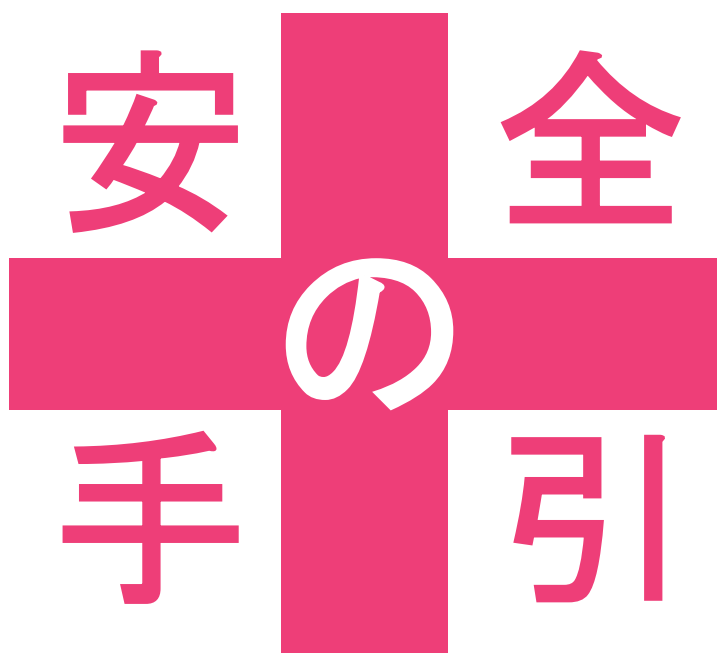




京都大学大学院農学研究科・農学部

環境・安全・衛生委員会

令和7年4月

## はじめに

大学における教育研究活動では、さまざまな実験や実習、野外調査などを行います。それらには、日常生活とは異なる独特の危険が伴っており、大きな事故につながった例もあります。しかし、ライオンを檻に入れてしまえば危害をもたらす可能性が大きく低下するのと同様に、実験や調査のなかにある危害要因を理解し、それらの要因をうまく封じ込むことができれば、事故の発生はかなりの確率で防げます。また万一事故が発生した場合でも、被害を最小にする適切な対応ができるような準備をしておくことはきわめて重要です。

この手引は平成9年に農学研究科・農学部環境安全委員会が研究科構成員の安全意識の向上をめざして作成した冊子が基盤になっています。当時は、大学院重点化施策により改組が行われ、研究の高度化、専門化が進むなか学生数も増え、ともすれば安全教育の基本がおろそかになることが懸念されていました。そのような状況の下で、「改めて、安全の問題に対して注意を呼びかけ、また、普段から事故などの際の対応の仕方を知らせておくため（初版まえがきより）」につくられた冊子でしたが、その後国立大学の法人化という安全衛生管理の規制上大きな変更があり、またいくつかの重要な法令改正もあって、改訂が何回も加えられてきました。特に近年は、耐震改修工事によって農学研究科の施設設備が一新され実験環境が大きく変化したことをふまえて、25年版を全体にわたりかなり大きく改訂したところです。しかし改めてその改訂版を本委員会でも検討したところ、やはりいくつか不十分なところが見つかり、一部を加筆・修正して本令和7年版の発行に至っています。

実験に使用する機器や実験手法はどんどん進歩・変化しています。安全管理、安全対策のあり方もそれに対応して常に見直しが必要です。研究科の皆様には、不十分な点や修正すべき点、加えるべき事柄など、この手引に対して遠慮のないご意見をお寄せいただければ幸いです。

この手引が安全で充実した学生生活、研究生活に役立つことを祈っています。

令和7年3月

農学研究科環境・安全・衛生委員会

## 目次

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 実験を始める前に                     | 1  |
| 1 章 緊急の場合は                   | 2  |
| 1) 火災                        |    |
| 2) 人身事故・急病                   |    |
| 3) 異常・トラブル                   |    |
| 4) 事件・不審者                    |    |
| 5) SSCカード                    |    |
| 2 章 火災・地震災害                  | 8  |
| 1) 火災                        |    |
| 2) 地震                        |    |
| 3) 都市ガスによる災害                 |    |
| 3 章 電気                       | 12 |
| 1) 電気器具使用上の一般的注意             |    |
| 2) 感電防止と感電時の処置               |    |
| 3) 電気火災と爆発の防止                |    |
| 4 章 機械・溶接作業                  | 16 |
| 1) 作業室等の整理・整頓                |    |
| 2) 作業服及び保護具                  |    |
| 3) ホイスト、チェンブロックなどによる吊り上げ作業   |    |
| 4) 手工具による作業の注意事項             |    |
| 5) 工作機械使用に当たっての注意事項          |    |
| 6) アーク溶接作業における注意事項           |    |
| 5 章 高圧ガス・液化ガス                | 21 |
| 1) 高圧ガス                      |    |
| 2) 液化ガス                      |    |
| 6 章 化学実験と化学薬品                | 24 |
| 1) 基本的注意事項                   |    |
| 2) 化学薬品の取扱い                  |    |
| 3) 廃棄物、実験廃液及び実験排水、不用薬品に関する事項 |    |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 7章 化学実験機器                     | 36 |
| 1) 圧力容器（オートクレーブ）              |    |
| 2) 遠心機                        |    |
| 8章 爆発                         | 40 |
| 1) 爆発の種類                      |    |
| 2) 物理的爆発                      |    |
| 3) 化学的爆発                      |    |
| 4) 爆発性ガス、引火性液体の取扱い            |    |
| 9章 放射線・放射性同位元素の取扱い            | 43 |
| 1) 一般的注意                      |    |
| 2) 放射性同位元素等の取扱者の登録と再教育訓練      |    |
| 3) RIの取扱いに際しての諸注意             |    |
| 4) 放射線照射装置の取扱いに際しての諸注意        |    |
| 5) 密封放射性同位元素装備機器の取扱いに際しての諸注意  |    |
| 6) エックス線装置の取扱いに際しての諸注意        |    |
| 7) 関連法令、規則及び安全確保を目的にした取り決めの遵守 |    |
| 8) 取扱者の健康管理                   |    |
| 9) 事故・危険時の措置                  |    |
| 10章 実験動物・微生物                  | 47 |
| 1) 実験動物の取扱い                   |    |
| 2) 微生物の取扱い                    |    |
| 3) 組換えDNA実験（遺伝子組換え実験）         |    |
| 11章 VDT作業                     | 50 |
| 12章 野外調査                      | 51 |
| 1) 野外活動に関する一般的注意              |    |
| 2) 山での調査研究                    |    |
| 3) 海洋調査研究                     |    |
| 4) 国外での野外調査                   |    |
| 13章 農学研究科における環境安全衛生管理体制       | 61 |

参考文献 ..... 64

参考) 学内での事故や負傷事例 ..... 65

## 実験を始める前に

最近、大学内で事故が多発しています。命に関わる大きな事故はあまりありませんが、火傷、ケガ等は頻繁に起こっており、小規模な爆発（高圧ガスボンベの事故等）も起こっています。また、毒物、劇物の管理不十分も指摘されています。ひとつ間違えば大きな事故、事件にも繋がります。

室内、屋外を問わず研究、実験や作業、活動を行う場合の共通した注意点を挙げておきます。これらを遵守し、安全の確保に心掛けて下さい。

- ① 土曜、日曜、祝祭日等の休日、及び夜間は原則として大学での研究、実験や作業は行わない。どうしても行う必要がある場合は必ず指導教員に届け出て了解を得る。
- ② 1人で研究、実験や作業を行わないで必ず2人以上の人数確保をし、安全な作業環境を心掛ける。
- ③ 非常時の避難経路、非常口を確認しておく。
- ④ デスクワーク以外の実験や作業を行う場合は、白衣、作業服等を着用し、必要に応じて、保護（安全）帽、保護マスク等を使用する。また、化学物質を扱う場合は、必ず保護めがねをすること。
- ⑤ 危険が予測される場合は、事前に必ず指導教員と打ち合わせ等を行い、安全確保に努める。
- ⑥ 消火器の置き場所を必ず把握しておく。

## 電話番号について

**本冊子には内線表示、局線（外線）表示がされている。電話のかけ方は次の通り。**

### 学内電話での内線番号使用の場合

- ・ 同一地区学内同士は4～5桁の内線番号をダイヤルすればよい。
- ・ 吉田本部地区、京大病院地区、桂地区から宇治地区へは**17－内線番号**を、
- ・ 吉田本部地区、宇治地区、桂地区から京大病院地区へは**19－内線番号**を、
- ・ 宇治地区、桂地区、京大病院地区から吉田本部地区へは**16－内線番号**をダイヤルする。

（京大病院地区には医学研究科・医学部を含む。）

### 学内から学外へ局線を利用する場合

- ・ 学内電話からは0（ゼロ）発信のため、**最初に0**をダイヤルし、続いて、**（市外局番）、市内局番、加入者番号**の順にダイヤルする。

学外から吉田本部地区・宇治地区の内線番号に電話をかけるには

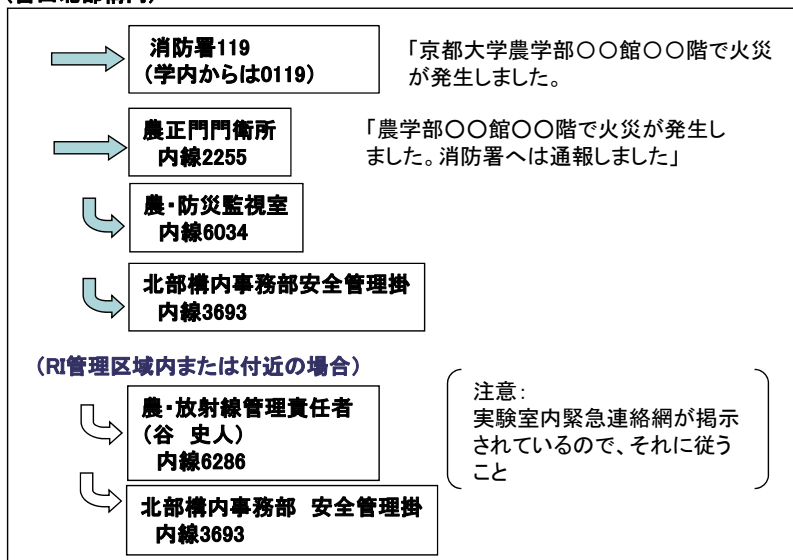
- ・ **【吉田地区】（075）753-内線番号 【宇治地区】（0774）38-内線番号**の順にダイヤルする（5桁の内線番号は繋がらない）。

## 1 章 緊急の場合は

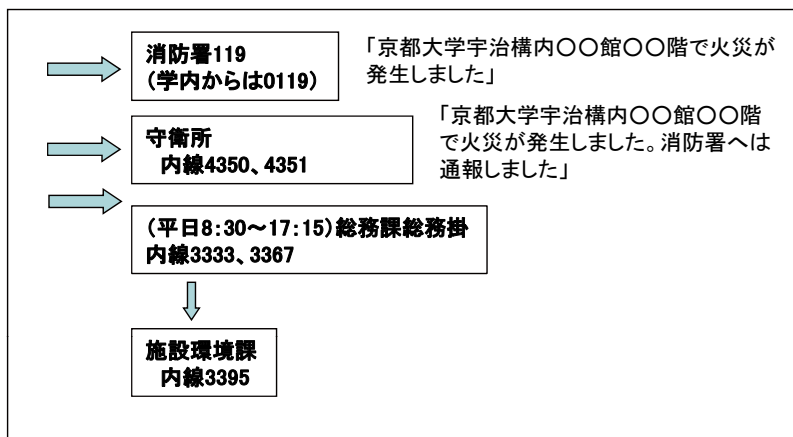
※附属農場、附属牧場は当該事業場に準備されている連絡体制に従う。

### 1) 火災

#### (吉田北部構内)

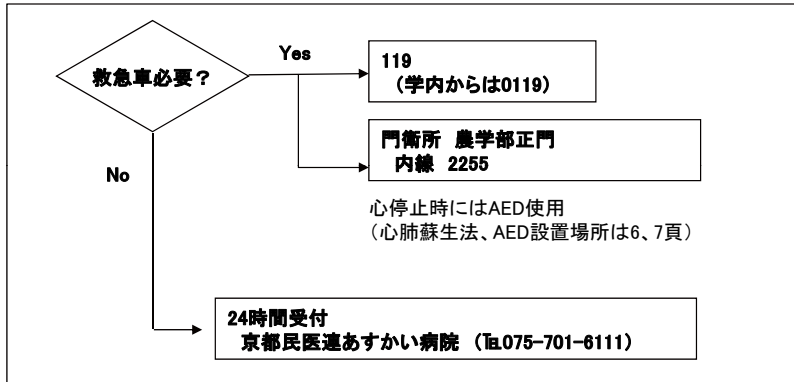


#### (宇治地区)

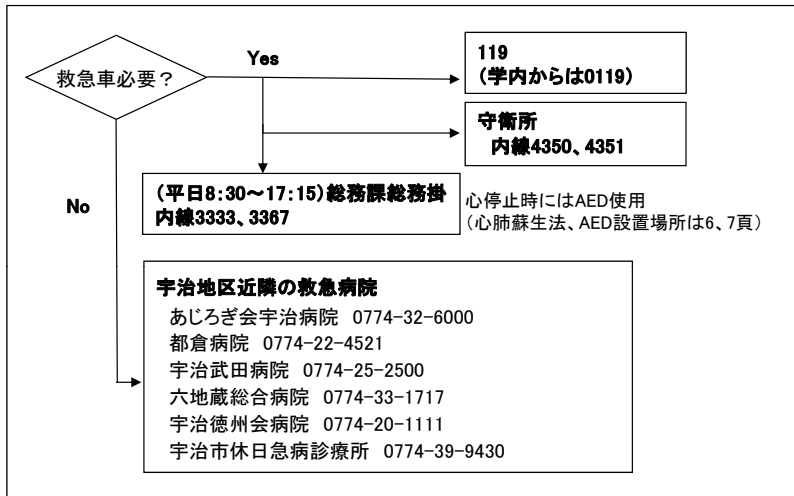


## 2) 人身事故・急病

(吉田北部構内)



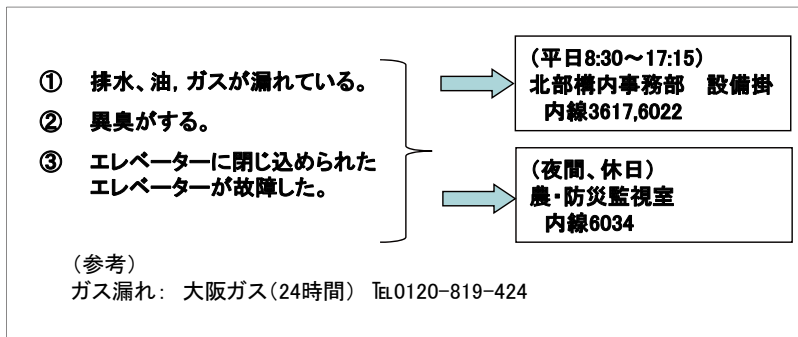
(宇治地区)



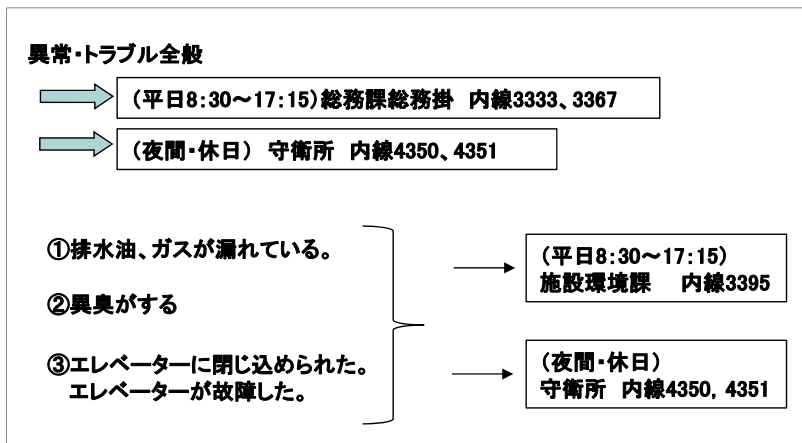
関係教職員(指導教員)への連絡も忘れずに

### 3) 異常・トラブル

(吉田北部構内)

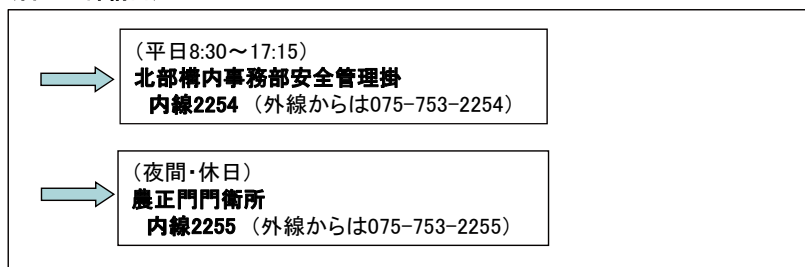


(宇治地区)

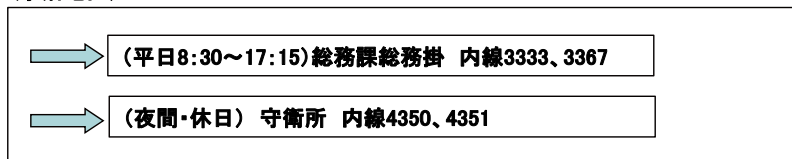


#### 4) 事件・不審者

(吉田北部構内)



(宇治地区)



#### 5) SSC(Safety Support Card)(北部構内のみ)

非常時の緊急連絡先を図示したSSCを配布しています。常時携帯すること。



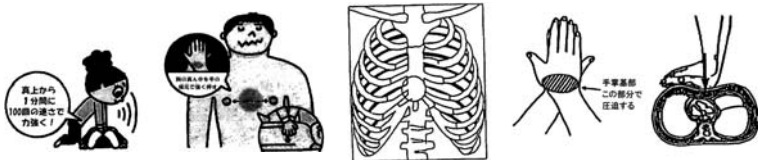
(おもて)



(うら)

