



安 全
の
手 引

京都大学フィールド科学教育研究センター
労働安全衛生委員会
平成30年3月

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	9
1) 火災	
2) 地震	
3) 都市ガスによる災害	
3章 安全対策	12
1) 危険予知トレーニング (KYT)	
4章 電気	13
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	
5章 機械・溶接作業	17
1) 作業室等の整理・整頓	
2) 作業服及び保護具	
3) ホイスト、チェー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	
6章 高圧ガス・液化ガス	22
1) 高圧ガス	
2) 液化ガス	

7章 山林作業	25
1) 安全作業心得	
2) 一般注意事項	
3) 機械作業	
8章 化学実験と化学薬品	30
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	
9章 化学実験機器	40
1) 圧力容器（オートクレーブ）	
2) 遠心機	
10章 爆発	44
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	
11章 野外調査	47
1) 日頃の注意事項	
2) 野外活動に関する一般的注意	
3) 山での調査研究	
4) 船舶などを利用する調査研究	
5) 潜水作業による調査研究	
6) 海岸での調査研究	
7) 河川での調査研究	
8) 国外での野外調査	
12章 放射線・放射性同位元素の取扱い	59
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

1 3 章 実験動物・微生物 62

- 1) 実験動物の取扱い
- 2) 微生物の取扱い
- 3) 海外からの生物の取扱い

1 4 章 VDT (Visual Display Terminal) 作業 64

1 5 章 労働安全衛生法の適用と安全でより快適な職場環境の確保へ向けて 65

参考文献 70

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（盗難、紛失等）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、安全の確保に心がけて下さい。

- 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がける。
- 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、必要に応じて保護めがね、保護（安全）帽、保護マスク等を使用する。
- 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

- ・吉田本部地区学内同士は4～5桁の内線番号をダイヤルするだけ。
- ・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、
(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

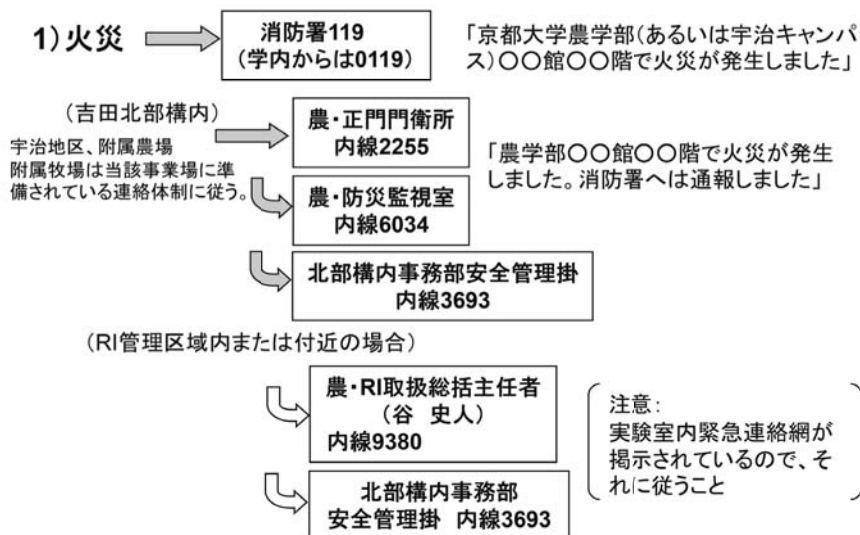
- ・学内電話からは0（ゼロ）発信のため、最初に0をダイヤルし、続いて、
(市外局番)、市内局番、加入者番号の順にダイヤルする。

学外から吉田本部地区の内線番号に電話をかけるには

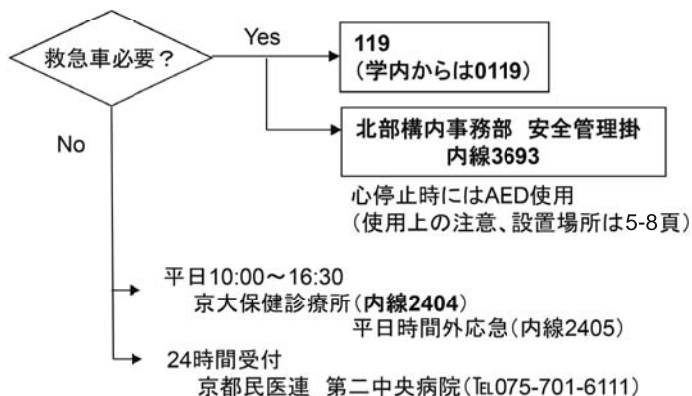
- ・(075)753-内線番号の順にダイヤルする（5桁の内線は繋がらない）。

1章 緊急の場合は

1) 火災



2) 人身事故・急病



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

- ① 排水、油、ガスが漏れている。
- ② 異臭がする。
- ③ エレベーターに閉じ込められたエレベーターが故障した。



(参考)

ガス漏れ：大阪ガス(24時間) TEL0120-819-424

電気設備故障：(株)吉商電工社 TEL075-872-8492

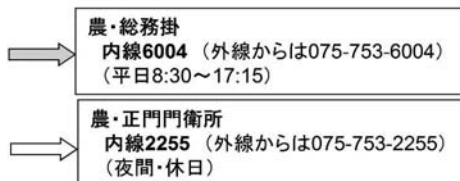
給排水漏れ：(株)影近メンテ TEL075-752-0591

エレベーター故障：

フジテック(株) TEL075-231-7144(総合館、農学・生命科学研究棟)

三菱電機ビルテクノサービス(株) TEL075-213-1194(農学研究科2号館)

4) 事件・不審者



5) SSCカード

非常時の緊急連絡先を図示したSSCカードを配布しています。常時携帯すること。



(おもて)



(うら)

警察・消防以外の研究所内の連絡(通報)

電気・ガス・水道のトラブル
火災・人身事故・不審者 等

施設環境課 施設環境・安全衛生グループ 内線3396、3397

(夜間・休日)門衛所 内線4350、4351

火災・人身事故・不審者等

事務部長 内線3330
・総務課長 内線3331
・経理課長 内線3337
・研究協力課長 内線3351
・施設環境課長 内線3391

部局担当 フィールド科学教育研究センター
担当事務 内線6416

電気

特高変電所 内線4361
施設環境課 内線3392

水道

給水センター 内線4362
施設環境課 内線3392

ガス

大阪ガス緊急 0-0120-8-19424
施設環境課 内線3392

火災

特高変電所 内線4361
給水センター 内線4362
自衛消防団長 内線3391
(施設環境課長)

- ！ 心臓マッサージ（胸骨圧迫）を、強く、速く、絶え間なく！！
 まずは、心肺蘇生法の講習会を受けましょう。
 医師会や日本赤十字社、消防署などで受けられます。

