 39~58 番]	20名

名簿に漏れた方、お申し出下さい **6月10日確定版**

基礎科学実験B



月曜3+4限、11・12クラス向け

班分けとこの実験室内における「○クラス□□番」

「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分間テストでは左上に記入
レポートには記入用スペースあり

コロナ禍対応のこと

エレベーター,階段

- ・会話極力しない,私語禁止
- ・2m以上間隔をあける(時間に余裕を持って来る)

実験室入室

- ・当日朝検温(推奨)

発熱・喉の痛み・頭痛・嗅覚異常などがある場合は欠席し,遠隔受講

- ・実験室内に手指消毒液が複数設置されているので,実験前に必ず手指を消毒する

使用方法注意:アルコール系消毒液は着火するおそれ

- ・不要な会話は控える(原則禁止)
- ・マスク常時着用(非着用者は入室できない。忘れた者は申し出る)
- ・換気を十分に行う
- ・実験台には(実験台)座席番号が表示されている
- ・有事の追跡・通知のため,レポート表紙に(実験台)座席番号をレポート表紙に記入

- ・向かい合わせで会話せず(厚生労働省推奨),対角位置に着席

教員控室

- ・換気を十分に行う・学生は入室禁止・成績開示には応じない

コロナ禍対応のこと

10分間テスト

- ・出題するが、紙を配布しない
- ・各自ノートやレポート用紙に解答しておき、レポートと共に提出
- ・体調がすぐれない学生は、欠席または帰宅し遠隔授業を受講(すべての課題にある)
- ・遅刻時の受講可否は課題担当教員が判断

実験説明

- ・学生は間隔をあけて立つ(着席してもよいが他人の席に座らない)
- ・pptの録音再生(zoom)を使うことがある

実験指導

- ・防護眼鏡(初回全員に無償配布),マスクをする
- ・会話がが必要な場合,距離を保ち,マスクや防護眼鏡等をして距離をとって小声で会話する

片づけチェックリスト

- ・ラミネート加工されたものが実験台に設置されている

コロナ禍対応のこと

レポート表紙

- ・実験終了時に交付(対面受講した証明になる)
- ・学生には「(実験台)座席番号」をレポート表紙に記入してもらう
- ・レポートファイルの巻頭に画像として挿入してもらう(できるだけ1つのファイルに)

レポート

- ・ファイルはできるだけ1つにする(PDFはつなぎ,表紙画像等は読み込んで貼り付け)
- ・レポート提出期限:翌週同曜日の前日23時59分まで(月曜実験なら日曜23時59分)
- ・対面遠隔ともにGoogle Classroomの該当回にアップロードして提出
- ・提出ボタンを押し忘れないように
- ・古いファイルは必ず消去する(古いファイルで採点されてしまう)
- ・レポートが受理されていることをGoogle Classroomでよく確認する
- ・指示内容や操作方法を自分でよく確認し,安易にメッセージを送信しないようにする

再レポートの場合教員ではなくClassroomから返却通知が配信されるので見落さないこと

レポート(つづき)

・手書きでなくてもよい(パソコンでも手書き(画像)でもよい)

ただし,レポートは試験答案に準ずるものであり,他人の文章のコピーペーストなどは不正行為として懲戒の対象とする。

レポートファイル名

レポート提出時のファイル名の形式を厳守してください

数が膨大なのでご協力願います

課題略称
いずれか

班
半角

クラス
半角

出席
番号
半角

学籍
番号
半角

氏名
空白不要

連番
半角

再提出
時

拡張子
半角

必要なとき

計算化学
電池
pH
アスピリン
カフェイン
赤外

A
B
C
D
E

3
4
7
8
9
10

1~3
桁

7桁

氏名

1
2
3

再

.pdf
.docx
.jpg
.bmp
.zip

半角アンダーバー _ でつなぐ

例 pH_B_2_13_2010101_電通太郎_再.docx

ファイルは1つにつなげてPDFにして下さい (対面実験のレポート表紙画像も)

