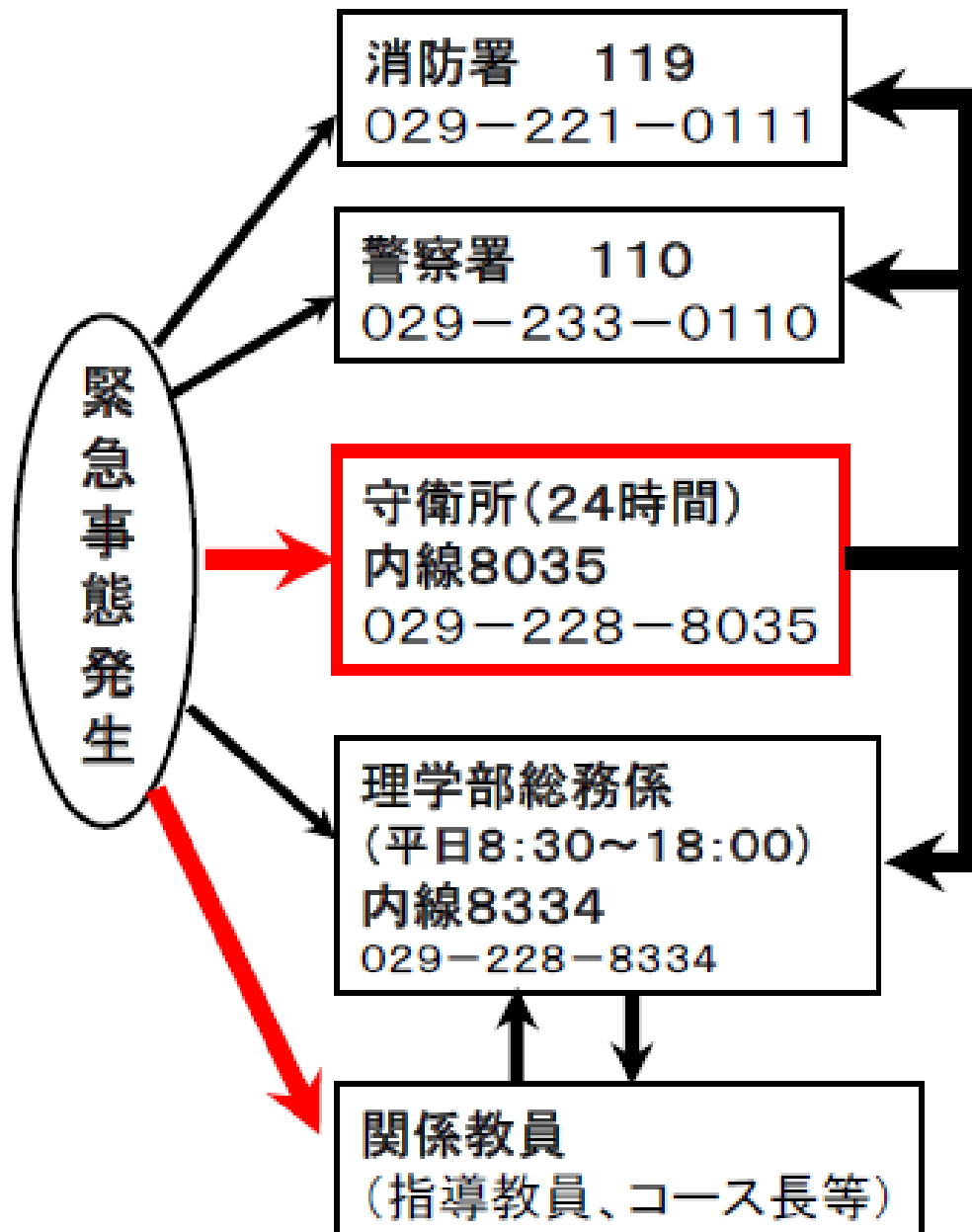


# 実験実習の安全マニュアル

令和2年4月改訂  
茨城大学理学部

# 実験実習の安全マニュアル

＜実験実習時の緊急事態における  
連絡先・連絡網＞



茨城大学理学部

この安全マニュアルには、実験・実習における事故や火災等の発生を防止し、理学部における教育研究活動を安全に行うために必要な注意すべき事項や守るべき事項、また法令遵守の観点からも重要なことが述べてある。一部重複しているが、A編ではより全般的な事項を、B編ではより個別的な事項について述べてある。

## 【A編】

1. 保険への加入	1
2. 全般的注意	1
3. 火災および地震に対する安全心得	1
4. 地震に対する安全対策	2
5. 緊急時・非常時における対応	2
<蘇生法>	4
6. 部屋の施錠に関する事項	5
7. 鍵およびカードキーに関する事項	5
8. 廃棄物（ゴミ）に関する事項	5
9. VDT作業に関する事項	5

## 【B編】

1. 実験実習時の安全の基本	6
2. 電気の取扱心得	7
3. 火気の取扱心得	10
4. 高圧ガスの取扱心得	10
5. 冷却剤および低温器具の取扱心得	12
6. ガラス器具の取扱心得	12
7. 放射線に対する安全心得	13
8. レーザーや紫外線などの強い光に対する安全心得	14
9. オフィス機器の取扱心得	15
10. 危険物質の取扱心得	17
11. 実験室における廃棄物の処理	22
12. 野外調査時の安全	24
13. 機器分析センター利用時の安全	26
14. 広域水圏環境科学教育研究センター利用時の安全	26
15. セミナー室・演習室利用時の安全	27
16. 物理学の実験・実習における安全	27
17. 化学の実験・実習における安全	29
18. 生物科学の実験・実習における安全	30
19. 地球環境科学の実験・実習における安全	32

## 【A編】

### 1. 保険への加入

本学では、講義、実習、実験、フィールドワーク等の授業や、介護体験、インターンシップ、課外活動等での不慮の事故に備えて、保険の加入を強く推奨しています。

(1)と(2)は入学時に全員加入してもらっています。

- (1) **学生教育研究災害損害保険**：国内外において学生が、正課中、学校行事中、学校施設内、学校施設外で大学に届け出た課外活動中、通学中の事故により身体に傷害を被った場合に対処する保険です。
- (2) **学研災付帯賠償責任保険**：国内外において、学生が、正課、学校行事およびその往復中に、他人にケガをさせたり、他人の財物を損壊したことにより被る法律上の損害補償に対処する保険です。学研災付帯賠償責任保険の加入は、学生教育研究災害傷害保険の加入者に限られます。
- (3) **学研災付帯学生生活総合保険**：学生生活の24時間を補償するもので、病気・ケガ等の保険及び賠償責任保険等、学生生活全般に保障範囲を広げた保険です。学研災付帯学生生活総合保険の加入は、学生教育研究災害傷害保険の加入者に限られます。

保険制度の詳細は、学生支援センター(保健管理センター)にお問い合わせ下さい。

### 2. 全般的注意

- (1) 緊急時の連絡先を把握しておく。トップページの連絡先・連絡網を参照。
- (2) 避難通路は2方向以上を確保し、通路を物品等で塞がない。通路幅は80cm以上とする。
- (3) 通常の居場所から長時間離れる時は、行き先を指導教員または他のメンバーに知らせておく。
- (4) 研究室・実験室が不在になる時は、必要以外の電源および安全装置の付いた連続運転機器以外のすべての熱源を切る。
- (5) 学外機関(原子力開発機構等の研究所や観測所等)で実験・実習を行う場合、機関に定められた規則に従うこと。

### 3. 火災および地震に対する安全心得

- (1) 研究室、実験室からの避難経路、非常口、避難場所を日常から確認しておく。
- (2) 消火器、火災報知器、消火栓の位置をあらかじめ確認しておく。
- (3) 消火器、火災報知器、消火栓の周辺には障害物を置かない。
- (4) 消火器は、使用時以外は所定の場所から動かさない。
- (5) 避難経路確保のため、窓、通路、扉の周辺や廊下に障害物を置かない。
- (6) 地震が大きいときは、まず身の安全を確保し、すばやく火の始末、危険物の始

末、電源スイッチを切るなど、二次災害を防止する。

- (7) 避難の際は、ガラス片や壁片の落下、棚等の転倒に注意し、迅速に安全な場所へ移動する。
- (8) 強い揺れがおさまったら、余震に注意しながら設備等を点検し、状況を指導教員等の担当責任者に報告する。ただし、自分の身の安全を第一に考える。

#### 4. 地震に対する安全対策

##### (1) 実験装置・器具の安全対策

- ◎爆発の危険性があるボンベは、原則として実験室内には設置せず、ボンベ庫に設置し、安全装置の付いた配管により実験室内に導入する。
- ◎ボンベには、その設置場所にかかわらず、必ず転倒防止の処置を講じる。
- ◎実験装置用の配管・配線は、揺れにより外れることのないよう固定しておく。
- ◎転倒・落下防止のため、固定できるものは確実に固定しておく。固定できないものは、安定した、耐震性のある場所に設置する。

##### (2) 試薬等化学物質の落下防止・安全対策

- ◎使用中の試薬等化学物質の瓶等が転倒したり、棚から落下したりしないように、棚板に枠やワイヤーをつける。
- ◎試薬等化学物質は、使用后すみやかに、かつ必ず薬品庫に戻す。
- ◎薬品庫は常に扉を閉じ、使用後は必ず施錠する。
- ◎薬品庫の施錠は防犯上も重要であり、保管してある化学物質（特に毒劇物）が盗難にあった可能性がある場合は、速やかに関係部署に連絡する。
- ◎落下転倒による化学物質の混合で発火しないよう、引火・発火性の化学物質は分別し、耐熱・防火性の保管庫に保管する。
- ◎必要以上に化学物質を購入・保管しない。
- ◎消防法危険物の保管量は、届け出が必要となる『少量危険物』に該当しない量とする。

#### 5. 緊急時・非常時における対応

##### (1) 連絡 一人で対処しない！

- ◎「一に自分の身の安全、二に事故への対応」を念頭に。
- ◎事故の発生に遭遇した場合、大きな声で近くにいる人に事故発生を知らせる。一人で対処しない。
- ◎自分の身の安全を確認後
  - ①関係者に緊急事態の発生を連絡する。火災の場合は、消火栓のところにある火災報知器のボタンを押すことで、理学部棟内ならびに守衛所に火災発生が自動的に通報される。

\*\*\*\*\*

消防署 119 (029-221-0111)  
警察署 110 (029-233-0110)  
守衛所 029-228-8035 (学内内線 8035)  
保健管理センター 029-228-8080 (学内内線 8080)  
理学部総務係 029-228-8334 (学内内線 8334)

関係教員 \_\_\_\_\_ 各自記入しておく。

関係教員 \_\_\_\_\_ 各自記入しておく。

関係教員 \_\_\_\_\_ 各自記入しておく。

\*\*\*\*\*

- ②可能な限り二次災害防止を講じる（自分の身の危険を冒してまで行う必要はない）。例えば、電源コードをコンセントから抜く、ガスの元栓を閉める・・・
- ③負傷者がいる場合は、現場からただちに安全な場所に移動させる。ただし、自分の身の安全を第一とする。
- ④火災の場合、可能であれば適切な初期消火（消火器、屋内消火栓を用いる）を行う。