手順1
 反応があるか確認



手順2
 119番通報と
 AEDの手配



手順3
 呼吸を確認する



次の手順へ ▶

手順4

ただちに心臓マッサージ（胸骨圧迫）を行う
強く！速く！絶え間なく！

呼吸がないか、異常な呼吸（しゃくりあげるような不規則な呼吸）があるときは、
ただちに心臓マッサージ



心臓マッサージをする場所は
「胸の真ん中」が目安

強く

胸が、少なくとも5センチメートル沈むように
●小児・乳児は、胸の厚さの約1/3

速く

1分間あたり、100～120回のテンポで

絶え間なく

中断は、最少に

人工呼吸ができる場合は…

まずは気道を確保する

片手で傷病者の額を押さえながら、
もう一方の手の指先をあごの先端に当てて持ち上げます

心臓マッサージ
（胸骨圧迫）を30回

1分間あたり、100～120回のテンポで

人工呼吸を
2回

1回1秒かけて吹き込む

これを交互に繰り返す



！人工呼吸を行うさいには、できるだけ感染防護具をお使いください。
感染防護具を持っていない場合、持っていないが準備に時間がかかりそうな場合、口と口が直接接触することに躊躇がある場合などは、人工呼吸を省略して心臓マッサージ（胸骨圧迫）に進んでください。
※窒息、溺水、小児の心停止などの場合は、人工呼吸を組み合わせたことが望ましくされています。

次の手順へ▶

手順5

AEDが
到着したら

AEDは、心停止した心臓に電気ショックを与え、心臓の拍動を正常に戻す救命器具です。
電源をいれて（ふたを開けると電源が入る機種もあります）電極パッドを装着し、音声ガイドに従ってください。どなたにも簡単に扱えます。



みんな離れて!

除細動ボタンを押すときは、「みんな離れて」と声を出し、手振りも使って離れるように指示します。

電気ショック後、ただちに手順4 心肺蘇生を再開します

AED設置場所は、図1-2（8ページ）を参照。

お問い合わせ

日本医師会地域医療第一課
chiiki_1@po.med.or.jp

誠に恐れ入りますが、万が一電子メールでの返信ができなかった場合に備え、お問い合わせの際はお名前やご連絡先を明記していただきますようお願いいたします。
いただいた個人情報は、お問い合わせへの返信以外には使用いたしません。

図1-1 AED設置場所

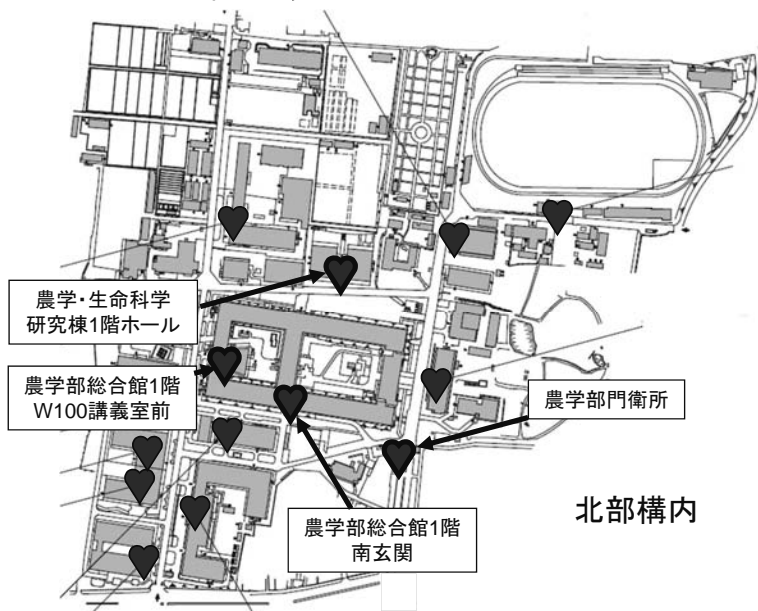
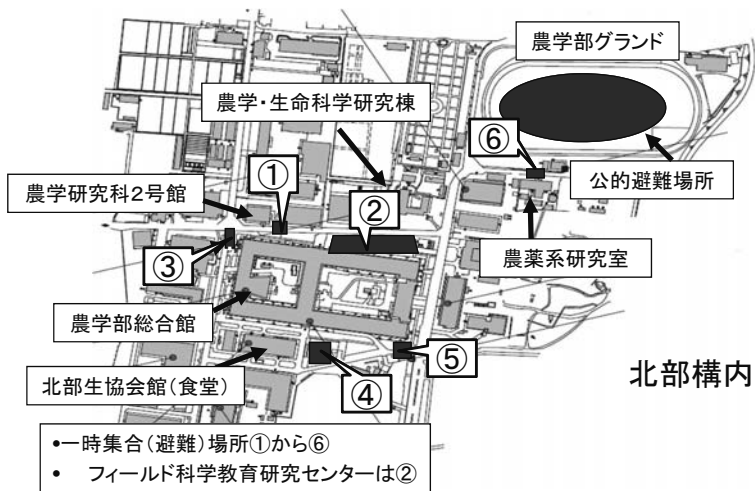


図1-2 災害時避難場所



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の実験室・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、普段から適当な容器に水をはっておく。
- 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センチ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。エアソ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（8 ページ、図 1-2 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係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。

http://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/2011/04/27/post_45/

なお各建物内で携帯電話が繋がらない、あるいは繋がりにくいところがある。以下の URL に電波状況が悪いところが示されている。情報を予め取得しておき、非常時には電波状況の良い場所に直ちに移動できるように心がけること（ここに示されている場所以外の電波状況は良好である。）

<http://www.jimu.kais.kyoto-u.ac.jp/shisetsu/keitai/index.html>

3章 安全対策

作業における危険予知の能力を高めるため、危険予知トレーニング（危険（K）、予知（Y）、トレーニング（T）、以下、KYT）を定期的に行う。

1) 危険予知トレーニング（KYT）

(1) KYTとは

KYTとは、危険に関する情報をお互いに寄せ集め、話し合って共有化し合い、それを解決していく中から、危険のポイントと行動目標を定め、それを潜在意識に強く訴えて、危険に対する感受性や問題解決能力を高めるトレーニングのことであり、要所所で指差し呼称を行うことにより、集中力を高めるとともにこれらを顕在意識に呼び起こし、安全を確認して行動するための手法である。

(2) KYTのすすめ方

KYTは以下の手順を進める。

- ① 職場や作業の状況を描いたイラストシートを使って
- ② あるいは現場で現物で、作業させたり、作業してみせたりしながら
- ③ 職場の作業の中にひそむ“危険要因”（労働災害や事故の原因となる可能性のある不安全行動や不安全状態）とそれが引き起こす“現象（事故の型）”を
- ④ 職場小集団で話し合い、考え合い、分かり合っ（あるいは1人で自問自答して）
- ⑤ 危険のポイントや行動目標を決定し、それを指差し唱和したり、指差し呼称で確認したりして
- ⑥ 行動する前に安全を先取りする。
- ⑦ 危険予知訓練レポートを提出する。

4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つけ、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が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、やむを得ず床上にコードを這わせるときは、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。
(電源配線は勝手に床、壁に固定してはいけない。電気工事士の工事が必要。)
- 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こるが、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る。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・帯電部に直接接触す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、ゴム靴を適宜着用すること。
- 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寸刻を惜しんで経験者による人工呼吸、心臓マッサージを続けること（5・7 ページの心肺蘇生法、8 ページの AED 設置場所を参照）。

3) 電気火災と爆発の防止

電気起因する火災は、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 4章 1) で述べた「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「通電電流の自乗と通電時間の積」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ひきおこす。

5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)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。また、KYT(12ページ)を行い、日々安全意識を高めておくこと。

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。怠ると事故につながり兼ねない。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80 cm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。そで口を締め、上着のすそ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、よく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安全帽(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、防塵眼鏡、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、遮光眼鏡、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。