## 心肺蘇生法～あなたの行動が人命を救う～

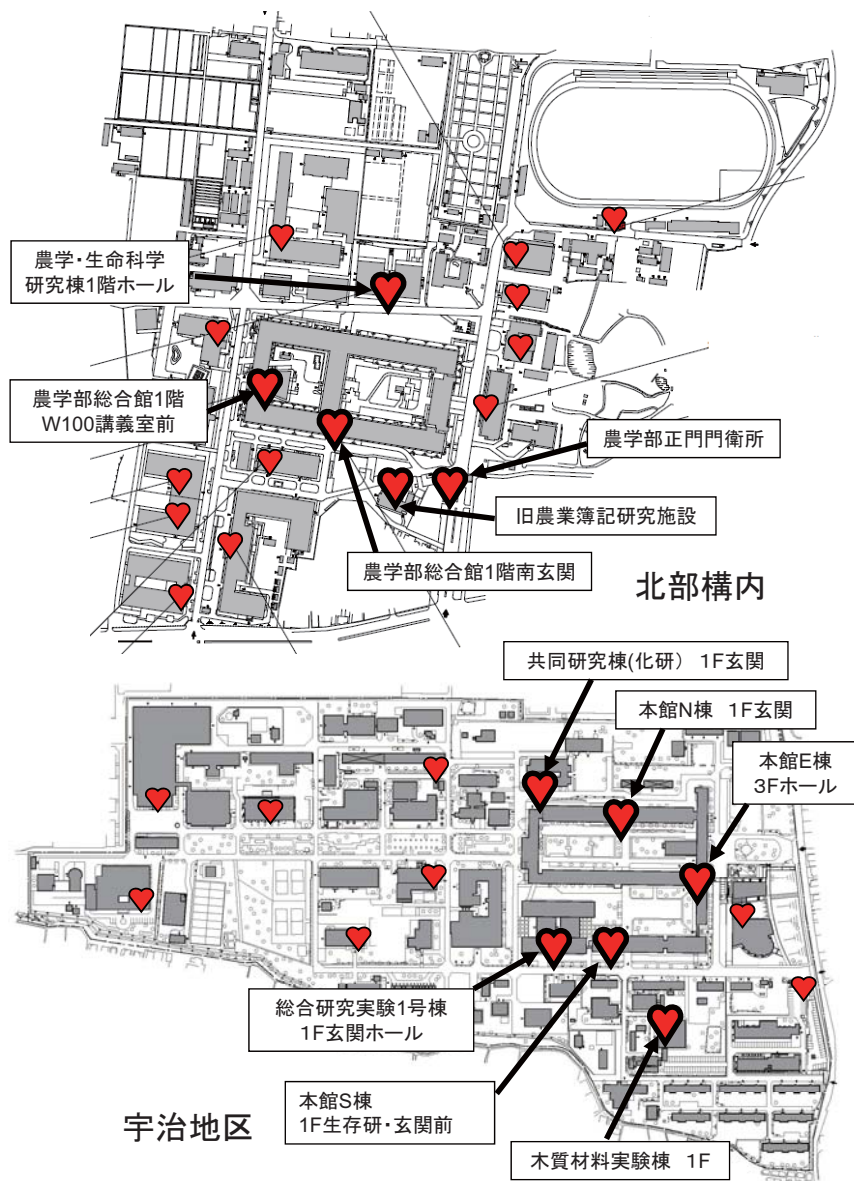
1. 誰かが突然倒れたら（倒れているのを見つけたら）、心停止の可能性  
がある。駆け寄って声をかけ、反応を見る。
2. 反応がなければ周囲の人に応援を求め（呼びかけ）、119番通報する  
とともにAEDを要請する。（持ってくるように伝える。）
3. 息が通りやすいように頭を後ろに反らせて、顎の骨の部分を持ち上げ  
気道を確認する。倒れている人の胸の動きを見て、息を耳で聞き頬で  
感じる。（10秒程度）
4. 反応がなく普段通りの呼吸がなければ「心停止」と判断し、直ちに心  
肺蘇生を開始する。
5. 胸骨圧迫（心マッサージ）を開始する。  
（乳首と乳首を結ぶ線上の中央（みぞおちより少し上）を真上から1  
分間に100～120回の速さで、4～5cmの深さになるくらいの圧迫  
を絶え間なく行う。他の人手があるのであれば2分くらい毎に交代し  
て行うが中断は最小限にする。）



6. AEDが到着次第電源を入れ、胸をはだけて、電極パッドを定位置に貼  
り、装置の音声メッセージに従い、電気ショックを行う。  
注）「除細動の必要はありません」のメッセージが出た場合でも、必ずしも心  
臓が動き出したとは限らない。明らかに動き出す変化がなければ、AED  
の指示に従い心肺蘇生を再開する。



## AED設置場所



## 2章 火災・地震災害

次のことは誰もが、常日頃から熟知、確認、確保しておく必要がある。

- ① 消火器、消火栓及び火災報知器の所在と使用方法。
- ② 非常口、非常用通路、避難経路。
- ③ 安全な避難通路確保のため、実験室・建物内の整理・整頓。
- ④ キャンパス（建物および敷地）内の禁煙。喫煙は屋外の定められた喫煙場所で行う。
- ⑤ 部屋から退室時には、機器や部屋の電源を切り、ガスの元栓を閉じる。

### 1) 火災

#### a) 火災の予防

- ① 出火の可能性の高いところには、用途に応じた消火器を用意しておく。
- ② 火気のそばに燃えやすいものを置かない。
- ③ 電気器具、ガス器具などの点検を怠らず、所定の方法で適正使用をする。

#### b) 火災発生の際の処置

- ① ためらわずに、「火事だ！ 火事だ！・・・」と大声で知らせる。
- ② 可能ならば、次のⅠ～Ⅲに心掛けて初期消火に努める。
  - Ⅰ 火元の器具、装置などの電気スイッチ、ガス元栓を閉じて近くの消火器で消火に努める。
  - Ⅱ 燃えやすいものを火元から遠ざける。
  - Ⅲ 衣服などに火がつけば直ちに水をかぶるか、あるいは床に転がり、消火を試みる。
- ③ 火勢が強く消火困難な場合には1章の連絡方法に従い電話連絡する。

### 2) 地震

#### a) 地震災害の予防

- ① 危険物は、日常的に使用する物でも倒れたり、落下したり、振動しないような状態にして管理する。
- ② 書棚、収納庫、アングル棚、ロッカーなどについて、150 cmを目安に背の高いものはアンカーボルトの使用等により、床、壁、柱に固定する。また、2段重ね等のものは上下を留め金具を使用して連結固定する。特に毒物、劇物の保管庫や普通薬品庫については、高さが低い場合でも揺れによる移動防止も考慮して、しっかりと床、壁に固定する。

- ③ アンカー留めが困難な重い実験装置やパソコン等は、粘着シート、耐震マット等の利用により転倒防止、落下防止をする。
- ④ 扉のない収納庫、棚、アングル書棚の収納物品について、頭上にある高段のものは落下防止の措置をする。
- ⑤ 天吊りのテレビや高所の物品については転倒、転落しないように台にしっかりと留めておく。

b) 地震発生の際の措置

- ① 火の気を断つ。
- ② 丈夫な机の下にとりあえず避難する。倒れやすいものには近寄らない。
- ③ 火災が発生したら、周囲の人に知らせ消火に努める。
- ④ ケガ人が出たら救出に努める。
- ⑤ 不用意に戸外に避難しない。避難は周囲の状況をよくみて判断する。エレベーターは使わない。

**3) 都市ガスによる災害**

a) ガス漏れ発生時の処置

- ① 火気を断つ。
- ② 元栓を閉じる。
- ③ 換気をする。換気扇は始動させない。
- ④ 処置不能の場合は避難する。
- ⑤ 所定の箇所へ通報する。(1章を参照)

b) ガス漏れ予防

- ① ガス管などの点検を怠らず、所定の使用方法に従う。
- ② 装置、家具類の移動の際には、ガスコックや管などを破損しないように注意する。
- ③ 元栓の所在と操作方法を平素から確認しておく。

## MEMO

### 消火設備とは？

消防法で消火設備は規模に応じて次のような分類がなされている。

第一種消火設備：屋内消火栓または屋外消火栓

第二種消火設備：スプリンクラー

第三種消火設備：水蒸気、泡、二酸化炭素、ハロゲン化物を用いた、消火器よりもやや大掛かりな消火設備

第四種及び第五種消火設備：大小一般的な各種消火器

（粉末消火器の充填剤は主にリン酸水素塩、炭酸水素塩）

第五種消火設備：バケツの水、乾燥砂

### 消火器の耐用（有効）年数は？

一般消火器の耐用年数は8年とされている。ただしこれはメーカー推奨の年数で、法律で決められたものではない。エアゾル型等の特殊なものは2～3年とされている。

### 災害時には・・・

#### ★吉田キャンパス北部構内

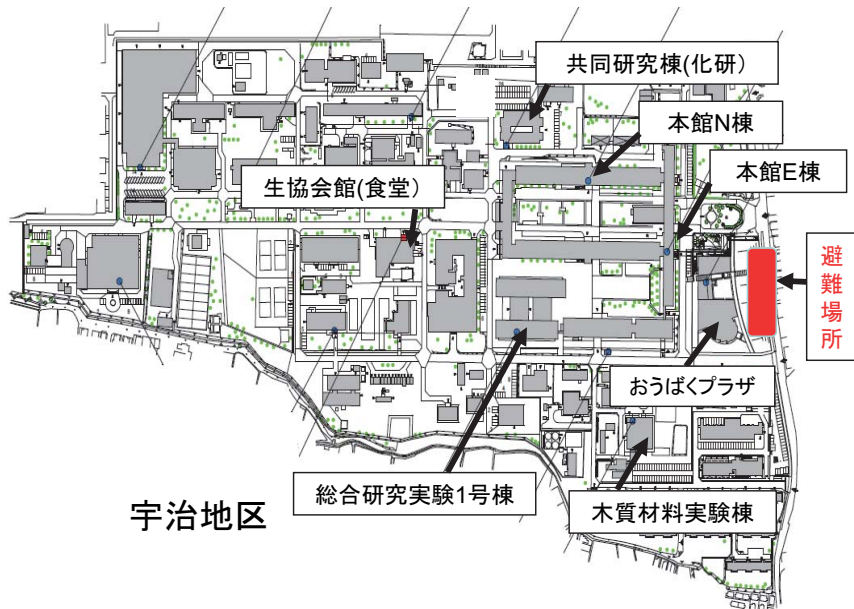
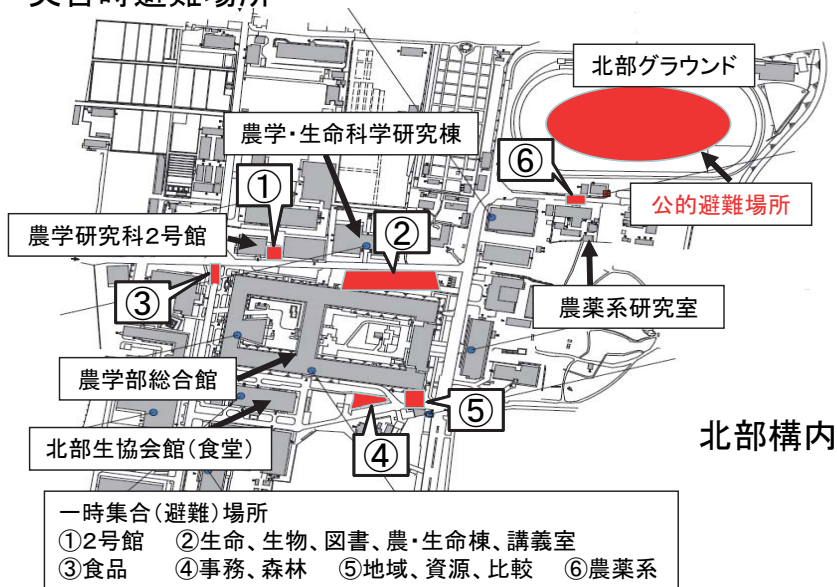
公的避難場所は農学部グラウンド。他にも専攻毎、災害時の所在場所により異なる一時集合（避難）場所が数カ所決められている（次ページに掲載）。非常事態がおこったら落ち着いて避難すること。避難指示のアナウンスが流れた場合あるいは教職員が誘導をしている場合は、必ずそれに従うこと。農学研究科関係の建物の避難経路図は以下のURLから検索可能。

[https://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/2011/04/27/post\\_45/](https://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/2011/04/27/post_45/)

#### ★宇治キャンパス

避難場所はおうばくプラザ前の空き地（次ページに掲載）。震度4以上の地震が予測された際にチャイム音とともに警報が館内放送で流れる。

## 災害時避難場所



### 3章 電気

#### 1) 電気器具使用上の一般的注意

電気器具での災害や事故は安全装置の故障、不適切な使用方法が原因になっていることが多い。実験室では実験者自身が電気に関する基礎知識を身に付け、電気の使用ルールを正しく理解し、普段の点検と正しい使用を常に心掛けることが肝要である。

- ① 3つ口アダプターや延長コード等での2次、3次配線のタコ足配線はしないこと。
- ② テーブルタップは接続する電気機器の電気容量より大きい容量のものを使用すること。
- ③ ビニールコードの接続は差し込みプラグを使用し、ハンダ付け等の接続はしないこと。
- ④ 電気機器及び電気材料は電気用品安全法の適合性検査を受けた証のSマークやPSEマークが表示されているものを使用すること。



民間認証機関による  
安全適合マーク



特定電気用品



特定用品以外

電気用品安全法による  
安全適合マーク

- ⑤ 電工ドラムのコードは巻いたままで使用しないこと（焼損の恐れがある）。
- ⑥ 電気機器には個別の電源スイッチを付け、使用ヒューズの定格電流値を表示しておくこと。
- ⑦ 被覆が破れたコード、劣化したコードは使用してはならない。
- ⑧ コンセント差し込み口からテーブルタップや延長コードを引く場合、あるいは機器等のコードをつなぐ場合で、やむを得ず床上にコードを置くとときは、踏みつけたり引っ掛けたりしないよう、コードをカバー、モール等で覆うこと。
- ⑨ 薬品やガスを使う環境では、機器及び配線コードが侵されないように注意すること。
- ⑩ 大電流で励磁中のマグネットは、漏れ磁界により鉄製品を吸引し、非常に危険なので注意すること。心臓のペースメーカーをつけている人は絶対に近

づいてはならない。

- ⑪ 電気機器の運転にあたっては、その使用方法・性能を把握することなくスイッチに触れてはならない。
- ⑫ アース（接地）を完全にとること。アースは水道管及びガス管からは絶対にとらないで、配電盤に付いているアース端子を使用すること。
- ⑬ 実験終了後、退室するときは、使用の終わった電気機器の電源スイッチを必ず切ること。夜間の無人運転の場合は、退室前に安全を十分に確認すること。
- ⑭ 停電により実験を中断するとき、あるいは中断して退室するときには電源を切るのを忘れないこと。
- ⑮ 停電に備えて、室内に懐中電灯を常備しておくこと。

## 2) 感電防止と感電時の処置

### a) 感電防止

感電による災害は、通電部や帯電部への接近・接触などにより人体を通して大地に電流が流れることにより起るが、高電圧の場合には、直接の接触がなくても気中放電により感電することもあり、十分な注意が必要になる。

- ① 電気機器のアースを完全にする。
- ② 水気や湿気のある場所で使用する電気機器や電源には、アースの他に漏電遮断器を取り付ける。
- ③ 電気機器の通電部・帯電部に直接触れる必要があるときは、電源を切って、アース棒などにより十分放電した後で作業を行うこと。
- ④ 濡れた手で電気機器に触れない。濡れた場所で作業をしない。また体がアースにならないように、必要に応じて安全帽、キズのないゴム手袋、ゴム靴を着用すること。
- ⑤ 電気機器からの漏洩電流を避けるため、付着したゴミや油を取り去り、機器を清潔に保つこと。
- ⑥ 高電圧・大電流の機器を取り扱う場合は、通電部や帯電部への接触を避けるため、絶縁物で遮蔽をするとともに危険区域である旨を表示する。また、運転時には赤色警報灯を点灯すること。
- ⑦ 高電圧機器を操作するときは2人以上で行い、手順に関する詳細で分かりやすいマニュアルを準備しておくこと。
- ⑧ 定期的に絶縁抵抗テスト（絶縁測定）を行い、異常や漏電の早期発見に努め日常の保守点検を十分にすること。

### b) 感電時の応急処置

感電によるショックを受けた人を見つけた場合には次の処置をとる。

- ① ただちに電源を切ってから、救護活動に入ること。やむを得ず通電状態のままで感電している電線や電気機器から身体を引き離す場合は、乾燥した木や竹の棒、ゴム手袋などを使用しなければならない。
- ② 現場近くの静養に適した場所に移して着衣をゆるめ、身体全体を楽にさせるとともに、ただちに救急車を呼んで病院へ運ぶこと。
- ③ ショック状態になり呼吸や心臓が停止している場合に対しては、AEDの使用とともに救急車が来るまで心臓マッサージを続けること（6、7ページの心肺蘇生法、AED設置場所を参照）。

### 3) 電気火災と爆発の防止

電気に起因する火災は、過負荷あるいは漏洩電流による熱での可燃物の発熱から起こる通常火災と、爆発性のガスや粉塵に電気火花から引火する爆発火災に大別される。

#### a) 通常火災の防止

- ① 3章1)で述べた「電気器具使用上の一般的注意」の各項を守ると共に、電線や電気機器に許容量以上の電流を流さないこと。
- ② ショート（短絡）したときの火花により可燃物に着火する恐れがあるので、電線や機器の周囲にはできるだけ可燃性のものを置かないようにすること。
- ③ 電線の接続部分の接触不良による発熱が発火の原因になる。特にネジ止めの場合には定期的に増し締めする必要があるため注意を要する。
- ④ 定期的に絶縁抵抗テスト（絶縁測定）を行い、異常や漏電の早期発見に努め日常の保守点検を十分にすること。

#### b) 爆発火災（事故）の防止

爆発性ガスや粉塵を取扱う場合は万全の注意を払わなければならない。

- ① 爆発性ガス（可燃性ガス、引火性の液体蒸気）及び粉塵が実験室に充満しないように、局所排気装置（ドラフトチャンバー）や除塵装置を使用すること。
- ② ガス検知器の設置が必要である。
- ③ 電源スイッチを入れるときには、正常なスイッチでもスパークやアークを発生するので防爆型のスイッチ、機器の使用を考慮しなければならない。
- ④ 静電気の放電スパークが爆発の点火源になる危険性を防止するため、帯電物の遮断、絶縁物の導体化、帯電量の減少を図るアースの方法、及び除電装置の設置などの対策を取るべきである。

#### c) 消火時の注意

電気火災の消火は、通電、帯電時に至近距離から水をかけると感電する恐れがある。粉末消火器や炭酸ガス消火器を用いることが肝要。やむを得ず注水消火を

する場合は注水ホースや消火器のノズルをアースしておくことも効果的である。

## MEMO

### **感電のショックによる危害は？**

感電によるショック（電撃）の強さは一般的に「通電電流の二乗と通電時間の積」で決まるが、そのほか、電圧の高低、周波数の波形、電流の体内通過路などによっても異なる。目安としては50～60 Hzの交流電源で感電した場合、10 ミリアンペアで筋硬直を起こし、100 ミリアンペアでは致命的な心臓障害によりショック死を引き起こす。

