# 安全マニュアル

令和３年４月

総　合　科　学　部

理　　工　　学　　部

生 物 資 源 産 業 学 部

# まえがき

徳島大学総合科学部，理工学部及び生物資源産業学部並びに大学院創成科学研究科（以下「本学部」という。）における教育・研究活動では，学生の実験・実習や教職員の研究中において，高度な性能を有する各種機器や装置・電気・薬品・ガス・放射線などが日常的に使用されており，それらの取り扱い方を誤ると大事故につながる危険性が常に存在している。このことから，本学部の安全対策や事故防止は極めて重要な問題であり，実験・実習や研究中の安全を保証するために，教職員は細心の注意を払い学生の指導にあたらねばならない。また，学生自身も，自分の安全はもちろんのこと，周囲の安全には十分な注意と関心を払うことが必要である。

本学部のキャンパスには，約 380 人の教職員が勤務し，学部と大学院を合わせて約 4,200 人の学生が学習・研究に励んでいる。キャンパスの建物の大部分は新築・改修されているが，実験室などは非常に狭隘であり，危険物を取扱うことも多いので，常に安全に気配りしなければならない。そのため，学生への安全教育の手引として，また，教職員の安全への認識を一層向上させるため，平成 6 年度に当時の工学部では，「安全マニュアル」を発行し，順次，見直し改訂を行ってきた。

令和 3 年 4 月版から，総合科学部，理工学部及び生物資源産業学部に対応するよう改訂するとともに，大学院創成科学研究科が開設された新体制のスタートから 1 年を経て，改めて点検・改善を加えた内容となっている。

この「安全マニュアル」には，一般的注意事項，ケガの応急処置，防災をはじめ，実験・実習や研究のための各種機器や装置・電気・薬品・ガス・放射線などの個々のものに対する取り扱い方や安全のための指針を記述している。従って，本学部のすべての学生諸君は，この「安全マニュアル」の全項目を一読するとともに，個々の機器などを取り扱う場合の安全指針については，それぞれの取扱マニュアルを熟知し，不明な点は教職員の指示を受けるようにしてほしい。そして，実験・実習，研究中に異常や危険などを感じた場合には，直ちに操作を停止して教職員に報告し，災害を未然に防止する心構えを持っていただきたい。

学生諸君がこの「安全マニュアル」を基にして，安全で事故なく実験・実習に励んでいただくことを切に願っている。さらに，学生諸君と教職員各位が安全確保と事故防止に留意して，安心・安全なキャンパスづくりのために尽力されることを希望している。

最後に，ご多用中のところ，「安全マニュアル」の内容の執筆等にあたられました方々に対して深く感謝します。

令和 3 年 4 月

徳島大学大学院社会産業理工学研究部長
橋　爪　正　樹

徳島大学総合科学部長　髙　橋　晋　一
徳島大学理工学部長　山　中　英　生
徳島大学生物資源産業学部長　長　宗　秀　明

# 安全マニュアル目次

まえがき

1. 一般的共通事項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.2 交通安全 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
1.3 実験実習における一般的安全について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

2. ケガの応急処置と健康管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
2.1 ケガをしたときの連絡法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
2.2 ケガの応急処置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
2.3 救急蘇生法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
2.4 健康管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
2.5 VDT 症候群の対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9

3. 火災と地震 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
3.1 防火及び消火 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
3.2 地震について ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16

4. 機械類の安全運転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
4.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
4.2 実験実習・製作中の事故の要因 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
4.3 対策の基本 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
4.4 工作物脱着時の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
4.5 作業工具使用時の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
4.6 機械加工時の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
4.7 溶接作業時の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
4.8 材料加工実験での注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37

5. 運搬作業・高所作業の安全 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
5.1 運搬作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
5.2 高所作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41

6. 電気の安全な使用 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
6.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
6.2 電気災害とその種類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43

6.3 電気の使用に関する基礎知識 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 48
6.4 そのほか電気に関連した事柄 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55

7. 大型実験装置使用上の安全 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
7.1 一般的注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
7.2 風洞 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
7.3 水理実験施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
7.4 遠心載荷実験装置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
7.5 コンクリート試験機 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61

8. 薬品類の安全な使い方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63
8.1 一般的注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63
8.2 危険物質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71
8.3 有毒物質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81

9. 高圧ガス・液化ガス等の安全 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
9.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
9.2 高圧ガス・液化ガス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 97
9.3 高圧ガス容器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 100
9.4 圧力調整器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
9.5 液体窒素・液体ヘリウム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
9.6 貯蔵(容器置き場) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
9.7 高圧ボンベの転倒防止措置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 104

10. 光源使用上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 105
10.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 105
10.2 レーザ使用上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 105
10.3 ランプ光源使用上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109

11. 放射線の安全な取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
11.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
11.2 放射線と法規 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
11.3 エックス線装置の設置場所 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
11.4 放射線業務従事者 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
11.5 事故と対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 112
11.6 おわりに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 113

12. 生物材料の安全な取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
12.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
12.2 微生物実験のバイオセーフティ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
12.3 動物実験のバイオセーフティ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 119
12.4 生体材料を用いた実験のバイオセーフティとインフォームド・コンセント ・・・・・・・ 122
12.5 遺伝子組換え実験のバイオセーフティ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 123
12.6 おわりに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 126

13. 薬品及び廃棄物・廃液の管理と処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 129
13.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 129
13.2 薬品の管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 129
13.3 実験系有害廃棄物の処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 131
13.4 一般廃棄物の処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133
13.5 廃棄物の処理についての諸注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 134
13.6 放射性同位元素等の管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 138

14. 生物資源産業学部における実習時の注意事項・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 143
14.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 143
14.2 農場実習の活動に関する基本的注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 143
14.3 水圏（海・川・湖沼・池）での活動に関する注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・ 145
14.4 森林圏での活動に関する注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 148
14.5 家畜動物の取扱に関する注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 150
14.6 食品加工実習における注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 151

15. 安全に野外調査を行うために・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 154
15.1 安全に野外調査を行うために・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 154
15.2 不測の事態への対応・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 158
15.3 知っておくと役に立つ電話番号・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 164

付　録 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 165
1.　ヒヤリ・ハット事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 165
2.　学生教育研究災害傷害保険 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 173
3.　徳島大学及び本学部における安全管理に関する規則・・・・・・・・・・・・・・・・ 176
4.　緊急時の連絡先・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 177
5.　常三島地区防災マップ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 178
6.　執筆者名簿 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179

索　引

# １．一般的共通事項

## 1.1　はじめに

現代社会では，技術の発展とともに便利な生活を送ることができるようになり，また知に対する興味を刺激する興味深い現象が次々と発見されている。これが実現しているのは，人間が様々なエネルギーをうまく制御し，合目的的に活用できるようになったためであると言える。例えば，石油は燃焼させると大量のエネルギーを発するが，これをうまく制御して自動車や，各種の産業機械の動力として活用している。また発電に使われた場合には電気エネルギーとして生活家電や，実験機器を駆動するために使われている。ハサミのような単純な道具であっても，人間の手が発するエネルギーを刃先に集中させ，紙を切断する仕事をしている。化学物質はそれぞれ固有のエネルギーを有しており，これにエネルギーを加えたり，放出させたりすることで化学反応が生じる。

エネルギーには多様な形態がある。大きく分類しても電気的，機械的，化学的エネルギーなどに分けられる。文明社会で活用されるすべての機械，器具，道具は多様なエネルギーをうまく制御する性質を持っている。大量のエネルギーを集中的に有効に活用すると極めて便利な機械を動かしたり，物質の詳細な性質を分析したりできるのである。

ところがこれを言い換えると我々がエネルギーをうまく制御できなければ，目的が達成されないだけではなく，本来の目的に使われるべきであったエネルギーが無駄に放出されてしまうことを意味する。無駄な放出とは，エネルギーの無駄遣いに限らない。エネルギーがあらぬ方向に向けられれば，重大事故につながるのである。このような事態を防ぐためには各種の機械，器具，薬品を正しく扱うことを常に心がけねばならない。購入時に付属している使用説明書を熟読し指示に従うのはもちろんのこと，常に各自の常識や科学的知識を最大限に活用して，安全の確保に最大限配慮するべきである。

本安全マニュアルは徳島大学理工学部及び生物資源産業学部並びに大学院先端技術科学教育部に所属する教職員の教育研究活動及び日常生活において，安全を確保する上で特に重要となると考えられる事項をまとめたものである。十分にその内容を理解し事故の無いように心がけていただきたい。また，本安全マニュアルに記載のない内容の作業を行う際には，専門家のアドバイスを仰ぐなど柔軟に安全確保に努めていただきたい。

本章では 2015 年 4 月に出版された徳島大学工学部安全マニュアルを引用する形式で，安全を確保する上での一般的な注意事項及び心構えについて解説する。

### 1.1.1　初心者の心得

新規採用者，転任者並びに新入生は，上司，教職員，先輩の教えに従い，以下のような注意を守って，本学の生活に１日も早く慣れるよう留意する。

(1)　使用する事務機器，実験装置，工具及び器具等のマニュアルがある場合，熟読し，それらの性能を十分に理解し，機器の操作方法を早く習熟するとともに大切に使用する。

(2)　些細なことでも分からないことがあれば，教職員や先輩に聞いて理解を深める。独断や早合点はケガや事故のもととなるので十分注意すべきである。

(3)　慣れてくると気が緩みがちになるので，採用時や入学時の気持ちを忘れずに仕事や実験をするようにする。

### 1.1.2　執務上の服装と履物

仕事がしやすく，災害から身を守るのに適した服装とし，下記のことに十分注意する。

(1)　履物はヒールの低いものや，滑らないものを選び，紐がほどけたままで履いたり，靴のかかとの踏み履きは，つまずく危険があるので避ける。

(2)　実験室で作業を行う場合は，作業に適した服装とし，必要に応じて安全メガネ，安全靴，軍手，ヘルメット等を着用する。思わぬ事故の原因となるので，不必要な装飾物は身に付けない。

### 1.1.3　姿勢

(1)　腰を落ち着け，背筋を伸ばし，執務及び作業に合った姿勢で仕事をする。

(2)　机に真っ直ぐに向かい，イスに深く腰を掛け，自然な姿勢で仕事をするようにする。机に覆いかぶさるような姿勢や，イスを後方に引き過ぎる姿勢は，身体が疲れやすく目を悪くする原因となるので気をつける。

(3)　長時間同じ姿勢を続けると，特定の筋群が緊張収縮を続けることによる「静的疲労」が起こる。この静的疲労を解消するには，ラジオ体操等を行い，筋肉を弛緩させるとよい。

### 1.1.4　整理・整頓・清掃・清潔

安全の基本は，事務室，研究室及び実験室の整理・整頓・清掃・清潔(4Ｓ)である。研究室，実験室等で起こった事故の大半は，整理・整頓の悪いことが原因となっている。整理・整頓を心掛けることは，事故を未然に防ぐことにつながる。

(1)　机上の整理

(a)　事務用品等は，すぐ使えるように常に整理しておく。

(b)　離席するときは，椅子を机・テーブルの下へ引き込めておく。

(c)　机の上は広く使えるように常に整理する。

(d)　机の引き出しの中には，できる限り私物を入れない。

(2)　物の置き方

(a)　全ての物は，必ず所定の場所に置くようにする。

(b)　物の置き方は，必ず一端または一辺を揃え，整理・整頓して置くようにする。

(c)　採光を妨げるような物を窓側に置かない。

(d)　高い棚，書架類，ガラス張りの棚等は，転倒防止のための措置をする。

(e)　書類や物品が，棚や机上からはみださないようにする。

(3)　通路の整理

(a)　廊下や通路には物を置かない。

(b)　廊下は 1.8 m，室内通路は 80 cm を確保し，通路出入口，非常口，防火扉，階段，消火器及び消火栓の設置場所付近には物を置かない。

(c)　通路付近には，破損しやすいものや危険物を置かない。もし，通路上にコードなどを配置する場合には，カバーをかけて保護する。

(4)　清　掃

(a)　毎日，整理・整頓・清掃・清潔に努める。

(b)　更衣室，給湯室等の清掃は定期的に行い，特に衛生には十分注意する。

(5)　事務用品等の取扱い

(a)　机，イス等に軋みが出たり，キャスター(車)が破損している場合には，こまめに注油や修理をして使用する。

(b)　卓上ガラスは，机からはみださないようにする。

(c)　キャビネット・書架は，極力壁際に設置して固定する。

(d)　キャビネット・書架の引き出しや扉は，使用後確実に閉めておく。

(e)　２段以上のキャビネットは，２つ以上の引き出しを一度に開けると倒れ易くなるので注意して使用する。

(f)　コピー機，プリンター等のトナーを交換する時は，必ず電源スイッチを切る。

(g)　カッターは，使用場所を定め，使用後は必ず止め具で刃を固定する。

(h)　事務機器類は，終業時には必ず電源コードを抜くようにする。

## 1.2　交通安全

最近，本学関係者が加害者または被害者となる交通事故が多発しており，教職員並びに学生諸君の安全運転の徹底が強く望まれている。車・バイク・自転車を運転する際には，法規を厳守し，安全運転を心掛けるとともに，交通規則を必ず守らなければならない。運転者だけでなく，同乗者にも安全運転の大きな責任がある。交通事故防止のため，最低でも次のことを厳守しなければならない。

(1)　制限速度を守り，スピードを出しすぎない(させない)。

(2)　無謀な運転はしない(させない)。

(3)　飲酒時は絶対に運転しない(させない)。

(4)　シートベルトを着用させる。

(5)　雨の日や夜間など視界が悪い時には，細心の注意をはらう。

また，構内においては，

(1)　自転車をはじめ全ての車両は，必ず決められた駐輪(駐車)場所に駐車する。

(2)　構内では歩行者優先であり，車両(自転車を含む。)は必ず徐行する。

の項目に留意しなければならない。なお，バイクで構内を走行することは禁止されている。

多くの学生が通学手段等として利用している自転車は，道路交通法では，「軽車両」に分類されているので，法律に沿った走行が必要である。自転車に乗るときは，ルールを守り，安全に利用しなければならない。また，歩行者や車の運転者も自転車のルールを知り，お互いに安全を心掛ける必要がある。

自転車安全利用五則

(1)　自転車は車道が原則，歩道は例外

(2)　車道は左側を通行

(3)　歩道は歩行者優先で，車道寄りを徐行

(4)　安全ルールを守る

- 飲酒運転・二人乗り・並進の禁止
- 夜間はライトを点灯
- 信号を守る
- 交差点での信号遵守と一時停止･安全確認

(5)　子供はヘルメットの着用をしっかり守ることが，事故を未然に防ぐ一助となる。また，傘差し運転，スマートフォン・携帯電話・携帯デジタル音楽プレーヤー等のイヤホンやヘッドホンを使用した状態での運転は交通違反なので，厳禁である。

## 1.3　実験実習における一般的安全について

室内実験や野外実習では，以下の点に注意する。

(1)　実験・実習に適した服装(白衣や作業着)，安全靴，軍手，防護面，安全メガネ，その他を着用する。長髪は束ね，長爪やマニキュアの使用は避ける。また，周囲のにおいがわからなくなるような，強い香水はつけない。

(2)　やむを得ず終夜実験をしなければならない場合は，必ず２人以上で行う。ただし，前もってその旨を指導教員または上司に届けておく。これは，もし事故が起こったときに，適切な処置を行う際に必要となるからである。

(3)　実験機器等を使用する場合，マニュアル等を熟読し十分な知識を得ておく。また，機器の使用方法について教職員からの指導を受け，正しい使い方を理解してから操作する。

(4)　実験機器は丁寧に取り扱う。実験機器の調子が悪い時は，すぐに使用を中止し，速やかに教職員に連絡する。

(5)　実験機器を移動して使用した場合には，実験終了後必ず元の位置に戻し，使用前よりも整理，整頓を心掛ける。

(6)　実験や実習を行う際には，その準備，手順等を入念に段取りしておく。この段取りが不適切であると事故を起こしやすい。

(7)　実験や実習中の軽率な行動は思わぬ事故につながるので，注意しすぎる程注意して行動する。これは，事故が発生すると，自分だけでなく周辺にいる人々や設備・施設に大きな被害がおよぶからである。

(8)　建物内は禁煙であり,所定の場所以外での喫煙はしない。構内での歩行喫煙も禁止されている。喫煙後は，吸殻のポイ捨てはしないなど，最低限の喫煙マナーを守る必要がある。

(9)　野外での実習では,交通事故をはじめとして教室では考えられないような事故が発生することがある。各自，体調に十分気をつけ，集中力が欠如しないよう注意する。

## 参考書


(1)　徳島大学工学部：安全マニュアル，2010 年

(2)　山形大学工学部：安全マニュアル 平成 20 年度版，2008 年

(3)　三重大学生物資源学部施設整備管理委員会：安全マニュアル 第 2 版増補，2008 年

(4)　大阪府警察，自転車の交通安全ルールブック，2008

# ２．ケガの応急処置と健康管理

## 2.1　ケガをしたときの連絡法

学内でケガ人が出た場合には，直ちにキャンパスライフ健康支援センター保健管理部門（保健管理センター）(088-656-7289)に連絡する。ケガの程度が大きい場合には，直接 119 番で救急車を呼ぶとともに保健管理センターに連絡する。ケガ人が学生の場合には，学務担当職員にも連絡し，その後の対応を検討する。

## 2.2　ケガの応急処置

万一,ケガや火傷等をした場合には,以下のような応急処置をした後,担当教員に報告し,直ちに医師の手当てを受ける。

### 2.2.1　薬品による障害の応急処置

薬品が付着した衣服を取り除いた後，大量の水道水か生理食塩水で洗い流す。個々の薬品への対応については，大阪中毒 110 番(072-727-2499)，つくば中毒 110 番(029-852-9999)や，日本中毒情報センター・ホームページ(http://www.j-poison-ic.or.jp/)を利用する。

### 2.2.2　外傷の応急処置

外傷部位を大量の流水で洗い流し，十分に異物を除去する。出血がある場合には，その部位を清潔なガーゼか布で強く圧迫しておく。上肢または下肢に大量の出血があり圧迫止血が不可能なときは止血帯を用いる。止血帯は幅 5 cm 位の広いものを用い，傷口より 3 cm 程心臓に近い，健康な皮膚を残した位置でしめる。ゆっくりしめて，止血できたらそれ以上きつくしめない。ただし，この方法は血流障害等の後遺症を残したりする可能性があるので，安易に用いない。

### 2.2.3　火傷の応急処置

衣服を取り除き直ちに水道水で患部を冷やす（10 分以上が目安)。このことにより火傷が深くなることを防ぎ，痛みを和らげる効果がある。火傷の重症度は深さと部位，範囲によって異なる。火傷の深さはⅠ度，II 度及び III 度に分類される。Ⅰ度では皮膚が赤くなり強い疼痛はあるが，水泡はできない。II 度では水泡ができたり，皮膚がはがれた状態となる。III 度では皮下の血管や神経にまで障害が及んだ状態となり水疱形成や痛覚はない。水泡は傷口を保護する役割があるため，できるだけ破らない。広範囲の火傷は，ショック，呼吸器症状，脱水等の全身症状を伴うため，緊急に医療機関に

搬送する。

### 2.2.4　骨折・脱臼等の応急処置

骨折がある場合には，その部位をできるだけ動かさず，そのままの状態で病院に搬送する。その際，木などを当てて固定できれば，骨折部の保護，痛みの軽減に役に立つ。脱臼がある場合は，整復せずそのままの状態で病院に搬送する。無理に整復すると，痛みからショックを起こしたり，神経や血管をいためる恐れがある。

### 2.2.5　ショックの応急処置

意識がない場合には，体と頭を横に向け嘔吐の際の誤嚥を避ける。患者はむやみに動かさないで，毛布等で体を包み体温が下がるのを防ぐ。冷汗，顔面蒼白等の症状が認められる場合には，枕をせず足を少し挙げるような体勢で寝かせる。

## 2.3　救急蘇生法

普段通りの呼吸がなければ，直ちに胸骨圧迫（心臓マッサージ）を行う。心肺停止から時間がたつほど蘇生は困難になるため，一刻も早く開始することが重要である。人工呼吸ができる場合には，気道の確保と人工呼吸を行うが，これが困難な場合には胸骨圧迫だけを行っても効果がある。さらに胸骨圧迫を行いながらAEDを装着して，その指示に従う。救急蘇生法とAEDの操作法については講習会等に参加して習得しておくとよい。

### 2.3.1　気道の確保

救助者は肘をついて，手を傷病者の額に，他方の手を下あご先にあて，押し上げるようにして頭を後方に傾ける。額にあてた手で頭が動かないように，しっかり押さえる（頭部後屈下あご挙上法：**図2.1**）。頚髄損傷が疑われる場合は，特に注意して静かに行う。

**図2.1　気道確保**

### 2.3.2　人工呼吸

救助者は，気道を確保したまま，額においた手の親指と人差し指で傷病者の鼻をつまむ。救助者は深く息を吸ってから，自分の口を大きく開けて傷病者の口を覆う。胸のふくらみを見ながら，静かに大きく連続して 2 回吹き込む。口を離して自然に呼気をさせる。自分の頬，耳を傷病者の口に近づけて呼気を確かめ，胸の動きを見て，人工呼吸が効果的に行われていることを確かめる。呼吸の回復がない場合は、直ちに胸骨圧迫に移る。

### 2.3.3　胸骨圧迫（心臓マッサージ）

実施者は両腕を伸ばし， 傷病者の胸骨の下半分を手の平を重ねた形で，胸が 5 ㎝程度沈むくらい強く（強く，速く，絶え間なく!!）垂直に体重をかけて押す。回数は 100～120 回／分程度とし，胸骨圧迫 30 回ごとに 2 回の割で人工呼吸を行う。

## 2.4　健康管理

### 2.4.1　健康の自己管理

良い健康状態を保つためには，良い生活習慣を守ることが大切である。良い生活習慣として以下の 7 つが挙げられているので，この習慣を守るように努力する必要がある。また，適当に休息を取り，ストレスをためないよう気分転換を図ることも事故防止に大切である。

(1)　適正な睡眠時間をとる。
(2)　喫煙をしない。
(3)　適正体重を維持する。
(4)　過度の飲酒をしない。
(5)　定期的に運動をする。
(6)　朝食を毎日食べる。
(7)　間食は控えめにし、食事は栄養バランスに気をつける。

### 2.4.2　健康診断

本学では，4 月から 5 月の期間に，学生定期健康診断を実施している。健康状態の把握と疾病の早期発見のため受診が必要である。健康診断の予定については，キャンパスライフ健康支援センターのホームページに記載しているので参照のこと。なお教職員の健康診断については学外業者により 6 月に実施されている。

## 2.5　VDT 症候群の対策

### 2.5.1　VDT 症候群

VDT(Visual Display Terminals)とは，パソコンやスマートフォン，タブレット端末のように画面表示装置もつ情報機器である。VDT を用いた作業を長時間続けることによって起こるさまざまな症状を VDT 症候群という。VDT 症候群は主に，視覚系，骨格筋系，精神神経系に悪影響を及ぼすことが知られている。視覚系症状としては，目の乾き，充血，異物感による眼精疲労やそれらにともなう視力の低下が発生する。骨格筋系症状には，肩こり，腰痛，手指の痺れなどの症候があらわれる。精神神経系症状としては，めまいや倦怠感，睡眠障害，抑うつ状態など自律神経の働きに影響及ぼすことが知られている。VDT 症候群を引き起こす原因は，ディスプレイの一点を集中して注視することにより，まばたきの頻度が低下することや，長時間にわたって同じ姿勢で VDT を操作することにより，首や肩，腰などの筋肉が緊張することであるといわれている。近年，教職員は講義や会議資料の作成，成績管理，データ共有などの作業を VDT を用いて長時間おこない，学生は講義資料の閲覧，実験レポートや論文の執筆に VDT を用いるなど，教育現場においても VDT の利用が一般的になっている。特に 2020 年以降，新型コロナウイルス感染症(COVID-19)への対策として VDT を用いたテレワークおよび遠隔授業が推奨されており，VDT 症候群への対策の重要性が増加している。

VDT 症候群の社会問題化にともない，厚生労働省は 2002 年に「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を発表した。その後，ハードウエアとソフトウエア，情報通信の急速な技術革新により,VDT の利用形態は多様化し VDT 症候群への新たな対策が必要となった。厚生労働省は 2019 年，VDT を使用する作業のための基本的な考え方は維持しつつ多様な作業形態に対応するため，最新の学術的知見を踏まえた「情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を新たに発表した。本項では，このガイドラインに従って，適切な VDT 作業環境及び VDT 作業中の注意点をまとめる。

【適切な VDT 作業環境(パソコン等の作業環境)】

図 2.2 に目や体に優しいディスプレイの位置と姿勢を図示し，各項目について説明する。

(1)　ディスプレイの上端が目の高さと同じか，やや下になる位置に調整する。

(2)　ディスプレイは 40 cm 以上離す。ワイド液晶の場合には 50 cm 以上離す。

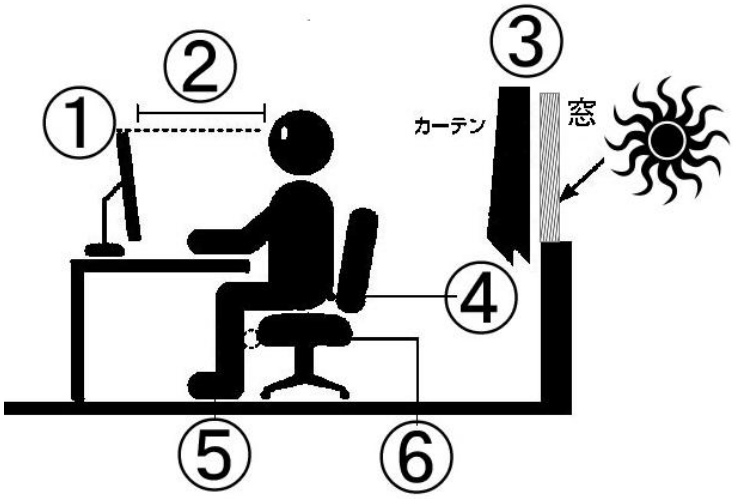



図 2.2　適切な VDT 作業環境

(3)　日光や照明が映り込む向き，位置でディスプレイを使用しない。やむを得ない場合はカーテンやブラインド，ルーバーなどを使う。パソコン画面の明るさと室内の明るさはできるだけ同じにする。

(4)　背もたれに尻が付く程度まで椅子に深く腰掛け，背もたれに背をあてる。

(5)　両足は浮かさず，足の裏全体が床につくように椅子の高さを調節する。

(6)　椅子は背もたれやひじ掛けがあるタイプとし,椅子の先端部とひざの間にこぶし 1 個分のすき間ができる椅子を選ぶ。

(7)　机はキーボードや簡易入力装置(マウス)，書類が適切に置ける広さを用意し，不要な本や書類を山のように積み上げて狭いスペースで作業するのは避ける。

【VDT 作業中の注意点】

(1)　1 時間ごとに 10～15 分の休憩をとる。休憩時には，ディスプレイから目を離し，遠くの景色をながめたりして目を休める。

(2)　適度な運動で身体をほぐす。時々立ち上がって伸びをしたり座り直したりする。

(3)　目が乾かないように時々まばたきをする。目の乾きを防ぐために目薬をさす。

(4)　合わないメガネやコンタクトレンズは目を疲労させるので，メガネ，コンタクトレンズは度の合ったものを使用する。

(5)　異常を感じたら，早目に医師に診てもらう。

### 2.5.2　VDT 機器等の選定

VDT 機器には，用途に応じ，デスクトップ型，ノート型，スマートフォン・タブレット型等の様々な種類があり，その特性等も異なることから，作業者への健康影響を考慮し，作業者が行う作業に最も適した VDT 機器を選択し導入する必要がある。一般に，デスクトップ型は，一定の作業面の広さが必要であるが，キーボードが大きく，自由に移動させることができるため，作業姿勢も拘束されにくく，長時間にわたり作業を行う場合等に適している。また，ノート型は，キーボードが小さく，自由に移動させることができないため,作業姿勢も拘束されやすいが,作業面の広さは少なくてすむため，作業面の広さが限られている場合に適している。ただし，作業の内容，作業量等のその他の考慮すべき事項も考えられるため，VDT 機器の導入に当たっては，必要に応じ作業者に意見を聞くことが望ましい。以下，各機器を使用する際の注意点をまとめる。

【デスクトップ型機器】

デスクトップ型機器のディスプレイ及び入力機器は，次の要件を満たすものを用いることが望ましい。

(1)　ディスプレイ画面は，作業を負担なく遂行できるサイズであること。

(2)　ディスプレイの輝度，コントラストは作業者が容易に調整できること。

(3)　必要に応じ、作業環境及び作業内容等に適した反射処理をしたものであること。

(4)　ディスプレイ画面の位置、前後の傾き、左右の向き等を調整できるものであること。

(5)　キーボードは，ディスプレイから分離して，その位置が作業者によって調整できること。

(6)　キーボードのキーは，文字が明瞭で読みやすく，キーの大きさ及びキーの数がキー操作を行うために適切であること。

(7)　マウスは，使用する者の手に適した形状及び大きさで，持ちやすく操作がしやすいこと。

(8)　キーボードのキー及びマウスのボタンは，ストローク及び押下力が適当であり，操作したことを作業者が知覚し得ること。

(9)　必要に応じ，パームレスト（リストレスト）を利用できるようにすること。

【ノート型機器】

ノート型機器は，携帯性を重視して設計されており，長時間の作業に使用する場合には，人間工学上の配慮が必要となる。特に，小さいキーボードを，手が大きい作業者が使用する場合には，連続キー入力作業で負担が大きくなることがあり，小型の画面は文字が小さく視距離が短くなりすぎる傾向がある。また，キーボードとディスプレイが一体となった構成は，作業者に特定の拘束姿勢を強いることや過度の緊張を招くことなどがあるため，作業者や作業内容に適した機器を使用させる必要がある。多くのノート型機器は外付けのディスプレイ，キーボード，マウス，テンキー入力機器などを接続し，利用することが可能であり，小型のノート型機器で長時間の VDT 作業を行う場合には，これら

の外付け機器を利用することが望ましい。ノート型機器の使用時の留意点については，日本人間工学会の「ノートパソコン利用の人間工学ガイドライン」が参考になる。

【タブレット，スマートフォン等】

労働形態の多様化と ICT(情報通信技術)の進展に伴い，移動中でもタブレットやスマートフォンを用いて作業をする機会が増している。これらの機器は，小型化と携帯性を重視して設計されているため，遠隔授業やテレワーク等において長時間にわたり使用するには必ずしも十分とはいえない。これらの機器の人間工学上の特徴を踏まえ，長時間の情報機器作業に使用することはできる限り避けることが望ましい。長時間，作業をおこなう場合には，作業の内容に応じ適切なオプション（ディスプレイ，キーボード，マウス等）を適切な配置で利用できるようにすることが望ましい。

## 参考書


(1)　徳島大学工学部：安全マニュアル，2003 年

(2)　厚生労働省：情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドライン，2019 年

# ３．火災と地震

## 3.1　防火及び消火

火災は，ひとたび発生すると人身事故につながる危険性が極めて高く，建物や設備にも大きな被害を与える。火気を粗略に扱ったり，燃料や設備器具の取扱い方を知らなかったり，また，知っていてもその通りにしなかったために引き起された火災の例は多い。火災を発生させないためには，日頃から火の取扱いに十分注意し，自分の職場または実験室から絶対に火を出さないよう心掛けることが必要である。

### 3.1.1　火災を起こさないためには

右の図は「火の三角形」と呼ばれるもので，火災の三要素（空気，熱及び可燃物）を示したものである。火災予防や消火に際しては，この三要素のうちの一つを取り除けばよい。例えば，ガスストーブの栓を閉じると可燃物であるガスの供給がなくなり火は消えるし，燃えている油缶に金属性の蓋をすると酸素の供給が断たれて火は消える。また，燃えている物（油等を除く）に水をかけるか，または濡れた布等を被せると，温度が発火点以下になり火は消える。

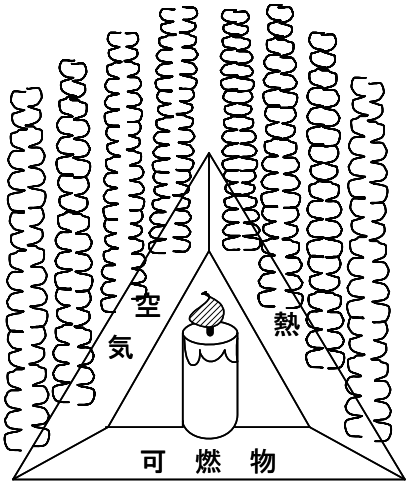



図 3.1　火の三角形

### 3.1.2　火災予防

火災を予防するためには，以下のような事柄に注意しなければならない。

(1)　「火気厳禁」の表示がある場所では，絶対に火を使用しない。

(2)　指定数量を超える危険物を実験室に置かない。

(3)　実験室内のどこで事故が起こっても全員が廊下に退避できるように，装置類の配置を考慮し，常に安全な出口を確保しておく。

(4)　ゴム管，塩化ビニル管等には完全な物を使用し，脱落や電気コードとの接触に注意する。

(5)　スイッチ，ヒューズ及び電気コードには規格品を用い，タコ足配線，床にたれ下がる配線をしない。

(6)　火気使用器具は不燃性の台上に置き，実験前に必ず点検する。

(7)　熱源の近くに引火性，可燃性の物を置かない。

(8)　可燃性の溶剤は，必要な量のみを小出しにして使用する。

(9)　危険を伴う実験を夜間に行うことは避けるとともに，二人以上で実験を行う。

(10)　実験室の整理・整頓に日頃から心掛け，雑然としたところでの実験は避ける。

(11)　退室時には室内を点検し，火気の始末，電気器具の電源コードの抜き取り，戸締まり，消灯等を確認する。

(12)　火災の発生や爆発等の恐れがあるときは，ただちに守衛，または各事務課に通報するとともに初期消火等の措置を講ずる。

(13)　消火器，消火栓，配電盤及び分電盤等の設置場所には，操作に必要な空間を保つため，障害となる物品を置かない。

(14)　構内は，喫煙場所以外での禁煙は禁止されている。

(a)　喫煙は，必ず決められた喫煙場所で行う。

(b)　灰皿の中に紙屑等燃えるものは入れない。

(c)　灰皿の周囲には，紙等燃えるものを散乱させない。

(d)　タバコの吸殻の後始末をするときには，火が完全に消えていることを確認する。

### 3.1.3　火災が起こったときの処置

不幸にして火災が発生した場合には，以下のような処置を講じて，被害の軽減に努める。

(1)　火災発見者は，火災の発生状況を確認し，「**火事だ！**」と周囲の人達に知らせる。

(2)　現場の一人は，火災報知機のボタンを押し(ベルが鳴り，消火栓ポンプが始動する)，次いで電話で消防署及び守衛所に火災の場所と状況を知らせる。

(3)　消火器を用いて消火する際には，消火器の操作を誤らず，慌てないで消火作業を行う。初期の火災は，適当な消火剤を放出すれば容易に消える。

(4)　電源及びガス源を切るとともに，周囲の燃えやすいものを急いで取り除く。

(5)　衣服に着火したら，手またはありあわせの物でもみ消すか，近くの水をかぶる。床に転げてもみ消すのもよい。

(6)　ドラフト内の火災では，上方への火災の拡大防止や消火の点から，換気を止めるのがよい。ただし，煙，有毒ガスの発生を伴う場合等，状況によっては換気を続けた方がよい場合がある。その判断は，爆発物及び周囲の状況をよく確認した上で決める。

(7)　可燃性ガスがボンベから噴出し発火した場合には,消火はしないで出来るだけ周囲の可燃物を除去するよう努める。

(8)　可燃性ガスが噴出しても発火していない場合には,なるべく離れた位置で電源を切る等の処置を講じて着火源を取り除くとともに,窓を開けて換気を図り,出来れば噴出口をふさぐように努める。

(9)　有毒ガスの発生が懸念される場合には,消火に当たって防毒具を付けるか,少なくとも風上側より消火に努める。

### 3.1.4　爆発が起こったときの処置

実験等において爆発が起った場合には，以下のような処置を講じる。

(1)　まず，負傷者を救護する。

(2)　可能であれば，爆発を起こした装置を直ちに危険のない状態にする。それが困難で引き続き爆発の危険があるときは早めに避難する。

(3)　爆風や飛散物による二次的な事故を防ぐため，爆発した装置だけでなく，付近の事物の点検も行い，被害の拡大を防ぐ。

(4)　爆発によって火災が発生したときや火災報知機が作動したときは，「火災が起こったときの処置」に準じて行動する。

### 3.1.5　火災時の避難

初期消火では手に負えないと判断したときには，速やかに安全な場所へ避難する。

(1)　消火器で消火できる火災の限界は，壁の内装材が燃えている程度までである。天井が燃えはじめると消火は難しいので速やかに避難する。

(2)　火災時に部屋を出る場合には，ガス源，電源，危険物等の処理を行った後，内部に人のいないことを確認して，出入口の扉を閉める。

(3)　避難路について，アナウンス等の情報がない場合には，煙の動きを見て風上に逃げる。室内での煙の速度は，縦方向に 3～4 m/sec，横方向に 0.5～0.8 m/sec 程度であるので，避難時にはこれを熟知して行動することが必要である。

(4)　エレベーターは，停電でなくても停止することがあるので，使用しない。

(5)　階段は煙の通路になり危険が多い。平常から避難経路を考え，建物の構造，非常口等をよく調べておく。

(6)　煙が多い場合は，手拭い等を口にあて低い姿勢で避難する。煙が床まで下がるにはかなりの時間がかかることを知っておく。

(7)　非常階段，非常梯子等が使用できない場合には，窓を開け，大声で助けを呼ぶ。

(8)　屋上は比較的安全な避難場所と考えられる。

(9)　廊下の防火扉は，必ず内側に人がいないことを確かめてから閉める。防火扉は，強く押すか，または，強く引くことによっても開けることができる。

### 3.1.6　夜間の通報連絡

夜間に火事が起った場合には，昼間と同じ手順で初期消火を行うが，人手が少ないので，日頃から指導教員や警備員が不在の場合も考えて対処しなければならない。火災が発生したときは，落ち着いて「119 番」に電話し，火災の発生場所(建物の所在地)とその建物名，部屋番号等を的確に通報するとともに，管理室(警備員室)，または各事務課に連絡する。

## 3.2　地震について

### 3.2.1　徳島県を襲う地震災害

(1)　海溝型地震

徳島県では，東北地方太平洋沖地震と同じ海溝型地震である南海トラフ巨大地震の発生が懸念されており，地震動だけでなく津波の被害も想定され，防災や減災のさまざまな対策が進められている。

(2)　活断層型地震

吉野川沿いを東西に中央構造線が横断しており，発生確率は極めて低い（今後 30 年以内でほぼ 0～0.3%）ものの中央構造線活断層帯を震源とする活断層型地震が想定されている。この他にも活断層型の地震はどこで発生してもおかしくない。

地域の特性を知り，これらの地震災害への備えや対策を考える必要がある。

### 3.2.2　南海トラフ巨大地震とは

南海トラフでの地震は，100 年から 150 年程度の周期をもって繰り返し発生している。南海トラフでの地震発生確率は，今後 30 年以内に 70～80%程度で発生すると言われており，前回の南海地震が，1946 年（昭和 21 年）に発生しているので，今世紀前半にも発生する可能性がある。

また，震源域の広がり方に多様性が認められている。南海地域と東海地域で同時に地震が発生しているケースと，数年の時間差を置いて発生しているケースがある。

これまでの地震では，多くの死者が出ており，次に起こる南海トラフ巨大地震でも大きな被害があると想定されている。

### 3.2.3　地震に備えて

本学では，南海地震に備えて，緊急地震速報システムを導入しているが，さらに自主防災体制を整備するとともに，防災教育・訓練を行い，次のような点検を定期的に行う必要がある。

(1)　建物やブロック塀の倒壊や看板等が落下する危険性はないか。

(2)　危険物は正しく保管されているか。

(3)　非常作業用資器材，救急薬品，非常食品等が備蓄されているか。

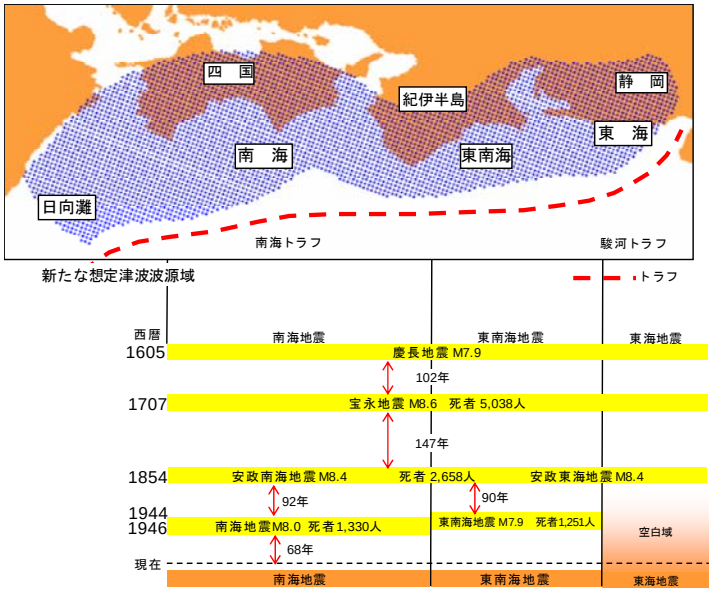



**図 3.2**　南海トラフ地震の発生状況（1600 年以降）

(4)　消火器や避難設備はいつも有効に使えるようにしてあるか。

(5)　液体燃料を使う設備の安全装置は正しく作動するか。

(6)　ボンベ及び爆発の危険性がある装置等は，壁や床に固定されているか。

(7)　実験機械・装置等や配管・配線類は，外れることがないように，十分な強度をもった材料で固定されているか。

(8)　金庫等のような重量物は地震の加速度で移動しないように固定されているか。

### 3.2.4　地震が発生したときどうするか

【緊急地震速報】

| |
|---|
| ピュンピュンピュン。地震がきます。Earthquake. |

緊急地震速報は，地震の発生直後に震源に近い地震計でとらえた観測データを解析して，震源やマグニチュードを推定し，主要動到達時刻や震度を可能な限り素早く知らせるシステムである。徳島大学理工学部の全建物内で大きな地震発生時にはこの速報が放送される。

気象庁より緊急地震速報が送られると上記のような音声が流れる。昭和南海地震の震源に近い場所で南海トラフ地震が発生した場合，この音声が流れてから 20～30 秒で約 2 分程度の大きな揺れに襲われる。

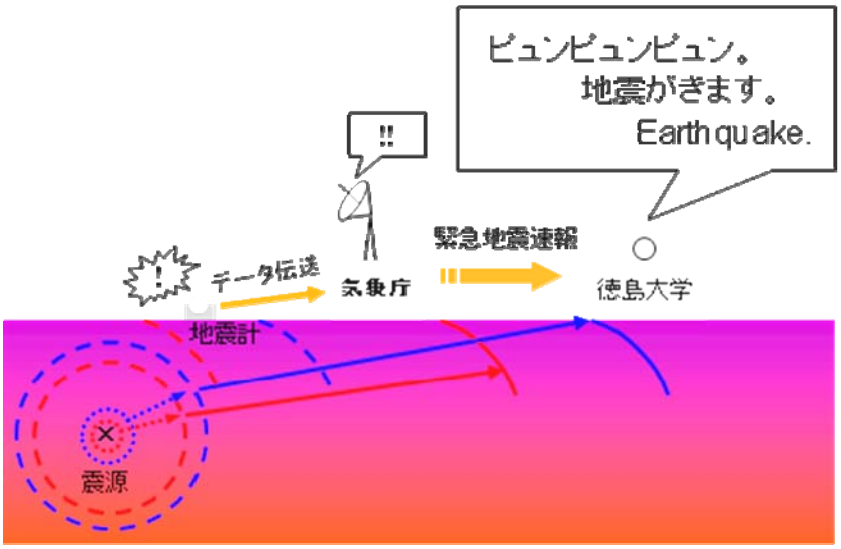



図 3.3　緊急地震速報

【緊急地震速報を聞いたときの基本行動】

「ピュンピュンピュン。地震がきます。Earthquake.」。この音を聞いてから，地震が来るまでにおおよそ 20 秒。その時間を利用して命を守るためにどんな行動をとるべきか。

講義室，研究室，事務室では以下のような行動をとる。

(1)　出入口付近の学生や教職員は地震後に速やかに避難できるように出入口の確保を行う。

(2)　セーフティゾーン(SZ)へ移動

(3)　安全姿勢をとって地震の揺れに備える。

現実の災害事例には，頭に致命傷を負ったために命を失う，SZ の準備が出来ておらず家具の下敷きになる，また破損したガラス等で怪我をするなどが報告されている。さらに出入り口の確保ができず建物内に閉じ込められた事例もある。緊急地震速報を聞いたら，すみやかに基本行動をとることが極めて重要である。

**(1) 出入口の確保（出入口付近の学生・教職員のみ）**

↓

**(2) セーフティゾーンへ移動**

↓

**(3) 安全姿勢**

ここで，**セーフティゾーン**とは，頭上や周辺に倒れてくるもの，落ちてくるもの，そのほか蛍光灯や窓ガラスなどの割れ物がなく，自分のいる場所から数メートル以内の比較的安全な場所のことである。**安全姿勢**とは，しゃがむなど低い姿勢で頭を守る姿勢のことを言う。

安全姿勢

【揺れが収まったときの基本行動】

南海トラフ地震では30～40分後に最大5メートルの浸水をもたらす大津波が来襲する可能性があるので，津波に備えて，速やかに避難する。徳島大学常三島キャンパスでは

①鉄筋コンクリート造の建物の３階以上に移動する

②１，２階の扉・窓は閉める

③津波は６時間以上繰り返し押し寄せてくる。ラジオ・テレビ(ワンセグ)等の情報に注意して避難を続け，警報が解除されるなど安全が確認されるまでは，避難場所等に留まること。

負傷した人を見つけた場合には,自分の安全が確保できる状況下で救助活動を行う。けが人が出て，その移動が困難であると判断した場合，教員はけが人を SZ に移動させ，その他の学生の避難を最優先させること。けが人については管理者へ連絡し，その指示に従うこと。

### 3.2.5　安否確認システム・連絡方法

災害が発生した時には安否確認システムとして，大学から全学生，全教職員の標準メールアドレス（例：c123456789@tokushima-u.ac.jp）に安否確認の一斉メールが発信される。どのような状況でもこの安否確認メールを確認できるよう，普段からPCだけでなく，携帯電話，スマートフォン，タブレット等で標準メールアドレスのメールを受信できるように設定しておく必要がある。

◎安否確認メールの転送設定手順の説明はこちら

https://www.tokushima-u.ac.jp/_files/00334785/300221send_mail.pdf

(1)　安否確認メールの確認

メールの受信設定をしている場合には利用するデバイスまたはPCをWebに接続し，メール受信を確認する。大学HPからウェブブラウザでのメールサービスを使うこともできる。

(2)　安否情報登録サイトを開く

安否確認メール本文中のURLアドレスをクリックまたはタップすると，ブラウザが起動し，安否情報登録サイトの入力ページが開く。

(3)　安否情報を入力し，保存する

質問項目に回答を選択または文字入力し，保存します。保存することにより，入力した情報が自動的に登録され，終了となる。

(4)　安否確認システムが確認できない場合

南海トラフ巨大地震では，通信環境が制限されることが想定されており，また，何らかの原因で安否確認システムが機能しない可能性もある。このような場合，全学生及び全教職員から大学へ安否情報を連絡する必要がある。電話，メール，HP等の中で利用可能な手段により，**図3.4**の学生・教職員の安否報告ルートを参考に，大学に各自の安否情報を連絡すること。

### 3.2.6　南海トラフ地震臨時情報が発表されたら？

南海トラフ沿いのプレート境界付近で平常時とは異なる異常な現象が発生した場合に，気象庁から「南海トラフ地震臨時情報」が発表されることがあります。その時にはどのような行動をとったらいいのでしょうか。

臨時情報は図3.4に示す３つのケースで発表されます。

ケース１は「半割れ」と呼ばれるもので，南海トラフの東側だけで大規模地震（Ｍ８クラス）が発生した場合です。南海トラフの西側でも大規模地震発生の可能性が高まったとして地震発生後約2時間以内に「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」が発表されます。この場合には大学でも災害対策本部が設置され，一時的な休業措置（3 日程度）が行われ，学生向けの避難所開設も予定されています。学生の皆さんも大地震発生に備えて，家具の固定や備蓄の確認，避難場所や安否確認手順の確認などをしてください。

ケース２は「一部割れ」と呼ばれるもので，南海トラフ沿いのプレート境界付近で比較的大きい地

震（M７クラス）が発生した場合です。さらに大規模な南海トラフ地震が起こる前兆かもしれないとして，「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」が発表されます。

ケース３は「ゆっくりすべり」と呼ばれるもので，南海トラフ沿いのプレート境界面で異常なすべりが観測された場合に「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」が発表されます。ケース２及びケース３のように「巨大地震注意」の発表時に一時的な休業措置や学生向けの避難所開設はありませんが,「巨大地震警戒」と同様に大規模地震発生の危険性が高まっているので,家具の固定や備蓄の確認,避難場所や安否確認手順の確認などを行ってください。

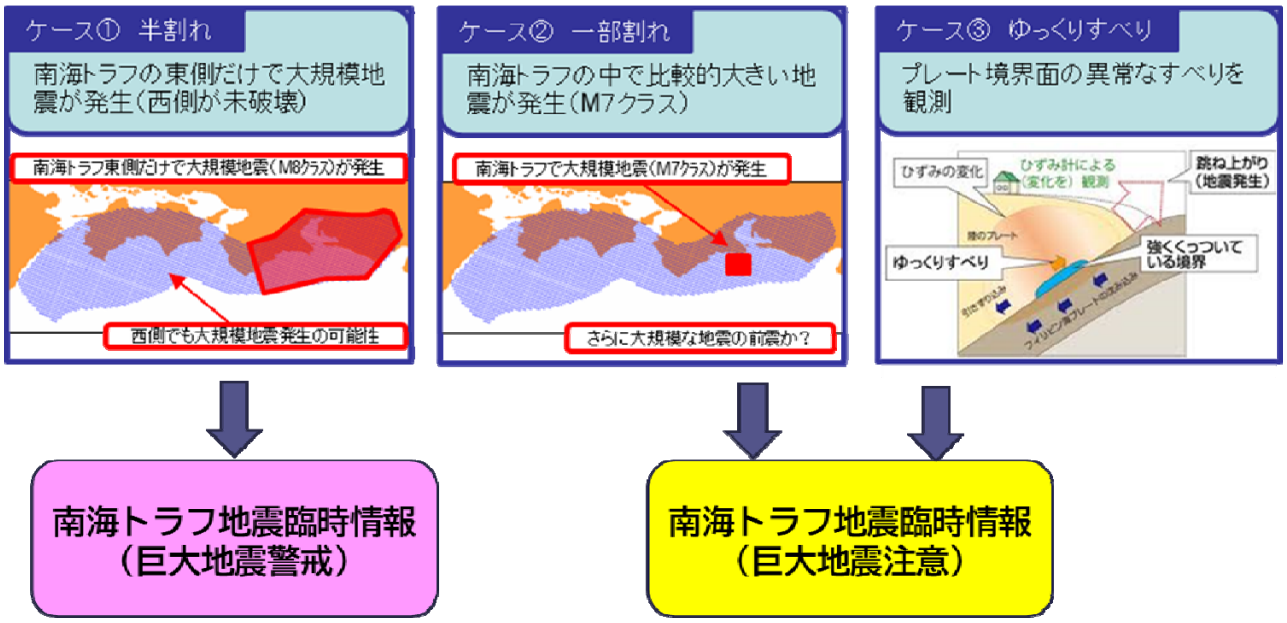



図 3.4　南海トラフ地震臨時情報

# 4．機械類の安全運転

## 4.1　はじめに

実験・実習や研究装置の製作など，教育研究のために種々の工作機械や装置類が供されている。機械の恩恵は大きいが，高速・高出力であるから操作を誤れば重大な災害をもたらす恐れもある。事故は，人と物が時と所とを一にした場合に発生する。指導者，学生の双方が機械の持つ危険性をよく認識し，ソフト・ハード両面から安全を図る必要がある。ここでは，機械工作や材料加工実験などでの手工具使用や機械類の運転を中心に，安全上の注意を述べる。

## 4.2　実験実習・製作中の事故の要因

表 4.1 は,平成 27 年度 1 年間に兵庫県内の工業系高等学校の機械系学科で起きた実験実習中の事故要因の分析結果[1)] である。事故のほとんどが，基本的な注意事項を怠り，不慣れによる安全知識の不足に起因している。本学での実験実習や研究機器の製作の際にも，こうした点に留意して安全を図りたい。