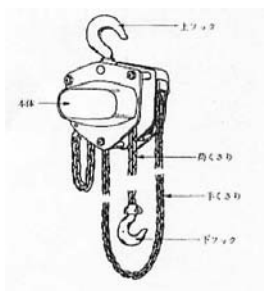
3) ホイスト、チェーンブロックなどによる吊り上げ作業

重量物の運搬は、男 25kg、女 15kg 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

一般に吊り上げ荷重 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かけてはならない。
- 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。ゆる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ことになる。
- 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。

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。

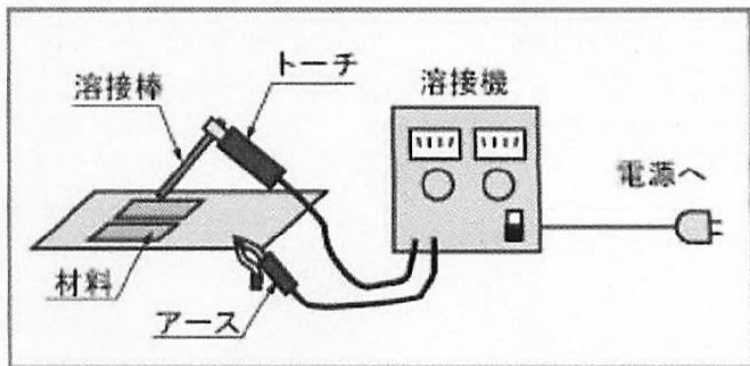
- ① アーク溶接機、溶接物（溶接棒）、被溶接物（母材）などを結線する、1次側、2次側ケーブルの接続、アースの接地方法などに誤りはないか確認する。水道管・ガス管・建物などにアースしてはならない。
- ② 溶接機ホルダの絶縁物の破損、ねじのゆるみ、溶接ケーブルの損傷の有無を点検する。不良品は補修するか、新品に替えておく。ホルダー及びケーブルとも JIS 規格に適合したものであること（ケーブル径は表 4-1 参照）。

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 乾いた長そで、長ズボンの衣服を着用し、汗などによる濡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。



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
150A 以下	22 mm ²
250A 以下	38 mm ²
400A 以下	60 mm ²
600A 以下	100 mm ²

※) 定格使用率 50%の場合

6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、京都大学高圧ガス製造施設危害予防規程 (http://www.kyoto-u.ac.jp/uni_int/kitei/reiki_honbun/w002RG00000302.html) を遵守しなければならない。

a) 取扱いに関する注意

一般的な 7 m^3 の高圧ガスボンベのガス充填圧力は 150 kgf/cm^2 (約 15 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3年ごとの耐圧試験が義務づけられている。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3年以上の継続使用は許されない。
- 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°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）のボンベの周囲 2 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用い、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 低温物質科学研究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掲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

上記 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こと。

- ① 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。)
- ② 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、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 種及び怒(じょ)限量(許容濃度に相当)が 200 ppm 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。ヘリウムガス用は左ネジであるがネジ山のピッチが可燃性ガスのそれとは異なる。

7章 山林作業

1) 安全作業心得

- ① 各種作業に従事するものは、法令で定められた各種技能講習、安全衛生講習を受講し、各種作業の安全衛生実務必携またはテキストなど参考図書等を常時参照し、安全作業の基本を熟知して、他の作業者との連携を保ち、KYT（12 ページ）を行うなど災害の防止に努めること。
- ② 各種作業等に従事するときは、二人以上の複数で行うように努める。
- ③ この安全の手引きに定められていない作業・事項は、森林系職員向「安全の手引き」のほか、他の法令、規則等を遵守し、各施設の班長および作業現場の主任者等の指示によること。

2) 一般注意事項

(1) 作業前の打ち合わせ等

- ① 作業の開始にあたっては、当日の作業の内容及び作業手順、作業者の配置、合図等の連絡方法、その他作業に必要な事項について、十分に打ち合わせのうえ作業に着手すること。
- ② 作業中、打ち合わせ等のため他の作業者に近づくときは、合図をして相手の応答を確かめたうえで近づくこと。

(2) 服装等

- ① 服装は、身軽で袖じまりの良い長袖の上着、裾じまりの良い長ズボンを着用すること。なお寒冷時に、振動機械取扱い業務に従事するときは、暖かく軽い服装及び防振手袋を着用すること。
- ② 保護帽は、あごひもをしっかりと締めるなど、正しく着用すること。
- ③ 履き物は、作業に適し、足にあった丈夫で滑らないものを履くこと。また、必要に応じて滑り止め用具のついたものを使用すること。ただし、機械を運転する者は、金具等の打ってあるものは履かないこと。
- ④ その他、作業の必要に応じて防塵眼鏡、耳栓等を使用すること。

(3) 機械、器具の点検、整備

- ① 機械、器具の構造やその取扱いについては、それぞれの機械、器具の取扱い説明書等に従うこと。
- ② 機械、器具は、運転者または作業者が最良の状態で使用できるよう常に点検整備し、工具等は所定の場所に整理整頓しておくこと。

③ 清掃、給油および点検整備の場合は、必ず機械を停止させて行うこと。

(4) 歩行動作

- ① 作業地への往復および作業中の歩行は、互いに十分距離を保つこと。また、機械器具を携行運搬する場合は、刃部等の危険な部分には安全カバー（覆い）をかけること。
- ② 鎌等の器具を杖代わりに使用しないこと。
- ③ 足元の障害物に注意し、浮き石など不安定なものの上を歩かないこと。また歩行中の落石等にも注意すること。
- ④ 雨中や雨上がりの際、または沢筋など湿っている場所では、滑って転倒しないように注意すること。
- ⑤ 作業中に移動歩行する場合は、チェーンソーや刈払い機など機械類のエンジンは、必ず停止させること。また、急傾斜地や滑りやすい箇所では十分注意すること。
- ⑥ 歩行中、むやみに浮き石等を落下させないこと。

(5) 近接作業の禁止

作業中は、作業者間の間隔を十分に保つこと。下刈り鎌などの場合は、柄の長さの2倍以上、刈払い機使用の場合は、作業者から5mの範囲、立木伐倒の場合は、立木の樹高の2倍の距離の範囲内を危険区域とし、他者を立ち入らせないこと。

(6) 上下作業の禁止

斜面で作業を行う場合は、作業者の位置が上下にならないようにすること。

(7) 作業環境の整備

急斜面では浮き石、倒木、末木枝条等不安定な地物は、あらかじめ取り除くか安定させておくこと。また、つる類は根元から切り離しておく等、災害の未然防止に努めること。

(8) 転落、墜落の防止

- ① 斜面で滑る、つまづくなどで転倒したり転落しないように注意すること。また、木登り、丸木橋、盤台等墜落の恐れのある箇所での作業または歩行では特に注意をはらうこと。
- ② 高さが2m以上の箇所で作業を行う場合は転落、墜落を防止するため、安全帯を必ず使用すること。なお、安全帯は樹木の幹等に確実に取り付けること。

(9) 火災の予防

- ① 作業中は、禁煙とする。

- ② マッチの燃えさし、タバコの吸い殻は、火の消えたことを確かめてから始末すること。なお、携帯用吸い殻入れを用いるよう心掛けること。
- ③ 燃料や引火性薬剤のそばでは絶対に火気は使用しないこと。
- ④ 燃料を補給するときは、エンジンを止め、排気管等が冷えた後に機械を安定させて燃料をこぼさないように注意すること。また、こぼした場合はきれいに拭き取っておくこと。