## 4章 機械・溶接作業

原動機、工作機械などを直接研究対象とする場合、また、玉掛け及び研削盤等の工作機械並びに電動機器等を使用する場合には、労働安全衛生法（第61条等）、労働安全衛生規則（第36条、第634条等）、行政通達（玉掛け作業の安全に係るガイドラインH12.2.24 基発第96号）に従わなければならない。また、資格、免許の取得、講習（特別教育）の受講が義務付けられているものもあるので注意が必要である。

### 1) 作業室等の整理・整頓

作業室等の整理・整頓は非常に重要である。怠ると事故に繋がり兼ねない。安全な通路は常に確保しておかなければならない。また、見やすい場所に緊急の場合の病院の電話番号等を掲示しておくこと。

- ① 使用者全員が協力して常に最良の状態を保つように管理を徹底する。
- ② 機械、器具、工具と通路をしっかりと区分し、それぞれの正しい置き場所と置き方を決めておく。
- ③ 室内の通路及び機械との間隔等は80cm以上の確保を徹底する。
- ④ 作業スペースは広く取り、作業の障害になるものは取り除くこと。また、加工材料や工具は足元に置かないで適当な台の上に置くこと。

### 2) 作業服及び保護具

- ① 作業服は体に合った軽快なものを着る。溶接、エンジン運転、切粉が飛散する機械加工、電気活線取扱い時は必ず長袖を着用する。袖口を締め、上着の裾をズボンの中に入れる。大きなポケットのないものがよい。白衣は着用しないこと。
- ② 機械や動力伝達装置の付近で作業するときは、頭に合った作業帽で頭髪を包むこと。頭部の傷害が起こる可能性のある環境ではヘルメット（安全保証期間内のもの）を着用すること。
- ③ サンドル、ぞうり、スリッパで作業しないこと。滑りやすい履物を避けること。足のケガは意外に多いので、JIS規格の安全靴を履くことが望ましい。
- ④ 回転部分、高速往復部分をもつ機械では手袋を使用してはならない。
- ⑤ 引火しやすいもの、尖ったものをポケットに入れないこと。
- ⑥ 危険が予想されるときは、それぞれの作業に適した以下の保護具を使用すること。
  - i) グラインダ作業やバリ取り作業などで飛散する切り粉や粉塵、あるいは有害薬液の飛沫が目や口に入ることを防止するため、保護めがね、防塵マ

スク、保護面などを使用のこと。

- ii) 溶接作業などで発生する有害光線の遮光のためには、遮光めがね、遮光面、革手袋、革製足カバー、革製前掛けなどを使用のこと。

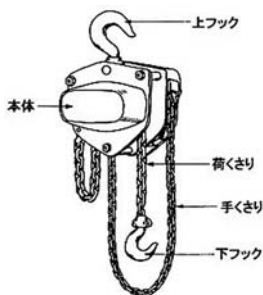
### 3) ホイスト、チェーンブロックなどによる吊り上げ作業

重量物の運搬は、労基法では断続作業で男 30 kg、女 25 kg以下とする。これ以上は必ずホイストあるいはチェーンブロックを使用すること。

ホイスト：巻胴、減速歯車、電動機等をコンパクトにまとめ、ワイヤーロープを用いて荷を上げ下げする巻き上げ機（荷役装置）のこと。

（クレーンの一種のテルハはレール上をホイストが移動することからモノレールホイストとも呼ばれる。）

チェーンブロック：小さい力で重量物を吊り上げるための滑車と歯車を組み合わせたもので、人がチェーンを引くことにより歯車を回転させ、何枚かの歯車を介した後、吊り上げ用のチェーンを引き上げる仕組みのもの。



チェーンブロックの一例

一般に吊上げ荷重1トン以上の場合、特別教育修了者または免許所持者以外は作業できない。1トン以下の場合でも経験者の指示に従うことが必要である。特に注意することは次の通りである。

- ① チェーンブロックを仮設物や構造物に取り付けるときは、その強度や変形程度を確かめ、補強を行うこと。支柱の足が滑らぬように対策をたてること。
- ② 作業前にチェーンブロック本体、及びロープなどの玉掛け用具類を点検すること。素線の多くが切断しているロープ、変形・腐食などで損傷しているロープを使用してはならない。
- ③ 用具には制限重量を表示すること。吊上物の重量を正確に把握し、定められた制限以上の荷を掛けてはならない。
- ④ ロープで荷物を吊るときは、ロープに働く張力を軽減するため、長さを十分にとりロープの開きを小さくすること。一本吊は避けること。

- ⑤ 作業は2人以上で行い、1人は荷物を注視し、その合図を受けてチェーンを操作すること。
- ⑥ 移動用のリフトを使う場合も、荷物の上昇・下降時にはキャスターをロックして、リフトが動かないようにする。また、運搬の場合は重心を低く保つこと。

#### 4) 手工具による作業の注意事項

- ① 使用前に工具に欠陥がないかよく点検すること。摩擦、変形、切れ味にも注意する。
- ② 工具の油はよく拭き取って、滑らないようにすること。手袋の使用厳禁。
- ③ 本来の用途以外に使用しないこと。
- ④ ドライバー、スパナ、パイプレンチなどは、ネジ、ナット、パイプの大きさに応じて適当な力が出せるような形状と寸法になっている。補助具を使うなどして過大な力を与えると、ネジがねじ切れるので注意する。
- ⑤ レバーなども同様に、普通の力で締めれば十分な力が出せるよう設計されている。過度の力を入れると、破損や手が滑ったりし、ケガのもとになる。
- ⑥ フランジなどのように多くのねじで取り付けるときは、回し締めによって次々と締めていくこと。緩める場合も品物を落下させない工夫がいる。

#### 5) 工作機械使用に当たっての注意事項

- ① 使用機械について、加工原理・作業方法・取扱いに関する知識を持つこと。初めて使うときは、熟練者の実地指導を受けること。
- ② 作業室では緊急時の連絡のため1人で作業することは避ける。
- ③ 電源スイッチを入れる前に機械の状態を点検すること。空転させてみて異常のないことを確認すること。
- ④ 加工物を確実に取り付けること。特に回転体では偏心やバランスに注意する。
- ⑤ 作業内容に応じて刃物を選択し、確実に取り付けること。
- ⑥ 工具や測定具は定められた場所に置くこと。チャックの締め具やスパナなどを突っ込んだままにしておくと、運転開始時に大事故を起こすようになる。
- ⑦ 作業内容に適した切削油を選び、作業中に発煙するときは排気すること。
- ⑧ 回転している物には、絶対に手を触れないこと。手袋の使用は厳禁である。また、加工物の寸法測定は機械を停止してから行う。
- ⑨ 機械を停止するときは、刃物を機械から離してからにすること。
- ⑩ 停電したときは、まずスイッチを切る。続いてベルトまたはクラッチ等を中立の位置に移すこと。

- ⑪ 木材加工機械の使用に当たっては以下の事項を守ること。
  - i) 使用する刃物は常に切れ味をよくしておくこと。
  - ii) 安全装置を取り外したり無効な状態で作業しないこと。
  - iii) 機械の運転開始時には、木片、用具などが刃部に触れていないか、他の作業者が危険な位置にいないかなどを確認すること。
  - iv) 腐れ、割れ、著しい反り、厚さむらなどのある材の加工は特に注意して行うこと。
  - v) 刃部の近くにある鋸屑や端材を取り除くときは、手ほうき、突き棒、エアガンなどで注意して除去すること。
- ⑫ グラインダー(研削砥石)の砥石交換作業は、特別教育を受けた者が行うこと。

## 6) アーク溶接作業における注意事項

アーク溶接：金属材料（母材）と溶接棒との間にアークを発生させる溶接法で溶接棒を取り付けた保持器（手溶接トーチ）を利用し、母材と溶接棒の両方を溶かしながら溶接を行う。（図4-1 参照）

### a) 装置の点検

溶接機の電源スイッチが開かれていることを確認したあと、以下の事項を点検する。

- ① アーク溶接機、溶接物（溶接棒）、被溶接物（母材）などを結線する、1次側、2次側ケーブルの接続、アースの接地方法などに誤りはないか確認する。水道管・ガス管・建物などにアースしてはならない。
- ② 溶接機ホルダの絶縁物の破損、ネジの緩み、溶接ケーブルの損傷の有無を点検する。不良品は補修するか、新品に替えておく。ホルダー及びケーブルとも JIS 規格に適合したものであること（ケーブル径は表 4-1 参照）。

### b) 服装・保護具

感電、アーク焼け、火傷等の危険を避けるため以下のことに注意する。

- ① 乾いた長袖、長ズボンの衣服を着用し、汗などによる漏れがないように気をつける。
- ② 必ず絶縁の安全靴（ゴム底など）を着用する。
- ③ 作業に当たっては必ず革製の乾いた溶接用手袋を着用すること。
- ④ 使用電流に対応した遮光度のプレートを入れた遮光面を使用する。遮光ガラスの両面には汚れを落とした透明ガラスを入れておく。

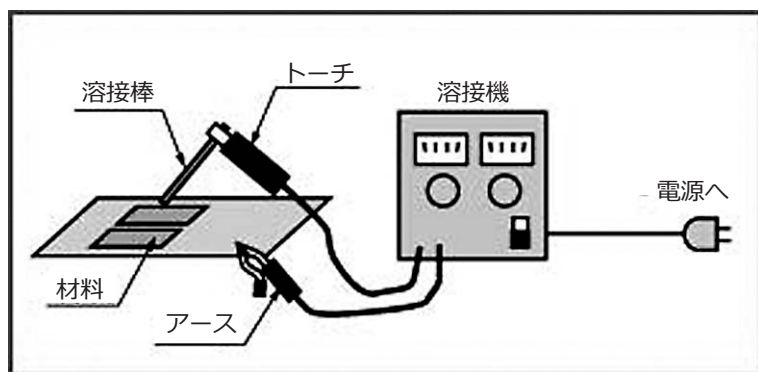


図4-1 アーク溶接模式図

表4-1 使用電流とケーブル断面積

| 2 次電流    | 推奨ケーブルの断面積          |
|----------|---------------------|
| 150 A 以下 | 22 mm <sup>2</sup>  |
| 250 A 以下 | 38 mm <sup>2</sup>  |
| 400 A 以下 | 60 mm <sup>2</sup>  |
| 600 A 以下 | 100 mm <sup>2</sup> |

※) 定格使用率50%の場合

## 5章 高圧ガス・液化ガス

### 1) 高圧ガス

高圧ガスを製造、保管及び使用する場合は、高圧ガス保安法、高圧ガス保安規則を遵守し、また、それらに従わなければならない。

#### a) 取扱いに関する注意

一般的な  $7\text{ m}^3$  の高圧ガスボンベのガス充填圧力は  $150\text{ kgf/cm}^2$  (約  $15\text{ MPa}$ ) であることを承知して、取扱いには十分な注意が必要である。

- ① 京都府高圧ガス容器保安対策指針は、ガス供給業者及びガス消費事業者（ガス取扱い、使用者）に対して、高圧ガス容器（ボンベ）は原則レンタルとし、同じガス容器は原則として1年以上同一事業所（同一保管場所）に留置しないことを掲げている。使用済み容器は直ちに供給業者に返却すること。使いきっていない容器であっても1年が経過すれば返却すること。またボンベは5年ごとの耐圧試験が義務付けられている。買い取ったボンベを使用しているときは、耐圧試験なしの5年以上の継続使用することはできない。
- ② 高圧ガス（ボンベ共）を取得した場合は、滞りなく京都大学化学物質管理システム（KUCRS：Kyoto University Chemicals Registration System）に登録をしなければならない。
- ③ ガスが充填されているボンベを実験室内で保管するときは、まず、ボンベ立てをアンカー留めにより壁及び床の両方に固定し、その上にボンベを立てて置き、ボンベ1本ずつの上下2ヶ所を鎖で緩みなく固定すること（1本の鎖で複数のボンベを固定しない）。
- ④ ボンベの運搬は専用の手押し車（ボンベキャリアー）を必ず使用すること。
- ⑤ 高圧ガスボンベの温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えないよう、加熱、室温等に注意すること。また、日光の直射等を避けるとともに通風の措置を講じること。
- ⑥ 高圧ガスボンベを取扱う場合は、毒性、可燃性、支燃性、爆発性等の危険性について十分配慮した上で取り扱わなければならない。（一酸化炭素はヘモグロビンに結合するので吸い込まないように注意し、ドラフト内で取扱うこと。）
- ⑦ 高圧ガスボンベは横倒しでは使用しないこと。
- ⑧ 可燃性及び支燃性ガス（酸素など）はシリンダーキャビネットに収容し、ボンベの周囲  $2\text{ m}$  以内では、特別の措置を取らない限り、火気を使用しないこと。また、引火性、発火性のものを置かないこと。
- ⑨ 不活性ガスを取扱う場合も部屋の換気を十分に行い、酸欠防止に努めること。

- ⑩ 減圧弁の取り付け、その他、使用法などについては必ず習熟者の指示を受けること。
- ⑪ 減圧調整器のネジは右ネジと左ネジがある。ガスに見合った減圧調整器を使い、絶対に他のガス用のものを流用しないこと。

## 2) 液化ガス

### a) 液体窒素、液体ヘリウムの取扱い

- ① 物性科学センターから供給を受ける場合は、当センターが主催の寒剤利用者講習会を毎年必ず受講し、その指示に従うこと。
- ② 液化ガスは気化するときに急冷するので凍傷防止のため、必要に応じて低温専用の手袋を使用すること。水で濡れた手袋は使用厳禁である。また、手袋はすぐに脱げるようにしておくこと。
- ③ 液体窒素、液体ヘリウム及び低温の金属部分には素手で直接触れないこと。
- ④ 酸素は窒素より沸点が高いため、長時間放置された古い液体窒素には必ず酸素が混じり込んでいて、有機物に接触させると爆発する危険性がある。古い液体窒素を使っているときは要注意である。
- ⑤ 液化ガス（液体窒素、液体ヘリウム）は常温下でも激しく蒸発し、気化した気体の体積は約 800 倍～1000 倍になるので爆発の危険がある。爆発防止のため、容器は密閉しないようにする。
- ⑥ エレベーターに容器を搭載して液化ガスを運搬するときは、決められたエレベーターを使い、エレベーターでの運搬のルールを守り、人と同乗しない（させない）こと。
- ⑦ 窒素は窒息性のガスなので、濃い蒸気を吸い込まないようにすること。
- ⑧ 液化ヘリウムの容器は特に口が狭く、容器の周囲を液体窒素で冷却しているので入口に氷がついて詰まることがあり、気化したヘリウムが逃げ場を失い爆発する。液化ヘリウムの容器については、特に注意が必要である。
- ⑨ 実験室内で液化ガスを使用するときは換気を十分に行うこと。

### b) 液体酸素の取扱い

本章の 2) a) を参考にし、凍傷、爆発、換気に注意するとともに支燃性を考慮し、油脂類や発火の危険性のある物質に接触させないようにすること。

### c) 液化炭酸ガスの取扱い

- ① 通常は高圧ガスボンベに充填されているので、本章の 1) 高圧ガス取扱の注意事項を参考にする。
- ② 本章の 2) a) を参考にし、凍傷、爆発、換気に注意すること。（炭酸ガスは空気より重いので天井の低い部屋では、滞留して高濃度になり、酸素欠乏を起こすことがある。）

- ③ 継ぎ目なし容器のガスを急激に使用する場合は、液化炭酸ガスが気化するための潜熱で容器中にドライアイスができることがあるので、必要に応じ温めながら使用し、ドライアイスの発生を防止する。加温は40℃以下の温湿布または温湯を使用する。

## MEMO

### ガスについて

高圧ガス保安法では次の4種類にガスを分類している。

- 不活性ガス：窒素、ヘリウム、アルゴン、二酸化炭素など9種
- 可燃性ガス：アセチレン、水素、アンモニア、酸素など39種及び爆発限界が一定の条件を満たすもの。
- 毒性ガス：一酸化炭素、硫化水素、アンモニア、亜硫酸ガスなど33種及び恕（じょ）限量（許容濃度に相当）が200ppm以下のもの。
- 特殊高圧ガス：アルシン、ジシラン、ジボラン、ホスフィンなど7種

### ボンベの色

ガスの種類により高圧ガスボンベは色分けされている：

水素（赤）、塩素（黄）、二酸化炭素（緑）、酸素（黒）、アセチレン（褐）、アンモニア（白）、その他（灰）

### 減圧調整器について

高圧ガスの減圧調整器は一般に可燃性ガス用は左ネジで、その他は右ネジである。

## 6章 化学実験と化学薬品

### 1) 基本的注意事項

化学実験には常に危険が伴う。それを十分認識した上で、事故を起こさないために細心の注意を払わなければならない。

#### I. 実験には周到な計画が必要である

無理なスケジュールは事故のもとであるので、実験を行う前に十分に計画を練らなければならない。指導教員の指示に従い、できる限り通常の時間帯に実験ができる（終える）ように予定を組む。夜間にまで実験がおよぶ時、あるいは夜間での実験は指導教員に届け出て了解を得ること。その際も同室者がいるように計画しなければいけない。

#### II. 実験には周到な準備が必要である

準備することを怠ってはいけない。使用する装置や薬品の点検に加え身支度にも実験に応じた準備が必要である。実験時には長袖の白衣着用を原則とし、保護めがね着用を怠ってはいけない。手袋、マスク等の保護具が必要時に着用できるよう、これらを常に準備しておく。履物については、かかとの付いたもの（ローヒールのくつ類がベスト）を履くこと。サンダル、スリッパ、ハイヒールの靴類は不適格である。

#### III. 常に実験の危険度を予測する

事故は予知できないが、危険度は予測（予知）できる。未知の実験でも常に危険度を予測して対策を立てなければならない。

#### IV. 事故発生時の対策を点検する

止めるべきガスの元栓、電気スイッチ、消火器や緊急シャワーの位置とその操作法、避難路、救急法及び連絡法などを前もって確認しておく。

#### V. 実験の後始末は丁寧に行う

後始末も実験の一部である。気を抜かずに行うこと。

#### VI. 実験室は常に整頓し、清潔を保つ

不用意な事故の減少、程度の軽減には実験室を清潔に保つことが不可欠である。

### 2) 化学薬品の取扱い

化学薬品はどのようなものでも、引火性、発火性、毒性、爆発性、腐食性、その他危険性の性質や、その強さ、濃度、量等の差はあるが有害で危険なものであることには違いない。