## (2) 応急処置 一に自分の身の安全、二に知識をもった対処、三に火事場の馬鹿力

### ◎まず行う事（自分の身の安全が確保された後に）

- ①被災の状況を守衛所、消防署等へ連絡する。連絡事項：現場の位置、状況、通報者の名前など。
- ②負傷者をすばやく安全な場所へ移す。
- ③現場の状況を見て、事故が続発、拡大しないように対処する。初期消火、ガス元栓の閉鎖・・・

### ◎いろいろな状況での処置（知識がある範囲でのみ「手をだす」!）

- ①外傷：裂傷、打撲傷、骨折などがいないか確認する。出血していれば止血する。骨折している場合は、患部が動揺しないように副木で固定する。
- ②けいれん：周囲の危険なもの（ストーブ、ポット、薬品など）をどかす。嘔吐があれば、気道を確保できる姿勢とする。
- ③感電：火傷、意識障害、けいれん、心臓停止などが起こり得る。ただちに電源を切る。ただし、二重災害のおそれがあるため、感電の原因を素手で取り除くのではなく、乾いた軍手など絶縁性の高いものを手につけ、乾いた竹や木の棒などで電線や器具を払いのける。
- ④熱傷（やけど）：熱傷を負った皮膚面積が問題であり、体表面積の30%以上になると命に関わる。応急処置としては、水道水で十分に冷やすことが効果的であるが、衣服をつけているところは、着たままで冷やす（患部の皮膚が衣服とともに剥がされる危険性がある）。
- ⑤寒剤などによる凍傷：凍傷した部位に衝撃を与えないよう注意しながら、40℃

以下の温湯に 20～30 分間浸す。正常の温度に回復した後は、その部位を高く上げ、室温で包帯をせずに安静に保つ。

#### ⑥試薬等化学物質による急性中毒等：

- ・酸やアルカリが、皮膚や粘膜についたときは、流水で十分に洗う。特にアルカリの場合は、念入りに洗う必要がある。
- ・ガスや蒸気を吸入したときは、ただちに窓を開け放ち、新鮮な空気のところへ移し、呼吸を確保する。
- ・酸やアルカリを飲み込んだときは、牛乳、卵白を飲ませ、ただちにおう吐させる。
- ・できるだけ速やかに医療機関で受診する。数年後に癌等を引き起こす化学物質（例えばベンゼン）が少なからずある。

⑦ガス中毒・酸欠：ガス中毒では急に意識がなくなり、倒れる。「おかしい」と感じた時には、手足がマヒしてどうにもならないことも少なくない。救出する際は、直接救護する者の他に必ず救護の見張りを置き、必要に応じ適切な保護具を着用し、2次災害を防止する措置をとりながら、窓や戸をすばやく開けて換気をはかり、発生源を止めて救助する。また、爆発の危険性があるので火気や電気に十分に注意して事故現場に入る。呼吸が止まっているときは、「蘇生法」に従って気道を確保し、人工呼吸・心臓マッサージを行う。

酸欠についても救護者が2次災害にあわないように、細心の注意を払う。

⑧放射線やレーザーによる傷害：一般に特別の安全措置が取られているが、万一事故があった場合は取扱責任者にただちに連絡する。発生源を止め、被害者を安全な場所へ移動させ、取扱責任者や指導教員の指示を待つ。

#### <蘇生法>

##### (1) 気道の確保

- ① 事故者をあおむけにする。
- ② 口の中に異物や吐物があればふきとる。
- ③ 右図のように両手で下あごを強く引く。



##### (2) 人工呼吸（感染防止ができない場合は省略可能）

- ① 気道を確保したまま、額に当てた手の親指と人差し指で傷病者の鼻をつまむ。
- ② 大きく口をあけ、傷病者の口を覆って空気が漏れないようにして、息をゆっくりと胸が軽く膨らむ程度吹き込む。
- ③ これを 2 回実施する。

##### (3) 心臓マッサージ

- ① 2 回の人工呼吸が終わったら、ただちに心臓マッサージ（胸骨圧迫）を行う。
- ② 胸の真ん中（乳頭と乳頭を結んだ線の中の真ん中）を、ひじをまっすぐに伸ばし、手の付け根部分に体重をかけ「強く、早く、絶え間なく」圧迫する。

- ③ 1 分間に 100 回のペースで 30 回行い、その後 2 回の人工呼吸、再び 30 回の心臓マッサージ、という組み合わせを、AEDを装着、専門家（救急隊等）に引き継ぐ、もしくは傷病者が動き出すまで、絶え間なく繰り返す。人工呼吸を省略する時は、心臓マッサージを絶え間なく行う。

#### (4) AED（自動体外式除細動器）を用いた心肺蘇生法

AEDは、停止した心臓を蘇生させる機器ではなく、細動を起こして、正常な機能を失った心臓を完全に止める機器。AED使用後には、すぐに心臓マッサージを行うことが不可欠。

\*\*\*\*\*

**\* AEDの使用法も含めた心肺蘇生法の講習を積極的に受けよう！**

\* 熊谷市消防本部のホームページ上の「応急手当」は一見の価値あり。

<https://www.city.kumagaya.lg.jp/about/soshiki/syobo/kyukyu/teate.html>

\*\*\*\*\*

### 6. 部屋の施錠に関する事項

- (1) 実験室の出入り口は、原則として常時閉める。
- (2) 実験室を不在にする場合は必ず、室内の安全を確認して施錠する。

### 7. 鍵およびカードキーに関する事項

- (1) 貸与された個人用の鍵およびカードキーは、他の何者にも貸与してはならない。
- (2) 貸与された個人用の鍵およびカードキーを紛失または毀損した場合は、すみやかに理学部総務係に届け出ること。
- (3) 薬品保管庫および危険物を保管している部屋・ロッカー等の鍵の管理は、特に厳格に行う。

### 8. 廃棄物（ゴミ）に関する事項

- (1) 廃棄物の分別方法、出し方、集積場所等は、総務係の指示に「必ず」従う。
- (2) 実験廃液、排出ガス等については、「B編 11. 実験室における廃棄物の処理」を参照のこと。

### 9. VDT(Visual Display Terminal)作業に関する事項

- (1) VDT 作業（ディスプレイ、キーボード等により構成されるVDT機器を使用して、データの入力・検索・照合等、文章・画像等の作成・編集・修正等、プログラミング、監視等を行う作業）は、連続して1時間を超えて行わない。次の作業までの間に10～15分の休止時間を設けること。
- (2) ディスプレイは、その画面の上端が眼の高さとほぼ同じか、やや下になる高さが理想的。
- (3) 太陽光の入射防止、ディスプレイ画面への照明器具等の映り込み防止等に配慮して作業を行う。



## 【B編】

### 1. 実験実習時の安全の基本

実験・実習では、生涯にわたる健康被害につながる事故が起こる危険性がある。このような事故を防ぎ、また万が一起きてしまった場合に健康被害を最小限に抑えるためにも、次の事項を守る必要がある。

学生による事故を防ぐためには、教員等の指導的立場にある者は、学生の失敗を叱責することのない寛容さを持ち、学生自ら実験実習時の安全確保に努める姿勢を涵養することが肝要である。

- ◎実験台や実験装置の周りを整理整頓する。
- ◎実験に必要な器具、装置、薬品等について、その使い方、危険性の予備知識を身につけておく。
- ◎実験を行うに適切な服装、身支度をする。必要に応じて、保護用眼鏡（セーフティゴーグル）や防塵マスクなどを使用する。
- ◎体調を整え、無理な実験はしない。
- ◎実験・実習室において一人で実験をしない。特に夜間の居残りはしない。
- ◎事故が起きた場合の対応のために、本マニュアルをよく読んでおく。
- ◎野外での実習に際しては、毒性のある動植物に注意し危険な場所に近づかない。
- ◎消火器及び非常口の位置を必ず確認しておく。

<< 実験・実習を安全に行うためには、次の項目の確認が基本 >>

#### (1) 装置及び設備

実験・実習に用いる装置や設備には、高速で回転したり、大きな力が加わったり、炎を吹き出すものもある。回転部分の防護部品、異常時の緊急停止等の安全装置が正常であるか、定期点検とともに使用前・使用後の点検を行う。

#### (2) 取り扱う物質と材料

実験に用いる物質や材料は、有毒、劇薬、可燃性、爆発性などの危険な物が少なくない。また、混合、希釈など加工作業により危険な状態になることもある。使用する物質や材料の特性を十分に知っている必要がある。

#### (3) 取扱い方法の習熟と遵守

装置や物質を取り扱う時には、操作の原理を十分に学習・理解した上で、正しい操作・取扱い方法に従う必要がある。

#### (4) 実験者の行動

実験は、自動車の運転と同じである。体調が悪い時、精神的に不安定な時は、事故を起こし易いので、このような時は実験の実施はできるだけ避ける。長時間連続した実験は、特に夜間においては、できるだけ避ける。自分の体調に合った実験計画を立て、無理な行動は絶対に避ける。

## 2. 電気の取扱心得

電気に関する危険は主に感電と火災である。電気は目に見えないため、誤って通電中の導体に触れ、感電することがある。

### (1) 感電について

#### ① 高電圧

「高電圧危険」などの表示に注意する。高圧電源の端子部分や配線などに触れない（特に端子の金属部分が露出している場合、手などを絶対に近づけない）。

#### ② 感電による生理的变化

感電の程度は、人体を流れる電流値により決まり、交流の連続電流では以下のようになっている。

電流値	生理的变化
0.5mA ~ 2mA	しびれを感じる
2mA 以上	筋肉の痙攣が起こる
6mA (成年女子)、9mA (成年男子)	運動の自由を失う (動けない、声が出ない等) *
50mA (人により 20mA)	呼吸困難となり、心肺停止が起こる
200mA	0.1 秒で死にいたる
1A	0.01 秒で死にいたる

\* 運動の自由を失う最大の電流値を「可随電流」といい、これ以上を「不随意電流」という。  
<参考：電気工事の保安基準で、感電防止用の遮断器の取り付けが義務付けられている所があるが、この遮断機は 15mA、0.1 秒以下で作動するよう、設定することになっている。>

#### ③ 濡れた手で電気器具に絶対に触らない

感電の危険性は一般には電源の電圧によって区分されることが多い。これは、(1)電流値が概略電圧に比例し、(2)大抵の電源がほぼ一定の電圧で供給され電圧値で呼称されている、などの事情による。しかし、人体の抵抗値は状況により変化し、体内を流れる電流は電圧によって一義的には決まらない。人体の内部の抵抗値は非常に低く、全体の総抵抗は電圧のかかった金属部分に接する部分の接触抵抗で決まる。

具体的には：

- 皮膚が濡れている（湿っている）と抵抗は小さく、大きな電流が流れる。  
（乾燥していると抵抗が大きく、流れる電流は小さい。）
- 導体に接する面積が大きいと抵抗は小さく、大きな電流が流れる。  
（面積が小さいと抵抗は大きく、流れる電流は小さい。）
- 強く握ると抵抗が小さくなり、大きな電流が流れる。  
（軽く触るだけだと抵抗は大きく、流れる電流は小さい。）