**表 4.1　実験実習中の事故の要因分析例[1)]**

| | 事故要素 | 状態の例 | 件数 | 割合 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 個人の動作によるもの | 規則無視の動作 | 定められた通りしない | 15 件 | 10.9% | 67.1% |
| | 危険動作 | 素手で切り粉をはらった・確認を怠った | 32 | 23.4 | |
| | 共同動作の欠陥 | 合図の不徹底・動作の呼吸が合わない | 8 | 5.8 | |
| | 位置・姿勢の欠陥 | 無理な姿勢，危険な位置での動作 | 10 | 7.3 | |
| | 保護具の不着用 | 保護具の不着用，使い方の不良 | 20 | 14.6 | |
| | その他 | 自分勝手なことをする | 7 | 5.1 | |
| 施設設備面の不備 | 構造物自体の欠陥 | 設計・構造の不備，老朽化 | 0 | 0 | 3.7% |
| | 安全防護の欠陥 | 装置の不備，安全カバー無し | 5 | 3.7 | |
| | 作業環境の欠陥 | 採光・騒音・換気の不良 | 0 | 0 | |
| | 装備・配置の欠陥 | 作業場が狭い，配置がまずい | 0 | 0 | |
| その他 | 知識・技能の未熟 | 安全上の無知，作業の不慣れ | 40 | 29.2 | 29.2% |
| | 身体の機能障害 | 視覚・聴覚障害など | 0 | 0 | |
| | | 合　計 | 137 件 | 100% | 100% |

### 4.2.1　作業者が招く事故とその原因

(1)　知識の不足による事故

機械の機構や動作,加工中の工作物や工具の挙動などを十分に理解していないために起こる事故である。指導員の気配りはもちろん大事だが，ほとんどの学生は機械に初めて触れるので，まず基本事項を十分に周知し，危険をイメージさせることが重要である。

(2)　準備不足による事故

機械の保守，保護具や治具の整備などが不十分なために起こる事故である。実習では，作業者の服装も大事な指導項目である。例えば，シャツの裾をズボンの中に入れるなどの注意は，単に巻込まれの防止だけでなく，学生の緊張感と集中力を高める。

(3)　環境の整備不良による事故

狭い作業スペースや整理・整頓の不備のために起こる事故である。清掃や空調などの不備も含まれる。「安全は整理・整頓に始まり，整理・整頓に終わる」と言われるほど，整理・整頓は安全の基本であり，作業能率にもよい影響を与える。

(4)　作業の未熟さによる事故

不慣れな作業では,手順を間違えたり,不安定な体勢のままで作業を進めたりしやすい。また，突発的な事象に対して，機敏な対応をとりづらい。このため，基本操作を反復して練習させるとともに，安全な位置や機械の非常停止方法を十分に教える。

(5)　不注意による事故

思い込みやうっかりミスなどによる事故である。例えば，旋盤作業でハンドルをチャックに差し込んだまま起動してしまうという類である。不注意は人間の特性でもありこれを皆無にすることは困難であるから，指導者は，回転面内に立たないという基本を教えるなど，万一うっかりミスをしても事故に繋がらないようにすることが大切である。

(6)　体調不良による事故

貧血や発作など，体調不良が事故につながる場合である。実習・実験の開始前には，体調を確かめる。また，作業の前日は遊びやアルバイト等で夜更かしをしないよう心がける。

(7)　運搬中の事故

運搬中の災害は全災害中の約 3 割を占める。人力での運搬や重い工作物や治具を機械に取付ける際などに腰を痛める恐れがある。無理をせず台車やクレーンを使うべきである。

(8)　不意の外因による事故

地震のような突発的で予見できない外因による事故である。管理者側で日頃から棚の固定や落下防止などの対策をしておく。停電や，雑音電波による NC 工作機械の誤作動などもこれに含まれる。もしもの場合に備えて非常停止できる態勢をとっておく。

### 4.2.2　危険の種類

(1)　機械の運動からくる危険

身体(の一部)が，機械の動作部分や歯車・プーリなどに巻込まれたり，打たれたりする危害である。可能な箇所には，安全カバーを設置する。

(2)　物体の破壊・飛散からくる危険

一般に回転面内や直線運動部の延長上は,固定が外れた工作物や破壊した工具が飛んでくる可能性がある。特に，研削盤やグラインダーなどでは，高速回転している砥石車が衝撃や過負荷によってひとたび破損すれば，無数の破片が高速で飛散して恐ろしい災害を生じる。また，静的な負荷状態であっても，焼入れされた工具や強化ガラスなど高強度で脆い材料の破壊では，蓄えられていた弾性エネルギーにより破片が四方に飛散する。

(3)　重量物の落下，倒れなどからくる危険

足の上に物を落としてケガや骨折をすることがあるので，出来れば安全靴を着用する。また，地震対策を兼ねて日頃から棚や保管庫などを固定し，棚板には落下防止を講じる。

(4)　切りくずや工作物による危険

切りくずは薄く鋭利であるだけでなく，排出直後は 200℃以上の高温で，ときに 900～1000℃にも達する。素手で触れると火傷や切り傷を負う。さらに，工作物の鋭利な角や，切りくずの一部が工作物の角部に残存した「バリ」もまた切り傷の原因となる。

(5)　感電による危険

材料加工用の機械は 220V の動力用電源を用いるものが多く，感電すると危険である。

(6)　化学薬品や有機溶剤などによる災害

微細加工や金属組織観察用の酸･アルカリなどの腐食液および素材や工具の脱脂洗浄に使われる有機溶剤は有害であるため，皮膚や眼など身体への付着および蒸気の吸引は避ける。有機溶剤は，引火爆発することがある。また，切削油剤も高温の切りくずで燃え出すことがある。

### 4.2.3　実験実習での負傷の傾向

負傷の傾向を知ることは，作業の危険性を知り，注意と安全対策に役立つ。機械分野の実験・実習中の負傷の内訳は，概ね切り傷・刺し傷 50～60%，火傷 15～25%，打撲 2～10%，眼への異物混入 5～15%で[1)]，切傷・刺傷・火傷の危険が高い。

一方，産業災害の中では腰痛が最も多く，移動や運搬時に注意が必要である。負傷部位別では，腕や手のケガが圧倒的に多く(図 4.1)，これに眼の負傷が続く[1)]。切りくずなどの飛散に備えて保護メガネを着用することや作業中に不用意にのぞき込まないことなども大事である。

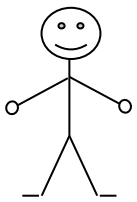



**図 4.1　実験実習での負傷部位[1)]**

## 4.3　対策の基本

### 4.3.1　作業服と保護具

(1)　作業服は,体にぴったり合った軽快なものとし,袖口を締め,上衣の裾をズボンの中に入れる。機械工作には，白衣は適さない。大きなポケットの無い服装がよい。

(2)　作業服のほころびは，ひっかけたり，機械に巻込まれたりするので繕っておく。同じ理由で，タオルは首に巻いたり，腰にぶら下げない。ネクタイも作業着の中に入れる。

(3)　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。頭部の傷害が起こりうる環境では安全帽やヘルメットを着用する。

(4)　靴は作業しやすく滑りにくいものを履く。素足にげた，サンダル，草履，スリッパなどは厳禁である。足のケガは意外に多いので，安全靴を履くことが望ましい。

(5)　回転部分，高速往復部分を有する機械では，手袋を使用してはならない。

(6)　清潔な作業服を着用する。油や引火性溶剤のしみこんだ作業服は，火がつきやすく，皮膚がかぶれる。水に濡れた作業服は，感電する元になる。

(7)　引火しやすいもの，鋭利な物やとがったものをポケットに入れない。

(8)　作業に応じた保護具を使用する。例えば，グラインダやバリ取り作業，腐食液を扱うときなどは，保護メガネや保護マスクを着ける。溶接作業では，しゃ光面，皮製手袋，皮製前掛けなどを着用して，有害光や高温の飛散粒子から眼や皮膚の露出部を保護する。

### 4.3.2　整理整頓，作業場所の選定，障壁の設置，立入禁止

作業場の整理整頓は災害防止のほか，物品管理や作業能率向上にも役立つ。

(1)　すべての物に正しい置き場所と置き方を定める。不安定・不注意な置き方をしてはならない。工作物，工具，計測器具類は，足元や機械のテーブル上でなく作業台上に置く。

(2)　機械，器具，工具などの置き場と通路を区画し，常に安全な通路を確保しておかなければならない。機械と機械の間に設ける通路は，幅 80 ㎝以上を確保する。

(3)　作業者が多すぎてスペースにゆとりが無い状態は，作業の安全や能率に害を為す。

(4)　障害物を脇に寄せるなど日頃から整理整頓に努め，作業場所を広く最良の状態に保つ。

(5)　床にこぼれた油類などは，滑らないよう速やかに清掃する。

(6)　切りくずや工作物の飛散が予想される場合には，衝立などを設ける。また，「立入禁止」の標示などで，周囲の作業者や通行人に危険を知らせることも事故防止に役立つ。

## 4.4　工作物脱着時の注意

ここでは工作物や治具の脱着作業に限って必要最小限の注意事項を列挙する。運搬作業全般にわたる安全は第5章で詳しく解説しているので，併せて参照のこと。

(1)　自分の力量を考えて無理をせず，リフト・台車・クレーンなどの運搬具を活用する。

(2)　床など低い位置から持ち上げる際に腰を痛めやすい。膝を曲げた姿勢で持ち上げる。

(3)　工作機械への工作物や治具の取付け・取外しでは，機械本体が邪魔をして無理な姿勢になりやすい。テーブルを体の近くに移動させておくと，腰への負荷を軽減できる。

(4)　長尺の工作物を移動するときは，周囲の安全確認と声掛けを怠らない。

## 4.5　作業工具使用時の注意

### 4.5.1　ドライバ

(1)　ねじ締めには，刃先がねじ溝の幅や長さに合ったドライバを使う。軸が曲がったり，グラグラしていたり，刃先が欠けたものなどは使わない。

(2)　手持ちでのねじ締めは不安定で，外れたときに手を突く恐れがある(図4.2)。使い慣れていても油断せず，万力などで確実に固定し，作業机に押しつけて作業する。

(3)　電気作業では，絶縁ドライバ(図4.3)を使う。電源を切って作業するのは勿論である。

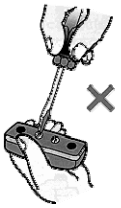


図4.2　手持ちでのねじ締めは危険

図4.3　絶縁ドライバ

### 4.5.2　ペンチ・ニッパー

(1)　硬い鋼線の切断では，針金や破片が跳ねて飛ぶことがある。保護メガネを着用する。

(2)　ペンチやニッパーの柄を覆うビニールは絶縁性を保証したものではない。電気作業では，必ず元の電源を切ってから作業する。活線(通電している線)の切断は厳禁である。

### 4.5.3　ハンマ(片手ハンマ)

(1)　頭部が弛んだハンマは，使ってはならない。硬い材料をたたく際には，黄銅製ハンマ，ショックレスハンマ，木槌など用途やサイズの合ったものを使う。

(2)　周囲の状況を確かめ，1～2回軽く打って感触を確かめてから本打ちする。

(3)　滑るので，手袋をして使ってはならない。また油で汚れた手のままで柄を握らない。

(4)　打ち損じないよう姿勢を安定させ，打撃点をよく見てハンマの中心でたたく(図 4.4)。

(5)　工作物にゆがみや凹凸があると，打ったときに跳ね返ってくることがあるので注意する。

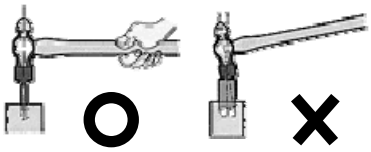


図 4.4　ハンマの打ち方

### 4.5.4　スパナ・レンチ

(1)　力を入れたときにスパナが外れると，ケガをしやすい。口の大きさがボルト・ナットに合ったスパナを使い，口の奥まで確実にくわえて，手前に引いて使うのが基本である。

(2)　モンキレンチは，スパナよりもさらにがたつきやすく外れやすい。下あごがナット面に密着するまでしっかりとウォームを締める。また，回すときは，図 4.5 のようにボルト・ナットの軸に対して直角に保ったまま，下あごの方向に回して使う。

(3)　スパナやレンチの柄にパイプを継ぎ足して使ってはいけない。過大なトルクを加えると破壊することがあり，危険である。ボルト・ナットが簡単に緩まないときは，無理やりに外そうとせず，まず浸透性潤滑用スプレーなどで摩擦を低減すると良い。

図 4.5　モンキレンチの使い方

## 4.6　機械加工時の注意

### 4.6.1　工作機械使用時の一般的注意事項

(1)　まず機械の状態を点検する。スイッチを入れる前に，ハンドル，押しボタン，レバー位置などの操作部を調べてから，空転させて状態を確認する。異常音の有無にも注意する。

(2)　運転中に機械から離れてはいけない。また，共同で作業するときや周囲に人が居るときは，始動スイッチを入れる際に必ず合図をして知らせる。

(3)　切削条件を，手引き書，熟練者の助言，推奨表などによって選ぶ。無理をせず，推奨条件範囲の中で軽い条件からはじめ，切削状態を確認しながら重い条件に変えていく。

(4)　機械には，作業中ゆるめておくべき部分とストッパなど締め付けておくべき部分がある。その状態を確認する。スパナ，ハンドルなどは，絶対に突込んだままにしてはならない。

(5)　工具，工作物は確実に取付ける。回転体ではバランスが重要で，偏心に注意する。

(6)　異常音や振動を生じたときは，速やかに作業を中止して，原因を調べ，対策をとる。

(7)　工具や砥石は使えば損耗して切れなくなる。よく切れる状態で使うように心がける。

(8)　回転しているものには，絶対に手を触れてはいけない。一般に，機械工作では手袋の使用は，巻き込まれやすく却って危険を増すことになるので厳禁である。

(9)　不安定な姿勢や不適当な立ち位置で操作してはならない。回転面内には身体を入れない。

(10)　切削や研削している箇所を，加工中に顔を近づけてのぞき込むことは危険である。

(11)　加工中の工作物や切りくずに，直接手を触れてはならない。排出される切りくずは高温でなおかつ薄く鋭利なので，火傷や切傷の原因となる。切りくずが機械，工具，工作物に絡まったときは，直接手で取り除かず，機械を止めてかき棒を使って取り除く。

(12)　研削作業で出る火花は高温の切りくずである。

(13)　工作物の寸法測定は機械を止めて行う。

(14)　停電したときは，ただちに電源やスイッチを切り，ついでベルト・クラッチ・送り装置をニュートラルの位置に移す。また，切り込んでいる刃物を離す。

(15)　刃物を当てたまま，主軸の回転や送りを止めてはならない。また，スイッチを切ったあとも惰力で回転している主軸を，手，工具，棒などで無理に止めることは危険である。

(16)　機械上の定められた場所以外のところに，工具や測定器具を置いてはならない。

(17)　操作中に異常を感じたら，ただちに運転を止め，指導者か熟練者に連絡して措置する。

(18)　作業終了後は，工具類を片付けて機械を掃除し，レバーを中立位置に戻しておく。

### 4.6.2　NC 工作機械の注意事項

NC 工作機械には多くの種類があるが，全体に共通する注意事項を挙げておく。

(1)　工作物，工具の取付け状態及び配置，工具番号をチェックする。

(2)　原点オフセット，工具オフセット，原点，工具長補正などの設定値を入念に確認する。

(3)　運転に際しては，プログラムを入念に点検し，加工手順や切削条件を確認する。

(4)　初品加工の際は，最初から連続運転することは禁物である。プログラムをよく点検し，動作チェックと各部の干渉チェックを含めて，[空運転]→[シングルブロックでの切削]→[連続運転]と順次行う。また，オーバーライドを活用して，無理な切削を避ける。

(5)　切削中は，切りくずや切削油剤，ときには折れた工具や外れた工作物などが飛ぶ場合があるので，必ず前面カバーを閉めて，安全な位置(操作盤の脇)に離れる。

(6)　操作者は,運転中に異常があればすぐに非常停止ボタンを押せる態勢で注意深く動作を監視する。実習などでは，周囲の者もテーブルの移動範囲内や主軸の回転面内に立ってはならない。NC 装置は，雑音電波などの影響で，突然に異常な動作をする恐れがある。

(7)　操作は単独で行うのが基本である。やむを得ず 2 名以上で操作する必要のあるときは，互いに

声を掛けあって十分確認しながら扱う。

(8)　測定，機械の点検，清掃，切りくずの除去などは，必ず機械を停止して行う。

#### 4.6.2.1　NC 旋盤

(1)　油圧チャックの爪を確認する。必ず，チャック本体に記載されている許容最高回転数(把握力が 1/3 以上保たれる回転数)以下で使用する。生爪は，正確な寸法に加工して使う。

(2)　工作物の取付け後は，主軸だけを回転させて把握を確認してから加工に移る。

(3)　刃物台及び工具がチャックや心押台に干渉しないように，X，Z 軸のソフトリミットを設定するとともに，極限リミットスイッチ用ドッグの位置を調整する。その際，ボーリングバー，ドリルなど Z 軸方向(長手方向)に長く突出した工具の干渉に特に注意する。

#### 4.6.2.2　マシニングセンター(MC)

(1)　工作物はテーブルにしっかりと取付ける。

(2)　主軸回転中はもちろん,主軸割出し時や主軸変速時にも主軸または工具に手を触れてはいけない。主軸割出しが完了しても，例えばミーリングチャックの増し締めなどで主軸に回転トルクを与えると，主軸が回転を始めることがある。

(3)　自動工具交換装置(ATC)の動作中は特に危険なので，操作者は ATC から離れる。

(4)　ATC が何らかの原因で途中停止し，やむを得ず電源を切らずに点検するときは，突然動き出す場合があるので，直接手で触れてはいけない。

### 4.6.3　汎用工作機械の注意事項

#### 4.6.3.1　旋盤

(1)　工作物の取付け・取外しは刃物台を十分手前に戻して行う。チャックハンドルは，工作物の取付け・取外しの後すぐに抜く習慣をつける。

(2)　バイトのセットは機械を止めて行い，作業に支障のない範囲でできるだけ短く取付ける。

(3)　長い工作物をチャック仕事で加工する際には，心押センタで受ける。両センタ仕事で行う際には，工作物に合った回し金(ケレ)を使い，心押し台のスピンドルは不必要に出し過ぎない(図 4.6)。工作物が細長く，加工力による逃げが大きい場合には，振れ止めを用いる。

(4)　荒削り面に手を触れてはいけない。巻き込まれやすいので，手袋を使用してはいけない。

(5)　作業中のぞき込まない。必要なとき以外は加工領域から身体をできるだけ遠ざけ，主軸および被削材の回転面内に体を置かないようにする。

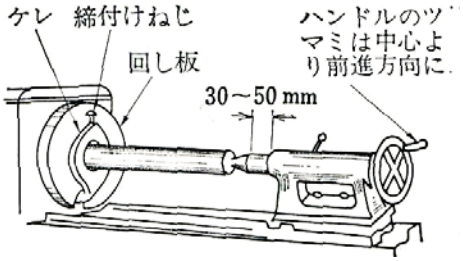



**図 4.6　両センタ仕事での留意点**

(6)　切りくずや切削油を飛散させない。飛散がひどいときは，作業者は保護メガネをかけ，また防護カバーあるいは衝立を使用して自他の安全を図る。

(7)　回転している工作物やチャックなどには,たとえスイッチを切って惰性で回っているときであっても，絶対に手で触れてはいけない。

(8)　自動送りレバーが入・切の 2 者択一になっている旋盤が多い中で，一部に自動送りレバーが中立位置(切)をはさんで縦送り・横送りに切り替わる旋盤もあるので，あらかじめ自動送りレバーの動作を確認しておく。

(9)　自動送りをかけたまま旋盤から離れてはいけない。また，次回起動時に危ないので，自動送りをかけたまま旋盤を止めてはいけない。

(10)　やむを得ず油筆などで切削油を注油するときは，袖が巻込まれないよう注意する。

(11)　排出直後の切りくずは高温で，縁はカミソリのように鋭いから，素手で触れない。アルミなど軟らかい素材の連続した切りくずも，切削中は絶対に手にしてはならない。

(12)　油砥石やペーパーで工作物を磨くとき，身構えに十分注意し，砥石や手を外さない。

(13)　使用しない心押し台は，ベッドの右端に移して固定し，心押し軸も短くしておく。

(14)　換え歯車を掛替えるときは，必ず電源を切り，正逆切替えレバーを中立にして行う。

#### 4.6.3.2　フライス盤

(1)　機械のテーブル上に,工作物以外のもの,例えば工具,測定器具,加工用素材や加工済み製品,ウェスなどを置かない。

(2)　切りくずが飛散するときは，カッタ部分を囲うか，保護メガネをかける。

(3)　カッタに袖口を巻き込まれないようにする。カッタの注油は上から行う。回転中の主軸(アーバ)越しに手を伸ばして工具を取らない。

(4)　フライスの切りくずは針状で手にささりやすいので，素手で触れてはいけない。

(5)　切削中に，顔を近づけたり，切りくずを指先で払ったりしてはいけない。けがき線の確認などで切りくずを払うときは，必ずブラシを使う。

(6)　エンドミルの刃先は鋭く，手を切る恐れがあるから，素手では触れない。

(7)　振動を生じたときには，工作物の取付けや工具の状態を確認し，切削条件を見直す。

(8)　早送りは特に注意する(早送りを止めてもテーブル送りはまだ動いている)。

(9)　測定は，必ず主軸の回転を止めてから行う。

(10)　送りねじにバックラッシがある機械では，絶対にダウンカットで作業してはならない。

#### 4.6.3.3　ボール盤

(1)　ドリルの脱着は回転を完全に止めて行い，芯振れの無いようしっかりとチャックに取付ける。締め付けの後，チャックハンドルはすぐに外しておく(習慣づけたい)。

(2)　よく切れるドリルを使用する。摩耗したドリルは，スラスト力が過大になって折れることがある。加工中に刃先が摩耗して異音を発したら，すぐにドリルを再研磨か交換する。

(3)　小さい工作物を手で押さえて穴あけすることは避ける。工作物が振り回されて，手を打たれる危険がある。工作物はバイスで固定し，バイスの一端はコラムに当てておく。

(4)　薄板の穴あけでは，ドリルの先端が工作物の裏面に突き出る瞬間にドリルが板に食い込みやすい。食い込むと，工作物が振り回されて打たれる恐れがあるから，抜け際では抵抗や切削音に注意して送りレバーをゆっくり送る。ドリルが食い込んでしまったときは，すぐに機械を止めて，手回しでドリルを抜き取る。

(5)　薄板に穴をあけるときは，下に木片を敷いて一緒に穴あけするとよい。

(6)　回転中のドリルや主軸に顔を近づけたり，手やウェスで切りくずを払ったりしない。

(7)　回転中のドリルや主軸に巻き込まれないよう，服装や長い頭髪に注意する。手袋は，巻き込まれやすく，却って危険を招くので使ってはいけない。

(8)　ドリル形状，主軸回転数(周速度)などは，作業条件推奨表などで適正な値を選定する。

(9)　ラジアルボール盤は，コラムとアームを確実に固定してから穴あけする。アーム旋回時には周囲に注意する。作業後は，アームをベースの中心位置に戻して固定しておく。

### 4.6.4　研削作業(砥石車を用いる作業)での注意事項

研削作業で想定される危険は，①砥石車の破壊による破片の飛散，②切りくずや工作物の飛散，③手指の巻き込まれなどである。砥石車は高速回転させて使うため，もしも運転中に破壊すれば，その破片が遠心力によって高速度で飛散して大きな事故に繋がりやすい。そこで，砥石車の回転面内に身体を置くのは厳禁である。研削作業一般については労働安全衛生規則で，また砥石と研削盤の構造に関しては研削盤等構造規格で，それぞれ厳重に規制されている。

#### 4.6.4.1　砥石車の交換作業

(1)　砥石車の交換及び試運転は，必ず熟練した者(特別教育修了者)が行わねばならない。

(2)　砥石車の交換時には，スピンドルに取付ける前に，目視による外観点検と，木ハンマなどによる打音試験を行って，砥石車に亀裂の無いことを確かめる。

(3)　砥石車は，その研削盤に規定された形状，寸法(外径，内径，厚さ)及び最高使用周速度の砥石を使用しなければならない。絶対に，砥石車のラベルに表示されている最高使用周速度以上で使用してはならない。砥石の仕様(砥粒の種類，粒度，結合剤，結合度，組織)については，作業内容に応じて推奨表などを参照して選択する。

(4)　砥石車をスピンドルに装着するとき，無理に押し込んではならない。また逆に，緩すぎる場合も，バランスが悪くなるから，この砥石車は使用しない。

(5)　砥石車を締めつけるフランジは左右同形で，その直径は砥石車の直径の 1/2 以上あることが望

ましい(少なくとも 1/3 以上のものを使用する)。

(6)　フランジと砥石車の間にはフランジと同じ直径の紙・ゴム板などのパッキング(普通は砥石車についている紙ラベルで良い)をはさみ，締めつけ圧力が均等になるよう注意しながら，フランジの締め付けナットを確実に締める。ただし，過大な力で締め過ぎてはいけない(砥石車の破壊事故の 1/3 が，フランジの締め過ぎによると言われている)。

(7)　砥石車の交換後は，少なくとも 3 分間以上の試運転(空転)を行う。この間，作業者は身体を砥石の回転面内から避けて，取付けの不具合の有無を注意深く確認する。

(8)　砥石車は絶えず点検し，異常摩耗(目こぼれ)，目づまり，目つぶれなどを発見したときはこれを修正(目立て，形直し)する。破壊・亀裂を発見したときは直ちに取り替える。

(9)　砥石車は衝撃に対して弱いから，運搬，交換，保管の際は細心の注意を払って取り扱い，落としたり，衝撃を与えてはならない。

(10)　直径 50 ㎜以上の砥石車は，安全のため必ず保護覆い(保護カバー)を必要とする。

#### 4.6.4.2　平面研削盤，円筒研削盤

(1)　もしも砥石車が破壊すると，砥石の破片が遠心力により高速度で飛散して非常に危険である。このため，運転中は，常に砥石車の回転面内から身体をかわしておく。

(2)　作業開始前に 1 分間以上空転させて，砥石車の安全と機械に異常のないことを確かめる。

(3)　平型砥石は，側圧に弱く破壊しやすいから，絶対に側面を使用してはならない。また，停止している砥石車を，工作物に当ててはいけない。

(4)　テーブルを停止するときは，砥石車が工作物から離れてからにする。

(5)　平面研削盤では,工作物を電磁チャックで固定した後は，必ず固定力を確認する。磁力の作用面積が小さく十分な固定力が得られない小物部品や,倒れる恐れのある背の高い工作物(高さと底辺の比が 1:1 以上)の取付けには，ブロックや小型バイスを併用する (図 4.7)。

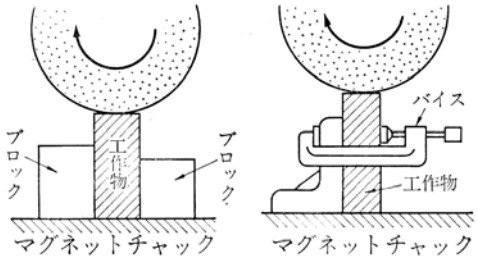



**図 4.7　背の高い工作物の固定方法**

(6)　円筒研削盤では，心押し軸を出し過ぎない。

#### 4.6.4.3　ベンチグラインダ

(1)　砥石車の破壊に備えて，作業者は砥石車の回転面内から胴体をかわしておく。

(2)　受台及び保護カバーの調整片は,図4.8のように砥石車外周との隙間がそれぞれ3㎜以下,10㎜以下になるよう調整する。受台の隙間が広いと，工作物が挟み込まれて非常に危ない。

(3)　作業開始前に 1 分間以上空転させて，砥石車の安全と機械に異常のないことを確かめる。

(4)　工作物は素手でしっかり持つ。手に油がついていると，滑って工作物を飛ばしやすいので注意する。工作物は摩擦や加工熱で温度が上昇してくるから，熱さで手を離さない対策が必要である。なお，手袋は巻込まれやすいので，絶対に使ってはならない。

(5)　小さい工作物は，ホルダーに固定して作業する。ペンチなどで挟むのは非常に危ない。

(6)　回転が十分に上がってから工作物を砥石車に接触させる。起動直後の低速回転時やスイッチを切って惰力で回転しているときには，工作物を押し当ててはならない。

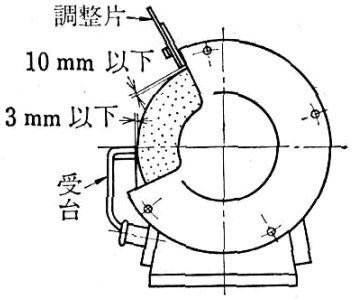



**図 4.8　受台・調整片の隙間**

(7)　破壊すると危険なので，砥石車に衝撃を与えてはいけない。また，平型砥石車は側圧に弱いため，側面の使用は禁止されている。

(8)　鉄鋼を研削するときに発生する火花は高温の切りくずであるから，火傷に注意する。また，引火を避けるため，ウェスやその他の燃えやすいものがあれば遠ざけておく。

(9)　切りくずから目を保護するため，機械に透明樹脂製のシールド板をつけるか，保護メガネを着用する。保護メガネは，機械に備え付けておくのが良い。

(10)　惰力で回転中の砥石車を手で止めようとしない。ゆっくり回転している砥石車でも，受台と砥石車との隙間に指を引き込むことがあり危険である。

#### 4.6.4.4　ポータブルグラインダ

上述のベンチグラインダと同様の注意がいることは勿論である。さらに，以下の点に注意する。

(1)　仕様で指定された砥石車を用い，砥石車に衝撃を与えてはならない。

(2)　保護カバーを勝手に取り外したり，改造したりしてはいけない。コードやソケット部などの損傷の有無や，接続部の絶縁の状態を点検してから使用する。

(3)　砥石車の軸方向での使用を避ける。砥石が破壊しやすい。

(4)　グラインダを手でしっかり持ち，安定した姿勢で使用する。グラインダを万力に固定したり足で押さえたりして，ベンチグラインダの替わりにしてはならない。

(5)　工作物が飛ばないようにしっかり確保しておく。

(6)　袖口やシャツの裾などが巻き込まれないように注意する。ウェスなどは巻き込まれる危険が高いので，砥石車の回転中は機械の近くで使用しない。

(7)　グラインダを床や机の上に置くときは，必ずスイッチを切り，保護カバーを下にして，回転が停止してから置く。惰力で回転している間は，床に置いてはならない。

### 4.6.5　各種切断作業における注意事項

#### 4.6.5.1　帯鋸盤

(1)　鋸刃の張りが適切であること，亀裂や刃こぼれの無いことを確認してから使用する。

(2)　工作物の取付け・取外しは，機械を停止して行う。工作物はしっかりとバイスに固定する。短い材料では固定が不完全になりやすいので，バイス面の他端に調整具を挟む。

(3)　運転中は，鋸刃に手を近づけてはいけない。また，鋸刃のカバーを開けてはならない。

(4)　鋸刃の交換時以外は手袋の使用を控える。

#### 4.6.5.2　高速切断機

(1)　切断する材料はバイスに確実に取付け，締め付け具合を確認する。短い素材では固定が不完全になりやすい(無理をせず，他の安全な加工方法への変更も検討する)。

(2)　砥石車が破壊したとき，その破片は遠心力で飛散して非常に危険であるから，砥石車が回転している間は，作業者は砥石車の回転面内から身体をかわしておく。

(3)　破壊すると危険なので，砥石車に衝撃や無理な力を与えてはいけない。切断中は，ハンドルレバーをむやみに強く押し込まない。薄くスライスするときに，砥石が曲がって割れる恐れがあるので注意する(無理をせず，他の加工方法への変更も検討する)。

(4)　砥石車を回転させたままで，材料の取付け・取外しをしてはならない。

(5)　鉄鋼を切断するときに発生する火花は高温の切りくずであるから，火傷に注意する。また，引火を避けるため，ウェスやその他の燃えやすいものがあれば遠ざけておく。

(6)　切りくずから目を保護するため，機械に透明樹脂製のシールド板をつけるか，保護メガネを着用する。保護メガネは，機械に備え付けておくのが良い。

(7)　切断直後の材料は高温になっているから，取り外すときに火傷しないよう注意する。

(8)　スイッチを切った後，惰力で回転している砥石車でも，決して手を触れてはいけない。

#### 4.6.5.3　高速砥石切断機(ファインカッタ)

(1)　砥石車は規定の範囲内で材質に応じたものを選択して使用する。

(2)　工作物は確実にバイスに取付け，締付け具合を確認する。

(3)　前カバーを閉めてからスイッチを入れて切断を始める。水溶性研削液は，工作物と砥石車の両方にあたるように調整する。

(4)　砥石が薄く割れやすいので，無理な送りを与えてはならない。途中で異音や抵抗の増加を感じたら，一旦送りを戻して工作物の締め付けや研削液のあたり具合を確認する。

#### 4.6.5.4　剪断機(シャー)

(1)　特に危険度の高い機械なので，原則として職員立会いのもとで使用する。不慣れな学生だけで

使用するのは危険である。

(2)　操作は単独で行う。また，切断する際は，周囲の作業者にも合図や声掛けをする。

(3)　手は切刃及び板押えから充分に離す。決して手を切断部に近づけてはならない。やむを得ず幅の狭い工作物を切断するときは，突き棒を使って作業する。

(4)　フライホイールの回転が十分に上がるのを待ってから切断する。

(5)　最大板厚を守る(機械に表示あり)。安全装置を取り外したり，改造したりしてはならない。

(6)　調整は機械を完全に止めて行う。たとえ停止中でも，切刃の下に手を入れてはいけない。

(7)　金属板の切断面は鋭く，バリで手を切りやすいので，板をセットする際には注意する。

### 4.6.6　木工機械の注意事項

(1)　木工機械の刃物はどれも鋭利でよく切れ，高速で運転される。それだけに危険性が高いので，学生だけで使用してはならない。原則として，職員立会いのもとで使用する。

(2)　操作は原則として単独で行う。大きな素材の切断などで，やむを得ず共同で作業するときは，補助者は必要最小限の補助に留め，また相互に大きな声での合図を絶やさない。

(3)　手袋は厳禁である。また，袖が巻き込まれやすいから，服装にも注意する。

(4)　調整は機械を完全に止めて行う。小さい材料には治具を使用する。

(5)　丸鋸盤作業は特に危険である。鋸刃の突き出し量は必要最小限に留める。また，鋸刃に手を近づけ過ぎない。やむを得ず近づける必要があるときは，突き棒を使って作業する。

## 4.7　溶接作業時の注意

溶接では，可燃性の高圧ガスや大電流・高温炎を扱うので，火災，爆発，ガス中毒，感電，火傷などに細心の注意を要する。また，有害な紫外線・赤外線から眼や皮膚を保護するとともに，粉塵（ヒューム)に対する備えも忘れてはならない。なお，高圧ガスや液化ガスの取り扱いについては，第 9 章で詳しく解説されているので，併せて通読されたい。

### 4.7.1　指導員の点検項目

(1)　溶接ケーブル，ホルダーの絶縁物やねじのゆるみなどのチェックを行う。

(2)　1 次側，2 次側のキャップタイヤケーブルを点検し，被覆部分に傷のないことを確認する。アーク溶接機のリード端子とケーブルの接続は必ず絶縁・保護する。

(3)　感電，アーク焼け，火傷などの危険を避けるために，皮製の乾いた溶接用手袋，皮製の足カバー，皮製の前掛けを備えておく。また，アーク電流に対応したしゃ光度のガラスを 2 枚の透明ガラスの間にはさんだ溶接用保護面(ハンドシールド)を備えておく。

(4)　溶接実習場に可燃性，引火性，爆発性のある危険物がないことを確認する。

(5)　アーク溶接のホルダは絶縁型のものを使用し，湿った溶接棒は乾燥器で乾かしておく。

(6)　緊急時には，1 次側電源のスイッチを直ちに切れる状態にしておく。

(7)　溶接部から発生する高濃度のヒュームの害を避けるため,溶接実習場には全体排気装置以外に,溶接部の局部排気装置も併置する。また，シャッターを開けて，換気を図る。

(8)　通行者などの保護具を付けていない人をアーク光の害から保護するため,溶接作業台の周囲はしゃ光衝立で仕切る。

(9)　ガス溶接・ガス切断に使用するアセチレンの容器には，逆火・逆流防止器を取付け，ホースの接続部がガス漏れしていないかを石鹸水を用いてチェックしておく。

(10)　ゴムホースは使用区分に応じた色のものを使用し，ひび割れなどの異常がないものを用い，定期的に水に浸して点検する。(酸素ホース：黒色，アセチレンホース：褐色)

(11)　ゴムホースの締付け金具は正規のものを用いる。銅金具を使ってはいけない。

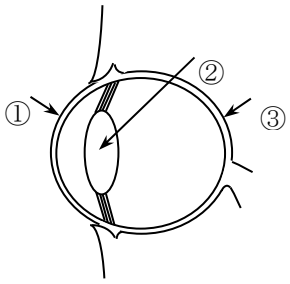
(12)　火口を点検・清掃する。点火具として，溶接用ライターを備える。

(13)　ガスボンベには，転倒防止対策をしておく。アセチレンガスは常にゲージ圧 1kgf/cm$^2$ 以下で使用する。溶解アセチレンボンベを寝かせて使ってはならない。

### 4.7.2　アーク溶接

(1)　アーク溶接機の 2 次側端子には，60～95V の無負荷電圧がかかっている。感電を避けるため，乾いた服装・靴を着用し，溶接実習中は皮製の乾いた溶接用手袋を使用する。

(2)　木綿などの燃え難い素材の長袖シャツ，長ズボンを着用する。アーク光に含まれる強い紫外線が皮膚に当たるとひどいアーク焼けを生じるから，長袖・長ズボンは必須である。




①角膜　紫外線による電光性眼炎
②水晶体　赤外線による白内障
（早期老眼の一因になる）
③網膜　赤外線と可視光線による網膜炎

**図 4.9　アーク光による眼への傷害**

(3)　アーク光の紫外線，赤外線は強力で，図 4.9 のような種々の眼障害を引き起こす恐れがあるから，決してじかに見てはならない。必ず備え付けの溶接用保護面を使用する。

(4)　ホルダーに溶接棒を取付けるときは，作業中に溶接棒が外れないように確実に取付ける。

(5)　溶接棒の取り替えは，絶対に濡れた手や濡れた手袋では行わない。

(6)　鉄板や被溶接物などアースされたものや帰線ケーブルにつながった金属に,腰をかけたり触れたりしながらの作業は危険である。また，ホルダーが体に触れないようにする。

(7)　溶接中，溶接棒が被溶接物に溶着したときは，電源スイッチを切って取る。

(8)　溶接は板厚や材質に応じた適正な電流値と溶接棒で行う。

(9)　溶接作業を中断するときには，必ず電源スイッチを切るかコネクタを外しておく。電圧がかかったまま，ホルダーを放置してはいけない。

(10)　溶接アーク部から発生する高濃度のヒューム(0.1～10μm 以下の微粒子)を多量に吸うとじん肺を起こす危険があるから，局部排気装置を稼働させてから溶接作業を行う。

(11)　溶接後のスラグ除去時にその小片が目に入って負傷することがあるから，溶接用保護面を利用して，除去スラグの飛来を避けるようにする。

(12)　溶接作業後は，うがいや洗眼を行って，呼吸器や眼の保護に努める。

(13)　実習時間中は指導員の指示に従って行動する。

### 4.7.3　酸素・アセチレン溶接(ガス溶接，ガス切断)

(1)　木綿などの燃え難い素材を用いた長袖シャツ，長ズボンを着用し，手袋を使用する。

(2)　トーチの酸素用バルブとアセチレン用バルブを間違えないよう，最初によく確認する。

(3)　点火の際は，まずアセチレン用バルブだけを開いて溶接用ライターですばやく点火し，つぎに酸素用バルブを徐々に開きながら火炎を調節する。作業中にバックファイヤを起こしたときは，すみやかに酸素用バルブ，アセチレン用バルブの順に閉じる。

(4)　トーチを置くときは，床の上に置いてはいけない。必ず作業台の規定の位置に置く。

(5)　実習時間中は指導員の指示に従って行動する。

### 4.7.4　スポット溶接

(1)　ナゲット部から溶融金属が飛散(散り)するので，長袖・長ズボンの作業着を着用し，保護メガネ・手袋を使用する。溶接中は絶対に電極に顔を近づけてはならない。

(2)　感電の恐れがあるから，作業着，手袋，靴などが濡れた状態で操作してはならない。

(3)　通電時に強い磁界が発生するので，ペースメーカー装着者は使用してはならない。

(4)　工作物の板厚と材質に合った適切な溶接条件(通電条件，加圧力，電極径)で作業する。

(5)　作業前に上下の電極を点検し，電極が同軸(一直線)に位置するよう調整する。電極を調整した後は，工作物をはさまずに空のままで数回動作させて，異常がないか確認する。

(6)　手や指がはさまれないように，上下の電極の間隔は必要最小限に調節する。

(7)　電極面が荒れると散りやすくなるので，電極はこまめに手入れするか交換する。

(8)　散りによって引火の恐れがあるから，ウェスやその他の燃えやすいものを遠ざけておく。

(9)　溶接直後の工作物は熱いから，火傷しないよう注意する。

## 4.8　材料加工実験での注意事項

### 4.8.1　プレス

(1)　安全装置を取り外したり,改造したりしてはならない。古い年式のプレスには安全策を講じる。

(2)　加工実験中に試料や工具類が破壊して破片が飛び散る可能性がある場合には,安全囲いまたは防護壁を設ける。運転中に，運動部分に近寄ったり手を入れたりしてはならない。

(3)　運転中に，試料に触れたりのぞき込んだりしない。近づいて観察することが実験の性質上どうしても必要な場合には，丈夫な透明防護板などを設置してこれを通して見る。

(4)　あらかじめ試料や金型の破壊荷重を推定して，加工荷重の上限を設定しておく。

(5)　プレスを起動させる際は，周囲の安全を十分に確認し，近くに人が居れば合図する。また，異常の際にただちに非常停止できるように，非常停止スイッチに手をかけておく。

(6)　プレスは，1 人で操作するのが原則である。2 人以上で共同して操作する場合には，相手が危険な位置や状態にないことを確認し，さらに声をかけてから起動する。

(7)　金型や工具の取付け・取外しや段取り替えは，必ずスイッチを切ってから行う。

(8)　実験が済んだら，電源の元スイッチを切り，工具，金型，治具，試験片などを片付ける。

### 4.8.2　圧延機

(1)　巻き込まれないように体にフィットした服装で作業し，絶対に手袋をして扱ってはならない。髪が長い場合はまとめて，帽子の中に包み込んでおく。

(2)　圧延ロールの噛込み側(素材を入れる側)からは，絶対に回転しているロールに触れたり，手を入れたりしてはならない。ロール面の清掃や圧延油の塗布などで，やむを得ず回転しているロールに触れる必要があるときは，必ず出側(素材が出てくる側)で行う。

(3)　圧延機の前方・後方の両方に，保護板を設ける。試料台には，物を置かない。

(4)　ロールから圧延材が勢いよく送り出されてくるので,ロール回転中は動線方向に立ってはいけない。

(5)　素材を入れる前に，周囲の安全をよく確かめ，必ず声をかけてから圧延を始める。

(6)　小さい素材をロールに供給するときには，手ではなく，突き棒を用いる。

## 参考書

(1)　兵庫県高等学校教育研究会工業部会機械系部会：調査研究集録 2016, (2017)

(2)　土井正志智，岡野修一・稲本 稔 監修：機械実習 安全のこころえ，(1977),市ヶ谷出版社

# ５．運搬作業・高所作業の安全

## 5.1　運搬作業

運搬作業には，人力による運搬作業，運搬車(台車)・自動車等による運搬作業，クレーン・チェーンブロック等による荷揚作業等がある。いずれの作業も，ちょっとした誤りが死亡事故等の重大災害につながる危険性を含んでおり，十分注意して作業しなければならない。

### 5.1.1　人力による運搬作業

人力による運搬作業は最も頻繁に行われるが，運搬物と作業者がじかに接触しているため，指を挟む，腰を痛める等の災害が発生しやすい。一般に，次のことに注意する。

(1)　服装は正しいか(袖口の締まった作業服，安全靴，手袋等の着用)。

(2)　作業のための通路は確保されているか(適正な通路幅，段差の解消等)。

(3)　人力で運搬可能か(重量：男性 15～20 kg 女性 10 kg 程度 ，形状・重心等の確認)。

(4)　正しい姿勢か(ひざを曲げ，手を深く掛け，背骨はまっすぐ，腰を下ろして持ち上げる)。

(5)　複数の者で作業するときは，事前によく打ち合わせる。全員の協調が大切である。

### 5.1.2　運搬車(台車)による運搬作業

運搬車(台車)による作業時には，次のことに注意する。

(1)　運搬車の積載能力を超えていないか。

(2)　作業のための通路は確保されているか(適正な通路幅，段差の解消等)。

(3)　積荷は安定しているか。

(4)　積み下ろし時に車止めはできているか。

### 5.1.3　自動車による運搬作業

自家用車は，研究や教育上での運搬には原則として使用しない。やむを得ず使用する場合には，次の注意を守る。

(1)　2 人以上で乗車する。

(2)　積荷は出来るだけ低く積み，片積みにならないようにする。

(3)　重いものを下に積み，軽いものは上に積む。

(4)　積荷はロープ等でしっかり固定する(トラロープは滑るので使用しない)。

(5)　積荷が重いほどブレーキがききにくいので，車間距離等に注意する。

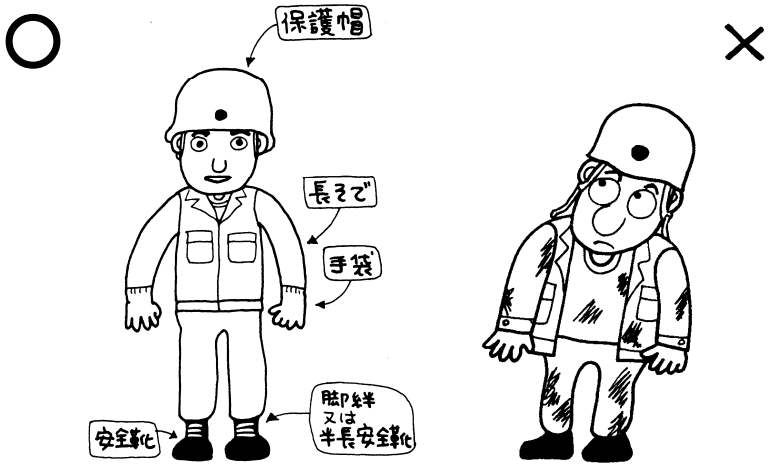
(6)　危険物や長尺物の運搬時には，各法律に基づき車体に表示する。

### 5.1.4　クレーン・チェーンブロックによる荷揚作業

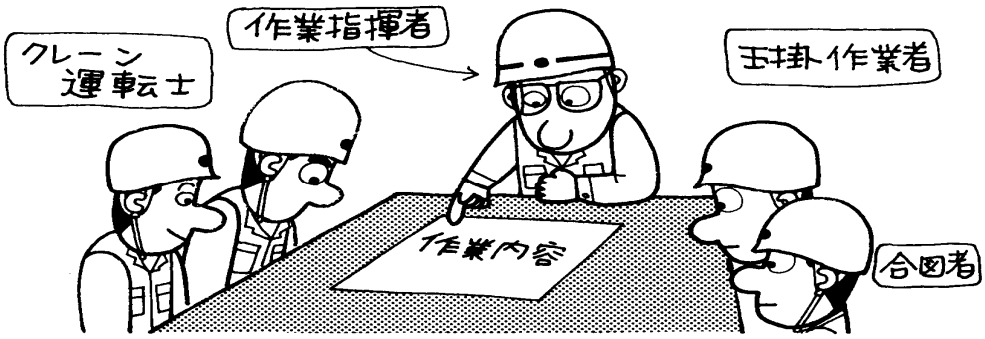
法律により，有資格者以外はクレーンの運転及び玉掛け作業を行ってはならない。また，チェーンブロック作業の場合でも，原則として有資格者の指示を仰がなければならない。

一般に，クレーン等による作業においては，次のようなことに注意して安全に作業をしなければならない。

(1)　正しい服装を心掛ける(保護帽，袖口の締まった作業服，安全靴，手袋等の着用)。

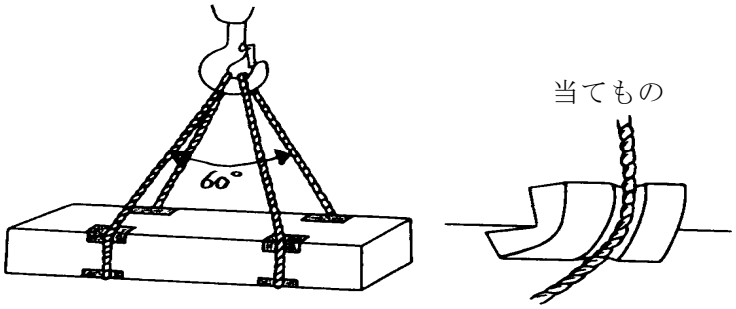



(2)　作業内容を十分に打ち合わせし，指揮する責任者をあらかじめ決定しておく(必ず1人の責任者の指揮下で行う，2人以上で合図しない)。




(3)　作業開始前にはクレーンの作動状況，玉掛け用具等の点検を確実に行う。

(4)　玉掛けは正しいか(定格荷重を超えない適正なワイヤーロープ，つり角度 60°以内，当てもの等)。

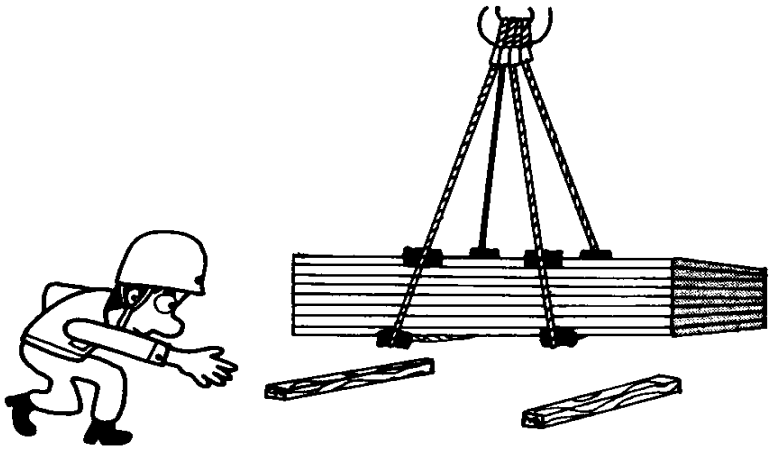



(5)　作業者は安全な位置にいるか(つり荷の下には絶対入らない，荷の進行方向に注意)。

(6)　つり荷の移動経路は確保されているか(他の作業者，障害物等)。

(7)　荷をつったままで現場から離れてはならない。

(8)　着地後のつり荷の安定は，保たれているか(まくら，歯止め等)。



## 5.2　高所作業

高所作業には，梯子の上での作業や仮設足場・屋根等へ登っての作業がある。どの作業も墜落等重大な災害の恐れがあるので，十分に注意して作業しなければならない。

### 5.2.1　高所からの墜落

墜落事故は　a)　滑る・つまずく。
　　b)　踏み外す。
　　c)　足元が崩れる・動く。
　　d)　自分の動作の反動でバランスを崩す。

等が原因で起きる。あまり高くないところでの軽微な作業ほど事故の発生が多く,「これぐらいの高さ」とあなどることが原因となる場合が多い。なお，法律では２ｍ以上の高所で作業する場合は，作業床の設置等何らかの墜落防止措置を講ずるように定められている。やむを得ず高所での作業，実験を行う場合には，次のことに注意する。

(1)　必ず監視者を置く。
(2)　滑りやすい履物は使用しない。
(3)　無理な姿勢での作業は避ける。
(4)　安全帽(ヘルメット)を必ず着用し，あご紐をきちんと締める。
(5)　安全帯(命綱)を必ず着用する。安全帯には，強度が十分で検査に合格したものを使用する。
(6)　墜落した場合，安全帯をつなぎ止めるロープが長すぎると腹部へのショックが大きくなり，内臓破裂で死亡する恐れがあるので，ロープの長さは1.5ｍ以内とする。
(7)　梯子は,丈夫で適当な長さのものを用いる。梯子をかけるときは足場が堅固な場所を選び，開き戸の前や通路で人の通る可能性のある場所は避け，下には監視者をおく。梯子の傾きは壁に対して 15°ぐらいが適当である。梯子は濡れていたり油が付着している等，滑りやすい状態で使用してはならない。昇降は必ず１人で行い，手に荷物を持たない。