やむをえず複数の場合 (できる限り避けて下さい)、連番をつけてフォルダに入れてzipに圧縮 (名前は上記形式)

https://campusweb.office.uec.ac.jp/campusweb/
キャンパスウェブ、キャンパススクエアにログイン

講義概要/Course Information			
科目基礎情報/General Information			
授業科目名 /Course title (Japanese)	基礎科学実験B		
英文授業科目名 /Course title (English)	Chemistry Laboratory		
科目番号 /Code	CHM101z		
開講年度 /Academic year	2021年度	開講年次 /Year offered	1/2/3/4
開講学期 /Semester(s) offered	前学期	開講コース・課程 /Faculty offering the course	情報理工学域
授業の方法 /Teaching method	実験	単位数 /Credits	2
科目区分 /Category	実践教育科目		
開講学科・専攻 /Cluster/Department	情報理工学域		
担当教員名 /Lecturer(s)	石田 尚行		
居室 /Office	東6-816		
公開E-Mail /e-mail	kagaku@e-one.uec.ac.jp		
授業関連Webページ	http://www.e-one.uec.ac.jp/~expchem/		

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。

さらに、現代化学の重要な手法であるスペクトロスコピーを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>

基礎科学実験Bのホームページ

国立大学法人
電気通信大学
Unique & Exciting Campus

基礎科学実験B (前期) 基礎科学実験B (後期) 基礎化学実験 (学域K)(土曜クラス)

更新履歴

2019.02.21 入れ替え

基礎科学実験B(前期)

・ [ガイダンスの連絡\(PDF\)](#)

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

実験題目と担当教員

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

3階と4階がありますので注意

器具試薬
事務(成績)

大橋
池田
田中
石田
畑中
吉永
若月
山田

2021年度前学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。

	曜日責任者	クラス	計算化学	電池	pH	アスピリン	カフェイン	赤外
担当教員	石田	11・12	○田中	○池田	○吉永	○大橋	石田	畑中
			遠隔	対面	遠隔	対面	遠隔	対面

回数	実験日	レポート提出期限	クラス					
		(23:59 〆切)		A班	B班	C班	D班	E班
ガイダンス	6月14日		11・12					
第1回	6月21日	6月27日	11・12	計算化学	電池	pH	アスピリン	カフェイン
第2回	6月28日	7月4日	11・12	電池	pH	アスピリン	カフェイン	赤外
第3回	7月5日	7月11日	11・12	pH	アスピリン	カフェイン	赤外	計算化学
第4回	7月12日	7月18日	11・12	アスピリン	カフェイン	赤外	計算化学	電池
第5回	7月19日	7月25日	11・12	カフェイン	赤外	計算化学	電池	pH
第6回	8月16日	8月22日	11・12	赤外	計算化学	電池	pH	アスピリン

後学期の授業開始日はClassroomにてお知らせします。

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。同曜日前日まで。

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120点満点換算

減点はかなり効く
ので注意!

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

次回提出期限までに再提出せよ

(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)
遅刻者の受講可否は教員判断

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

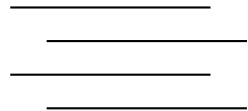
6) 実験終了が著しく遅い場合、減点(-1)

7) 実験参加と提出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

実験ノート

その場ですぐ書く
あとで写すのはいけません

左	右
 <p>予習の ページ</p>	<p>当日の ページ</p>

×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、~~取り消し線~~で。×消しゴム

実験ノート

検印を押さない場合がある:

- × 予習がノート半ページ以下(量がすべてではないが)。
- × 実験結果がテキストの余白に書いてある(にしか書いてない)。
- × 実験結果が部分的にしか書いていない。