「細い電線の先端に瞬間的に軽く触れた」場合には僅かにショックを感じただけだったが、「濡れた手で電圧のかかった太い金属のパイプを握り締めた」場合は感電死した、

ということがありえる。

#### ④ 電圧に対する目安

交流 150V 以下であれば、乾燥した状態では感電事故は少ないとされている。しかし、手が濡れている場合や水気の多い場所で作業する場合は 60V 程度でも危険と言われる。最悪の条件下では、25V でも 50mA の電流が流れる。

#### ⑤ 怖い電源（内部抵抗の低い電源）

内部抵抗小：大容量の（大型の）電源は内部抵抗が小さいため、人体に危険な電流（数 10mA 以上）が流れても電圧が落ちない。例えば大容量の高電圧安定化電源などは非常に危険である。壁のコンセントや配電盤へ電力会社から直接送電されてくる 100V あるいは 200V の交流も内部抵抗が小さく危険である。

内部抵抗大：容量が小さく、内部抵抗の大きな電源の危険は小さい（たとえ負荷を繋がないときの開放電圧が大きくても、負荷を繋いで電流を流すと電圧が下がる）。

例：開放電圧が 1 万ボルトを超えるが短絡電流が数 mA を超えないような小型の誘導コイル（危険は小さい）。

#### ⑥ コンデンサー

大容量のコンデンサーを扱う前に、充電の有無を確認する。コンデンサーは放電電流が大きいため、高電圧で充電されていると、非常に危険である。

### （2）停電

定期点検に伴う停電の通知に留意し、実験計画を立てる。落雷等による停電が予想される場合も事前に対策を検討しておく必要がある。

#### ① 停電の前にすべての電気装置の電源を切っておく

スイッチが入った状態で停電になると、復旧後すぐに電気装置が動き出し、事故につながることもある。電源装置は出力電圧の設定を下げておく。

例：電気が来ていないと思い、触れたら感電した。

いきなりモーターが回りだし、怪我をした。

不在中にヒーターのスイッチが入り、火事になった。

#### ② 電気装置の使用中に停電になった場合もすべての装置の電源を切る

◎スイッチを確認して電源を切る（パイロットランプ不灯火のため）。

◎押しボタン式で確認できない場合は、プラグを抜く。

◎はんだごてやヒーター等の電熱機器は必ずプラグを抜く。

◎電源復旧時には見回り・点検をする。

#### ③ 配電盤のスイッチを切るときは、停電時と同様の注意が必要である。特に、送電する時は、関係者との連絡を確実に行う。

### （3）落雷

落雷がひどい時は、電気装置には手を触れない。特にアンテナは危険である。

#### (4) 電源電圧

各電気装置は、正しい対応した電源電圧（100V 単相、200V 単相・三相）に接続する。

#### (5) 配線の際の注意

- ①タコ足配線、転がし配線（通路等の床にむき出しで配線）はしない。
- ②接続する電気機器の最大使用電力を電線・コンセントの最大許容電力以下とする。
- ③配電盤からの直接配線は、業者に工事依頼する。

#### (6) 取扱説明書

電気機器は取扱説明書に従った取り扱いをする。特にアース接続が必要な機器は必ずアース接続をする。

#### (7) ヒューズ

ヒューズは必ず指定容量のものを用いる。何度もヒューズが切れる場合、機器の不具合の可能性があり、メーカーに点検・修理を依頼する。

#### (8) 電気による火災

乾燥器、電気炉、はんだごて等の電熱機器による火災事故に注意する。これら電熱機器の近くに揮発・引火・可燃性の物を置かない。使用後は必ずスイッチを切る。

火災が発生した場合：

スイッチ： 機器や配電盤のスイッチを切ってから消火活動を行う。

水： 通電状態の機器や配線がある場合、絶対に水はかけない。

消火器： 電気火災用の消火器を用いる。

（消防では火災を普通火災（A）、油火災（B）、電気火災（C）の3つに分類し、それぞれに使える消火剤の入った消火器を白、黄、青色の標識で区別している。廊下などに設置されている消火器は大抵ABC粉末（りん酸塩）の入ったもので、白、黄、青の標識が併記されていて、どの種の火災にも使用できる。）

#### (9) 危険物

電気機器の周辺（または内部）に、エーテル、ベンジンなどの揮発・引火性の物質は絶対に置かない。スイッチ開閉時のわずかな火花で火災・爆発事故を起こす恐れがある。冷蔵庫内部でも、ドアの開閉の際に庫内照明用のスイッチが働くことに留意する。

#### (10) マグネット

大きなインダクタンスをもった電磁石のスイッチを切る前に、必ず電流を下げる。電流を下げないで、磁石の励磁コイルに直結された開閉器を遮断したり、端子から配線を外すと大きな誘導電圧が発生し、感電したり、アーク放電を起こす。

#### (11) 電気機器等の異常

異常を認めたら使用をただちに中止し、指導教員等の管理責任者に連絡する。

## (12) 実験の終了時

実験終了後は電気機器のスイッチは必ず切る。機器によっては、コンセントからプラグを抜く。

## 3. 火気の取扱心得

- (1) 火を使用した後は、必ず消火を確認する。
- (2) 実験後はガスの器具栓、元栓がしまっていることを確認する。
- (3) 引火性、爆発性がある物は火に近づけない。
- (4) 換気を十分にする。
- (5) 点検を習慣づける。
- (6) 整理整頓をする。
- (7) 火災発生時の緊急連絡方法を知っておく。

## 4. 高圧ガスの取扱心得

高圧ガスが漏洩した場合は、大量の物質が急速にしかも広範囲に拡散する。特に、水素、塩素、硫化水素等のように可燃性、爆発性、有毒性の高圧ガスの漏洩では、その被害が甚大となる場合が多い。常に、配管の漏れ、腐食の点検、弁の開閉、ポンベの配置等に特別の注意を払う必要がある。使用に際しては、ポンベの保管場所から直接配管によって実験室に導入するのが望ましい。

### (1) 実験室内での使用

- ① 高圧ガスポンベの転倒時には減圧弁や元栓が破損して、内部の高圧ガスが急激に噴出する危険性がある。事故防止のために、ポンベを実験台・壁に固定具を用いて固定し、転倒しないように処置する(写真1)。
- ② 液化ガスは、必ず立てて使用する。
- ③ 実験室内に置くポンベは必要最小限とする。
- ④ 使用しない時は、ポンベとパイプラインの元弁を必ず閉める(写真2)。

### (2) ポンベの運搬

ポンベキャリアーを使用する(写真3)。



写真1



写真2



写真3



写真4



写真5

### (3) 圧力調整器(レギュレータ) (写真4)

- ① レギュレータは実験目的に合ったものを使用し、転用はしない。
- ② レギュレータの取り付け時は、ボンベ容器の取り付け口のほこりをよく払ってから取り付ける。ガスを流している時は、ガス漏れがあるかどうかを、時々チェックする。
- ③ 取り外す際は、ボンベのバルブを完全に閉め、レギュレータ内のガスを放出させてから、取り外す。特に有毒ガスの場合は、一つ一つの操作を確認しながら行う。

### (4) ボンベの色

ボンベの中身はボンベの色で区別できる（下線は、レギュレータの取付ネジが左ネジ）。

ネズミ色： 窒素、一酸化炭素、プロパン、亜硫酸ガス、ヘリウム、アルゴン

黒： 酸素（酸素ガスは油脂類と接触すると酸化発熱し、燃焼爆発に至ることがある。必ず、**酸素専用**のレギュレータを用いる。）

赤： 水素

緑： 炭酸ガス

黄： 塩素

### (5) レギュレータ取付ネジ

レギュレータ取付ネジが左ネジとなっているものは、取り付けネジに線が彫ってあり、区別が視覚的にできるようになっている（写真5）。

### (6) ボンベの保管

- ① ボンベは35℃以下、-15℃以上の温度の場所に保管する。
- ② ボンベを引火性の薬品、炉、電源、アースなどの近くに置かない。

### (7) 高圧ガス使用にあたっての一般的注意

- ① 換気扇を回すなどして、室内の通気をよくして使用する。
- ② 有毒ガスの場合は、ドラフト内で使用し、排出ガスは有毒成分を吸収剤に吸収させてから大気中に放出する。
- ③ ボンベのガスは、圧力が0になるまで使用しない。150kgf/cm<sup>2</sup> ゲージの場合は

2kgf/cm<sup>2</sup> 以下にならないようにする。

- ④ 有毒ガスの使用については、あらかじめそれぞれの安全対策を立ててから使用する。

## 5. 冷却剤および低温器具の取扱心得

実験には冷却剤や低温器具を使用することがあり、直接触れたり、蒸気にあたりると凍傷などを負う危険がある。以下のことに注意して取り扱う。

### (1) 超低温フリーザー

生物試料のストックには超低温フリーザーを利用するが、 $-80^{\circ}\text{C}$ 、 $-120^{\circ}\text{C}$ と温度は低い。ストック容器はアルミニウムの金属製である場合が多く、金属部分に皮膚が触れると、痛みを感じることもなしに皮膚がはがれたりすることがある。

### (2) $-10^{\circ}\text{C}$ ~ $-70^{\circ}\text{C}$

ドライアイス- アセトンの混合物を利用する。投げ込み冷却機も簡便で、よく使われる。

### (3) ドライアイス

直接、手で触れると凍傷を起こす。取り扱いには革手袋が不可欠。

### (4) 極低温冷媒

- ① 極低温での実験には、液体窒素、液体ヘリウムが利用される。液体窒素、液体ヘリウムは特殊な容器に保存されているので、使用法を習熟しておく。
- ② 液体窒素、液体ヘリウムの容器は斜めに傾けず、**常に直立状態で取り扱う。**
- ③ トランスファーチューブ、部品はその容器に合ったものを使う。
- ④ 液体窒素シールド型容器は、液体窒素槽へおよそ4～5日ごとに液体窒素を充填する。凍結閉塞の場合は、速やかにヘリウムガスで解凍する。

## 5) 液体窒素 (沸点 $-196^{\circ}\text{C}$ )

$-70^{\circ}\text{C}$ 以下では、液体窒素を単独、あるいは適当な溶媒との混合溶媒で用いる。ただし、液体窒素の凝縮のために可燃性の有機溶剤との混合使用は行ってはいけない。思わぬ事故を招くことがある。液体窒素はデュワーびんを使い、手にじかに触れないようにする。液体窒素は常温の下で急激に気化し、容積で700倍のガスとなるので、保存容器は密閉しない。酸欠を防止するため、液体窒素は換気を十分に行った上で利用する。

## 6) 液体ヘリウム

超電導磁石の冷却、極低温での実験には液体ヘリウムが利用される。取扱方法を事前によく習熟しておくこと。

## 6. ガラス器具の取扱心得

ガラスは破損した場合、破損部分が鋭利な刃物となり、大けがをする場合がある。ガラスは機械的、熱的衝撃に弱く、コックや分岐している部分などの細工してある箇所が特に破損しやすい。安全のため、以下のことを守る。