化学薬品を取り扱う場合は事前に化学物質安全データシート（MSDS）を活用

するなどして、化学薬品の毒性や性質、形状をよく知った上で指導教員の指示に従って取り扱うこと。

a) 化学物質の危険性

化学物質をその危険性によって分類すると次のようになる。危険性と言ってもいくつかの観点があることに注意してほしい。

① 危険な物質

危険物：発火、引火、起爆しやすく、火災や爆発を起こす恐れがあるもの。

ただし消防法では、火災発生につながる性質をもつものを「危険物」として指定している（「消防法上の危険物」として一般的な意味での危険物とは区別される。③ vi. 参照）。

高圧ガス：加圧充填ガスで、火災、爆発、または中毒を起こす恐れがあるもの。

② 有毒な物質

有害物質：強い毒性があり、急性中毒、健康障害を起こす恐れがあるもの。

公害物質：人の健康、あるいは環境の保全に著しい影響を与える恐れがあるもの。

③ 危険薬品

各種法規により指定されている以下の様々な物質を危険薬品という。

- i. 有機溶剤 第1、第2、第3種（有機溶剤中毒予防規則）（表6-1参照）
- ii. 特定化学物質 第1、第2、第3類（特定化学物質等障害予防規則）
- iii. 毒物 特定毒物（毒物及び劇物取締法）
- iv. 劇物（毒物及び劇物取締法）
- v. 石綿（石綿障害予防規則）
- vi. 危険物（消防法）：性質により第1類から第6類で分類されている。

（表6-2参照）

b) 化学薬品に関する注意事項

① 取得した教育・研究用化学物質（化学薬品、危険薬品、高圧ガス等）は、すべて京都大学化学物質管理システム（KUCRS）に登録すること。

② 化学物質の管理は京都大学化学物質管理規程及びその実施要項に従って適正に管理をしなければならない。

有害性、毒性、可燃性、爆発性等の危険性の高い物質については実験計画の段階から、必要性や代替物質などを十分に検討し、特に法令で定められている673（H30.7.1現在）物質について初めて使用する際にはKUCRS（京都大学環境安全保健機構 [https://kucrs.esho.kyoto-u.ac.jp/cris\\_v2\\_0/](https://kucrs.esho.kyoto-u.ac.jp/cris_v2_0/)）の機能を活用して必ずリスクアセスメントを実施し、危険性の高い物質の使用を最小限にする努力をしなければならない。

- ③ 地震時に薬品容器が落下、転倒、衝突により破損しないように適切な安全対策を日常から心掛けておかなければならない。万一、破損した場合でも薬品の流出、混合による火災、爆発が発生しないように安全な保管・管理が必要である。
- ④ 実験室内では飲食、喫煙をしてはならない。
- ⑤ 白衣、保護めがねの着用を励行する。保護マスク、手袋を常備し、必要に応じてこれらを使用しなければならない。
- ⑥ 有機溶剤等の危険物を取扱う場所では火気、電気火花、高熱物、静電気、衝撃、摩擦等の発火源、引火源及び起爆源の管理を十分に行い、安全の確保に努めなければならない。また、消火設備を常備しなければならない。
- ⑦ 有機溶剤の蒸気は一般に空気より重く床上を流れて広がり、離れた場所での着火源にも引火、爆発することがあるので注意しなければならない。
- ⑧ 蒸気と空気の爆発性混合気体が発生する恐れのある薬品を取り扱う場合は換気を十分に行わなければならない。
- ⑨ 有害物質の取扱い従事者は特殊健康診断を6ヶ月に1度受診しなければならない。

c) 危険薬品の取扱い

a)-③ にあげた危険薬品は特別な注意をもって取扱わなければならない。

- ① 危険薬品は教育、研究業務以外に使用してはならない。また、学外に持ち出してはならない。やむを得ない理由により持ち出す場合は、指導教員の許可を得なければならない。
- ② 危険薬品を取扱う場合は、飛散、漏れ、紛失等がないよう十分注意をしなければならない。また、容器は蓋または栓をした堅牢なものを用いなければならない。
- ③ 危険薬品は一般の廃棄物とともに捨ててはならない。
- ④ 第1種及び第2種有機溶剤、特定化学物質を使用する実験室を居室にしてはならない。
- ⑤ 毒物、劇物の取扱いは毒劇物取扱者としてKUCRSに登録されている者しか取り扱うことができない。毒物、劇物はそれぞれ個別に施錠可能な保管庫で保管すること。
- ⑥ 第1種及び第2種有機溶剤、第1類及び第2類特定化学物質を取扱う場合は、囲い式フードの局所排気装置（ドラフトチャンバー）を使用しなければならない。ドラフトチャンバーの排気能力は開口面での制御風速が、有機溶剤使用では0.4 m/s以上、特定化学物質の場合は0.5 m/s以上でなければならない。これらの制御風速については、危害防止のための自主点検にて毎年チェックを行う。

- ⑦ 有機溶剤、特定化学物質等の法に定められた有害物質を使用するドラフトチャンバーの排出ガスは、排ガス処理装置（スクラパー等）により除害した後に放出するなど法的に定められた方法によって大気に放出しなければならない。排ガス処理装置は水またはアルカリ性洗浄、活性炭処理、その他の方法（酸化的、焼却的手段）を必要に応じて組み合わせ、適正な排出が達成されるよう万全を期さねばならない。

### 3) 廃棄物、実験廃液及び実験排水、不用薬品に関する事項

有害廃棄物や化学薬品等（薬品が大量に染込んだ布や紙類を含む）は、原則として流しやゴミ捨て場、下水あるいは大気中に捨ててはならない。「京都大学における廃棄物の取り扱いについて」に従って処理しなければならない。

#### a) 廃棄物の分類

- ① 廃棄物は一般廃棄物と産業廃棄物に分類される。

一般廃棄物：一般家庭の廃棄物や事業所からのいわゆるゴミ類で、産業廃棄物以外のもの

産業廃棄物：主に企業（事業所）等の産業から排出される廃棄物。さらに普通の産業廃棄物と特別管理産業廃棄物に区分される。

- i) 普通産業廃棄物：燃え殻、汚泥（生産工程で排出される泥状のもの、カーバイトかす、ピルビット汚泥等）、廃油（引火点 70℃以上の油、タールピッチ等）、廃酸（pH 2 以上の酸類、各種有機酸等）、廃アルカリ（pH 12.5 以下のアルカリ液）、廃プラスチック、ゴム、金属、ガラスくず、がれき類など。処分は個人で業者に委託することが出来る。酸、アルカリ水溶液（着色していても良い）は pH 7 付近まで中和をして、大量の水とともに流しても差し支えはない。シリカゲル等もこの産業廃棄物に属する。

- ii) 特別管理産業廃棄物：廃油（引火性、揮発性油類、灯油類、軽油類）、pH 2 以下の廃酸、pH 12.5 以上のアルカリ性廃液、感染性産業廃棄物（注射針等を含む）。これらの廃棄物は個人で自由に処分（処理）はできない。ルールに従った手続きが必要である。実験廃液（有機廃液、無機廃液）、不用薬品等はこれに当てはまる。

また、特別管理産業廃棄物の中でも特に有害なものは特定有害産業廃棄物として分類されている。PCB 関連の廃棄物や石綿に関わる廃棄物がこれに当てはまる。

#### b) 実験廃液及び実験排水

##### I. 有機廃液

本学部・研究科においては、有機廃液の処理は外部委託処理を行っている。

有機廃液は次の4種類に分けて貯留し、指定された日時に搬出することになっている。(沈殿等がある場合は濾過をして、沈殿物を除去しておく。)

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1. 含ハロゲン廃油    | 2. 非ハロゲン廃油    |
| 3. 含ハロゲン希薄水溶液 | 4. 非ハロゲン希薄水溶液 |

廃液を貯留、保管する容器は、京都大学指定の白色の10Lポリ容器を使用すること。ポリ容器の使用(耐用)年数は7年を目安とする。それ以上の経年使用は控えること。

また、外部委託処理には、いくつかの搬出基準(条件)に適合する必要がある(フッ素や水銀は含まない等)、詳しくは「有機廃液処理搬出に関する注意事項」を参照のこと。この注意事項に関しては農学研究科の有機廃液処理担当でファイル保管しているので問い合わせること。

## II. 無機廃液

本学部・研究科では、無機廃液は外部委託処理を行っている。無機廃液は、(1) 水銀系、(2) 遊離シアン系、(3) 錯体シアン系、(4) 重金系、(5) 非重金系の5区分に従って分別貯留し、指定された日時に搬出する。これらの廃液は、京都大学指定の無機廃液容器で貯留・保管をしなければならない(重金系および非重金系は青色の20Lポリ容器、それ以外は灰色の20Lポリ容器)。容器の使用(耐用)年数は7年を目安とする。

外部委託処理を行うにあたってはその搬出基準(条件)に適合する必要がある(多量の有機物を含まないこと、オスミウム・タリウム・ベリリウムを含む搬出禁止物質を含まないこと等)。詳細は各専攻の無機廃液処理担当に問い合わせること。

## III. 実験排水(実験室の流し、ドラフトの排水口等)

- ① 実験により生じた廃液は三次洗液まで上記のI. 有機廃液、または、II. 無機廃液として処理する。その後の器具等の洗浄水(水溶液)は必ずpH 7付近に中和して、排水に流すこと。
- ② 特にジクロロメタン等の含ハロゲン溶媒は、排出基準が厳しいので、実験排水として流さないこと。
- ③ 実験排水は北部構内の建物毎に(農学部総合館は3ヶ所)貯留槽に流れ込み、pHがモニター・チェックされる。それぞれの貯留槽でpH異常が感知されれば(pH 4~10の範囲外になれば)警告が発せられ、注意を受ける。また、週に1度建物別貯留槽で採水され、ジクロロメタン等の揮発性有機塩素化合物および重金属類の濃度が測定される。場合により原因の究明、改善策の提出を要求されることもあるので、必ず中和後に排水を流すように徹底すること。

\*すべての排水は貯留槽から北部構内実験排水管理棟に送られ、特段

の排水処理を経ずにそのまま放流されている。

c) 不用薬品

不用薬品とは概ね以下の薬品等をいう。

- ・ 年月を経て、実験に使用するに至らないもの。
- ・ 使用後に残ったもので、防災の観点からすれば長期保管よりも適当な処理が望ましいもの。
- ・ 使用予定がないもの。

不用薬品は特別管理産業廃棄物に分類されるものもあるので、個人が自由に廃棄、もしくは処分をすることはできない。まず、不用薬品としてKUCRSに登録する。

農学研究科・農学部では不用薬品の処理は外部委託を実施しているので、その手順に従って事務手続きをする必要がある。事務手続きについては、農学研究科環境安全衛生技術室又は北部構内事務部施設安全課安全管理掛へ相談すること。  
(内線 3693)

## MEMO

### 学内（農学研究科）における発火・火災事故

1. 市販のTHF（テトラヒドロフラン：消防法危険物第四類）を無水に精製するために、カリウム（消防法危険物第三類：禁水性物質）を用いて蒸留後、ドラフトチャンバー内で残留カリウムの不活性化処理を行っていた。原則（通常）は、フラスコ内で蒸留後の残留物にアルコールを投入して3時間放置し、アルコシカリウムにした後、水を加えて水酸化カリウムにし、酸で中和処理を行うのだが、今回はアルコールを投入した後、バケツに移して、性急に水を入れたため、未処理のカリウムが水と反応して、水素を発生し、発火、炎上した。とっさに消火器で消火を行ったが、ドラフトチャンバーの吸い込み口から通気ダクトにかけての火災が起った。負傷者なし。
  - バケツに移して性急に水を加えたこと、ドラフトチャンバーのスイッチを切らずに消火器を使用し、最初に炎をあおった（通気口に押し上げた）ことが原因。
2. ドラフト内での実験操作中に、ジクロロメタンが400mL入ったガラス器具を誤って傾け、ジクロロメタンがこぼれた。一部のジクロロメタンがドラフトの排水口部分に流れ込み、実験系排水が停止となった。最終的に実験排水から2.160Lくみ上げ、京都市上下水道局にその事故について報告した。
  - ジクロロメタンの排出基準は0.2mg/Lである。これは、6.650Lの水に1mL漏洩した場合の濃度に相当する。ジクロロメタンを実験排水にけっして流してはならない。

3. 溶媒にジエチルエーテルを用いてソックスレー抽出器の操作中に、溶媒回収用コックを閉じようとした時にコックが破損した。破損部位を熱して修理しようとしてライターを点火してコックの破損部位に近づけた際に、装置のチャンバー内にあるジエチルエーテルに引火した。消火には消火器を用いるべきだったが、水をかけ消火しようとした。負傷者なし。
- 極めて引火性の高いエーテル（消防法危険物第四類の特殊引火物：引火点 -45℃、沸点 35℃、自然発火温度 160℃）を取り扱っているにも関わらず、不用意に火を近づけたことと不適切な消火法が大きな問題（極めて危険な行為）。
4. 土壌中の重金属抽出のため、ドラフトチャンバー内でフッ化水素酸、過塩素酸、硝酸をドラフトチャンバー付属の電源を使用してホットプレート（10Aを2台）上で加熱していた。ドラフトチャンバー付属の電源の電流上限は20Aであったが、誤って15Aのオートクレーブを追加してつないだため、ドラフトチャンバーのブレーカーが落ち、試薬から発生した気体が実験室内へ漏出した。負傷者なし。
- 使用電源の電流上限値および使用機器の電流値を事前に確認し、張り紙等で注意喚起することが重要。

表 6 - 1. 有機溶剤一覧

有機溶剤の種類と区分

有機溶剤中毒予防規則の対象となる有機溶剤は下記の54種類です

|         | 物質名                                       | CAS No.   | 沸点   | 参考<br>IARC | がん原性<br>指針 |
|---------|-------------------------------------------|-----------|------|------------|------------|
| 第一種有機溶剤 | クロロホルム                                    | 67-66-3   | 62℃  | 2B         | ○          |
|         | 四塩化炭素                                     | 56-23-5   | 77℃  | 2B         | ○          |
|         | 1,2-ジクロロエタン（別名二塩化エチレン）                    | 107-06-2  | 84℃  | 2B         | ○          |
|         | 1,2-ジクロロエチレン（別名二塩化アセチレン）                  | 540-59-0  | 60℃  |            |            |
|         | 1,1,2,2-テトラクロロエタン（別名四塩化アセチレン）             | 79-34-5   | 146℃ | 3          |            |
|         | トリクロロエチレン                                 | 79-01-6   | 87℃  | 2A         |            |
|         | 二硫化炭素                                     | 75-15-0   | 46℃  |            |            |
| 第二種有機溶剤 | アセトン                                      | 67-64-1   | 56℃  |            |            |
|         | イソブチルアルコール                                | 78-83-1   | 108℃ |            |            |
|         | イソプロピルアルコール                               | 67-63-0   | 83℃  | 3          |            |
|         | イソペンチルアルコール（別名イソアミルアルコール）                 | 123-51-3  | 132℃ |            |            |
|         | エチルエーテル                                   | 60-29-7   | 35℃  |            |            |
|         | エチレングリコールモノエチルエーテル<br>（別名セロソルブ）           | 110-80-5  | 135℃ |            |            |
|         | エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート<br>（別名セロソルブアセテート） | 111-15-9  | 156℃ |            |            |
|         | エチレングリコールモノノルマルブチルエーテル<br>（別名ブチルセロソルブ）    | 111-76-2  | 171℃ | 3          |            |
|         | エチレングリコールモノメチルエーテル<br>（別名メチルセロソルブ）        | 109-86-4  | 125℃ |            |            |
|         | オルト-ジクロロベンゼン                              | 95-50-1   | 180℃ | 3          |            |
|         | キシレン                                      | 1330-20-7 | 138℃ | 3          |            |
|         | クレゾール                                     | 1319-77-3 | 191℃ |            |            |
|         | クロルベンゼン                                   | 108-90-7  | 132℃ |            |            |
|         | 酢酸イソブチル                                   | 110-19-0  | 118℃ |            |            |
|         | 酢酸イソプロピル                                  | 108-21-4  | 89℃  |            |            |
|         | 酢酸イソペンチル（別名酢酸イソアミル）                       | 123-92-2  | 142℃ |            |            |
|         | 酢酸エチル                                     | 141-78-6  | 77℃  |            |            |
|         | 酢酸ノルマルブチル                                 | 123-86-4  | 126℃ |            |            |
|         | 酢酸ノルマルプロピル                                | 109-60-4  | 102℃ |            |            |
|         | 酢酸ノルマルペンチル（別名酢酸ノルマルアミル）                   | 628-63-7  | 149℃ |            |            |
|         | 酢酸メチル                                     | 79-20-9   | 57℃  |            |            |
|         | シクロヘキサノール                                 | 108-93-0  | 161℃ |            |            |
|         | シクロヘキサノン                                  | 108-94-1  | 156℃ | 3          |            |
|         | 1,4-ジオキサン                                 | 123-91-1  | 101℃ | 2B         | ○          |

|                                 | 物質名                                                        | CAS No.    | 沸点           | 参考<br>IARC | がん原性<br>指針 |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|--------------|------------|------------|
| 第<br>二<br>種<br>有<br>機<br>溶<br>剤 | ジクロルメタン（別名二塩化メチレン）                                         | 75-09-2    | 40℃          | 2B         | ○          |
|                                 | N,N-ジメチルホルムアミド                                             | 68-12-2    | 153℃         | 3          | ○          |
|                                 | スチレン                                                       | 100-42-5   | 145℃         | 2B         |            |
|                                 | テトラクロルエチレン（別名パークロルエチレン）                                    | 127-18-4   | 121℃         | 2A         | ○          |
|                                 | テトラヒドロフラン                                                  | 109-99-9   | 66℃          |            |            |
|                                 | 1,1,1-トリクロルエタン                                             | 71-55-6    | 74℃          | 3          | ○          |
|                                 | トルエン                                                       | 108-88-3   | 111℃         | 3          |            |
|                                 | ノルマルヘキサン                                                   | 110-54-3   | 69℃          |            |            |
|                                 | 1-ブタノール                                                    | 71-36-3    | 117℃         |            |            |
|                                 | 2-ブタノール                                                    | 78-92-2    | 100℃         |            |            |
|                                 | メタノール                                                      | 67-56-1    | 65℃          |            |            |
|                                 | メチルイソブチルケトン                                                | 108-10-1   | 117℃         | 2B         |            |
|                                 | メチルエチルケトン                                                  | 78-93-3    | 80℃          |            |            |
|                                 | メチルシクロヘキサノール                                               | 25639-42-3 | 174℃         |            |            |
|                                 | メチルシクロヘキサノン                                                | 1331-22-2  | 163℃         |            |            |
|                                 | メチルノルマルブチルケトン                                              | 591-78-6   | 126℃         |            |            |
| 第<br>三<br>種<br>有<br>機<br>溶<br>剤 | ガソリン                                                       |            | 38～<br>204℃  | 2B         |            |
|                                 | コールタールナフサ（リムントナフサを含む。）                                     |            | 120～<br>200℃ |            |            |
|                                 | 石油エーテル                                                     |            | 35～<br>60℃   |            |            |
|                                 | 石油ナフサ                                                      |            | 30～<br>170℃  |            |            |
|                                 | 石油ベンジン                                                     |            | 50～<br>90℃   |            |            |
|                                 | テレピン油                                                      |            | 149℃         |            |            |
|                                 | ミネラルスピリット（ミネラルシンナー、ペトロリウムスピリット、<br>ホワイトスピリット及びミネラルターベンを含む） |            | 130～<br>200℃ |            |            |