記録内容が1ページ以下など。

- × 共同実験者と同一内容の実験記録が書いてない
(あとで書き写すなど)。

検印はその日のうちにもらうが、指示により翌週になることもある

レポートのルール

電子ファイル提出

表やグラフや本文は表計算ソフトやワープロを使ってよい。

~~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

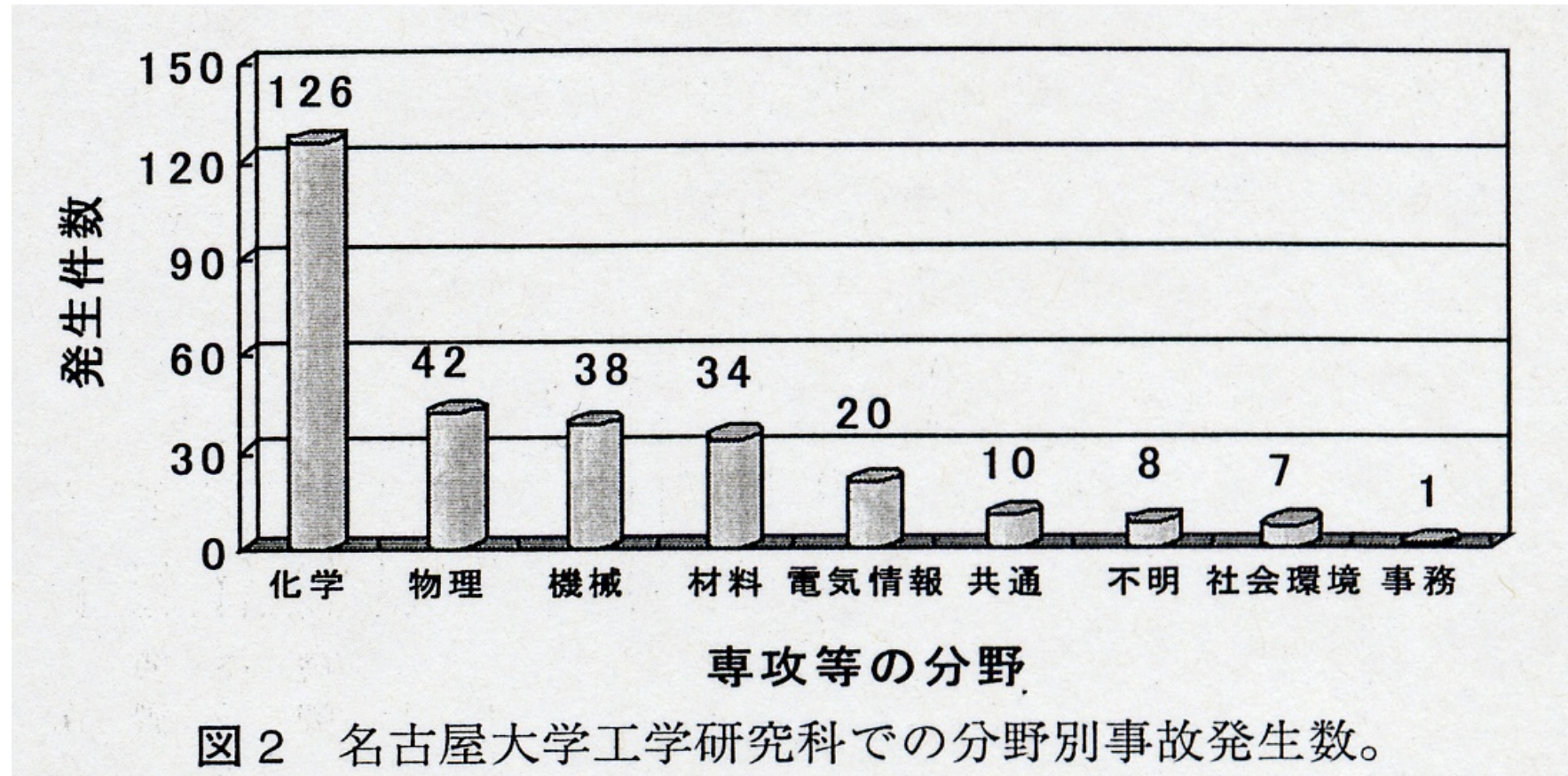
1)ビデオ上映

2)必ず保険加入

3)防護めがね

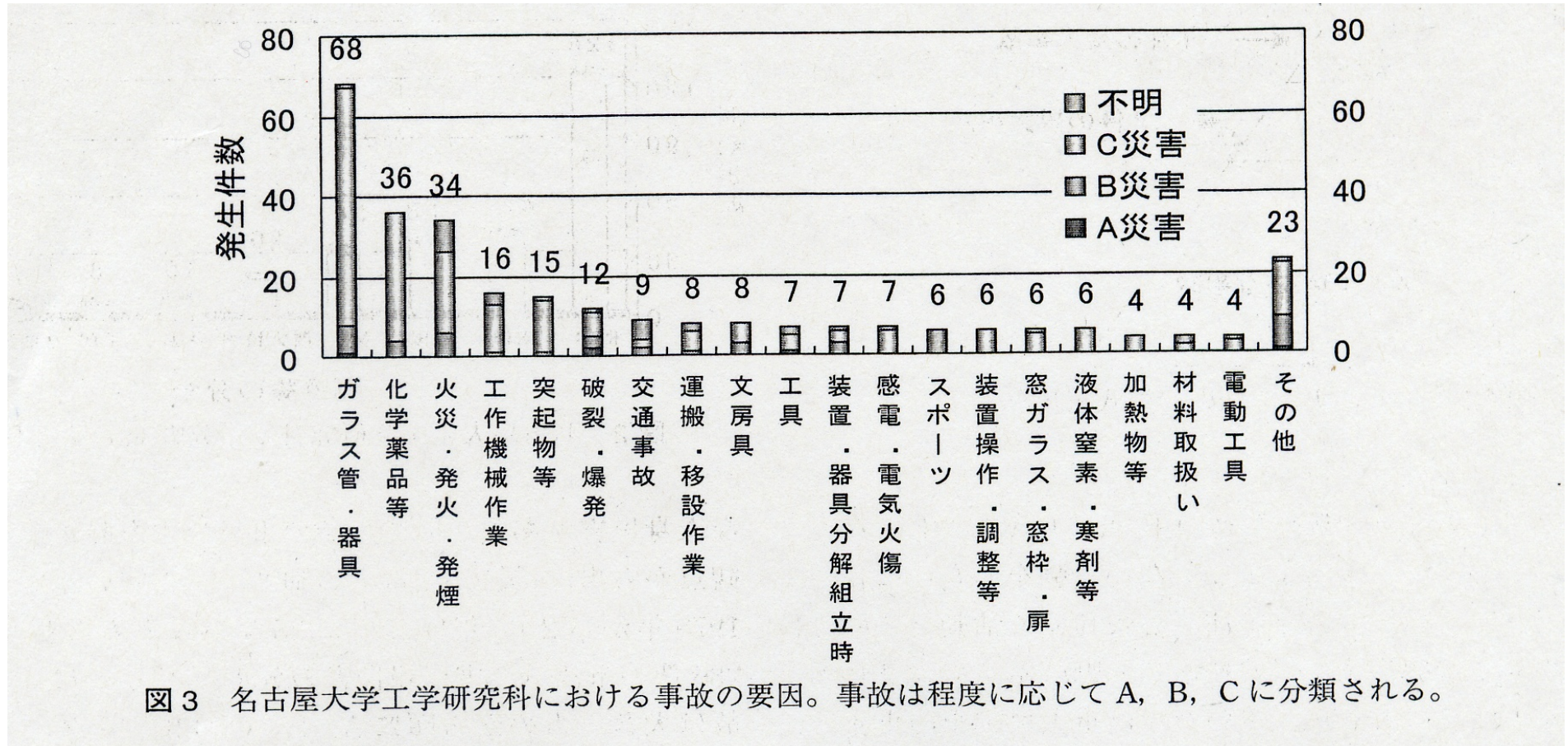
4)受講確認の署名

化学実験は事故が多い