- (1) 必要に応じて、軍手やタオルを使用する。
- (2) 急激な温度差を与えない。
- (3) ガラス器具の出し入れの際、器具どうしをぶついたりしないように丁寧に扱う。
- (4) ゴム栓にガラス管や温度計を通す時は通すものを短く持つ。問題がなければ水又はグリースを塗って行うとよい。
- (5) ガラス細工時は必ず保護めがねを着用し、破損片および熱による眼球の損傷を防ぐ。

## 7. 放射線に対する安全心得

### (1) X線回折装置

- ① X線発生装置のある所は、管理区域として指定され、その旨標示（写真6）されている。同区域内には指導者の指示のもとに入ること。
- ② X線管より放出されるX線を直接体に受けないようにする。また、X線源より離れること。衝立がある場合には、体を衝立より線源側に出さないようにし、X線防護用設備及び器具のある場合は、必ずこれを使用する。
- ③ X線管、高電圧電源、ケノトロン管、X線計数管、高圧ケーブル等、高電圧のかかっている箇所には、絶対に近づかない。
- ④ X線回折装置使用者は、X線及びその障害防止に関する知識を有することが必要で、法律で定期的な健康診断（血液検査も含む）、及びフィルムバッジ（写真7）の装着が義務づけられている。また、エックス線作業主任者の指示のもとで使用する。
- ⑤ 災害及び事故が発生した場合には、ただちに指導者に連絡する。

### (2) 放射線同位元素実験室の利用

放射線同位元素を利用する際、利用者自身が、放射線を被ばくしたり放射性物質を体内に取り込んだりする危険性がある。このほか、放射線源の紛失等の場合、利用者以外にも被ばくさせる可能性があり、その取扱いには十分注意する必要がある。利用者は、年度初めに行われる教育訓練を必ず受講し、放射線同位元素実験室の利



写真6



写真7



用規則に従って利用する。また、被ばく線量を測定する器機の装着、定期的な健康診断の実施などが、法律で義務づけられているので、必ず守ること。

放射性同位元素実験室の使用を希望する学生は、指導教員を通じて、放射線取扱主任者に相談してください。

### (3) 外部の放射線取扱機関を利用する場合

外部の機関（日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構など）で放射線を利用する場合は、外部機関の指示に従う必要があります。原則として、茨城大学での教育訓練を受講するとともに、健康診断を受けた後、茨城大学が発行する証明書を外部の機関に提出します。外部機関を利用する場合も、指導教員を通じて、放射線取扱主任者に相談してください。

## 8. レーザーや紫外線などの強い光に対する安全心得

レーザーや強いエネルギーの光を利用した実験装置を多数使用している（例えば、プラズマ発光分析装置、原子吸光分析装置、真空蒸着装置、紫外線発生装置など）。強い光を目に直接入れると網膜を痛め、最悪の場合は失明する。紫外線などは皮膚癌を引き起こす恐れもある。これらの事故を防ぐために、以下の安全対策が必要となる。

(1) 直接光を目に入れないよう、常に注意する。

(2) やむをえず光を見なければならぬ時は、使用する光の波長に応じた保護眼鏡をかけ、目を保護する。

(3) 実験後、目に痛みや異常を感じたら、ただちに医師の診察を受ける。

(4) 皮膚に光を当てないように防護マスクや手袋を着用する。

(5) 実験中は、周囲の者に直接光が当たらないように注意する。

(6) レーザー光専用保護眼鏡（レーザーガード・ゴーグル）について

レーザー光は、直接光はもちろん、反射・散乱光によっても永久／半永久的な視力障害を起こす可能性がある。強いレーザー光を扱う場合は、専用の保護眼鏡を使う。

#### ① ゴーグルの選択

ある波長のレーザーに有効なゴーグルは、波長の違う別のタイプのレーザー光に対しては殆ど透明なことが多い。使用するレーザーの波長と出力に合った吸収領域と光学濃度（透過率）を持ったゴーグル（写真8）を選択・使用する必要がある。

#### ② 直接光について



写真8

レーザー用ゴーグルは反射・散乱光には有効だが、直接光に対しては無力である。専用のゴーグルをかけたから大丈夫と思い、直接光を覗くような事はしない。

### ③ 吸収型と透過型

使用目的により、完全吸収するタイプのゴーグルと一部透過させるタイプのゴーグルがあるので、区別する。

## 9. オフィス機器の取扱心得

### (1) 安全の確保

- ① シュレッダー使用時は、ネクタイ、紐、シャツの裾などが巻き込まれないように注意する。
- ② カッター（裁断機）を使用する時は、指などを切らないように注意する。
- ③ 製本機や複写機の内部には高電圧や高温の部分があり、紙詰りを除去する時などは注意する。
- ④ プロジェクタのランプは予想以上に高温になる。ランプ交換時は、ファンを回したまま冷却を待ち、十分に冷えた後に電源をコンセントから外して作業する。

### (2) VDT 機器の長時間の使用

ディスプレイなどの VDT 機器を長時間にわたって使用すると、以下のような障害が心配される。自然な姿勢を保ち、1 時間ごとに 10 分程度の休憩を取り、眼の疲れ、体の凝りを取り除くように心がける。体調や気分に変化を感じたら、ただちに保健管理センターや専門の医師に診察してもらう。

- 画面を長時間見続けるために生じる眼の痛み、充血、色覚の異常など。
- 長時間、同じような姿勢をしているために起こる肩凝り、頸肩腕障害、頭痛等。
- 精神的な疲労による意欲の減退、集中力や記憶力の低下等。

### (3) オフィス機器の設置・取扱い

以下は火災・感電・故障の原因になるので注意が必要である。

- ① アルコール、シンナーなどの揮発性物質や火気のある場所には、機器を設置しない。
- ② 機器に表示されている種類（例：AC100V）の電源以外は使用しない。
- ③ 破損した電源コードは使用しない。
- ④ 電源コードを取り扱う際は、次の点を守る。
  - ・加工しない。
  - ・重いものを載せない。
  - ・無理に曲げたり、ねじったり、引っ張ったりしない。
  - ・熱器具の近くに配線しない。
  - ・タコ足配線はしない。
- ④ 電源プラグの取り扱いでは、次の点に注意する。

- ・濡れた手で抜き差ししない。
  - ・ホコリなどの異物が付着したまま差し込まない。
  - ・プラグの端子の根元まで確実に差し込む。
  - ・コードを引っ張ることでプラグを抜かない。
  - ・定期的にコンセントから抜いて、端子の根元、端子間を清掃する。
  - ・長期間使用しないときはプラグをコンセントから抜いておく。
- ⑤ 煙が出たり、変なおいや音がするなどの異常状態のまま使用しない。感電や火災の原因となる。異常に気付いた時は、すぐにスイッチを切り、電源プラグをコンセントから抜いて、機器の販売店または製造業者の修理窓口に相談する。使用者による修理には危険がある。
- ⑥ 異物や水などの液体が機器内部に入らないように注意する。故障や感電、火災の原因となる。異物や液体が入ってしまった場合は、すぐにスイッチを切り、電源プラグをコンセントから抜く。

## 10. 危険物質の取扱心得

実験室にあるほとんどの化学物質は毒性、可燃性、爆発性等を有する危険物質といえる。当該化学物質の性質を知らなかったために火災を起こしたり、重大な、時には致命的な障害を受けることがある。ここでは、法令によって定められた以下の物質を危険物質とし、危険物質の取扱心得を示す。種々の危険物質について、その性状、取扱方法の全てを紹介することはできないので、詳細については関係法令を参照すること。

危険物質の区分	法令
1. 危険物	消防法
2. 有機溶剤	有機溶剤中毒防止規則
3. 特定化学物質	特定化学物質障害予防規則
4. 毒物・劇物	毒物及び劇物取締法

茨城大学では、保有するすべての化学物質を茨城大学化学物質管理システム(IASO)により全学的に一元管理している。

- 1) 化学物質の使用・保管状況の茨城大学化学物質管理システム(IASO)での管理について
  - 1-1) 購入する化学物質については、その全てを IASO に登録して、使用・保管状況を管理するものとする。
  - 1-2) 既に IASO に登録済みの化学物質については、その使用・保管状況を引き続き IASO で管理するものとする。
  - 1-3) IASO に未登録の化学物質をみつけた場合は、保管場所使用責任者ができるだけ速やかに IASO に登録し、その後の使用・保管状況を IASO で管理するものとする。
- 2) 少なくとも年 1 回(5 月初旬)、保管する化学物質の棚卸しを行い、毒物及び劇物、化管法における第一種指定化学物質ならびに消防法で指定する危険物の使用状況と保管状況(場所、量)を調査し、問題がある場合(違法状態、もしくは届け出が必要な状態)は、文書にて速やかに学部長に報告するものとする。その際には、問題解決に必要な措置(不要薬品の廃棄処分も含めて)の提案を、必要な予算要求も含めて行うこととする。
- 3) 化学物質は、必要な時に必要な量を購入するものとし、その保管量は消防法で少量危険物として届け出が必要となる量以下に抑えるよう努める。特に、複数の教員で同一の保管場所を使用している場合は、教員間で保管量の調整を行うものとする。
- 4) 廃液ならびに空となった薬品瓶等の処理は、教員もしくは知識を持った職員が行うものとし、これらの作業を学生等の労災対象者とならないものを行うことを禁じるものとする。

## (1) 危険物質の取り扱いに関する一般的注意事項

- ① 危険物質を取り扱う際には、メーカー等が提供する化学物質安全データシート（MSDS）等を活用し、その毒性、可燃性、爆発性等の危険性をあらかじめ調査する。
- ② 危険物質を取り扱う際には、必要に応じ、ドラフトチャンバー、保護衣、保護眼鏡、呼吸用保護具（マスク）、保護手袋等を使用する。
- ③ 危険物質を取り扱う際には、飛散、漏洩、紛失等ないように十分に注意する。
- ④ 危険物質は定められた方法により保管し、保管時に容器が落下、転倒、衝突等によって破損しないように適切な安全対策を講じる。
- ⑤ 危険物質の廃棄処分は定められた適切な方法により行う。

## (2) 危険物質の毒性

毒性については、大学等廃棄物処理施設協議会環境部会発行のテキストに詳述されており、以下に要点を述べる。

- ① どんな化学物質も目に入ったら、まぶたを指で開けて **15分以上水で洗眼**し、その後専門医の治療を受ける。特に塩基性物質は目に対して危険で、失明のおそれもある。
- ② 化学物質の体内への取り込み経路としては、次の3つが考えられる。
  - ・呼吸器からの侵入（経気道、吸入）
  - ・消化器からの侵入（経口）
  - ・皮膚からの侵入（経皮）

体内に侵入した化学物質は、生体膜を通過して循環系（血液）に入る。

経気道的に侵入した化学物質は、肺胞の吸収面積が極めて大きいため、肺胞からの化学物質の吸収率は高い（例えば、トルエン蒸気で **70%**、鉛のヒュームで **40%**）。粒子状物質の場合、肺の深部にまで到達するのは、大きさ **5-7 $\mu$ m**以下の粒子であり、特に **1 $\mu$ m**前後のものが、肺胞から最も吸収されやすい。