注：上記有機溶剤が5%を超えて含有されている物質も該当します。有機溶剤がどうか分からない場合は、その製品に添付されるSDS（安全データシート）等により確認することが必要です。

注：IARC（国際がん研究機関）の発がん性分類

1：ヒトに対して発がん性がある 2A：ヒトに対しておそらく発がん性がある

2B：ヒトに対する発がん性が疑われる 3：ヒトに対する発がん性が分類できない

注：上記物質名中、「クロル」は「クロロ」と表記されることもあります。

表 6-2. 消防法危険物

| 類別             | 性状            | 品 目                      | 指定数量         | 性 質                                                                     | 火災予防・消火                                                    |
|----------------|---------------|--------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 第一類            | 酸化性個体         | 塩素酸塩類                    | 第一種<br>50kg  | 加熱、摩擦、衝撃により爆発するものがある(過酸化ナトリウム)。可燃物との混合により燃焼促進し、衝撃で爆発するものもある(塩素酸ナトリウム)。  | 加熱、摩擦、衝撃を避ける。分解を促進させる物質と接触させない。消火は粉末消火器、泡消火器、大量の水、乾燥砂を用いる。 |
|                |               | 過塩素酸塩類                   |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 無機過酸化物                   |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 亜塩素酸塩類                   |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 臭素酸塩類                    |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | ヨウ素酸塩類                   |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 硝酸塩類                     | 第二種<br>300kg |                                                                         |                                                            |
|                |               | 過マンガン酸塩類                 |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 亜硝酸塩類                    |              |                                                                         |                                                            |
|                |               | 重クロム酸塩類                  |              |                                                                         |                                                            |
| その他政令で定めるもの    | 第三種<br>1000kg |                          |              |                                                                         |                                                            |
| 上記のいずれかの含有物    |               |                          |              |                                                                         |                                                            |
| 第二類            | 可燃性固体         | 硫化リン                     | 100kg        | 低温で引火、着火しやすい固体(燃えやすい固体)。燃焼すると毒ガスを発生するものもある(硫化リン、赤リン、硫黄)。                | 酸化剤との接触を避ける。金属粉は水、酸と反応するので接触を避ける。消火は上記と同じ。                 |
|                |               | 赤リン                      | 100kg        |                                                                         |                                                            |
|                |               | 硫黄                       | 100kg        |                                                                         |                                                            |
|                |               | 鉄粉                       | 500kg        |                                                                         |                                                            |
|                |               | 金属粉                      | 第一種<br>100kg |                                                                         |                                                            |
|                |               | (アルミニウム粉、亜鉛粉)            | 第二種<br>500kg |                                                                         |                                                            |
|                |               | マグネシウム粉                  | 1000kg       |                                                                         |                                                            |
|                |               | その他政令で定めるもの              |              |                                                                         |                                                            |
| 引火性固体(固形アルコール) |               |                          |              |                                                                         |                                                            |
| 第三類            | 自然発火性及び禁水性物質  | カリウム、ナトリウム               | 10kg         | 空気(空気中の酸素)または水と反応して発火する。特に禁水性物質は水との接触で発火もしくは可燃性ガス(水素など)を出す(ナトリウム、カリウム)。 | 水との接触、空気との接触を避ける。消火は特製粉末消火器または乾燥砂を使用。自然発火性物質の消火には泡消火器を用いる。 |
|                |               | アルキルアルミニウム               | 10kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | アルキルリチウム                 | 10kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | リチウム                     | 10kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | 黄リン                      | 20kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | 金属の水素化物(NaH)             | 第一種          |                                                                         |                                                            |
|                |               | 金属のリン化物                  | 10kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | カーバイド(CaC <sub>2</sub> ) | 第二種          |                                                                         |                                                            |
|                |               | 炭化アルミニウム                 | 50kg         |                                                                         |                                                            |
|                |               | 水素化ホウ素ナトリウム              | 第三種          |                                                                         |                                                            |
|                |               | その他政令で定めるもの              | 300kg        |                                                                         |                                                            |

| 類別  | 性状                    | 品 目                   | 指定数量         | 性 質                                                                                | 火災予防・消火                                                   |
|-----|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 第四類 | 引<br>火<br>性<br>液<br>体 | 特殊引火物（引火点-20℃以下）      | 50L          | 引火性、可燃性の液体でその蒸気は空気より重く、地表に漂うので遠くの火元からも引火しやすく、危険である。特殊引火物は引火点が極めて低いので引火には十分注意をすること。 | 炎、火花、高温物を近づけないこと。消火には泡消火器、粉末消火器、二酸化炭素消火器、ハロゲン消火器、乾燥砂を用いる。 |
|     |                       | ジエチルエーテル              |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 二硫化炭素                 |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | アセトアルデヒド              |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 酸化プロピレン               |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 第一石油類（引火点21℃未満）       | 非水溶性         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | ガソリン、ヘキサン             | 200L         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 酢酸エチル                 |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | トルエン                  |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | アセトン                  | 水溶性          |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | アセトニトリル               | 400L         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | アルコール類                | 400L         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 1分子中のCが3個までの飽和一価アルコール |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 第二石油類（引火点70℃未満）       | 非水溶性         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 灯油、軽油、キシレン            | 1000L        |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 酢酸、プロピオン酸             | 水溶性<br>2000L |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 第三石油類（引火点70℃以上）       | 非水溶性         |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | アニリン、重油               | 2000L        |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | グリセリン                 | 水溶性          |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | エチレングリコール             | 4000L        |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 第四石油類（引火点200℃以上）      | 6000L        |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | ギヤー油など                |              |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | 動植物油類（引火点250℃未満）      | 10000L       |                                                                                    |                                                           |
|     |                       | オリーブ油など               |              |                                                                                    |                                                           |

| 類別  | 性状      | 品 目                                                                                                                                                                      | 指定数量         | 性 質                                    | 火災予防・消火                                 |
|-----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 第五類 | 自己反応性物質 | 有機過酸化物<br>過酸化ベンゾイル<br>硝酸エステル類<br>ニトロセルロース<br>ニトログリセリン<br>ニトロ化合物<br>ピクリン酸<br>トリニトロトルエン<br>ニトロソ化合物<br>アゾ化合物<br>ジアゾ化合物<br>アジ化ナトリウム<br>ヒドラジンの誘導体<br>ヒドロキシルアミン<br>その他政令で定めるもの | 第一種<br>10kg  | 酸素の供給がなくとも熱や衝撃により着火、燃焼し、また、爆発するものもある。  | 熱や衝撃を与えないように注意。<br>消火は注水消火あるいは乾燥砂による消火。 |
|     |         |                                                                                                                                                                          | 第二種<br>100kg |                                        |                                         |
| 第六類 | 酸化性液体   | 過塩素酸<br>過酸化水素<br>硝酸<br>五フッ化ヨウ素<br>その他政令で定めるもの                                                                                                                            | すべて<br>300kg | 強い酸化性をもつ。<br>可燃物と接触、反応して発熱、発火、燃焼促進をする。 | 可燃物や分解促進物質との接触を避ける。消火は水、泡消火器、乾燥砂を用いる。   |

## 7章 化学実験機器

化学実験で使用する機器のうち、ここでは、注意を怠れば大きな事故に繋がる圧力容器と遠心機について記述する。

### 1) 圧力容器（オートクレーブ）

圧力容器（高圧ガスボンベ等は除く）とは、内部を高圧力にすることが可能な耐圧性の装置や容器をいう。胴（缶体）内部に水を入れ、加圧、加熱により発生した水蒸気による高圧蒸気滅菌器を特にオートクレーブという場合が多い。

#### a) 圧力容器（オートクレーブ）取扱いの注意事項

オートクレーブの製造者によって、熱源、缶の構造、圧力の制御方法等が異なるため、その機種に応じた使用方法を取らねばならない。使用者はまず、使用するオートクレーブの構造についてよく理解し、取扱説明書を必ず読むこと。特に、排気口、排気弁、調圧弁など、通常の使用において高温の蒸気が排出される箇所については、十分把握しておくこと。また、圧力計は最も重要な計器であるので、正常に動作していることを常に確認すること。使用中に何らかの異常を感じた場合には加熱をすぐに停止すること。

本学部・研究科においても、オートクレーブの使用、あるいはオートクレーブ直後の被滅菌物の取り扱いで、発生した事故やケガの例は少なくない。高温、高圧の水蒸気ならびにオートクレーブ直後の突沸し易い高温の液体はきわめて危険なものと十分認識することが肝要である。

以下に電気加熱調節式の小型オートクレーブによる滅菌使用を例に挙げ、注意すべき点をいくつか挙げる。

- ① 滅菌用の水は、使用前に缶体内の水位を必ず確認すること。所定の水位（ヒーターが浸かっているだけではなく、缶体の底板が浸かるまで）に不足していれば補充すること。
- ② 被滅菌物を滅菌かごなどを使用せずに収納する場合は、缶体内にある排気口、安全弁用の穴を塞いだり、温度センサーに強い力を加えたりしないように注意する。
- ③ 蓋を確実にロックすること。
- ④ 使用中は本体、蓋の部分が高温になるため触れてはいけない。
- ⑤ 滅菌中は蓋の直前にはいない（立たない）。
- ⑥ 滅菌中（缶内が加圧された状態）は蓋を開けてはならない。蓋と缶体の隙間から高温高圧の蒸気が吹き出し、大やけどの事故が発生する。
- ⑦ 所定の加熱滅菌時間が終了した後、加熱は自動的に停止するが自然冷却に

より缶内の圧力ならびに缶温が下がるのを待つこと。缶内に圧力がかかった状態での排気弁操作による減圧は、液体培地などの被滅菌物の突沸を引き起こし、また、急激な圧力変化・温度変化による培地容器等の破損を招く。また、送風により缶体外部を強制的に冷却し、缶内圧力ならびに缶温を早く下げる機能を持つものもあるが、その利用は、缶体温度と被滅菌物の温度差を大きくし、被滅菌物の取り出し時に突沸等のリスクを高めることを十分理解すべきである。

- ⑧ 被滅菌物の取り出しは、缶体内温度が80℃（機種によっては85℃）以下に下がり、缶体内圧力が0 kgf/cm<sup>2</sup>になっていることを確認してから蓋をゆっくり開け、缶内の水蒸気が十分放出されるのを待って行う。取り出す際には手袋ならびに長袖の衣類を着用して、高温に対する防御を施す。また、機械に表示されている缶体温度と被滅菌物の温度は異なっていることを十分認識しておかねばならない。特に被滅菌物の量が多い場合、あるいは比熱が高い液体、粘稠（ねんちゅう）な液体の場合は注意が必要である。

## 2) 遠心機

遠心機にはその用途により数種類があり、また、ローターにもいろいろなタイプがある。それぞれのローターには容量、最高回転数が決められているので、実験の目的に合わせて最適なものを選択する必要がある。間違ったローターを使用すると大きな事故に繋がることもあり、十分な注意が必要である。

### a) 遠心機の種類

#### I) 低速遠心機

最高回転数3,000rpm程度の遠心機で試料中の比較的大きな粒子の分離に用いる。試料を冷却できるタイプもある。

#### II) 高速冷却遠心機

最高回転数20,000rpm程度の遠心機で、試料の温度が空気との摩擦熱で上昇しないように強力な冷却機を備えている。冷却の必要な試料や、低速遠心機では分離できない粒子の分離に用いる。ローター室内を減圧（0.5気圧程度）するものもある。

#### III) 超遠心機

最高回転数が100,000rpmの遠心機で約800,000g（ジー：重力加速度）の遠心力を得ることができる。ローターを非常に高速で回転させるのでローター室内を高真空にさせるような仕組みになっている。強大な遠心力を必要とするようなミクロソームやタンパク質等の分離に用いる。微量試料を迅速に遠心できる小型のものもある。

#### IV) 卓上型小型遠心機

実験台上で使用できる小型のもので、低速のものや冷却高速のものもあり、小さな遠心管やエッペンドルフチューブを使用できるものもある。

#### b) ローターの種類

##### I) 固定角ローター（アングルローター）

重たいローターなので取扱いに注意が必要。駆動軸に対する遠心管の角度やその容量にいろいろな種類がある。ローターのタイプにより最高回転数が異なるので注意が必要である。

##### II) 水平ローター（スウィングローター）

遠心管を挿入したバケットがローターの回転と共に遠心方向にスウィングし、水平になるもので、バケットは常に遠心力の方向に向いているので試料が舞い上がったり密度勾配が乱れたりしないため、主に密度勾配法による遠心分離に使用する。最高回転数が決められているものもある。

##### III) 垂直ローター（ヴァーチカルチューブローター）

特殊なローターで、急速密度勾配で短時間で分離するのに用いる。

#### c) 遠心機取扱いの注意事項

- ① 遠心管はローターに適合したもの（サイズや対荷重）を選び、使用する溶媒への耐性や滅菌の必要の有無などから判断し、適切なものを用いる。
- ② やや大きめのアングルローター等、高重量のローターの収納場所（保管場所）、持ち運び、遠心機への取り付けには十分な注意が必要である。特に収納場所は低からず、高からず、腰の高さ前後に置くことを心がける。
- ③ スウィングローターを使用する場合は、バケットをローターのピンにかけたとき（バケットをローターにセットしたとき）、スムーズに動くことを確かめる。
- ④ 遠心管に試料等を入れた後、ローターにセットする前に必ず2本で同じ重さ（蓋がある場合は蓋共の重さ）になるようにバランスを取る。試料の本数が奇数で1本余る場合は、使用している同じ溶媒か、水を入れた遠心管とで重さのバランスを取る（バランスが取れていないと遠心中に回転軸に歪みが生じる）。
- ⑤ ローターに試料の入った遠心管をセットするときは、同じ重さの（バランスを整えた）ものを回転中心に対して対称の位置に入れる。但し、6本がけのローターに3本の試料等を入れる場合は、3本の重さを同じに調整し120°の間隔を空けて入れてもよい。
- ⑥ すべてのセットが終わり、遠心機をスタートしたらメーターが設定回転数に達するまでは回転音や振動に注意しながら様子を見る（加速中に遠心機から離れてはならない）。

- ⑦ 異常に気づけば直ちに運転を止めること（そのまま放置すると大きな事故に繋がる）。
- ⑧ 遠心中は時々見に来て、回転数、温度などをチェックすることを心掛ける。
- ⑨ 使用が終わったら、ローターの内外、ローター室内を丁寧に拭いておく。これが最も安全上の重要な要素の1つである。

## MEMO 圧力単位の換算

| MPa<br>N/mm <sup>2</sup>                                                           | Pa<br>N/m <sup>2</sup> | Mdyn / cm <sup>2</sup><br>bar | kgf / cm <sup>2</sup><br>at | lbf / in <sup>2</sup><br>psi | 標準気圧<br>atm           | 水銀柱<br>mmHg           |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                                                                                  | $1 \times 10^6$        | 10                            | 10.2                        | 145                          | 9.87                  | 7500                  |
| $1 \times 10^{-6}$                                                                 | 1                      | $1 \times 10^{-5}$            | $1.02 \times 10^{-5}$       | $1.45 \times 10^{-4}$        | $9.87 \times 10^{-6}$ | $7.50 \times 10^{-3}$ |
| 0.1                                                                                | $1 \times 10^4$        | 1                             | 1.092                       | 14.5                         | 0.987                 | 736                   |
| $9.81 \times 10^{-2}$                                                              | $9.81 \times 10^4$     | 0.981                         | 1                           | 14.2                         | 0.968                 | 722                   |
| $6.90 \times 10^{-3}$                                                              | 6900                   | $6.90 \times 10^{-2}$         | $7.03 \times 10^{-2}$       | 1                            | $6.81 \times 10^{-2}$ | 51.7                  |
| 0.101                                                                              | $101 \times 10^3$      | 1.01                          | 1.03                        | 14.7                         | 1                     | 760                   |
| $1.33 \times 10^{-4}$                                                              | 133                    | $1.33 \times 10^{-3}$         | $1.36 \times 10^{-3}$       | $1.93 \times 10^{-2}$        | $1.32 \times 10^{-3}$ | 1                     |
| 有効数字3桁で表示<br>気象庁での気圧の表現で現在のヘクトパスカル (hPa) と以前の表現のミリバール (mbar) との関係は、1 hPa = 1 mbar。 |                        |                               |                             |                              |                       |                       |

## 8 章 爆発

爆発とは圧力の急激な発生または解放により容器が破裂したり、気体が急激に膨張して大きな音を立て周囲に破壊作用をもたらす現象をいう。

### 1) 爆発の種類

爆発には真空びんやボイラーの爆発などの物理的爆発と、ガス爆発、粉塵爆発、火薬類の爆発などの化学的爆発がある。物理的爆発については、5 章 高压ガス・液化ガスに関連事項の説明があるので参照のこと。

### 2) 物理的爆発

気体や液体の膨張、相変化などの物理過程が圧力の発生源となる圧力の激しい発生・解放により起こる。

### 3) 化学的爆発

化学的爆発は燃焼や分解などの発熱反応が激しく行われた結果、起こるものである。密閉容器の中の可燃性蒸気と空気（酸素21%を含む）の混合気体に熱エネルギーを与えて燃焼を始めると、更に燃焼熱が発生し、それに伴って、温度上昇による圧力の上昇等で燃焼速度が急速に増加し、爆発的に燃焼する。これを非定常燃焼（爆発燃焼）という。

#### a) 可燃性ガス

可燃性ガスとは、継続的に燃焼する性質のある気体のことをいい、水素、都市ガス、ジボラン（水素化ホウ素：異臭ガス）、アルシン（水素化ヒ素：猛毒ガス）や下記の引火性液体表面から蒸発（気化）した気体などが挙げられる。可燃性ガスは空気と混合した後、点火源（着火に十分な熱量）の存在で燃焼する。燃焼するか否かは気体と空気との混合割合で決まる。混合割合（空气中濃度で表す）には幅があり、この幅を燃焼範囲（爆発範囲あるいは爆発限界）という。範囲濃度の高い方を上限界、低い方を下限界という（表8-1参照）。

#### b) 引火性液体

消防法での引火性液体とは、引火点が250℃未満の液体（1気圧で）をいい、ガソリン、灯油、軽油、エーテルやアルコール類、アセトンなどの有機溶剤、酢酸、重油等が挙げられる。これらは、液体が燃焼するのではなく、蒸発した気体が可燃性ガスとなり燃焼する。