### 5.2.2　落下物による事故の防止

落下物で多いのは，工具類，測定装置及びその付属器具類であり，事故のほとんどは作業者，実験者の不注意により起きている。従って，高所での作業者が十分に注意するのが第一であるが，さらに次の注意を守ることが大切である。

(1)　作業者は必ず安全帽(ヘルメット)を着用する。
(2)　高所作業者の下側に入らないようにする。
(3)　どうしても高所作業者の下方で作業しなければならない場合は,高所作業者に声をかけて注意を喚起する。

## 参考書

(1)　社団法人　日本クレーン協会：床上操作式クレーンの運転
(2)　社団法人　日本クレーン協会：玉掛作業者心得

# ６．電気の安全な使用

## 6.1　はじめに

最近の研究分野の拡大と多様化に伴い，電気関連の実験や研究室で問題となる安全項目は多岐にわたるようになった。その中でも特に重大かつ深刻な影響を及ぼすのは，電気に触れることによる感電災害であろう。また，電気火花による爆発や漏電による火災等の電気的災害もある。さらに，紫外線やマイクロ波による眼や皮膚の障害，OA 機器の電磁雑音，VDT 使用による健康障害等も起きている。

我々の生活は，電気の利用なしには考えられないが，電気の性質や電気使用のルールを十分理解していなければ，日常生活に支障をきたすというものではない。なぜなら，ほとんどの電気機器は間違った取り扱いをしない限り安全に動作するように，かつ間違った取り扱いができないように設計されているからである。また問題発生時にも，重大な事故にならないような仕組みが存在する。しかし，実験室では，家庭の場合と異なり，使用する電気装置の種類や数も多く，その使用には十分な知識を必要とするものも多い。機器にとって厳しい条件下で使用する場合も多い。さらに，室内の電気配線，種々の電気装置の製作，修理等を自分で行うことが必要になる場合もある。また，屋内配線作業に従事する場合には，軽微な作業(6.3.4 参照)以外は電気工事士の資格を必要とする。これらのことより，電気に関する基礎知識を持ち合わせていることはもちろん，電気使用に関するルールを正しく理解しておくことは不可欠である。

ここでは，(1)学生実験における安全の基礎知識としての電気災害，(2)電気の使用に関する基礎知識，(3)放射(紫外線やマイクロ波)による障害及びその他注意事項について概述する。なお，卒業研究等に関連した実験における安全問題については，各履修コース，各研究室単位で実状に合わせて具体的かつ詳細な指導と注意がなされなければならない。まず実験室で起こりやすい災害等について述べた上で,それらを起こさないように安全に電気を使用するために必要な基礎知識とルールをまとめた。

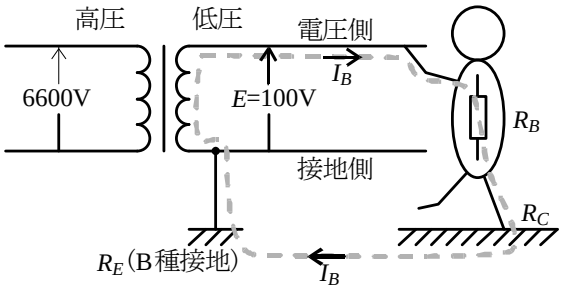
## 6.2　電気災害とその種類

ここでは，電気災害の 3 大原因である ①感電，②漏電，③過熱による電気的災害について述べる。災害のメカニズムを理解することが事故を未然に防ぐ第一歩であり，基本である。機器や装置の操作の手順や手続きを覚えることは必要不可欠であるが，それにもまして重要である。

### 6.2.1　感電

感電とは，電圧印加部に触れたり，漏電している機器に接触したりして電流が人体を通り大地に逃げてゆく一種の地絡事故であり，その時の人体におよぼす生理作用は電流の大きさ，通電経路，通電

時間により異なってくる。人体に電流が流れ，(電流)×(流れた時間)がある程度以上になると，電流の熱作用で電流の流入口と出口に火傷を生じ,体内では細胞を破壊したり血球の変質が生じたりする。恐いのは，電流の刺激により筋肉が収縮して呼吸作用を停止させる窒息死と，心臓をケイレンさせ心室細動を起こし体内への血液循環を止める心停止である。次に，感電発生のメカニズムを図 6.1 により説明する。




$E$ : 低圧側対地電圧［V］
$I_B$ : 人体に流れる電流［A］
$R_B$ : 人体の抵抗
　皮膚乾燥時 : 10,000 ［Ω］
　発汗時 : 500～1,000［Ω］
$R_C$ : 大地との接触抵抗［Ω］
$R_E$ : B 種接地抵抗［Ω］

**図 6.1　感電発生のメカニズム**

人体を流れる電流 $I_B$[A]は,図6.1において変圧器巻線 → 電圧側電線 → 人体 → 大地 → B 種接地 → 変圧器巻線の経路を流れ，その大きさは図 6.2 の等価回路より，

$$I_B = \frac{E}{R_B + R_C + R_E} \qquad (6.1)$$

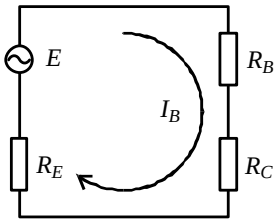



**図 6.2　等価回路**

となる。

(6.1)式より，人体を流れる電流 $I_B$を小さくするためには，変圧器の対地電圧 $E$を小さくするか，または,分母にあたる $R_B$ (軍手，ゴム手袋の着用)や $R_C$ (ゴム底靴，絶縁台)を大きくすればよい。

具体的には，以下が挙げられる。

(1)　変圧器の対地電圧が低下する(後述の図 6.4)ように，変圧器巻線の中点を接地することによって，両電圧側電線の対地電位を 150 V 以下にする。

(2)　機器の保護接地(6.3.1 参照)。

(3)　非接地電路の採用(図 6.1 及び 6.2 において B 種接地 $R_E$を取り除いた場合，$I_B$が流れる経路が絶たれることによって，人体には電路の漏れ抵抗，対地静電容量に基づくわずかな電流しか流れないので，人体には影響しない。しかし，実際には電気設備技術基準の解釈(以下電技解釈)第 19 条において，高低圧混触(トランスの一次側と二次側，すなわち高圧側と低圧側の回路が接触)時に，低圧側の対地電位の上昇を防止するためにこの接地は取り除けないので，変圧器に混触防

止板付きでB種接地することによって可能となる)。

(4)　漏電しゃ断器の採用(6.2.2参照)。

(5)　二重絶縁構造の機器の採用(可搬形の機器で一般の絶縁にさらに絶縁した機器)。

特に，上記(4)と(5)の方法は電気的知識に乏しい人にも，最も効果的な感電防止策になる。

感電時に問題となるのは，触れた電圧よりも人体を流れる電流の大きさである。人体に流れる電流がある大きさを超えると，人体は電流が流れたことを知覚する。この電流を感知電流と呼び，その大きさはおよそ1 mAである。表6.1に，人体に電流が流れたときの影響を示す。

**表6.1　電流による人体への影響**

| 電流値(mA) | 影　　響 |
|---|---|
| 1 | ピリっと感じる |
| 5 | 相当に痛みを感じるが筋肉の自由がある |
| 10 | 我慢できないほど苦しい |
| 20 | 筋肉が収縮して動けない・筋肉のケイレン |
| 50 | 筋肉は硬直し呼吸困難 |
| 100 | 致命的な傷害を負い死亡に至る |

また，(mA)×(sec)の値が30を超えれば，人体は致命的損傷を受けるとも言われている。状況によっては家庭用の交流100 Vでも死亡に至る危険がある。

感電時に触れた電圧はあまり関係しないと前述したが，それは被害に対する大きさのことである。例えば雷では，被害者は雷雲に接触していない。つまり非常に高い電圧であれば，接触しない場合でも，空気の絶縁破壊によって接触したときと同じことが起こりうる。対象の電圧にも注意を払うべきである。参考までに，毎年国内で落雷による死亡事故が数件起こっており，野外での実験，プール等の遊泳時やグラウンド等で活動時，さらには登下校時にも，雷雲が発生しているときは注意して活動したい。海岸では波に落雷することがある。雷が予測されるときは，波が大きくてもサーフィンは控えたい。

感電事故を起こさないためには，一般に以下の注意を守ることが必要である。

(1)　濡れた手で電気器具に触れない。充電部に触れる必要のある場合には，検電器により電圧の有無を確認する。

(2)　アースを正しく接続しておく(アースの取りかたについては6.3.1参照)。特に，水の近くで使用する電気器具や，本体が金属である器具(電動工具，冷蔵庫等)では，これが大切である。また，このような場所においては漏電しゃ断器(6.2.2 参照)を取付けておくと感電防止に効果的であ

る。

(3)　高電圧は，触れなくても放電によって感電する危険がある。2.5 kV では 30 cm，50 kV では 1 m 以上離れていないと危険である。

(4)　特に直流回路では，スイッチを切った後でも，コンデンサが高圧を保持していることがあるので，作業のため回路内をさわる場合には，その前にコンデンサを完全に放電させることが必要である。また，高圧の充電部近くにあるコンデンサには静電誘導による電圧が発生するので，使わないコンデンサは短路処置しておく。

(5)　高電圧の検査や装置の修理は，安易に行うべきでない。しかし，どうしても必要な場合には，十分な予備知識をもった上で行う。その際，体の絶縁を十分良くしてから行う(周囲からの湿気を無くする，機器や足の下にゴムを敷く，ゴム手袋を着用する等)。

(6)　万一,感電事故が生じたときは,自力離脱不能の感電者を速やかに回路から離脱させるために,電源をしゃ断・接地する。このとき，不用意に感電者に触れると，救助者自身も連鎖感電する恐れがあるので注意する。

(7)　感電の衝撃による転倒・転落等の二次災害もしばしば発生する。また転倒による高電圧部分への接触も考えられる。日頃からの整理整頓や装置配置に対する考慮などにも注意すべきである。

### 6.2.2　漏電

漏電は，電気機器が古くなって絶縁が不良になったり，機器内部に湿気が付着したり，高圧部分にほこりが溜まったりすることで起こることが多い。コンセントにほこり等がたまって生じるトラッキング現象による火災もしばしばニュースになる。漏電は火災に直結するばかりでなく，漏電が感電を引き起こすことも多い。漏電防止対策としては，以下のような事項が考えられる。

(1)　水気や湿気のある場所で使用する電気機器や電源には，漏電しゃ断器を取付ける。これは，漏電が起こった場合に直ちに電源をしゃ断するもので，電源盤につけるタイプと，コンセント差し込み型のものとがある。

(2)　腐食性ガスの発生する所には電気機器を設置しない。

(3)　電源部分には，ゴミやほこりが溜まらないように適宜点検する。

(4)　AC プラグのネジのゆるみ，ほこりの蓄積，コードの折れ曲がり部分の損傷等でショートが発生することが多い。時々点検するように習慣づけることが必要である。

ここで，漏電しゃ断器(ELCB)の仕組みについて説明する。電気機器に漏電が発生していない状態では，負荷電流は行きと帰りの線を同じ大きさで流れるため，ZCT(零相変流器)の 2 次側には電圧が発生しないので動作しない。ところが，図 6.3 のように電気機器に漏電が発生すると，大地に $I_g$ なる漏電電流が図の破線の経路を経て変圧器へと帰る。漏電しゃ断器は，$I_g$ により生じる磁束 $\phi_g$ によって ZCT の 2 次側に得られる電流を増幅して,漏電しゃ断器の感度電流を超えると引き外しコイルによって電源をしゃ断し，漏電及び感電災害を防止する。従来から高感度，高速型として 30 mA，0.1 秒が主に使

われているが，最近では 15 mA，0.1 秒が用いられている。

なお，漏電しゃ断器を設置しなければならない場所は，電技解釈第 40 条により，次のように決められている。すなわち，金属製外箱を有し，使用電圧が 60 V を超える低圧の機械器具に電気を供給する電路であって，人が容易に触れる恐れのある場所には，漏電遮断器を施設しなければならない。ただし，以下の場合は除外してよい。

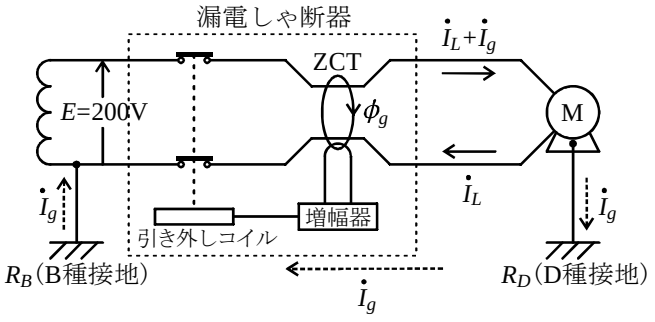



**図 6.3　等価回路**

(1)　水気のない場所で対地電圧 150 V 以下の機械器具。

(2)　C 種接地工事または D 種接地工事の接地抵抗値が 3 Ω以下の場合。

(3)　乾燥した場所で使う機械器具。

(4)　電気用品取締法の適用を受ける二重絶縁構造の機械器具。

(5)　ゴム，合成樹脂等で絶縁した機械器具。

(6)　電源側に絶縁変圧器(2 次電圧が 300 V 以下)を設け 2 次側を接地しない場合。

### 6.2.3　過熱

過熱には，電気器具自体の過熱と，配線やコンセントの接続部の過熱とがある。

(1)　配線やコンセントの過熱は，定格以上の電流を流したときに起きる。コードやテーブルタップ等の電流容量には常に注意することが必要である。テーブルタップは定格 15 A のものが多い。

(2)　過熱によって事故を起こしやすい機器としては，第一に，電熱器(電気コンロ)がある。特に，発熱体がむき出しのコンロは危険である。そのような機器の使用に際しては，必ず誰かがそばについていること，短時間の使用にとどめること等の注意が必要である。最近は，電気ヒータでもシーズヒータ(発熱体が金属のパイプの中に埋め込まれている)，ホットプレート，電磁調理器のような安全性の高い製品が種々発売されているから，それらを使うようにしたい。マントルヒータのように実験用に作られたヒータは長時間使用できる。

(3)　電気ストーブも過熱の危険が多い。特に大型(600 W 以上)のものでは，機器自体だけでなく，コンセントやコードも過熱しやすいので注意を要する。

(4)　1,000 ℃以上にもなるような電気炉を無人で長時間使用する場合には，炉の周囲に燃えやすいものを置かない等，十分な注意が必要である。また，電気炉のターミナル等は，高温のため劣化しやすいから配線部分の点検も欠かせない。

加熱はやけどの原因になることは言うまでもないが，火災の原因でもある。電気火災は，この加熱と前項の漏電が主な原因となって発生する。東京消防庁管内だけでも年間 1000 件以上の電気火災が発

生しているとのデータもあり，十分に注意を払いたい。

## 6.3　電気の使用に関する基礎知識

電気関連の実験を行ったり，研究に従事する学生や研究者は，電気磁気学及び電気回路等の基礎知識は当然もっているはずである。しかし，種々の電気器具や配線を扱う上で必要となる実際的な事柄が講義等で取り上げられることはむしろ少ないから，各自必要な知識を習得するように努めなければならない。

### 6.3.1　接地（アース）

電気機器を接地することは,感電防止の意味からも,漏電による火災防止の意味からも大切である。商用交流電源の片側は接地されているから，電気機器のアースが正しく接地してあれば，もしも電気機器の内部で絶縁不良が起こり，金属ケースに漏電した場合でも，漏電電流はアースを通って地中へ流れる。このように，電気機器を接地することにより，感電及び漏電による事故を少なくすることができる。

この接地工事には，法律的に種々の規定がある(表 6.2)。例えば,「面積 900 ㎝$^2$以上の銅板または長さ 90 ㎝以上で直径 8 ㎜以上の銅棒を地中に埋設して，接地抵抗を 10～100 Ω以下に抑える」等の規定はあるが，要は出来るだけ接地抵抗を小さくすることである。

鉄骨構造の建物においては，鉄骨自体が非常に接地抵抗の低い良好なアースになっている。本学の研究室の電源盤についているアース端子は，接地抵抗の点では特に良好とは言えないものも多いと思われるが，感電を防ぐ目的には十分役立つ。より良好なアースが必要な場合には，個別に工事をしなければならない。水道管は，最近では塩ビ管が使われることが多いので，これからアースを取ることは出来ない。また，ガス管からアースを取ることは，火災の原因となる危険があり，絶対に行ってはならない。

表 6.2　接地工事の種類(電技解釈第 19 条)

| 接地工事の種類 | 接地抵抗値［Ω］ | 設　置　場　所 | 接地線の太さ |
|---|---|---|---|
| A | 10 | 高圧及び特別高圧の機器の鉄台，外箱，ケーブルの被覆の金属体の接地及び避雷器 | 直径 2.6 mm 以上の軟銅線 |
| B | $150/I_1$ ($I_1$: 変圧器の高圧側の 1 線地絡電流) | 高圧または特別高圧電路(35 kV 以下)が低圧電路と混触したとき，低圧電路の対地電圧が異常に上昇するのを防ぐために高圧，特別高圧の変圧器の低圧側の中性点または一線に施す。ただし，高低圧混触時に低圧電路の対地電圧が 150 V を超えるとき<br>(1) 1 秒以内に電路を自動的にしゃ断する装置を施設するとき $600/I_1$ [Ω]以下<br>(2) 1 秒～2 秒以内に電路を自動的にしゃ断する装置を施設するとき $300/I_1$ [Ω]以下 | 直径 2.6 mm 以上の軟銅線 |
| C | 10 | 300 V を超える低圧の金属製外箱，鉄台（ただし，低圧電路に地絡を生じたとき 0.5 秒以内に自動的に電路を遮断する装置をつけた場合 500 [Ω]以下） | 直径 1.6 mm 以上の軟銅線 |
| D | 100 | 300 V 以下の低圧の金属製外箱，鉄台(同上) | 直径 1.6 mm 以上の軟銅線 |

次に，アースの効果を図 6.4 及び 6.5 を使って説明する。人間が漏電している電気機器に触れる前の機器に現れる接触電圧を $V_K$ [V]とすると，図 6.5 の等価回路より次式が得られる。

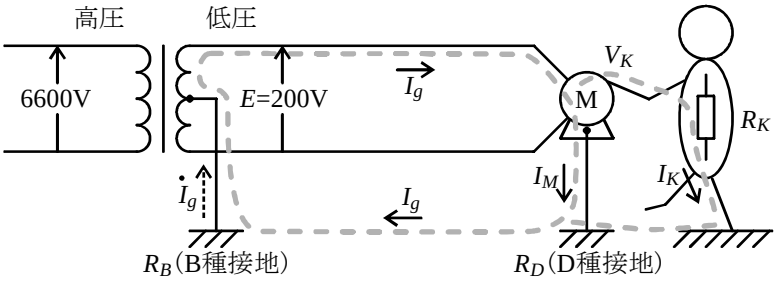



図 6.4　アースの効果

$$V_K = \frac{R_D E}{R_B + R_D} \qquad (6.2)$$

$$= \frac{E}{1 + \frac{R_B}{R_D}} \qquad (6.3)$$

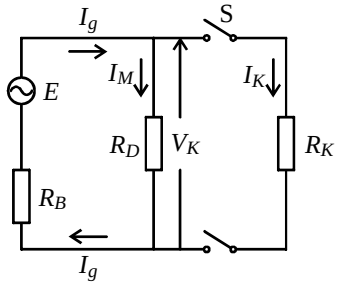



図 6.5　等価回路

この電気機器に人間が触れたとき流れる電流を $I_K$ [A]と仮定すると，テブナンの定理より(6.4)式が得られる。

$$I_K = \frac{V_K}{\frac{R_B R_D}{R_B + R_D} + R_K} \qquad (6.4)$$

(6.4)式に(6.2)式を代入して式を整理すると，次式が得られる。

$$I_K = \frac{E}{R_B + R_K\left(1 + \frac{R_B}{R_D}\right)} \qquad (6.5)$$

(6.5)式を使うと，人体にどのぐらいの電流が流れるかが計算できる。電源の電圧を $E$ = 100 V，B 種接地抵抗を $R_B$ = 30 Ω，人体の抵抗を $R_K$ = 1,000 Ωとして，D 種接地抵抗 $R_D$を接地がない場合から完全接地の状態まで変化させたときに人体に流れる電流を計算した結果を表 6.3 に示す。(6.5)式で計算した人体電流 $I_K$は，接触前に機器に発生する接触電圧 $V_K$を人体抵抗 $R_K$で除した電流とほとんど差がない。これは，B 種接地抵抗 $R_B$が人体抵抗 $R_K$より 2 桁小さいことによる。また，D 種接地抵抗を小さくすると，危険電流より不随電流，さらに可随電流まで人体電流が小さくなる。すなわち，接触電圧を下げることが効果的で，そのためには(6.3)式より $R_B/R_D$の比を 3～6 となるようにするとよい。

表 6.3　人体に流れる電流

| B 種接地抵抗 $R_B$［Ω］ | D 種接地抵抗 $R_D$［Ω］ | 接地抵抗の比 $R_B/R_D$ | 接 触 電 圧 $V_K$［V］ | 人体に流れる電流 $I_K$［mA］ | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | ない場合 | 0 | 100 | 97.1 | 危険電流及び不随電流(筋肉の収縮,硬直によって自由がきかなくなる電流) |
| | 100 | 0.3 | 76.9 | 75.2 | |
| | 50 | 0.6 | 62.5 | 61.3 | |
| | 30 | 1.0 | 50.0 | 49.3 | |
| | 20 | 1.5 | 40.0 | 39.5 | |
| | 10 | 3.0 | 25.0 | 24.8 | |
| | 5 | 6.0 | 14.29 | 14.2 | 可随電流(自由がきく電流) |
| | 0 | ∞ | 0 | 0 | |

逆に言えば，D 種接地抵抗 $R_D$は B 種接地抵抗 $R_B$の 1/3～1/6 にすればよいことがわかる。このことは，電気機器のケースに漏電が起こるとき，アースを取っていないと人体を通って電流が流れることを意味する。アースを取ってあっても接地抵抗が大きければ感電は起こり得る。しかし，電源に漏電しゃ断器が取付けてあれば，アースを通って電流が流れた時点で，電源が自動的に切れるので安全である。

### 6.3.2　ヒューズ及び配線用しゃ断器

ヒューズは，過電流による熱で溶断してしゃ断するもので，定格電流の 1.1 倍では動作しない。ヒューズの素線(糸ヒューズ)をそのまま使用することは禁じられており，必ず爪付きまたは筒型のヒューズを使わなければいけない。爪付きヒューズの定格電流[A]は，3，5，10，15，20，30，40，50,… 等である。大きすぎるヒューズはヒューズの意味をなさないし，逆にヒューズが小さすぎると，切れてばかりいて不都合である。使用電力に見合った適正なヒューズを使うことが必要である。コンセントやテーブルタップのためのものとしては，普通 15 A が使われる。

配線用しゃ断器(バイメタルの屈曲の利用や電磁コイルに流れる電流による吸引力を利用して自動しゃ断し，定格電流の 1 倍では動作しない)も使われる。ヒューズより高価であるが信頼性ではヒューズより優れている。

### 6.3.3　電線及びコード

電線には数多くの種類がある。表 6.4 に，代表的な RB(600 V ゴム絶縁電線)・IV(600 V ビニール絶縁電線)の許容電流を示す。

これらのうち，室内配線等の目的で日常使われる数種類について簡単に述べる。

(1)　平形(平行)ビニールコード：家庭用電気器具や測定器に付属して使用されるコードで，定格電流は普通 7A(心線 0.75 $mm^2$)である。このコードにテーブルタップを取付け，いわゆるタコ足配線をしているのをよく見かけるが,電流容量の点で危険である。また,この電線は移動用であり，壁や床等に固定してはいけない。

(2)　キャブタイヤコード：cab のタイヤのように丈夫なコードと言うことで，この名前がある。外装はゴムまたはビニールであるが，平形コードよりも太く，丈夫で電流容量も大きい。手荒い使い方をする場所や，屋外等の水気のある場所での移動用電線として用いられる。定格電流は太さによって異なるが，普通 15～25 A(2～3.5 $mm^2$)程度である。

(3)　平形ビニール外装ケーブル(F ケーブル)：室内の固定配線用に適したケーブルである。種々の定格のものがあるが，例えば，ビニール外装の厚み 1.5 ㎜で許容電流は 19 A である。壁等への固定はステップル等で行う。

(4)　ゴムコード：電気を熱として利用する機器や白熱電灯に用いるための，天然または合成ゴムの被覆コード(袋打ちコード等)である。ビニール被覆のコードは，熱に弱いので，この目的に使用してはならない。

表 6.4 RB(600 V ゴム絶縁電線)・IV(600 V ビニール絶縁電線)の
許容電流(周囲温度 30 ℃以下)

| 導　体（銅） | | がいし引き配線 | 管及び線ぴにおさめた配線 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 同一の管，線ぴ内の電線数［本］ | | | |
| | | | 3 以下 | 4 | 5～6 | 7～15 |
| 種　類 | 太　さ | 電　流　減　少　係　数 | | | | |
| | | 1.0 | 0.7 | 0.63 | 0.56 | 0.49 |
| | | 許　容　電　流［A］ | | | | |
| 単　線［mm］ | 1.0 | 16 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| | 1.2 | 19 | 13 | 12 | 10 | 9 |
| | 1.6 | 27 | 19 | 17 | 15 | 13 |
| | 2.0 | 35 | 24 | 22 | 19 | 17 |
| | 2.6 | 48 | 33 | 30 | 27 | 23 |
| | 3.2 | 62 | 43 | 39 | 34 | 30 |
| より線［$mm^2$］ | 1.25 | 19 | 13 | 12 | 10 | 9 |
| | 2.0 | 27 | 19 | 17 | 15 | 13 |
| | 3.5 | 37 | 26 | 23 | 20 | 18 |
| | 5.5 | 49 | 34 | 31 | 27 | 24 |
| | 8.0 | 61 | 42 | 38 | 34 | 30 |
| | 14 | 88 | 61 | 55 | 49 | 43 |
| | 22 | 115 | 80 | 72 | 64 | 56 |
| | 30 | 139 | 97 | 87 | 78 | 68 |
| | 38 | 162 | 113 | 102 | 90 | 79 |
| | 50 | 190 | 133 | 119 | 106 | 93 |
| | 60 | 217 | 152 | 136 | 121 | 106 |
| | 100 | 298 | 208 | 187 | 167 | 146 |

### 6.3.4　屋内配線の種類

電気系建物内の実験室，研究室には配電盤があり，三相 200 V(実効値)，単相 100 V(実効値)二回線(単相 200 V，三線式にて中点を接地)，アース端子が各々設けられている。ここでは，これら電源使用上のいくつかの注意について述べる。

(1)　入力電圧 200 V の単相機器，例えば三相ブリッジ結線等を用いない大型整流電源装置，コンデンサ起動の誘導電動機等を使用する時は，単相三線式からの 200 V を使用するか，または三相 200 V を使用する。機器の複数個を三相側から使用する場合は負荷が平衡するように注意する。

(2)　単相 100 V は単相三線式の中点接地の二回線として供給されている。従って単相の高インピーダンス側相互は位相が異なっていることに注意する(前記の単相 200 V として使用できる)。

(3)　壁に設けられたコンセントは，図 6.6 のように片側(低インピーダンス側)が接地されている。また，コンセントの穴は一方が多少大きく，他方がやや小さく作られている。この多少大きい方が低インピーダンス側(アース側)である。従って，トランスレスの装置(テレビ等)やトランスを用いない倍電圧整流装置等を用いる場合は，シャーシの電位がアース端子の電位から浮上することがあるから，これらの装置を用いる時は入力側のコンセントに差し込むプラグの向きに特に注意する必要がある。

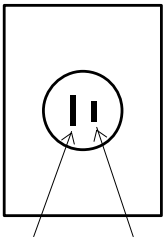



**図 6.6　コンセント**

一部のコンセントには，3 つ目の端子として丸い穴を有するものもある。この端子もアースであるから，活用したい。しかし，同様に電源タップにも同様のアース端子を持つものがあるが，この電源タップのプラグのアース端子が壁面等のコンセントのアース端子に接続されていないと，アースとしての働きをしないので使用の際には注意が必要である。また，BNC 端子をもつ測定器では，BNC 端子の片側がシャーシになっているので，シャーシの電位に関して他の機器相互の関係についても考慮する必要がある。

(4)　実験室の配電盤のアース端子は変圧器の部分(電気電子棟の場合は電気室)でアースに接続されている。従って，一般にアース点までに数メートルから数十メートルの距離があり，そのインピーダンスの分だけ電位が過渡的に浮上することがあるので注意する。

6.1 で述べた，電気工事士でなくてもできる軽微な作業は以下の通りである。

(1)　電圧 600 V 以下で使用する差し込み接続器(ソケット，ローゼット)または開閉器(ナイフスイッチ，カットアウトスイッチ，スナップスイッチ)にコード，キャブタイヤケーブルを接続する工事。

(2)　電圧 600 V 以下で使用する電気機器の端子に電線(コード，キャブタイヤケーブル)をねじ止めする工事。

(3)　電圧 600 V 以下で使用する電力量計，若しくは電流制限器またはヒューズを取りつけ，取外す工事。

(4)　二次電圧が 36 V 以下の小型変圧器(電鈴，インターホン，火災報知器に使用する)の二次側配線工事。

(5)　電線を支持する柱，腕木等の工作物を設置し，または変更する工事。

(6)　地中電線用の暗きょ，管を設置し，または変更する工事。

## 6.4　そのほか電気に関連した事柄

これまでに直接的に電気に関連する項目について述べてきたが，ここではその他の何らかの形で電気に関連すると思われる項目を以下に挙げる。

### 6.4.1　光及びマイクロ波

(1)　水銀等，アーク溶接機の光は紫外線を多く含むため，光源を直視すると視力低下や白内障等の障害を引き起こすので，直視してはいけない。安全眼鏡を着用する。なお，このような障害は被爆しているときには現れず,数時間たって目が見えなくなるという形などで現れることが多いので，実験時に安易に考えずに対処する。最近は紫外線を発生する UV-LED もあり，同様に注意を要する。

(2)　電子レンジから漏れるマイクロ波は，自律神経系(頭痛，食欲減退，精神疲労等)，循環器系(動悸，血圧変化等)，特に眼(白内障，網膜炎症)への影響が大きいので注意が必要である。電子レンジの中にあるマグネトロンを取り出したり,その他マイクロ波発生装置を実験に使用することもあるが，マイクロ波を被爆しているときは，温かく感じる程度でも，後になって重大な障害になっていることが判明することがある。

### 6.4.2　ハンダ付け

ハンダ付け作業は，高温を発生するハンダごてを使用するので，火傷に注意するのは当然であるが，ハンダは鉛を含むものが多く作業中に煙を吸引しないように注意する。大量にハンダ付け作業を行う時や長時間の作業を行うような場合には,排気装置や換気装置を備えた部屋で行わなければならない。また，衛生健康面や環境面に配慮した鉛を含まない無鉛ハンダが販売されており，技術的には有鉛のものに比べて作業が難しくなるが，できるだけ無鉛ハンダを使用したい。

ハンダ作業を容易にするためにフラックスというものがあるが，中には有害な成分を含むものもあるので，ハンダと同様のことが言える。また，作業中に樹脂等を溶かすと有害なガスを発生することもある。

### 6.4.3　静電気

静電気とは，電荷の移動に伴う磁気的な現象の影響が小さな状態，あるいはそのような電荷そのもののことであるが，一般には異なる２つの物体が摩擦した際に，それぞれに分離して出来る正の電荷と負の電荷がそれぞれの物体に帯電すること，あるいは帯電した電荷そのものを呼ぶ。この現象は，電気機器や電源を使用していなくても起き，空気が乾燥している時に起こりやすい。例えば冬季に，椅子から立ち上がった後などに，ドアノブ等に触れたとき，ドアノブと指の間に放電現象を引き起こし，あまりうれしくない経験をする。しかし，これによって怪我や人体に悪影響を与えることはほとんどないが，電子機器などの故障をしばしば引き起こす。特に，引火性のガスや気化性の強いガソリンなどの液体を使用している際には，発火の原因になるので，注意が必要である。

### 6.4.4　電気は目に見えない

稲妻など特別な状態を除いて，電気は目に見えない。このことに十分留意して行動して欲しい。例えば，前述のように活線でなくてもコンデンサに蓄えられた電荷で感電事故になる場合もあるし，電圧計が故障していたために電圧がかかっていることに気付かずに感電することもある。もし電気が目に見えれば，これらの事故の多くは発生しない。また，実験を行っている当事者は危険な状態・危険な個所があることが分かっても，当事者以外はそのことが分からない。実験の当事者であっても事故は発生するので，当事者でなければなおさらである。従って当事者は，危険な状態・危険な個所があることを示す等努力を行って，当事者以外の安全にも注意を払わなければならない。いわゆる PA(パブリック・アドレス)は当事者の義務である。

## 参考書


(1)　電気設備技術基準とその解釈：電気書院（2001）

(2)　自家用電気技術者シリーズ(運転・工事の安全ガイドブック)：電気書院

(3)　電気百科事典：オーム社，第２版（1983）

(4)　東京工業大学：安全手帳，第４版（2002）

# 7．大型実験装置使用上の安全

## 7.1　一般的注意

(1)　実験・実習中の軽率な行動や不注意が思わぬ事故につながることを認識する。

(2)　実験室での音楽，ラジオ等の視聴は注意が散漫となるため禁止する。

(3)　実験中の携帯電話の使用(用務に関係ないもの)は禁止する。

(4)　実験室内の整理・整頓を常に心がける。

(5)　実験に適した服装を心がける。重量物を扱うことが多いので，サンダルやヒールのある靴は不適である。必ず実験に適した靴を着用する。

(6)　最後に実験室を出る人は，火の始末，電気の消灯，ガスの元栓の閉鎖，空調機(冷房・暖房)運転停止，戸締まりを必ず確認する。

## 7.2　風洞

(1)　風洞を起動する際には,風洞ファン付近に人がいないことを確認する。また,スクリーン清掃時には風洞ファンを起動しない。

図 7.1　風洞実験装置

(2)　竜巻風洞,トラバース装置及び突風装置を稼働させる際には,装置周辺に人がいないことを確認してから安全ロックを解除する。

(3)　風洞上部における高所作業の際には，安全帯とヘルメットを着用した上で，転落しないように十分な注意を払う。

(4)　測定器等から風洞本体に対する漏電が確認された場合，そのまま放置せず，漏電の原因となっている測定器に対して接地する等の対策を施す。

(5)　大型模型，風洞側壁等の重量物を移動する際には，十分な人手を確保する。

(6)　天井クレーンによる装置や模型の移動は,必ず玉掛け資格者及び天井クレーンの運転資格者の指示に従って行う。

(7)　風洞実験中及び準備中は，測定器の配線や種々の実験器具があるので，特に足元を確認し注意する。

(8)　レーザーシートを用いた可視化実験を実施する際は，保護グラスを必ず着用し，反射光の存在も考慮して失明や視覚障害にならないよう十分な注意を払う。また，レーザーシート使用中は，

保護グラスを着用しない者はレーザーシートの届く範囲には立ち入らない。

(9)　実験中及び準備中は種々の道具・配線の整頓を心がける。

## 7.3　水理実験施設

(1)　水や砂などスリップ事故を起こさせやすい材料を常用するので,それらを室内の床や踏み板上に散らかさないよう注意する。誤って散らかした場合はすぐに清掃する。

(2)　地下水槽を掃除するために槽内に入るときは，事前に槽内の換気を十分に行うとともに，第1番入槽者には，命綱を着用させ，万一の場合には直ちに引き上げることが可能な人員を槽入り口に配置しておく。

(3)　水中ポンプを使用するときには,電源ケーブルに傷がないかどうかをチェックし,漏電のないようにする。また，吸口側の水量不十分等による空回りをさせないよう注意する。

(4)　河川実験室の 40cm 幅循環式水路においては,ポンプ作動時には駆動用ベルトに巻き込まれないよう十分注意する。また，ポンプ全般において点検を行うときは,電源が完全に切れていることを確認する。

図 7.2　河川実験用水路

(5)　屋外に設置している揚水装置については，部外者が登攀・転落しないよう接近禁止の処置を施すとともに，部外者が近寄る状況を目にしたときには，必ず口頭で注意する。

(6)　高水槽や足場等高所で作業するときには，安全ベルトとヘルメットを着用する。

## 7.4　遠心載荷実験装置

運転時には原則として教職員が付き添うこととし，教職員より許可を受けたものが運転する。

実験作業は必ず複数名で行い、1 人では作業しないこと。

### 警告事項：作業時の怪我の防止のため、下記に注意すること。

(1)　防護殻の扉による指つめに注意すること。特に開閉の際は正面の取手を持った 1 名が行い、他の者は他の部分（特に扉の縁）には触れないこと。また声掛けを行うこと。

(2)　スイングプラットフォームによる指つめに注意する。

(3)　遠心装置に土槽を設置する際など，必ず複数名で行うこと。互いに怪我の予防，及び，安全確認のために，細心の注意を払うこと。具体的には，次のことに注意すること。

① 吊荷の下に手足など体の一部を入れないこと。

② フック等の穴に指を入れないこと。回転部に手指など入れないこと。

③ ワイヤーやロープはねじれたまま使用しないこと。キンクを生じさせないこと。

④ チェーンブロックを無理に上げないこと。吊荷やロープが何かに引っかかっていることがある。

⑤ 工具や部品類を，遠心装置の上に置かないこと。

(4) 二酸化炭素を使用する場合は必ず換気を行うこと。

**注意事項：装置の故障や事故の防止のため、下記に注意すること。**

(1) 防護殻内で作業をする際は，必ず装置に付属されている非常停止ボタンをオンにすること。

(2) 指定の用紙でモーメントバランス計算を行い，他者のチェックを受けること。

(3) 運転前には点検簿に基づき装置類のねじのゆるみ,装置内への工具の置き忘れがないことなどを確認する。また，確認後は必ず，点検簿に記入すること。

(4) 実験開始前に，防護殻の扉を閉め，4 か所の留め具が正しくセットされていることを確認すること。

(5) 遠心装置運転中は防護殻の上に乗らないこと。

(6) 遠心装置運転中はむやみに実験室に立ち入らない。

(7) 異音が発生したら,直ちに回転数制御つまみを０に戻し，装置を停止させる。

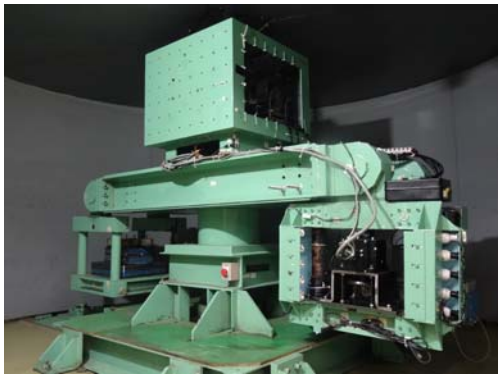


図 7.3 遠心載荷装置

(8) 遠心装置運転中は，操作盤，回転軸基礎上の加速度計，土槽のモニター映像から，目をはなさないこと。

(9) 遠心装置運転の加速は，十分に注意し，急加速・過加速などがないように，落ち着いて操作すること。注：リミッタが設定されているので，減速時には回転数制御つまみを直ちに０に戻してよい。

(10) 遠心装置内の貯水タンクは，使用後に必ず水抜きを行うこと。

(11) コンプレッサ, 蓄圧タンク, エアーフィルターには水が溜まるため, 適宜水抜きを行うこと。

(12) ビームの主軸のベアリングケースからのグリースの漏れがわかるように，ベアリングケース周辺の汚れをこまめに落とすこと。

(13) 土がこぼれた場合は掃きとるなど直ちに清掃し，土砂が床に撒かれたままとしないこと。

(14) 実験室内は整理整頓に努め、実験終了後は必ず清掃を行うこと。器具や土の放置は装置の故障やデータエラーなど、実験の失敗につながる。

参考資料として，遠心模型実験装置点検簿を以下に示す。

# 遠心模型実験装置　点検簿

| 点検日 | | 点検者 | | 確認 | |
|---|---|---|---|---|---|

## 点検内容

| 対　　象 | チェック項目 | 評価・所見 |
|---|---|---|
| 防護殻 | 破損・変形はないか。<br>扉はスムースに動くか。<br>不要なものが載っていないか。 | |
| ビーム | 破損・変形，塗装のはがれはないか。<br>ボルトの緩みはないか。<br>工具や金具の置き忘れはないか。<br>スムースに回転し，異音はないか。<br>主軸周りにグリースの漏れはないか。 | |
| プラットフォーム | 破損・変形はないか。<br>ヒンジはスムースに動くか。<br>工具や金具の置き忘れはないか。 | |
| ピット内 | ボルトの緩みはないか。<br>工具や金具の置き忘れはないか。<br>床板のはがれはないか。<br>土やごみが残っていないか。<br>ゴムや金属，油の焼けるような異臭はしないか。 | |
| ビーム上<br>模型・計器棚 | 破損・変形はないか。<br>ボルトの緩みはないか。<br>不十分な固定の物品はないか。<br>計測は正常に行えるか。<br>ケーブルの遊びは適切か。 | |
| ピット外装置 | モーター周辺は整頓されているか。<br>モーター，インバーターに異音はないか。 | |
| コメント・処置内容 | | |

## 7.5　コンクリート試験機

(1)　コンクリートの実験は，重いものやすべりやすいもの，また，セメント系の強アルカリ性の材料を取り扱うので，専用の手袋（通常の実験では滑り止めが付いた軍手，練混ぜの実験では厚手のゴム手袋）を使用する。さらに，粉じん対策として，ゴーグルやマスクの着用を検討すると良い。

(2)　セメント，砂，砂利，鉄筋などのように，コンクリート用材料は非常に重い物が多いため，運ぶときは足の上に落としたり，指を挟んだりしないように注意する。また，2人以上で運ぶときは，他の人が力をゆるめたり，ころんだりすることがあることを常に頭の中においておく。重量のある実験材料や供試体を移動させる際には，手動リフトを使用する。床上クレーンの無断使用を禁止する。使用の際は，必ず玉掛けとクレーンの講習を受講した教員・技術職員が操作する。

図 7.4　コンクリートミキサ

図 7.5　万能試験機

(3)　はしご・脚立を使用するときは，それらの安定性を確かめてから使用する。

(4)　コンクリートミキサを始動させるときには，ミキサ内に手など人体の一部がないことを確認するとともに，必ず声をかける。また，ミキサ回転中は回転部分に手などを挟まれないようにし，ミキサ内の羽根にも手などが巻き込まれないように注意する。ミキサの洗浄などの作業を行う場合は，必ずコンセントを抜き電源が切れていることを確認する。

(5)　PC 鋼材緊張時には，PC 鋼材の延長線上に立ち入らない。また，PC 鋼材が切れたり，定着具がはずれて飛散することもあるので，防止工を施しておく。

(6)　万能試験機の使用の際は，指定の操作方法を遵守する。操作時には，必ず指など人体の一部の挟み込みが無いことを確認し，必ず声をかける。コンクリートはりの載荷実験において，供試体を載荷台（Ｉビーム）上に載せるときには，転倒しないように注意する。載荷中は供試体には近づかないようにし，荷重が安定して，供試体の状況を確認してから，ひび割れ計測などを行うようにする。

(7)　薬品類の取扱いについては十分に注意する（第 8 章を参照）。

(8)　物を置くときには，安定に注意し，なるべく重心の位置を低くするように心がける。

(9)　実験終了後，床に残ったコンクリートなどを水で洗い流し，その後すべらないように，水切り用ワイパー（スクイジー）をかけて水を除去しておく。

(10)　ごみは，可燃物と不燃物とを区別し，それぞれ決められたごみ箱に捨てる。ガラス片や金属片などの廃棄には，特に安全を心掛ける。また，実験終了後は，それぞれを決められたごみ焼

却場・ごみ置き場に廃棄するようにする。

(11) コンクリートの廃材置き場では，重い物を一番低い位置に置き，小さく軽い物をその上に積み上げていくようにする。

# ８．薬品類の安全な使い方

## 8.1　一般的注意

本学部では非常に多種類の薬品が日常的に使われているが，それらを安全，適切，有効に使うためにすべての人が心掛けるべきことをここに示す。薬品の性質を十分理解した上で取り扱えば，事故を未然に防ぐことができる[1-5]。

### 8.1.1　基本的注意

(1)　実験室を整理整頓する。食料品は置かない。

(2)　非常階段，防火扉の前，消火栓の前，廊下，ベランダに物を置かず，退避路を確保する。

(3)　消火器等の安全設備の位置確認と整備点検を行い，使用法を習得する。

(4)　実験着は引火時に融着するナイロン等の化学繊維製のものではなく,木綿等の天然繊維製のものを使用する。できるだけ皮膚を露出しないようにし，軽快に動作できることが必要である。

(5)　実験中は必ず保護眼鏡をかけ，必要に応じて保護手袋，防護マスク等を着用する。

(6)　滑らない履物を選ぶ。かかとの踏み履きやサンダルの使用はやめ，かかとでしっかり固定できるものを履く。

(7)　無理なスケジュールで実験をしない。また，体調の悪いときは実験を中止する。

(8)　夜間の単独実験は絶対に行ってはいけない。

(9)　実験器具の点検を行ってから実験する。特に，ガラス器具等は入念にチェックし，非常に小さなひび割れであっても使用を中止する。実験中に破損し，事故につながる可能性が高くなる。

(10)　配管や電気配線等が良好な状況にあることを確認する。スパークがガスに引火し，爆発する恐れがある。

(11)　装置，特に加熱装置の周辺には余計な物品を置かない。

(12)　オートクレーブ，ガスボンベ，低温装置等極限に近い条件を作り出す実験，作業では，経験者に相談し，特に安全に気をつけなければならない。

(13)　有機溶媒や液体窒素の容器等を運ぶ時は，エレベーターを使わず階段を使用する。

(14)　薬品等を取扱う者は，その入手，保管，使用，廃棄に至るまで，すべての責任を持たなければいけない。

(15)　後始末も実験に含まれる。特に溶剤の回収，廃棄や廃棄物の処理を怠ってはならない。

(16)　実験室内は禁煙を厳守する。火気(湯沸器，バーナー，ストーブ等)に注意し，近くに引火性，易燃性，可燃性のものを置かない。

(17)　自己過信は禁物である。事故は，やや慣れたころに起きやすい。

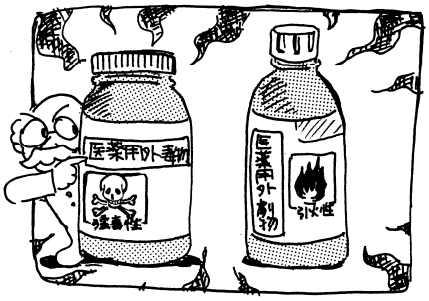
(18)　来日まもない外国人研究者や留学生が薬品を取扱う場合は，「毒物及び劇物取締法」[6a)] (8.3.2 参照)，「外国為替及び外国貿易法」[6b)] (8.3.12 参照) 等の国内法令及び学内規則を十分に理解できていない恐れがあるため，事前に所属担当教員とよく相談すること。

### 8.1.2　購入時の注意

(1)　消防法で危険物と定められている薬品等は，1 つの実験室，作業場，あるいは建物について保管可能な量が規定されているので必要以上に購入しない (詳細は 8.2 参照)。

(2)　使用後のことまで考慮し，危険物でないものでも必要最少量を購入する。さもないと，購入費用，保管場所，廃棄費用が無駄になるばかりでなく，古くなった薬品による実験結果の信頼性が低いことに思い悩むことになる。

### 8.1.3　保管時の注意




(1)　薬品のほとんどは危険性・有害性を内包するので，他の物品以上に地震災害等を考慮し容器の破損防止，転倒防止策を施す必要がある。特に，棚の材質を侵す恐れのあるものは，二重容器にする等の配慮を要する。

(2)　薬品名を消えないように明確に表示した安全な容器に保存する。インク等は消えてしまうので，ラベルに鉛筆で書き，上から透明なテープを貼る等の保護措置が必要である。

(3)　実験室では，薬品を小さな容器に小分けして保管する。小分けした場合には，その場でラベルを貼る。記憶に頼るのは非常に危険である。

(4)　施錠保管薬品 (毒物及び劇物取締法 [6a)] (8.3.2 参照)，麻薬及び向精神薬取締法 [6c)]，覚せい剤取締法 [6d)] (8.3.9 参照) で指定された薬品) については監督官庁からの指示を厳守し，鍵の掛かる鉄製の薬品戸棚に保管する。その鍵は実験研究室の責任者，または指定する教員が管理する。なお，これらの薬品については使用簿を常備しなければならない。

(5)　有機溶剤等は危険物倉庫に保管し，実験室等には必要最少量のみを置く。

(6)　発火性薬品等については，金属製の保管庫等に所定の方法で保管する。

(7)　過酸化物等ショックで爆発する恐れのあるものは，ガラス共栓びんに入れてはいけない。

(8)　混合すると発火，爆発，あるいは有毒物質に変化する薬品が多くあり，これらをまとめて混合危険物と称する (8.2.8 参照)。地震等の際，混合する危険を避けるため，保管に当たっては薬品棚，保管庫の区分，配列に十分配慮する。

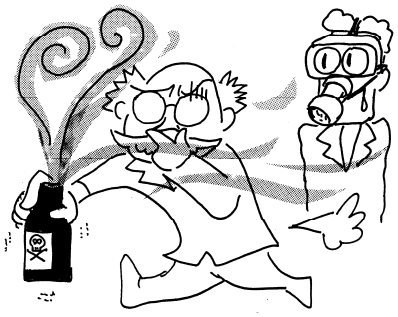
### 8.1.4　使用時の注意

(1)　使用する薬品及び使用後の生成物について，沸点，引火点，爆発限界，許容濃度，致死量，後

処理方法等をよく調べた後に使用を開始する。薬品の SDS(Safety Data Sheet，詳細は 8.1.7 参照)を確認する。

(2)　実験台に必要以上の薬品類を置かない。

(3)　危険物質を扱う時，あるいは危険が予想される時には，万全の準備をして，まず少量で予備実験を行う。保護眼鏡は必ず使用し，万一事故が発生しても人的被害を最小限にとどめることができるようにさらに防護手段を考え，必要ならば消火器を用意したり，安全衝立，保護面，防毒マスク等を使用する。



(4)　少量実験でも，有機溶媒や有毒蒸気を出すようなものはドラフト内で扱う。そうでないと自分だけでなく，他人を巻き込むことになりかねない。

(5)　蒸留の際の沸騰石の使用等，基本事項は一つずつ確認して先に進む。忘れていた事に気がついたらその状態で対応せず，必ず原点(作業開始状態)に戻ってやり直す。

(6)　危険な実験を行う時は，周囲の人に知らせる。

(7)　実験中は実験室を離れない。止むを得ぬ場合は，同室の者に実験内容や行き先をはっきり伝えておく。

(8)　突然の爆発や火災，あるいは急性中毒が発生することがあるので，実験中 1 人にならないようにする。特に，夜間は大声を出しても助けが得られないことが予想されるので，これを厳守しなければならない。

(9)　事故が発生してしまった場合には，1 人で処理しようとせず，大声で応援を頼む。

(10)　薬品等が身体に接触することは極力避ける。万一薬品が皮膚や目についた時は，まず流水で 15 分以上洗浄する。第 2 章(2.2.1)や第 8 章(8.3.3)を参照するなどし，適切な処置を行う。

### 8.1.5　後処理，廃棄時の注意

(1)　不要な回収無機，有機廃液等はそれぞれの区分に分けて，廃液溜に貯留する。廃溶剤は流しへ捨ててはならない。廃溶剤，重金属塩，薬品等の廃棄の詳細については，第 13 章を参照のこと。

(2)　使用後の薬品は危険のないように後処理，保管する。

(3)　使用後の器具，空びん等に関しては，内容・使途を知っているものは使用した本人だけであることに留意し，各自の責任で充分に気をつけて始末する。

(4)　薬品の空びんは内部を洗浄した後，「感染性廃棄物・産業廃棄物廃棄庫」へ廃棄する。プラスチック製試薬容器は黄色のビニール袋へ入れた後，回収業者指定の段ボールで廃棄する。ガラス製試薬容器は透明なものと褐色のものを分別し，ドラム缶へ廃棄する。詳細については，第 13 章を参照のこと。

### 8.1.6　GHS：化学品の分類及び表示に関する世界調和システム[4,7)]

2003 年 7 月に「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム」(The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals：GHS)が国連勧告として出された。GHS は薬品の危険性・有害性を一定の基準に従って分類し，絵表示等を用いて分かりやすく表示し，その結果をラベル等に反映させ，災害防止及び人の健康や環境の保護に役立てようとするものである。薬品を扱う際には表 8.1 に示すシンボルマークに留意する。