経口的に摂取された化学物質は、一部は口腔粘膜や胃粘膜から吸収されるが、大部分は腸管、特に小腸粘膜より吸収され、門脈を経て肝臓に運ばれる。化学物質の腸管からの吸収率は一般に低い（例えば重金属類では **5-10%**程度）、メチル水銀のように **100%**吸収されてしまう物質もある。

皮膚の表面は上皮細胞が何層にも重なり表皮を形成し、外界からの化学物質の侵入を防いでいるが、脂溶性の高い化学物質、有機溶剤（トルエン、トリクロロエチレンなど）や有機リン系殺虫剤（スミチオンなど）が直接皮膚に付着すると、皮脂線、汗線、毛嚢などから容易に吸収されてしまう。万が一、皮膚に付着したら、ただちに石鹸で何回も洗浄する。有機溶媒で洗うと、かえって体内への吸収を助長してしまうこともある。

- ③ 吸収された化学物質は、血流によって速やかに全身に運ばれ、体内の組織・臓器に分布することになる。化学物質の組織への分布は一様でなく、組織との親和性などにより異なる。化学物質の体内吸収量が可能排泄量を上回ると、例えば鉛

は骨に、カドミウムは腎臓に、メチル水銀は脳の神経組織に、脂溶性の物質（DDT、BHCなど）は脂肪組織に選択的に蓄積される。体内に分布・蓄積した化学物質は、多くは主に肝臓のチトクローム P-450 を中心とした、一連の薬物代謝酵素によって解毒され、排泄される。

化学物質の主要な排泄経路は、尿中への排泄だが、肝臓から胆汁と共に腸管内に排泄されることもある。揮発性物質やガスのように、肺胞から呼気中に排泄される経路もある。水銀や砒素などは、毛髪中にも排泄される。人間の場合、化学物質の生物学的半減期は、メチル水銀で 70 日、無機水銀で 30-60 日、鉛で 10 年（骨）、カドミウムで 18 年といわれている。

化学物質が体内に侵入すると、代謝を中心とする生体防御機構が働き、自己の恒常性を維持しようとするが、生体負荷量が増大してこの恒常性が維持できなくなると、健康障害が現れ、その程度を左右する主な要因として、次の 3 項が考えられる。

- ・化学物質の物理・化学的特性
- ・人体の化学物質への暴露量（暴露時間×暴露濃度）
- ・人体側の要因：遺伝、性、年齢、栄養、ライフスタイルなど

これらのうち、健康障害の発現に大きく関与するのは暴露量である。化学物質の生体蓄積量が増大し、臨界濃度以上になると標的臓器に悪影響が現れる。

化学物質の生体負荷量と健康影響発現との間には、一定の関係があり、これを量-反応関係（dose-effect relationship）という。つまり、化学物質に対する生体の反応は、ある量までは認められないが、その量を超すと好ましくない変化が生じる。この量を閾（しきい）値（threshold）という。一般にはこのような関係が成立するが、化学物質に対する生体反応には、かなりの個人差がある。

- ④ 化学物質の許容濃度（表 1 に主な化学物質の許容濃度を示した）とは、労働者が 1 日 8 時間、週 40 時間程度の肉体的に激しくない労働に従事する場合、暴露濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に対して、健康上の悪影響がみられないと判断される濃度を意味する。

暴露濃度が最大となると予想される時間を含む、15 分間の平均暴露濃度が、許容濃度の 1.5 倍を越えないことが望ましいとされている。

表 1 の\*印は、作業時間のどの時間においても、暴露濃度をこの数値以下に保つことが必要とされている化学物質である。

（皮）は経皮的に吸収されやすく、皮膚との接触により吸収される量が無視できない、と考えられる化学物質である。

### （3）危険物の取り扱い

希薄水溶液は、一般に火災の危険性は小さいとみてよい。しかし、禁水性物質も多く、これら禁水性物質が火災になったら、水では消火できないので、砂をかけて消火する。

- ① 強酸化性物質は、還元性物質や有機物などの可燃性物質と混合すると、酸化発

熱して発火する。また、加熱及び衝撃により発火爆発する。火気及び熱源のそばでの使用は避けること。また、地震の際に可燃物と混ざらないような対策をとる。

例：塩素酸塩  $\text{MClO}_3$  (M = Na、K、 $\text{NH}_4$ 、Ag、Hg(II)、Pb、Zn、Ba)

危険性の高い有機過酸化物の例：100%過酸化ベンゾイル、過酸化イソプロピル 25%過酸化アセチル (ジメチルフタレート溶媒)

- ② 強酸性物質は、有機物や還元性物質と混合すると発熱発火することがある。加熱時の取扱いにはゴム手袋を着用し、排気装置のある場所で行う。こぼしたときは、炭酸水素ナトリウムやソーダ灰で覆い、多量の水で溶かす。

例：過酸化ナトリウム、無水クロム酸、過マンガン酸カリウム、さらし粉、 $\text{HNO}_3$  (発煙、濃硝酸)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (無水、発煙、濃硫酸) など。

少し温度が上がると有機物と混ざっただけで発火する例：硝酸ウラニル、亜塩素酸ナトリウム、塩素酸銀、臭素酸ナトリウム、重クロム酸アンモニウム。

- ③ 自然発火性物質：次の物質は保管状態が適切でないと自然に発火する。

例：黄リン、アルキルアルミニウムクロライド類、アルキルアルミニウム類、ジエチルマグネシウム、グリニヤール試薬、ラネーニッケルなど。

- ④ 易燃性物質・可燃性物質：着火しやすく、着火すると激しく燃える固体は、易燃性物質や可燃性固体として分類される。これらの物質は火災を拡大する要因となるので、大量に置かないことが肝心。

容易に着火し、激しく燃える物質の例：赤リン、イオウ、マグネシウム粉、アルミニウム粉など

- ⑤ 特殊引火性物質：着火温度が  $100^\circ\text{C}$  以下、又は引火点が  $-20^\circ\text{C}$  以下と極めて引火しやすいので、使用時は、近くの裸火を消し、通気をよくし滞留しないようにする。

例：エーテル、二硫化炭素

- ⑥ 高度引火性物質 (引火点  $20^\circ\text{C}$  以下)：一般に蒸気比重が大で滞留しやすいので、室内通気をよくする。引火点の高いものは、引火すると液温が高いので、消火が困難になる。スイッチや静電気による火花、赤熱体、たばこの火など付近の火気に注意し、直火での加熱は絶対に行わない。

例：石油エーテル、石油ベンジン、ベンゼン、トルエン、アルコール類、アセトン、酢酸、エステル類

- ⑦ 中度引火性物質 (引火点  $20\sim 70^\circ\text{C}$ )

例：灯油、ギ酸、酢酸、シクロヘキサノール、ニトロベンゼン、アニリン

- ⑧ 低度引火性物質 (引火点  $70^\circ\text{C}$  以上)

例：ギヤー油、モーター油などの重質潤滑油

表1 主な化学物質の許容濃度(2018, 日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌より抜粋)

物質名	許容濃度		物質名	許容濃度	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>		ppm	mg/m <sup>3</sup>
アクリルアミド (皮) +	—	0.1	硝酸	2	5.2
アクリロニトリル (皮) +	2	4.3	水酸化カリウム	—	2
アセトン	200	470	水酸化ナトリウム	—	2
アニリン (皮)	1	3.8	スチレン+	20	85
アルシン (ヒ化水素)	0.01	0.032	テトラエチル鉛 (皮) (Pbとして)	—	0.075
アンモニア	25	17	テトラクロロエチレン+	検討中	
一酸化炭素	50	57	1,1,1-トリクロロエタン	200	1100
イソブチルアルコール	50	150	トリクロロエチレン	25	135
エチルエーテル	400	1200	トルエン	50	188
エチルベンゼン+	50	217	鉛及び鉛化合物 (アルキル鉛化合物を除く) (Pbとして)	—	0.03
エチレングリコールモノメチルエーテル (皮)	5	18	ニッケル+	—	1
塩化水素 (塩酸)	2	3.0	二酸化硫黄	検討中	
塩素	0.5	1.5	二酸化炭素	5000	9000
オゾン	0.1	0.2	二酸化窒素	検討中	
カドミウム及びカドミウム化合物+ (Cdとして)	—	0.05	ニトロベンゼン (皮) +	1	5.0
キシレン	50	217	二硫化炭素 (皮)	1	3.13
クレゾール (全異性体) (皮)	5	22	フェノール (皮)	5	19
クロム及びクロム化合物 (Cr)			1-ブタノール (皮)	50	150
金属クロム	—	0.5	2-ブタノール	100	300
3価クロム化合物	—	0.5	ヘキサン (皮)	40	140
6価クロム化合物	—	0.05	ベリリウム及びベリリウム化合物+ (Beとして)	—	0.002
ある種の6価クロム化合物+	—	0.01	ベンゼン+*	10	32
クロロベンゼン	10	46		25	80
クロロホルム+	3	14.7	ペンタン	300	880
酢酸	10	25	ポリ塩化ビフェニル類+ (PCB) (皮)	—	0.01
酢酸エチル	200	720	ホルムアルデヒド+	0.1	0.12
酢酸ブチル	100	475	メタノール (皮)	200	260
酸化亜鉛ヒューム	検討中		メチルシクロヘキサノン (皮)	50	230
シアン化水素 (皮)	5	5.5	メチルシクロヘキサン	400	1600
四塩化炭素 (皮) +	5	31	ヨウ素	0.1	1.0
シクロヘキサン	150	520	硫化水素	5	7
O-ジクロロベンゼン	25	150	硫酸	—	1
P-ジクロロベンゼン	10	60	硫酸ジメチル (皮) +	0.1	0.52
N,N-ジメチルホルムアミド (皮)	10	30	リン酸	—	1
臭素	0.1	0.65			

[注] 1. ppmの単位表示における気体容積は、25℃、1気圧におけるものとする。ppmからmg/m<sup>3</sup>への換算は、3桁を計算し四捨五入した。

2. +を付したものは発がん性があると考えられている物質。

3. \*を付したものは表1 主な化学物質の許容濃度(1989,日本産業衛生学会)による



#### (4)有機溶剤・特定化学物質の取り扱い

- ① 有機溶剤・特定化学物質はドラフトチャンバー内で取り扱う。
- ② 保護衣、保護眼鏡、呼吸用保護具（マスク）、保護手袋等を常備し、必要に応じて使用する。
- ③ 有機溶剤・特定化学物質を取り扱う部屋では、喫煙、飲食をしない。

#### 5)毒物・劇物の取扱い

- ① 毒物・劇物は、他のものと区分して薬品棚に保管し、薬品棚は必ず施錠する。
- ② 毒物・劇物を保管する薬品棚には、「医薬用外毒物」「医薬用外劇物」の表示をする。
- ③ 毒物・劇物を保管する薬品棚には、帳簿を備え、使用の都度、使用量及び保管量を必ず、記入する。
- ④ 毒物・劇物を取り扱う際には、必要に応じて保護衣、保護眼鏡、呼吸用保護具（マスク）、保護手袋等を使用する。