#### c) 反応性化合物

化合物が急激に分解して大きなエネルギーを発生するものがある。ニトログリ

セリン、ニトロメタン、有機過酸化物、ヒドロキシルアミン、アジド化合物などがあげられる。

#### 4) 爆発性ガス、引火性液体の取扱い

- ① 爆発の恐れがあるこれら（上述）のガス、引火性液体の取扱いは十分な注意が必要であり、指導教員のもとで、換気の整った実験室で行うこと。モノシラン（水素化ケイ素）の取扱いには「特定高圧ガス取扱主任者」の資格が必要である。
- ② アセチレン、ジアセチレン、モノビニルアセチレン、酸化エチレンは空気や酸素の混合がなくても、十分な着火エネルギー（圧力など）があれば分解爆発する。これらの取扱いは危険を伴うので、必ず専門的知識のある指導教員の指導を受けること。
- ③ アジ化ナトリウムのような爆発性固体の取扱いについても、実験、研究の指導責任者（指導教員）の指示に従うこと。

表8-1 主な可燃性ガスの爆発限界（空気中の容量％）

| 可燃性ガス名   | 下限界  | 上限界 |
|----------|------|-----|
| 水素       | 4.5  | 75  |
| 一酸化炭素    | 12.5 | 74  |
| アセチレン    | 2.5  | 100 |
| エチルエーテル  | 1.9  | 48  |
| アセトアルデヒド | 4.1  | 55  |
| ガソリン     | 1.3  | 7.6 |
| 灯油       | 1.2  | 6.0 |

## MEMO

### 学内における爆発事故例

1. 耐圧ガラス容器を用いてアルキル化反応を行っていたところ、反応熱で容器の内圧が上がり爆発。腕を負傷。(→反応温度に注意。)
2. ジフェニルリン酸アジドを使用したCurtius転移反応。1,2-シクロヘキサンジカルボン酸から1,2-シクロヘキサンジアミン塩酸塩を合成する有機化学実験で、中間生成物(1,2-シクロヘキサンジカルボニルアジド)を抽出、濃縮し、次の操作のためフラスコ内に回転子を入れて少し目を離した間に、内容物ともにフラスコが破裂。在室6人中、1人が飛散したガラス片で顔と首に切り傷。もう1人は破裂音による耳鳴りを訴えた。(→中間生成物は比較的安定であるが、遷移金属が不純物として混入した場合は爆発する恐れがある。投入した回転子が洗浄不十分で、微量の遷移金属が付着していたものと思われる。実験で使用した原料は10グラムオーダー。できるだけ少ない量での実験設計を。)

## 9章 放射線・放射性同位元素の取扱い

### 1) 一般的注意

放射性同位元素（RI）、照射装置及びエックス線装置（以下「放射性同位元素等」という）を取扱う場合には、「京都大学における放射性同位元素等の規制に関する規程（令和元年達示第50号）」に基づいて行うことになっており、放射性同位元素等による放射線障害を防止するとともに学部内外の安全を確保している。放射性同位元素等から発する放射線は人間の五感では感知することができず、微量に被ばくした場合においてもそれ相応の影響を受けるものと考えられている。使用法を誤れば重大な放射線障害を起こす危険性があり、放射性同位元素で汚染した場合には、取扱者のみならず、他人や環境にも大きな影響を及ぼす。従って、放射性同位元素等の使用にあたっては、取扱者はもちろん、周囲の安全確保を最優先として慎重に計画し実施する必要がある。

### 2) 放射性同位元素等の取扱者の登録と再教育訓練

#### ① 取扱者としての登録の必要性

放射性同位元素等を取扱う場合には、取扱者として必ず登録すること。登録者以外は放射性同位元素等を使用することはできない。登録を希望する者は新規教育訓練、健康診断等の諸手続きを行うこと。また、エックス線装置のみを取扱う者は、同様の手続きによりエックス線装置取扱者の登録を申請すること。

#### ② 再教育訓練の必要性

RI 取扱者としての登録をした者は、次年度より毎年、本研究科（または関係部局）で開催される再教育訓練を必ず受けること。

### 3) RIの取扱いに際しての諸注意

- ① 取扱いに際しては定められた場所・方法で使用し、それ以外の場所・方法で使用してはならない。また、使用方法については使用経験の豊富な取扱者の直接指導を受けるとともに、当該事業所の放射線取扱主任者及び農学研究科の放射線管理責任者の指示を受け、これを忠実に守ること。
- ② 実験中はガラスバッジ等の個人線量計を着用して個人の被ばく線量を測定すること。また、必要に応じてサーベイメータ等の放射線測定器を用いて作業環境の線量率を測定すること。
- ③ 被ばく線量の低減に努めること。コールドラン等を必ず行い、使用法を改善すること。

- ④ 取扱いに際しては必ず所定の記録をつけること。
- ⑤ 疑問点等が生じたときは、直ちに使用経験の豊富な取扱者にたずねること。  
連絡を受けた取扱者は内容を当該事業所の放射線取扱主任者及び農学研究科の放射線管理責任者に報告すること。

#### 4) 放射線照射装置の取扱いに際しての諸注意

- ① 放射線照射装置の取扱いに際しては、ガラスバッジを必ず着用するとともに、必要な防護措置をとること。また、使用方法については使用経験の豊富な取扱者の直接指導を受けるとともに、当該事業所の放射線取扱主任者及び農学研究科の放射線管理責任者の指示を受け、これを忠実に守ること。
- ② 使用施設に入る際には、インターロックの正常な作動等その安全を確認すること。
- ③ 照射を行おうとするときは、あらかじめ照射する区域に人がいないことを確認すること。
- ④ 照射中は、出入口に照射中であることを明示する標識を掲げること。
- ⑤ 放射線照射装置の使用室にはあらかじめ装置の作動状態において実測された線量率の分布（マップ）が備えられているので、装置の使用に先立ちマップを十分検討の上、安全な実験を計画すること。
- ⑥ 取扱いに際しては、必ず所定の記録をつけること。
- ⑦ 線源の保管の記録をつけること。
- ⑧ 疑問点等が生じたときは、直ちに使用経験の豊富な取扱者にたずねること。  
連絡を受けた取扱者は内容を当該事業所の放射線取扱主任者及び農学研究科の放射線管理責任者に報告すること。

#### 5) 密封放射性同位元素装備機器の取扱いに際しての諸注意

- ① 機器の使用方法については使用経験の豊富な取扱者等の直接指導を受けること。
- ② 使用条件を正常に保ち、放射性同位元素の漏えいが起こらないように注意すること。
- ③ 密封線源の管理を適切に行い、紛失のおそれのないようにすること。
- ④ 機器の取扱いに際しては、必ず所定の記録をつけること。
- ⑤ 線源の保管の記録をつけること。
- ⑥ 線源の露出を伴うような機器の分解を行わないこと。
- ⑦ 疑問点等が生じたときは、直ちに使用経験の豊富な取扱者にたずねること。  
連絡を受けた取扱者は内容を当該事業所の放射線取扱主任者及び農学研究科の放射線管理責任者に報告すること。

\* 2024年12月現在、農学研究科ではRIの保有は無し。

## 6) エックス線装置の取扱いに際しての諸注意

ここで対象とする装置は、1メガ電子ボルト未満のエックス線を発生するエックス線装置、付随的にエックス線装置と同等のエックス線を発生する装置及び電子顕微鏡（定格電圧が100キロボルト以上のものに限る。）のことをいう。

- ① 装置の取扱いに際しては、エックス線用ガラスバッジを必ず着用するとともに、必要な防護措置をとること。また、使用方法については使用経験の豊富な取扱者、エックス線作業主任者の直接指導を受けること。
- ② 装置の取扱いに際しては、必ず所定の記録をつけること。
- ③ 電子顕微鏡を含むエックス線装置の使用室にはあらかじめ装置の作動状態において実測された線量率の分布（マップ）が備えられているので、装置の使用に先立ちマップを十分検討の上、安全な実験を計画すること。

※定格電圧が300キロボルト以下の電子顕微鏡のうち環境安全保健機構が認めた装置（低圧電子顕微鏡）についての管理は、上記①～③の限りではない。（詳細は本学の放射性同位元素等管理委員会による「放射線を発生する装置の使用及び管理に関する細則」

- ④ 問題点等が生じたときは、直ちに使用経験の豊富な取扱者にたずねること。連絡を受けた取扱者は内容をエックス線作業主任者及び農学研究科の放射線管理責任者に報告すること。

## 7) 関連法令、規則及び安全確保を目的にした取り決めの遵守

放射性同位元素等の取扱者は、「放射線障害の防止に関する法令」、「京都大学における放射性同位元素等の規制に関する規程」のほか、本安全の手引き、放射性同位元素等使用施設ごとに安全確保を目的に定められた各種の取り決めに熟知し、その遵守に努めること。

## 8) 取扱者の健康管理

放射性同位元素等の取扱者は、取扱いを開始する前（登録前）及びその後、半年を超えない期間ごとに取扱者健康診断を受けなければならない。

## 9) 事故・危険時の措置

放射性同位元素等の機器に異常を発見した場合、発見者は安全確保のための応急措置をとるとともに、直ちに緊急連絡網に従い通報して指示を仰ぐこと。

また、放射性同位元素等について、以下の事態が発生した場合は、直ちにその旨を研究科長及び放射線管理責任者に通報しなければならない。

- i) 盗取、所在不明、放射線による汚染、その他の事故が発生した場合。
- ii) 地震、火災、水害、その他の災害が起こったことにより放射線障害が発生し、又は発生するおそれがある場合。

参照

環境安全保健機構 放射線管理部門 規程集

<https://www.rirc.kyoto-u.ac.jp/format/>

## 10章 実験動物・微生物

ライフサイエンス実験（人間、動植物、微生物及び生体由来の細胞や物質等を対象とする実験）は、倫理及び安全管理に十分留意しなければならない。

外国から輸入する動植物・微生物が「家畜伝染病予防法」及び「植物防疫法」で定められた対象に該当する場合は、農林水産大臣の許可を得なければならない。

また、「植物防疫法」に該当する微生物の場合は、毎年、植物防疫所の調査を受けて報告書を提出しなければならない。

特定外来生物として指定された外来生物を飼育等する場合は、「特定外来生物による生態系等に係る被害防止に関する法律」に基づき、厚生労働大臣又は環境大臣の許可を得なければならない。

### 1) 実験動物の取扱い

本学部・研究科で研究対象とする実験動物には、種々の野生動物（wild animals）と、人工的に純系化された狭義の実験動物（laboratory animals）とがある。前者には脊椎動物と無脊椎動物のどちらもなり得るので、それらすべてにわたってここで言及することは困難である。共通して言えるのは、取扱う動物の性状を熟知すべき飼育者・研究者のことである。それゆえ、ここでは後者について述べる。

#### a) 飼育

実験動物のうち、本学部・研究科で通常に飼育可能なものは、ウサギ、モルモット、ラット、マウス、ウシ、ヒツジ、ニワトリ、ブタ、アフリカツメガエル、ショウジョウバエ、カイコなど、少数の動物種に限られる。その他の実験動物、たとえばサル、イヌ、ネコなどの飼育は、それぞれ特有の設備が必要であり、周到な準備がなされなければならない。通常飼育の実験動物については、それらの動物の健康維持管理には細心の注意を払わなければならないが、実験動物の安全な取扱いに対しては、取扱者は、清潔さを保つこと及び取扱技術を習熟しなければならない。それに関しては、それぞれの実験動物に関する専門書を参照されたい。（ソフトサイエンス社「実験動物の飼育管理と手技（昭和54年）」）

また、ここ数年前から問題視されている狂牛病（BSE）や豚インフルエンザ、鳥インフルエンザの飼育動物への感染についても細心の注意を払う必要がある。

家畜の飼育場所については、衛生管理区域が設定され、この区域内は飼養衛生管理基準に基づく管理が行われているため、関係者以外が無断で立ち入って

はならない。

#### b) 取扱者の安全

取扱者の安全に関しては、ラットから感染の可能性のある腎症候性出血熱(HFRS)について、特に述べておきたい。HFRSウィルスはヒトに強い病原性があり、腎障害を伴う高発熱により死をもたらすことがある。野生げっ歯類の多くはHFRSウィルスのキャリアであると考えられており、ラット飼育室の周辺の野生げっ歯類から直接あるいは間接的にそのウィルスが、実験用ラットに感染する。それゆえ、飼育室周辺から駆除できない場合には、ラットの飼育を避けるのが望ましい。

たとえ飼育環境が整備されていたとしても、そこへ搬入する直前にラットの血液検査が必須である。それには、①市販されているラットはできるだけ信用のある業者から検査直後のものを購入すること、②市販されていない系統のラットを他の研究者から分与される場合には、あらかじめ搬入予定のラットの検査について、医学研究科附属動物実験施設に相談することを忘れてはならない。

また、ラットを実験に使用する者は、予めその疾病に関する講習会と健康診断を受けなければならない。また、実験を長期にわたって継続する場合、それらを定期的に受けなければならない。

#### c) 実験計画の事前審査

動物実験を行う場合は、京都大学動物実験に関する指針、本学部・研究科における動物実験に関する指針実施要項等によって実施計画を明確にし、事前に審査を受けなければならない。

### 2) 微生物の取扱い

本学部・研究科では細菌やウィルスは、ヒトへの病原性が極めて低いものが、主として分子生物学の対象あるいは技術材料として用いられ、病原微生物の病原性の研究に真正面から取り組むことは稀である。事故への対処の点から考えると、後者の研究は本学部・研究科では避けた方が賢明である。もしどうしても必要な場合、医学関係者との綿密な連携を保って行うべきである。

とは言え、病原性の皆無な微生物はないと思っておくべきである。微生物を使うの実験を行うにあたり、次の点に注意が必要である。

- ① 実験中はドア・窓を原則として閉めておく
- ② 実験の前後に実験台をアルコール等により除菌する。
- ③ 微生物を他の実験材料に混入させない。
- ④ 微生物の入っている容器には、微生物名、使用者名、年月日などを明記して保存する。
- ⑤ 微生物が漏れ出さないように、微生物専用の保存容器を用意する。

- ⑥ 実験中は専用の白衣を着用する。
- ⑦ ピペットは絶対に口で吸わないこと。
- ⑧ 使用した器具及び有菌培地はオートクレーブなどで殺菌してから、洗浄あるいは廃棄する。
- ⑨ 遠心操作では遠心管に必ず蓋をする。
- ⑩ 実験後の手洗いを励行する。
- ⑪ クリーンベンチ内での植菌等の作業の際には、アルコール等への引火のないうように、火気には十分注意をすること。

### 3) 組換えDNA実験（遺伝子組換え実験）

- ① 組換えDNA実験は京都大学組換えDNA実験安全管理規程等（以下組換え実験管理規程等という、京都大学規程集 [https://www.kyoto-u.ac.jp/uni\\_int/kitei/reiki\\_honbun/w002RG00000312.html](https://www.kyoto-u.ac.jp/uni_int/kitei/reiki_honbun/w002RG00000312.html) 第4章参照）に基づき本学の組換えDNA実験安全委員会に実験計画を提出し、その審査を受け、予め総長の承認を受けなければならない。（KUELMOシステムから、申請すること）
- ② 実験を行う際には組換え実験管理規程等に基づき、教育訓練及び健康診断を受けた後、それぞれの実験レベルに応じた設備を用いて、事故が発生しないように安全に配慮して行わなければならない。
- ③ 健康診断は定期的に受診し、事故発生の際にも健康診断を受診しなければならない。
- ④ 遺伝子組換え生物等を含む試料及び廃棄物の保管並びにその運搬に当たっては、実験責任者は、組換え実験管理規程等に定める注意事項を遵守しなければならない。

## 1 1 章 VDT作業

一人1台パソコン時代と言われる現在、誰もがデータの入力・検索等、文書・画像等の作成やプログラミングといった VDT (Visual Display Terminal) 作業を行っている。

疲労の要因として

- ・作業強度
- ・作業密度
- ・作業時間
- ・精神集中
- ・作業形態
- ・休憩時間の取り方

が挙げられる。

VDT作業による健康障害も多々見受けられる  
筋肉痛、筋力低下、頸肩腕部疾患(頸肩腕部の凝り)、眼精疲労、目の疲労の慢性化などを引き起こす。

VDT作業においては、

- ・適切な採光、照度 (300ルクス以上)
- ・画面への映り込みの排除
- ・適切な作業姿勢 (作業台、椅子の高さ調整)
- ・1時間の作業に対して小休息 (10分程度)を入れる

などを常に心掛け、一人ひとりが自らの健康管理、健康維持に留意すべきである。

## 12章 野外調査

野外調査や野外研究の遂行には、室内あるいは学内の場合とは異なるリスクが存在する。そのリスクは調査地あるいは研究方法によって千差万別である。従って、野外調査・野外研究の遂行に先立ち、どのようなリスクが存在するのか十分調査・認識して対策を講じる必要がある。特に初心者は、十分な経験を持つ指導教員等と行動を共にし、リスク回避に努める。

### 1) 野外活動に関する一般的注意

- ① あらかじめ実際の行動計画を綿密に作成すること。
- ② つねに遭遇する危険のため、傷害保険、生命保険などに必ず加入しておくこと。
- ③ 現在、野外調査で発生する事故に交通事故がある。慣れない土地での車の運転には特に注意すること。決して無理な計画を立てないこと。事故にあった時は、必ず警察に届け出ること。
- ④ 調査では、危険な場所に立ち入ったり、危険な行動をしなければならないこともあるので、特に注意を怠ってはならない。必要に応じてヘルメットなどの着用をしなければならないこともある。
- ⑤ 野外地下観測室などは高湿度のため、漏電の危険がある。ゴム長靴などの絶縁性の高い靴を履くこと。
- ⑥ 危険生物（毒ヘビ、ハチ、サメなど）については、それらの習性について熟知しておき、事故にあったときの対策（血清の使用法、病院への移動方法など）も講じておく。
  - i) マムシなど毒ヘビのいるところでは、すね当てや長い靴を着用すること。
  - ii) 熊の出没のおそれのある場合には、振鈴など警戒音を発しながら行動すること。特にツキノワグマについては、十分な警戒が必要である。
  - iii) 植物のトゲ、ウルシなどの有害物にできるだけ接触しないようにすること。手袋、腕カバーの使用、ズボンの裾締め、上衣の袖絞めをきちんとすること。
  - iv) スズメバチについては、9月から10月にかけて最も活発に活動し、本学に報告される被害もこの2か月間に集中している。草むらや林の近くで作業する場合は素肌の露出を避け、スズメバチを見かけた場合は手で振り払う・大声を上げるなどハチを刺激する行動をとらず、速やかに退避すること。また、過去にスズメバチに刺されたことがある人はあらかじめ医療機関でハチ毒に対するアレルギー反応を確認し、重篤なアレルギー反応を