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

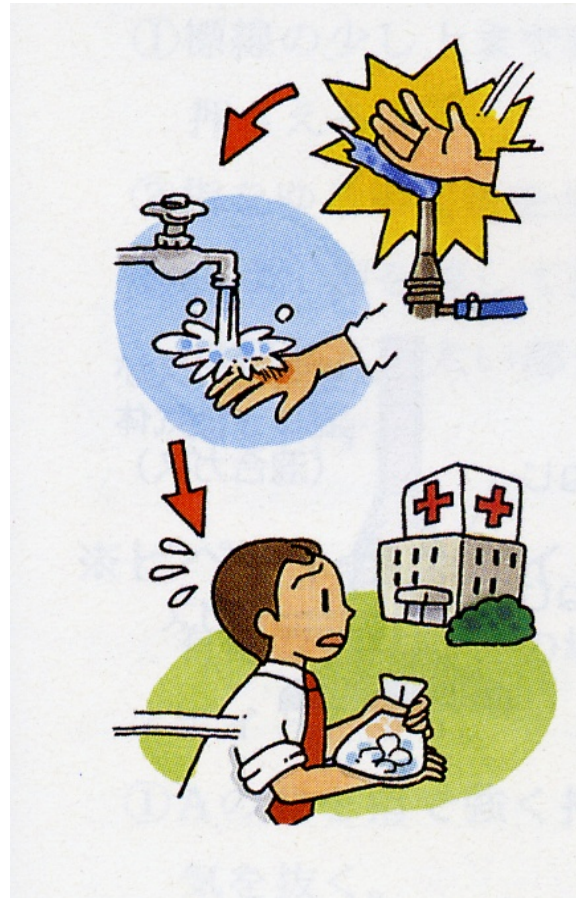
あった方が better、

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

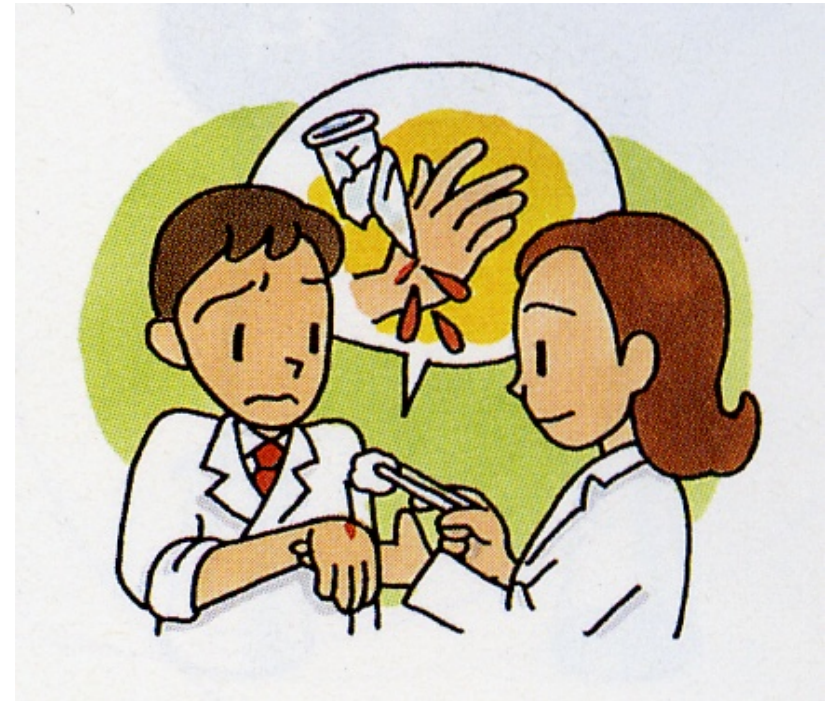


保護めがね



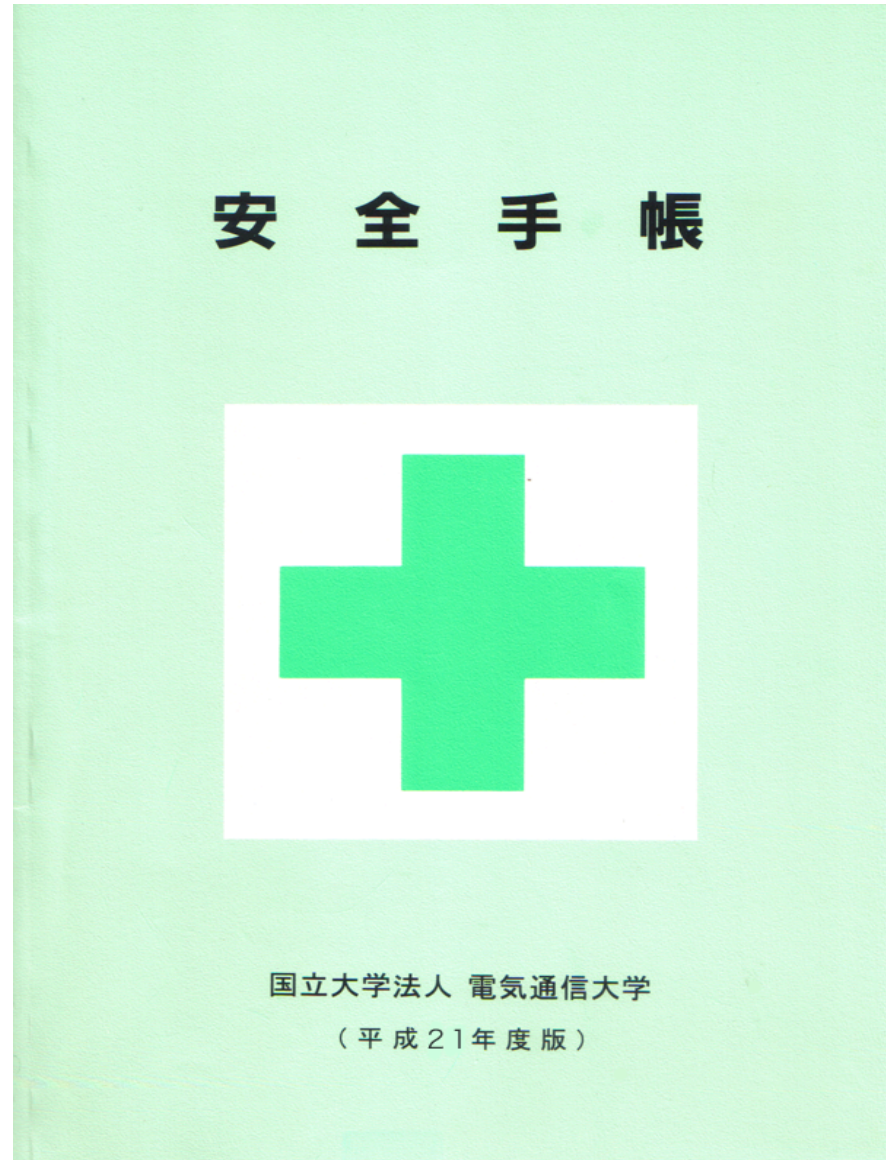
5分以上水で冷やし
保健センターへ

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2021,22

「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

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ない状態が望ましい。

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いけないのは「眼の保護」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たりすることの是非はいうまでもない。事故は予想されないときに起きる。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。

「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させておく必要がある。

「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

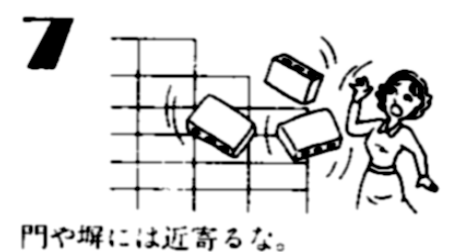
化学物質を確実に管理することは社会的な要請であり、安易に化学物質を流しに流したり可燃物・不燃物として処分することは許されない。その容器についても同様である。混合物、単一物質を問わず、廃棄する化学物質は有機物、無機物ともに基本的に環境に放出してよいものはない。