### 11. 実験室における廃棄物の処理

大学における教育・研究に伴って排出される実験廃棄物は、量は少ないが多種多様であり、特別の注意を払わねばならないものも多くある。環境に漏出すれば大きな問題を引き起こすことが予想され、水質汚濁防止法などの法令で規制されているものは排出しない心構えを持つ必要がある（下記の排水基準を参照）。廃棄物として意識されることは少ないが、沸点が低く容易に大気中に放出されてしまうもの、ならびに器具等の洗浄に伴って下水に排出されるものについても、十分に配慮する必要がある。

**特に、特定化学物質を扱った器具等は、2次あるいは3次洗浄水を所定の廃液タンクに排水後に、キムワイプ等で完全に拭ってから、流しで洗うこと。**

**その他の化学物質を扱った器具等は、実験系希薄洗浄水（3次洗浄水以降のすすぎ水）を流すこと。**

人が触れると様々な障害を引き起こす可能性のあるものは、処理にあたる人に危害が及ばないよう、分別収集し、適切に包装するなどの注意が必要となる。

一般廃棄物として処理されるもの以外は、研究室ごとに、機器分析センターがとりまとめて委託する廃棄物処理業者に処理を委託する。

排水基準(通常実験室で使うと予想されるもの、単位 ppm: 1 ppm = 1 mg/L = 1 g/m<sup>3</sup>)

化学物質	排水基準	化学物質	排水基準	化学物質	排水基準
全シアン	1	セレン	0.1	<b>ジクロロメタン</b>	<b>0.2</b>
アルキル水銀	不検出	クロム(VI)	0.5	クロロホルム	0.06
総水銀	0.005	モリブデン	0.07	キシレン	0.4
アンチモン	0.02	ほう素及びその化合物	10	トルエン	0.6

カドミウム	0.1	四塩化炭素	0.02	ふっ素及びその化合物	8
鉛	0.1	1,2-ジクロロエタン	0.04		
ヒ素	0.1	ベンゼン	0.1		

このほかにも PCB (0.003 ppm)、アンモニア・アンモニウム化合物・亜硝酸化合物及び硝酸化合物 (100 ppm) など多数の規制物質がある。また環境基準では特に規定がなくとも、有害な金属、有機物質等があることも忘れてはならない。

### (1) 一般廃棄物と区別せずに処理されるもの

#### ① 濾紙、トイレトペーパーなどの紙類

(a) 焼却に伴って有毒ガスを発生するものや焼却灰中に有害物質に指定された金属等が残るものは分別収集し、廃棄物処理業者に委託して処理しなければならない。

(b) 処理にあたる人が触れた場合に、危害の及ぶ可能性がある物質が付着しているものは、ビニール袋に入れるなど適切に包装したうえで廃棄する。

#### ② ゴム、プラスチック類など

(a) 薬品の入っていた容器類は、一般廃棄物とは区別し、メーカーによるリサイクルのルートもしくは産業廃棄物として処理する。

(b) シリコン、フッ素系など焼却が適切でないものは分別収集し、産業廃棄物として処理する。

#### ③ ガラス、金属などの不燃物

(a) 薬品の入っていた容器類は、一般廃棄物とは区別し、メーカーによるリサイクルのルートもしくは産業廃棄物として処理する。

(b) 破片、細管など鋭利な断面をもつものは、適切な容器などに入れる。

### (2) 研究室毎に適宜廃棄物処理業者に委託して処理するもの

① 使用予定のなくなった試薬類。

② 法令で定められた有害物質、生活環境項目などの物質を含む固形廃棄物。

③ 使用済みのシリカゲル、アルミナ、セライト、活性炭、モリキュラー・シーブズなどの固形廃棄物。法令で定められた有害物質、生活環境項目などが吸着、付着している場合には、上記②に準じて扱う。

④ 使用済み乾燥剤などアルカリ金属、アルカリ土類金属系などで、微量、水溶性の場合は洗い流してもよい。不溶性のものは上記③に準じて取り扱う。

⑤ 上記(1)で分別収集されたもの。

### (3) 共通的に廃棄物処理業者に委託して処理するもの

以下の貯留区分に従い収集する。保管場所(廃液保管庫)への搬入に当たっては、下記の注意を厳守すること。

<分別区分>

① 水系

- 酸、強酸 ( $\text{pH} \leq 2.0$ ) または、アルカリ、強アルカリ ( $\text{pH} \geq 12.5$ )
  - (a) Cr (VI)、Pb、Cd を含むもの
  - (b) Hg を含むもの
  - (c)  $\text{Fe}(\text{CN})_6$  などシアン化物イオンを含むもの
  - (d) As、Se を含むもの
  - (e) 上記以外の金属を含むもの
- 有機系廃液を含むもの

② 有機系

- (a) 有機塩素化合物
- (b) 可燃性有機化合物
- (c) 難燃性有機化合物
- (d) ベンゼン、1,4-ジオキサン
- (e) 廃油
- (f) 無機系廃液を含むもの

(4) 貯留容器

- ① 実験廃液保管に適した容器 (アサヒプリテック製推奨) を使用し、貯留量は 18ℓ とする。過不足なく貯留する。
- ② 貯留容器は排出者の負担とし、アサヒプリテック製専用容器を推奨する。

(5) 搬入にあたっての注意

- ① 管理票は有機系と無機系の 2 種類があり、それぞれ、A 5 サイズで 4 枚 1 組の複写式となっている。必要事項をもれなく記入し、排出責任者 (教職員) が押印・署名する。また、ポリタンク ID 番号欄に排出者の ID (IASO システムの ID) と廃液の通し番号を、ID - 番号の形式で記入する。例えば、CIA-1、CIA-2、CIA-3 となる。この際、無機系と有機系は区別せず、年度を超えても通し番号をつける。
- ② 1 枚目から 3 枚目までを機器分析センター 2 階事務室に提出する。1 枚目はパウチフィルムでラミネート加工し、左上すみにパンチで穴をあけ、専用の取り付け具 (商品名アンビタッチ) でポリタンクの取っ手の部分にしっかりと取り付ける。2 枚目は機器分析センターで保存、3 枚目は処分業者への処理依頼の際に使用する。
- ③ 4 枚目は排出責任者 (各研究室) が保存、ファイルしておく。
- ④ 不明な点は、機器分析センターに問い合わせること。

12. 野外調査時の安全

地球環境科学コースおよび生物科学コースが実施する授業および卒業研究には、野外での実験や実習・演習がある。室内とは異なる危険が伴うため、以下の安全を心得

る必要がある。指導教員は、安全を第一とする指導を行っているので、たとえ単独あるいは学生だけで調査を行う時も、その指導に従って行動することが基本となる。また、自然を相手に「自分の身は自分で守る」姿勢を日頃から培っておくことも大切である。

### **(1)危険回避の鉄則**

時間的余裕のある計画で野外調査に臨む。また、調査中、調査地への往復時の交通安全も重要で、可能な限り公共交通機関を利用すること。やむを得ず、個人の車・バイク等を用いる場合には、交通規則を守り、安全運転に細心の注意を払う（例えば、後部座席を含むシートベルトの着用など）。基本的に自己責任となるので、過密なスケジュールや、過労運転など、安全確保を脅かすような行為は決してしないこと。また、日の入り後は事故のリスクが急増するので、まだ明るさが十分残っているうちに野外調査を終了する。

### **(2)安全確保の第一歩**

フィールドワーク実施のための有用な地域情報を、事前に収集・理解しておくこと。地元の人々の情報も、有用な場合が少なくない。危険な場所、例えば急崖、滝上、急流、淵、噴気地、倒木や落枝の可能性が高い場所などの存在を事前に確かめておき、むやみに近づかないこと。

### **(3)行動予定の周知**

毎日の行動予定を、宿舎の人・指導教員等に知らせておき、万一の場合における捜索・救助が容易となるよう配慮することも、安全確保の一環である。

### **(4)危険な動植物**

例えば蜂、蛇、毒虫、トゲのある植物、毒液を持つ植物などの生態・習性をあらかじめ良く理解しておく。救急処置の方法を熟知し、実行できるための練習を日頃から心がける。また、山林内では狩猟者による誤射にも気をつける。狩猟期間中の調査では、害獣駆除が行われる日時・場所を事前に把握することに努め、野生動物と誤認されないような色の服装をする。スズメバチなどとの遭遇が予想される場合、必要に応じて防虫ネットおよびポイズンリムーバーを携行すること（該当する実習では必要に応じて貸与または指示がある）。

### **(5)天候対応**

最新の気象情報をもとに、安全第一に考え、判断する。悪天候も考慮し、余裕のある日程を取ることが必要である。調査中の気象変化には十分注意し、天候が悪化するおそれがある場合や、天候が急変した場合は、ただちに調査を中止し、安全な場所へ移動する。特に夏期には、夕立の雷と鉄砲水等に、注意すべきである。

### **(6)服装、装備**

調査に合った、安全性・機動性・快適性の高いものを用いる。ヘルメットや手袋、保護眼鏡、安全帯など、状況に合った適切な安全具を着用すること（該当する実習では必要に応じて貸与または指示がある）。緊急時を想定し、非常食、着替え、懐

中電灯などの携行も重要である。ヘルメットは、生物科学コースおよび地球環境科学コースで貸与をしている。

### (7)健康管理

野外での実験実習では、特に健康管理に留意し、栄養補給や休養を十分にする。持病・救急薬品類を携行することも大切で、体調が悪いときは、無理をおして実験実習を行わないこと。また、日常から体力確保に努める。

### (8)ハイカーの知恵

トレッキングやハイキング、登山のノウハウが、フィールドワークに与える恩恵は大きいものがある。日頃から、これらの知識・基礎技能を身につけておくに役立つ。

## 13. 機器分析センター利用時の安全

機器分析センターには多様な分析機器が設置されており、高電圧、放射線、化学薬品等の点に注意すべきものも多くある。これらの機器を利用する際は、機器分析センター発行の「利用のしおり」、「安全マニュアル」等を熟読するとともに、機器分析センター主催の「利用講習会」に参加することが重要である。

## 14. 広域水圏環境科学教育研究センター利用時の安全

### (1)乗船調査・実習時の注意

乗船者は船長の指示に従うと同時に、次の事項を守る必要がある。

- ① 乗船定員を超えない。
- ② 乗下船時に落水しないように注意する。
- ③ 器材を整理整頓し、つまづかないようにする。
- ④ 重量バランスの観点から乗船者の配置を常に心がける。
- ⑤ 救命胴衣を着用する。
- ⑥ 走行時は重心を低くする。
- ⑦ 船べりの外側に手をかけない。他の物との接触時に手をつぶすおそれがある。
- ⑧ 竿などの長い物を船首側の外に出さない。杭などに触れると、はじき飛ばされる。
- ⑨ アンカー・採泥器などの取扱いに注意し、怪我をしないようにする。
- ⑩ 過度の日焼け、船酔い、防寒などに注意する。
- ⑪ 万一、事故が発生した場合は、お互いに協力して被害を最小にとどめるようにする。また、救助等に努力する。
- ⑫ 風波が激しく危険な時は、調査を中止する。