表 8.1　薬品ラベルに表示されている GHS の絵表示の意味と事故の予防策

| | |
|---|---|
| | ＜意味＞　爆発物･自己反応性化学品･有機過酸化物<br><br>＜事故の予防＞　熱，火花，裸火，高温のような着火源から遠ざけること。禁煙。保護手袋，保護衣及び保護眼鏡/保護面を着用すること。 |
| | ＜意味＞　可燃性/引火性ガス，ｴｱｿﾞｰﾙ，引火性液体，可燃性固体，自己反応性化学品，自然発火性液体，自然発火性固体，自己発熱性化学品，水反応可燃性化学品，有機過酸化物<br><br>＜事故の予防＞ 熱，火花，裸火，高温のような着火源から遠ざけること。禁煙。空気に接触させないこと。(自然発火性物質)保護手袋，保護衣及び保護眼鏡/保護面を着用すること。 |
| | ＜意味＞支燃性／酸化性ガス，酸化性液体，酸化性固体<br><br>＜事故の予防＞<br>熱から遠ざけること。衣類及び他の可燃物から遠ざけること。保護手袋，保護衣及び保護眼鏡／保護面を着用すること。 |
| | ＜意味＞　高圧ガス<br><br>＜事故の予防＞<br>換気の良い場所で保管すること。<br>耐熱手袋，保護衣及び保護眼鏡／保護面を着用すること。 |
| | ＜意味＞　急性毒性<br><br>＜事故の予防＞ この製品を使用する時に，飲食または喫煙をしないこと。取扱い後はよく手を洗うこと。眼，皮膚，または衣類に付けないこと。保護手袋，保護衣及び保護眼鏡／保護面を着用すること。 |

表 8.1　薬品ラベルに表示されている GHS の絵表示の意味と事故の予防策（つづき）

| | |
|---|---|
| | ＜意味＞　金属腐食性物質，皮膚腐食性，眼に対する重篤（じゅうとく）な損傷性<br><br>＜事故の予防＞　他の容器に移し替えないこと。（金属腐食性物質）粉じんまたはミストを吸入しないこと。取扱い後はよく手を洗うこと。 |
| | ＜意味＞　呼吸器感作性，生殖細胞変異原性，発がん性，生殖毒性，特定標的臓器／全身毒性（単回または反復暴露（ばくろ）），吸引性呼吸器有害性<br><br>＜事故の予防＞　この製品を使用する時に，飲食や喫煙をしないこと。<br>取扱い後はよく手を洗うこと。粉じん／煙／ガス／ミスト／蒸気／スプレーなどを吸入しないこと。推奨された個人用保護具を着用すること。 |
| | ＜意味＞　水生環境有害性<br><br>＜事故の予防＞　環境への放出を避けること。 |
| | ＜意味＞　急性毒性，皮膚刺激性，眼刺激性，皮膚感作性，気道刺激性，麻酔作用の健康有害性<br><br>＜事故の予防＞※どのような危険有害性があるか確認して，ラベルに記載された注意書きに沿った取扱いが必要。 |

### 8.1.7　SDS の利用

SDS（Safety Data Sheet：安全データシート）制度とは，化学品の特性及び取扱いに関する情報を事前に提供することを義務づけるとともに，ラベルによる表示に努める制度である。SDS の記載内容は，名称，成分及びその含有量，物理化学的性質，人体におよぼす影響，貯蔵または取扱い上の注意，事故時の措置等である。SDS は，薬品を購入時に薬品製造会社から入手することもできるが下記の URL からも入手可能である。自分自身の安全を守るためにも必ず SDS を読んでから，薬品を取扱うよう心がけるべきである。

| | |
|---|---|
| SDS 照会先 | 日本試薬協会　MSDS 検索<br>http://j-shiyaku.or.jp/home/msds<br>厚生労働省　GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報<br>http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_FND.aspx |

SDS は，国内では平成 23 年度までは一般的に「MSDS(Material Safety Data Sheet:化学物質等安全データシート)」と呼ばれていたが，国際整合の観点から，GHS で定義されている「SDS」に統一された。また，GHS に基づく情報伝達に関する共通プラットフォームとして整備した日本工業規格 JIS Z7

253 においても，「SDS」とされている[8)]。

### 8.1.8　ドラフトの使用

実験室には，有機溶剤や毒性の高い蒸気を室外に排気できるようにドラフトが設置されている。必ず，整備されたドラフトを用いて実験を行う。ドラフトの中には，不要な物を置いてはならない。ドラフトは，0.4～0.5 m/sec 以上の制御風速が必要である。労働安全衛生法[6e)]により，ドラフトは 1 年に 1 度定期自主点検を行うことが義務付けられている。徳島大学の定期自主点検の様式[9)]に従って熱線式風速計，スモークテスターを用いて定期自主点検を行う。定期自主点検の記録は，3 年間保管する必要がある。

### 8.1.9　PRTR 制度

PRTR(Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度)とは各工場や事業所(高等教育・研究機関を含む)から，どれくらいの化学物質が環境中に排出されたかを把握しようとするもので「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」[6f)]により法制化された。対象となる，「第一種指定化学物質」の 462 物質について，徳島大学でも保有量，移動量等を報告しなければならない。詳細は第 13 章や環境省の情報[10)]を参照のこと。

### 8.1.10　薬品管理支援システム

薬品のビンごとに個別の通し番号を振り分け，バーコードを添付して管理する「薬品管理システム」が本学部に導入されている。これを用いると，法令で規制される薬品の管理，集計等が容易になる。詳細は第 13 章を参照のこと。

### 8.1.11　化学実験におけるその他の注意事項[3,4,11)]

#### (1)　ガラス器具の取り扱い

ガラス器具による事故は多く，そのほとんどは切り傷と火傷である。これらの事故を防ぐためにはガラスの性質をよく知っておく必要がある(表 8.2)。

**表 8.2 ガラスの性質**

| | |
|---|---|
| 硬　さ | モース硬度は 6～7 であるが，もろくて割れ目は貝殻状になり鋭利な刃物のように危険である。 |
| 強　度 | 圧縮力には強いが(圧縮強度 900MPa)，引張力には弱い(40～60MPa)。細いガラス管等は少し傷を入れると容易に折れる。 |
| 耐熱性 | 熱伝導度が悪く，部分的な温度差を与えると，もろさと相乗して容易に割れる。加熱 |

| | |
|---|---|
| | 用器具として肉厚のガラス器具を用いてはならない。 |

(a)　ガラス器具は使用前に入念に点検し，傷のあるものの使用は避ける。特に，フラスコ類は保管中に物が当たり，小さなひび割れを生じている場合がある。これらを減圧，加熱容器として使用すると，実験中に破損事故につながる可能性が非常に高い。

(b)　加熱用の反応容器としては，丸底フラスコ等のように底の丸い器具を使用する。三角フラスコ，ビーカー等は，肉薄で機械的強度が低いので，加熱用容器として使用する場合には，取扱いに注意する。ただし，可燃性の有機溶媒等を取り扱う場合には，口の広いビーカー等を使用してはならない。

(c)　真空蒸留等の減圧にする容器は，底の丸い丸底フラスコ，ナスフラスコのような器具を用いる。三角フラスコのような底の平たい器具は減圧下で破損する恐れが高いので使用できない。

(d)　濾過瓶(吸引瓶)等のような肉厚の器具は，温度のかからない減圧容器として適するが，急激な加温で破損しやすいので，加熱容器として使用できない。

(e)　フラスコ類をゴムまたはコルクで密栓する場合，無理をすると破損し怪我をすることがある。一方の手でフラスコの上端を握り締め(フラスコの口が手で覆われるように)，他方の手で栓をするよう心掛ける。このような方法を用いると，例えフラスコの口が割れても，大きな怪我になることはない。

(f)　ゴム栓またはコルク栓にガラス管を差し込む場合，折れて怪我をすることがある。一方の手に栓を持ち，他方の手で水，アルコールまたはグリス等を塗ったガラス管を廻しながら少しずつ押し込む。この際，ガラス管は親指，人差し指，中指の 3 本の指で持ち，右手の親指と左手の親指との間をできるだけ短く，1 cm 以上離れないようにする(図 8.1 参照)。さらに安全のためには，タオル等の布片で手を保護して行うことが望ましい。また，この際，用いるガラス管の両端は必ず焼いて切口を滑らかにしておかなければならない。切ったガラス管の切口は鋭利で危険であるばかりでなく，栓に傷をつけ空気漏れを起こす等，実験に支障をきたすことになる。ガラス管以外に温度計等を差し込む場合も同様の注意が必要である。

良　い　例

悪　い　例

**図 8.1　ガラス管の入れ方**

(g)　ガラス細工の際，可燃性液体または気体が入っている容器を加熱すると事故につながる。細工するガラス管またはフラスコ類の乾燥に有機溶媒を使用することは危険である。また，可燃性物質を用いた装置等の修理に際しても，これらの物質が残っていないことを確かめる必要がある。その他加熱されたガラスは，一見それと気付きにくいので触れてやけどをする場合が多い。

(h)　封管，密栓を開封するときは，内圧が高くなっていることがあるので，噴出させたり爆発させたりしないよう細心の注意が必要である。

**(2)　冷蔵庫使用上の注意**

(a)　庫内に可燃混合気をつくらない。特に，アルコール，エーテル等蒸気圧の高い可燃性溶媒は爆鳴気をつくり易く，爆発例も多いので，これらの溶媒及び溶液を庫内で冷却する場合には必ず密栓する。ビーカーのように密栓が困難で，しかも表面積の広い容器は最も危険性が高く，このような容器は絶対使ってはならない。

(b)　冷蔵庫は常に密閉されているので，可燃性物質以外でも庫内に入れる物質はすべて密封し，また庫内はいつも整理するよう心掛けねばならない。

(c)　さらに安全のためには，防爆型電気冷蔵庫を購入することが望ましい。

**(3)　油浴恒温槽・オイルバス使用上の注意**

(a)　燃えやすい石油系の油は高温用の浴液には使用できない。引火性の低い植物油を用いる場合は 200 ℃までを基準とするが，一度劣化が始まると加速的に進むから適時廃棄する。難燃性の点から推奨できる浴液は，シリコン油である。また，空気浴，溶融塩浴の利用も考慮する。

(b)　早く所定温度に上げるための初期加熱用電源は，入れ放しにしない。市販タイムスイッチを活用するのも一方法である。

(c)　浴温と入力電圧の関係をあらかじめよく調べておき，必要以上の電力を与えないようにする。

(d)　浴温制御電流は，浴温の一定性を保つためにも，リレー接点を保護するためにも，小さくする方がよい。浴液容量の関係からあまり小さく出来ない場合は，接点が融着することがないよう，よく吟味・観察する必要がある。

(e)　接点機構は電流容量に応じて選ばねばならない。水銀接点型，バイメタル型を問わず，通常の温度制御装置は経時変化を受けて，突然きかなくなることがある。既設温度制御機構を過信せず，温度ヒューズ等による安全装置を併用するとより安全である。

(f)　電源は許容電流を精査して使用する。ビニール被覆電線を発熱体に用いてはならない。

**(4)　真空ポンプ使用上の注意**

(a)　回転ベルトは切れることがある。また，ベルトがゆるいと，スリップし，ベルトを焼くことがあるので，このような場合には，おっくうがらずに軸間隔を調節しベルトが最適状態になるようにする。ベルトは劣化するのでこの点にも注意する。

(b)　三相モーターを使うときは，結線を間違えないよう注意する。また，回転するベルトに実験

着の袖や裾が巻き込まれないよう，ベルトガードをつけて予防する。

**(5)　無人運転，終夜実験時の注意**

(a)　無人運転しても事故に至らぬよう考えておく。

(b)　化学実験で 24 時間以上加熱を続けなければならないような場合，温度制御付きの油浴等を用いるが，暴走することもあり非常に危険である。このような場合には，少し高めに温度設定した別の温度調節器を接続し，この温度調節器が働けば主電源が切れるようにしなければならない。

(c)　無人運転中に一旦停電し，また通電される場合もありうる。翌朝担当者が来るまで装置は停電の状態でいる方が安全だから，押しボタンと電磁スイッチを組み込んだ停電スイッチ結線にしておく方がよい。

(d)　逆流止めのない油回転式の真空ポンプは真空系との間に油溜をつける。

**(6)　冷却水の漏水の防止と断水時の注意**

(a)　夜間は水圧が上がるので，ゴム管が止め具から抜けたり，ゴム管の先がおどって流しの外へ逃げたりすることがある。締め具を用いて完全に固定する。またゴム管は劣化するので，ヒビだらけのまま使わない。

(b)　無人運転中に予期せぬ断水があることを考えておく。装置の過熱を防ぐため，あるいは装置を保護するため，圧力型断水リレーを用いて電源が切れるようにする。

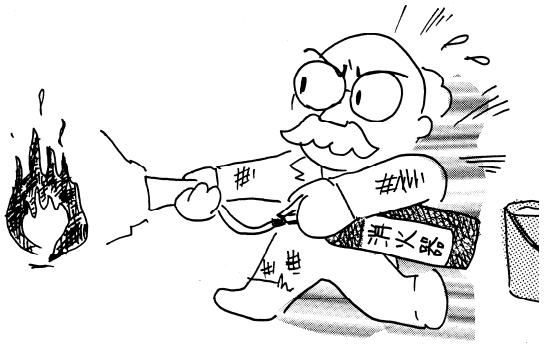
**(7)　可燃，支燃性気体使用上の注意**

(a)　実験装置，特に気体流通系の破損あるいは連結部のはずれ等によって，水素のような可燃性気体，酸素のような支燃性気体が無人実験中漏れ出す恐れがある。配管材料はゴムやガラスよりステンレス管がよく，連結部はボルト締め，バイトンパッキンが望ましい。真空用ゴム管は加圧に弱いから注意する。やむを得ずゴム管を使う場合には，加圧用を選ぶ。漏れた気体が可燃性混合気をつくらないように，室内空気の流通排気に気を配る。酸素の噴出先に可燃性物質を置かないようにする。

(b)　高圧ガス使用時の注意は第 9 章を参照のこと。

## 8.2　危険物質

### 8.2.1　はじめに



実験室で火災や爆発の危険性を有する化学薬品は，「消防法」[6g] で指定された「危険物」(表 8.3) として取扱いが規制されている。これらの指定薬品を使用するときには注意が必要であるが，一般的な注意事項を以下に示す。

(1)　危険物質の発火点，引火点，爆発範囲等に関し SDS(8.1.7 参照)等を用いて調べておく。

(2)　「危険物」は一つの実験室，作業場，あるいは建物について保管可能な量が「危険物の規制に関する政令」[6h)]（表 8.3 の「指定数量」)及び「徳島市火災予防条例」[12)]で規制されているので，必要以上に購入しない。

(3)　消火器の存在場所を確認しておく。

(4)　実験の手順，反応(反応熱や混合熱の発生等)の予想をあらかじめ検討し，実験のシミュレーションをしておく。

(5)　1 人での実験はさける。実験の内容を周囲の人にも連絡しておく。

(6)　特に，水との接触を避ける物質の場合，消火の方法を検討しておく。

表 8.3　消防法による危険物の分類 [6g, 6h)]

| 類 | 品名 | 性質* | 指定数量 |
|---|---|---|---|
| 第一類　酸化性固体 | 1 塩素酸塩類<br>2 過塩素酸塩類<br>3 無機過酸化物<br>4 亜塩素酸塩類 | 第一種酸化性固体 | 50 kg |
| | 5 臭素酸塩類<br>6 硝酸塩類<br>7 よう素酸塩類 | 第二種酸化性固体 | 300 kg |
| | 8 過マンガン酸塩類<br>9 重クロム酸塩類<br>10 その他のもので政令で定めるもの<br>10.1 過よう素酸塩類<br>10.2 過よう素酸<br>10.3 クロム，鉛またはよう素の酸化物<br>10.4 亜硝酸塩類<br>10.5 次亜塩素酸塩類<br>10.6 塩素化イソシアヌル酸<br>10.7 ペルオキソ二硫酸塩類<br>10.8 ペルオキソほう酸塩類<br>11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | 第三種酸化性固体 | 1,000 kg |
| 第二類　可燃性固体 | 1 硫化りん | | 100 kg |
| | 2 赤りん | | 100 kg |
| | 3 硫黄 | | 100 kg |
| | 4 鉄粉 | | 500 kg |
| | 5 金属粉<br>6 マグネシウム | 第一種可燃性固体 | 100 kg |
| | 7 その他のもので政令で定めるもの(未制定)<br>8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | 第二種可燃性固体 | 500 kg |
| | 9 引火性固体 | | 1,000 kg |

表 8.3　消防法による危険物の分類[6g, 6h]（つづき）

| | | | |
|---|---|---|---|
| 第三類　自然発火性及び禁水性物質 | 1 カリウム | | 10 kg |
| | 2 ナトリウム | | 10 kg |
| | 3 アルキルアルミニウム | | 10 kg |
| | 4 アルキルリチウム | | 10 kg |
| | 5 黄りん | | 20 kg |
| | 6 アルカリ金属(カリウム及びナトリウムを除く)及びアルカリ土類金属<br>7 有機金属化合物(アルキルアルミニウム及びアルキルリチウムを除く)<br>8 金属の水素化物<br>9 金属のりん化物<br>10 カルシウムまたはアルミニウムの炭化物<br>11 その他のもので政令で定めるもの<br>11.1 塩素化けい素化合物<br>12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | 第一種自然発火性物質及び禁水性物質 | 10 kg |
| | | 第二種自然発火性物質及び禁水性物質 | 50 kg |
| | | 第三種自然発火性物質及び禁水性物質 | 300 kg |
| 第四類　引火性液体 | 1 特殊引火物 | | 50 L |
| | 2 第一石油類 | 非水溶性液体 | 200 L |
| | | 水溶性液体 | 400 L |
| | 3 アルコール類 | | 400 L |
| | 4 第二石油類 | 非水溶性液体 | 1,000 L |
| | | 水溶性液体 | 2,000 L |
| | 5 第三石油類 | 非水溶性液体 | 2,000 L |
| | | 水溶性液体 | 4,000 L |
| | 6 第四石油類 | | 6,000 L |
| | 7 動植物油類 | | 10,000 L |
| 第五類　自己反応性物質 | 1 有機過酸化物<br>2 硝酸エステル類<br>3 ニトロ化合物<br>4 ニトロソ化合物<br>5 アゾ化合物<br>6 ジアゾ化合物 | 第一種自己反応性物質 | 10 kg |

表 8.3　消防法による危険物の分類[6g, 6h]（つづき）

<table>
<tr><td rowspan="2">第五類<br>自己反応性物質</td><td>7 ヒドラジンの誘導体<br>8 ヒドロキシルアミン<br>9 ヒドロキシルアミン塩類<br>10 その他のもので政令で定めるもの<br>10.1 金属のアジ化物<br>10.2 硝酸グアニジン<br>11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</td><td>第二種自己反応性物質</td><td>100 kg</td></tr>
<tr><td colspan="2">1 過塩素酸</td><td rowspan="5">300 kg</td></tr>
<tr><td rowspan="5">第六類<br>酸化性液体</td><td colspan="2">2 過酸化水素</td></tr>
<tr><td colspan="2">3 硝酸</td></tr>
<tr><td colspan="2">4 その他のもので政令で定めるもの<br>4.1 ハロゲン間化合物</td></tr>
<tr><td colspan="2">5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</td></tr>
</table>

＊ 品名欄に掲げる物品で，性質欄に掲げる性状を有するものが「消防法」における「危険物」と定義される。性状に関する試験方法は危険物の類毎に定められている。

### 8.2.2　酸化性固体(消防法第一類)[1, 3, 4]

酸化されやすい物質(可燃物，有機物，還元性物質，金属粉など)と混合して加熱すると発火して激しく燃焼する固体の化合物で，次の場合には爆発する恐れがある。

(1)　物質自体が不安定で，加熱，衝撃，摩擦で爆発する。

(2)　酸化されやすい物質と混合すると，加熱，衝撃，摩擦で爆発する。

(3)　強酸を加えると爆発する。

(4)　水と激しく反応して発熱し，量が多いと爆発の恐れがある。

(5)　潮解性があり，木や紙に染み込んだのち乾燥すると，爆発することがある。

**取扱法**：　火気や熱源を遠ざけ，密栓して冷暗所に貯蔵し，衝撃を与えないようにする。酸化されやすい物質と混合したり，酸や水と接触させたりしないようにする。潮解性のあるものは密封し，防湿に留意する。不安定なものは長期間保管しない。

**防護法**：　爆発の恐れがあるときは，ごく少量であっても保護眼鏡，保護面を着用し，爆発しても大丈夫であることを確認しておくこと。少し量が増えた場合，防護壁を用いて，遠隔操作をするなど，事前に検討を十分すること。

**消火法**：　火災に際しては一般に大量の水を注ぎ，冷却消火する。アルカリ金属過酸化物には，水は不適，粉末消火器(炭酸水素塩類など)か砂を用いる。

**薬品例**：　塩素酸ナトリウム，塩素酸カリウム，過塩素酸ナトリウム，過塩素酸カリウム，過マンガン酸カリウム，過酸化ナトリウム，次亜塩素酸カルシウム(さらし粉)，硝酸アンモニウム

### 8.2.3　可燃性固体(消防法第二類)[1,3,4)]

低温で引火しやすく，引火すると激しく燃焼する固体で，次の場合には自然発火，爆発，有害ガス発生の恐れがある。

(1)　酸化剤と混合すると爆発の恐れがある。

(2)　粉じんに引火すると爆発することがある。

(3)　強い摩擦によって発火する。

(4)　空気中の湿気で，また油布や切削くずと接触すると，自然発火する。

(5)　水と反応したり，燃焼したときに有毒ガスを発生する。

**取扱法**：　火気，熱源より遠ざけ冷暗所に保管し，酸化性物質と接触しないようにする。硫化りんと金属粉は，特に水分との接触を避ける。

**防護法**：　多量を扱うときは，マスクと手袋を用いる。

**消火法**：　水と接触して発火し，または有害ガスや可燃性ガスを発生させるものは砂または粉末消火器がよい。それ以外(赤りん，硫黄など)は注水消火器がよい。少量のときは，$CO_2$消火器もよい。

**薬品例**：　鉄粉，アルミニウム粉末，亜鉛粉末，マグネシウム粉末，固形アルコール

### 8.2.4　自然発火性及び禁水性物質(消防法第三類)[1,3,4)]

空気にさらされると自然発火したり，水と接触すると発火して可燃ガスを発生したりするもので，次のような危険がある。

(1)　空気に触れると自然発火する。

(2)　水と激しく反応して発火し，時には爆発して飛散する。

(3)　酸化剤と混合すると，爆発の恐れがある。

(4)　水と反応して可燃性ガスを発生し，引火の恐れがある。

(5)　燃焼すると有毒ガスを発生する。

**取扱法**：　自然発火性物質は空気に触れないように密封し，可燃物から離して保管する。特に，水や石油の保護剤に浸漬したり，不活性ガスで封入したものは，外筒に入れて破損に注意する。禁水性物質は水分に触れないように密封し，床面より高い乾燥した冷暗所に保管し，自然発火性でもある場合は前述の注意も必要である。溶媒で希釈したものは，溶媒の蒸発に注意する。

**防護法**：　直接に手で触れてはいけない。ピンセットやゴム手袋を用い，毒性の強いものは防毒マスクを用いる。

**消火法**：　一般に，乾燥砂，金属専用の消火器を使用する。炭酸水素塩類の粉末消火器はよいが，注水したり，水系消火器の使用は厳禁。

**薬品例**：　金属ナトリウム，金属カリウム，金属リチウム，還元金属触媒(Pt，Pd，Ni)，*n*-及び *tert*-ブチルリチウム，水素化リチウムアルミニウム，水素化ホウ素ナトリウム，水素化ナトリウム，水素化カルシウム，カルシウムカーバイド

### 8.2.5　引火性液体(消防法第四類)[1,3,4]

多くの有機溶剤がこれに当てはまる。引火性の強さにより，以下のように区分される。

| | | |
|---|---|---|
| 特殊引火物 | 1 気圧で発火点が 100 ℃以下，または引火点が -20 ℃以下で沸点が 40 ℃以下のもの | ジエチルエーテル，二硫化炭素など |
| 第一石油類 | 1 気圧で引火点が 21 ℃未満のもの | ガソリン，ヘキサン，トルエン，酢酸エチル，アセトン，ピリジンなど |
| アルコール類 | 炭素数 3 以下の 1 価アルコール | メタノール，エタノール，*n*-及び *i*-プロパノールなど |
| 第二石油類 | 1 気圧で引火点が 21～70 ℃未満のもの | 灯油，軽油，キシレン，酢酸など |
| 第三石油類 | 1 気圧，20 ℃で液体であって，引火点 70～200 ℃未満のもの | 重油，クレオソート油，アニリン，エチレングリコール，グリセリンなど |
| 第四石油類 | 1 気圧，20 ℃で液体であって，引火点 200～250 ℃未満のもの | 潤滑油(ギヤー油，シリンダー油)など |
| 動植物油類 | 採油した原油及び精製した油で，20 ℃で液体のもの | パーム油，ヤシ油，ナタネ油など |

また，上記区分にかかわらず，次の爆発や障害の危険がある。

(1)　発火点が低く，爆発的に燃焼する。

(2)　低沸点で爆発下限が低くて，引火しやすく爆発の恐れがある。

(3)　光と空気に長時間触れると，過酸化物ができて爆発をする(特にエーテル類の場合)。

(4)　熱または光で分解し，爆発をする恐れがある。

(5)　重合により発熱し，反応が暴走して爆発する。

(6)　移送中に静電気を発生して引火しやすい。

(7)　布などに滲みこんだものは，自然発火することがある。

(8)　揮散ガスが有毒である。

**取扱法**：　引火性の高いものはなるべく小分けして，通風のよい火気(スイッチ，赤熱体，静電火花など)から離れた所に保管し，特に容器からの蒸気の漏れがないように注意する。

**防護法**：　多量を扱うときは保護面，綿製手袋を用い，毒性のあるものを扱うときは防毒マスク，ゴム手袋を用いる。また，十分換気のできる条件で取り扱い，能力のあるドラフトの中で取り

扱うべきである。

**消火法**：　少量の引火には $CO_2$ 消火器，粉末消火器などを使い，火災が拡大したときは，泡消火器，霧状の強化液消火器を用いる。大量の注水では，危険物が水に浮いて火災範囲を広げる恐れがあるので，十分配慮すること。

### 8.2.6　自己反応性物質(消防法第五類)[1,3,4)]

加熱，衝撃，摩擦，光などによって自己反応を起こし，発熱して爆発的に反応が進む物質で，次のような危険性がある。爆発を目的とする火薬類(火薬,爆弾,化工品)は,「火薬類取締法」[6i)] で規制される。

(1)　加熱，衝撃，摩擦，光などによって爆発する。

(2)　強酸との接触によって燃焼，爆発する。

(3)　有機物，ハロゲン，硫黄などとの混合により，燃焼，爆発する。

(4)　自然分解を起こして発火，爆発することがある。

(5)　分解ガスが爆発を起こすことがある。

(6)　引火性が大きく，燃焼時に爆発することがある。

なお，以下の構造をもつ物質は爆発の恐れがあるので，取り扱いに注意が必要である。

N-O 結合を含むもの(爆発性のニトロ化合物，硝酸エステル等)。

N-N 結合，N-X 結合，O-O 結合を含むもの(ジアゾ，アジド，ハロゲン化窒素及び過酸化物等)。O-X 結合を含むもの(過塩素酸類等)。

**取扱法**：　火気より遠ざけ，通風のよい冷暗所に保管し，衝撃，摩擦を避ける。

**防護法**：　量が多いときや加温するときは保護面を用い，腐食性のものにはゴム手袋を着用する。

**消火法**：　一般に，大量の注水がよい。泡消火器もよいが，燃焼時，火勢が衰えないときは爆発の危険があるので，退避の時期を誤らないことが大切である。

**薬品例**：　過酸化ベンゾイル，ジ-*tert*-ブチルペルオキシド，ニトログリセリン，ニトロセルロース，ピクリン酸，アゾビスイソブチロニトリル，ジアゾニトロフェノール，塩酸ヒドロキシルアミン，アジ化ナトリウム

### 8.2.7　酸化性液体(消防法第六類)[1,3,4)]

単独では不燃性の液体であるが，可燃物，還元性物質，金属粉などと激しく反応し，次の危険を起こす場合がある。

(1)　金属粉，アルコールなどの可燃物，アミンやヒドラジン類と混合すると発火，爆発することがある。

(2)　水と激しく反応し，発熱，酸素の発生を伴う。

(3)　おが屑などの有機物と接触すると自然発火する。

(4)　熱や日光で分解する。

(5)　フッ化臭素類は多くの物質と反応してフッ化物を与える。

**取扱法**：　耐酸性容器に入れ，火気や直射日光を避けて保管し，可燃物や有機物，水との接触が起こらないようにする。

**防護法**：　濃厚液を扱うときはゴム手袋を用いたり，ガスが発生するときはマスクを用いる。

**消火法**：　一般に多量の水を用いるが，液を飛散させないようにする。

**薬品例**：　過塩素酸，過酸化水素，硝酸，発煙硝酸，三フッ化臭素，五フッ化臭素

### 8.2.8　混合危険物[1,3,4)]

2 種類以上の物質を混合することで，爆発や発火をしたり，有害物質を発生する危険な組み合わせがある。多くの組み合わせがあり，危険性も様々である。いくつかを表 8.4 に示す。

**表 8.4　混合危険物の例**

| 無機化合物 | | 有機化合物 | |
|---|---|---|---|
| 主剤 | 副剤 | 主剤 | 副剤 |
| 酸素 | 可燃物(特に $H_2$，油類) | アセチレン | $Cl_2$，$Br_2$，$F_2$，Ag，Cu，Hg |
| アンモニア | Ag，ハロゲン，$Ca(ClO)_2$ | アセトン | 混酸($HNO_3$ + $H_2SO_4$) |
| ハロゲン | $NH_3$，アセチレン，オレフィン，石油，ガス，テレピン油，ベンゼン，金属粉 | アニリン | $HNO_3$，$H_2O_2$ |
| | | 酢酸 | $HNO_3$，クロム酸，過マンガン酸塩，過酸化物 |
| 無機酸化剤 | 還元性物質(アンモニウム塩，酸，金属粉，有機可燃物，S，Bi とその合金) | シュウ酸 | Ag，Hg |
| | | 炭化水素 | ハロゲン，クロム酸，過酸化物 |
| アルカリ・アルカリ土類金属 | $H_2O$，CO，$CO_2$，$CCl_4$，ハロゲン化炭化水素，重金属塩 | ニトロパラフィン | 塩素，アミン |
| | | ニトロベンゼン | KOH |
| 金属(Cu，Ag，Hg) | アセチレン，シュウ酸，酒石酸，フマル酸，アンモニウム化合物，$H_2O_2$，雷酸(HOCN) | ヒドラジン | $H_2O_2$，$HNO_3$，酸化剤 |
| | | 無水酢酸 | 含 OH 化合物(エチレングリコール等)，過塩素酸，臭素 |
| 硝酸 | ROH，RCOR，HCN，$CS_2$，可燃物 | 有機過酸化物 | 有機酸，無機酸，アミン類 |

**取扱法**：はじめにごく少量を混合して，発熱や形状の変化の様子を観察し，混合量を増やしていくことが必要である。一般に，特別な混触反応熱以外にも中和熱や溶解熱等でもかなりの発熱となることがある。

### 8.2.9　危険物質による事故の例

以下に，危険物質の取扱い中に起こった事故の例を示した。

**例 1**　テトラヒドロフランの回収蒸留を，残液に加えて何度か同じ容器で行っていたら爆発した(エーテル類は過酸化物が生成する)。

**例 2**　ジエチルエーテルを石油缶から小出ししている際，2 メートル離れたバーナーから引火し，火災になった。

**例 3**　トルエンを蒸留中，忘れていた沸石を加えたら，突沸し，引火して火災になった(沸石を忘れたら，一度冷やしてから入れる)。

**例 4**　床にこぼれていた塩素酸カリウムを踏んで発火した。過酸化ナトリウムを紙の中に少量取り，包もうとしたら摩擦で発火した。

**例 5**　金属ナトリウムをメタノールで分解したのち水に捨てたら，分解が不十分で発火した(粘稠(ねんちゅう)なアルコラート膜ができ，内部が分解しにくい)。

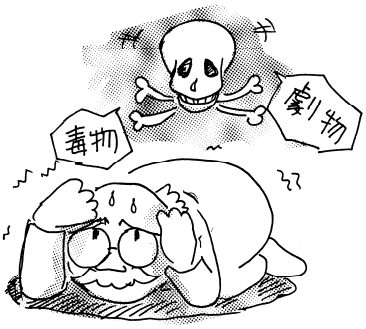
**例 6**　フラスコをアセトンで洗って乾燥機に入れたところ，アセトンが気化し爆発，乾燥器の扉がはずれて遠くまで飛んだ。

**例 7**　還元ニッケル触媒の付着したろ紙を捨てたら，乾燥して，発火した(Pt，Pd，Cu，Cr 触媒も同様)。

**例 8**　過塩素酸を用いて分析試料を加熱分解していたところ，濃縮されて爆発した。

## 8.3　有毒物質

### 8.3.1　毒物，劇物

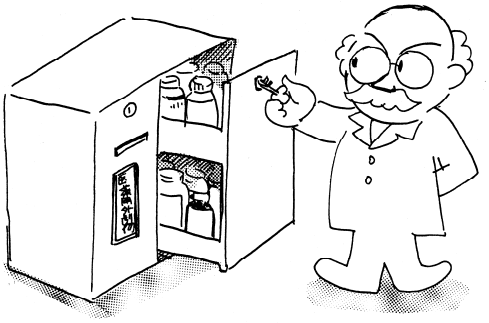



毒性が強く少量でも著しく体を害するものは，毒物または劇物として，「毒物及び劇物取締法」で指定されている。試薬瓶の表示をよく見て，常に油断なく薬品を取扱う必要がある。毒物・劇物の毒作用による分類を表 8.5 に示す。

**表 8.5　有毒物質の浸入経路と毒作用による分類** [1,3,4]

| 浸入経路 | 症状(物質例) |
|---|---|
| 液体，気体が皮膚に触れる。 | 皮膚に水泡，潰瘍，ケロイドが生じる。<br>(強酸，強塩基，酸化剤，Ag，Hg，Cu，Zn の塩類，有機アルカリ金属，シラン類，ホウ素化合物，フェノール類，アミン類，第四級アンモニウム塩等) |
| 気体，粉塵が目，鼻，のど，呼吸器の粘膜に触れる。 | 【眼】催涙，充血，炎症，結膜炎<br>【鼻】鼻汁，出血，炎症，鼻中隔膜穿孔<br>【呼吸器】咳，頭痛，めまい，悪寒，気管支炎，肺水腫，肺炎。<br>(有機ハロゲン化物，低級の酸，アルデヒド，過酸化物，アンモニア等) |
| 経口摂取または皮膚，粘膜より入る。 | 【神経系】　主として中枢神経と心臓を冒し，頭痛，めまい，嘔吐，麻酔状態，呼吸麻痺，心臓停止を起こす。<br>(メタノール，スルホナール，クロロホルム，四アルキル鉛等)<br>【血液系】　血色素を溶解または機能不全に変質させて酸素供給を阻害し，呼吸困難，けいれん，呼吸停止を起こす。<br>(シアン化合物，塩素酸塩，ニトロベンゼン，アニリン等)<br>【消化器系】　消化器の粘膜，組織を冒し，灼熱感，嘔吐，吐血，血便，急性胃カタル，失神を起こす。<br>(強酸，強塩基，過酸化水素，クロム酸，銅塩，ホルマリン，フェノール等)<br>【臓器系】　生活細胞を冒し，酸素供給，代謝作用を阻害して腎臓，肝臓等の器官に脂肪変質を起こし，慢性的な種々の疾患を起こす。<br>(黄リン，As，Sb，Pb，Ca，Ba，Se 等の化合物) |

### 8.3.2　毒物・劇物の取扱い上の注意



本学での毒物・劇物の取扱いは，関係法令に基づいた「徳島大学毒物及び劇物管理規則」[13a)] によって定められている。毒物・劇物は，所属教員から関係法令，危害性及び安全な取扱い並びに事故発生時の応急措置などの説明を受け，十分理解した上で，取扱うこと。毒物・劇物は密栓した容器に入れ，内容物を明記して施錠した毒劇物専用保管戸棚に保管する。毒物・劇物受払簿を作成し，年月日，受入数量，払出数量，現在量，使用者，管理監督者及び使用目的を必ず記録する。毒物・劇物は，実験の目的のみに最少量を使用し，絶対に研究室外に持ち出してはならない。目的外の使用や研究室外への持ち出しは，関係法令及び学内規則等により処罰の対象となる。毒物・劇物を取扱う際には，保護眼鏡，手袋，防毒マスク等を着用し，終了後は，うがい，手洗いを励行する。揮発性の薬品は，ドラフト内で実験を行う。皮膚，粘膜から吸収される有毒物質は，中毒症状が出るまで時間がかかるので注意が必要である。有毒物質の中には，蓄積され慢性中毒になるものが多いので，長期間の使用には注意が必要である。

### 8.3.3　有毒物質による事故の例と事故後の処置

**例 1**　学生実験中に 8 mol/L の水酸化カリウム溶液を，ホールピペットを用いて量り取る際に，安全ピペッターを使用せず，口で吸って量りとり，誤って口に入ってしまった。流水で 15 分間洗い，すぐに病院で見てもらった。幸いにも，飲み込んでなかったため胃洗浄はせずにすんだが，舌に水泡ができた。

**例 2**　シアン化カリウムを量りとり，すぐに手を洗わず，お茶を入れて飲んだところ，30 秒ほどしたら目がくらんで真っ暗になった。周囲の人間が，シアン化カリウムを取り扱った直後だったことに気付き，直ちに病院に運んで，胃洗浄を行い，一命を取り留めた。

表 8.6 に薬品による事故後の処置を示した。もし事故が起きた場合，速やかに所属教員に報告し，対応するとともに，医師の判断を仰ぐことも重要である。事故を学生だけで処理せず，所属教員に直ちに報告する必要がある。

**表 8.6　有毒物質による事故の処置**

| 事故の種類 | 処　　置 |
|---|---|
| 酸，アルカリ等の劇物や有害物質により身体が汚染されたとき | 大量の流水で皮膚を十分に洗う。衣服についた場合は速やかに衣服を脱がせる。ただし，劇薬を浴びてただれた皮膚を擦る恐れのある場合には，手早くはさみで切り取る。 |

表 8.6　有毒物質による事故の処置(つづき)

| | |
|---|---|
| 目に入ったとき | 直ちに流水で 15 分以上洗浄し，その後病院に行く。特にアルカリが目に入った場合，失明する恐れがあるので必ず眼科の医師の診断を受けること。 |
| 有害，刺激性の気体を吸い込んだとき | 事故者を新鮮な空気の下に連れ出す。安静にし，保温する。場合によっては人工呼吸を行う。 |
| 薬品を誤って飲んだとき | 専門医に連絡する。<br>薬品の種類によって，対処の方法が異なるので，薬品に適した対処の方法を行うことが必要である。<br>酸，アルカリのような侵食性薬品，炭化水素液体は，胃に穴があいたり胃の内容物が気道に入ったりする恐れがあるので絶対に吐かせてはならない。<br>その他の場合は，一般に胃の中を空にするため吐かせる。牛乳，とき卵，水，茶，小麦粉，デンプンなどの水乳濁液を飲ませる。身体は毛布等で温める。<br>中毒に対する相談は日本中毒情報センター[14]の下記の電話番号で受け付けている。<br><br>**中毒 110 番：　大阪 072-727-2499(24 時間対応)**<br>**つくば 029-852-9999(9 時-21 時対応)**<br><br>電話をする場合，事故者の氏名，体重，中毒の状況，薬品の正確な名前，飲み込んだ量，連絡先等を速やかに述べることが必要である。 |

### 8.3.4　労働安全衛生法[1,3,4]

日本では，高度経済成長期に多くの労働者が化学物質を取扱う際に健康を害し，闘病を余儀なくされた。労働災害を防止し，労働者の健康を確保するために労働安全衛生法[6e]が制定された。徳島大学は平成 16 年度に国立大学法人に移行し，労働安全衛生法関係法規が適用されることとなった。労働安全衛生法は労働者を対象としているが，大学の中で環境を共有する学生も周囲の人や自分自身の安全衛生を守るためにも知っておくべきである。労働安全衛生法の関連法規として，労働安全衛生法施行令[6j]，労働安全衛生規則[6k]，有機溶剤中毒予防規則[6l]，特定化学物質等障害予防規則[6m]，鉛中毒予防規則[6n]，四アルキル鉛中毒予防規則[6o]，粉じん障害予防規則[6p]，石綿障害予防規則[6q]，電離放射線障害防止規則[6r]，及び酸素欠乏症等防止規則[6s]等がある。

### 8.3.5　有機溶剤中毒予防規則（有機則）[4,61,15)]

有機溶剤中毒予防規則は，産業界で広く使用され，かつ，有害性が明らかな 54 種類の有機溶剤を対象として，作業者の健康障害を予防する目的で制定されている。表 8.7 に第 1 種から第 3 種に指定されている有機溶剤とその区分を示す。

表 8.7　第 1～第 3 種有機溶剤

| | | |
|---|---|---|
| 〈第 1 種有機溶剤〉<br>有害性の程度が比較的高くしかも蒸気圧が高い単一物質，すなわち，非密閉系での作業において，短時間のうちに作業所の空気を汚染しうるもの | | |
| 1,2-ｼﾞｸﾛﾛｴﾁﾚﾝ（二塩化ｱｾﾁﾚﾝ） | 二硫化炭素 | |
| 〈第 2 種有機溶剤〉<br>第 1 種有機溶剤以外の　単一物質の有機溶剤 | | |
| ｱｾﾄﾝ | ｵﾙﾄｰｼﾞｸﾛﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ | ｼｸﾛﾍｷｻﾉﾝ |
| ｲｿﾌﾞﾁﾙｱﾙｺｰﾙ | ｷｼﾚﾝ | N,N-ｼﾞﾒﾁﾙﾎﾙﾑｱﾐﾄﾞ |
| ｲｿﾌﾟﾛﾋﾟﾙｱﾙｺｰﾙ（2-ﾌﾟﾛﾊﾟﾉｰﾙ） | ｸﾚｿﾞｰﾙ | ﾃﾄﾗﾋﾄﾞﾛﾌﾗﾝ |
| ｲｿﾍﾟﾝﾁﾙｱﾙｺｰﾙ（ｲｿｱﾐﾙｱﾙｺｰﾙ） | ｸﾛﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ | 1,1,1-ﾄﾘｸﾛﾙｴﾀﾝ |
| ｴﾁﾙｴｰﾃﾙ | 酢酸ｲｿﾌﾞﾁﾙ | ﾄﾙｴﾝ |
| ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙ | 酢酸ｲｿﾌﾟﾛﾋﾟﾙ | ﾉﾙﾏﾙﾍｷｻﾝ |
| (ｾﾛｿﾙﾌﾞ) | 酢酸ｲｿﾍﾟﾝﾁﾙ（酢酸ｲｿｱﾐﾙ） | 1-ﾌﾞﾀﾉｰﾙ |
| ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ | 酢酸ｴﾁﾙ | 2-ﾌﾞﾀﾉｰﾙ |
| (ｾﾛｿﾙﾌﾞｱｾﾃｰﾄ) | 酢酸ﾉﾙﾏﾙｰﾌﾞﾁﾙ | ﾒﾀﾉｰﾙ |
| ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｰﾉﾙﾏﾙｰﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙ | 酢酸ﾉﾙﾏﾙｰﾌﾟﾛﾋﾟﾙ | ﾒﾁﾙｴﾁﾙｹﾄﾝ |
| (ﾌﾞﾁﾙｾﾛｿﾙﾌﾞ) | 酢酸ﾉﾙﾏﾙｰﾍﾟﾝﾁﾙ(酢酸ﾉﾙﾏﾙｰｱﾐﾙ) | ﾒﾁﾙｼｸﾛﾍｷｻﾉｰﾙ |
| ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙ | 酢酸ﾒﾁﾙ | ﾒﾁﾙｼｸﾛﾍｷｻﾉﾝ |
| (ﾒﾁﾙｾﾛｿﾙﾌﾞ) | ｼｸﾛﾍｷｻﾉｰﾙ | ﾒﾁﾙｰﾉﾙﾏﾙｰﾌﾞﾁﾙｹﾄﾝ |
| 〈第 3 種有機溶剤〉<br>多種類の炭化水素の混合物からなる石油系及び植物系溶剤で，沸点が概ね 200 ℃以下のもの | | |
| ｶﾞｿﾘﾝ | 石油ﾅﾌｻ | ﾃﾚﾋﾞﾝ油 |
| ｺｰﾙﾀｰﾙﾅﾌｻ | 石油ﾍﾞﾝｼﾞﾝ | ﾐﾈﾗﾙｽﾋﾟﾘｯﾄ |
| 石油ｴｰﾃﾙ | | |

有機溶剤等の消費量が少量である場合は第 1 種から第 3 種までの区分に応じて許容消費量が定められている。許容消費量は，次の計算式によって導かれる。

| 消費する有機溶剤の区分 | 有機溶剤の許容消費量 |
|---|---|
| 第 1 種有機溶剤等 | W=(1/15)×A |
| 第 2 種有機溶剤等 | W=(2/5)×A |
| 第 3 種有機溶剤等 | W=(3/2)×A |

W:　作業 1 時間当たりの有機溶剤等の許容消費量(単位 g)

A:　作業場の気積(床面から 4 m を超える高さにある空間を除く。単位 $m^3$)

ただし気積が 150 $m^3$を超える場合は 150 $m^3$とする。

実験室での有機溶剤使用量が許容消費量未満である場合は，本規則の適用が除外される。許容消費量を上回る場合は，ドラフトなどの局所排気装置で取扱わなければならない。また，許容消費量を上回る場合は作業環境測定を行う必要がある(8.3.7 参照)。なおかつ，その実験室には厚生労働省が指定した内容で，有機溶剤等使用の注意事項を掲示しなければならない[16)]。

### 8.3.6　特定化学物質等障害予防規則(特化則)[4, 6m, 15)]

特定化学物質等障害予防規則は，化学物質等のがん，皮膚炎，神経障害，その他の健康障害を予防する上で必要な各種措置について規定している。表 8.8 に第 1 類から第 3 類までの特定化学物質及び製造禁止物質を示した。第 1 類物質及び第 2 類物質を取扱う部屋では，飲食等の禁止及び作業環境測定の実施が義務付けられている。特定化学物質もドラフトなどの局所排気装置で取扱わなければならない。なお*印は特別管理物質であり，その名称・人体に及ぼす作用・取扱い上の注意事項・使用すべき保護具に関して，取り扱う実験室で作業者が見やすい場所に掲示しなければならない。また†印は発がんの恐れのある有機溶剤(8.3.8 参照，第 1 群，2 群 AB)で，作業記録簿を作成しなければならない[17)]。掲示物及び記録簿については各事務課に問い合わせること。

**表 8.8　特化則第 1～3 類物質**

| 〈第 1 類物質〉 | |
|---|---|
| ｼﾞｸﾛﾙﾍﾞﾝｼﾞｼﾞﾝ及びその塩* | ジアニシジン及びその塩* |
| ｱﾙﾌｧｰﾅﾌﾁﾙｱﾐﾝ及びその塩* | ベリリウム及びその化合物* |
| 塩素化ビフェニル(PCB)* | ベンゾトリクロリド* |
| オルトトリジン及びその塩* | |
| 〈第 2 類物質〉 | |
| アクリルアミド | ジメチル-2,2-ジクロロビニルホスフェイト(DDVP)* |
| アクリロニトリル | 1,1-ジメチルヒドラジン* |
| アルキル水銀化合物 | 臭化メチル |
| インジウム化合物* | 重クロム酸及びその塩* |
| エチルベンゼン* | 水銀及び無機化合物 |

表 8.8　特化則第 1～3 類物質（つづき）

| 〈第 2 類物質〉（つづき） | |
|---|---|
| エチレンイミン* | スチレン*† |
| エチレンオキシド* | 1,1,2,2-テトラクロロエタン*† |
| 塩化ビニル* | テトラクロロエチレン*† |
| 塩素 | トリクロロエチレン*† |
| オーラミン* | トリレンジイソシアネート |
| オルト-フタロジニトリル | ナフタレン* |
| カドミウム及びその化合物 | ニッケル化合物（粉状の物に限る）* |
| クロム酸及びその塩* | ニッケルカルボニル* |
| クロロホルム*† | ニトログリコール |
| クロロメチルメチルエーテル* | パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン* |
| 五酸化バナジウム | パラ-ニトロクロルベンゼン |
| コバルト及びその無機化合物* | 砒素及びその化合物* |
| コールタール* | フッ化水素 |
| 酸化プロピレン* | ベータ-プロピオラクトン* |
| シアン化カリウム | ベンゼン* |
| シアン化水素 | ペンタクロルフェノール及びそのナトリウム塩 |
| シアン化ナトリウム | ホルムアルデヒド* |
| 四塩化炭素*† | マゼンタ* |
| 1,4-ジオキサン*† | マンガン及びその化合物（塩基性マンガンを除く。） |
| 1,2-ジクロロエタン*† | メチルイソブチルケトン*† |
| 3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン* | 沃化メチル |
| 1,2-ジクロロプロパン* | リフラクトリーセラミックファイバー* |
| ジクロロメタン*† | 硫化水素 |
| | 硫酸ジメチル |
| 〈第 3 類物質〉 | |
| アンモニア，一酸化炭素，塩化水素，硝酸，二酸化硫黄，フェノール，ホスゲン，硫酸 | |
| 〈製造禁止物質〉 | |
| 黄りんマッチ，ベンジジン及びその塩，4-アミノジフェニル及びその塩，4-ニトロジフェニル及びその塩，ビス（クロロメチル）エーテル，ベータ-ナフチルアミン及びその塩，石綿，ベンゼンゴムのり | |

＊ 特別管理物質，† 発がんの恐れのある有機溶剤

### 8.3.7　作業環境測定[4,18)]

作業環境に起因する健康障害を防止するために,特化則第1類及び2類で指定された物質を製造し,若しくは取扱う時や許容消費量以上の有機溶剤をドラフト以外の場所で使用する時は，作業環境測定を半年毎に１回行う必要がある。作業環境測定は，作業環境測定士の資格を有する者が作業環境測定基準に従って単位作業場所の測定を実施し，測定結果を総合的に判断して評価を行う。作業環境測定士は，単位作業場所全体の有害物質の濃度の平均的な分布を知るためのＡ測定と，単位作業場所の有害物質発散源に近接した作業位置における最高濃度を知るために行うＢ測定の結果を総合的に判断し，3つの管理区分に分けて報告を行う。次の表8.9に管理区分と管理区分に応じて講ずべき措置を示す。管理濃度とは，日本産業衛生学会の示す個人暴露(ばくろ)限界の値[19)]である。

表 8.9　管理区分と管理区分に応じて講ずべき措置

| | |
|---|---|
| **第１管理区分**<br>当該単位作業場所のほとんど(95%以上)の場所で気中有害物質の濃度が管理濃度を超えない状態 | 現在の管理を継続的維持に努める。 |
| **第２管理区分**<br>当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態 | 施設，設備，作業工程または作業方法の点検を行い，その結果に基づき，作業環境を改善するために必要な措置を講ずるように努める。 |
| **第３管理区分**<br>当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超える状態 | ①施設，設備，作業工程または作業方法の点検を行い，その結果に基づき，作業環境を改善するために必要な措置を講ずる。<br>②有効な呼吸用保護具の使用<br>③(産業医が必要と認める場合には)健康診断の実施，その他の労働者の健康の保持を図るため必要な措置を講ずる。 |

### 8.3.8　発がん物質[1,3,4)]

化学実験に使用する試薬類の化学物質には，人に対して発がん性を有するものがある。IARC (International Agency for Research on Cancer)が公表した発がん物質の分類[20)]に基づき日本産業衛生学会許容濃度委員会が定めた発がん物質[19)]のうち，第１群(人に対して発がん性のある物質)を表8.10に示した。他に第２群(人に対しておそらく発がん性があると判断できる物質，第２群Ａ:証拠が比較的十分，第２群Ｂ:証拠が比較的不十分)もあるが，これらでも発がん物質すべてを網羅していないことに留意すること。必ずしも発がん性と断定するために十分な情報が集まっておらず，先行文献の中には未検証として発がん性の警告を記載しているものもある。

(1)　がんは暴露後，相当の時間が経ってはじめて発症する。このため，実験の盲点になりやすいので，あらかじめ，取扱い物質の発がん性の有無を十分調査し，また報告などになくとも構造から推定することも必要である。

(2)　発がん性がある場合，代替法によりリスクを回避する方法を考える。［例］溶剤をベンゼンからトルエンに変更。アスベスト製品を代替品に変更。

(3)　代替できない場合，こぼしても大丈夫なように汚染拡散防止のシートを敷くなどして，またドラフト内で使用し，保護手袋，保護眼鏡，防毒マスクを着用し，暴露及び拡散を防止する。