(10) 悪天候時の作業の中止等

- ① 強風、大雨、大雪などの悪天候のため危険が予想されるときは、作業を中止すること。
- ② 台風、集中豪雨の後には、林道、歩道および作業地を見回り、落石、倒木、土砂崩れ等の危険のないことを確かめてから、作業を開始すること。
- ③ 雷が発生し、または雷雲が近づき危険が予想されるときは、作業を中止し、機械器具を身体から離し、速やかに適当な場所（くぼ地や車の中等）に避難すること。

(11) 動植物による災害の防止

- ① トゲ植物、ウルシ等有害物にできるだけ接触しないよう、手袋、腕カバー、服装等をきちんとして皮膚を保護すること。
- ② 蜂毒アレルギーのある場合は防蜂網を着用し、蜂刺されを未然に防止すること。なお、刺されたときは、速やかに最寄りの医療機関で処置を受けること。
- ③ マムシなど毒ヘビのいるところでは、すね当てや長めの靴で足元を保護し、もしも咬まれたときには、速やかに最寄りの医療機関で処置を受けること。
- ④ その他、野生のシカ、イノシシ、サル、クマなどの大型動物、または有毒植物などにも不注意な対応をしないこと。

(12) 標識の設置

各作業現場に応じて作業員および一般通行者の安全のため、注意標識または禁止標識等を見やすい場所に設置すること。また、場所によっては標識を立てるとともに、その周囲または区域をロープ等で囲って標示すること。

(13) 救急医薬品の配備

- ① 作業現場までの通勤車両には、負傷者の手当に必要な救急医薬品を備えつけておくこと。また、車両から離れた場所で作業するときは、必要最小限の医薬品を携行すること。
- ② 手当を行う場合には、感染症などの予防のため手袋を装着すること。

(14) 緊急連絡体制

作業中に事故災害が発生した場合は、応急処置を施したのち、別に定める緊急連絡体制（2-4 ページ）により、迅速に行動すること。

3) 機械作業

(1) チェンソーによる伐木造材作業

- ① かかり木の処理、転倒木の切り離し、つるがらみ木の伐倒など危険と困難が伴う作業については、現場の主任者等の指示を受けること。
- ② 伐倒木にからまるつる類および周囲の小径木、灌木、浮き石等作業の支障となるものは必ず取り除いておくこと。
- ③ 待避場所は、伐倒方向とは反対側の斜面上方の3m以上離れた立木の陰とし、容易に待避できるように通路を整理しておくこと。
- ④ 伐倒の準備ができれば、折々に合図を行い、他の作業者および一般通行者の待避を確認すること。
- ⑤ 受け口は正しく作り、必ず「つる」を残し、安全で確実な伐倒を行うこと。
- ⑥ 枝払い、玉切りにあたっては、枝などの跳ね返りや材が転動することを考慮して材の安定と足場の安全を確保してから行うこと。

(2) 刈払い機による作業

- ① 傾斜地や凹凸のある場所、障害物のある場所での作業では、滑ったり、つまづいたりしないよう身体のバランスに配慮し、正しい姿勢で行うこと。
- ② 刈払い中に岩石、伐根、残材等の障害物が予想される箇所は、一旦高刈りし、安全を確認してから低く刈ること。
- ③ 刈刃の位置が腰より高い位置で刈払わないこと。また、急傾斜地を下方に向かって刈り進まないこと。
- ④ 刈刃にからまった草やつるを取り除くときは、エンジンを止め、刈刃が止まったことを確認してから行うこと。また、エンジンがかかっているときは、刈刃が止まっても不用意に刈刃に触れないこと。また、保護メガネは、必ず着用すること。

(3) 移動式クレーンによる荷役作業

- ① アウトリガーを設置する場合は、水平堅固な地盤に機体が水平になるよう設置し、アウトリガーは左右均等に張り出すこと。
- ② 材の横引き、斜め引きはしないこと。
- ③ 制限加重を超える荷掛けはしないこと。
- ④ 待避は荷の動く方向に位置しないこと。また、吊り上げられている荷の下には、

絶対に立ち入らないこと。

- ⑤ 荷はずしは、荷が接地し、ワイヤーロープがゆるんだことを見定めてから行い、終了後、待避してから運転者に合図すること。

(4) 車両系建設機械による作業

- ① 運転者は、機械の周囲に誘導者以外の者がいないことを常に確認しながら作業すること。
- ② 走行時には、作業装置（バケット、排土板など）を地上から 30cm 程度の高さに下げて機体の安定をはかること。
- ③ 斜面は機械が横転しないように、出来るだけ傾斜面に沿ってまっすぐに登降すること。なお、機械はその安定度を超えて走行しないこと。
- ④ バックホウのバケットは、運搬車両の運転席の上や、作業の上を旋回させないこと。
- ⑤ 崖や軟弱な路肩や法肩等には、不用意に接近しないこと。
- ⑥ 機械から離れるときは、作業装置（バケット、排土板など）を地上に降ろし、エンジンを止め、駐車ブレーキを掛けること。

8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、保護眼鏡やゴーグルの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、スリッパ類は不適格である。また、女性のハイヒールも禁止すべきである。

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。下記参照）。

高压ガス：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）
- 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）：性質により表 8-1（37-39 ページ）のように第1類から第6類で分類されている。

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、高压ガス等）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（<http://kananzen.sisetu.kyoto-u.ac.jp/spfcweb/kyoudai/anzen/> 安全管理について>8.化学物質管理（KUCRS）>2)化学物質管理規程および実施要項>（1),(2)）に従って適正に管理をしなければならない。
- ③ 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

640物質について初めて使用する際にはKUCRSのリスクアセスメント機能を活用し、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。

- ④ 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が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。
- ⑤ 実験室内では飲食、喫煙はしてはならない。
- ⑥ 保護衣、保護眼鏡の着用を励行する。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。
- ⑦ 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。
- ⑧ 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。
- ⑨ 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。
- ⑩ 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（スクラバー等）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」（<http://kananzen.sisetu.kyoto-u.ac.jp/spfcweb/kyoudai/kankyo/>）環境管理について>3. マニュアル・通知類>3) 廃棄物管理に関するもの>(1) 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

フィールド科学教育研究センターにおいては、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。

II. 無機廃液

ここでの無機廃液とは、重金属、水銀系、シアン系、フッ素系及びリン酸系の廃液を指し、その処理は原則としてすべて京都大学無機廃液処理装置(KMS)で、決められた日時に処理される。

これらの廃液は、それぞれ個別に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。(重金属は青色の 20 L ポリ容器、それ以外は灰色の 20 L ポリ容器を使用し、重金属の廃液は主に硫酸で溶かした酸性水溶液として貯留すること)。沈殿物は除外しておく。

KMSの詳細については、「京都大学無機廃液処理装置利用の手引き」を参照のこと。

III. 実験排水

- ① 実験により生じた一般の酸・アルカリ水溶液、器具等の洗浄液(水溶液)は必ず pH 7 付近に中和して、排水として流すこと。
- ② 実験排水は北部構内の建物毎に(農学部総合館は3ヶ所で)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。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。

*すべての排水は貯溜槽から北部構内実験排水管理棟に送られ、京都市の排水基準に pH を調整した後、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。

フィールド科学教育研究センター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、北部構内事務部施設安全課安全管理掛へ相談すること。