### (2)プロパンガス使用の心得

広域水圏センターのガスはプロパンガスなので次の点（特にガス漏れ）に注意する。

- ① 使用時は、排気ファンをまわし換気をはかり、また確実に点火されたことを確

認する。

- ② ガス漏れの際は、爆発防止のため、電気スイッチは絶対に点滅させない。
- ③ ガスが漏れた時は、ドアを開け放ち、静かにほうきを使って掃き出す。プロパンガスは空気より重いので、窓を開けても外に出ていかない。

## 15. セミナー室・演習室利用時の安全

セミナー室、演習室、計算機室、文献資料室には、様々な電気器具がある。使用の際は、それぞれの取扱説明書を読んで注意事項を守ることが大切である。ほとんどの器具は、使用後に電源を切ることになっている。しかし、コピー機や計算機には、電源を切らないで使うものもあるので、事前に管理者に確認しておくこと。故障・不調の時にはそのまま放置せず、管理者にその状態を連絡する。自分で内部を点検する時には、一旦電源をコンセントから外す。コンセントへの差し込みや引き抜き時は感電しないようにプラグをしっかり持つ。

器具を新たに設置するときには、「電気の取扱心得」の項に書かれてあることを守る。特に、電力に余裕があることを確かめ、タコ足配線は避ける。電源以外にも情報機器には接続ケーブル類が多数必要となる。イーサネットではハブを利用するなどして、これらが絡まないように収納しておくことは事故や火災の予防に大切である。

## 16. 物理学の実験・実習における安全

### 1) 実験・演習に際しての一般的安全心得

物理実験には熱・高圧・放射線など様々な危険が潜んでいます。これらの危険を防止するため、以下の事柄に注意する必要があります。

- (1) 実験・演習のオリエンテーションには必ず出席してください。また、各装置の利用前の説明でも、注意点をメモし、安全に心がける必要があります。
- (2) 各実験室の配電盤で元スイッチをオン・オフする際は、周りの人に合図し、確認します。
- (3) ガラス容器の位置、重量物の置き場所、配線の位置など、身の回りに注意を払い、危険の回避につとめましょう。
- (4) 実験・演習に集中してください。実験、演習中に異常を感じた場合、ただちに責任者に連絡してください。
- (5) 実験・演習中は、飲食をしてはいけません。
- (6) 実験・実習終了後は水道の開閉や空調の状態に留意し、はんだ鎧（ごて）の電源が切断されているか気をつけましょう。

### 2) 卒業研究などでの安全心得

- (1) 工作室（F棟107号室）

旋盤・フライス盤・帯鋸切断機などの工作機械が設置されています。工作室の利用中、怪我をしやすい作業が随所にあるため、学生が単独で使用することは禁止しています。卒研究生・大学院生が工作室を利用する場合は、担当教員から基礎的な訓練を受けた後、原則として担当教員立ち会いの下で使用してください。また、工作機械の使用時は適切な作業服やゴーグル・安全靴を着用するとともに、各機械近くの壁に記載されている注意事項を厳守してください。

#### ① 旋盤

バイト折れに注意しましょう。操作ミスや切削条件の不適切などで、バイト（切削刃）が折れて飛散する事があります。これが作業者に当たると大きな怪我をする事があり、危険です。

(a) 切削している部分で回転軸に直交する面上に立たないこと。

(b) 工作部分を見るため顔面などを近付けないこと。

(c) ゴーグルを使用すること。

#### ② 帯鋸切断機

無理に力を加えた切断を行うと、帯鋸が外れたり材料が飛散したりことがありますので注意が必要です。

#### ③ フライス盤

工作物の錐刃への食い込みに注意が必要です。（金属の厚板などに穴を貫通させる場合、錐刃が工作物に食い込み、工作物が刃と共に回転し始めることがあります。これは錐が板を貫通する直前に起こり易く、手で押さえただけで作業を行うのは危険です。錐の太さが6 mm以上のときはバイスなどで工作物を固定しましょう。）

##### <事故例>

配線中の回路セットに穴を追加する作業をしていて錐が食い込み、回路全体が回転しはじめ、電線が指に巻きついていたため指を落とした例があります。

#### (2) 高圧ガス（G棟各物理系実験室など）

物理系の多くの実験室では、酸素、窒素など各種の高圧ガスを利用します。毒性の強いガスはないですが、水素ガスなど、爆発・火災の危険のあるガスがあり、慎重な取り扱いが必要です（第5項参照）。学生が利用する場合は、指導教官の指示のもとに利用する必要があります。

#### (3) X線回折装置（G棟106号室、B棟物理実験室）

人体にX線ビームを浴びると、放射線障害のおそれがあるなど、非常に危険です。特に、ビームをそのまま目で覗いてはいけません。またX線発生用の高電圧などにも注意が必要となります。

#### (4) 高温炉（G棟各物理系実験室、F棟107号室、B棟物理実験室）

炉心が1000度を超える高温となるため、取り扱いに注意が必要です。炉の運転時は実験内容を明示して注意喚起をし、炉内の開放は十分に温度が下がっ

てから行います。

(5) 冷凍機（G棟102号室、G棟204号室、B棟物理実験室）

-270 度程度の極低温環境をつくる冷凍機です。使用の際は教員の指示に従ってください。特に、凍傷などのけがやヘリウムガス管の凍結による装置の爆発を防ぐために、冷凍機の試料空間の解放の際は温度が室温であることを確認するなど、操作手順を順守してください。

(6) 薬品の使用

医薬用外劇物を含め薬品を使用する際は、あらかじめ化学物質安全データシート（MSDS）等を活用し、その毒性、可燃性、爆発性等の危険性をあらかじめ調査する必要があります。特に、危険物質を取り扱う際には、必要に応じ、ドラフトチャンバー、保護衣、保護眼鏡、呼吸用保護具（マスク）、保護手袋等を使用してください。薬品は定められた方法により保管し、保管時に容器が落下、転倒、衝突等によって破損しないように適切な安全対策を講じましょう。

(7) 放射線同位元素の利用（E棟307号室、S棟701号室）

放射線同位元素を利用する際、利用者自身が、放射線を被ばくする危険性があります。このほか、放射線源の紛失等の場合、利用者以外にも被ばくさせる可能性があり、その取扱いには十分注意する必要があります。管理ノートを利用し、放射線同位元素を使用していない時には指定の保管庫に必ず返却しましょう。事故が発生した場合、ただちに指導者に連絡してください。

## 17. 化学の実験・実習における安全

### 1) 実験における一般的注意

- (1) 実験の目的、方法、使用する装置、薬品等について事前に予習し、理解を深めておいてください。
- (2) 教員・ティーチングアシスタント等インストラクターの注意および実験室におけるルールを遵守しましょう。
- (3) 夜間の実験は、単独では行わないでください。
- (4) 実験には常に危険が伴います。慎重に行う必要があります。特に①未知の反応及び操作、②複合危険のある実験- 火災と毒ガスの発生等、③苛酷な条件での反応- 高温・高圧等には、万全の注意と準備が必要です。
- (5) 実験室はすべて禁煙で、飲食物の持ち込みも禁止です。
- (6) 実験に使用する試薬はほとんど有害物質です。誤って飲み込んだり、皮膚へ付着したり、蒸気等を吸入したりした事故の際は、速やかに教員・ティーチングアシスタントの指示に従いましょう。
- (7) 危険を伴う実験では、さらに実験に応じた適切な安全措置を講じる必要があります。必ず保護用めがねを使用しましょう。
- (8) 装置、計器、機具類、バルブ等に勝手に手を触れないでください。配電盤のス



イッチ等には不用意に手を触れないでください。

- (9) 実験室内の清掃はもとより、実験台上の整理・整頓を常に心がけましょう。
- (10) 万一の事故発生に備え、消火器置場・スイッチ・避難経路等を確認しておきましょう。
- (11) 実験終了後は装置、器具等の手入れ・後始末を十分に行い、使用器具は元の場所に戻します。破損した場合は、教員・ティーチングアシスタントに連絡しましょう。

## 2) 装置・機器に対する安全の知識

### <一般的注意>

取り扱いを誤れば、すべての装置が危険といえます。特に大きな災害を与える可能性のある装置を取り扱う場合には、十分な知識をもち、入念な注意を払う必要があります。化学の実験装置で予想されるような主な事故を以下に挙げましたが、詳細は指導教員・ティーチングアシスタントに聞いたり、実験安全指針に関する書籍等を参照してください。

- (1) 電気装置；感電、火災、爆発等
- (2) 機械装置；機械的な傷害
- (3) 高圧装置；爆発、火災
- (4) 高温・低温装置；やけど、凍傷、火災、爆発
- (5) 高エネルギー装置；感電、やけど、失明
- (6) ガラス細工；やけど、切傷

### <測定機器の操作上の注意>

各研究室が所有する測定装置・機器については、教官による指導の下、安全上のルールを守って利用してください。化学領域が管理する共通測定装置を利用の際は、各機器の取り扱い説明書を熟読した上で、操作ミスによる事故が起こらないよう注意してください。機器の保守上の注意もよく守りましょう。使用する機器の周囲はもとより、共通測定室内は常に清潔に保ち、また使用する試料による汚染のないよう心がけてください。

## 18. 生物科学の実験・実習における安全

### (1) 実験・実習に際しての一般的安全心得

- ① カバン、本、その他の各自の所持品は、指定された場所に整理して置く。
- ② 使用しない装置、計器、器具類には、許可なく手を触れない。
- ③ 実験・実習には、危険回避を念頭に置き、真剣な態度で臨む。
- ④ 実験室内で飲食はしない。

- ⑤ 実験・実習終了後は、使用した装置、器具などの手入れを十分に行い、所定の場所に整理整頓する。机、実験台、床を清掃する。
- ⑥ 野外での実習に際しては、「B編 12. 野外調査時の安全心得」の項を参照するとともに、毒性のある動植物、カ、ダニなどが媒介する感染症、傷口からの細菌感染には十分に注意する。指導者はこれらに関し、それなりの経験と知識を有しているので、注意や指示を守って行動する。  
特に注意を要する具体例として、以下のことを挙げておく。
- 社会性蜂ならびにハリアリによる刺傷事故： アナフェラキシー・ショック（一種のアレルギーショック）によって、刺傷後数十分以内で重篤な状態に陥る場合もある。
  - 毒蛇による咬傷
  - ムカデ類による咬傷
  - 重篤なアレルギー反応をおこすことがある植物によるかぶれ（ウルシ、ツタウルシ）
  - ツツガムシ病感染： 土壌中のツツガムシ（ダニの一種）から感染
  - マダニ媒介性感染症： ヤブの中で調査後は体にマダニがついていないか調べる
  - 釘等の踏み抜き事故による破傷風感染
  - 海棲動物による刺傷事故（クラゲ、イモガイ等）
- ⑦ 実験・実習時に行われる指導者からの注意や指示を守って行動する。

## (2) 装置・機器に関する安全心得

生物科学分野の実験では、以下の装置・機器を使うことがある。安全に使用するには、適切な取扱方法を守る。下記は要点のみであり、使用前に「取り扱い説明書」等を必ず読むこと。