(4)　発がん物質が身体，衣服，器具などに付着して拡散しないようによく洗浄後始末し，また廃棄物管理を厳密に行うこと。

**表 8.10　発がん物質　第 1 群**

| | |
|---|---|
| エリオナイト | 2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-*p*-ダイオキシン |
| エチレンオキシド(酸化エチレン) | 電離放射線 |
| 塩化ビニル | トリクロロエチレン |
| カドミウム及びカドミウム化合物 | *o*-トルイジン |
| クロム化合物(6 価) | 2-ナフチルアミン |
| 頁岩油(シェールオイル) | ニッケル化合物(製錬粉塵) |
| 結晶質シリカ | ビス(クロロメチル)エーテル |
| 鉱物油(未精製及び半精製品) | ヒ素及び無機ヒ素化合物 |
| コールタール | 4-ビフェニルアミン(4-ｱﾐﾉﾋﾞﾌｪﾆﾙ,4-ｱﾐﾉｼﾞﾌｪﾆﾙ) |
| コールタールピッチ揮発物 | 1,3-ブタジエン |
| 1,2-ジクロロプロパン | ベンジジン |
| スス | ベンゼン |
| 石綿 | ベンゾトリクロリド |
| タバコ煙 | ポリ塩素化ビフェニル類(PCB) |
| タルク(石綿繊維含有製品) | 木材粉塵 |
| | 硫化ジクロルジエチル(マスタードガス，イペリット) |

### 8.3.9　化学兵器・麻薬原料等の化合物

「化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律」[6t)]により特定物質(サリン，タブン，VX，硫黄マスタード，窒素マスタード，リシン，ホスゲン等 21 物質，これらの原料物質のうち，クロロサリン等 5 物質)及び指定物質(BZ，アミトン，PFIB 等の 7 物質，これらの原料物質のうち，チオジグリコール，三塩化リン等 24 物質)が定められている[21)]。特定物質の製造・使用・輸入・譲渡し・譲受け・所持には経済産業大臣の許可が必要となる。

「麻薬及び向精神薬取締法」[6c)]は麻薬(ヘロイン，コカイン，モルヒネ，LSD，MDMA など)及び向精

神薬(バルビタール，ジアゼパムなど)を，「覚せい剤取締法」[6d]は覚せい剤(フェニルアミノプロパン，フェルニルメチルアミノプロパン及び各その塩類)及びその原料に関して，輸入・輸出・製造・製剤・譲渡し等を規制している。取扱いには厚生労働大臣，都道府県知事の免許，許可が必要である。

これらの化学薬品を取り扱う場合は対応する法律に従い，適切な手続きを取り，十分に注意して対処すること。また，規制されている物質と知らずに合成したり，原料を生成しても処罰されることを記憶しておくこと[22]。

### 8.3.10　薬事法指定薬物

近年，中枢神経の興奮・抑制，幻覚の作用を有する蓋然性(がいぜんせい)が高いが，麻薬や向精神薬に指定された成分を含有しないために販売された薬物により，青少年を中心に乱用が拡大する傾向にある。これらは危険ドラッグ(脱法ドラッグ，脱法ハーブ)と呼ばれ，乱用による健康被害や事故が発生している[23]。これらのような薬物で，人の身体に使用された場合に保健衛生上の危害が発生する恐れがある物を「薬事法」[6u]では指定薬物として，「薬事法第二条第十四項に規定する指定薬物及び同法第七十六条の四に規定する医療等の用途を定める省令」[6v]で物質名を定めている。指定薬物及びこれを含有する物は，医療等の用途以外のための所持，使用，購入，譲り受け，製造，輸入，販売，授与，販売・授与の目的での貯蔵・陳列は禁止されている[24a]。2013 年 3 月からは置換基の違う化合物もまとめて指定する包括指定が行われ，指定薬物の総数は2016年12月21日時点で2356物質(カンナビノイド系包括指定，カチノン系包括指定を含む)となっている[24b]。また徳島県でも「徳島県薬物の濫用の防止に関する条例」[25]として独自の知事指定薬物を制定して罰則を設けている。

徳島大学での学術研究・試験検査の用途は，医療等の用途に含まれているが，使用する薬品が指定薬物かどうかの確認は必要である。使用の際は目的外の使用を防ぎ，管理を厳格に行い，十分に注意して対処すること。

### 8.3.11　化学物質のリスクアセスメントの義務化

特別規制の対象となっている化学物質に関する業務に限らず，化学物質は使用法や作業方法によっては人に対して危険を及ぼし，健康障害を起こし得る。例えば印刷事業場において洗浄作業等に従事する労働者が集団で胆管がんを発症した事案は，特別規制の対象となっていない化学物質に長期間にわたり高濃度で暴露(ばくろ)したことが原因で発症した蓋然性(がいぜんせい)が高いと結論づけられている[26]。これらの事例に対応し「労働安全衛生法」[6e]の改正が 2014 年 6 月 25 日に公布され，化学物質のリスクアセスメントの義務化(2016 年 6 月 1 日施行[27a])が定められた。これにより，一定の危険性・有害性が確認されている化学物質(安全データシート(SDS，8.1.7 参照)の交付が義務づけられている 640 物質)について，事業者(高等教育・研究機関を含む)に危険性または有害性等の調査(リスクアセスメント)が義務付けられた[27b]。事業者には，リスクアセスメントの結果に基づき，労働安全衛生法令の措置を講じる義務があるほか，労働者の危険または健康障害を防止するために必要な措置を講じることが努力義務と

なる[27c)]。

労働災害は,「危険性または有害性」(ハザード)と人(作業者)の両者の存在があって，発生する。どちらかが存在するだけでは，労働災害には至らない。リスクアセスメントは,「危険性または有害性」(ハザード)と人が接触してリスクが発生することを事前に評価し，その予防を図ろうとするものである。具体的には，次のような一連の取組となる[28)]。

(1)　作業場における「危険性または有害性を特定」する。

(2)　それによる発生の恐れのある災害(健康障害を含む)の重篤度(じゅうとくど)(災害の程度)とその災害が発生する可能性の度合を組み合わせて「リスクを見積る」。

(3)　そのリスクの大きさに基づいて対策の「優先度」を決めた上で,「リスクの除去または低減の措置」を検討する。

(4)　その結果を記録する。

徳島大学も上記の事業者に含まれ，同法の対象となるため，化学物質のリスクアセスメントを実施する必要がある。対象物質を新規に取り扱う，または取り扱う業務の変更がある場合に，各研究室等における実験・研究等の代表者が福井大学工学部技術部作成の「化学物質リスクアセスメントツール」[29)] を用いてリスクアセスメントを行い，結果を保管するとともに各部局担当係へ送付する。リスクレベルⅢ以上の場合は低減措置を実施する。

### 8.3.12　安全保障輸出管理

日本をはじめとする主要国では，武器や軍事転用可能な貨物・技術が，日本及び国際社会の安全性を脅かす国家やテロリスト等，懸念活動を行う恐れのある者に渡ることを防ぐため，先進国を中心とした国際的な枠組み(国際輸出管理レジーム)を作り,国際社会と協調して輸出等の管理を行っている。日本においては，この安全保障の観点に立った貿易管理の取組は「外国為替及び外国貿易法」[6b)]に基づき実施されている[30)]。

徳島大学においても，国際的な産学官連携や国際間の学術交流の機会が急速に増え，海外の大学や民間企業との共同研究，技術の提供，留学生の受入，研究者の交流が国境を越えて活発に行われている。国際社会から大学にも責任ある国際活動が求められ，本学の教員等にも安全保障輸出管理に関する「外国為替及び外国貿易法」[6b)]の遵守が必要であることから，徳島大学においても「安全保障輸出管理規則」[31)]を制定し，国際交流が安全な環境下で活発に教育・研究活動ができるよう外為管理が行われている[32)]。この際の「貨物の輸出」とは，共同研究等の際に海外へ研究機材や試料を持ち出す行為も該当するため，事前確認と申請が必要になる。詳しくは徳島大学 研究支援・産官学連携センター知財法務部門に問い合わせること。

### 8.3.13　環境汚染物質[3,4)]

使用する薬品の中には環境汚染リスクの高い化学物質が多々ある。環境への排出量を把握し，排出量全体をできるだけ低減させることが重要となる。

化学物質の中には，動物実験等で有害な性質がわかったとしても，それが環境中へ排出されたときに人の健康や生態系にどのような影響をおよぼすのか，まだよくわかっていないものが少なくない。しかし， 環境汚染を起こさないためにも，化学物質の取扱いには十分な注意が必要である。現在，人の健康と生活環境を損なう環境汚染物質の排出がいくつかの法令によって規制されている。これらの法令では教育・研究機関でも事業所の一つとして規制の対象となっている。

環境基準[33)]は，人の健康等を維持するための最低限度としてではなく，より積極的に「維持されることが望ましい基準」である。「環境基本法」[6w)]で示された環境基準の一部を表 8.11 と表 8.12 に示した。

**表 8.11　人の健康の保護に関する環境基準（水質汚濁に関して，抜粋）**

| 項　目 | 基　準　値 | 項　目 | 基　準　値 |
|---|---|---|---|
| カドミウム | 0.01 mg/L 以下 | ヒ素 | 0.01 mg/L 以下 |
| 全シアン | 検出されないこと | 総水銀 | 0.0005 mg/L 以下 |
| 鉛 | 0.01 mg/L 以下 | アルキル水銀 | 検出されないこと |
| クロム(6 価) | 0.05 mg/L 以下 | ポリ塩化ビフェニル(PCB) | 検出されないこと |

**表 8.12　大気汚染に係る環境基準（抜粋）**

| 項　　目 | 1 時間値の 1 日平均値 | その他の基準条件 |
|---|---|---|
| 二酸化硫黄 | 0.04 ppm 以下 | 1 時間値が 0.1 ppm 以下 |
| 一酸化炭素 | 10 ppm 以下 | 1 時間値の 8 時間平均値 20 ppm 以下 |
| 浮遊粒子状物質 | 0.10 mg/m$^3$ | 1 時間値が 0.20 mg/m$^3$ 以下 |
| 二酸化窒素 | 0.04～0.06 ppm 以下 | |
| 光化学オキシダント | 1 時間値が 0.06 ppm 以下 | |

環境への排出を規制しているものに「水質汚濁防止法」[6x)]や「大気汚染防止法」[6y)]がある(表 8.13, 表 8.14)。これらには徳島県の条例により対象水域・地域が拡大され，大気への排出基準をより厳しくした上乗せ基準がある[34)]。その他に「悪臭防止法」[6z)] (表 8.15)，「オゾン層保護法」[6aa)] などで規制される物質がある。

表 8.13　排水中の有毒物質許容限度(排水基準を定める省令[6ab)]，抜粋)

| 有害物質の種類 | 許容限度 | 有害物質 | 許容限度 |
|---|---|---|---|
| カドミウム及びその化合物 | 0.1 mg/L | ヒ素及びその化合物 | 0.1 mg/L |
| シアン化合物 | 1 mg/L | 水銀及びアルキル水銀その他の水 | |
| 有機リン化合物* | 1 mg/L | 銀化合物 | 0.005 mg/L |
| 鉛及びその化合物 | 0.1 mg/L | アルキル水銀化合物 | 検出されないこと |
| 6 価クロム化合物 | 0.5 mg/L | ポリ塩化ビフェニル(PCB) | 0.003 mg/L |

＊パラチオン，メチルパラチオン，メチルジメトン及びＥＰＮに限る。

表 8.14　大気汚染防止法による特定物質[6ac)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| アンモニア | リン化水素 | ベンゼン | クロルスルホン酸 |
| フッ化水素 | 塩化水素 | ピリジン | 黄リン |
| シアン化水素 | 二酸化窒素 | フェノール | 三塩化リン |
| 一酸化炭素 | アクロレイン | 硫酸(含 $SO_3$) | 臭素 |
| ホルムアルデヒド | 二酸化硫黄 | フッ化ケイ素 | ニッケルカルボニル |
| メタノール | 塩素 | ホスゲン | 五塩化リン |
| 硫化水素 | 二硫化炭素 | 二酸化セレン | メルカプタン |

表 8.15　悪臭防止法で規制される悪臭物質[6z)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| アンモニア | アセトアルデヒド | イソブタノール | プロピオン酸 |
| メチルメルカプタン | プロピオンアルデヒド | 酢酸エチル | ノルマル酪酸 |
| 硫化水素 | ノルマルブチルアルデヒド | メチルイソブチルケトン | ノルマル吉草酸 |
| 硫化メチル | イソブチルアルデヒド | トルエン | イソ吉草酸 |
| 二硫化メチル | ノルマルバレルアルデヒド | スチレン | |
| トリメチルアミン | イソバレルアルデヒド | キシレン | |

## 参考書


(1)　化学同人：第 7 版　実験を安全に行うために，化学同人編集部編（2006）

(2)　化学同人：第 3 版　続 実験を安全に行うために ―基本操作・基本測定 編―，化学同人編集部編（2007）

(3)　徳島大学工学部安全委員会：安全マニュアル 平成 15 年 3 月　第 8 章 平野朋広，森健，中村真紀，友成さゆり（2003）

(4)　徳島大学工学部安全衛生管理委員会：安全マニュアル 平成 27 年 3 月　第 8 章 倉科昌，中村

真紀（2015）
(5)　講談社サイエンティフィク：取り扱い注意試薬ラボガイド，東京化成工業(株)編（1988）
(6)　総務省　法令データ提供システム(http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi)から法令を検索することができる。
(a)「毒物及び劇物取締法」，(b)「外国為替及び外国貿易法」，(c)「麻薬及び向精神薬取締法」，(d)「覚せい剤取締法」，(e)「労働安全衛生法」，(f)「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」，(g)「消防法」，(h)「危険物の規制に関する政令」，(i)「火薬類取締法」，(j)「安全衛生法施行令」，(k)「労働安全衛生規則」，(l)「有機溶剤中毒予防規則」，(m)「特定化学物質等障害予防規則」，(n)「鉛中毒予防規則」，(o)「四アルキル鉛中毒予防規則」，(p)「粉じん障害予防規則」，(q)「石綿障害予防規則」，(r)「電離放射線障害防止規則」，(s)「酸素欠乏症等防止規則」，(t)「化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律」，(u)「薬事法」，(v)「薬事法第二条第十四項に規定する指定薬物及び同法第七十六条の四に規定する医療等の用途を定める省令」，(w)「環境基本法」，(x)「水質汚濁防止法」，(y)「大気汚染防止法」，(z)「悪臭防止法」及び「悪臭防止法施行規則」，(aa)「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」，(ab)「排水基準を定める省令」，(ac)「大気汚染防止法施行令」
(7)　厚生労働省　毒劇物の安全対策(http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/doku/dokuindex.html)から　「GHS 関連情報　GHS 対応ラベルの読み方～毒物・劇物取扱者向け」(http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/doku/GHSraberunoyomikata.pdf)
(8)　経済産業省　「化管法 SDS 制度」(http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/msds/msds.html)
(9)　徳島大学安全衛生(http://gakunai.tokushima-u.ac.jp/univ-only/anzeneisei/)から　「定期自主検査等の実施について(通知)」(http://gakunai.tokushima-u.ac.jp/univ-only/anzeneisei/tuuchi/jisyukensa20060202.pdf)
(10)　環境省　「PRTR インフォメーション広場」(http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html)
(11)　丸善株式会社：第 4 版 化学実験の安全指針，日本化学会編（1999）
(12)　徳島市例規集(http://reiki.city.tokushima.tokushima.jp/)から　「徳島市火災予防条例」(http://reiki.city.tokushima.tokushima.jp/reiki_honbun/o002RG00000643.html)
(13)　国立大学法人　徳島大学規則集(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_menu.html)から　(a)「徳島大学毒物及び劇物管理規則」(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000191.html)　(b)「徳島大学安全保障輸出管理規則」(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000558.html)
(14)　「公益財団法人 日本中毒情報センター」(http://www.j-poison-ic.or.jp/homepage.nsf)
(15)　東京化学同人：大学人のための安全衛生管理ガイド，鈴木直，太刀掛俊之，松本紀文，守山敏樹，山本仁著（2005）

(16) 厚生労働省 「有機溶剤を取り扱う事業者の皆さまへ:平成 27 年 1 月 1 日から応急処置に関して掲示内容が一部変わります」(http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000063279.html)
(17) 厚生労働省 「発がん性のある有機溶剤を取扱う事業者の方へ」(http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/140206-01.html)
(18) 中央労働災害防止協会:新・衛生管理 第 1 種用〈上〉 第 5 版,中央労働災害防止協会編(2006)
(19) 日本産業衛生学会「許容濃度等の勧告(2016 年度)」,産業衛生学雑誌 *Journal of Occupational Health* 第 58 巻 第 5 号 PP.181～212 (2016)
(20) "IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans"(http://monographs.Iarc.fr/) 及び"List of Classification"(http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php)
(21) 黒田 紀幸「化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律について」衛生化学 *Japanese Journal of Toxicology and Environmental Health* 第43巻 第3号 PP. 155-161 (1997)
(22) 安全マニュアル:東北大学大学院工学研究科・工学部
(23) 薬事日報社: 薬事法・薬剤師法・毒物及び劇物取締法解説 第 20 版, 青柳健太郎, 翁 健, 鰍澤照夫, 木村豊彦, 山川洋平(2010)
(24) 厚生労働省 「薬物乱用防止に関する情報」(http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/iyakuhin/yakubuturanyou/index.html)から (a)厚生労働省 「指定薬物について」(http://www.mhlw.go.jp/bunya/ iyakuhin/yakubuturanyou/scheduled-drug/) (b)厚生労働省 「危険ドラッグ対策について」(http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/iyakuhin/yakubuturanyou/oshirase/20150819-1.html)
(25) 徳島県例規集(http://our.pref.tokushima.jp/reiki/reiki_menu.html)から 「徳島県薬物の濫用の防止に関する条例」(http://our.pref.tokushima.jp/reiki/reiki_honbun/o001RG00001611.html)
(26) 中央労働災害防止協会:速報!平成 26 年改正労働安全衛生法,中央労働災害防止協会編(2014)
(27) 厚生労働省 労働安全衛生法の改正について(http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anzen/an-eihou/)から (a) 労働安全衛生法の一部を改正する法律の一部の施行期日を定める政令(平成 27 年政令第 249 号)概要(http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000088808.pdf) (b)労働安全衛生法の一部を改正する法律(平成 26 年法律第 82 号)概要 (http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000049215.pdf) (c)パンフレット「労働安全衛生法が改正されます」(http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000050905.pdf)
(28) 厚生労働省 リスクアセスメント等関連資料・教材一覧(http://www.mhlw.go.jp/bunya/rou

doukijun/anzeneisei14/index.html)から　一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会:厚生労働省委託 平成24年度リスクアセスメント研修事業 受講者用テキスト(http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/130624-1.html)

(29)　福井大学工学部技術部安全衛生管理推進グループ　化学物質リスクアセスメント「Risk Assessment」(http://roukan2.ad.u-fukui.ac.jp/risk_assessment/)および「New Risk Assessment」(http://roukan2.ad.u-fukui.ac.jp/risk_assessment_new/)

(30)　経済産業省　「安全保障貿易管理」(http://www.meti.go.jp/policy/anpo/index.html)

(31)　国立大学法人　徳島大学規則集(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_menu.html)から「徳島大学安全保障輸出管理規則」(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000558.html)

(32)　徳島大学 研究支援・産官学連携センター 「安全保障輸出管理」(http://www.tokushima-u.ac.jp/ccr/inside/yusyutsukanri.html)

(33)　環境省　「環境基準について」(http://www.env.go.jp/kijun/index.html)

(34)　環境白書(徳島県)(http://www.pref.tokushima.jp/kankyo/kankoubutu/)から　平成27年度版 資料編(http://www.pref.tokushima.jp/_files/00911535/shiryouhen.pdf)

# 9. 高圧ガス・液化ガス等の安全

## 9.1 はじめに

安全の基本は,「自分の身は自分で守る」という心構えであり，あらかじめ「どうやったら作業・実験の安全を確保できるのか？」を自分自身で考えることである。

そのためには，必要な知識・情報を入手して，指導教員や周囲の人々等と安全について十分に話し合い，作業・実験の計画を立てる必要がある。この時，高圧ガスの場合には，その安全管理の専門知識や，高圧ガス製造保安責任者の資格を持った人間が周囲にいるべきである。

以下に，高圧ガスの安全に係る関係機関と書籍を紹介するので，作業・実験の計画を立てる際に役立てて欲しい。できるなら，A4 用紙一枚程度の「高圧ガス作業・実験計画書」を作成し，日時，担当者氏名，作業・実験の内容(図)，取扱うガスの名称と特性，安全対策，承認者氏名(印)を記し，後で気づいた点をヒヤリ・ハットメモとして，合わせて綴じておけば，後輩たちのためにもなると考える。

次項より，高圧ガス・液化ガスの取扱いに関する各論を述べるが，これらはごく一部であり，ぜひとも，以下に示すような高圧ガスの安全に係る書籍を常備して，作業・実験の前には目を通すようにしたい。

(高圧ガスの安全に関する関係機関)

＊ 高圧ガス保安協会(http://www.khk.or.jp)

＊ 徳島県一般高圧ガス保安協会

徳島市北田宮 1 丁目 8-74(四国太陽日酸株式会社徳島支社内)

TEL 088-632-6132

＊ 社団法人大阪府高圧ガス安全協会(http://daiankyo.or.jp)

大阪市中央区淡路町 1 丁 4 番 10 号（森井ビル 2F）

TEL 06-6229-1236

＊ 高圧ガス保安協会四国支部(http://www.khk.or.jp/branch/shikoku.html)

香川県高松市サンポート 2-1　高松シンボルタワー

サンポートビジネススクエア 9 階

TEL 087-851-7161

(高圧ガスの安全に関する書籍)

＊ 「中級高圧ガス保安技術」(高圧ガス保安協会)

＊ 「高圧ガス保安法令（抄)」(高圧ガス保安協会)

＊ 「高圧ガス安全アラカルト」(大阪府高圧ガス安全協会)

＊ 「高圧ガス必携」(大阪府高圧ガス安全協会)

## 9.2　高圧ガス・液化ガス

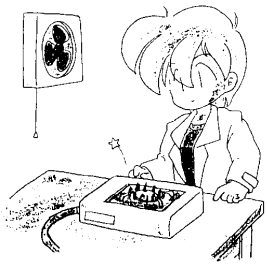
### 9.2.1　イラストで学ぶ高圧ガス・液化ガスの取扱注意事項

(1)　都市ガス，LP ガス等の可燃性ガスを取扱う時は，換気を行い不完全燃焼に伴う一酸化炭素中毒や酸欠に注意するとともに，火気を絶対使用してはならない。さらに，都市ガス等の着火は必ず自分の目で確認する。また，酸素ガス等の支燃性ガスを取扱う際も「火気厳禁」である。

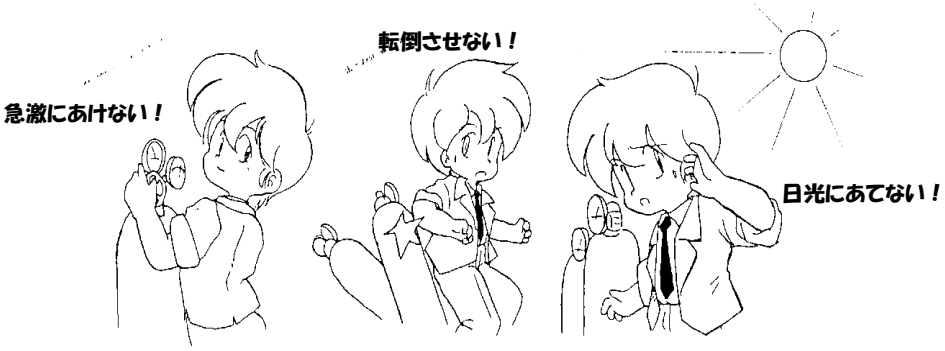
（換気の励行）

（火気厳禁の励行）

（着火の確認）

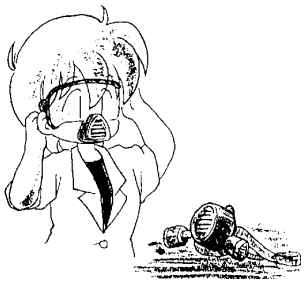


(2)　ボンベ容器を使用する際は，ガスの種類にかかわらず，ボンベスタンドや壁などに鎖で固定して転倒防止措置を行う。ボンベを固定する対象物は，地震などで動かないものを用いる(固定された実験台等)。ボンベハンドルを用いてバルブを開ける時は，ゆっくり少しずつ行い，決して急激には開けないようにする。バルブが開け難い場合は，無理に力を入れず，ガスボンベの販売会社に相談する。バルブ開放後には，配管等のガス漏れチェックを行う。またボンベ容器は，直射日光が当たらない涼しい場所に設置する。

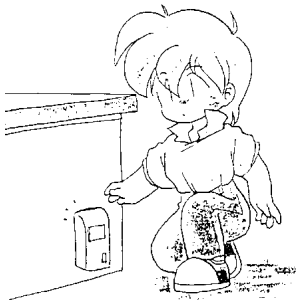



(3)　塩素ガスやアンモニアガス等の毒性ガスを取扱う時は，ガス濃度が測定できる体制を整え，防毒マスク・ゴム手袋を着用し，各々の毒性ガスに対応する除害剤(吸収剤・中和剤)を用意しておく。

（防毒マスクの着用）



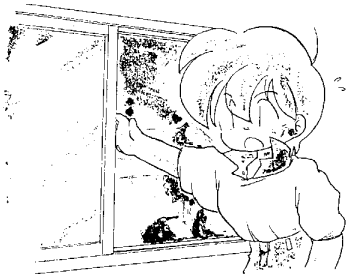
（ガス漏れ検知機の設置）



(4)　ガスの漏洩に気がついた場合は，決して１人で対応しようとせず，不用意に現場に近づかず，大声で回りの人間に知らせて救援を求める。漏洩がごく微量で余裕があれば，特に火気に注意して，ドアや窓を開けて換気し，ボンベ等の元バルブを閉める。

（大声で連絡）

（ドアや窓の開放）



### 9.2.2　高圧ガス・液化ガスとは

高圧ガスには，圧縮ガスと液化ガスの２種類がある。圧縮ガスとは容器に充填された窒素ガスや水素ガスのように気体の状態のまま圧力を持っているものをいい，液化ガスとはLPガスや液化フロンのように，容器の中で液体の状態のまま圧力を持っているものをいう。ゲージ圧*)1 MPa以上の圧縮ガス，0.2 MPa 以上の液化ガスは高圧ガスである。詳細は前記「高圧ガスの安全に関する書籍」を参照のこと。

*)ゲージ圧：絶対圧力（真空をゼロとした圧力の絶対値）から大気圧（約 0.1 MPa）を差し引いたもの。

### 9.2.3　ガスの種類とその性質

(1)　可燃性ガス：$H_2$，CO，$NH_3$，$H_2S$，メタン，プロパン，都市ガス等の，空気(酸素)等の支燃性ガスがあると燃えるガス。

(2)　支燃性ガス：空気，$O_2$，$O_3$，$Cl_2$，NO，$NO_2$等の酸化力のあるガス。

(3)　爆発性ガス：上記の可燃性ガスと支燃性ガスの混合物，さらにシラン化合物，アルキルアミン

類，金属水素化物，有機金属のガスは空気と混合しただけで発火源が無くても爆発することがある。

(4)　毒性ガス：ハロゲンガス($Cl_2$，$F_2$)，$NH_3$，HCN，CO，ホスゲン，オゾン等のガスは人間が吸引すると，身体に重大な障害が生じ，最悪死亡に至る。

(5)　腐食性ガス：塩化水素ガス，$Cl_2$，オゾン等は金属，プラスチック，ゴム等を腐食して思わぬ災害を起こし，人間の皮膚粘膜に障害を起こすことがある。

(6)　低温・液化・固化ガス：液体窒素，液体ヘリウム，ドライアイス等は，凍傷や酸欠を起こすことがある。

(7)　不活性ガス：窒素，ヘリウム，アルゴン等は，それ自体は無毒で不燃性だが，酸欠を起こすことがある。

### 9.2.4　ガスを安全に取扱うための注意事項

(1)　都市ガス・LP ガスを用いて通常の火気使用を行う場合は，換気の確保とともに，以下の点に注意する。

①　ガスの点火と消火は必ず目で確認する(スイッチの確認だけでは不可！)。また，退出する時には必ずガスの元栓を締めて，すべてのコックを閉じる。

②　ガス管の接続部分には必ずホースバンド等の止め具を使用し，使っていないガス栓にはゴムキャップを被せる。

③　古いゴム管を使用したり，またそれを一時的に補修して用いたりしてはならない。必ず新品と取りかえる。途中で分岐させたりして，蛸足配管にしてはならない。

④　法律で定められた品質のガス用ゴム管を使用し，間に合わせの配管で代用してはならない。

⑤　ガスコンロやバーナー等を，木製等可燃性の台の上に置いてはならない。

⑥　ガス漏れした場合は，絶対に電気のスイッチを入れたりせず，ドアや窓を開けて換気を確保する。

(2)　基本的確認事項としては，

①　使用するガスの毒性，引火性，爆発性等の性質について知っているか。

②　規定に従った配管類，器具類を使用しているか。

③　ガス漏れ等の検査は常時行っているか。

④　換気装置，ガス漏れ警報器等の安全装置が設置されているか。

⑤　ガスボンベ，ガス漏れ警報器の検定期限は過ぎていないか。

⑥　装置，器具，部屋の状態につき，専門家と相談したか。

⑦　ガスマスク，中和剤，解毒剤を用意しているか。

⑧　実験装置の操作手順を良く理解しているか。

⑨　万が一，事故が起きた時の対処方法を理解しているか。

(3)　実験操作に入る前の確認事項としては，

①　換気は十分か。

②　使用するガスの種類及び配管系統に間違いはないか。

③　ボンベ類の固定は大丈夫か。

④　ガスボンベの口金，圧力計に異常はないか。

⑤　高圧ボンベの容器バルブや圧力調整器等の操作はゆっくりと行っているか。

⑤　ボンベ－圧力調整器－配管－器具の接続は確実で漏れはないか。

⑥　実験装置の周囲に，引火しやすいものや爆発しやすいものはないか。

⑦　ガスの終末処理は万全か。

⑧　その他，気がついた異常はないか。

(4)　実験中の確認事項としては，

①　換気装置は正常に作動しているか。

②　圧力計，検知器等の計器は正常に作動しているか。

③　実験装置・容器の様子に異常はないか。

④　その他，何かいつもと違った点がないか。

(5)　実験終了後の確認事項としては，

①　残ガスのパージ，終末処理は確実にできたか。

②　ガスの元栓は確実に閉めたか。

③　すべて最終安全確認を行ったか。

可燃性ガスまたは酸素を用いる場合は，周囲 5 m 以内に引火しないものや爆発しやすいものがあってはならない(ガスを実験操作等に用いる場合(5 m 以内)と，貯蔵する場合(2 m 以内；後述)では，範囲が異なることに注意)。もし，漏洩等の異常や火災等の事故が起きてしまった場合は，決して一人で対応しようとせず，不用意に無防備で現場に近づいたりせず，大声で周りの人間に知らせて救援を求める。漏洩がごく微量で余裕があれば，特に火気に注意して，ドアや窓を開けて換気し，ボンベ等の元バルブを閉める。また，長期間使用しないガスボンベがある場合は，納入業者に連絡し引き取ってもらう。不必要なボンベの保管は極力避けるようにする。

## 9.3　高圧ガス容器

(1)　高圧ガス容器には図 9.1 に示す刻印がされており，この刻印の無い容器は使用してはならない。刻印の内容は以下に示す通りである。

(a)　検査実施者の名称の符号　　(b)　容器製造者の符号

(c)　充てんすべき高圧ガスの種類　　(d)　容器の記号及び番号

(e)　内容積(記号V，単位 L)

(f)　付属品を含まない容器の質量(記号W，単位 kg) *)

*)アセチレンガスの容器ではこれに多孔質物や付属品の質量を加えた質量（記号 TW，単位 kg）

(g)　容器検査に合格した年月

(h)　耐圧試験における圧力(記号 TP，単位 MPa)及び M

(i)　圧縮ガスを充てんする容器では最高充てん圧力(記号 FP，単位 MPa)及び M

(j)　高強度鋼またはアルミニウム合金で製造された容器では，材料の区分

ア　高強度鋼(記号 HT)

イ　アルミニウム合金(記号 AL)

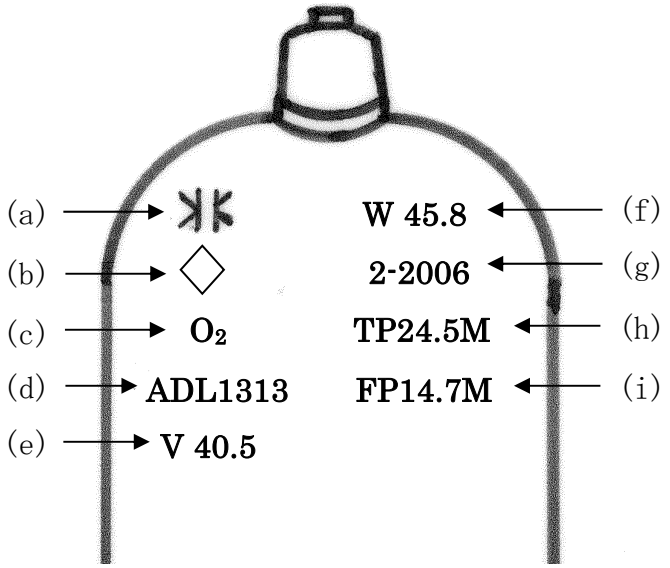



**図 9.1　高圧ガス容器の刻印[(a)～(i)：9.3(1)参照]**

(2)　高圧ガス容器は，数年毎に容器再検査をしてその安全性を確かめ，その容器が再検査に合格した場合は，刻印，標章を付けなければならない。これが行われていない容器は使用してはならない。平成 10 年 4 月 1 日施行の現行規則では，アセチレンやプロパンガスが該当する 25 L 以下の溶接容器は，製造後 20 年未満は 6 年ごとに，また製造後 20 年以上は 2 年ごとに容器再検査を行わなければならない。酸素や窒素ガスが該当する 500 L 以下の継目無し容器は，製造年によらず 5 年ごとに容器再検査を行わなければならない。詳細は，前記「高圧ガスの安全に関する書籍」や本章の参考書を参照のこと。

(3)　高圧ガス容器には，充填ガスの名称がはっきりわかるように，刻印や塗色がなされている。また，可燃性ガスには「燃」，毒性ガスには「毒」と明示してある。容器の塗色を次に示す。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 酸素ガス | ：黒 | 液化塩素 | ：黄色 |
| 水素ガス | ：赤 | アセチレンガス | ：褐色 |

液化炭酸ガス：緑色　　液化アンモニア：白

その他のガス：ねずみ色

(4)　容器は壊れやすいので，打撃や衝撃を与えないようにし，使わない時や移動する時はバルブキャップをしっかり締めて，バルブに衝撃や強い力が加わらないようにする。

(5)　容器を移動するときは，専用のボンベキャリアーで慎重に行う。

(6)　ボンベを設置するときは，周りに火気や引火性・発火性の物がないことを確認し，腐食性の化学薬品も置かないようにする。設置は，ボンベスタンドか壁面や柱に鎖等でしっかり固定して転倒防止の措置を講じる。

(7)　容器を使用する前には，漏洩のないことを確認し，換気対策を講じる。可燃性ガスの場合は消火器の設置，毒性ガスの場合は防毒マスクとゴム手袋を着用し，除害剤(吸収剤・中和剤)の準備が必要である。

［除害剤の例］　アンモニア：大量の水，塩素ガス：消石灰，炭酸ソーダ水溶液

詳細は前記「高圧ガスの安全に関する書籍」を参照のこと。

(8)　可燃性ガスまたは酸素の消費に使用する装置から周囲５ｍ以内での喫煙及び火気(当該装置内のものを除く)の使用を禁じ，さらに引火性，発火性のものを置かないようにする。また，酸素ボンベは油がついた工具や手袋で取扱わないこと。

## 9.4　圧力調整器

圧力調整器(図 9.2)は，容器内の高圧ガスを使用する機器に合った適正圧力まで減圧し，容器内のガス圧力変化や機器のガス消費量に対して，供給圧力を一定に保つための器具である。圧力調整器の

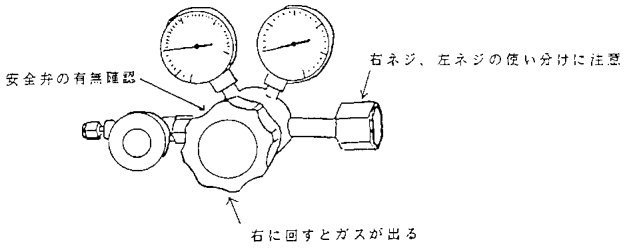



**図 9.2　圧力調整器**

ハンドルは,ボンベの元バルブや水道の栓と違って,右に回すと圧力が上がってガスが噴出してくる。事故の時に，閉めるつもりが開いてしまうことのないように注意する必要がある。このハンドルは，未使用時ゆるめて閉じておかねばならない。

圧力調整器のもう一つの注意すべき点は，ボンベとの接続ネジが右ネジか左ネジかである。通常，水素のような可燃性ガスは左ネジ，酸素や窒素は右ネジになっているが，例外としてアンモニア用は

右ネジ，ヘリウム用は左ネジとなっているので注意しないといけない。また，ボンベと圧力調整器を接続する際などには，接続部に油脂類などを決して塗らないこと。

圧力調整器をボンベに接続するときは，まず，以前使用したガスが圧力調整器内に残っていないか確認した後，ハンドルをゆるめて全閉の状態で接続し，ボンベの元弁をゆっくり開け，石鹸水等で接続部分の漏れがないことを確認して，ゆっくりと右にハンドルを回してガスを流し始める。圧力調整器につながる配管やその接続部の漏れチェックも同様である。

高圧ボンベをオートークレーブ実験などに用いる場合，容器バルブや圧力調整器の操作をゆっくりとし，断熱圧縮による高温化などを防ぐようにする。

## 9.5　液体窒素・液体ヘリウム

標記の低温液化ガスは，液体窒素(常圧での沸点 -196 ℃)，液体ヘリウム(同 -269 ℃)であり，凍傷・酸欠・急激な気化による圧力破壊を起こす危険がある。

(1)　部屋には換気扇等を設置して換気をよくし,大量に使用する場合は酸素濃度計を設ける。また，事故に備えて 2 人以上で作業・実験を行う。

(2)　液化ガスが直接皮膚,目,手足等に触れないように,必ず液体窒素作業用の手袋,保護メガネ，保護面，保護服，帽子等を着用する。

(3)　標記の低温液化ガスを，デユワー瓶等の低温容器に入れる時は，ゆっくりと少しずつ行う。気化膨張して圧力破壊を起こすので，決して密閉状態にしてはならない。

(4)　液体窒素の中に室温の物体を投入する時も，ゆっくりと注意して行う。

(5)　低温容器，特にガラス製魔法瓶は割れやすいので，顔を容器の真上に近づけない。

(6)　低温液化ガス貯蔵容器は涼しい場所に置き，壊れやすいので衝撃を与えないようにする。

## 9.6　貯蔵（容器置き場）

(1)　容器は 40 ℃以上にしてはならない。また，戸外に置く場合には，風雨にさらしたり，氷や雪に覆われないように注意する。直射日光を避けて通風が良く換気のよい場所に貯蔵する。

(2)　容器置き場の周囲 2 m 以内には，火気または発火性・引火性の物を置いてはならない。また，転倒等による衝撃及びバルブの損傷を避けるため，容器の上には物を置かず，容器は立ててロープや鎖で壁面や柱等に固定する。

(3)　容器の周りに，塩類その他の腐食性の化学薬品を置いてはいけない。

(4)　貯蔵場所の照明・換気設備は防爆構造とし，空気より重いガスを貯蔵する場合は，床面に接して換気口を設ける。

(5)　可燃性ガスと酸素及び毒性ガスは，それぞれ区分して別々の場所に保管する。決して並べて置

かない。残ガス容器(空ボンベ)も区分して別の場所に保管する。

(6)　残ガス容器(空ボンベ)の元バルブは必ず閉めておき，バルブキャップを被せておく。

(7)　充填ボンベも，現に使用しているもの以外は，バルブキャップを被せておく。

(8)　毒性ガスの容器置き場には，除害剤(吸収剤・中和剤)を備え付けておく。

(9)　可燃性ガスの容器置き場には，消火器を備え付けておく。

(10)　長期間使用していない容器は，納入業者に返却する。

## 9.7　高圧ボンベの転倒防止措置

徳島大学常三島地区安全衛生委員会では，衛生管理者の巡視において，安全確保の面から「高圧ガスボンベの固定」を指摘している。以下が本学工学部安全衛生専門委員会で H21 年 5 月 26 日において周知され，各履修コースに通知されている。

(1)　容易に破断することがないロープ・鎖等を用いて，壁・床・柱などの強固な部分に，ネジまたはボルトで固定すること。また，柱に巻き付けるものは可とする(ただし，床等に固定されていない実験台に固定するのは原則不可)。

(2)　既製品の固定台等を使用する場合には，固定台自体を壁や床に固定すること。

最後に，繰り返して述べるが，ここに書かれた内容は高圧ガスの安全な取扱いに関することのほんの一部であり，詳しくは前述した「高圧ガスの安全」に関する書籍と本章の参考書を参照願いたい。

## 参考書

(1)　山形大学工学部：安全マニュアル(平成 25 年版)

(2)　悟桐書院：高圧ガス受験対策　ノート＆問題集(2013)

(3)　徳島大学工学部安全管理委員会，安全専門委員会：安全マニュアル(平成 22 年版)

# 10. 光源使用上の注意

## 10.1　はじめに

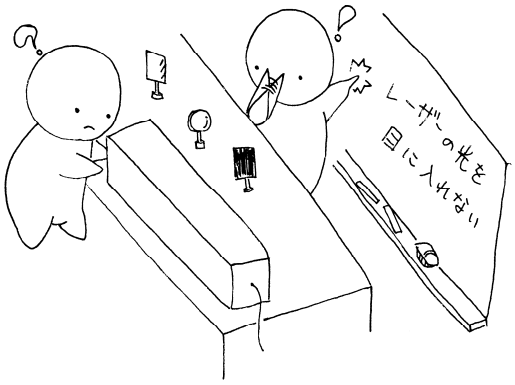
光は「産業の塩」と言われるように，さまざまな技術分野で利用されている。本学部では，高い出力をもつレーザ光を用いた実験や，高輝度の発光ダイオード(LED)の応用研究が盛んである。光を使った実験は見てわかりやすく，その効果は大きい。その一方で，使い方を誤ると一瞬で失明のような重大な障害を与えかねないので注意が必要である。

高出力光源による視力障害を防止するため，3 点の注意が必要である。(1)利用する光源の波長と出力を把握しておくこと。(2)光源に適した保護眼鏡を原則として常に着用すること。(3)保護眼鏡を着用しない者に対してもできる限り安全に実験を行うこと(目線の高さには光路を組まないこと,光学系の外に光を漏らさないこと,時計や装飾品などの反射物を着用して実験しないこと)。これらは光源の種類によらず共通の注意事項である。

高出力光源を用いた実験では，取扱いの過ちが取返しのつかない障害を招く危険がある。以下に記された各種光源の性質と取り扱いの注意を十分理解して扱うこと。

## 10.2　レーザ使用上の注意

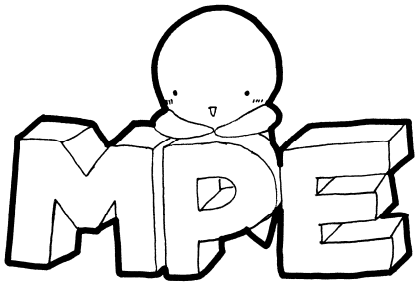
### 10.2.1　レーザとは




単一波長，指向性・集光性を特徴とするコヒーレント光の光源装置をレーザ(Laser)という。ここでは，装置をレーザ，装置により得られるコヒーレント光をレーザ光と呼び区別することにする。有名なレーザとしては,光通信やレーザポインタ,情報記録の書き込み・読み出しに広く利用されている各種の半導体レーザや,理科学実験でよく利用される He-Ne(ヘリウムネオン)レーザ,加工に用いられるエキシマレーザ,YAG(ヤグ)レーザ，$CO_2$(二酸化炭素)レーザ等がある。

各種レーザ毎に出力されるレーザ光の波長(発振波長)は異なり，紫外や赤外といった眼に見えないレーザ光を出力するものもある。従って,光が見えないからといって気をぬいては危険である。また，時間的な光出力強度に着目すると，一定の光出力が得られる連続発振レーザとパルス光が得られるパルスレーザに分類することができる。後述するように，時間平均出力が同じ程度であれば，パルスレーザがより危険であることが知られている。

### 10.2.2　レーザの安全基準




レーザの安全基準は，JIS 規格(JIS C 6802)，国際電気委員会による安全規格 IEC 60825 等により定められている。これらの規格は，人体に対し障害をおこさない露光限度量を与える最大許容露光量(MPE: Maximum Permissible Exposure)や被爆放出限界(AEL: Accessible Emission Limit)の考え方に基づいて定められている。2011 年に改訂された JIS C 6802(2018)によると，レーザの安全上のクラス分けは，出力と使用用途に応じて 1，1M，1C，2，2M，3R，3B，4 の 8 段階となっており，レーザ製品には各クラス分けの表示を行うことが義務付けられている。例えば，DVD プレーヤーにも電化製品としての様々な表示(例えば消費電力等)とともに，class1M 等の表示がある。

表 10.1 に JIS C 6802(2018)によるレーザ装置のクラス分けと安全対策の例を記す(ただし、1C は医用，美容分野の使用用途であるため割愛する)。各クラスにおける危険性の目安を，×(危険)，△(注意)，○(安全)で表してある。△(注意)は，偶発的にレーザ光が眼に入っても，瞬きや頭の回避行動により安全であることを意味し，長時間観察に対しては危険である。各種機器のクラス分けは，通常の利用状況での出力・状況に基づいている。従って，学習や自主製作の一環としてレーザや高輝度 LED を利用した機器を分解・改造する場合は，安全性が保証されないため，格段の注意が必要である。クラス分けと安全対策についての詳細は，JIS C 6802(2018)原文を参照のこと。

**表 10.1　レーザのクラス分けと安全対策例**

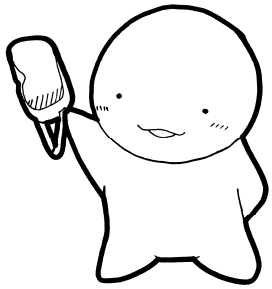
<table>
<tr><th rowspan="3">クラス分け</th><th colspan="3">眼に対する危険性</th><th rowspan="3">皮膚露光</th><th rowspan="3">管理区域</th><th rowspan="3">光路終端</th><th rowspan="3">眼の保護</th></tr>
<tr><th colspan="2">直接ビーム内観察</th><th rowspan="2">散乱光</th></tr>
<tr><th>裸眼</th><th>光学器具使用</th></tr>
<tr><td>クラス 1</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td rowspan="5">不要</td><td>不要</td><td rowspan="3">不要</td></tr>
<tr><td>クラス 1M</td><td>○</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td rowspan="6">耐火物の囲いによる反射・散乱防止が必要</td></tr>
<tr><td>クラス 2</td><td>△</td><td>△</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>クラス 2M</td><td>△</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>クラス 3R</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td><td>○</td><td rowspan="3">適切な保護具</td></tr>
<tr><td>クラス 3B</td><td>×</td><td>×</td><td>○</td><td>×</td><td rowspan="2">実験室入口に標識，関係者以外立入禁止</td></tr>
<tr><td>クラス 4</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr>
</table>

### 10.2.3　人体へ与える影響

レーザ光が人体に与える基本的な障害は，光エネルギーが人体組織に吸収されたために発生する熱による火傷や化学反応による炎症である。従って，レーザ光による障害は，その波長に依存する。例えば，レーザ光が障害を与える可能性がある眼の部位は，波長 313 nm 以下では角膜，313～375 nm では角膜・水晶体・網膜，375～390 nm では水晶体・網膜，390～750 nm(可視域)では網膜，750～1500 nm では水晶体，1500 nm 以上では角膜であることが知られている。レーザ光が眼に入ることは，網膜等再生しない組織がダメージを受けると失明等の深刻な障害も起るため，非常に危険である。一般の光と違い，理想的なレーザ光は波長程度の大きさのスポットにまで集光されるため，眼底網膜上にスポットができると，エネルギー密度が非常に大きくなる。低出力のレーザであっても網膜が回復不能な損傷を受ける可能性がある。例えば，10 mW のレーザ光が直径 1 μm まで集光されると，そのスポットでは 1.3 MW/cm$^2$(！)の光パワーとなる。

レーザ光による皮膚の火傷の特徴は，受傷面積が小さいことにある。皮膚組織は比較的再生しやすいため，障害が残る等の深刻な事態になることは少ない。しかしながら，波長 750 nm～1500 nm の赤外レーザ光は，皮下組織まで浸透するため深部火傷を引き起こし，313 nm～375 nm の紫外レーザ光では，皮膚ガンを引き起こす危険性があるので注意が必要である。

また,時間的にパルス光を発生するパルスレーザでは,瞬間的に極めて大きな光強度となることや,人体組織内で熱衝撃波を発生するため,1 パルスあたり数 μJ のエネルギー出力であっても網膜に障害を与える可能性がある。このため，パルスレーザを使用する場合は，注意を怠ってはならない。



学生実験で使われるレーザや，レーザポインタ，CD-R 書き込みに用いられるレーザでも，直接眼にレーザ光をいれると網膜に回復不可能な損傷を与えることがある。卒業研究や大学院特別実験等では，テーマにより連続出力で 1 W を越えるレーザや，パルス当たり出力 10 mJ を越えるレーザを使用することがある。このようなクラス 3B，4 に該当するレーザは，眼の障害はもちろんのこと，皮膚の火傷や火災を引き起こす危険性もあるので特別の注意が必要である。

なお，全国的に見ると，少なくとも毎年数件ほどの事故事例が研究所または大学での実験中に起きている。残念なことに，ほとんど全ての事例で保護眼鏡を着用していない。

### 10.2.4　障害安全予防対策要点

基本的な安全予防策は，レーザ装置の使用マニュアルに記述されているので，よく読んでおく。「危険の少ない光路の設定」，「眼や皮膚，可燃物をレーザ光にさらさない」，「レーザ使用者を限定する」等がポイントである。特にクラス 3B，4 のレーザを使用する部屋の入り口には，部外者が事故にあわないように,レーザ光に対する警告板やステッカー等を掲示しておく必要がある。

また，事故事例の多くは光路やレーザの調整中に起こっていることを忘れてはならない。

以下に安全予防対策の要点を示す。

(1)　使用者は，マニュアル等に記載されている安全予防対策について熟知する。

(2)　人体にレーザ光が当たる危険性を避けて光路を設定する。

(a)　目線程度の高さに光路を組まない。

(b)　レーザ光出射口が部屋の出入り口に向くような設置をしない。

(c)　直接光や鏡面反射光は，拡散反射板や光吸収体等により終端させる。

(d)　意図しない反射を避ける。

(e)　レーザ光が照射されている試料面を拡大鏡等の光学系で観測しなければならない場合は，CCD カメラやディジタルカメラ等を利用する。

(3)　人体にレーザ光をさらさない，さらさせない。

(a)　レーザ出射口を人に向けない(特にレーザポインタ等)。

(b)　保護眼鏡を着用する(特に不可視のレーザ)。

(c)　必要に応じて長袖の服や手袋を着用する。

(d)　実験室へ出入りする人を制限する。

(e)　レーザの運転を警告ランプ等で表示する。

(f)　安全講習会等により安全の意識を高める。

図 10.1　警告標識の例

### 10.2.5　レーザ用ガス

紫外レーザとして有名なエキシマレーザは,有毒なフッ素等のハロゲンガスと希ガスを用いている。従って，ガス漏れ対策が必要であり，設置設備にも安全措置が必要になる。また，レーザ加工機によく使用される $CO_2$ レーザには，$CO_2$ に CO(一酸化炭素)を添加したガスを用いたものもある。これらの有毒ガスを用いるレーザの取扱いに当たっては,次のようなガスに関する安全事項を守る必要がある(詳細は第 9 章を参照)。