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。

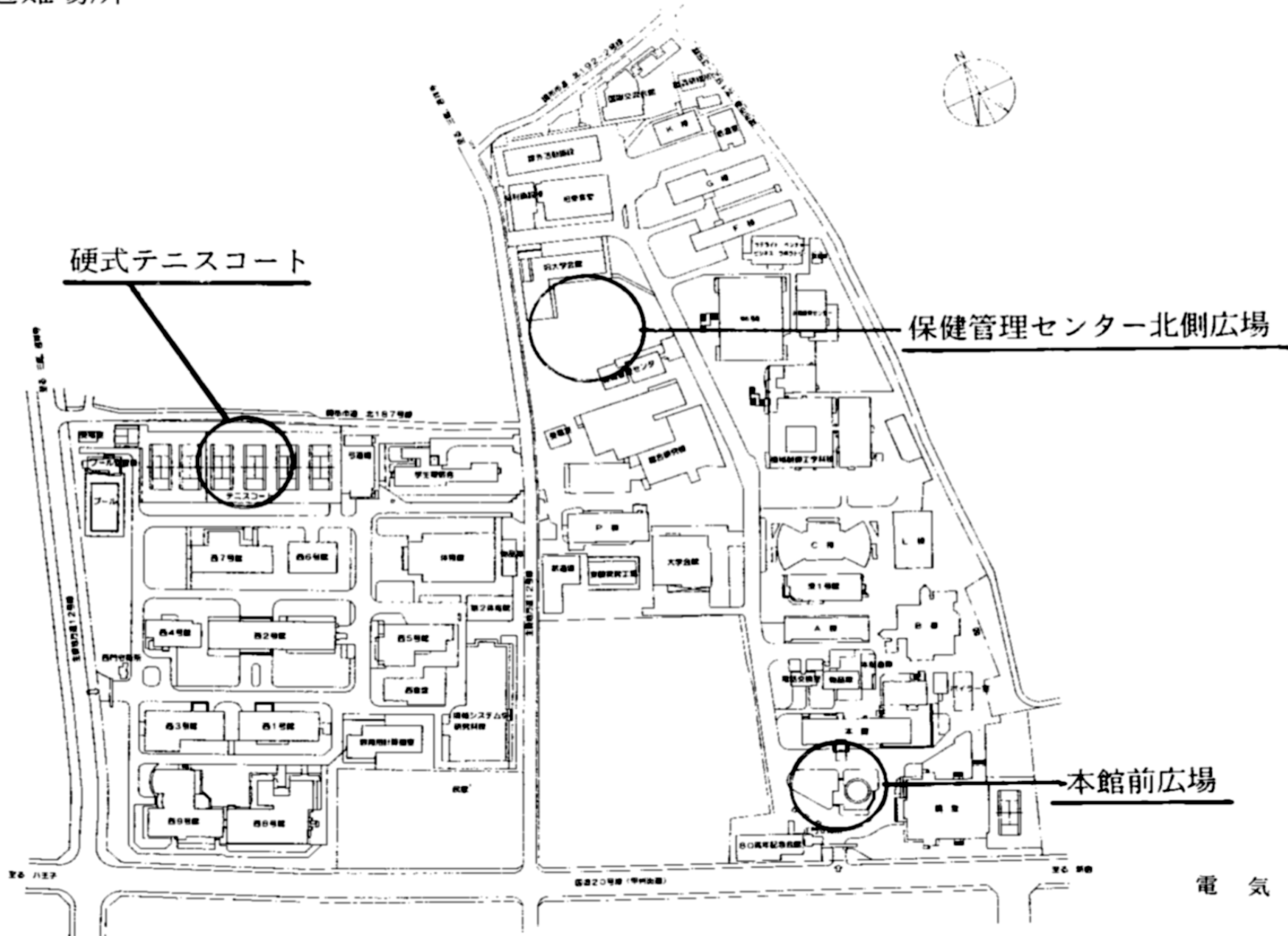
- (1) 有機溶剤の場合は処分する際の処理方法が異なるので、ハロゲン系溶剤（ジクロロメタン（塩化メチレン）、クロロホルム、四塩化炭素、トリクロロエチレン（トリクレン）、テトラクロロエチレン（パークロ）などの塩素系溶剤、および含フッ素系）と非ハロゲン系溶剤は分ける。

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、)