MEMO

学内（農学研究科）における発火・火災等の事故

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、ドラフトチャンパ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、アルコキ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、ドラフトチャンパ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、ドラフトチャンパ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. 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、装置のチャンパ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）。

3. 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 8-1. 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	酸性固体	塩素酸塩類	第一種 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	第二種 300kg		
		臭素酸塩類			
		ヨウ素酸塩類			
		硝酸塩類	第三種 1000kg		
		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					
上記のいずれかの含有物					
第二类	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 (アルミニウム粉、亜鉛粉)	100kg		
		マグネシウム粉	100kg		
		その他政令で定めるもの	500kg		
		引火性固体(固形アルコール)	1000kg		
第三類	自然発火性及び水性物質	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		
		金属のリニ化物	10kg		
		カーバイド(CaC ₂)	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 火 性 液 体	特殊引火物 (引火点-20℃以下) 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	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。
		第一石油類 (引火点 21℃未満) ガソリン、ヘキサン 酢酸エチル トルエン アセトン	非水溶性 200L		
		アセトニトリル	水溶性 400L		
		アルコール類 1分子中のCが3個までの飽和一価アルコール	400L		
		第二石油類 (引火点 70℃未満) 灯油、軽油、キシレン	非水溶性 1000L		
		酢酸、 プロピオン酸	水溶性 2000L		
		第三石油類 (引火点 70℃以上) アニリン、重油	非水溶性 2000L		
		グリセリン	水溶性 4000L		
		エチレングリコール	4000L		
		第四石油類 (引火点 200℃以上) ギヤー油など	6000L		
		動植物油類 (引火点 250℃未満) オリーブ油など	10000L		
		自 己			

第五類	反応性物質	ニトロ化合物 ピクリン酸 トリニトロトルエン ニトロソ化合物 アゾ化合物 ジアゾ化合物 アジ化ナトリウム ヒドラジンの誘導体 ヒドロキシルアミン その他政令で定めるもの	第二種 100kg		
第六類	酸性液体	過塩素酸 過酸化水素 硝酸 五フッ化ヨウ素 その他政令で定めるもの	すべて 300kg	強い酸化性をもつ。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。

9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。

また、高圧蒸気滅菌器を使って行う滅菌作業をオートクレーブ（する）という。

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。

フィールド科学教育研究センターにおいても、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して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掲げる。

- 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）は蓋を明けてはならない。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/cm²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、また、せっかくの試料を失うことになる場合もあるので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

最高回転数が数万 rpm の遠心機で数十万 g (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がける。
- 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。これが最も重要な要素の1つである。

MEMO 圧力単位の換算

MPa	Pa	Mdyn / cm ²	kgf / cm ²	lbf / in ²	標準気圧	水銀柱
N / mm ²	N / m ²	bar	at	psi	atm	mmHg
1	1×10 ⁶	10	10.2	145	9.87	7500
1×10 ⁻⁶	1	1×10 ⁻⁵	1.02×10 ⁻⁵	1.45×10 ⁻⁴	9.87×10 ⁻⁶	7.50×10 ⁻³
0.1	1×10 ⁴	1	1.092	14.5	0.987	736
9.81×10 ⁻²	9.81×10 ⁴	0.981	1	14.2	0.968	722
6.90×10 ⁻³	6900	6.90×10 ⁻²	7.03×10 ⁻²	1	6.81×10 ⁻²	51.7
0.101	101×10 ³	1.01	1.03	14.7	1	760
1.33×10 ⁻⁴	133	1.33×10 ⁻³	1.36×10 ⁻³	1.93×10 ⁻²	1.32×10 ⁻³	1

有効数字3桁で表示

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。

10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 高圧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おこるものである。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）した気体などがあげられる。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 10-1 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、重油等があげられる。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、指導者のもとで、換気扇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者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 10-1 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。)

11章 野外調査

野外調査や野外研究には学内の場合とは異なったさまざまな危険に遭遇することがあるので、特に注意が必要である。

1) 日頃の注意事項

- ① 業務上必要な安全技術講習、安全教育講習等を受講し、KYT（12ページ）を行うなど、常に安全作業に対する技術及び意識の向上に努める。
- ② 安全作業、危険防止等について話し合う機会を定期的に持ち、関係者相互で事故防止についての認識を新たにする。
- ③ 緊急事態に備え、迅速に連絡が行えるよう、携帯電話・無線機等による連絡手段を確保する。
- ④ 事故が起きたときは、連絡網に従い速やかに現地事務所に連絡し、指示を受ける。些細な出来事（ヒヤリハットなど）もできるだけ共有して、安全確保に努める。
- ⑤ 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。

2) 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 現在、野外調査で最も多い事故は交通事故である。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。
- ③ 調査では、危険な場所への立ち入りや、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。また、潜水を行う際には水圧変化にともなう障害についても熟知し、ボンベなど潜水器具の取扱にも注意すること。
- ④ 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。
- ⑤ 危害を加える動物（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。
 - 1) 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。特に北海道のヒグマについては、十分な警戒が必要である。

III) 植物のとげ、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、ズボンのすそ（裾）じまり、上衣そで（袖）じまり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・大声をあ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。

⑥ 危険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。

⑦ ラジオなどの天気予報にたえず注意すること。

I) 強風、波浪、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、くぼ地の他、車の中がよい（高い樹木の下は不適當である）。

⑧ 野外では、気象条件が厳しい中で行動することにより心身に多大な影響を及ぼすため、まめに休息をとる。

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。やむをえ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がけること。携帯電話やトランシーバーの使用が便利なることもある。

I) 林地へ1人で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。やむをえないときには必ず携帯電話やトランシーバーなどを携帯すること。

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、降雨時や雨上がりどきは、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。基本的に野外では火は使わないようにする。
 - ⑪ 炎天下では長時間の連続作業は避け、適当に休憩時間をとること。

3) 山での調査研究

- ① 帽子、長そでシャツ、長ズボン、雨具、登山靴を着用する。一般に標高が 1000m 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は必ず携帯する。
- ⑤ 必要に応じて、虫よけ、マスク、軍手、ゴム手袋、ゴーグル、サンングラス、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掛ける。
- ⑨ キャンプ、崖の登攀、雪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可能性がある）。
- ⑫ 集団で行動する場合、疲労や体調不良、けがで行動がともに出来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。見当もつけずに行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。

4) 船舶などを利用する調査研究

(1) 一般心得

- ① 調査員は船の乗組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組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 突発的な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順守すること。
- ⑦ 観測・調査に関しては港則法・漁船法などの規則に、生物採集に関しては各都道府県の漁業調整規則に従うこと。必要に応じて作業許可や特別採捕許可を取得すること。

(2) 出航前的心得

- ① 調査計画書は、出港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、正常に作動するかの確認・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・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 関係法令に順守し、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、合羽、防寒着、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がける。

(3) 安全航行とモラルに関しての心得

- ① 解纜・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。とくに落水は生命に関わるので非常に危険である。荒天下ではとくに注意を要するが、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に、
 - ・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がける。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。急な移動や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や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。とくに、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。とくに、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。

（４）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がける。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がける。
- 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などを置かない。
- ⑫ ロープの輪の中に手や足を入れない。急に締まって怪我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を常に意識し、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。とくに、メッセンジャーは落としやすいので注意する。甲板上に不用意にお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。
- ㉑ 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。