(1)　(ボンベを使用する場合)横倒しにならないようにガスボンベを固定する。

(2)　腐食性，毒性ガスのボンベ弁を開けるのは危険が伴うので，レーザに充填しているときだけ弁を開ける。

(3)　真空ポンプとレーザの排気は,適当な排気装置やホース等により排気することで部屋の中にガスがもれないようにする。

(4)　室内のすぐ目に付きすぐに取れるような場所に,適当なガスフィルタのついた保護マスクを置く。

(5)　毒性ガスを外部へ排出するには除毒が必要である。

(6)　ガス濃度監視を行う。

(7)　これらの安全対策は，地震や停電に対して安全な構造であること。

(8)　高出力の紫外線放射により発生するオゾン，窒素酸化物系ガスの排気手段を設ける。
(9)　室内の換気に特に注意する。

### 10.2.6　レーザ装置内の高電圧配線

放電を励起に利用するエキシマレーザ，Ar イオンレーザ及び He-Ne レーザ等のガスレーザや，フラッシュランプを励起に利用する各種レーザでは，装置内部に高電圧がかかっている部分がある。レーザの調整中に，過って高電圧部分に体が触れないように注意が必要である。これらの高電圧を利用しているレーザについては，マニュアルに注意事項が記載されている。特に，レーザ本体の筐体や電源筐体を開けて調整を行う場合，電源を切った直後は高圧回路内のコンデンサに高電圧がかかっていることがあるため，感電しないよう注意が必要である(詳細は第 6 章を参照)。

## 10.3　ランプ光源使用上の注意

キセノンランプに代表される各種アークランプやハロゲンランプ等において，光源を直視することは，視力低下や白内障等の障害を引き起こす危険性がある。特に，紫外や近赤外 LED においては，光源の光が見えない場合だけでなく,視感度の関係で若干光が見える場合であっても注意が必要である。なぜならば，肉眼では弱く光っているようにしか見えなくても，実は人の眼には見えない波長の強い光が入射している場合があるからである。したがって，赤外光や紫外光等の眼に見えない光を発生するランプを暗室で使用する場合は，瞳孔が開いた状態で光源を直視する可能性があるので注意が必要である。

紫外線出力が大きいランプを使用する場合，発生したオゾンが人体に悪影響を与えることがあるため，オゾン濃度が高くならないように室内の換気を行う必要がある。また，紫外光は皮膚ガンを引き起こす危険性があるので，光が直接皮膚へあたらないよう注意しなければならない。加えて，キセノンランプ等のアークランプやその他の放電ランプでは高電圧を使用するため,感電対策も必要である。

以上をまとめると，ランプ光源に対しては次のような安全対策が必要である。
(1)　絶対に光源を直視しない。
(2)　不可視光や強い光が目に入る可能性がある場合は安全眼鏡を着用する。
(3)　紫外線ランプ等，オゾンを発生する可能性があれば換気を行う。
(4)　紫外光に対しては，皮膚の露出を避ける。
(5)　高電圧を使用しているランプでは感電対策を行う。

# 11. 放射線の安全な取扱い

## 11.1　はじめに

一般的に用いられている「放射線」とは，直接的あるいは間接的に物質を電離する能力のある放射線すなわち電離放射線を意味する。放射線には，アルファ線，ベータ線，ガンマ線，エックス線，中性子線，陽子線などの種類があり，本学では，放射線業務従事者として登録された者しか取り扱いできないことになっている。

放射線は，物質を電離・励起・透過するため，人体に放射線を受けるとよくない影響が現れる可能性がある。多量に浴びると死に至ることは知られているが，そこまでいかないまでも被ばくすることにより，発がん，遺伝的影響，不妊，白内障，皮膚への障害などが起こり得る。

| 種　　類 | 特　　徴 | 症　　状 |
|---|---|---|
| 確定的影響（組織反応） | 影響の重篤度が線量に依存するが，しきい値がある。しきい値以下に被ばくを抑え，発生を抑制できる。 | 不妊，白内障，皮膚障害など |
| 確率的影響 | 影響の起こる確率が線量に比例する。しきい値はない。被ばくを０にできないので，障害発生確率を容認できるレベルに制限する。 | 発ガン，遺伝的影響など |

放射線を取り扱う場合は，五感で感じることができないということを念頭に置き，特に気をつける必要がある。

## 11.2　放射線と法規

放射性物質は法律上，放射性同位元素(RI:Radioisotope)と核燃料(トリウム，ウラン，プルトニウム及びこれらを含む化合物)に大別される。前者は「放射性同位元素等の規制に関する法律」(RI 規制法)，後者は「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(原子炉等規制法)によって使用が規制されている。放射性同位元素はトレーサーとして用いられる非密封 RI と，校正用線源などの密封 RI とに分けられる。RI 規制法は，放射性同位元素のほかに放射線発生装置(１メガ電子ボルト以下の電子線及びエックス線を除く)も規制している。１メガ電子ボルトより低いエネルギーの電子線，エックス線の発生装置は，労働安全衛生法の電離放射線障害防止規則により規制されている。

<table>
<tr><th>放射線の種類</th><th colspan="2">分　　類</th><th>関連する法律</th></tr>
<tr><td rowspan="2">放射性物質</td><td colspan="2">核燃料</td><td>原子炉等規制法</td></tr>
<tr><td rowspan="2">放射性同位元素</td><td>非密封</td><td rowspan="3">RI 規制法</td></tr>
<tr><td>密封</td></tr>
<tr><td rowspan="2">放射線発生装置</td><td colspan="2">１メガ電子ボルト以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">１メガ電子ボルト以下</td><td>電離放射線障害予防規則</td></tr>
</table>

徳島大学では，このRI規制法に基づいて，放射線安全管理委員会を置き，「徳島大学における放射線障害の防止に関する管理規則」を策定している。これに基づいて各部局に放射線安全管理委員会を置くとともに，放射線障害予防規程を定めている。

RI規制法第1条(目的)

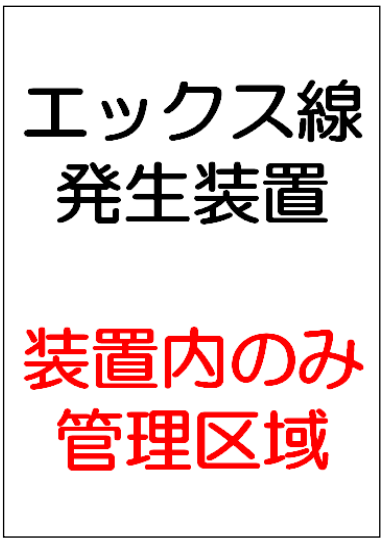
「この法律は，原子力基本法(昭和30年法律第186号)の精神にのっとり，放射線同位元素の使用，販売，賃貸，廃棄その他の取扱い，放射線発生装置の使用及び放射性汚染物の廃棄その他の取扱いを規制することにより，これらによる放射線障害を防止し，及び特定放射性同位元素を防護して，公共の安全を確保することを目的とする。」

放射線を使った実験をする者は，この意味をよく理解し，自らの健康管理と社会に対する責任を心がけてほしい。

## 11.3　エックス線装置の設置場所

本学部には，装置の校正用に標準線源と呼ばれる放射性同位元素を密封した線源が，量子科学実験室に貯蔵されている。

また，エックス線装置を使用している部屋の出入口またはエックス線装置の表面に下記の標識を表示している。標識を確認した場合は，不用意に近づくことなく注意して実験すること。



## 11.4　放射線業務従事者

本学部には，密封線源とエックス線装置があり，広く研究・教育に使用されている。また学外の放射線施設を研究・教育に利用している。これらの装置・施設を使用しようとする者は，次の手続きを経て，学部長が認めた者のみ，放射線業務従事者として登録され，密封線源，エックス線装置や学外の放射線施設を使用することできる。

ガラスバッジ

(1)　登録申請書の提出
(2)　健康診断を受診
(3)　教育訓練の受講
(4)　施設使用申請書
(5)　個人被ばく線量の測定用ガラスバッジの貸与

※登録を希望する場合は，放射線総合センターのホームページの「登録申請の手続き」(http://ric6.ri.tokushima-u.ac.jp/RIRC.html)から登録申請書の作成を行うこと。詳細な説明は，「放射性同位元素等の規制に関する法律」で規定されている教育及び訓練において行われるので，ここでは省略する。必要に応じて，同ホームページの「放射線業務を行う前に」を参照のこと。

## 11.5　事故と対策

放射線事故には，放射線発生装置の故障等による過剰被ばく等があり，公共の安全をおびやかすことになりかねない危険性をはらんでいる。

平常の安全な管理の下では放射線事故は発生しないはずであるが，小さな事故あるいは事故につながりかねないミスが発生する恐れはある。放射線事故の原因を分析してみると，その 90%以上は作業者の慣れに基づく基本的操作の無視及び不注意に基づくものであるとの報告がある。そこで，事故の起こりそうな原因を取り除くために，管理体制の検討，機器の改良，安全取扱いの工夫と教育等の努力を続けることが重要である。一旦事故が発生したときには，人体への被害を最小限に食い止める対策を講じておくことが大切である。

事故対策としては，事故が発生した場合を想定して，連絡方法と緊急措置を考えておくことが重要である。

緊急の措置に関しては，各部局の放射線障害予防規程に定められているが，一般的には，まず安全確保のための緊急措置をとり，直ちに周囲の人に知らせることが大切である。そして，放射線取扱主任者，作業主任者若しくは責任者及び部局長に事故の発生を知らせる。

安全確保　→　近傍周知　→　責任者通報

地震が起こった場合は，まず自身の安全を確保したのち，揺れが収まったことを確認してから，避難行動に移る。

火災の場合は，一旦発生すると大事故につながる可能性があるので，あらかじめ対策を念頭におくことが重要である。火災が生じた場合は，消火を行って延焼防止に努める，また時間的に余裕がある場合は密封線源を安全なところへ一時保管し，標識を付し立入制限を行うとともに，放射線取扱主任者及び関係する作業主任者若しくは責任者，さらに消防署等に通報しなければならない。

初期消火　→　近傍周知　→　責任者通報　→　消防署通報

本学における放射線安全管理の徹底を図るため,「徳島大学における放射線障害の防止に関する管理規則」の規定に基づき,「徳島大学における放射性同位元素の管理区域外調査等要項」が制定されてお

り，年に一度全体での調査を行っている。放射線業務従事者だけでなく，調査時に不審な物質を見つけた人は，直接触れずに担当の教員に知らせること。
※本学における放射線障害の発生防止と安全に使用するための規則については,「管理規則と予防規定の運用マニュアル」に分かりやすく記載されているので参照のこと。

## 11.6　おわりに

RI 規制法が定めるように，どこでも，誰でもがエックス線装置や学外の放射線施設を使用できるわけではない。所定のルールに従った使用と使用方法によってのみ，使用が認められている。研究にとっては煩わしいことがあるかもしれないが，まず法律で定められ，これに基づいて学内における放射線安全管理委員会でルールを決めているので，これに従うことが必要である。このことは，なによりも自分自身を放射線障害から守ることであり，また，社会に向かっても余計な放射線被ばくを防止するために必要な事柄である。放射線業務従事者になったら，放射線に関する知識を十分持った上で作業を行い，放射線を使用する研究が科学の発展に寄与することを期待する。

# 12. 生物材料の安全な取扱い

## 12.1 はじめに

「バイオハザード：Biohazard」は，生物若しくはその代謝産物による生物すべてへの危険性・障害を指す言葉で，一般的には「微生物またはその代謝産物によってもたらされる人体への危険性・障害」を指して用いる場合が多い。このバイオハザードの積極的な克服に重点を置く立場から，「バイオセーフティ：Biosafety」という言葉が生まれた。バイオセーフティは，生物を表す接頭辞 bio と安全を表す safety を組み合わせた新しい言葉で，一般的には「“バイオハザード”がある場合に取られる安全対策」を意味する。

バイオセーフティで問題となる病気は，特殊な場合を除き微生物による感染症である。感染症はその影響が一般社会へ拡大しやすく，公衆衛生面から見ても重要な意味をもつ。さらに，近年の組換え DNA 実験の普及に伴い，微生物による感染の危険を未然に防止する適切な技術や実験操作の習得が不十分である人々が遺伝子組換え体を扱う機会が増えており，バイオセーフティが特に重視されるようになってきた。加えて 2006 年 12 月には「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」(いわゆる感染症法)の改正が公布され(最終改正：令和元年 6 月 14 日法律第 37 号，施行日：令和元年 9 月 14 日）[1)]，病原体の分類や管理体制が変更されるとともに，法律に違反した場合の罰則も新たに規定された。以上のように，近年の社会情勢の変化に伴って，微生物の取り扱いや管理に関する状況は従来と比較して一層厳格になってきており，関連した法規制についてもその状況に対応して改正が行われてきた。実際に実習や研究で微生物を取り扱う機会がある我々も，関連する法規制の内容を理解するとともに，その内容に準拠して各自が自覚と責任感のある行動をとらなければならない。

本章では「生物材料の安全な取扱い」と題し，バイオセーフティについての基礎知識や注意事項を，微生物実験，動物実験，生体材料を用いた実験及び組換え DNA 実験に分けて概説する。

## 12.2 微生物実験のバイオセーフティ

### 12.2.1 微生物のバイオセーフティ

実習や研究に関連してバイオセーフティの対象となるのは，我々に身近な存在で感染症を引き起こす可能性のある微生物であることが多い。日本細菌学会では，微生物取扱者に対する適切な知識や技術の普及を目的として，「病原体等安全取扱・管理指針」[2)]を作成している。以下の事項は，この指針の中で，我々が実習や研究を行う上で関連がある内容についての抜粋を含めてまとめたものである。これらの詳細な内容については，「病原体等安全取扱・管理指針」を参照されたい。

### 12.2.2　細菌のバイオセーフティレベル

「病原体等安全取扱・管理指針」では，「国立感染症研究所病原体等安全管理規程」[3]の分類に準拠して，病原細菌を危険度の低い方から高い方へバイオセーフティレベル 1，同 2，同 3 の 3 群に分類している。以下に各レベルの定義及び取り扱い方法を記載する。それぞれのレベルの具体的な菌種名については，「国立感染症研究所病原体等安全管理規程 別冊１」[4]の別表 2．付表 1 及び日本細菌学会「病原体等安全取扱・管理指針」[2]の表Ⅱ-1 に記載されている。

(1)　バイオセーフティレベル 1(個体及び地域社会に対する低危険度)

ヒトに疾病を起こし，或いは動物に獣医学的に重要な疾患を起こす可能性のないもの。なお，バイオセーフティレベル 1 の中で日和見感染症を起こす可能性のある菌種に関する情報は BSL1*(バイオセーフティレベル 1*)として記載されている。

(取り扱い方法)

原則として通常の微生物学実験室を用いて行うことができ，一般外来者の立ち入りも認めて差し支えない。しかし，BSL1*の菌種は日和見病原体になり得るという性格上，次のバイオセーフティレベル 2 に準じて扱う。

(2)　バイオセーフティレベル 2(個体に対する中等度危険度，地域社会に対する軽微な危険度)

ヒト或いは動物に病原性を有するが，実験室職員，地域社会，家畜，環境等に対し，重大な災害とならないもの，実験室内で曝露されると重篤な感染を起こす可能性はあるが，有効な治療法，予防法があり，伝播の可能性は低いもの。

(取り扱い方法)

(a)　設備の上では通常の病原微生物学実験室でよいが，特定の実験室に限定すべきである。

(b)　実験作業中は一般外来者の立ち入りを禁止する。

(c)　エアロゾル発生の恐れのある実験操作は安全キャビネットの中で行う。

(3)　バイオセーフティレベル 3(個体に対する高い危険度，地域社会に対する低危険度)

ヒトに感染すると重篤な疾病を起こすが，他の個体への伝播の可能性は低いもの。

(取り扱い方法)

(a)　廊下の立ち入り制限及び二重扉(自動が望ましい)またはエアロックにより外部から隔離された実験室で行う。

(b)　室内の壁，天井，床，作業台等の表面は洗浄及び消毒が可能な材質・構造とする。

(c)　排気系の調節により，常に外部から室内に向かって空気が流れるようにする。

(d)　実験室からの排気は HEPA フィルターを通して除菌後大気中に放出する。

(e)　実験操作は原則としてすべて安全キャビネット内で行う。

(f)　施設の長に許可された者以外の立ち入りは禁止する。

本学部においては，細菌を取り扱う機会が限定されていることに加え，取り扱う場合でもほとんど

がバイオセーフティレベル１に該当する細菌の使用であると考えられる。上記のように，バイオセーフティレベル１の細菌は原則として通常の微生物学実験室を用いて行うことができ，一般外来者の立ち入りも認めて差し支えない。しかし，バイオセーフティレベル１の細菌の中には，健康な成人に感染症を起こすことはまずないが，種々の原因で感染防御機能が低下した宿主，すなわち易感染性宿主にいわゆる日和見感染を起こす細菌(BSL1*に該当する細菌)があることに留意する必要がある。微生物を用いた実習や研究を行う前に，先の日本細菌学会「病原体等安全取扱・管理指針」の表Ⅱ-1 の記載内容を確認し，各自が取扱う微生物の特性や危険性を再度確認した上で作業を行うよう心掛ける。

### 12.2.3　微生物の取扱いにおける基本的な心得

ここでは，バイオセーフティレベルの如何に関わらず守るべき必須事項を列挙する。いずれも当然に思えることばかりであるが，このような基本的な事柄を守ることがバイオセーフティの達成するための基盤となる。

(1)　口を使ってのピペット操作は行わない。

(2)　微生物の取扱作業区域内で，飲食，食物の保管，化粧品の塗布を行わない。

(3)　微生物の取扱作業区域内は整頓し，清潔に保つとともに，作業に関係ない機材は置かない。

(4)　作業台の表面は少なくとも１日に１回は消毒するとともに,微生物が接触または溢れ出た場合には，その都度消毒する。

(5)　作業が終了し作業区域を出る場合,及び感染性の材料または動物の取り扱い後は必ず手を洗う。

(6)　実験手順を立案するに当たっては，エアロゾル発生の最も少ない方式を最優先する。

(7)　汚染した液体や固体は，廃棄前に必ず滅菌または消毒する。汚染物を作業区域より離れた場所で高圧蒸気滅菌により滅菌する場合には，汚染物を頑丈な密閉性の容器に入れて，高圧蒸気滅菌器が設置されている部屋に移動する。

(8)　作業区域内では，専用の実験衣やガウンを着用する。これらを着て作業区域外に出てはならない。また，汚染した衣服は適切な方法で消毒または滅菌する。

(9)　顔面や服を汚染飛沫または衝突物から守るために，必要であれば保護眼鏡，フェイスシールド，その他の保護具を着用する。

(10)　バイオセーフティについて教育を受け，取り扱う微生物について一定の知識を有してから微生物の取扱作業に従事する。バイオセーフティレベル２以上の病原体を取扱う作業の進行中は，バイオハザードマークを入り口に掲示するとともに，作業室の扉を閉鎖する。

図 12.1
バイオハザードマーク

(11)　昆虫やネズミの駆除及び侵入阻止対策を講じておく。

(12)　進行中の作業に関係ない動物を実験室内に持ち込まない。

(13)　血液，感染性の材料，感染動物等を取り扱う場合には，必ずディスポーザブル手袋を着用す

る。使用済みの手袋は汚染面が皮膚に触れないように外し，他の汚染物とともに高圧蒸気滅菌した後に廃棄する。

(14) 病原体の漏出，事故，感染材料への接触，あるいは接触の可能性のある事故等は直ちに病原体取扱管理責任者に報告する。また，これらの事故が発生した場合には，記録として保管する。

### 12.2.4 エアロゾル対策

エアロゾルとは空気中に分散して浮遊する微粒子状の液体のことで，直径が 5 μm 以下のエアロゾルはなかなか落下せず，空気中に長時間浮遊している。実験室感染の実態調査では，このエアロゾルを介した感染の危険性が指摘されている。エアロゾル対策は細菌を取り扱う際の最重要事項であり，その対策の第一歩は，エアロゾルが発生しやすい状況・操作を認知して各自が注意を払うことである。日常頻繁に行う実験操作のうち，大量のエアロゾルの発生，またはこれを介した汚染が生じる恐れのある主な操作は，白金耳や白金線を用いた植菌操作やピペットを用いる実験操作，及び遠心分離や超音波破砕などの実験操作が挙げられる。

エアロゾル対策は，まず操作そのものをできるだけエアロゾルの発生が少なくなるようにした上で，生物学用安全キャビネットを活用することに尽きる。しかし，たとえ安全キャビネットを使用している場合でも，エアロゾルの発生自体が多い状況では安全キャビネット内での表面汚染（特に手指［手袋］，実験衣，実験器具等への表面汚染）の危険性が増え，その後安全キャビネット外において，安全キャビネット内から取り出した汚染物を介した感染につながるという危険もある。安全キャビネットを使用しているからといって油断し，各自の実験操作を疎かにしてはならない。

### 12.2.5 滅菌と消毒

滅菌と消毒は，バイオセーフティの基本となる操作である。滅菌とは，すべての微生物を完全に殺滅することである。熱または化学薬品に最も抵抗性が強いのは細菌芽胞であることから，滅菌処理は芽胞の完全不活化が可能な方法ということになる。一方，消毒は感染の危険がほとんどなくなるまで病原体を不活化する処置をいう。消毒による芽胞の不活化はまったくできないか，たとえできたとしても不十分である。滅菌法にはエチレンオキサイドガス処理，乾熱滅菌法やγ線照射などが用いられるが，ここではオートクレーブ（高圧蒸気滅菌器）による高圧蒸気滅菌法（オートクレーブ滅菌）についての注意事項を述べる。また，消毒薬を用いた消毒についての基本事項について概説する。

(1) オートクレーブについて

オートクレーブ滅菌の標準条件は 121 ℃，20～30 分である。この条件を満たすには，水を入れた装置の内圧を 2 気圧に維持しながら加熱する必要がある。加熱中のオートクレーブの中は，高温高圧の水蒸気で満たされることになる。従って，オートクレーブの扉は必ず内部圧が常圧に戻っていることを確認し，内部の温度を確認してから開けなければならない。また，その際に出る蒸気による火傷にも注意を要する。滅菌物が空の容器の場合，底に空気が残留するため温度上

昇が不十分になりやすく,特に口の小さい容器や蓋付き容器(蓋はゆるめておくのが原則)でその傾向が著しい。そのため，空容器を滅菌する際には少量の水を入れておくのがよい。大型容器に満たした大量の液体培地のように熱容量の大きな物体についても温度上昇が不十分になり,内部圧が 2 気圧になっても 121 ℃になっていないことがある。このような場合は時間設定を適宜延長する必要がある。

(2) 消毒薬について

消毒薬には作用機序が異なる多くの種類があり，微生物に対する殺菌のスペクトル(有効な微生物の範囲)も様々である。また，あるものは人体(主に皮膚)に使用できるが，そうでないものもある。細菌を消毒薬による抵抗性によって大まかに分け，抵抗性の強いものから弱いものへと順に並べると，まず芽胞を形成している細菌，次が結核菌及びその他の抗酸菌，最後が一般の無芽胞細菌となる。しかし，無芽胞細菌のなかにも消毒薬に強い耐性を示す例外的な細菌が存在するので注意する必要がある。また，はじめはある消毒薬が有効であった菌種において，継続的な使用条件下においてその消毒薬に抵抗性を示す変異体（消毒薬耐性菌）が出現することがしばしば観察されている。抗生物質に対する獲得耐性と同様の現象であり，消毒薬の使用に関しては適切に行う必要がある。

消毒薬による殺菌力の強さの目安として，強(High)，中(Intermediate)，弱(Weak)というスケールが使われることがある。大まかに言うと，「強」は芽胞でも時間をかければ不活化が可能であり,「中」は芽胞を不活化できないが抗酸菌まで有効,「弱」は無芽胞細菌にのみ有効とされる。このスケールで分類した常用消毒薬を使用濃度のおよその目安とともに示すと，**表 12.1** のようになる。

**表 12.1　常用消毒薬の使用濃度**

| | | |
|---|---|---|
| 強 | グルタールアルデヒド | 2% |
| | 過酸化水素 | 3～6% |
| 中 | 塩素系薬剤(次亜塩素酸ナトリウム等) | 500～5,000 ppm（有効塩素） |
| | エタノール | 60～80%（一般的には 70%） |
| | フェノール系薬剤(クレゾール等) | 0.5～5% |
| | ヨウ素系薬剤(ポピヨンヨード等) | 0.2～2%（有効ヨウ素濃度） |
| 弱 | 逆性石鹸 | 0.1～0.2%（有効成分濃度） |
| | クロルヘキシジン(グルコン酸塩) | 0.1～0.5%（有効成分濃度） |

これらの中で，刺激性が少なく皮膚に使用できるのは，エタノール，フェノール系，ヨウ素系，逆性石鹸，クロルヘキシジンである。医療機関では，手指消毒に逆性石鹸とエタノールまたはクロルヘ

キシジンとエタノールの合剤を手にとって擦り込む方法が普及している。上記の消毒薬のうち,塩素系には強い金属腐食性があるので，金属製品には使用できない。また，有機物が多量に存在すると塩素系と逆性石鹸の殺菌効果は著しく低下するので,排泄物や床敷には不適当である。対象微生物のほか，それぞれの消毒薬の特性を考慮して選択することになる。

### 12.2.6　細菌学実習の特徴と実習室内での注意事項

細菌学の実習には，感染の危険性を潜在的に有している細菌を安全かつ適正に取り扱う方法を習得するという目的があり，本学部においても生物系の履修コースや研究室では必須である。細菌学実習は，自分自身のみならず自分の周囲の人，さらに施設外の人へ病原細菌を感染させる危険性も伴う。不用意に細菌を扱うと，周囲の環境を汚染して感染の機会を招く可能性が高くなる。よって，細菌学実習の際には指導教員からの説明をよく聞き，十分に理解した上で担当教員の指示に従って慎重に行うことが重要である。

実験室内での注意事項について，12.2.3 に記載した事項以外で重要な項目を下記に列挙する。

(1)　足下が不安定な履物(高いハイヒールやサンダルなど)は履かない。

(2)　バーナーの火は必要なとき以外は必ず消し,アルコール類などの引火しやすい物や実験ノートなどの可燃物をその周囲に放置せず，火気には十分に注意して取り組む。

(3)　不要な私語を慎む。

(4)　顔面に手を触れたり，指で目をこすったり，鼻孔に指を入れるなどの行動は行わない。

(5)　事故発生時やその恐れが疑われるときは,必ず指導教員もしくは実習指導担当者の指示を仰ぎ,勝手に処理してはならない。

(6)　毎回の実習・実験終了時に,使用した感染性材料を指示に従って返却して滅菌処理を行うとともに，器具や備品の整理を行う。また，実験台を適当な消毒薬を用いて清拭する。

なお，上記に関する詳細については「細菌学実習時の実習室内感染予防マニュアル」[5)](日本細菌学会バイオセーフティ委員会)[5)]も参考にされたい。

## 12.3　動物実験のバイオセーフティ

### 12.3.1　動物実験における関連法律及び規則と実験計画の立案

動物実験は，今日の医学，歯学，薬学，獣医学，生物工学などの生物学関連の研究活動を支える重要な手段として科学の発展，人類の福祉・健康の増進に計り知れない恩恵をもたらしている。動物実験を行うにあたっては自然科学における研究の一般原則に従い，再現性の得られる諸条件を整理して実施されなければならない。このため，実験動物の飼育環境と使用に関しては，適切な条件を必要とする。また，人と実験動物相互にとっての生活環境の保全に留意することはもちろんであるが，動物

実験を行う際には科学上はもとより，動物福祉上の観点から適切な動物及び実験方法の選択が必要である。

動物実験においては,「動物の愛護及び管理に関する法律」(昭和 48 年法律第 105 号，最終改正：令和元年 6 月 19 日法律第 39 号，施行日：令和 2 年 6 月 1 日）[6] や「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」(平成 18 年 4 月 28 日公布，平成 18 年環境省告示第 88 号，最終改正：平成 25 年環境省告示第 84 号）[7]の規定を踏まえ，動物実験等の適正な実施に資するため「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」(平成 18 年 6 月 1 日施行，文部科学省告示第 71 号）[8]を定めた。動物実験の実施においては，3R の原則[8]，すなわち，①Replacement(動物実験の他手段への置換)，②Reduction(使用動物数の削減)，及び③Refinement(麻酔，鎮痛剤の使用や実験技術精度の向上による動物が受ける苦痛の削減)，等に留意する必要がある。また，実験動物は適正な環境条件下で飼育管理し，処置の際には Scientists Center for Animal Welfare (SCAW)の苦痛分類[8] に準拠し，適切な麻酔等を用い苦痛を最小限にとどめるようにすることが重要である。また，実験動物の殺処分に関しては,「動物の殺処分方法に関する指針」(平成 7 年 7 月 4 日総理府告示第 40 号，最終改正：平成 19 年 11 月 12 日環境省告示第 105 号）[9] に基づいた対応が必要である。

徳島大学では「徳島大学動物実験管理規則」[10]（平成 24 年 3 月 21 日　規則第 49 号，最終改正：令和 2 年 3 月 25 日規則第 80 号，施行日：令和 2 年 4 月 1 日）[10] が定められており，徳島大学内で行われるすべての動物実験は，この規則に従って行われなければならない。よって，動物実験を行う際には，あらかじめ実験計画書を提出して徳島大学動物実験委員会の承認を得た上で実施しなければならない。

### 12.3.2　実験動物の取扱いにおける基本的な心得

実験動物のバイオハザードとしては，ある病原微生物を人為的に動物に接種して行う感染実験のような場合と，実験動物が人獣共通感染性病原微生物の自然感染を受けた場合の両者がある。前者の場合は，病原微生物の取り扱いに関しては，微生物実験のバイオセーフティに準拠し，動物への感染実験を行うための設備が整えられた施設(徳島大学先端研究推進センター動物資源研究部門の施設など)にて行う必要がある。また，後者の場合，実験動物の取り扱いの上で，人獣共通感染病原体によるバイオハザードの制御が重要な課題となる。この制御を達成するために守るべき必須事項を列挙する。

(1)　厳重に品質管理されている実験動物［Specific Pathogen Free：(SPF)動物］を特定の動物入手先（日本クレア，日本 SLC，日本チャールズリバー等）より購入し，実験に供する。

(2)　動物体内に病原性を発揮せずに潜在している病原体が存在する可能性も考慮に入れ,実験動物取り扱いの際には,咬傷，ひっかき傷等の防止に努める。ラット等は厚手の革手袋を着用して取り扱う。

(3)　実験担当者への経口感染を防ぐために，実験室内での飲食，化粧等を行ってはならない。

(4)　動物実験に使用した使い捨てのメスや注射針等は,オートクレーブなどの適切な滅菌処理の後,

安全キャップをした上で専用容器に入れ廃棄する。回収担当業者の刺傷感染事故が報告されているため，むきだしのまま不燃物として廃棄してはならない。

(5)　動物飼育室内での昆虫，特にコバエやゴキブリの発生は，病原体の媒介，外部への漏出の原因となるので，駆除に努めなければならない。

(6)　飼育室内に浮遊する動物の体毛等を吸引することにより，鼻炎等のアレルギー性疾患が生じることもあるため，作業中はマスク等を着用することが望ましい。

(7)　動物屍体は焼却処理までの間はフリーザーで保管することになっているが，動物屍体を入れたビニール袋が簡単に開いたり破れたりしないように注意する必要がある。また同時に，内容物に関する情報をビニール袋外側に見やすく表示しておくことは重要である。

### 12.3.3　実験動物に関するバイオセーフティ教育

バイオハザード防止のために種々の機械や設備が考案されて実用化されているが，その優れた設備に頼りすぎ，動物実験における安全を過信していることが多い。設備の充実はもちろん必要であるが，それを使用する実験者はもちろん，飼育担当者や研究補助者など動物実験に直接・間接に携わる者のそれぞれの立場に応じた安全対策の教育が最も重要な課題である。正しい知識と技術を習得した従事者であれば，設備の不足などはその従事者の能力で補い得るものである。

実験者は動物実験の直接の責任者であり，自己を感染の危険から護るばかりでなく，研究補助者や飼育担当者の安全に対して十分な配慮をする責任を負わされていることを忘れてはならない。従って，従事者との間に緊密な連携が保たれていることが大切で，決して相手にまかせきりということのないように注意が肝要である。特に，実験者が責任をもって実験の後始末を行わなければ，他の従事者に著しい危険を与える結果になるということを十分に認識する必要がある。その一環として，飼育室，ケージ，器具類に付ける表示を明瞭，適切に，色分けなどによって誰が見ても判り易く，誤りのないようにする習慣をつけることは，安全対策上特に重要なことである。加えて，最低限下記の事項が明記されたガイドラインが策定されている必要があり，且つそれらが遵守されていることが大切である。

(1)　施設利用者に対する教育・訓練の内容と方法

新人教育や訓練は特に大切である。これには，微生物学の基礎はもちろんであるが，具体的な動物実験に際し，特に各動物の特徴や取り扱い方法等の知識の習得が含まれる。

(2)　実験施設への入退室の方法

(3)　各種動物飼育装置の使用方法

(4)　実験終了後の処置や手続き

(5)　実験施設へ入室できる資格

(6)　病原体に曝露された場合あるいは外傷を受けた場合の対策

なお，実際の実験操作を行う前に，前もって動物実験や動物実験施設の使用に関する説明会及び教

育訓練を受講した上で，「徳島大学動物実験管理規則」[10]及び各施設単位で作成したマニュアル(「徳島大学生物資源産業学部動物実験室使用心得」[11] など)を熟読して内容を理解し，可能であれば実験動物取り扱いに熟練した教員や学生とともに実験操作に臨むこと(１人での作業は不慮の事態に対応することが難しいので，可能な限り複数人数で操作を行うようにする)。

## 12.4　生体材料を用いた実験のバイオセーフティとインフォームド・コンセント

### 12.4.1　生体材料を用いた実験のバイオセーフティの概念

今日の科学分野の発展は目覚ましく，既存の分野のみならず各分野の融合的な領域についても注目されることが多くなってきた。本学部においては，従来は生体試料を取扱うことはまれであったが，近年の医工連携分野における発展に伴って,様々な生体由来の材料を取り扱う機会が増えてきている。なお，生体試料といってもその範囲はヒト由来から動物由来まで広範に渡るので，ここではその個々に関する記述については割愛し，生体試料の取り扱いに関する一般的な注意点について記述する。また,取り扱う生体試料によっては感染の危険性が潜在しているものもある(生体材料に感染性の微生物が存在しているかどうかの判断は，一見した程度ではほぼ不可能である)ので，指導教員の指示に従って適切な取り扱いを心掛けなければならない。

### 12.4.2　生体材料を用いた実験における基本的な心得

生体材料とはヒトや動物に由来する様々な材料や成分のことであり,研究対象としては血液,組織,細胞，体液，排泄物などがその主なものである。ヒトに由来する様々な生体試料を取り扱う際には，何らかの疾患に関連した生体試料(ただし，本学部において取り扱う可能性は低いと思われる)は勿論のこと，健常なヒトに由来する生体試料においても，感染の危険性が存在するという危険意識を常に自覚して取り扱わなければならない。また動物に由来する生体試料についても，主に我々が取り扱うのは先の動物実験の項で記載している通り病原体を保有しない SPF 動物ではあるが，これらの実験動物が何らかのアクシデントによって病原体に感染している可能性を完全には否定できない。動物が保有している病原体には，動物のみならずヒトにも感染するいわゆる人獣共通感染症の病原体も存在するので，管理された SPF 動物を取り扱う際にも十分な注意と自覚が必要である。なお，生体試料には感染性の病原体が潜在している可能性があるという観点より，それらの取り扱いは基本的には微生物実験のバイオセーフティに記載している各注意事項に従って行わなければならない。また，生体材料の取り扱い時には実験衣やディスポーザブル手袋の着用により自身を感染の危険性から護り，実験終了後には実験に用いた生体材料や実験スペースの滅菌操作を徹底して周囲へのバイオハザードの防止に努めることは，あらためて言うまでもなく重要である。

### 12.4.3　インフォームド・コンセント

特に実験に用いる生体試料がヒト由来である場合は，インフォームド・コンセントも重要な要因となる。インフォームド・コンセントとは，「試料等の提供を求められた人が，研究責任者から事前に研究に関する十分な説明を受け，その研究の意義，目的，方法，予測される結果や不利益等を理解し，自由意思に基づいて与える試料等の提供及び試料等の取り扱いに関する同意」のことである。本学部で行われる研究に関連してインフォームド・コンセントが必要となる状況は限定されるが，該当する場合には本学もしくは本学研究部の研究倫理委員会で研究実施計画について倫理審査を申請して承認を受け，その計画の下で実験を行わなければならない。

## 12.5　遺伝子組換え実験のバイオセーフティ

### 12.5.1　遺伝子組換え実験におけるバイオセーフティの概念

遺伝子組換え技術の発達により，自然界には存在しなかった新たな生物を人為的に造りだすことが不可能ではなくなった。そのため，この技術のバイオセーフティに関する議論が行われ，遺伝子工学的手法で作られる生物によるバイオハザード防止対策として「組換えDNA実験指針」が施行された。一方，遺伝子組換え技術の発展は，我々が普段生活している環境中での遺伝子組換え生物の利用を実現させた。これによって，自然環境に生育する野生生物を含む遺伝子非組換え生物の多様性を損なうことが懸念されるようになった。このような状況を受けて，遺伝子組換え生物等の使用による生物多様性への悪影響(人の健康に対する悪影響も考慮したもの)を防止することを目的として，我が国は「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書(カルタヘナ議定書)」[12)]を平成15年11月21日に締結した。これを受けて国内では，カルタヘナ議定書の的確かつ円滑な実施を確保するために，「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律(カルタヘナ法)」(平成15年6月18日 法律第97号，最終改正：平成29年5月31日 法律第41号)[13)]が平成31年4月1日に施行された。また，徳島大学においても，「カルタヘナ法」に準拠した「徳島大学遺伝子組換え実験安全管理規則」(平成16年3月19日規則第1835号制定，最終改正：令和2年3月25日第80号改正，施行日：令和2年4月1日)[14)]において，実験を計画・実施する際に遵守するべき安全確保に関する必要事項を定めている。

カルタヘナ法では，「遺伝子組換え生物等の使用」を，組換え生物の拡散を防止しない使用(第一種使用)と，組換え生物の拡散を防止しつつ行う使用(第二種使用等)の二つの使用形態に区分している。本学部における遺伝子組換え実験は，そのほとんどが第二種使用等に区分されるものと思われる。第二種使用等に当たっての遺伝子組換え生物拡散防止措置は，「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令」(平成16年文部科学省・環境省令第１号，平成16年2月19日施行)[15)]，「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律第三条の規定に基づく基本的事項(基本的事項)」(平成15年財務省・文部科学省・厚生

労働省・農林水産省・環境省告示第１号)[16] 及び「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令の規定に基づき認定宿主ベクター系等を定める件(二種告示)」(平成 16 年文部科学省告示第７号，最終改正：平成 26 年 3 月 26 日，平成 26 年 7 月 1 日より実施)[17] などが関係法令・告示として定められている。なお，各法令に関する情報については，文部科学省のホームページ「生命倫理・安全に対する取組」[18] から入手することが可能である。

### 12.5.2　遺伝子組換え実験における拡散防止措置

(1)　拡散防止措置区分

以前の「組換え DNA 実験指針」で用いられていた「物理的封じ込めレベル」という表現は,「カルタヘナ法」では「拡散防止措置の区分」という表現に変更された。しかしながら，作製した組換え体の実験従事者への伝播や実験区域外への拡散を防止するための設備･施設という概念に変わりはない。実験の種類(微生物使用実験：P1・P2・P3，大量培養実験：LSC・LS1・LS2，動物使用実験：P1A・P2A・P3A，植物使用実験：P1P・P2P・P3P，細胞融合実験)に応じて区分され，それぞれ各レベルの数値表記が大きくなるほど厳重になる。

例えば，微生物使用実験では「二種省令」の別表第二に拡散防止措置の内容が記載されており，P1 から P3 へとレベルが上がるほど設備等の基準が厳しくなる。P1 レベルは,通常の生物の実験室としての構造及び設備を有しており，実験中は実験室の窓・扉を閉め，実験後には実験台や汚染器具を消毒する。P2 レベルは，安全キャビネットを使用することが望ましく，汚染エアロゾルが外部に漏出しないように工夫し，廃棄物や汚染器具はオートクレーブ滅菌する。なお，本学部では P2 レベルまで対応している。P3 レベルは，安全キャビネットを使用し，実験室に前室及び実験室内に高圧蒸気滅菌器を設け，さらに実験室内を陰圧にして，室内の空気が室外に漏れないような設備が要求される。

(2)　認定宿主ベクター系区分，特定認定宿主ベクター系区分

以前の「組換え DNA 実験指針」で用いられていた「生物学的封じ込めレベル」という表現は,「カルタヘナ法」では「認定宿主ベクター系区分，特定認定宿主ベクター系区分」という表現に変更された。しかしながら，特殊な培養条件以外での生存率が低い宿主と当該宿主以外の「生物」への伝達性が低いベクターの使用により，組換え体の環境への伝播・拡散を防止するという概念に変わりはない。二種告示の別表第 1 に記載されている認定宿主ベクター系は，拡散の危険性の少ない宿主とベクターの組み合わせ(B1 レベル)と，それよりもさらに危険性が少ない組み合わせ(B2 レベル：特定認定宿主ベクター系)に区分されている。例として，B1 レベルでは，大腸菌（*Escherichia coli*）K12 株，B 株，C 株及び W 株，又はこれら各株の誘導体(これらは自然環境下での生存能力が低い株である)を宿主とし，接合等により宿主以外の細菌に伝達されないプラスミドまたはバクテリオファージをベクターとする EK1 などがある。また B2 レベルでは，特殊な培養条件以外では宿主と接合伝達性が極めて低いベクターの組み合わせが用いられている。

なお，前述の拡散防止措置区分は認定宿主ベクターの使用の有無だけでは決定されず，供与核酸の病原性，伝達性，毒素産生性，宿主への薬剤耐性の付与などを考慮して判断される。

### 12.5.3　遺伝子組換え実験における基本的な心得

(1)　遺伝子組換え実験計画書を立案して学長に承認申請を行い,徳島大学遺伝子組換え実験安全管理委員会の審査を経て承認を得た上でないと実験を行ってはならない。

(2)　実験を始める前に,徳島大学遺伝子組換え実験安全管理委員会主催による安全取扱講習会を受講し，法令及び学内規則を遵守する旨の誓約書を提出しなければならない。

(3)　「カルタヘナ法」の内容をよく理解し，徳島大学遺伝子組換え実験安全管理規則を遵守しなければならない。

(4)　P2 レベルの拡散防止措置区分において実験を行う際の注意事項を「二種省令」より抜粋し，以下に示す。

(a)　施設等について，次に掲げる要件を満たすこと。

・実験室が通常の生物の実験室としての構造及び設備を有すること。

・実験室に研究用安全キャビネットが設けられていること。

・遺伝子組換え生物等を不活化するために高圧滅菌器を用いる場合には，実験室のある建物内に高圧滅菌器が設けられていること。

(b)　遺伝子組換え実験の実施に当たり，次に掲げる事項を遵守すること。

・遺伝子組換え生物等を含む廃棄物(廃液を含む。以下同じ)については，廃棄の前に遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

・遺伝子組換え生物等が付着した設備，機器及び器具については，廃棄または再使用(あらかじめ洗浄を行う場合にあっては，当該洗浄。以下「廃棄等」)の前に遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

・実験台については，実験を行った日における実験の終了後及び遺伝子組換え生物等が付着したときは直ちに，遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

・実験室の扉については，閉じておくこと(実験室に出入りするときを除く)。

・実験室の窓等については，昆虫等の侵入を防ぐため閉じておく等の必要な措置を講ずること。

・すべての操作において，エアロゾルの発生を最小限にとどめること。

・実験室以外の場所で遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講じようとするときや，その他の実験の過程において遺伝子組換え生物等を実験室から持ち出すときは,遺伝子組換え生物等が漏出その他拡散しない構造の容器に入れること。

・遺伝子組換え生物等を取り扱う者に当該遺伝子組換え生物等が付着し，または感染することを防止するため，遺伝子組換え生物等の取扱い後における手洗い等，必要な措置を講ずる

こと。

・実験の内容を知らない者が，みだりに実験室に立ち入らないための措置を講ずること。

・エアロゾルが生じやすい操作をするときは，研究用安全キャビネットを用いることとし，当該研究用安全キャビネットについては，実験を行った日における実験の終了後に，さらには遺伝子組換え生物等が付着したときは直ちに,遺伝子組換え生物等を不活化するための措置を講ずること。

・実験室の入口及び遺伝子組換え生物等を実験の過程において保管する設備（以下「保管設備」という)に,「P2 レベル実験中」と表示すること。

・執るべき拡散防止措置が P1 レベル，P1A レベルまたは P1P レベルである実験を同じ実験室で同時に行うときは，これらの実験の区域を明確に設定すること，またはそれぞれ P2 レベル，P2A レベル若しくは P2P レベルの拡散防止措置を執ること。

遺伝子組換え操作は生物学分野の発展に多大な貢献をもたらした技術であり，今後ますますその需要は増加して多様化していくことが予想される。しかしながら，遺伝子組換え実験に対する社会の見解は，必ずしも完全に受け入れられたものであるとは言い切れない現状である。従って，実際に遺伝子組換え実験に従事している我々各自が常にそのことを自覚し，細心の注意を払いながら実習や研究に取り組むことが大切である。

## 12.6　おわりに

近年，バイオセーフティのためのハードウェアは格段に進歩した。それにもかかわらず，汚染事故などのバイオハザードは根絶されていない。その一因はハードウェアの能力の限界にあるが，人間側の要因も無視できない。ハードウェアに守られていると意識した途端に油断が生じ，慎重で丁寧な操作を怠ってしまうこともあるだろう。実際にニュース等で報道されるバイオハザード事故は，ハードウェアの問題よりそれを管理・操作している人が原因であることが多い。さらにバイオハザードの原因となる病原微生物等は肉眼では見ることができず，ちょっとした手抜きや油断，そして過信が重大な感染事故につながる可能性がある。各自がこのことを充分に意識し，より安全な研究環境の構築に努めることが必要である。

## 参考・引用


(1) 「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（平成十年法律第百十四号）」:
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=410AC0000000114

(2) 「病原体等安全取扱・管理指針」: 日本細菌学会

(3) 「国立感染症研究所病原体等安全管理規程(改訂第三版)」:
https://www.niid.go.jp/niid/images/biosafe/kanrikitei3/Kanrikitei3_20200401.pdf

(4) 「国立感染症研究所病原体等安全管理規程 別冊１」:
https://www.niid.go.jp/niid/images/biosafe/kanrikitei3/Kanrikitei3_20180801-1.pdf

(5) 「細菌学実習時の実習室内感染予防マニュアル」:
http://jsbac.org/infectious_disease/safety_manual.pdf

(6) 「動物の愛護及び管理に関する法律」:
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=348AC1000000105

(7) 「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」:
https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/2_data/laws/nt_h25_84.pdf

(8) 「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」:
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/06060904.htm

(9) 「動物の殺処分方法に関する指針」:
http://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/2_data/laws/shobun.pdf

(10) 「徳島大学動物実験管理規則」
http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000561.html

(11) 「徳島大学生物資源産業学部動物実験施設利用規則」: 徳島大学生物資源産業学部

(12) 「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書
(カルタヘナ議定書)」:
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/treaty156_6a.pdf

(13) 「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律
(カルタヘナ法)」:
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=415AC0000000097

(14) 「徳島大学遺伝子組換え実験安全管理規則」:
http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000178.html

(15) 「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止
措置等を定める省令」:
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=416M60001080001

(16) 「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律第三条の

規定に基づく基本的事項(基本的事項)」:

https://www.lifescience.mext.go.jp/bioethics/data/anzen/kokuji_01-r2.pdf

(17) 「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令の規定に基づき認定宿主ベクター系を定める件(二種告示)」:

http://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/n648_02.pdf

(18) 「生命倫理・安全に対する取組」:

http://www.lifescience.mext.go.jp/bioethics/index.html

# 13. 薬品及び廃棄物・廃液の管理と処理

## 13.1　はじめに

本学部では，薬品を用いて研究活動を行う場合がある。薬品の中には，毒物，劇物に指定されているものが多々あり，毒物及び劇物取締法や関連の法令によって厳重な管理が求められている。また，研究活動の結果，発生する実験廃液や廃有機溶剤等は産業廃棄物であり，事業者責任で処理することが義務付けられている。一方，紙屑やプラスチック，空き缶，空きビン等は事業系一般廃棄物と呼ばれ，事業者責任で処理することが原則となっている。大学から排出される廃液や廃棄物は，一般に他の産業活動や市民生活に伴う廃棄物に比べて，量的には多くないが，その内容は多岐にわたる。また，研究活動において排出される物質の中には，既知の有害物質の他にも，まだその性質が解明されていない化学物質あるいは細菌，ウィルス等，環境安全の上から注意を要するものも含まれている。

薬品の管理については，平成11年に制定された学内規則「徳島大学毒物及び劇物管理規則」(http://www.tokushima-u.ac.jp/legal/reiki_honbun/x383RG00000191.html ;平成27年改定版),また実験廃液の取扱いに関しては,「徳島大学特殊廃液処理の手引き」(http://www2.e.tokushima-u.ac.jp/jimu/k-jim/kanri/haieki.pdf ;平成23年改訂版)等に規定されているので，関連作業に携わる場合にはこれらに目を通しておく必要がある。

これに対して，紙屑やプラスチック，空き缶，空きビン等の一般廃棄物については，分別収集するとともに，処理業者に処理を委託しているが，環境に対する配慮やリサイクルに対する体制はまだ不十分な状況にある。

これら廃棄物や廃液の不適切な取り扱いは，廃液による人身事故等の安全上の問題や，有害化学物質等による環境汚染を招くことになるので，十分な注意が必要である。

## 13.2　薬品の管理

本学部で薬品を取扱う場合には，安全データシート(SDS) 若しくは製品安全データシート(MSDS)を用いて，化学物質の性状・取扱法・危険性や有害性の種類・安全対策・緊急時の対策などを把握した上で，受け入れ量や使用量を管理しなければならない。ただし，MSDS は 2016 年 12 月 31 日まで有効で，2017 年 1 月 1 日以降は全て SDS を用いなければならない。SDS 及び MSDS について，詳細は第 8 章を参照のこと。なお，学内における薬品の管理は,「徳島大学毒物及び劇物管理規則」に従って行い，毒物及び劇物を保管する箇所ごとに，受払簿及び引継書を備えなければならない。本学部では，平成 18 年度に薬品管理システムを導入した。最新版は，東北緑化環境保全会社製薬品管理支援システム IASO R6 で，ホームページアドレス http://iaso.chem.tokushima-u.ac.jp/iasor6/

からアクセスできる。平成 21 年度からは，薬品を利用している研究室はすべて本システムを活用して薬品の管理を行うこととなった。

**図 13.1　薬品管理システムのトップページ**

薬品管理システムの代表的な特徴は以下の通りである。

①薬品を購入するごとの受払簿の作成や，紙ベースのデータの集計が不要となる

②日々の管理が確実にできていれば PRTR や毒物及び劇物の報告が容易になる。

③研究室で保有する試薬やその残量，保管場所などを検索することが出来る。

④重量による「使用量」の管理が可能。

⑤SDS が登録されており，毒劇物，危険物，PRTR などの区分も全て登録されている。

これらの詳細やその他の情報については，使用法や注意事項，FAQ をまとめたホームページ(http://iasodoc.chem.tokushima-u.ac.jp/）にも掲載されている。

法令に基づき，徳島大学は毒劇物，危険物，PRTR 対象物質などの試薬の在庫量や使用状況を年に一度徳島県に報告する義務を負っている。上記②にも述べた通り，本システムにデータが登録されていれば，事務方で集計が可能となるので，毎年各研究室で報告資料を作成する必要がなくなる。一方で，薬品管理システムに使用状況が記録されていない場合には事実と異なる内容の報告が行われてしまう問題が生じる。

なお，本システムは試薬データベースを各薬品会社のカタログデータから作成しているが，全ての薬品会社のカタログデータを網羅できていない。また薬品会社によっては各試薬の詳細データが揃っていないため，在庫量計算の際に換算などが必要になる場合があることに注意すべきである。

## 13.3　実験系有害廃棄物の処理

### 13.3.1　基本的注意

大学における教育・研究等の活動により生じる廃棄物は，人の健康や生活環境に被害を与える恐れのあるものが多く，学内は言うまでもなく，地域住民の生活環境に対して社会的責任において適切有効に処理されなければならない。