起こすおそれがある場合、専門の医師による診断・処方のもと、自動注射器（エピペン）を携行することが望まれる。

- ⑦ 危急な場合でも救急車を呼べないこともある。一応の救急処置は必ず心得ておくこと。救急医療品も携行すること。
- ⑧ ラジオなどの天気予報にたえず注意すること。
  - i) 強風、大雨、大雪などの悪天候のため危険が予測されるときは、調査を中止すること。
  - ii) 雷が発生し、または雷雲が近づき、危険が予想されるとき、行動を中止し、機械、器具などを身体から離し、すみやかに適当な場所へ避難すること。避難場所は、窪地や、車の中がよい（高い樹木の下は不適當である）。
- ⑨ 危険な場所や夜の調査では、極力単独行動を避けること。やむを得ず単独行動をする場合は事前に届け、絶対に連絡が取れるように心掛ける。スマートフォン、携帯電話やトランシーバーなどを携帯することもある。
  - i) 林地へ調査に入る場合には、急斜面などで転倒や転落で傷害を受け、動けなくなることもあり、1人で調査することは避けるべきである。
  - ii) 急斜面で調査隊が上下になって移動するとき、特に上部から落石などの落下物による危険がある場合は、相互によく注意して移動すること。
  - iii) 急斜面では、降雨時や雨上がり時は、滑りやすく転落の危険がある。滑り止め（スパイクやスパイク付き靴など）を準備すること。
- ⑩ 火災を起こさないように注意すること。
  - i) 焚き火は周りの燃えやすいものを取り除いてから、焚き付けること。また、焚き火から離れるときは、必ず火を消すこと。消すときは周りの土や水などをかけて消し、完全に消えたことを確認すること。乾燥期には、大火になるおそれがあるので、焚き火をしないこと。
  - ii) タバコは、防火について配慮し、定めた場所で吸うこと。マッチの燃えさしや、タバコの吸い殻は、火の消えたことを確かめて、始末すること（携帯用の吸い殻入れを用いるように心掛けること）。
- ⑪ 炎天下では長時間の連続調査は避け、適当に休息時間をとること。

## 2) 山での調査研究

- ① 帽子、長袖シャツ、長ズボン、雨具、登山靴を着用する。一般に標高が1000 m 高くなると気温が6℃低下するため、それに応じた衣服を用意する。
- ② 急激な天候の変化に対応できる服装や着替えを準備する。
- ③ 崖や岩場がある場合、ヘルメットを着用する。
- ④ 雨に備えてバックカバーを携帯する。
- ⑤ 必要に応じて、虫除け、マスク、軍手、ゴム手袋、ゴーグル、サングラス、

コンパス、地図、ハンマー、スコップ、野帳、サンプル袋、携帯電話、GPSなどを用意する。

- ⑥ 水や食料は、非常時に備えて十分に用意する。たとえ日中の行動であっても、道に迷うなどして、日没後に行動しなければならなくなった場合に備え、懐中電灯も必ず携帯する。また、ビバーク（緊急山泊）しなくてはならなくなった場合に備え、ツェルト（小型軽量テント）を携帯することも必要に応じ検討する。
- ⑦ 山岳の天候は午後2時以降に急に変わることが多いため、早出／早帰りの行動計画を立てる。
- ⑧ 集団で行動する場合、経験者が隊列の先頭と最後部に位置し、先頭と最後部の距離が離れすぎず、隊列がばらけないように心がける。
- ⑨ キャンプ、崖の登はん（攀）、雪山行などを伴う活動の場合、厳重な装備と注意力が求められる。また、必ず十分な経験のある者と行動する。
- ⑩ 崖や石の多い斜面で行動する場合、落石に十分注意する。
- ⑪ 雨が降っている時や降雨が予測される時には、山から沢に降りることは避けること（増水のため沢を渡れなかったり、鉄砲水に遭うなどの危険性がある）。
- ⑫ 集団で行動する場合、疲労や体調不良、ケガで行動が共にできなくなった者が出たら、必ず他の者が付き添うか、行動自体を中止する。
- ⑬ キャンプおよびビバーク（緊急山泊）する場合には、山の稜線は強い風にさらされる危険が高いため避け、稜線ではない風の弱い場所を選ぶ。
- ⑭ 山の中で道に迷ってしまったら、むやみに歩き回らないようにする。見当もつけずに移動すると疲労が蓄積し、また、滑落するなどの危険も高くなるため、できるだけ見通しのきく場所で助けを待つ。また、道に迷った時に沢に下りることは厳禁。
- ⑮ 山道を自動車で移動する場合、路面が悪く、路肩も崩れやすい道も少なくないため、自動車の運転には十分な経験と注意が必要である。スピードの超過は厳禁である。

### 3) 海洋調査研究

#### a) 海岸（岩場）での調査活動

岩場（磯）での調査では、かき（蛎）殻などで思わぬケガをすることがある。以下の点に注意し、調査を行うこと。

- ① 靴やマリンスーツを着用し、サンダルなどでは調査を行わない。手袋を着用するとともに、できればウェットスーツなどを着用しておくことが望ましい。

- ② 日焼け、日射病に十分注意すること。なるべく肌を露出せず、頭には帽子等を着用する。
- ③ 危険生物に注意をすること。特に岩場に付着している貝類・ウニ類、毒を持つ魚（アイゴ、ハオコゼ、ゴンズイ、エイ類）、鋭い歯を持つ魚（ウツボ、サメ類）などに注意する。
- ④ 波にはいろいろな波高の波が混ざっている。統計的には百波に一波くらいの頻度で平均的な波の2倍の高さの波が、千波に一波は3倍くらいの高さの波が来る。「一発大波」と呼ばれるこの波にさらわれる人は非常に多いので十分に注意する。必要に応じ見張り員を配置するなど適切な方策を講じる。
- ⑤ 胴長靴やウェダーを着用して水中に転落したり、転倒すると自力で起きあがることはかなり難しくなるので、十分に注意する。特に初心者は決して単独で調査を行ってはならない。
- ⑥ 天候と潮汐の情報は事前に調べておき、適切な調査計画を立てなければならない。

b) 潜水作業による調査活動

潜水作業を行う場合は、常に危険と隣り合わせであることを認識し、必ず複数で行動し、以下のことに注意する。

- ① 潜水作業は、必ず有資格者が行う。潜水調査を行うことができるのは潜水士免許とCカードを保有し、かつ一定以上の潜水経験（タンク20本を目安とする）を有する者に限る。潜水経験のないものが潜水調査する場合は、潜水士免許とCカードを取得した上で潜水調査経験者から適切な実技講習を受ける。
- ② 潜水調査の計画（詳しい場所・日時など）を立てるときには、その調査地をよく知る人と相談し、必要な場合は地元漁協や観光協会など関係機関の了承を得る。
- ③ 潜水作業の前に、使用する次に挙げる器具類の点検を行い、安全確認を行う。
  - ・水深計：実際に海に入り、異常の有無を確認する。
  - ・水中時計：時間が正確かどうか。水中で漏れが無いかの確認をする。
  - ・レギュレーターの定期点検は必ず行う（1年に1回）。普段から機材の塩抜きをきちんとしておくこと。
- ④ 潜水作業前に、必ず十分なストレッチ等の準備運動を行う。
- ⑤ 潜水作業を行うときは、ウェットスーツあるいはドライスーツを着用し、水中時計、水深計及び鋭利な刃物を携行し、また、万一の遭難に備えて、シグナルフロート等セーフティー用品を携行する。比較的深い場所（20m以深）で調査するときは、必ずダイビングコンピューターを使用する。

- ⑥ 船からエントリーする場合は、国際信号旗A旗を掲揚するか、母船以外に警戒船を配置し、付近を航行する船舶等の動静に注意し、警戒に当たる。また、船上に見張り役（ワッチ）を配置する。見張り役は救命具の配置に熟知しておき、かつ緊急時は海に入れる体制であることが望ましい。船には、さがり綱、浮き輪、無線装置等を装備し、緊急時に備える。
  - ⑦ 詳しい調査場所・時間・おおまかな調査内容は、緊急連絡先（研究室・実家）とともに、調査基地にしている施設（臨海実験所やダイビングショップ）の適切な人に必ず知らせておく。潜水終了後は速やかに報告する。さらに、車でエントリー場所付近まで行くときは、車内の見やすい場所に同様の項目を表示したプレートを置く。
  - ⑧ 単独の潜水調査や負担の大きい潜水調査は避ける。
  - ⑨ タンクの残圧はなるべく50気圧程度に残すようにする。浅所における潜水については、この限りでない。
  - ⑩ 潜水深度が深かった場合、エアに余裕のあるかぎり安全停止（6m、3分を目安とする）を行う。
  - ⑪ 潜水深度が比較的深かった場合、潜水当日の酒量をひかえる。
  - ⑫ 潜水後の飛行機の移動等については、ダイビングコンピューターにしたがう。
  - ⑬ 潜水作業を行うときには、気象情報に特に注意し、悪天候（風雨が強い場合、波が高い場合等）時には無理して作業を行わない。
  - ⑭ 潜水作業は、水圧の変化等、身体への影響が大きいいため、作業従事者は健康管理に注意を払い、無理な作業を行わない。
- c) 船舶などを利用する調査研究
- I) 一般心得
- ① 調査員は船の乗務員であることを自覚しなければならない。乗客としてなら許容されることであっても乗務員には許されないことがある。この心得の各項目を忠実に実行する。
  - ② 船長・船員と使用責任者・調査員の間、また使用責任者と調査員の間で必要な議論は出航前に済ませておく。また、出航中に生じた事柄についての議論は帰港後に行う。船上で議論をしてはならない。
  - ③ 調査員は常に礼儀正しくあり、船長・船員や使用責任者の命令・指示に従わなければならない。命令・指示に対する反論は無用である。
  - ④ 海に対して謙虚な態度を失わず、自らの能力を正しく知り、決して過信してはならない。自ら危険と感じたことは行ってはならない。
  - ⑤ 突発的事態が生じた場合でも、慌てず冷静に事態を見極め、それらに対処できる心構えを日頃から身につけるようにする。

- ⑥ 船舶の運航に当たっては、それぞれの船舶の運航に関する内規を遵守すること。

## Ⅱ) 出航前の心得

- ① 調査計画書は、出航予定日前に十分な余裕を持って船長に提出・説明する。船長との間で必要な議論はそのときに済ませる。
- ② 出航前には、調査名（調査内容が分かるような）、調査責任者氏名、調査内容、調査海域、調査員氏名、帰港予定時刻、緊急時連絡方法を事務室に連絡しておくこと。
- ③ 調査器具などはリストを作成し、船に積み込む前に、必要なものが揃っているか、正常に作動するかを確認・点検を十分に行う。船上で器具の補充はできないので、必要と思われるものは十分な数量の予備品を準備し積み込む。
- ④ 出航前に器具などの積み込みは余裕を持って終了し、積み忘れがないか、リストによって再度確認する。
- ⑤ 甲板上の調査器具等は整理して配置し、風に飛びやすいものや濡れて困るものは船内あるいは容器内に保管する。
- ⑥ 甲板上あるいは船内通路に不要な物を置かない。
- ⑦ 服装は軽快で動きやすいものを着用する。原則として、長袖・長ズボンを着用し、なるべく素肌を露出しない。
- ⑧ 関係法令を順守し、救命胴衣を適切に着用する。夏でも冬支度、晴れでも雨支度を心がけ、羽羽、防寒具、タオルなどを準備する。
- ⑨ 頭部の防護と髪による視界の狭窄を防ぐため、着帽または鉢巻きなどをすることが望ましい。また、危険を伴う作業を行う場合はあらかじめヘルメットを着用すること。
- ⑩ 靴は底の滑りにくい長靴または運動靴などを着用する。
- ⑪ 集合時間に遅れてはならない。5分前に集合することを心掛ける。

## Ⅲ) 安全航行とモラルに関しての心得

- ① 解らん（纜）・けい（繫）留など出入港に関する作業を積極的に行い、船の安全航行に関しての義務を怠ってはならない。
- ② 船上では常に危険が伴う。特に落水は生命に関わるので非常に危険である。荒天下では特に注意を要するが、落水はまさかと思うようなときの方がよく起こることを肝に銘じておく。落水事故を避けるための心構えは：
- ・ 舷に腰をかけない。舷のそばや船尾近くの甲板に不用意に立たない。
  - ・ 不意の動揺に対してどう対処するかを常に意識しておく。
  - ・ 舷側の通路を通行するときには必ず手すりを持つ。
  - ・ 航走中の曳きバケツ（バケツでの水汲み）はやめる。
- ③ 負傷しないよう頭上、足下に常に気を配る。わずかな負傷でも調査を打ち

切らねばならないこともある。

- ④ 船上では常に機敏に行動するよう心掛ける。不必要にうろつかない。
- ⑤ 航行中、作業中を問わず自分のやるべき仕事は何かを常に考え行動する。
- ⑥ 小型の船艇では、船のバランスを崩さないように気を配り、航走中は甲板に腰を下ろし低い姿勢を保つ。急に移動したり、一ヶ所に多人数がかたまらないようにする。
- ⑦ 調査器具、採集物などの積み方にも船のバランスを考慮する。また、航走中に海中へ転落したり、風に飛ばされることの無いように注意し、必要があれば固縛する。
- ⑧ 船内では禁煙が望ましい。指定された場所以外で喫煙してはならない。特に船外機艇は燃料タンク、パイプからガソリンが漏れていることが多いので注意する。
- ⑨ 甲板上は滑らないよう、甲板の排水口は詰まらないように常に清掃しておく。
- ⑩ 船の安全航行に関して見聞きした状況、情報は細大漏らさず正確に船長の耳に入れる。特に船長が何らかの用務に関わっているときは替わって船の周囲を見張る。
- ⑪ 操船者の視野を妨げる場所に立たない。また、操船者の死角になる方向に常に注意を払うよう心がける。
- ⑫ 船外機艇を操縦する際、誤って転落する危険性が多いため、機関緊急停止装置（ノブ）と停止さく（索）をベルト等に接続し、船の暴走を防ぐ。
- ⑬ 海にゴミを捨ててはならない。

#### IV) 調査作業中の心得

- ① 船上では機関騒音などで声が聞き取りにくいので、指示などは大きな声を出すよう心掛ける。また、命令・指示されたときには大きな声で明瞭に返事・復唱する。
- ② 船上での作業中は危険を伴っていることを忘れず、自らの責任で自らの身体を守ることを心掛ける。
- ③ 船上での作業中はヘルメットと救命胴衣を常時着用すること。
- ④ 船酔いは正常な判断力や運動能力も奪うことを忘れてはならない。
- ⑤ 高所あるいは身体の重心を舷の外におく作業は、船長に命じられた者が行う。
- ⑥ ウィンチ、キャブスタン、サイドローラーの操作、重量物の吊り上げなど危険を伴う作業は船長に命じられた者が行う。
- ⑦ ウィンチ、キャブスタン、サイドローラーの運転中は体や着衣が巻き込まれないよう十分に注意する。

- ⑧ ウィンチ、キャブスタン、サイドローラーの操作員の視界を妨げる位置に立たない。また、操作員の死角になるところにあるワイヤーやロープなどの挙動に注意し、異常などは速やかに大声で報告する。
- ⑨ ワイヤーやロープに吊り下げられた測定器、ネットなどを海中で視認したときには「見えた」、それらが海面に達したときには「海面」と大きな声で操作員に知らせる。
- ⑩ 重量物を吊り上げているデリックブームの下に不用意に身体を置かない。
- ⑪ 吊り上げられた重量物の下に手や足を置かない。
- ⑫ ロープの輪の中に手や足を入れない。急に締まってケガをしたりロープに引きずられ落水することがある。
- ⑬ 力が掛かり張っているワイヤーやロープに不用意に近づかない。
- ⑭ 力が掛かり張っているワイヤーやロープがもし切れたらどこが一番危険か常に意識し、安全な場所に身体をおく。
- ⑮ ロープを過度に締め付けたり、角張ったものにすれさせない。
- ⑯ 調査器具等の物品を海に落とさない。特にメッセンジャーは落としやすいので注意する。甲板上に不用意に置いたものは船体の動揺で転がり落ちることがあるので、棚に収納するなど適当な処置をする。
- ⑰ ロープは常に整理し必要なときには容易に繰り出せるようにしておく。
- ⑱ お互いに助け合い、協力し、円滑に作業が遂行できるよう心がける。
- ⑲ 作業は気象・海象の穏やかな日を選び、気象および海象の注意報などの発令に留意し、危険防止措置に努める。
- ⑳ 気象・海象には十分注意して作業を行う。天候悪化の場合は作業を中止させる。又、危険と判断された場合には、作業を速やかに中止する。作業中は見張り員を配置して航行船舶等の監視警戒に当たり、他船の航行に支障を及ぼすおそれのある場合は、自船を移動させる等の措置を講じる。

#### V) 帰港後の心得

- ① 船が接岸しても許可があるまでは上陸してはならない。
- ② 入港に関する作業をし、甲板上を清掃する。
- ③ 使用した器具類は直ちに水洗・塩抜きをし、乾燥後所定の保管場所に納める。
- ④ 破損・故障した器具があった場合は、その旨を船長またはその器具を管理する教員に必ず報告する。
- ⑤ 船の備品を船から持ち出してはならない。やむを得ず持ち出す場合は船長の許可を得、用が済めば直ちに船に戻す

#### VI) その他

- ① 漁業法規に違反する行為は、厳禁する。

- ② 作業中に事故災害が発生した場合は、緊急処置を施したのち、迅速に行動すること。

#### 4) 国外での野外調査

国外での野外調査では国内での注意以外に、さらに次の事項に留意する必要がある。

##### a) 一般的な安全対策

- ① 外国では一般に、すり、ひったくり、盗難にあうことが日本よりも多い。特に夜間の外出や甘い誘いには注意すること。都市部でやむを得ず夜に外出するときは、必ず車を使うこと。
- ② ホテルでは就寝前に、火災に備え非常口と脱出方法を確認すること。
- ③ 外国でも携帯電話やトランシーバーの使用が可能なこともあるが、国によって規制が異なるので、あらかじめ調査しておくこと。
- ④ 相手国の慣習などを熟知しておくこと。特に写真撮影には注意をすること。国によっては軍事的理由から駅、橋、港湾などの撮影を禁止している所がある。また、慣習の違いから人物の無断撮影はトラブルを引き起こすことが多い。
- ⑤ 政治情勢の不安定な国においてはクーデター、反乱などのトラブルに巻き込まれないように注意すること。