(5) 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。

5) 潜水作業による調査研究

- ① 潜水作業は、教職員を含む複数人で行い、潜水中はバディもしくは3人一組で行動することとし、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。潜水時間や最大水深、無減圧潜水時間などの潜水計画を立てる。
- ③ 機器点検の追加として
 - ・レギュレーター、BCの作動チェック、空気の漏れがないか。
 - ・タンクの残圧を確認、バルブの開閉確認
 - ・レギュレーターとBCの定期点検は必ず行う（1年に1回）
- 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、グローブを保護具として着用する。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。ダイビングコンピューターを使用することが望ましい。
- 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、安全に備える。
- 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以上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さける。
- ⑨ タンクの残圧は50気圧程度を残すようにする。
- ⑩ ボートダイビングや急深な地形の場合、安全停止(5m、3分を目安)を

行う。

- ⑪ 潜水当日の酒量を控える。
- ⑫ 潜水後の飛行機での移動等については、潜水から 24 時間あける。また、車等で高所（海拔 300m 以上）を移動する場合も同様。

6) 海岸での調査研究

海岸の岩場(磯)、砂浜、干潟での調査では、足元が滑りやすく、蛸殻など鋭利なものが多いため思わぬ怪我をしやすい。以下の点に注意し、調査を行うこと。

- ① 靴やゴム長靴、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。手には手袋を着用する。できればウェットスーツを着用することが望ましい。
- ② 日焼け、熱中症に十分注意する。なるべく肌を露出せず、頭には帽子等を着用する。長時間の調査では必要に応じ水分補給のための飲み物を携帯する。
- ③ 危険生物に注意する。特に、岩に付着しているカキなどの貝類、ガンガゼなどのウニ類、毒をもつ生き物（カツオノエボシ、イラモ、シロガヤ、スナイツギンチャク、イモガイ類、ヒョウモンダコ、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。
- 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 胴長靴やウェーダーを着用して水中に転落したり、転倒したりすると自力で起き上がることはなり難いので、救命胴衣を着用し、十分に注意する。また干潟では、深い泥にはまって身動きが取れなくなる危険がある。特に初心者の方は、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。

7) 河川での調査研究

河川には、水の深さや流れの速さが急に変わることが多く、海以上に多くの事故が起こっている。以下の点に注意し、調査を行うこと。

- ① 河川では、降雨により急激に川の水が増水することがある。事前にテ

レビやインターネットで情報を確認して適切な調査計画を立てるとともに、調査中にも気象情報をできるだけ入手し、悪天候が予想される場合には、調査の中止や予定の変更を行うこと。

- ② 今いる場所は晴れていても、上流での局地的豪雨などで一気に川の水が増水し、水位が上がることもある。急に水が濁る、枝や落ち葉が流れてくる、土砂の匂いがするなどは、前兆の恐れがあるので直ちに川からでる。
- ③ 上流にダムのある川では、放流による増水に注意する。調査の際には事前に放流情報を確認し、調査中も常に放流予告のサイレンに注意する。
- ④ 川岸の濡れた石やコンクリート護岸は、コケやぬめりで滑りやすく、転落事故が起こりやすい。草の生い茂った水際はどこまでが岸かわかりにくく転倒や転落の恐れがある。
- ⑤ 河川の流れの速さは、一定ではなく場所によって異なる。岩やワンド、河川の合流部など複雑な流れを生むので注意する。
- ⑥ 川の水底には、ゴミや倒木が沈んでいることがある。踏んで怪我をするだけでなく、足をはさまれると水圧で身動きがとれなくなることもある。水が濁って水底が見えないところでは特に注意する。
- ⑦ 河口付近では、潮の満ち引きの影響があり、沖に向かう速い流れがあったり、満潮で水位が上がったりする。

8) 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。

(1) 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。都市部でやむをえ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、日本国内仕様の機材は使用できない。また、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。

(2) 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。

(3) 安全情報

渡航先の安全情報は外務省の渡航関連情報 (<http://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 (<http://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農学研究科 HP (<http://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/student.safety.html>) に記されている。さらに、事前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。

また、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、下記の書類を教務掛へ提出すること。様式は、農学研究科 HP <http://www.kais.kyoto-u.ac.jp/japanese/procedures/voyagereport/> からダウンロードできる。

1. 海外渡航届（学部生用）所定様式
海外渡航届（大学院生用）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おうこと。）
3. 学生海外渡航通知書 所定様式
4. 海外渡航誓約書 所定様式
5. 海外旅行保険証書の写し

II 旅行保険等への加入について

海外渡航中における事故・災害時等不測の事態に備えて、必ず旅行保険に加入しておくこと。本学では、学生教育研究災害保険（学研災）付帯の「付帯海外留学保険」、またはAIUに加入することを推奨している。海外での病気やケガの治療、患者の搬送には極めて高額な費用がかかる場合があり、クレジットカード付帯の旅行保険では、治療・救済の補償額が低く、迅速に対応できない、救済者費用が適用されない等の制限がある。

III. 在留届、たびレジの登録について

外務省では、海外に3か月以上滞在を予定している邦人には「在留届」提出の徹底を、3か月未満の滞在を予定している邦人には外務省海外旅行登録「たびレジ」への登録を呼びかけている。海外へ渡航する際は、提出又は登録をしてください。詳細は外務省HP「在留届」（留学などで海外に3ヶ月以上滞在する場合）

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/todoke/zairyu/index.html>

「たびレジ」（3ヶ月未満の海外渡航の場合）

<https://www.ezairyu.mofa.go.jp/tabireg/>

12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) 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線障害の防止に関する規定」 (http://www.kyoto-u.ac.jp/uni_int/kitei/reiki_honbun/w002RG00000310.html) に基づいて行う。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、微量に被爆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

取扱者としての登録をした者は、次年度より毎年、本センター(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。また、京都大学放射線障害予防小委員会、放射性同位元素総合センター等が開催する講習会等に参加し、放射性同位元素等に関する知識と技術の習得に努めること。

3) RI の取扱いに際しての諸注意

- ① RI の取扱いに際しては、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、放射線取扱主任者、放射線取扱副主任者等の指示を受け、これを忠実に守ること。
- ② 実験中は広範囲用ガラスバッジ、 β 線用ガラスリング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 RIの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放射線取扱主任者、放射線取扱副主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 実験中は広範囲用ガラスバッジ、 β 線用ガラスリング等の個人線量計を着用して放射線照射装置の取扱いに際しては、広範囲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の直接指導を受けるとともに、放射線取扱主任者、放射線取扱副主任者等の指示を受け、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 放射線照射装置の取扱いに際しては、必ず所定の記録をつけること。線源の保管の記録をつけること。
- 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放射線取扱主任者、放射線取扱副主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放射線取扱主任者に報告すること。

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) 1メガ電子ボルト未満のエックス線(電子線を含む。以下同様。)を発生する装置で、定格管電圧が10キロボルト以上のエックス線装置又は付随的にこれと同等のエックス線を発生する装置、及び(2) 定格加速電圧が100キロボルト以上の電子顕微鏡のことをいう。

- ① エックス線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、エックス線作業副主任者等の直接指導を受けること。
- ② エックス線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。
- ④ 問題点が生じたときは、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副主任者、放射線取扱主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、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法令、京都大学における放射線障害の防止に関する規定、京都大学大学院農学研究所放射線障害予防規定のほか、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取扱施設及び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、発見者は直ちにその旨を学部長及び主任者に通報しなければならない。