実験系廃棄物処理の基本的精神は，発生源(＝排出者)において安全・適切に処理することにある。すなわち,”原点処理の原則”で,廃棄物は,排出者から離れて下流に行くほど内容が分からなくなり,他の廃棄物とも混在するため確実な処理が困難となる。廃棄物の経緯・内容・危険度等については排出者が最もよく知っていることであり，出来るだけ排出者に近い段階で処理すべきである。従って，排出者自身が廃棄物の分別収集処理(原点処理)をしなければならない。このような行動を実践することにより,大学の教育・研究活動が地域生活環境保全に対して社会的責任の一端を果たすことになり,また教職員及び学生が安全性・環境保全に対する関心をますます高揚することになる。また，環境問題が日常一般化し，さらなる深刻化が予想される状況を鑑みるに，実験系廃棄物のみならず，大学から外部に出る廃棄物(＝産業廃棄物)量を出来る限り減らす努力を行っていることが，環境問題解決のための方策を実践的に進めて行く前向きの姿勢を社会に示すことになり，大学が社会に貢献し得る形態の一つと考えられる。このような”原点処理の原則”の基本的精神に基づいて，平成 18 年 6 月に徳島大学環境・エネルギー管理委員会が，徳島大学特殊廃液処理要領と徳島大学特殊廃液取扱指導員要項からなる徳島大学特殊廃液処理の手引きを作成したが，これらは下水道法・PRTR 法等に沿って制定されたものである。

### 13.3.2　実験系廃棄物の管理・処理

実験等により発生した廃棄物の管理や処理では，以下のような点に注意しなければならない。

(1)　生活環境保全のため有害となる実験系廃棄物を大学から排出しない。

(2)　実験系廃棄物は,発生源(＝排出者)において自ら安全適切に無害化を確認しなければならない。

(3)　徳島大学では,各部局が実験系廃棄物を集荷して,その処理を徳島大学特殊廃液処理施設及び特殊廃液処理委託業者が行う。

(4)　事故・災害・環境汚染の未然防止のため,学部の責任者を最高責任者とした管理組織である運営会議が管理活動をする。その上，各研究室・排出者は一層管理・処理活動に努める。

### 13.3.3　PRTR 法について

PRTR(Pollutant Release and Transfer Register:環境汚染化学物質排出・移動登録)法は，各工場・事業所(高等教育・研究機関を含む)から，どれくらいの化学物質が環境中に排出されたかを把握しようとするものである。一定期間ごと及び地域ごとに排出された有害環境汚染物質の量を把握すること

ができ，化学物質の安全管理に有効性がある。有害性が判明している化学物質について，さらには人体等への悪影響との因果関係の判明していない化学物質も含め，事業者による管理を改善・強化して汚染を未然に防止することを目的とする。平成 13 年度から施行され，本学部はその対象となるので，第一種指定化学物質の購入・使用・廃棄・下水道排出・大気排出・在庫の物質収支・管理を各履修コース・研究室・排出者が行い，各学部に集計を年度末に報告しなければならない。なお，先に述べたように，IASO に登録してある試薬に関しては，各学部で集計・報告している。詳しいことは，各学部担当係に問い合せること。

### 13.3.4　実験系廃棄物処理の具体的指針

本学部における廃棄物処理法は，徳島大学特殊廃液処理要領に従って，以下のように行う。

固体廃棄物：

(1)　排出者はポリ容器に内容物の名称と重量を明記して,遺漏しないように厳重保管して処理業者に依頼する。また，処理法の確立されている物は，その処理をする。

(2)　空きビン等の取扱い及び処理について

空き試薬ビンには少量の試薬が残るので，必ず一次，二次洗浄を行い，毒劇物の洗浄水は，回収し処理業者に依頼する。空きビンは実験系廃棄物として処理する。

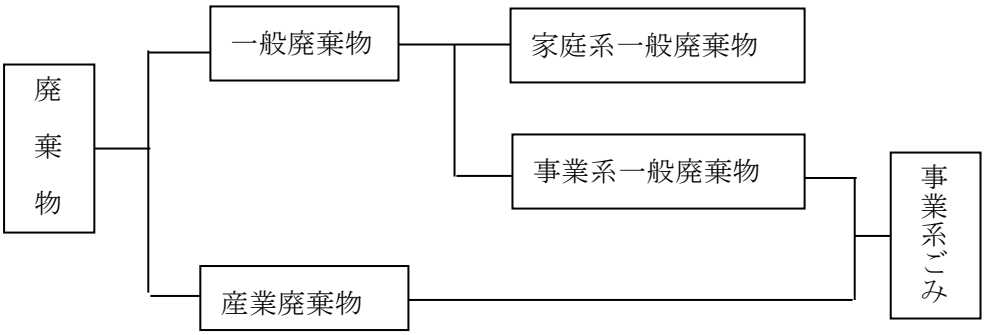
液体廃棄物：

特殊廃液処理要領に従って排出者が一次処理して分別貯留(指定されたポリ容器を使用)して処理業者に依頼する。特に最初の場合には，各研究室・排出者が学生・初心者を対象に処理法について講習を行う。

上記以外の具体的な処理方法については,「徳島大学特殊廃液処理の手引き」(http://www2.e.tokushima-u.ac.jp/jimu/k-jim/kanri/haieki.pdf ;平成 23 年改訂版)を参照のこと。また，特殊廃液処理要領における「特殊廃液」と「特殊廃液の分別区分表」は本章末の付録を参照のこと。

## 13.4　一般廃棄物の処理

本学部から出る紙屑やプラスチックごみ等の一般廃棄物は,一般家庭から出されるごみと区別して,事業活動(教育，研究活動)に伴って生じる廃棄物として区分され，事業系ごみと呼ばれている。これらの関係は，廃棄物処理法により，次のようになっている。




廃棄物管理の基本は，ごみの排出の抑制(Reduce)，再使用(Re-use)及び再利用(Recycle)の 3R を徹底させることである。教職員並びに学生は，廃棄物の再資源化，減量化を促進することが大学人としての社会的責任であることを自覚し，教育，研究に伴って排出される廃棄物を抑制するとともに分別回収を徹底し，その再使用及び再利用に努めることが必要である。このことが，ひいては本学部のイメージアップにつながり，コストの削減，事業活動の活性化といったメリットを生じさせる。

廃棄物の排出に際しては，以下のことに注意する。

(1)　一般廃棄物の排出においては，燃やせるごみ(生ごみ，紙屑等)，燃やせないごみ(金属類，ガラス，陶器，プラスチック)，資源ごみ(缶・ビン・ペットボトル，新聞紙，雑誌，段ボール等)，粗大ごみ及び有害ごみを完全に分別する。特に，一般廃棄物の中に感染性廃棄物を混入しない。分別が十分になされないと，処理業者や処理施設からクレームを受け，廃棄物の処理を引き受けてもらえなくなるので，大学の事業活動(教育，研究活動等)ができなくなる。

(2)　容器類(缶，ビン，ペットボトル等)は内容物を空にした後，軽く濯いでから出す。

(3)　粗大ごみを排出するときは，各学部担当係に連絡し，その指示に従う。

(4)　家電リサイクル対象品(エアコン，テレビ，冷蔵庫，洗濯機等)を排出する際には，そのための費用(リサイクル料金+収集運搬料)が必要である。これらの対象品を排出する場合には，各学部担当係に連絡し，各研究室の経費で処理を行う。

(5)　指定資源化製品(事業系パソコン,小型 2 次電池等)を排出する際には,各学部担当係へ連絡し，その指示に従う。

(6)　感染性廃棄物(感染性病原菌が付着,またはその恐れのある廃棄物)を排出しようとする場合には，各学部担当係へ連絡し，その指示に従う。

## 13.5　廃棄物の処理についての諸注意

### 13.5.1　一般廃棄物等の廃棄

本学部内の一般廃棄物等の廃棄場所(平成 28 年現在)と諸注意を以下に示す。

(第 13 章の付録 1 参照)

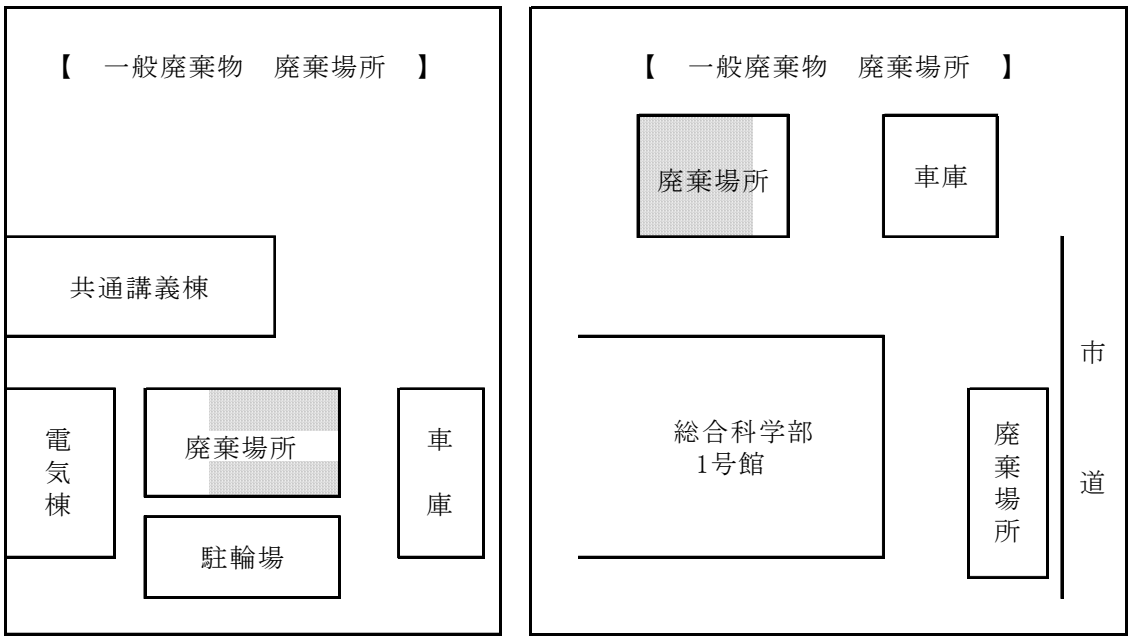



図 13.2　一般廃棄物等廃棄場所と諸注意

廃棄する際には，以下の各項に注意しなければならない。

①燃やせないごみは，排出講座名(例：化学 B-2)を記入した透明のビニール袋に入れて廃棄する。

※注意：分別していないものは，排出講座に返却し，再分別を依頼する。

実験等で出たごみは感染性廃棄庫(後述)へ廃棄。

②段ボールごみは，必ず折りたたみ，ひもで縛って搬出する。

③缶・ビン・ペットボトルごみは，排出講座名(例：化学 B-2)を記入した青色のビニール袋に入れて廃棄する。

※注意：中身は必ず空の状態で廃棄。吸殻等の混入は厳禁。

### 13.5.2　産業廃棄物等の廃棄

本学部内の産業廃棄物等の廃棄場所(平成 28 年現在)と諸注意を以下に示す。利用の際は，理工学部事務課予算管理係・総合科学部事務課総務係で鍵を借りて廃棄する。(第 13 章の付録 1 参照)

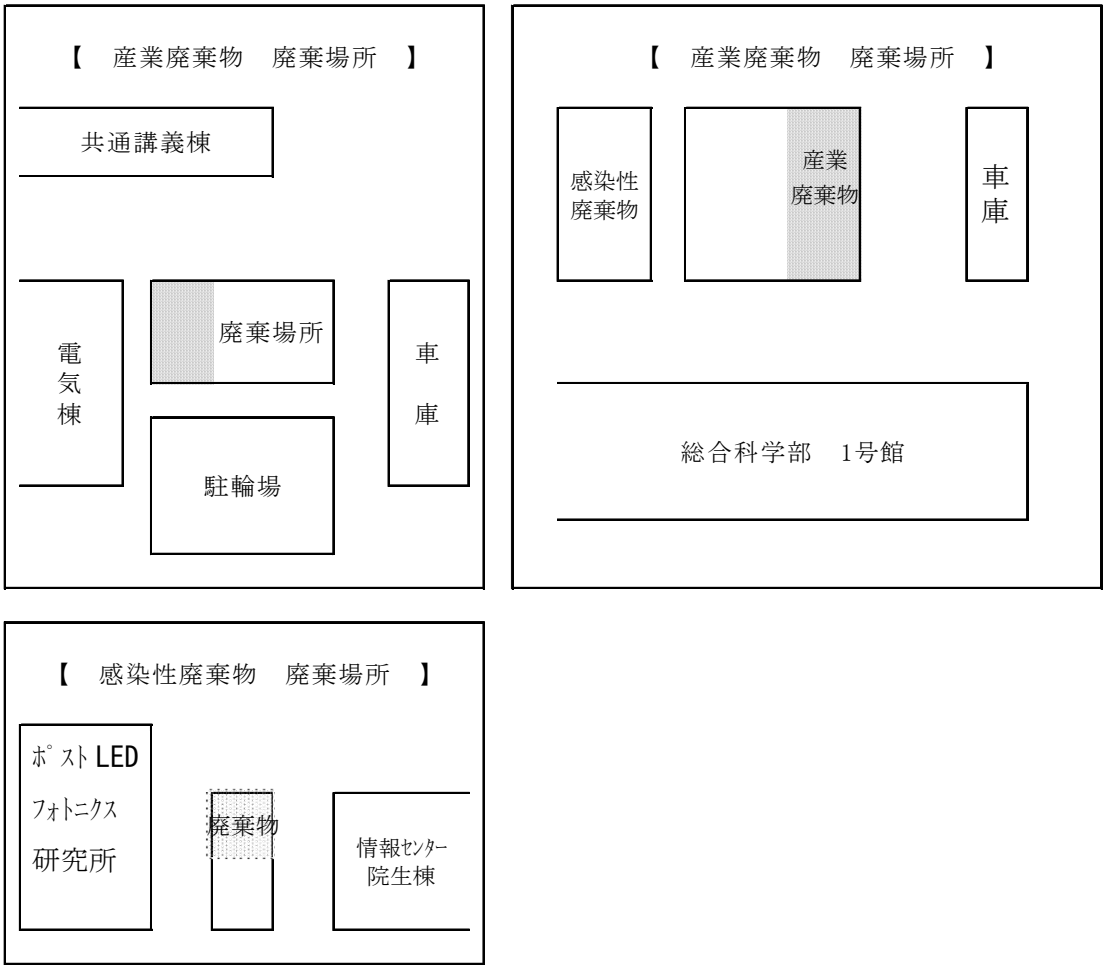



**図 13.3　産業廃棄物等廃棄場所と諸注意**

廃棄する際には，以下の各項に注意しなければならない。

① 備品（固定資産ラベルや少額資産ラベルや管理消耗品ラベル）を貼付しているものを廃棄する際には，廃棄手続きが必要となるので，各学部担当係へ連絡する。

② 感染性産業廃棄庫

［実験ごみ］ごみは指定の黄色ビニール袋に入れ，その上で専用段ボール箱に入れて廃棄する。

指定段ボール箱に，講座名・重量・中身を記載し，総重量 10 kg 未満にする。専用段ボール箱は，ガムテープでふたをする。

なお，専用段ボール箱がなくなった場合は，鍵返却時に理工学部事務課予算管理係・総合科学部

事務課総務係にその旨伝える。

［試薬瓶等のガラス］

試薬瓶等は透明と茶色に分別する。できるだけ粉砕し(ケガに細心の注意を払うこと)，ドラム缶のフタが閉まる状態まで入れる。決して山盛りにしない。

なお，ドラム缶が満杯になった場合は，鍵返却時に理工学部事務課予算管理係・総合科学部事務課総務係にその旨伝える。

### 13.5.3　廃液等の廃棄

［有機廃液について］

回収は 1 ヶ月ごとに行う。平成 21 年度から，消防法第 16 条，危険物の規制に関する政令第 28 条，危険物の規制に関する規則第 43 条に基づき，有機廃液収集方法が変更になった。大きな変更点は以下の 2 点であり，概念図を図 13.4 に示す。

① 各研究室等での貯留容器は 10L ポリ容器とする。

② 従来行っていた移し変え作業を行わず，各研究室で貯留している容器ごと集荷する。

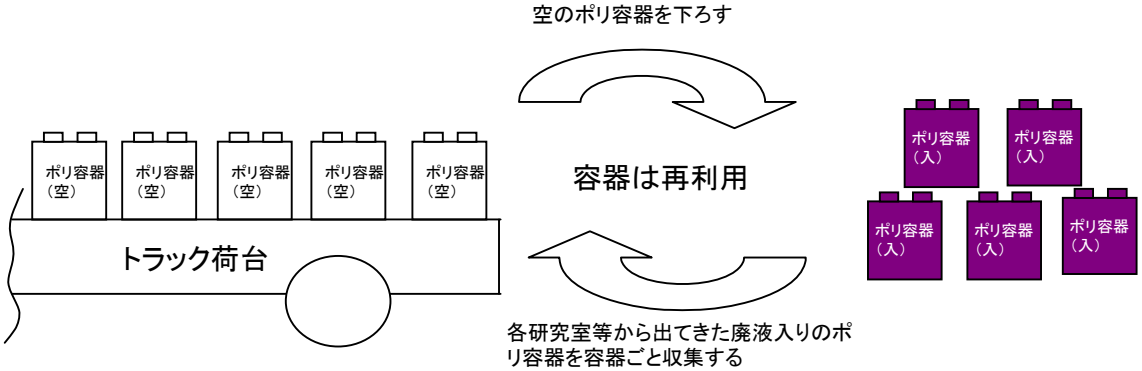



図 13.4　有機廃液収集法のイメージ

有機廃液を廃棄する場合には，特に以下の点を注意する。

① 有機廃液として集荷ができないもの(例えば，無機廃液，金属，沈殿物等)を排出しない。

② 劣化した保管容器で排出しない。

③ 内容物の主成分が不明確な廃液を排出しない。

廃液に含まれる物の中には，人体に大変有害な物質が含まれている。処理を安全に行うために，廃液の区分を 3 区分(第 13 章の付録 2･3 参照)とし，廃液の中に含まれる物質の主成分を記載する。

④ 容器に講座名・成分・カラーコードをマジックで明記する。

［無機廃液について］

回収は 6 ヶ月ごとに行う。所定のポリ容器に入れて貯留，排出するが，ポリ容器の購入は，無機廃

液処理依頼表に記載することで入手できる。無機廃液を廃棄する場合には，特に以下の点を注意する。

① 各研究室等での貯留容器は 20 L ポリ容器とする。

② 無機廃液として集荷ができないもの(例えば，有機廃液，金属，沈殿物等)を排出しない。

③ 劣化した保管容器で排出しない。

④ 内容物の主成分が不明確な廃液を排出しない。

廃液に含まれる物の中には，人体に大変有害な物質が含まれている。処理を安全に行うために，廃液の区分を 8 区分(第 13 章の付録 2・3 参照)とし，廃液の中に含まれる物質の主成分を記載する。

⑤ 容器に講座名・成分・カラーコードをマジックで明記する。

［写真廃液について］

回収は年２回程度行う。回収場所にて積み替え作業となるため，特に容器の指定はないが，以下の点を注意する。

① 写真廃液として集荷ができないもの（沈殿物等）を排出しない。

② 「定着液」と「現像液」に分けて排出すること。

［廃棄試薬の処理］

退職や異動，また研究活動の変更などで不要となる試薬が出た場合は，使用者が規則に基づき，廃棄処理を行わなければならない。手順を以下に示す。年２回(前期・後期)，各学部担当係から照会があるので注意すること。廃棄処理が必要となった場合，各学部担当係に問い合わせること。

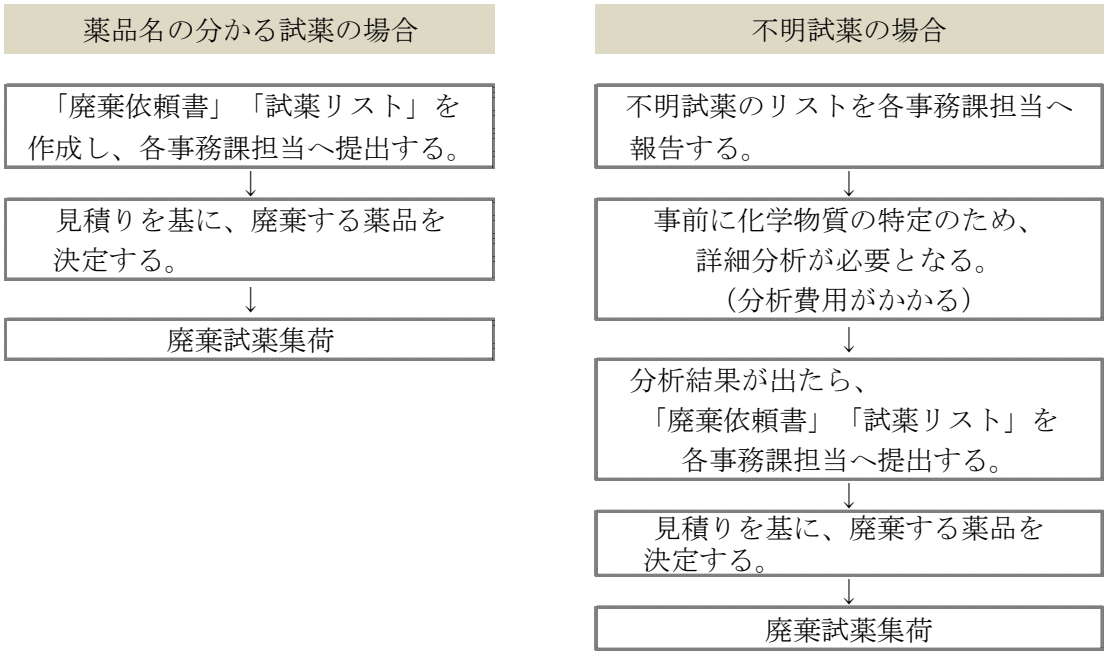



**図 13.5　廃棄試薬処理の手順**

## 13.6　放射性同位元素等の管理

放射性同位元素及び放射性同位元素によって汚染された物(以下，放射線同位元素等)については，「放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」に基づいて，安全管理につとめなければならない。

管理下にない放射線同位元素等は，放射線業務従事者以外の者にも無用の被ばくを与える結果となる。また，テロ攻撃の手段として放射線同位元素等が使用される懸念があるため，国際的にも，国際原子力機関(IAEA)やサミットの場において，国際的に放射線源の安全管理の一層の必要性が求められている。

このような状況に鑑み，管理下にない放射線同位元素等が発生しないよう，適正に保管されていることを厳重に確認しなければならない。特に，管理区域外の居室，実験室，倉庫等において長年放置されている放射線同位元素等がないように細心の管理が求められる。

厳密な管理の結果，管理下にない放射線同位元素等が発見された場合は，勝手に判断せず，直ちに各学部担当係に通知し指示を仰ぎ，安全上の措置を直ちに講じること。

## 参考書

(1)　日本化学会編：安全衛生教育・管理のための化学安全ノート改訂版，丸善（2007）
(2)　特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律(PRTR 法)，1996 年施行
(3)　特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律施行令，2008 年改正
(4)　東北大学大学院工学研究科・工学部：安全マニュアル（2003）
(5)　環境省編：環境・循環型社会白書(平成 20 年版)(2008)
(6)　山口大学工学部：実験・実習における安全の手引（2004）
(7)　文部科学省：放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律，2007 年改定
(8)　徳島大学工学部放射線障害予防規程，2001 年制定
(9)　徳島大学工学部安全衛生管理委員会・安全衛生専門委員会：安全マニュアル(2010)

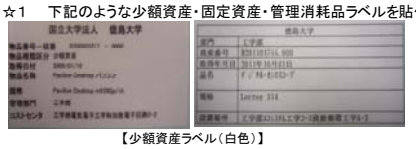
# [13 章の付録 1]

## 徳島大学理工学部廃棄物の分別・出し方

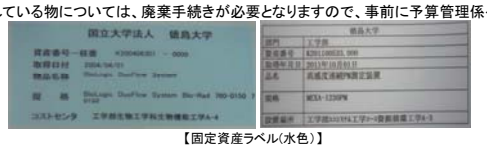
平成29年1月

| 分類区分 | | 廃棄物の種類 | 廃棄物の例示 | 発生源での処理等 | 分別容器及び表示 | 排出時の注意事項 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 一般廃棄物 | 燃やせるごみ | 生ごみ，紙くず，木切れ，布類 | 紙くず，紙コップ，写真，シール等の台紙，複写式の伝票，油紙，感熱紙，防水加工紙，銀紙，洗剤の箱，ペーパータオル，マスク，滅菌パック，ガーゼの外包，野菜，貝殻等 | 大きいものは小さく切る<br>生ごみはよく水を切る | 緑色ビニール袋 | 排出元の講座名等を記入する<br>※建物内の一次保管場所、または指定のごみ収集所へ |
| | プラスチック類 | 容器包装リサイクル法による識別マークがあるもの<br>（一部無いものもあり） | 弁当の容器，ソース・マヨネーズ等のプラスチック容器，卵のケース，ラップ，トレイ，お菓子の袋等の食品用のプラスチック類，キャップ，ペットボトル等のふた，家電製品等を保護する発泡スチロール等 | 生ごみは残さない。醤油，煮汁等は水で流す | 透明ビニール袋 | |
| | 缶・ビン・ペットボトル | 缶<br>びん<br>ペットボトル | 飲料用ジュース等の缶<br>飲料用・食品用，コーヒー・クリープ等のびん<br>飲料用，酒，みりん，醤油等のボトル | 中を空にしてすすぐ<br>キャップ・ラベルはずす<br>ペットボトルはペットボトルマークの付いたもの | 青色ビニール袋 | |
| | 新聞・雑誌類 | 新聞紙<br>雑誌<br>雑紙 | 新聞紙，新聞折込チラシ<br>週刊誌，本<br>ノート，コピー用紙 | 平らに畳む | 種類ごとに結束する | |
| | ダンボール | ダンボール | | 平らに畳む | | |
| | シュレッダー | シュレッダーされた紙 | シュレッダーされた紙ごみ | | 透明ビニール袋 | |
| | 蛍光灯管球 | 蛍光灯管球 | 蛍光灯，電球等 | | 養生紙付 | |
| 特別管理産業廃棄物 感染性廃棄物 | 鋭利なもの | 鋭利なもの<br>（非感染性のものを含む） | 注射針・メス等 | | 感染性廃棄物庫保管のシャープスコンテナー | 分別容器の破損に注意し，感染性廃棄物庫に運ぶこと |
| | | | 試薬ビン・試験管・シャーレ・ガラス等の破片(水で軽くすすぐ) | 試薬瓶はラベルシールをはがすこと | 感染性廃棄物庫備付の専用ドラム缶<br>（透明・茶色に分別） | |
| | 固形状のもの | 病原微生物に関連した試験・検査等に用いられたもの | 試験・検査等に使用した試験管，培地，シャーレ，プレパラート等<br>実験動物の死体 | オートクレーブ等で滅菌等の適正処理をする | 感染性廃棄物庫備付の専用ダンボール箱<br>黄色ビニール袋に入れ、ダンボールに入れる<br>※凝固剤を加える等で液漏れを防ぐこと | 1箱10kg未満とする。<br>専用ダンボールに排出元の学部・講座名・重量・中身等を記入する。<br>薬品が付着していない実験ごみであっても「感染性廃棄物」として廃棄する。<br>シリカゲルも該当する。 |
| | | 血液等が付着したもの | 実験，手術用手袋等のディスポーザブル製品，石膏，脱脂綿，ガーゼ，包帯，チューブ，注射筒，透析器具(チューブ，フィルター等) | | | |
| | | その他感染の恐れのあるもの | 感染症を生じる恐れのある廃棄物(汚染物が付着した紙くず，繊維くず，プラスチック類，注射筒，ディスポ手袋，チューブ等) | | | |
| | 液状，泥状のもの | 血液等の入ったもの | 血液，体液等の入ったディスポーザブル製品 | | | |
| | プラスチック容器 | プラスチック製薬品容器 | 使用済の薬品容器（3Lまで） | 中身を濯いで | | |
| 産業廃棄物 | 一斗缶 | 使用済みのもの | 薬品用の一斗缶 | 中身を濯いで | 可能な限り平らにする | 排出元の講座名等を記入すること<br>（油性ペンで記入） |
| | ポリ容器 | 廃液用ポリ容器 | 使用しなくなったポリ容器<br>破損ポリ容器 | | | |
| | 燃やせないごみ | 金属類，ガラス類，陶器類 | なべ，やかん，スプレー缶等の金属類，ハガネハンガー，コップ・花瓶等のガラス類，茶碗・湯飲み等の陶器類，皮革製品，アルミホイル | 割れものは紙などに包み危険の無いようにし，「割れもの」と記載する。<br>スプレー缶は，必ず中身を使い切ること | 透明ビニール袋 | 燃やせないごみは、指定ビニール袋に排出元の講座名等を記入する<br>廃棄庫に奥から重ねて並べること<br>資産ラベルを剥がし廃棄すること |
| | | プラスチック類 | スライドフィルム，ライター(ガスを抜く)，カセットテープ，ハンガー，食器，フロッピィディスク，ねりわさび・歯磨き粉等のチューブ，バケツ等 | プラスチック製容器包装類は別に分ける | | |
| | 粗大ごみ | 30cm角まで | 30cm角内のもの （パソコン等）<br>濡れると溶けるものや色の出るもの | | 透明ビニール袋 | |
| | | 30cm以上 | 30cm以上のもの（机・棚・椅子・実験機器等）<br>小さくても重たいもの | | | |
| その他 | 家電リサイクル対象品 | | 家庭用のエアコン・テレビ・冷蔵庫・洗濯機 | | | 予算管理係へ連絡する（費用は研究室負担） |
| | 再資源化対象品 | | 小型二次電池<br>（密閉型ニッケル・カドミウム蓄電池，密閉型ニッケル・水素蓄電池，リチウム二次電池，小型シール鉛蓄電池） | | | |
| | 機密書類 | 個人情報誌等 | 職員・学生等の個人情報が入っている書類 | できるだけ綴じ具の金具等を取り除く<br>（ホッチキス可） | ダンボール箱に入れる又はひもで縛る | 調達係へ依頼する （費用は研究室負担） |
| | 有害ごみ | 乾電池 | 使用済乾電池類 | | 透明または半透明ビニール袋 | |

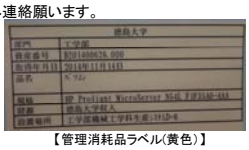
☆1　下記のような少額資産・固定資産・管理消耗品ラベルを貼付している物については、廃棄手続きが必要となりますので、事前に予算管理係へ連絡願います。



【少額資産ラベル（白色）】



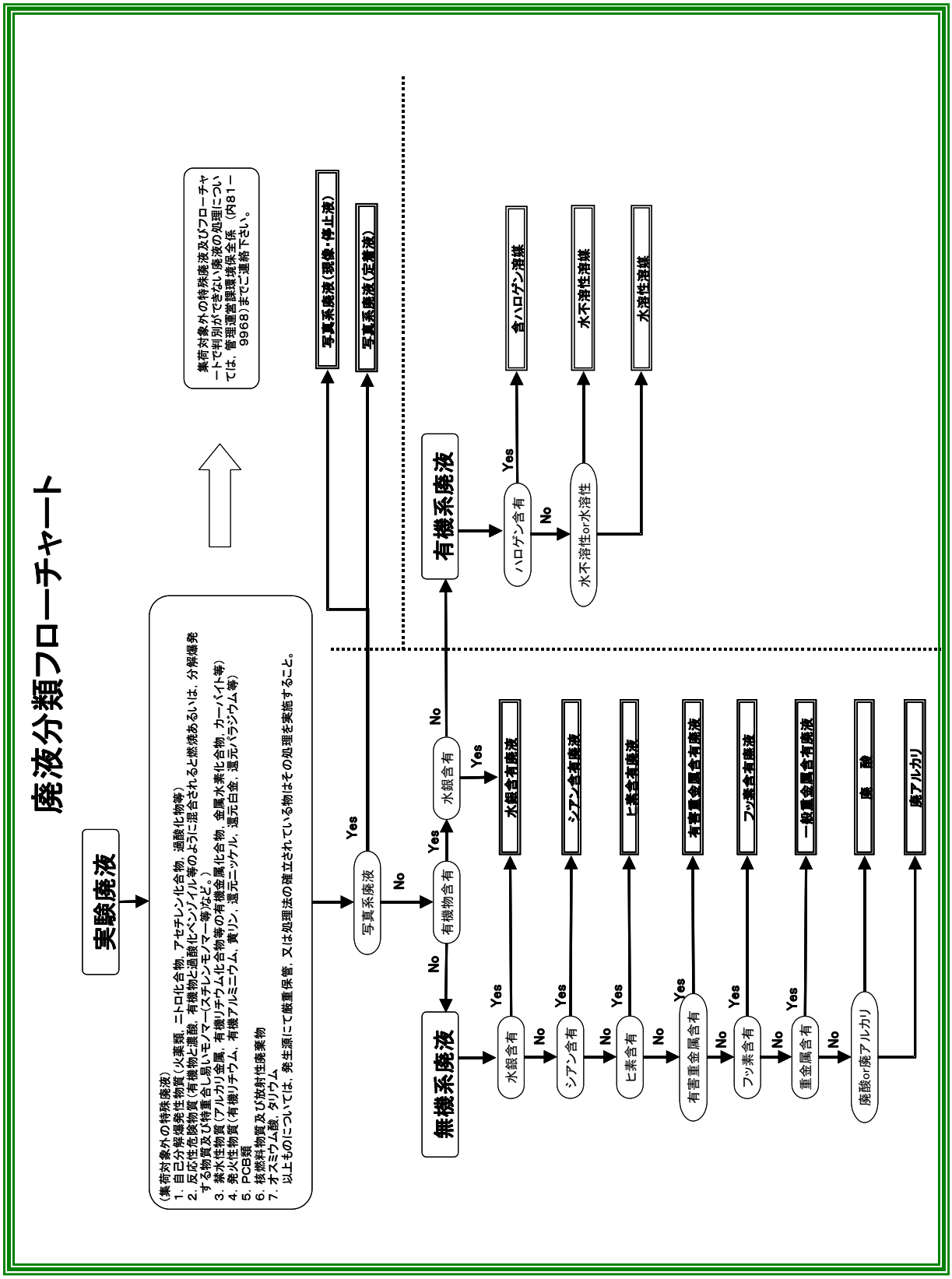
【固定資産ラベル(水色）】



【管理消耗品ラベル(黄色）】

※不明な点は理工学部予算管理係（4122）へお尋ねください。

[13 章の付録 2]


廃液分類フローチャート
実験廃液
(集荷対象外の特殊廃液)
1. 自己分解爆発性物質(火薬類、ニトロ化合物、アセチレン化合物、過酸化物等)
2. 反応性危険物質(有機物と濃酸、有機物と過酸化ベンゾイル等のように混合されると燃焼あるいは、分解爆発する物質及び特重合し易いモノマー(スチレンモノマー等)など。)
3. 禁水性物質(アルカリ金属、有機リチウム化合物等の有機金属化合物、金属水素化合物、カーバイト等)
4. 発火性物質(有機リチウム、有機アルミニウム、黄リン、還元ニッケル、還元白金、還元パラジウム等)
5. PCB類
6. 核燃料物質及び放射性廃棄物
7. オスミウム酸、タリウム
以上ものについては、発生源にて厳重保管、又は処理法の確立されている物はその処理を実施すること。
集荷対象外の特殊廃液及びフローチャートで判別ができない廃液の処理については、管理運営課環境保全係（内81－9968）までご連絡下さい。
写真系廃液
写真系廃液(現像・停止液)
写真系廃液(定着液)
有機系廃液
ハロゲン含有
含ハロゲン溶媒
水不溶性or水溶性
水不溶性溶媒
水溶性溶媒
水銀含有
水銀含有廃液
無機系廃液
有機物含有
水銀含有
シアン含有
シアン含有廃液
ヒ素含有
ヒ素含有廃液
有害重金属含有
有害重金属含有廃液
フッ素含有
フッ素含有廃液
重金属含有
一般重金属含有廃液
廃酸or廃アルカリ
廃酸
廃アルカリ
Yes
No

[13 章の付録 3]

# 特殊廃液の分別区分表

写真系廃液

| 廃液の種類 | 成　分 | カラーコード | 注　意　事　項 |
|---|---|---|---|
| 現 像 液 | 現像液・停止液 | 緑 | ①　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>②　無機廃液及び有機溶媒を混入してはならない。 |
| 定 着 液 | 定着液 | 緑 | ①　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>②　無機廃液及び有機溶媒を混入してはならない。 |

無機系廃液

| 廃液の種類 | 成　分 | カラーコード | 注　意　事　項 |
|---|---|---|---|
| 水銀含有<br>廃　　液 | 無機水銀とその化合物<br>有機水銀とその化合物<br>金属水銀<br>アマルガム 等 | 黄 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　金属水銀は除去しておく。<br>④　有機溶媒を混入してはならない。 |
| シアン含有<br>廃　　液 | シアン化合物<br>シアン錯化合物 | 赤 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　酸性廃液は直ちにアルカリ性にしておく。PH11以上とし次亜塩素酸ナトリウムを加え，1時間以上放置後貯える。（酸性にすると猛毒のシアン化水素ガスが発生する。）<br>④　有機溶媒を混入してはならない。 |
| ヒ素含有<br>廃　　液 | ヒ素 | 赤 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　ヒ素は10ppm以下にする。<br>④　有機溶媒を混入してはならない。 |
| 有害重金属含有<br>廃　　液 | カドミウム，クロム，鉛，セレン | 黒 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　左の成分は混合して貯えてよい。<br>④　有機溶媒を混入してはならない。 |
| フッ素含有<br>廃　　液 | フッ素 | 黒 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　有機溶媒を混入してはならない。 |
| 一般重金属含有<br>廃　　液 | 銅，亜鉛，鉄，コバルト，スズ，ニッケル，銀，マンガン，チタン | 黒 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　左の成分は混合して貯えてよい。<br>④　有機溶媒を混入してはならない。 |
| 廃　　酸 | 硫酸，塩酸 | 黒 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　有機溶媒を混入してはならない。 |
| 廃アルカリ | 苛性ソーダ<br>苛性カリウム | 黒 | ①　第一次洗浄廃水，第二次洗浄廃水を含む。<br>②　固形物はあらかじめ除去しておく。沈殿物はろ過し，スラッジは別の密閉容器に保管する。<br>③　有機溶媒を混入してはならない。 |

有機系廃液

| 廃液の種類 | 成　分 | カラーコード | 注　意　事　項 |
|---|---|---|---|
| 含ハロゲン溶媒 | クロロホルム，トリクロロエタン，トリクロロエチレン，四塩化炭素，クロロベンゼン　等 | 白 | ①　重金属の有害物質，PCB等の難分解性化合物を含まないこと。<br>②　塩酸等の金属を腐食さす物質を含まないこと。<br>③　ジエチルエーテル等の低沸点可燃性溶媒を含まないこと。<br>④　含硫黄溶媒を含まないこと。<br>⑤　アルコール，アセトン等の水溶性溶媒が水を含んで混入した時は，大量の水でよく水洗いし，分離した水槽を除去しておくこと。<br>⑥　処理装置の保全のため水含量を約1％以下にすること。<br>⑦　あまり粘度の高くないこと。<br>⑧　沈殿固形物を含まない均一な液体であること。 |
| 水不溶性溶媒 | ベンゼン，キシレン，酢酸エチル，n−ヘキサン，トルエン，ニトロベンゼン，ジオキサン，n−オクタノール，メチルイソブチル，廃油，パラホルムアルデヒト，グクタリアルデヒド 等 | 白 | |
| 水溶性溶媒 | メタノール，アセトン，ホルマリン，二硫化炭素，チオフェン，ジエチルエーテル　等 | 白 | ①　重金属の有害物質，PCB等の難分解性化合物を含まないこと。<br>②　塩酸等の金属を腐食さす物質を含まないこと。<br>③　必ず20倍以上希釈する。又，他の廃溶類と混合しない。（帯電防止，過酸化物生成と分解爆発防止のため）<br>④　含窒素（アセトニトリル，ピリジン，アミン類等）含硫黄（チオ尿素等）化合物及び有機リン化合物は含有率を10%以下にする。<br>⑤　沈殿固形物を含まない均一な液体であること。 |

# 14. 生物資源産業学部における実習時の注意事項

## 14.1　はじめに

生物資源産業学部では,「１次産業, 食料, 生命化学に関する幅広い専門知識と, 生物資源の製品化, 産業化に応用できる知識と技術を有し，国際的視野に立って，生物資源を活用した新たな産業の創出に貢献できる人材」を育成することを目的として，入学後の全学生を対象に「生物生産フィールド実習」及び「インターンシップ」を実施する。「生物生産フィールド実習」では，食や農林水産業を総合的に理解できるよう，農業，林業，漁業等の生産現場の作業や環境を体験させる。また,「インターンシップ」では，徳島県の試験研究機関や団体，企業等において，３週間以上就労経験を積む。

学生・教職員にあっては，これらの授業科目の実施に当たり，あらかじめ本紙により実習時の注意事項を確認し，事故や災害が生じないよう，また，生じてもその被害が最小限となるよう十分配慮されたい。

なお，生物資源産業学部の実習や研究には，農場，水圏，森林圏，家畜舎，生産加工現場等での諸活動が含まれており，さらに，刃物や火気も扱うため，学生はあらかじめ「学生教育研究災害保険」及び「インターンシップ・教職資格活動等賠償責任保険」に加入しておくこと。

## 14.2　農場実習の活動に関する基本的注意事項

(1)　実習を行う学生は，担当教員及び技術職員の指導に従い行動する。

(2)　担当教員及び技術職員は, 学生に対して, 実習中の活動が単独作業とならないように指導し配慮する。

(3)　農場での作業は, 夏季の炎天下や温室内での高温下での作業となることがあるため, 定期的に休息時間を設けることや，水分補給を行うなどして熱中症に注意する。

(4)　体調を崩した場合や怪我をした場合は, 担当教員及び技術職員に速やかに連絡する。些細な傷でも破傷風や思わぬ感染症にかかる場合がある。

### 14.2.1　農場の活動における一般的注意事項

(1)　服装は動きやすく，作業に適した通気・吸湿性のある繊維素材のもので，体型・体調に合った肌の露出の少ないものを着用する。履物は長靴，地下足袋，ズック靴などが適しており，天候や実習内容を考えて選択する。

(2)　炎天下には帽子を着用し，作業時はできるだけ手袋を着用する。

(3)　定刻までに教室に集合し，実習の内容説明，諸注意などをよく聞く。

(4)　平素の体調に注意し，不調の際は担当教員に申し出て指示を受ける。

(5)　作業の慣れによる気の緩み，疲労からくる握力の低下や集中力の欠如などに十分気をつけ

る。

(6)　作業中の天候の急変，特に落雷が危惧される場合などは早めに作業を中止して低い安全な場所に避難する。

(7)　農薬類または試薬を使用する際は，担当教員または技術職員の説明をよく聞き，取り扱う場合は直接薬剤に触れないようにする。

(8)　薬剤散布の際は,ゴム手袋・カッパなどの保護衣を必ず着用し，ゴーグルやマスクをつけ，飛沫が目に入らないようにするとともに吸い込まないようにする。また,散布後はうがいをし，手足，顔などの露出部はよく洗剤で洗い流す。なお，薬剤の取扱に関する注意事項は「８．薬品類の安全な使い方」を参照のこと。

### 14.2.2　農機具の取り扱いに関する注意事項

(1)　小農具のクワ類，カマ，フォークなどを使用する場合や，つぎ木実習で鋭利なナイフを用いる場合は，自分はもとより他人をも傷つけないように，周囲に十分配慮して使用する。

(2)　実習中に一時的に農具類を置く場合がある。勝手に放置せず，他の人にも分かるように立てたり，一ヵ所にまとめて置くように心掛ける。例としてクワ，ナタなどの小さな刃物は，放置すると，雑草などに隠れて所在が分かりにくくなることがあり危険である。また，圃場や畦畔は足場が悪く一定でないことが多い。刃付きの農具をもって移動する際は,転倒しないように注意する。

(3)　エンジン付き農機具の使用に際しては，実習時に配布される説明資料をよく読むとともに,担当教員または技術職員の説明と指示をよく聞き，誤った操作をしないように注意する。併せて，緊急時に備えてエンジンを停止させる方法を十分に理解しておく。さらに,周囲にも気を配り，事故が起こらないように注意する。

(4)　農機具の使用後は,洗浄してから必要に応じて注油するなどの手入れを行い，格納の際は種別に分類し，整理整頓に心掛ける。

### 14.2.3　果樹園での作業に関する注意事項

(1)　果樹園周辺にはスズメバチ，イノシシ，カラスなどの野生動物が多く，それらを発見した場合は，周囲に注意を呼びかけるとともに，速やかに安全な場所に避難する。

(2)　果樹園内及びそこへ至る通路などは段差が多く，苔(こけ)ですべりやすくなっているため，足元には十分注意する。

(3)　果樹の棘(トゲ)，折れた枝には十分に周囲を払い，刺さらないように注意する。

(4)　果樹の収穫に使用する農具の使用方法について事前説明をよく聞き，怪我をしないよう十分に注意する。

(5)　届かない位置にある果実を収穫しようと無理に果樹に登ったり，はしごを勝手に使用したり

しない。

## 参考書

(1)　信州大学 -実験・実習における安全の手引(H27)
(2)　筑波大学 -安全管理指針及び安全マニュアル(H24)
(3)　岩手大学農学部 -安全マニュアル(H22)

## 14.3　水圏(海・川・湖沼・池)での活動に関する注意事項

海域や川・湖沼・池での野外活動では，波浪の影響を受けたり，滑りやすい石の上での作業が多く，足元が不安定であるため，転倒事故や落水事故が起きやすい。また，生物採集等については法令で制限されているものも多く，十分に注意しなくてはならない。そのほか，海域においては地震発生時の津波への注意も怠ってはならないが，これについては「3.2 地震について」を参照のこと。

### 14.3.1 海域での活動時

(1)　帽子は必ず着用し，特に日射しが強いときは，サングラスや日焼け止めを利用する。
(2)　日焼け防止や転倒時の外傷を避けるため，長袖，長ズボンを着用する。
(3)　履物は滑りにくいものとし，ヒールやサンダル等の使用は避ける。
(4)　非常時の連絡のため，防水対策を施した携帯電話を携行する。
(5)　常に最新の天気予報を確認する。波浪や風の予報に注意を払い，活動時の潮位変動を確認しておく。
(6)　活動予定水域で漁業に従事する者とのトラブルを避けるために，事前に地先の漁業協同組合に連絡をとる。
(7)　海洋生物の採集に際しては，各都道府県の海区漁業調整規則として，使用できる漁具漁法や採集できる海洋生物の体長等の制限，禁止期間，禁止区域などのルールが定められており，この規則に違反すると罰金または懲役が科される。このため，事前に法令違反が無いことを確認し，必要に応じて特別採捕許可を都道府県知事に申請する必要がある。
(徳島県における問い合わせ先：徳島県水産振興課・漁業調整室 088-621-2477)

### 14.3.2 岸壁での作業

(1)　落水に備え，救命胴衣を着用する。
(2)　落水した者がつかまることができるロープ付き浮輪や長竿等を用意しておく。
岸壁と海面のような高低差がある場所での作業については「5.2 高所作業」を参照のこと。

### 14.3.3　小型船舶に乗船しての作業

(1)　乗船前には過食を避け，体調を整えておく。

(2)　船長の指示に従い，救命胴衣を必ず着用する。

(3)　船上では重心を低くして，船べりに腰かけたり手をかけたりしない。

(4)　乗船時は,波浪による周期的な揺れのほかに船舶の引き波や護岸からの反射波等による不意の揺れがあることを念頭に置き，常に手で船体の一部をつかみ，体を支持するようにする。

(5)　万一,落水しても，救命胴衣を着ていれば沈むことはないため，あわてず落ち着いて救助を待つ。また，落水者を発見したときは，大声で船長に知らせる。

(6)　溺れている者を発見したときは，できるだけ陸からの救助や，浮くものを投げるなどして救助する。泳いで救助に向かうと，溺れている者にしがみつかれて自分も助からなくなる可能性があるので注意する。

(7)　その他，船上での自然災害等への対応については，船長の指示に従うこと。

### 14.3.4　潜水作業

(1)　潜水による野外活動は，致命的な事故が発生しやすい。このため，日頃から十分にトレーニングをし，体調を整えて行う。

(2)　スクーバダイビングでは,Ｃカード相当(民間資格)ならびに労働安全衛生法に定められた潜水士の資格が必要である。

(3)　素潜りの場合であっても，原則Ｃカード相当(民間資格)のライセンスを取得していることが望ましい。

(4)　活動に際しては，バディシステムをとり，事前に入念に潜水計画を立てて打ち合わせてから行動する。

(5)　活動地点では，ダイビングフラッグを掲げて監視を行い，浮上時の船舶との接触が無いように十分に注意する。

(6)　潮汐表によって，あらかじめ潮汐に十分注意を払う。当日は波浪状況に十分注意して，波浪が高いとき，天候が悪いときは潜水調査を取りやめる。

### 14.3.5　海洋生物の取り扱い

(1)　事前に，活動海域における危険生物について情報を収集する。

(2)　生物を素手で触らない。

(3)　フグ類は，内臓だけでなく筋肉に毒を持つ種類もいるため，自分で調理して食べない。

(4)　万一，刺されたり，噛まれたりしても，落ち着いて対処する。慌てると，転倒したり落水したりして大事故につながる。現場での止血等の措置をし，痛みがひどいときは患部を冷やし，我慢せず病院に行く。

※危険な生物の例

○ 刺されるとその毒素により運動麻痺や激痛を生じる：

ハオコゼ，アイゴ，ゴンズイ，オニダルマオコゼ，アカエイ，ウミヘビ類，ヒョウモンダコ，アンボイナ，アカクラゲ，アンドンクラゲ，ハブクラゲ，ラッパウニ，ガンガゼ，オニヒトデ，ウンバイソギンチャク，ウミケムシ類

○ 鋭い歯で噛みつかれたり，ハサミで挟まれると出血する：

サメ類，フグ類，カニ類

○ 鋭い棘や鋭利な殻で靴底などをつらぬいて刺さる：

ウニ類，カキ類

### 14.3.6　河川・湖沼・池での活動時

(1)　降雨時および降雨が予測されるときは，河川での野外活動は控える。

(2)　溺れた人を助けるための十分な長さのロープ(ザイルなど)を携行する。

(3)　胴長(ウェーダー)は腰ベルトをしっかり止め，万一，転倒して流されたときに中に水が入って立ち上がれないことが無いようにする。

(4)　流れで足がすくわれるような場所や深い場所では，胴長とともに救命胴衣を着用するか，浮力のあるウエットスーツやドライスーツを着用する。

(5)　溺れた人が出たときは，一人で救助しようとせず，できるだけ多くの者で救助にあたり，ロープを投げて，大声でロープにつかまるように叫ぶ。

(6)　河川で活動する場合，活動場所で雨が降っていなくても,上流で降雨があると急に水量が増すことがある。木の葉やゴミが流れて来たり濁水が流れて来た場合も，上流での急な出水を疑ってすぐに川から上がる。河川の中州にいる場合，増水により中州から出られなくなる危険がある。

(7)　護岸ブロック(十字ブロックなど)があるところでは,水がブロックの間を急激に流れるため,ブロックの間に身体が吸い込まれ，危険である。

(8)　河川の石は滑りやすいため，転倒に注意する。

(9)　河川や湖沼の生物採集に際しては，各都道府県の内水面漁業調整規則として，使用できる漁具漁法や採集できる水棲生物の体長等の制限，禁止期間，禁止区域などのルールが定められており，この規則に違反すると罰金または懲役が科される。このため，事前に法令違反が無いことを確認し，必要に応じて特別採捕許可を都道府県知事に申請する必要がある。

(徳島県における問い合わせ先：徳島県水産振興課・漁業調整室 088-621-2477)

## 参考書

(1)　東京大学環境安全本部：野外活動における安全衛生管理・事故防止指針(第３版)

(2)　財団法人亜熱帯総合研究所：海の危険生物治療マニュアル

## 14.4　森林圏での活動に関する注意事項

本節では，森林で行われる生物生産フィールド実習における安全確保のための注意事項を記載する。森林での実習は，足元が不安定であることによる転倒，受身を取った箇所に不注意に置かれていたカマ，木の枝により，容易にケガが起こり得る。その結果，通常の室内実習と異なり，死亡や後遺障害につながる大事故も起こり得る。さらに，日常では気が付かない危険生物にも十分注意する心がけが必要である。なお，緊急時における連絡先や連絡方法の詳細は，別途定めるのでそれに従うこと。

### 14.4.1　一般的な注意事項

(1)　担当教員の指示をよく理解し，遵守する。
(2)　実習は全て，徳島県が施業等の管理を行っている森林で行われるため，別途定める本学と徳島県との協定を遵守する。
(3)　常に二人以上で行動する。
(4)　携帯電話または呼子を携行する。
(5)　使用道具の危険性を熟知し，被害を避けるよう努める。
(6)　人に危害を与える恐れのある動物，昆虫，植物など(毒蛇類，ハチ類，毒蛾，マダニ，ヤマビル，ウルシ等)の習性を熟知し，被害を避けるよう努める。
(7)　緊急時の処置に関する指導をよく理解し，最低限の救急処置を習得する。
(8)　気象に関する情報を把握し，常に注意する。
(9)　長袖，長ズボン，長靴，ヘルメットを着用する。
(10)　谷，沢では雨天になりそうなときは，その場から避難する。
(11)　歩行中，作業中の転倒に注意する。
(12)　落石，転石，滑落を起こさないように注意する。
(13)　道に迷った場合やはぐれた場合は，直ちに携帯電話または呼子で連絡する。
(14)　いかなる事故が起きても，速やかに担当教員に連絡し指示を受ける。