##### b) 健康の注意

- ① 食物や虫さされなどから病気にかかることが多い。とくに寄生虫、肝炎ウイルス、マラリヤ、伝染病などに注意すること。場合によっては、出国前に必要な予防処置を取ることが望ましい。
- ② “flying doctor”制度のある国ではそれを利用する（一種の保険で、数十ドルの年会費を払うと、重病の時に、大都会から医師が飛行機で現地まで迎えに来る）。
- ③ 国内の場合よりも多くの救急および基本的医療品を携行するか、またウイルス性肝炎、エイズ予防のため、使い捨ての注射器や注射針を持参すると都合なこともある。
- ④ 一般に自然環境（温度、湿度など）や住環境（食物、習慣など）の違いからストレスによる疲労が蓄積しやすい。健康管理に十分注意すること。
- ⑤ 帰国後、時間がたってから発病することもあるので、随時健康診断を受けること。

##### c) 安全情報

渡航先の安全情報は外務省の渡航関連情報（<https://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/>）で入手しておくこと。また健康情報は大阪検疫所 HP（<https://www.>

forth.go.jp/keneki/osaka/) をチェックしておくこと。大学周辺で予防接種ができる医療機関は研究科 HP (<https://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/student/safety/>) に記されている。

さらに現地の政府機関や商社から十分な情報を収集して対策を立てておくことが望ましい。

大事故の場合は、現地の日本領事館にも通報すること。

## MEMO

### 海外渡航に関する全般的注意

#### I 海外渡航の届け出

学会・研究・調査・留学等で海外渡航する場合、下記の書類を学部教務掛あるいは大学院教務掛に提出すること。

1. 海外渡航届（所定様式）
2. 渡航理由書（渡航期間が3ヶ月を超える場合のみ、様式自由、指導教員に作成してもらうこと）
3. 学生海外渡航通知書（所定様式。渡航者の目的・期間・渡航先を、保護者や家族等緊急連絡先へ通知するために使用）
4. 海外渡航誓約書（所定様式。海外での研究・調査・留学に際して、安全管理を怠らないよう自覚してもらうためのもの）
5. 海外旅行保険証書の写し

それぞれの様式は農学研究科 HP

<https://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/procedures/voyagereport/> からダウンロードするか、あるいは学部教務掛・大学院教務掛にもある。

#### II 旅行保険等への加入について

海外旅行中における航空機事故や交通事故などの予期できない事態に備えて、旅行保険などに必ず加入しておくこと。海外での病気やけがの治療、患者の搬送には、きわめて高額のコストがかかることがある。クレジットカード付帯の旅行保険ではなく、迅速な対応ができる大手保険会社海外旅行保険（治療救援補償額が3千万円以上、できれば無制限）に加入しておくこと。

### 1 3 章 農学研究科における環境安全衛生管理体制

国立大学法人京都大学で働く人々には労働安全衛生法が適用され、安全で衛生的な職場環境の下で働く権利が保障されている。一方でそのために遵守すべき義務やさまざまな規程が定められており、適切な環境を実現・維持するための組織が編成されている。

全学的な安全への取り組みは京都大学環境安全保健機構が担っている。機構長は環境安全保健委員会の委員長となり、教職員等の安全保持、保健衛生及び環境保全に関する調査審議を行う。

農学研究科では、環境・安全・衛生に関連した課題を一元的に取扱うために、農学研究科環境・安全・衛生委員会が設けられている。さらにこの下に委員会の運営を円滑にするための安全衛生小委員会、化学物質の管理に携わる小委員会がおかれている。

一方、労働安全衛生法では、事業場ごとに衛生委員会を設置することを義務づけている。事業場衛生委員会は総括安全衛生管理者のもと職場における危険や健康障害の防止策を調査審議する。農学研究科は吉田と宇治の2つの事業場に別かれ、構成員はそれぞれの衛生委員会によって別々に管理される。事業場衛生委員会は定期的に産業医巡視を行い、各職場の安全衛生管理体制をチェックしている。また事業場ごとに衛生管理者が選任され、安全衛生・健康管理状況を調査点検している。農学研究科で選任された衛生管理者は、定期的に職場を巡視し、必要に応じて改善・検討すべき点を指摘、改善を求めるとともに研究科環境・安全・衛生委員会の構成メンバーとなって部局の管理運営に携わっている。加えて各専攻に衛生管理者の資格をもった補助者をおき、衛生管理者の巡視をサポートする体制もとっている。京都大学における環境・安全・衛生に関わる組織と労働安全衛生法で規定される管理体制との間の関係を図13-1に示す。

衛生管理者や衛生管理補助者による巡視は、チェックリスト方式（表13-1に現在のチェックリストを示す）で実施し、安全衛生環境の確保と安全衛生に対する意識を構成員に喚起している。チェックリストは、万一事故が発生しても、常々安全衛生への努力をはらっていることを具体的に証明する上で重要である。

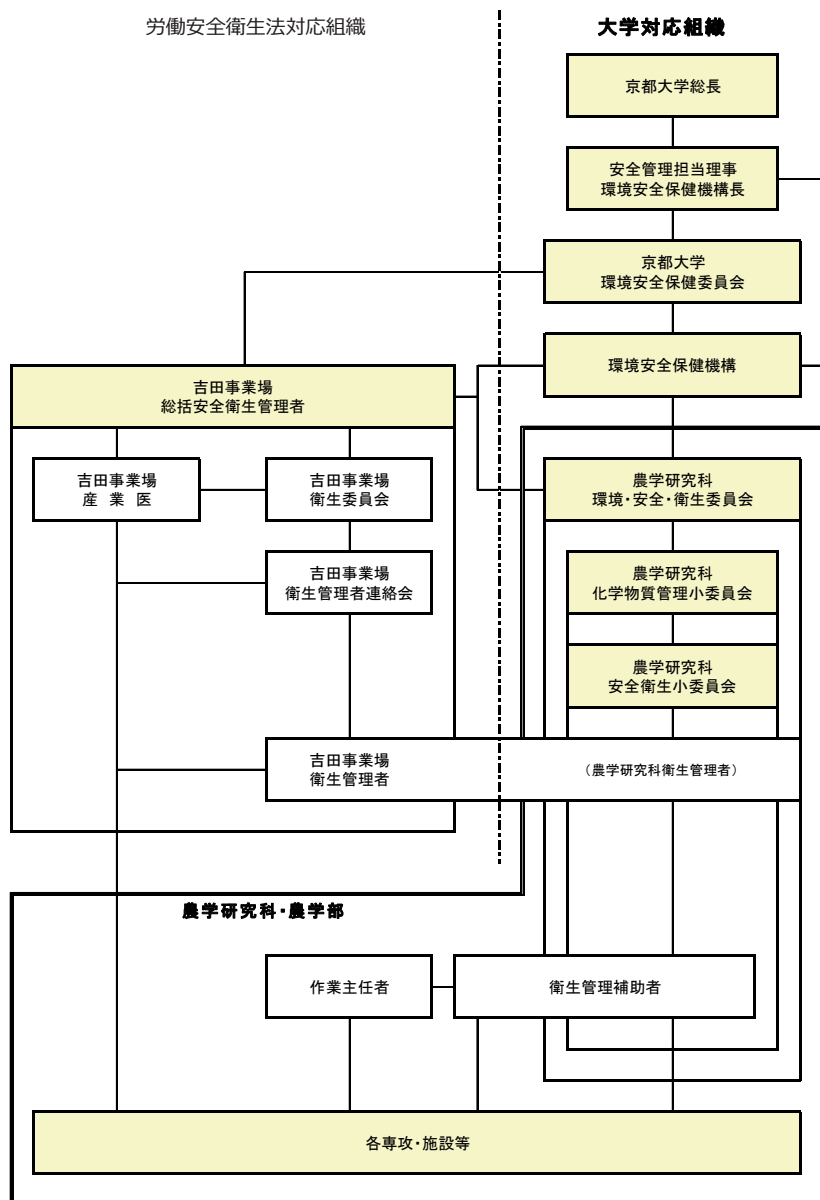


図13-1 農学研究科・農学部の安全・衛生体制

表13-1 農学研究科安全衛生巡視チェックリスト

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 棟 名 | 専攻名 | 実施日 |
|     | 分野名 | 実施者 |

| 点検項目         | 部屋番号  |      |       |      |       |      |
|--------------|-------|------|-------|------|-------|------|
|              | 名称    |      |       |      |       |      |
|              | 改善の必要 | 内容   | 改善の必要 | 内容   | 改善の必要 | 内容   |
| 安全通路の確保      |       |      |       |      |       |      |
| 通常の歩行        | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 避難経路         | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 室内の照明・採光     | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 換気状況         | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 電気関係         |       |      |       |      |       |      |
| 配線状況         | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 架線状況（屋外）     | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| V D T機器の使用状況 |       |      |       |      |       |      |
| 配置           | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 作業姿勢等        | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 室内の整理・整とん    | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 教職員・学生の服装    | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| はきもの         | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 保護具          | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 実験施設整理・整とん   | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 作業スペース       | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| ドラフトの設置      | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 排ガス処理        | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| ボンベの固定状況     | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| ボンベのKUCRS登録  | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 居室併用         | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 廊下の整理・整とん    | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 化学薬品のKUCRS登録 | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 電動工具等の使用状況   | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 薬品の使用状況      | 保管状況  | 使用状況 | 保管状況  | 使用状況 | 保管状況  | 使用状況 |
| 毒物・劇物        | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  |
| 特定化学物質       | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  |
| その他の有機溶剤     | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  |
| 一般化学物質       | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  | 無・有   | 無・有  |
| その他の危険物      | 無・有   |      | 無・有   |      | 無・有   |      |
| 特記事項         |       |      |       |      |       |      |

## 参考文献

### 化学薬品関係

- 化学同人：実験を安全に行うために  
：続 実験を安全に行うために  
三共出版：化学実験室の災害防止  
：公害と毒・危険物 無機編  
：公害と毒・危険物 有機編  
丸 善：化学薬品の安全指針改訂 2 版  
：化学便覧・応用編

### 生物化学関係

- 化学同人：生物化学実験の手引き 5、バイオハザード防止法（1986）  
藤田企画出版：滅菌・消毒マニュアル（1982）

### 災害防止関係

- 総合防災出版：防火指針第 I 集・第 II 集

### RI 障害防止関係

- 丸 善：アイソトープ便覧（新版）  
オーム社：放射性同位元素等取扱者必携

### 廃棄物処理関係

- 京都市清掃局：医療廃棄物適正処理の手引き（平成 6 年）

### 高圧ガス関係

- 京都府：京都府高圧ガス容器保安対策指針（平成 20 年 6 月）

### 総合防災関係

- 京都大学安全衛生管理指針（標準）改訂版（平成 20 年）  
京都大学化学物質管理規程及び管理規程実施要項（平成 19 年 2 月制定）

### 野外活動関係

- 東京大学環境安全衛生本部：大学・研究機関のための野外活動安全衛生管理・  
事務防止指針（平成 23 年 4 月）

## 参考) 学内での事故や負傷事例

ドラフト内に大量 (500 ml) の水素化リチウムアルミニウムを持ち込み、別の容器に小分けしようとしたときに、少量がドラフト内にこぼれ、水滴に接触して煙が出た。ケガはなかった。

- 水素化リチウムアルミニウムは消防法第 3 類危険物の禁水性物資であり、水と激しく反応する。

ガラス製デシケーターの蓋を開けようと「力」を入れた際、蓋が机にまで飛び、机の上で割れて左手を負傷した。

- デシケーターの扱いを熟知するように。

ジムロート冷却管 (ガラス製) をゴム管からはずそうとしたとき、冷却管のノズルが折れて (割れて)、手を切った。

- 慎重な作業を心がけること

冷蔵庫に保存中の試験管を取り出す際に、試験管の下部が霜に埋もれており力を入れて引き出したところ試験管が破損し、指を切った。

- ガラス器具について、ひび割れ等破損の確認及び取り扱いに注意し、定期的に冷蔵庫の霜取りをこまめに実施すること。

ドラフトにおいて有機合成反応を高温下で行っていたところ、反応容器が正しくセットされていなかったためオイルバス中に落ちた。咄嗟にその反応容器をすくいあげようとしてオイルバスの中に軍手をした手を入れてしまったため、左手 3 指全体を 160 度のオイルに瞬間的に浸けてしまった。

- 正しい実験手法を徹底するとともに冷静な対処をとるよう心がけること。

アルコール用タンクに入れていたキシレンが漏れていたため、他の部屋にキシレンガスが流入しないように、部屋を閉め切り、換気扇を回して回収作業を行っているうちに、頭痛と吐き気におそわれた。

- 漏れた原因は用途に合った容器を使っていなかったこと。有機溶媒を使う部屋は十分な換気を実施すること。

実験室で終夜、加熱還流実験を行った。不在の際に冷却管と冷却水ホースの接続部が外れ、水が床及び廊下に漏出した。また、階下の実験室へも漏水した。

- 不在にする場合は水道水を用いた加熱還流実験を行わないこと、冷却水循環装置の利用を検討する。

実験中に、900℃まで加熱した白金管を扱っていて、加熱のスイッチを切った後、白金管の曲がり直そうとした際に十分に冷える前に素手で白金管を触ったため、火傷を負った。

- 温度確認！

実験室でオートクレーブにより滅菌作業を行っていたところ、作業終了の操作中

に容器の蓋を開けたため、水蒸気を浴びた。左腕、両足大腿部に熱傷。

➤ 機器の内部圧力、温度表示に細心の注意が必要。

細口瓶に入った寒天培地を電子レンジで加熱融解後、電子レンジから取り出し寒天を破碎する際に中身が突沸し、大腿部をやけどした。

➤ 電子レンジでの加熱はまんべんなく熱が行き渡り難い。瓶の表面付近と寒天の中央付近に温度差ができたことが原因。

実験室で投げ込み式のヒーターを、電源を入れたまま木製棚に放置したことが原因とみられる火災が発生した。人的被害はなし。

➤ 温度制御ができず過熱状態となるおそれがある投げ込みヒーター等は可能な限り使用せず、過熱時に電流を遮断するなどの安全機能が組み込まれた既製のウォーターバスなどを使用する。また、原則として実験は複数人で行い、実験を終えて退出する際は、複数人で電源の切り忘れや薬品類の放置がないかの安全確認を毎回行う。

安全キャビネットで使用していたピーカーの試薬から発火が起こり、安全キャビネット内に炎が広がって衣服にも引火した。ピーカーはホットスターラー上にてパラフィンを融解させる目的で使用しており加熱が発火につながったと考えられる。

➤ ホットスターラーは温度設定機能付きのものを使用する。加熱器具やガスをを用いている作業は、それらを用いない代替方法へ変更する。また、加熱器具等の使用方法と注意点を再確認し、発火など異常を確認した際の対応方法を教育する。

無人の実験室のドラフトチャンパー内でパラジウム合金のナノ粒子がメタノールの存在下で自然発火し、付着した濾紙とロートが燃えることによって、含水有機廃液タンク内の有機揮発性成分ガスに引火し火災が発生した。

➤ 発火危険性のある物質の取り扱いおよび廃棄方法などについて注意喚起を行った。発火危険性のある固形廃棄物は、他の化学物質との接触を避け、個別に処理し、乾燥しないよう濡れたまま密封して廃棄することを徹底する。

実験を始めるため硫化水素ガスボンベを開けたところ、元栓開放の手順を誤ったため、配管継ぎ手部分から硫化水素ガスが漏れた。

➤ 実験終了後、配管をパージするときに開いてあった遮断弁を閉じるのを忘れ（確認せず）、そのままボンベの元栓を開いたため、この配管経路に一次圧の硫化水素が流れてしまったのが原因。対策として、この遮断弁の後方に逆止弁を取り付けた。

1-プロピル-3-メチルイミダゾリウムクロリドと無水フッ化水素をフルオロプラスチック製反応管内で反応中、反応が激しく進行し、反応管内圧が上昇したため反応管の接合部分が外れ、薬品（反応液）が顔と両腿に飛散した。

- 圧力計は設置されていたが、配管途中のバルブが閉じられていたために、反応管内の圧力が上昇したことが原因。

2・実験室のドラフトチャンバー内に設置したオイルバス（150℃）を使って、ガラス瓶に封入した溶液を加熱していたところ、爆発してシリコンオイルが飛散しドラフトチャンバーの前面ガラスが飛散した。事故発生時には実験者は外出しており、分野教員・スタッフも不在であった。

- 溶液を加熱する際には密封を避け、止むを得ず封入する必要がある場合には必ず耐圧容器を使用する。また、実験中にはその場を離れないようにするとともに、あらかじめ担当教員から実験操作についての確認を受けるようにする。

塑性加工実験を行う圧延ロールの清掃及び研磨作業を行う際、手袋（軍手）をして作業。誤ってロールを逆回転にするスイッチを押したため、手を巻き込まれ、指を粉碎骨折。

- 手袋をしていたことよりも逆回転にスイッチを入れたこと、確認を怠ったことが重大な過失。

海外渡航での調査中に現地の気象観測用の塔から18m下に転落し、重傷を負った。

- 塔の足場に転落防止用（滑り止）の板を張るなどの対策がされておらず、また作業が終わって休憩に入るため、安全ベルトのロックをはずして階段を降りていた。

炎天下で刈払機を使用して草刈りを行っていたところ、熱中症にかかった。

- 塩分の補給を心がける

手袋（軍手）を着用し、鎌で雑草刈りをしている際、鎌の刃を誤って左手人差し指の内側に接触させて負傷した。

- 手袋をしていることの安心感と慣れで右手に力が入りすぎたことが原因と思われる。

インドネシアで鳥類に関するフィールド調査中、体調を崩し高熱を発症した。血液検査の結果デング熱だと診断された。

- デング熱はネッタイシマカ（蚊）により媒介されるウィルス性感染症で一過性の熱性疾患である。東南アジア、インド、中米などに分布する。海外で調査等をする場合は、その国の情報、予備知識を十分得た上で出向くことが必要である。

注射した後、リキャップした際に誤って自身の手指に針を刺した。

- 使用後の注射針はリキャップせず、速やかに専用の容器に廃棄する。

マウスを用いた実験で、マウスの尾部を保持した際に噛まれた。

- マウスの取り扱い時の注意をより強化するとともに、必要に応じて保護手袋を使用する。

農場内のハウスにアライグマ（1頭）が侵入していたため、役所へ引き渡すべく捕獲を試みた際、両手指5か所を噛まれた。

➤ 捕獲の際は、専門業者等に捕獲を依頼し、役所に連絡する。

この他にも単なる不注意で、薬品類が目や顔に飛散したり、あるいはガラス細工中にガラスが割れて手を切ったり、手に刺さったりの事故は多発している。いずれも保護眼鏡や手袋などの保護具をつけていなかったケースが多い。

**保護具着用の必要性を自覚**することが重要である。



京都大学

農学研究科・農学部

Faculty/Graduate School of Agriculture, Kyoto University