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

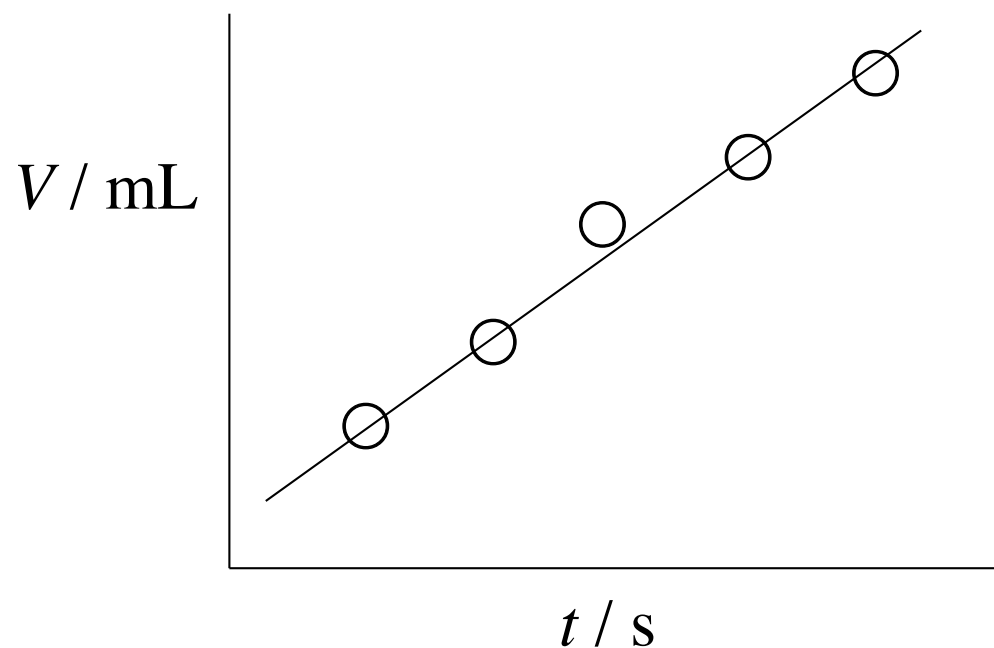
まぎらわしい字

6 と b ; k と K ; α と 2 ; 1 と 1 と ^{エル}7 ; q と 9

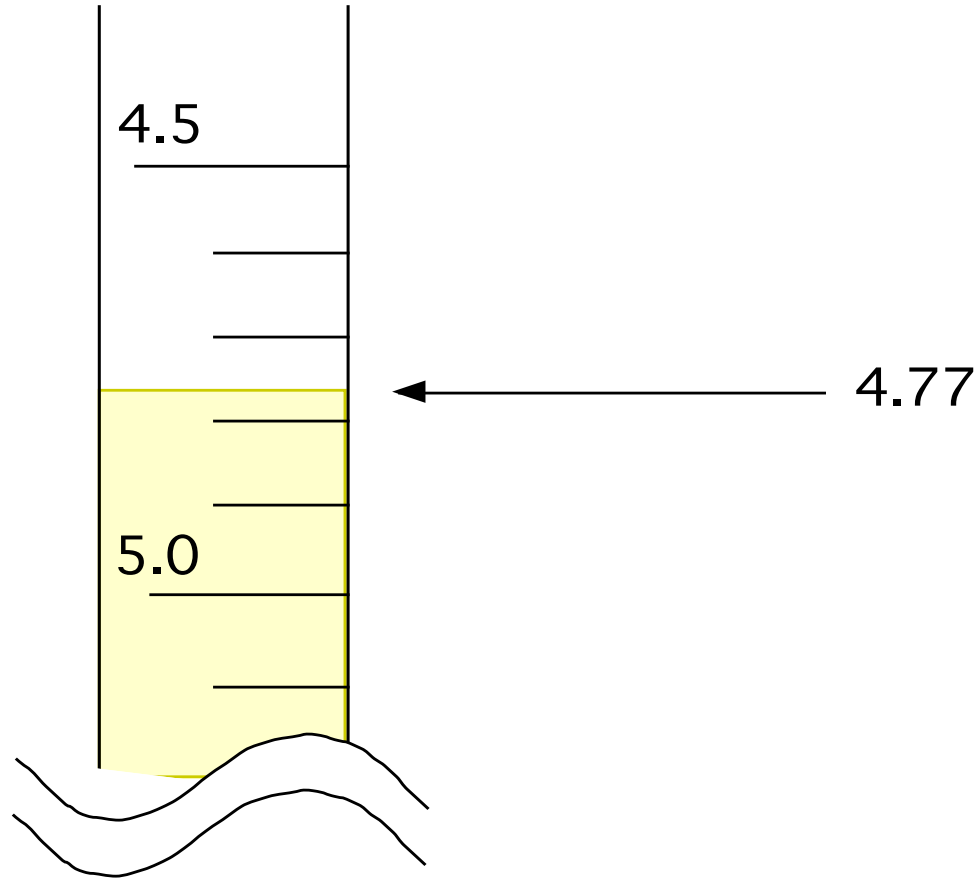
万が一にも誤解される可能性がある文章を書いたら
必ず誤解される。書いた人に全責任がある。

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. 1 1 cm、
横 3. 2 2 cm、
高 4. 3 2 cm、 体積は？

電卓 $V =$ ~~29.350944 cm^3~~

四捨五入

29.4 cm^3

	2 1 1		6 7 9 4
x	3 2 2	x	4 3 2
<hr/>		<hr/>	
	4 2 2		1 3 5 8 8
	4 2 2		2 0 3 8 2
	6 3 3		2 7 1 7 6
<hr/>		<hr/>	
	6 7 9 4 2		2 9 3 5 0 0 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 (± 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 $V = 29.3_5 \text{ cm}^3$ 、質量は 50.789 g 、
密度は？

電卓 $d =$ ~~$1.733412969 \text{ g/cm}^3$~~

四捨五入

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

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

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) 微分の概念の応用

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 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