### ① 電子顕微鏡

- ◎電子の加速や真空の測定に高電圧を使用しているので、装備されている高圧電源、ケーブル、トランスなど高電圧注意と示されている箇所には不用意に近づかない。
- ◎フィラメント交換等で電子銃部を開ける時は、高電圧注意と示されている箇所があることを確かめたのち、ウェネルトに触れる。
- ◎電離放射線およびその障害防止に関する知識を習得する必要がある。

### ② 紫外線発生装置・トランスイルミネーター

- ◎これらの装置は、有害な紫外線を放射するようになっており、短時間の照射で重度の炎症を起こすおそれがある。紫外線が皮膚や目に直接あたることのないようにする。
- ◎使用の際は、紫外線防護カバーや紫外線防護マスク、手袋などを着用する。
- ◎使用後は確実に電源を切り、2次的な事故が起きないように注意を払う。

### ③ 電気泳動装置

- ◎漏電を防ぐため、電極や電源部に水や緩衝液等をかけないように注意する。
- ◎高電圧をかけるため、泳動槽のカバーを確実に装着し、泳動中は絶対に電極付近に手を触れない。
- ◎濡れた手で電源等を操作しない。
- ◎装置に異常がある時は、直ちにスイッチを切り、プラグをコンセントから抜く。
- ◎使用後は泳動槽をきれいに洗浄し乾燥させる。

#### ④ 高圧蒸気滅菌装置（オートクレーブ）

- ◎使用前に、釜内部の水が規定量あることを確認し、釜の蓋は確実に閉める。
- ◎滅菌処理終了後は、内部圧力、温度が十分に下がるまで絶対に蓋を開けない。
- ◎装置の表示温度が下がっても、蒸気は予想以上に高温なので、蓋を開ける際には、蒸気が身体にかからないように注意する。
- ◎使用後は、釜内部を清掃し、水を交換する。

### (3) 実験動物に対する安全心得

実験動物を飼育する際は、常に清潔な環境を維持するように心がけ、動物への感染がないように注意する。特に野外の犬・猫等に触れた手や衣服のままに実験動物を取り扱わないようにする。

実験動物に不必要な苦痛を与えないように十分注意する。実験動物に不必要な苦痛を与えることは、「動物の愛護及び管理に関する法律」により禁じられている。

動物の取扱方法についての指導に従う。万一、噛まれた場合は、傷を速やかに洗浄し、保健管理センター等で診察を受ける。

解剖器具の取扱いには十分注意し、実験目的以外には決して使用しない。

### (4) バイオハザード防止のための安全心得

組換え DNA 実験を行う際には、あらかじめバイオハザード防止の教育訓練を受け、組換え DNA 実験従事者の登録をおこなう必要がある。

宿主となる生物や、無菌操作法に関する知識を十分に身につけてから実験に臨む。実験に使用した器具や消耗品、組換え体等の廃棄処理は、指示に従って厳格に行う。

その他、実験指導者の指示を守る。

## 19. 地球環境科学の実験・実習における安全

本章のほか、第1～18章にも、地球環境科学系（地学系）の実験実習を行う上でも重要な事項がたくさん書かれています。時間のあるときに全体を熟読し、安全に対する基本的原則を理解した上で、実験実習に臨みましょう。

### 1) 実験・実習に際しての一般的安全心得

- (1) 装置・器具・実験室等、実験・実習に使用するもの一切は、教員・学生・共

同研究者など、学内外における多数の研究者に供用されています。一人の怠慢、反則が、自分にとどまらず、大勢に実害を及ぼすことを頭において作業を行ってほしいと思います。

(2) 実験室内には、扱いを誤ると危険な装置、器具、薬品類が多数あります。実施する実験・実習の目的、方法、装置、取り扱う物品等について、予習をおこない、事前に理解を深めておきましょう。また、使用予定の装置、計器、器具類以外に、不必要に手を触れてはいけません。

(3) 整理整頓、清潔が、誤操作や異物の混入を予防します。カバン、本、その他の各自の所持品は、指定された場所に整理しておきます。実験・実習後は使用した装置、器具などの手入れを十分に行い、元の場所に戻し、机、床を清掃します。洗浄・清掃が完了するまで作業が終了したことにならない、というのが実験・実習の鉄則です。

(4) 実験室内では、喫煙はいうまでもなく、飲食も厳禁です。

(5) 気のゆるみは、誤操作や事故を招く主要因です。実験・実習は危険に注意し、真剣な態度で行いましょう。

(6) その他、指導者の注意、指示をよく守って行動しましょう。

## 2) 装置・機械に対する安全心得

地球環境科学系実験・研究では、種々の実験装置が利用されていますので、それぞれの機器の取扱心得を熟知し、遵守してください。ここでは、特に注意する点のみを挙げておきます。

### (1) SEM-EDS (機器分析センター)

①電子の加速及び真空の測定に高圧を使用しているため、高圧電源、ケーブル、トランス等、高圧印加箇所に近づかないようにします。

②フィラメントの交換等で、電子銃部を開けるときは、まず、高圧印加部分が接地されていることを確かめます。フィラメント切断後しばらく(30分程度)の間、ウェネルトが高温になっているので、手を触れないようにします。ウェネルトが冷却したことを確認した後、ビニールの手袋をはめてウェネルトに触れます。

③その他、SEM-EDS 使用心得を守ることが基本です。

### (2) 真空蒸着装置 (機器分析センター、K棟719号室)

①炭素アークの光は極めて強力で、直接見ると網膜が焼け、白内障を起こしますので、使用時にはアーク光を直接見ないようにしましょう。

②冷却水の不足は、油拡散ポンプの油の焼き付きをおこします。また、長時間連続してロータリー式真空ポンプを使用し続けると、真空ポンプの油の飛散をおこし、ときに発火することがあるので、注意してください。

③蒸着後は、アーク棒やその周囲が極めて高温になっているので、十分冷えてから次の操作を行いましょう。

④バルブ操作は、慎重に確実に行うことが肝要です。

(3) 超伝導磁力計 (G棟 1 1 1 号室)

①液体ヘリウムを使用しているため、操作を誤ると危険です。平常の測定の場合は、液体ヘリウムが入っているデュワー関係のバルブには手を触れないでください。また配線が床付近に集中しているため、足下に注意が必要です。

②液体ヘリウムのトランスファーは極めて慎重に行う必要があるため、マニュアル等で操作手順を十分学習した後、必ず教官の指示に従って作業を進めます。その際特に注意する点について、以下に列挙します。

(a) 服装は、なるべく肌を露出しないものとし、革手袋を着用します(軍手は不可)。

(b) ヘリウムガスボンベは高圧がかかっているため、バルブの操作には十分気をつけましょう。万一の場合に備えて、操作時にはバルブの延長線上に体を置かない事が重要です。

(c) トランスファー中は、デュワー内の圧力が高くなりすぎないように排気バルブを調整してガス抜きを適宜行います。その際、時々ヒートガンを使用して排気バルブの凍結を防止します。もしデュワーの内圧が減少したときにバルブが凍結すると、空気が逆流して排気管内に凍結空気の栓ができてしまいます。そうするとデュワーの内圧上昇を止めることができず、デュワー全体の破裂につながるため、非常に危険になります。

(4) 岩石切断機・精密切断機 (G棟 1 1 8 号室)

①岩石を高速回転するダイヤモンドソウブレードで切断するため、無理な負荷をかけると、ブレードの損傷、岩石片の飛び散り、モーターの焼き付きなどが起きる危険性が高くなります。特にブレードが損傷するとその破片が飛ぶことがあります、非常に危険です。岩石は刃に対して真っ直ぐ、ゆっくりと押すことが基本です。

②冷却水を忘れず、十分に流します。

③試料切断中は、安全のためカバーを外さないようにします。

④電源にはアースを必ず取りましょう。

(5) 岩石研磨機 (G棟 1 1 8 号室)

①適量の潤滑油又は水を補給します。適切な使用法は研磨材の無駄を無くし、ガラス薄片でのケガも防ぐ効果があります。

②アースを必ず取ります。

③薄手のゴム手袋などを着用することでもけがを防げます。特に慣れないうちは着用すると良いでしょう。

(6) コアピッカー (G棟 1 1 8 号室)

①配電盤に配線するときは、指示どおりにします。逆に接続すると、コアピッカーが逆回転し、稼働式の給水管が急に回転し、顔面を直撃して危険です。

②サンプルにビットを当てるときには、十分にゆっくり操作します。急激に操

作すると、ビットが欠けることもあり、危険です。

③サンプルが欠けて飛ぶことがあるので、顔面をサンプルに近づけてはいけません。

④ビットが完全に停止していることを確認してから、次の操作に移ります。

(7) 岩石粉碎機 (G棟 1 1 4 号室)

①粉塵が出るので換気を良くし、必ず防塵マスクを着用しましょう。

②岩石片が飛び出ることがあるので、試料導入口を覗いてはいけません。

(8) ロックトリマー (G棟 1 1 8、1 2 0 号室)

①適当な大きさの岩石を割り出すのに用います。割ろうとする岩石が大き過ぎると負荷がかかりすぎ、岩石片や油圧機が外れることがあります。あらかじめハンマーなどで適当な大きさにしてから使用しましょう。

(9) ドラフトチェンバー (G棟 1 1 6、1 1 7 号室)

使用の際には以下のことを確認し、正常な状態で運転させましょう。

①スイッチを入れた後、必ず吸気していることを確認します。

②付設されている排気洗浄装置が、正常に運転していることを確認します。

③排気洗浄装置の洗浄水が弱アルカリ性であることを確認します。洗浄水が酸性によっていたら指導教員のもとで pH 調整をします。

(10) 集塵機 (G棟 1 1 4 号室)

① 粉塵がでる岩石のトリミングや化石のクリーニングの際には、必ず運転して粉塵を拡散させないようにしましょう。終了後も作業台周辺の岩屑を片付けましょう。

② フィルターと粉塵トレイは定期的に清掃しましょう。

(11) 水銀ランプ・紫外 LED・レーザー

これらを使用するときには、B 編 8 の「レーザーや紫外線などの強い光に対する安全心得」をよく読んで、その注意を守りましょう。

(12) 高圧ガス

これらを使用するときには、B 編 4 の「高圧ガスの取扱心得」をよく読んで、その注意を守りましょう。

(13) ボール盤、弓鋸盤 (G棟 1 1 8 号室)

怪我をしやすい作業があるため、学生が単独で使用することは禁止されています。卒研究生・大学院生が工作室を利用する場合は、指導教員から、基礎的な訓練を受けた後、原則として指導教員立ち会いの下に使用してください。

①いずれも、不用意に顔など近付けないようにしましょう。防護メガネをかけ、切りくずが目に入らないようにしましょう。手袋はまきこまれる可能性があるため、着用しないこと。

②弓鋸盤始動時に弓鋸の往復動により頭などを打たれぬよう注意が必要です。力を入れすぎると刃が折れます。折れてしまったときは直ちに停止させましょう。

- ③工作物の錐刃への食い込みに注意が必要です。（金属の厚板などに穴を貫通させる場合、錐刃が工作物に食い込み、工作物が刃と共に回転し始めることがあります。これは錐が板を貫通する直前に起こり易く、手で押さえただけで作業を行うのは危険です。錐の太さが6 mm以上のときはバイスなどで工作物を固定しましょう）。