- ① 盗取、所在不明、RIによる汚染、その他の事故が発生した場合
- ② 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。

13章 実験動物・微生物

1) 実験動物の取扱い

フィールド科学教育研究センター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がなり得るので、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。それゆえ、ここでは飼育者・研究者の心得について述べる。

実験動物のうち、フィールド科学教育研究センターで通常に飼育可能なものは、数種の魚類など、少数の動物種に限られる。その他の実験動物の飼育には、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、取扱いは、清潔さを保つこと及び取扱い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。(例えば、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)」)

取扱い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) だけについて、特に述べておきたい。HFRSウイルスはヒトに強い病原性があり、腎障害をともなう高発熱により、死をもたらすことがある。野生げっ歯類の多くはHFRSウイ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イルスが、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。また、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、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、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、医学部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を受けなければならない。京都大学動物実験に関する指針等によって実施計画を明確にし、事前に審査を受け実施されなければならない。

2) 微生物の取扱い

フィールド科学教育研究センターでは細菌やウイルスは、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もちいられ、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まれである。事故への対処の点から考えると、後者の研究はフィールド科学教育研究センターでは避けた方が賢明である。もしどうしても必要ならば、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。微生物を使って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よう、火気には十分注意をすること。

その他、特別な例として、微生物を用いた遺伝子組み換え実験の場合には、専門の研究施設で行わなければならない。また、遺伝子組み換え実験は実施計画を明確にして、レベルに応じて届け出もしくは申請し事前に承認を得なくてはならない。

3) 海外からの生物の取扱い

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。

14章 VDT (Visual Display Terminal) 作業

1人1台パソコン時代と言われる現在、誰もがVDT作業に携わっている。

(1) 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、頸肩腕部疾状（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。

(2) 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）

連続作業として4時間を超えない

1時間の作業に対して小休息（10分程度）を入れる
などを常に心掛けて作業をするべきである。

15章 労働安全衛生法の適用と安全でより快適な職場環境の確保へ向けて

－フィールド科学教育研究センターの教員・職員等（TA、RAを含む）の皆様へ－

平成16年4月から京都大学は国立大学法人京都大学へ移行し、それに伴って、環境、安全、衛生に関する仕組みが大きく変わった。基本的にはこれまで国の機関であった京都大学は、民間企業と同じ扱いとなり、教員・職員等の安全、衛生に関わる事項は国家公務員人事院規則から労働安全衛生法で規定されることとなった。また、環境に関わる様々な法的な規則や規制も、国の機関としてではなく民間企業と同じ扱いとなった。

労働安全衛生法（以下、法とする）は、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的とする法律である（法第1条）。また京都大学では、京都大学安全管理規程（以下、規程とする）を定めており、本学における安全衛生管理については、労働安全衛生法、学校保健安全法、その他関係法令及び就業規則に定めるもののほか、規程に定めるところによる（規程第1条）。

フィールド科学教育研究センターにおける労働安全衛生に関わる組織体制を図15-1（66ページ）に示した。まず京都大学全体の体制としては、総長の下、環境安全保健機構長が、本学における安全衛生管理に関し、総長の業務を分担管理する（規程第5条）。また、教職員等の安全保持、保健衛生及び環境保全に関する重要事項を調査審議するため、環境安全保健委員会を置いている（規程第6条）。

フィールド科学教育研究センターは吉田事業場に属している。吉田事業場における安全衛生管理の最高責任者は総括安全衛生管理者であり（規程第10条）、吉田事業場衛生委員会が設置されている（規程第20条）。各部局においては、部局長が部局内の安全衛生管理について責任を負い（規程第7条）、部局安全衛生委員会の設置が義務づけられている（規程第24条）。したがって、フィールド科学教育研究センターにおける安全衛生管理の責任者はセンター長であり、センターには労働安全衛生委員会が設置されている。センター長は部局の安全衛生管理の職務を補佐するため安全衛生管理担当者を置き、安全衛生管理担当者は衛生管理者、作業主任者、衛生推進者（衛生管理補助者）とともにセンター内の安全衛生活動を推進する。衛生管理者および作業主任者は、法により選任が義務づけられているが、衛生推進者は、多数の施設から成るフィールド科学教育研究センターにおいて、限られた人数の衛生管理者の業務を補佐するべく独自に設けている。衛生管理者は、教職員の健康と衛生に関わる職務を行い、少なくとも週に1回作業場を巡視しなければならない（労働安全衛生規則第11条）が、各施設では衛生推進者がこれに替わり衛生管理補助者として作業場の巡視を行う。

衛生管理者や衛生管理補助者による巡視を実行あるものにするため、チェックリスト方式（表15-1に吉田事業場におけるチェックリストの例を示す）により、常に安全で

衛生的な環境の確保と安全衛生に対する意識を喚起することとしている。各施設では、衛生管理補助者がチェックリスト方式により巡視を行うこととしているので、協力をお願いしたい。

また前回の改訂で加えた危険予知トレーニング（KYT）は、作業者らが、その作業に潜む危険を予想し、互いに指摘しあう訓練であり、事故や災害を未然に防ぎ、危険性の情報共有が進む効果が期待できる。

これらの取り組みをもってしても、日々多くの業務に携わるため、軽微な事故の発生は防げないこともある。事故が発生した場合は図 15-2 に示したような速やかな報告体制を整え、事故対応策を検討し、再発防止に努めているところである。

安全で衛生的な職場環境は自らの努力で確保するものであること、リスクは完全に排除できるものではなく、リスクを最小限に抑え、万一の事故発生に対して日頃から十分な備えをしておくことが重要であり、そのひとつの方法がチェックリスト（表 15-1、67 ページ）による作業場の巡視であることを十分に御理解いただきたい。なお、今後とも絶えずチェック項目の見直しや方法の改善を行っていく方針であり、構成員の皆様からの様々な提案を期待している。

図15-1 フィールド科学教育研究センターの安全・衛生体制

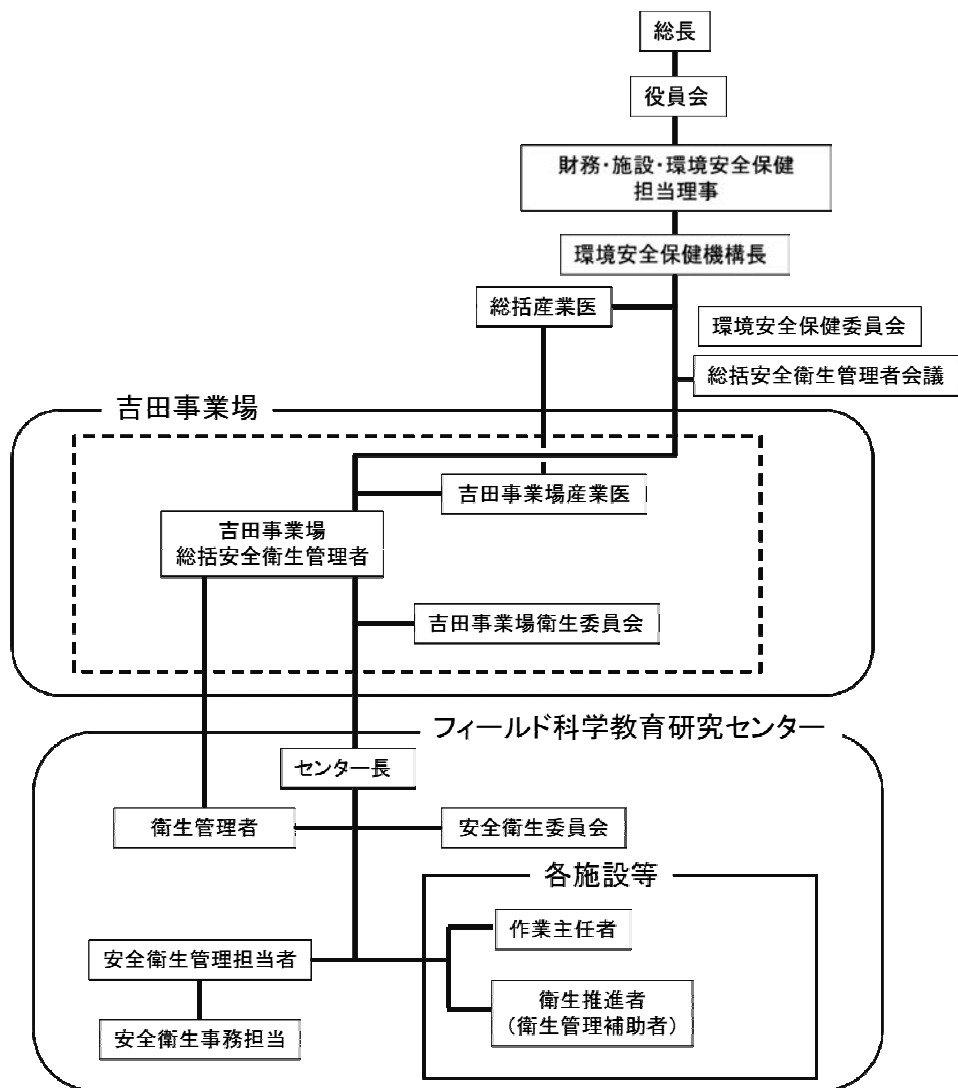
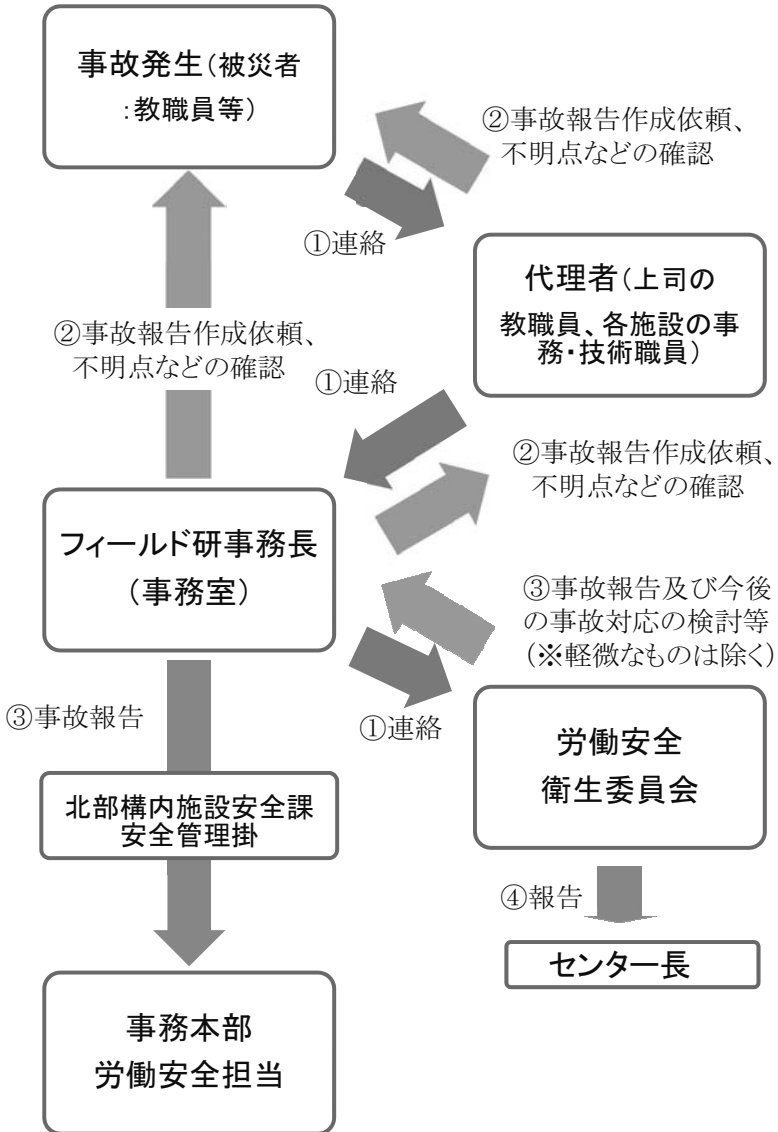


表 15-1 フィールド科学教育研究センター安全衛生巡視チェックリスト

棟名 _____ 専攻名 _____ 実施日 _____
 衛生管理者 印 _____ 分野名 _____ 実施者 _____

点検項目	部局番号					
	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	
VDT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	
ポンペの固定状況	無・有		無・有		無・有	
ポンペの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	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						

図15-2 事故報告体制



参 考 文 献

京都大学大学院：農学研究科・農学部 環境・安全・衛生委員会：「安全の手引き」

H29.4月.

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

大阪大学・学生生活委員会：「安全のための手引」化学系

丸善：及川紀久雄 先端技術産業における危険・有害物質プロフィール 100(1987)

生物科学関係

化学同人：生物化学実験の手引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(昭和57)

京都市清掃局：医療廃棄物適正処理の手引(平成6年2月)

レーザー使用の安全：

実験化学 1993年版 pp68～78. 大阪大学 安全のための手引

朝倉書店 1989年版 新版レーザーハンドブック

新技術コミュニケーションズ：改訂版レーザー安全ガイドブック 通産省工業技術院監修

災害防止関係

総合防災出版：防火指針第I集・第II集

R I 傷害防止関係

丸善：アイソトープ便覧(新版)

：やさしい放射線とアイソトープ(1988) 日本アイソトープ協会編

オーム社：放射性同位元素等取扱者必携

東京工業大学安全管理委員会：「安全手帳」(1991)

放射性同位元素による放射線障害の防止に関する法令集

電気の安全使用に関して

日本電気協会：電気安全の現場指導

電気と安全(月刊雑誌)：電気評論社

廃棄物処理関係

文部省：大学における廃棄物処理の手引（昭和 55 年版）．科学新聞社

高圧ガス関係

圧力容器構造規格

高圧ガス関係法令集

高圧ガス保安協会：高圧ガス技術 共立出版（昭和 52）

高圧ガス保安協会：高圧ガス取締法規集（平成 2）

総合防災関係

安全手帳 第 4 版、同ダイジェスト版（平成 4 年） 東京工業大学

安全の手引 第 5 版（平成 5 年） 京都大学工学部安全委員会

安全の手引（平成 5 年） 京都大学理学部安全委員会

新焼却炉使用 MANUAL（平成 6 年 9. 12）

演習林作業における安全管理マニュアル 北海道大学

安全マニュアル 第 1 版 九州大学

中央労働災害暴威協会 HP <http://www.jisha.or.jp/index.html>

救急蘇生法 日本医師会 <http://www.med.or.jp/99/cpr.html>