### 14.4.2　森林作業現場での注意事項

(1)　別途定める本学と徳島県との協定に則り実習する。
(2)　カマは，使用の前に自ら安全点検を行い，安全なものを使用する。
(3)　移動，作業地内での歩行では，互いに十分な距離を確保する。
(4)　傾斜面での作業では，上下作業にならないよう，十分に間隔を取る。

(5)　喫煙は，定められた場所以外では許可されない。

### 14.4.3　人身に危害を与える動物・植物への対策

スズメバチ等の対策

(1)　作業着は，黒色を避け，白色または黄色系統のものを着用する。

(2)　純毛，毛皮，ひらひら動くものなどが付いた作業着は着用しない。

(3)　ヘアースプレー，ヘアトニック，香水等，刺激性の強い物はつけない。

(4)　保護帽，防護網，長袖シャツ，手袋などを着用し身体を保護する。また,スプレー式の防虫剤を携帯する。

(5)　春先，巣作りしているハチを見つけたときは，速やかに担当教員に連絡し，指示を仰ぐ。

(6)　夏，秋の巣は最も危険であるので，近寄ってはならない。ハチが近くにいても，驚いて振り払うなど急激な動きをしてはならない。ハチが襲ってきたときは,地面に伏せるなどして静まるのを待つ。

(7)　ハチの餌になる昼食時の残飯，ペットボトル，空き缶は持ち帰る。

(8)　ハチの巣を発見したときは,標識テープで表示するか，周囲の者に口頭で所在を知らせ，事故を未然に防ぐよう措置する。

(9)　自らの経験により心配な者は,医療機関でハチの抗体検査を受ける。ハチ毒アレルギーの者は,アドレナリン自己注射薬(エピペン)を持参する。

(10)　ハチに刺されたときは，速やかに担当教員に連絡する。ポイズンリムーバーでハチ毒を吸い出し，水で冷やす。じんましん，頭痛，吐き気，めまい，呼吸困難などの症状が出たときは，ハチ毒アレルギーと考えられるため，速やかに最寄りの医療機関を受診する。

漆類の対策

(1)　できるだけ，ヤマウルシ，ヤマハゼ，ハゼノキ，ツタウルシに接触しない。

(2)　これらの樹液を身体に付着させない。

(3)　皮膚を露出しない服を着用する。

(4)　作業後は洗顔，手洗い，埃払いを励行する。

(5)　かぶれがひどいときは，担当教員に連絡する。さらに，最寄りの医療機関を受診する。

マダニの対策

(1)　皮膚を露出しない服装とする。

(2)　肌の露出部分には，防虫スプレーを使用する。

(3)　マダニにかまれたときは，ピンセットなどを使ってダニの頭をつかんでとる。高熱，発疹の症状が出た場合は，担当教員に連絡する。さらに，速やかに最寄りの医療機関を受診する。

ヤマビルの対策

(1)　皮膚を露出しない服装とする。
(2)　ズボンの裾は靴下の中に入れ，上着の裾はズボンに入れる。
(3)　忌避剤は皮膚に塗るのではなく，靴，靴下，ズボンの裾，手袋，上着などに塗布する。
(4)　ヤマビルにかまれたときは,火を近づけるか，塩や消毒用エタノールをかけて取り除く。取り除いたヤマビルは，速やかに殺虫する。
(5)　ヤマビルに吸血されたら，ポイズンリムーバー等で血液を良く吸出し，絆創膏などを貼り止血する。

カエンタケの対策

カエンタケを見つけたときは，決して触らず，担当教員に速やかに連絡する。

## 参考書

(1)　東京大学環境安全本部：野外活動における安全衛生管理・事故防止指針(第３版)
(2)　林業における安全衛生推進者必携　初任時能力向上テキスト，林業・木材製造業労働災害防止協会　平成 25 年 6 月

## 14.5　家畜動物の取扱に関する注意事項

### 14.5.1　畜産施設への立ち入り

畜産施設への立ち入りに際し，家畜における伝染病予防のための対策(清潔な服装，汚れのない長靴)を準備した上，さらに畜舎立ち入り前の消毒等を行うことが必要である。また，実習後は，人獣共通感染症予防(大腸菌感染症等)のため，手洗いを行うことを忘れてはならない。

(1)　豚舎・牛舎に入る時は，長靴を消毒槽で消毒する。
(2)　豚舎・牛舎内は，濡れてすべる場合があるので，足元には十分注意する。
(3)　実習後や家畜への処置後は手を洗い，衣服・靴の汚れを落とす。
(4)　作業安全・衛生のため，装飾品などははずす。また，長髪の場合は束ねるなど作業衛生上配慮する。
(5)　家畜伝染病予防のため，海外旅行等により外国から日本に帰国して 1 週間は畜舎内に立ち入らない。

### 14.5.2　家畜への対応

家畜にとってヒトは異種の動物種であり，警戒心が強いことを忘れてはならない。不意の蹴り，咬む行為について，細心の注意を要する。また，動物愛護の観点から，疼痛を与えるような行動を家畜に与えてはならない。

(1)　大声，威嚇，急な動きなど家畜を刺激する行為をしない。

(2)　牛の場合，蹴られる危険があるため家畜の後ろには立たない。
(3)　豚の場合，噛まれることがあるので，むやみに近づかない。
(4)　家畜の左右に立つときは，家畜が動いてパイプや壁との間にはさまれたり，足をふまれたり，尻尾で叩かれたりしないように注意を払う。
(5)　家畜の捕獲，移動，及び処置をする場合は，担当教員の指示に従う。
(6)　人工授精など家畜に処置を行う場合は，家畜をしっかり保定する。
(7)　妊娠及び分娩前後の家畜には極力静かに近づき対応する。
(8)　家畜の脱走時は，速やかに担当教員に連絡し，指示に従い捕獲する。

### 14.5.3　農具などの取り扱い

畜舎内では各種畜産機械を利用しており，作業においては様々な危険が存在しているため，常に安全に注意して作業に当たらなければならない。大型機器を扱う場合は，細心の注意を持って作業範囲内に他者が入らないように気を配るとともに，自身にも十分配慮する。

(1)　フォークやシャベルなどの農具を使う場合は，作業範囲内に他者が入らないように気を配るとともに，自身の足，手，指に十分配慮する。
(2)　配餌車やローダーなどの作業車にむやみに近づかない。また，複数で作業する場合は互いに確認をとりながら行う。
(3)　農場実習中は，担当教員の説明をよく聞いて，わからない事があった場合は，その場で質問する。
(4)　実習中に体調を崩した場合や怪我をした場合は，担当教員に速やかに連絡する。

### 参考書

(1)　茨城大学編：安全マニュアル

## 14.6　食品加工実習における注意事項

食品加工の実習では，調理の際に刃物や火気を扱うことから，けが・やけど等の事故に注意しなければならない。事故を未然に防ぐには，実習前の身支度や心構え，実習中に注意することが必要である。また，加工機器や器具に対する知識や，実習前や実習後の点検も大切である。

### 14.6.1　実習における心構え

実習中に包丁で指先を切ったり，熱湯や火によるやけどなどをすると，自分だけでなく周りの人たちにまで迷惑をかけ，肉体的にも精神的にも大きな打撃を受けたり，与えたりする。そのために，自分自身が日頃から注意する努力をして，事故を未然に防止しなければならない。

### 14.6.2　実習前の注意

安全に実習を行うために，各項の注意を遵守すること。

身支度等についての注意

(1)　清潔な実習衣を着用し，服が出ないようにそで口を締め，ボタンを留める。

(2)　三角巾または帽子を着用し，髪の毛を包むようにする。また，長い髪は後ろにまとめる。

(3)　履物は，疲れにくく滑りにくいものを選ぶ。ヒールは厳禁とする。

(4)　化粧はしない。また，香りの強い化粧品や香水は使用しない。

(5)　爪は，間に菌や埃などが入りやすく不衛生であるため，短く切り揃える。

(6)　マニュキアは，剥がれて食品に混入するため使用しない。

(7)　調理実習室や厨房に入る際は，イヤリング，ピアス，指輪，ペンダント，ネックレス，腕時計などのアクセサリー類は必ず全て外す。これらを作業中に落とすと異物混入の原因となる。また，指輪やブレスレットと手指の間には菌が繁殖しやすく，手洗いで洗い流すことが困難である。

手洗いの方法と注意

(1)　水で手を濡らし石けんをつける。

(2)　指，腕を洗う。特に指の間，指先をよく洗う(30 秒程度)。

(3)　水で石けんをよく洗い流す(20 秒)。

(4)　(1)から(3)までの手順は，２回以上実施する。

(5)　手を拭く際は，個人用のタオルを使用し，他の人とタオルなどの共用はしない。

(6)　手指に消毒用のアルコールをかけ，よくすり込む。

調理台・機器器具・食材の取扱の際の注意

(1)　調理台は，実習を始める前に必ずきれいに拭く。

(2)　機器・器具は，使用する数を限定する。使用前に必ず洗い，清潔な乾いた布巾などで拭く。

(3)　包丁やまな板は，肉，魚と野菜を分けるなど用途別に使い分ける。

(4)　野菜・果物は，下処理を行う前に必ず水洗いし，泥や埃を洗い流す。

(5)　下処理がされていない魚類は，必ず水洗いし，表面を洗い流す。

(6)　食材の保管は，適正な温度で行う。また，床に落とさないように注意する。

その他の注意事項

(1)　指先や手にけがをしている時は，食物に直接触れる作業はしない。ニキビが化膿している時も同様とする。

(2)　視力が正常でない人は，度数を適切に調整した眼鏡を着用する。

### 14.6.3　実習中の注意事項

(1)　実習中は，指導者の指示に従い，勝手な行動は慎む。また，無闇に持ち場を離れない。
(2)　機器や器具は，正しい使用方法を熟知し，遵守する。特に，刃物や先の尖った器具の取扱や使用方法には注意する。
(3)　包丁は，決して他者に刃先や先端を向けない。また，使用しない時は，決められた場所に置く。包丁の扱いについては，実習中に説明するので，それを守ること。
(4)　火や高温の湯・油を扱う際は，周囲によく注意する。
(5)　実習中，実習室を一時退出する際は，必ず帽子・白衣を脱いで退出する。また，帰って来たときは，手洗いをして帽子・白衣を着用する。

### 14.6.4　実習終了後の点検事項

実習終了後は，実習室の安全と清潔のため，指導者の指示に従って次の事項を実施・点検する。
(1)　機器や器具を洗浄・乾燥・消毒する。
(2)　機器や器具の状態(破損の状況等)と使用した数を確認する。
(3)　機器や器を定位置に後片づける。
(4)　実習台や流しを清潔に掃除し，実習室を清掃する。
(5)　ごみ(生ごみ・可燃ごみ・不燃ごみ)の後始末をする。
(6)　ガス器具のコックや元栓，水道栓が閉まっていることを確認する
(7)　電気器具は，電源が切れているか，また，コードのプラグが抜いてあるかを確認する。

### 14.6.5　事故(けがや火傷など)への対応

実習中にけがや火傷を負った者が生じた場合は，直ちに指導者に報告し，応急処置をする。

### 14.6.6　火事への対応

実習中に火事が生じた場合は，一人で消火しようとせず，その規模によらず直ちに指導者に伝え，その指示に従い消火活動を行う。なお，火災が発生した場合の対応の詳細は，「3.1.3　火災がおこったときの処置」を参照のこと。

## 参考書

(1)　生活科学研究会編：調理実習を安全に行うために
(2)　松崎政三他著：映像で学ぶ調理の基礎とサイエンス

# 15. 安全に野外調査を行うために

## 15.1　安全に野外調査を行うために

本研究部では，授業や研究の一環として，野外調査を行う場合がある。本章では主に地球科学分野で実施する野外調査を念頭において，安全に野外調査を行うための指針を提供する。

野外調査は単独で行う場合と，グループで行うことがある。グループで行う場合には，必ずリーダーを決め，その指揮のもとに調査を行う。リーダー（単独調査の場合は本人）は調査の目的を明確にし，無理のない調査計画をたて，常に安全の確保に万全を期すことが求められる。

### 15.1.1　調査前の準備

(1)　事前に指導教員とよく打ち合わせてを行い，調査地域と調査の目的を明確にしておくこと。

(2)　無理のない調査計画を立てること。長期間にわたる調査を企画する場合，雨期は原則として避けるべきである。台風の時期や気象が変わりやすい春先の調査も注意を要する。事前に気象情報をよく収集し，悪天候が予想される場合は中止すること（気象庁 HP の「全般気象情報」をチェックしておく。全国と地方ごとの情報に加え，都道府県ごとの情報も発表される)。

(3)　文化財・自然保護関連法令(自然環境保全法・自然保護法・鳥獣保護法・種の保存法など)に抵触しないよう注意すること。特に国立公園や県立自然公園などでは，試料採取や露頭改変が厳しく制限されているので，事前に URL(環境省自然保護事務所のホームページなど)で調べておく。採取が必要な場合は，許認可について必要な書式を調べ，協議書の提出など必要な手続きを行うこと。場合によっては数ヶ月を要することもあるので，早めに対応することが望ましい。

(4)　個人の財産権を侵さないように注意すること（特に化石や鉱物の採集など)。現地看板などの注意書き遵守はもちろんのこと，地元住民から情報を集める努力も必要である。入会山，松茸山，私有林などは，可能な限り事前に所有者に挨拶し，入山許可を得るようにしたい。特に私有林で採掘を行う場合は，土地の所有者に直接会って許可をもらうことが絶対的に必要である。また，土地の所有権とは別に，特定の資源・鉱床の採掘権は別に設定されていることがあるので，十分に注意すること。

(5)　国有林などでは必要に応じて森林管理署（四国の場合，林野庁四国森林管理局，徳島県では徳島森林管理署）の入山許可を得るとよい。特に林道沿いの調査をする場合，所轄の森林管理署や森林組合に予め連絡を取っておくと，施錠した林道への車の乗り入れも許可されることがある。

(6)　調査地はもちろんのこと調査地までの移動の間にどのような危険が存在するか，事前に検討しておくことが重要である。病院の所在地なども確認しておくと良い。沖縄諸島のハブや北海道のエキノコックス（サナダムシの仲間）など，ある地域に固有の危険な生物や，風土病が知られている。事前に URL 等で情報を集め，もしもの場合への対処法をあらかじめ把握しておくことが重

要である。過去に蜂に刺された経験があるものは，ハチ毒の抗体検査を受け，必要と判断された時はアドレナリン自己注射薬を処方してもらうと良い。調査地が海外である場合，地域によっては破傷風や肝炎などの予防接種を受けることが必要となる。

(7)　万一の事故に備えて，学生傷害保険や国内旅行保険に加入しておくこと。調査地が海外の場合は，外務省海外安全ホームページなどで安全に関わる情報を確認するとともに，海外旅行保険に加入しておく。

(8)　調査地域とその周辺をカバーした 2.5 万分の 1 や 5 万分の 1 の地形図(日本では国土地理院が発行)を準備する。現地の役場で 1 万分の 1，もしくはさらに大縮尺の土地利用図などを入手できる場合もある。Google Earth や，携帯端末でも使用できる各種の地図提供サービス（地理院地図，スーパー地形など各種の地形図アプリ）なども有用であるが，山間部の調査では現地でデータを読み込めないことが多いので，必ず紙媒体の地図や衛星画像を準備しておくこと。

(9)　短期間であれ長期間であれ，野外調査に出かけるときは，必ず指導教員に通知すること。

### 15.1.2　調査中の注意

調査にあたっては，調査地域の人たちに理解され，受け入れられるようにふるまうこと。研究目的の調査だからといって，周囲の人に迷惑をかけたり，不愉快な思いをさせたりしてはならない。地質調査に使うハンマーなどは，一般人にとっては凶器に映ることもある。特に国外の調査では，近年各地でテロ行為が頻発したこともあり，見知らぬ調査者に対して過敏な反応を示される場合も多い。節度を持って行動すること。地元の人に対してはできる限り挨拶などの声掛けをすることが肝要である。その際，「大学の研究」であることを積極的に説明しよう。思わぬ情報が得られるかも知れない。

調査中は調査と休憩の時間区分を明確にし，調査中は心身の緊張を欠かさないようにしよう。予定の時間や調査ルートを大きく外れないように注意する。特に集団行動の場合には，予定作業の消化よりも，決められた集合場所に決められた時間に到着することを優先する。

宿泊先での資･試料の整理が深夜に及ぶこともあるが,少なくとも 7 時間程度の睡眠時間を確保し，翌日の作業にそなえよう。早寝早起きの習慣をつけ，自身の健康管理に努めることが肝要である。悪天候が予想されるときは，原則として調査は中止すること。小雨の時でも沢登りなどは控えるべきである。体調が悪いとき，休養が十分でないときも危険な場所の調査を避け，無理な行程を組まないこと。

#### 15.1.2.1　移動と駐車

(1)　無理な移動（1 日に 500 km を越す運転など）は極力行わないこと。野外調査において最も深刻な事故が生じる機会は，調査地への往復（特に疲労の激しい復路）の交通事故にある。長距離運転は必ず，充分に休息をとったコンディションの良い状態で行うこと。

(2)　見通しの悪いカーブや登り坂の出口付近での駐車は絶対に避けること。追突によって深刻な事

故につながる可能性が高くなる。

(3)　調査中に駐車しておく車中には「徳島大学・調査中」などと書いたプレートを，調査者氏名・緊急連絡先とともに掲示しておくことが望ましい。

(4)　同乗者は声をかけたりして，運転手を積極的に補助すること。

#### 15.1.2.2　連絡の確保

(1)　長距離登山や沢歩きを必要とする場合には，できる限り複数名で行動すること。また，入山届に行動計画などを記入し，入山口に設置してあるポストに投函しておく。宿にはその日の行動予定を伝えておくこと。

(2)　スマートフォンや携帯電話は，使用する周波数帯が 4G・5G と大きくなるほど電波は短い範囲にしか届かない。人里離れた山岳域の調査では携帯電話での通話は不可能であることを前提に，トランシーバの使用など,連絡の手段を確保する工夫が必要である。また,不測の事態に備えて，予備の電源を携帯することが望ましい。

(3)　宿や集合場所に約束された時刻に戻らないとき，連絡がとれなければ，救助隊が組織され捜索費用が生じることもある。責任を持った行動をとることを心がけよう。

#### 15.1.2.3　安全の確保と装備

(1)　道路脇の露頭の観察については，車両の通行に十分注意をすること。特に大人数での巡検の場合，お互いに声を掛け合って，車両など危険物の接近を早めに知らせ合うこと。

(2)　露頭に接近しハンマーで叩く前に，周囲（特に頭上）に落石の危険がないか確認すること。観察中あるいは移動中に落石があった場合には，“ラク！”と声をかけて周囲の注意を喚起すること。崩壊地の調査では特に注意が必要である。

(3)　岩石ハンマーの使用については，破片によって失明したりしないよう，細心の安全配慮が必要である。ハンマーを使用する場合，周囲に人がいないことを確認し，必ず防護めがねをかけること。また，ハンマーでハンマーを打撃して試料採取を行う行為(合わせハンマー)は，周囲に金属片が飛び散る恐れがあり，非常に危険なので，絶対に行ってはならない。必ずタガネを用いること。

(4)　立ち入り禁止などの看板に注意を払うこと。旧坑などでは入坑禁止になっていることが多い。酸欠や落盤という危険性が予知できるからであり，当然従うべきである。

(5)　調査中は身体に合った長袖・長ズボン（濡れた時に乾きやすい素材を推奨する），落石や転倒による事故を防ぐためにヘルメットを着用することが望ましい。狩猟期には，狩猟対象の動物と誤認されないように，目立つ服装をするべきである。蜂の攻撃性を刺激しないためにも，黒色は避け，明るい色を選ぶほうが良い。ヒルや毒蛇のいるところではスパッツが有効である。原則として硬い靴底のくるぶしまで丈夫な生地で覆う靴を着用するべきであるが,沢などでは滑りやす

いので，底の柔らかい長靴などが適当なこともある。夏の沢では足袋とわらじが滑りにくく快適である。

(6)　すべりやすい水辺・海辺の調査では，なるべく両手を空け，手袋を着用して転倒に備える。そのためにもナップサックや腰カバン，ポケットの多い作業服・フィッシングベストを着用し，野帳や筆記用具，地図などをこまめにしまうように心がける。必要に応じて救命胴衣を着用し，電子機器は水没しても濡れないように水密チャックつきの袋などに入れて保管すること。

(7)　天候の急変に備えて雨具は必ず携行すること。夏でも長時間風雨にさらされると低体温症になることがある。

(8)　熱中症にならないように，こまめに水分と休憩をとること。日差しが強いシーズンは，つばひろの帽子や日焼け止めも必需品である。日焼けも体力を奪うので，注意すること。

(9)　調査地では，危険な生物に遭遇することがある。クマ，イノシシといった大型哺乳動物はもちろん，スズメバチ，マムシといった毒を持つ生物の特性を把握し，熊よけの鈴を使用して大型動物との鉢合わせを避けたり，蜂の巣を見つけたら近づかないなど，できるだけ事前に危険を回避する。

(10)　行動中の天候の急変(雷など)には，特に注意が必要である。霧(山ではガス)による視界喪失も，登山ルートの誤認につながりやすい。調査前から，十分な気象情報を収集し，体力的・時間的にも無理のない調査を行う必要がある。また，やむを得ず山中で日没を迎えたときに備え，懐中電灯や非常食(カロリーが高いもの，甘いもの)，ライターなどを携行することが望ましい。

(11)　地形図の読図とクリノメータ，高度計を用いて，歩行中や休憩時に現在位置の確認を頻繁に行うこと。見通しの悪い林間や，地形が単調な火山地域では経験者でも位置の特定が難しいことがある。GPS による測位は簡便であるが，天候や電波の状況によって利用できない場合もある。このため，明確な地点からの方角と歩測測定による位置の確認を怠らないこと。沢を登りながら調査を行うことが多いが，源流付近では本流をまちがえることもあるので注意を要する。

(12)　狭い岩尾根や急なガレ場を歩くときには，つかむ岩角や踏む岩が，不安定な浮き石でないか注意すること。岩尾根では浮き石を踏んで転落する危険がある。ガレ場を複数で調査するときは間隔をあけないように行動し，上方の者が誤って石を落とした場合は，下方へ大声で知らせること。一つの小石がきっかけで大きな岩雪崩を起こす危険もある。

(13)　降雨の後や地盤の緩んだ場所では，自然落石や崩壊があるので注意する。活動的な崩壊地では，木々が傾いたり，根曲がりを起こしているので十分に注意すること。活断層調査でトレンチ調査をする際も，トレンチ壁の崩壊には十分注意したい。

(14)　沢沿いに調査をするときはなるべく水幅の広い浅い瀬を選んで歩く。濁流時の渡渉や下流側に激流や滝がある地点での渡渉は避けること。風倒木などを丸木橋代わりにわたるときは，腐食や劣化による強度不足に十分注意すること。ザックを背負い，万一滑って流されると体の自由がきかずに溺死に繋がることもある。渓流を歩くときはすぐにザックを着脱できるように，

ベルトで腰に固定しないようにすること。

(15) 視界がきかないやぶの中では勘に頼らず，磁石や太陽の位置などで方角を確認すること。やや離れたところにある特徴的な大木などを目印に歩くと良い。北斜面よりも南斜面でやぶが深いため，北から南に進むコースのほうが楽なこともある。やぶでもがいている内に装備を失ったりすることも多いので，しっかり体に固定しておくこと。また，とがった枝先が目に入ることもあるので，ゴーグルで保護することが望ましい。

(16) 火の始末には十分に留意すること。たばこの吸い殻は携帯式灰皿に入れて必ず持ち帰ること。たき火は，緊急時以外は禁止とし，やむを得ない場合でも安全な場所を選び，安全に消火したかを確認してから次の行動に移ること。

(17) 午後になると肉体的にも精神的にも疲労しがちで事故が起こりやすくなる。調査のペースを保つためにも昼食は定時にとり，適宜休憩をはさむ。昼食や休憩は，落石や転落の危険のない，日当たりの良い場所を選ぶ。

(18) グループで行動するとき，リーダーは当日の天候を確認し，調査者全員の健康を確認するとともに，調査ルートを割り当て，集合する場所と時刻を決めておくこと。不測の事態が発生した場合，たとえば天候の急変や地形急峻で予定したルートの調査が困難になった場合なども想定して，第 2，第 3 の集合場所・時間も決めておくと万全である。

### 15.1.3 調査後の報告

調査が終了した場合には，速やかに指導教員に調査終了の連絡をすること。また，調査日程を変更した場合なども，できるだけ速やかに連絡するべきである。

## 15.2 不測の事態への対応

十分に気をつけていても，天候の急変，怪我や事故など，不測の事態が起こり得るのが野外調査である。以下の章では，考え得るいくつかの不測の事態への基本的な対処法を示す。

### 15.2.1 不測の事態①：踏査中のトラブル

自分の行動が騒ぎを拡大し，二次遭難者を出さないように，できるだけ基本に忠実に冷静な行動をとる。できるだけ予定したルート上にとどまることが肝要である。まず生還することを考え，手持ちの資材を活用して，生命の維持，傷の応急処置などに専念し，救助されやすい状態を保つように心がける。

#### (1) 踏査ルートから迷ったとき

① 確認できる位置までルートを逆戻りすること。地図とコンパス，GPS 等を用いて現在地を確認し，予定ルートまでできるだけ早く戻る。

② ルートに戻れないときには稜線まで登り，位置を確認する。沢には降りず，稜線を下山した方が安全である。沢をくだると，滝にであって進退きわまることが多い。

(2) 調査中に日没を迎えたとき

近場の岩屋など，ビバーク場所を探して避難する。沢は増水の危険があること，瀬音で救助隊の声などが聞こえないことが多いので，沢から離れた場所が望ましい。

(3) 深い川や滝壺に落ちたとき

慌ててもがくと溺れるため，落ち着いて浮くことに集中する。平泳ぎや背浮きで，流れに逆らわず，下流側の浅瀬や岸に近づくようにすること。

(4) 仲間が戻らないとき

二次遭難の危険もあるので，一人では絶対に捜索に出ないこと。複数で事態を確認し，予定集合場所に人を配置し，指導教官などに連絡してアドバイスを請うこと。必要が認められるときは，捜索体制(ルート，時間，人数編成など)を決める。現地で人数が足りないとき,日没までに安否が確認できないときは，速やかに警察と消防に届け出てその指示に従うこと。

(5) クマに遭遇したとき

決して背中を見せて逃げてはいけない。大きな声を出したり，物を投げて刺激してもいけない。ひるまず相手から目を離さないこと。間をとって余裕が出たら，ザックなどをそっと置いて，ゆっくり後ずさりしてその場から離脱する。このとき，置いてきたザックを回収しようなどとは考えないこと。財団法人知床財団知床自然センターのURLには,「距離が離れていた場合,距離100m」「突発的な遭遇！距離20～50m」「突発的な遭遇！距離20m以下」「クマが突進してきたら」の4段階でヒグマへの対処を紹介している。興味深い内容なので，一読を薦める。

### 15.2.2 不測の事態②：天候が急変したとき

天候が急変した場合には，無理をせず作業を中断して帰路につくこと。場合によっては一時避難し，悪天候をやり過ごした上で次の行動にうつること。携帯電波が受信できる場合は，気象庁HPの「推計気象分布」で現時点における面的な気象条件を把握するとともに,「高解像度降水ナウキャスト」で強雨域の移動方向，発雷の状況（雷活動度），竜巻発生確度などを確認し,「降水短時間予報」で今後の推移を検討すること。野外調査に行く前から，日常的に気象庁HPで気象情報を把握する習慣をつけておくことが望ましい。

(1) 風雨への対応

① 雨雲が近づいてきたら雨具を早めに着用する。雨で衣類が濡れると体温が奪われ，体調を崩すだけではなく，遭難に繋がることもある（15.2.2.2 参照)。雨具は行動しやすいように上下に分かれているものが良い。

② 同様に，風が強まったと感じたら，早めに防寒具を着て体温の低下を防ぐ。風速1m/s で体

感温度は1°C低下するといわれている。

③　沢での調査では上流の天候にも気をつけること。上流での降雨が見込まれる場合は，時間をおいて急激に増水する可能性もあるので，十分注意するとともに，沢の中に留まらないようにする。

④　沢水が急に減少したり濁ったりする場合，上流で土石流が発生する可能性が高いため，すぐに沢から斜面部・尾根に避難する。状況によっては直ちに下山し，山麓の集落に危険を伝える。

### (2)　行動中に風雨などで体が冷えたとき

夏山でも風雨に打たれると低体温症になることがあり，放置すれば容易に凍死につながる。低体温症は筋肉のこわばり（手足）・あくび・眠気に始まり，思考力低下・動作の異常・脱力感・近くが鈍る症状に進む。早めに対策を取らないと身を守る気さえもなくなってしまうのが，低体温症の一番怖いところである。対策は以下の通りである。

①　風を避けられる場所を確保する。

②　濡れた下着は必ず取り替える。木綿よりも毛やアクリルの方が濡れても保温性が高い。羽毛製品があるときは肌に近いところに着用する。

③　衣類は全部着込み，手には予備靴下をはめ，足は空にしたザックに入れる。頭には帽子・フードなどを被り，その上から雨具を着る。

④　温かい飲み物を取る。ただし，アルコールは末端の血管を拡げ，体温を余計に奪うので厳禁である。

低体温症は脱水症状，空腹，疲労，寝不足，高山病などによって促進されるため，これらの予防に留意する。天候の悪化などがある程度予想される場合には，簡易テントなどを携行するとよい。

### (3)　雷への対応

見通しの良いフィールドでは，入道雲が全天の半分をおおったら，発雷が近いので退避の準備をする。雷鳴を聞いたら，雷光と雷鳴の秒差 x 340 (m/s) で発雷の位置を知る。雷雲の移動方向，雷鳴の動向で雷の動きを察知し，近づいてくるようであれば一刻も早く退避する。雷に追いつかれた場合は以下のように対応する。

①　稜線や高い木から遠ざかる。できるだけ山腹より下の岩洞，山小屋（炭焼き小屋）などに避難する。増水の危険のある沢に降りてはいけない。

②　落雷の直撃を避けるため，金属製の調査用具（特にハンマー），シャープペンシル，時計，バックルなどの金属製品は防水に留意してできるだけ遠くに置く。先の尖った金属（ピンや金属製のボタン，バッジなど）が特に危険なので調査時には身につけないように習慣づける。

③　送電線の鉄塔など伝導性の高い接地した構造の下や，車の中などは安全である。

(4)　**霧への対応**

霧は風が谷から吹き上げるときや，風が稜線を越えるときに発生する。霧が発生したら，様子を見て下山の準備をする。濃霧に巻かれ視界がきかない場合は，雨を避けられるところまですばやく移動し，晴れるまでは動かないこと。

### 15.2.3　不測の事態③：怪我をしたとき

怪我の直後は精神的な動揺が激しいので，まずは冷静になるように努め，二次的な事故を起こさないようにする。次に怪我の内容，程度により適切な応急処置をする。調査続行の可否を判断し，病院で手当が必要なときは，自力で下山が可能な場合は早急に下山し，指導教員・保護者に連絡の上，病院に向かうこと。動けない場合は傷を悪化させないように十分保護して救助を待つ。

(1)　**切傷・擦傷**

出血が止まらないような傷以外であれば，処置は以下の順に行う。

①　傷口を流水でよく洗う。

②　清潔なタオルやティッシュなどで傷口を押さえて止血する。

③　抗生物質入りの軟膏を塗る。

④　サランラップや傷が乾燥しにくいタイプの絆創膏を貼る。

圧迫止血で出血が止まらないような場合は，幅広の止血帯をもちいて，傷口より 3 cm 程度心臓に近い健康な皮膚を残した部分で，ゆっくりと止血できるまでしめる（しめすぎに注意する：2.2.2 参照）。ただし，この方法は血流障害などを引き起こすこともあるので，安易に用いないこと。

(2)　**骨折・ねんざ・脱臼**

現地で十分な手当は不可能なので，いずれも副木などを当てて応急処置をする。副木は木の枝など現地で調達できるものを利用して，患部を中心になるべく広く両側から当てるようにする。この際，細引きなどを携行していると処置にたいへん役立つ。速やかに下山する方法を考え，下山不可能な場合は救助を待つ。

(3)　**火傷**

火傷の重症度（2.2.3 参照）にかかわらず，応急処置は以下の順で行う。

①　すぐに患部に大量の水をかけて冷やす。衣類を着けたまま火傷した場合は，衣服の上から水をかける(湯をかぶった場合などには直ちに衣服を取ること)。

②　水疱ができたときは，破らない。火傷面に付着した衣類は無理にはがさない。

③　応急処置後，直ちに専門医の診断を受ける。

### (4) 凍傷

体温に近いぬるま湯を作り，その中に凍傷した部分を浸し，一気に融解させるようにする。湯を作れない場合には，凍傷部を口の中に入れて解かす。途中で激しい痛みを感じるが，途中で中止してはならない。その後，さらに 1 時間ほど湯浸する。応急処置後，直ちに専門医の診断を受ける。

### (5) 熱中症・日射病

熱中症は痛みを伴う筋肉の痙攣(こむら返りなど)，全身の倦怠感や痙攣，めまいや脱力感，体温の上昇，多量の発汗，のどの渇き，吐き気，尿量の減少などの症状を伴う。日射病は眠気・頭痛・胸苦しさなどを感じる。異常を感じたら，以下のような処置をとる。

① 衣服をゆるめて楽にする。

② 風通しの良い日陰や，冷房の効いたところに移動して横になる。

③ 脇の下，足の付け根，頭や首の付け根に水で冷やしたタオルを当て，体を冷ます。

④ 落ち着いたら 1%程度の食塩水やスポーツドリンクなどで水分補給する。

⑤ 早めに医療機関で受診する。

熱中症の場合，症状が軽くても回復には 1 週間程度必要となるので，十分に予防策をとることを心がけよう。

### (6) 蛇にかまれたとき

無毒であればかまれた傷口を消毒すればよい。マムシなどの毒蛇にかまれた場合，まず安静にし，かまれた局部を動かさないようにして，できるだけ早く医療機関に見てもらう。毒の回りは遅く，数時間経っても血清は有効に使えるので，慌てないこと。自力で歩かなければならない状況であっても，落ち着いてゆっくり歩くようにする。絶対に，患部を氷で冷やしたり，患者に気付けのアルコールを飲ませたりしてはいけない。

① 止血帯を使用する場合，かまれた場所よりも心臓寄りの部位に巻く。このとき，末端組織が壊死しないように，止血帯を巻く強さは静脈が軽く浮き出る程度にする。

② 傷口から毒を吸い出す場合には専用の毒吸引器を使うこと。ただし，咬まれた時点で毒は組織の中に分散してしまっているので，あまり効果は期待できない。口中に残ったり，飲み込む危険もあるので，口を使って吸い出すことは控えたほうがよい。

### (7) ハチに刺されたとき

① 毒の吸引器(インセクトポイズンリムーバー：アウトドア用品店で購入可能)があれば，それで毒を吸い出す。口でハチ毒を吸い出すのは控える。

② 吸引器がない場合，患部をつまんで毒を絞り出し，水をかけて毒を流す。

③ 急激な血圧低下や呼吸困難(アナフィラキシーショック)が認められるとき，アドレナリン自

己注射薬が処方されていれば，直ちに注射する。

④　③の場合，効き目は一時的であるので，できるだけ早く医師の手当てを受ける。

⑤　アナフィラキシーショックが認められ，アドレナリン自己注射薬がない場合は，一刻も早く最寄りの病院まで搬送する必要がある。なりふり構わずに周囲の助けを求めること。

アナフィラキシーショックは最悪の場合死にいたることもある。ハチ毒の抗体検査の値が高い人は，ハチの攻撃性が高くなる危険期間(8-10 月)の調査は控えるべきである。

### 15.2.4　不測の事態④：交通事故に巻き込まれたとき

交通事故に巻き込まれた場合は，以下のように行動すること。

(1)　けが人の確認と救護：何よりもまず人命を優先すること。真っ先に事故当事者に怪我がないか確認する。負傷者がいた場合，まず安全なところに移動させる。意識がない場合，呼吸が止まっている場合，脈が止まっている場合，重傷の可能性がある場合は一刻を争う。できる範囲の応急処置（2.3 救急蘇生法を参照）を施すとともに，なりふり構わず近くの人に助けを求めること。

(2)　救急車・警察への連絡：負傷者がいる場合には，まず(1)と並行して救急車を呼ぶこと。事故が起こった場所(目立つビルや建物，交差点の名前など)を正確に伝え，負傷者の人数，負傷の状況を伝える。その後，警察に連絡を入れること。事故が発生したときは，人身事故・物損事故を問わず，最寄りの警察署へただちに届け出なければならない(道路交通法第 72 条)。保険金を請求する際，警察から交通事故証明書を発行してもらうことが必要になる。

(3)　道路上の障害物の除去：二次的な事故発生を防ぐため，速やかに事故当事者の自動車を交通の邪魔にならないところに寄せること。自動車の破損部品が散乱している場合，周囲の交通に気をつけながら，それらの障害物もできるだけ除去する。人命救助に次いで，できるだけはやく行うと良い。

(4)　目撃者の確保：重大事故の場合，損害賠償や刑事責任を巡って目撃者の情報が必要になることがある。目撃者がいた場合，できるだけ氏名と連絡先を控えさせてもらうこと。

(5)　事故の相手との名前・住所・連絡先などの交換：住所・氏名・電話番号などの情報は必ず相手と交換すること。車両登録番号，保険会社名，自賠責証明書番号，任意保険の証券番号なども交換しておくこと。

(6)　保険会社・保険代理店への連絡：事故から一定期間内に連絡を入れないと，保険金が支払われない場合もある。できるだけ速やかに保険会社に，事故の日時および事故状況，相手の住所・氏名，目撃者がいる場合はその人の氏名・連絡先，損害賠償の請求を受けたときはその内容をつたえること。

(7)　指導教員や保護者への連絡：事故の発生状況や負傷者の有無を遅滞なく知らせること。

(8)　破損状況の写真撮影：念のため，自分と相手の自動車の破損箇所を撮影しておくと良い。

(9)　事故車を修理工場へ：事故車を最寄りの修理工場に運び，見積もりの作成を依頼する。

(10)　被害者へのお見舞い：もし加害者になってしまったら，事故後速やかに被害者にお見舞いに行くこと。特に人身事故の場合，被害者との心情的なトラブルは，訴訟などを長引かせる一因となる。

事故を起こしたときは動顛するものだが，相手と話すときはできるだけ警察官に立ち会ってもらうこと，保険会社などに相談する前に相手とその場で示談しないこと，軽率なことをいわないこと，を心がけよう。

## 15.3　知っておくと役に立つ電話番号

| | |
|---|---|
| 車の故障と移動 | #8139（JAF ロードサービス救援コール） |
| 動植物の毒など中毒 110 番 | 072-727-2499（24 時間：日本中毒情報センター　大阪） |
| 救急車(消防) | 局番なし 119 |
| 海難救助 | 局番なし 118 |
| 天気予報 | 局番なし 177 |
| 時報 | 局番なし 117 |
| 電話番号案内 | 局番なし 104 |

**参考文献**

「フィールドワーク安全手帳」筑波大学大学院（2007）

「フィールドジオロジー入門」共立出版（2004）

# 付　録

## 1. ヒヤリ・ハット事例

労働災害(研究・教育を含む)における経験則にハインリッヒの法則というものがある。これは一つの重大事故の背後には 29 の軽微な事故(インシデント)があり，その背後には 300 の異常な状態(ヒヤリ・ハット)があるというものである。重大事故を未然に防ぐためにはヒヤリ・ハット事例を共有し，インシデントに発展する前に異常な状態を改善するための普段の努力が必要である。ここでは様々なヒヤリ・ハット事例やインシデント事例を列挙した。身近に存在する異常な状態を確実に除去し，安全に対する意識を強く持って教育・研究に臨んでもらうことを期待する。

【実験用光路の調整時　１】

ヒヤリ・ハットの状況

測定試料にレーザ光を照射するための光路を調整中，ミラーホルダーの固定ネジを緩めたとたんにホルダーが移動・回転し，反射したレーザ光が目に入りそうになった。

原因

ミラーホルダーを持たずにネジを緩めたため，ホルダーの自重で移動・回転した。

対策

・両手を使って固定ネジとホルダーをそれぞれ持ち，不用意にミラーの向きが変わらない状態で作業する。

・光源に適した保護眼鏡を着用する。

・光路の高さに目線を置かない。

【実験用光路の調整時　２】

ヒヤリ・ハットの状況

レンズで集光したレーザ光の焦点位置を確認しようと紙をかざしたところ，紙が焦げだし，発火しそうになった。

原因

比較的低パワーのレーザであっても，集光することで焦点付近の光パワー密度が非常に高くなっていた。レーザ光の波長に対して，光を吸収しやすい紙を使用していた。紙が容燃性であった。

対策

・光路調整時は可能な限りレーザ光パワーを低くして行う。

・紙などで光路を遮る場合は，使用波長に対して光吸収が少なく且つ難燃性・耐熱性の材料を使用する。(同時に，遮る物で生じる散乱光から目を守ることも必要)

【台車による運搬】

ヒヤリ・ハットの状況

台車で重量物(約 30kg)を二段に積み重ねて運搬中，上段の重量物が落下しそうになり，一歩間違えば，台車の前方で荷物を押えていた補助者が足を負傷するところであった。

原因

台車の車輪がエレベーター乗り口の小さな段差に引っ掛かり急停止したため。

対策

・重量物は積み重ねずに重心を低く積んで運搬する。

・運搬作業前に運搬経路の幅，段差等を確認する。

・万が一に備えて，安全靴を着用する。

【人力による運搬】

ヒヤリ・ハットの状況

大きさ 1m×2m，重さ 80kg の実験装置を 6 人で実験室に搬入しようとしていたところ，右側の搬入者が危うく実験装置と壁の間に手を挟むところであった。

原因

搬入経路が狭く，左側にいた搬入者の一人が障害物にぶつかった拍子に右側によろめいたため。

対策

・運搬作業中は，他の作業者と声を掛け合うなどして息を合わせる。また，作業指揮者を置き，作業全体を指揮・監督する。

・運搬作業前に運搬経路の幅，段差等を確認する。

・万が一に備えて，安全靴を着用する。

【エーテル類の蒸留】

ヒヤリ・ハットの状況

テトラヒドロフランの回収蒸留を，残液に加えて何度か同じ容器で行っていたら爆発した。

原因

テトラヒドロフランの過酸化物が生成しており，この沸点がテトラヒドロフランよりも高いため，蒸留した際に濃縮されて爆発した。

対策

・エーテル類の蒸留は乾固付近まで濃縮しない。

・古くなったエーテル類には過酸化物が生成している場合がある。還元するなどの対策をするか，廃棄する。

【有機溶媒の引火】

ヒヤリ・ハットの状況

ジエチルエーテルを石油缶から小出ししている際，2 メートル離れたバーナーから引火し，火災になった。

原因

有機溶媒は沸点が低く，引火点も低いものが多いので，蒸気がバーナーまで到達したことによる。ジエチルエーテルは特にこの特徴にあてはまる。

対策

・有機溶媒を使用している付近では，火気を取り扱わない。

【突沸】

ヒヤリ・ハットの状況

トルエンを蒸留中，忘れていた沸石を加えたら，突沸し，引火して火災になった。

原因

過熱状態で衝撃等が加わったため，液体から気体への相転移が一気に起こり突沸した。それを防ぐための沸石は加熱する前に入れるべきで，過熱状態では突沸を誘発する。

対策

・沸石等を入れ忘れたら，一度冷やしてから入れる。

・磁気撹拌子等で撹拌しながら加熱する。

【酸化性固体の発火】

ヒヤリ・ハットの状況

床にこぼれていた塩素酸カリウムを踏んで発火した。過酸化ナトリウムを紙の中に少量取り，包もうとしたら摩擦で発火した。

原因

酸化性固体(消防法第一類)は 8.2.2 での記述の通り，物質自体が不安定で，加熱，衝撃，摩擦で爆発する。また酸化されやすい物質(今回は紙)と混合すると，加熱，衝撃，摩擦で爆発する。

対策

・8.2.2 での記述の通り

・火気や熱源を遠ざけ，密栓して冷暗所に貯蔵し，衝撃を与えないようにする。

・酸化されやすい物質と混合しないようにする。

【金属ナトリウムの分解】

ヒヤリ・ハットの状況

金属ナトリウムをメタノールで分解したのち水に捨てたら，分解が不十分で発火した。

原因

金属ナトリウムをメタノールで分解した際に粘稠(ねんちゅう)なアルコラート膜ができるため，それに覆われて内部が分解しにくく，不完全な分解であったため，水に入れた際に金属ナトリウムが水と反応し，発火した。

対策

・少量ずつ分解させるようにし，分解が終了したことを確認してから水を加える。

【気化した有機溶剤の爆発】

ヒヤリ・ハットの状況

フラスコをアセトンで洗って乾燥機に入れたところ，アセトンが気化し爆発，乾燥器の扉がはずれて遠くまで飛んだ。

原因

乾燥に有機溶剤を使った場合には，その溶剤が残留しやすい。これを加熱したため気化し，装置内の発火点を越えた部分に接触したか，火花が生じたかにより，爆発した。特に密閉下での爆発だったため，被害が大きくなった。

対策

・乾燥に有機溶剤を使った場合には，空気を送り込むか減圧するかにより，乾燥させる。

・ドライヤーで乾燥させる場合も，温風を使うと発火することがある。

【水素化還元触媒の発火】

ヒヤリ・ハットの状況

還元ニッケル触媒の付着したろ紙を捨てたら，乾燥して，発火した

原因

触媒の表面は活性が残っていたため，乾燥して空気中の酸素と反応して高温となり，発火した。Pt，Pd，Cu，Cr 触媒も同様の現象が起きる。

対策

・十分に不活性化してから廃棄する。

【酸化性液体の濃縮による爆発】

ヒヤリ・ハットの状況

過塩素酸を用いて分析試料を加熱分解していたところ，濃縮されて爆発した。

原因

酸化性液体(消防法第六類)は 8.2.7 に示されているが，過塩素酸は濃度を上げると非常に爆発の危険性が高くなる。水よりも沸点が高いため，加熱していた際に濃縮されたことで爆発した。過酸化水素水にも同様のことが言える。

対策

・過塩素酸および過酸化水素水は必要以上に濃度を上げないこと。加熱する際には濃度が上がらないようにすること。

【劇物の誤飲】

ヒヤリ・ハットの状況

学生実験中に 8 mol/L の水酸化カリウム溶液をホールピペットを用いて量り取る際に，安全ピペッターを使用せず，口で吸って量りとり，誤って口に入ってしまった。流水で 15 分間洗い，すぐに病院で見てもらった。幸いにも，飲み込んでなかったため胃洗浄はせずにすんだが，舌に水泡ができた。

原因

強アルカリ性溶液はタンパク質を溶解するため，人間の皮膚や粘膜を激しく犯す。口で量り取ったことの誤飲による。

対策

・8.3.2 での記述の通り

・強アルカリ性溶液等，人体へ強く悪影響を及ぼすものについては，安全ピペッターの使用を強く推奨する。

【毒物の誤飲】

ヒヤリ・ハットの状況

シアン化カリウムを量りとり，すぐに手を洗わず，お茶を入れて飲んだところ，30 秒ほどしたら目がくらんで真っ暗になった。周囲の人間が，シアン化カリウムを取り扱った直後だったことに気付き，直ちに病院に運んで，胃洗浄を行い，一命を取り留めた。

原因

手に付着したシアン化カリウムが，お茶を飲んだ時に体内に入ったためである。

対策

・8.3.2 での記述の通り

・毒物・劇物を取扱う際には，保護眼鏡，手袋，防毒マスク等を着用し，終了後は，うがい，手洗いを励行する。同様の事例を防ぐために，実験室での飲食等は厳禁である。

【工作機械の不適切使用 1】

ヒヤリ・ハットの状況

岩石薄片作成中に，グラインダーで指先を切って少し出血した。

原因

適切な手袋(防護用具)を装備しなかったため。

対策

・4.3.1 での記述の通り。

・必ずゴム手袋をはめて，作業するよう指導している。

【工作機械の不適切使用 2】

ヒヤリ・ハットの状況

金属にドリルで穴をあけていたところ，固定が不完全だったため金属が吹き飛んだ。

原因

金属が柔らかい鉛であったため，ドリルの刃が食い込んで大きな力がかかったため。

対策

・4.6. 3.3 での記述の通り。

・工作の際，材料や工具の固定を確実にする。心配な点があれば必ず相談する。

【工作機械の不適切使用 3】

ヒヤリ・ハットの状況

細い金属ワイヤーをはんだ付けしたあと，はみ出したワイヤーをニッパーで切ったところ，破片が目に刺さり，翌日痛みで目が開けられなくなった。

原因

防護メガネを装着せずに作業をしたため。

対策

・4.3.1 での記述の通り。

・防護メガネをつけること。コンタクトレンズは危険なので使用しない。

【火災の前段階】

ヒヤリ・ハットの状況

回路の通気口がノートで塞がれていたためオーバーヒートして回路から煙が出た。

原因

無意識のうちに実験ノートを近くに置いたところ，そこが回路であった。

対策

・通気口はふさがないように注意する。

【高圧ボンベの不適切使用】

ヒヤリ・ハットの状況

圧力計を見ながら減圧をしていたが，0.6kgf/cm$^2$ 程度に下がったので弁を全開したら勢いよくガスが噴き出してボンベが倒れた。

原因

先輩に 0.6 kgf/cm$^2$ 程度ならば弁を全開してもよいと言われたのでその通りにした。

対策

・第 9 章をよく読むこと。

・ボンベの開ける際には圧力が 0 になっていることを確認する。先輩に言われても信じるな。

【金庫の不完全な管理】

ヒヤリ・ハットの状況

放射線源の金庫は二重ロックになっているが，シリンダー錠をかけた後ダイアル錠を回していなかったため，シリンダー錠のみで金庫が開錠されてしまった。

原因

二重ロックの金庫の施錠方法をよく覚えていなかった。

対策

・施錠後，ドアが開かないか確認すること。

【電源容量オーバー 1】

ヒヤリ・ハットの状況

電源のテーブルタップがたこ足配線になり，容量オーバーで過熱していた。

原因

新しい装置を次々に接続していくうちにいつの間にか電流容量がオーバーしていた。

対策

・テーブルタップをむやみに使用しない。電流容量をよく確認すること。

【電源容量オーバー 2】

ヒヤリ・ハットの状況

冬季に暖房のためのヒーターを多数運転したためブレーカーが落ちた。

原因

個別のヒーターを研究室に多数持ち込んで作業していた。

対策

・暖房は基本的には天井に設置の物を使用。暖房用ヒーターは 10A を超える電流を使用するため同時に多数のヒーターを使用しないこと。

## 2. 学生教育研究災害傷害保険

### 2.1　学生教育災害傷害保険とは

この保険は，学生が講義，実験，学校行事，サークル及び通学中等に，不慮の災害事故により，ケガなどをしてしまった場合に対して給付を行う保険である(詳しくは約款による)。

### 2.2　加入方法及び窓口

徳島大学では，入学時に全学生が加入することになっている。また，本学の学生は，インターンシップ先などで他人にケガをさせたり，他人の財物を破壊したことにより被る法律上の損害賠償を補償する保険(インターンシップ・教職資格活動等賠償責任保険)に併せて加入している。(理工学部,生物資源産業学部のみ全員加入)

万一，事故にあった場合等，この保険に関する窓口は，学務部学生支援課学生支援係(教養教育４号館１階)となっている。

### 2.3　保険の種類と金額

| 担　保　範　囲 | 死亡保険金 | 後遺傷害保険金 | 医　療　保　険　金 | 入院加算金（180 日を限度） |
|---|---|---|---|---|
| 正課中,<br>学校行事中 | 2,000 万円 | 120 万円～<br>3,000 万円<br>（程度に応じて） | 治療日数 1 日以上を対象<br>3 千円～30 万円 | 1 日につき<br>4,000 円 |
| 上記以外で学校施設内にいる間 | 1,000 万円 | 60 万円～<br>1,500 万円<br>（程度に応じて） | 治療日数 4 日以上を対象<br>6 千円～30 万円 | 1 日につき<br>4,000 円 |
| 学校施設内外を問わず大学に届け出た<br>課外活動中 | 1,000 万円 | 60 万円～<br>1,500 万円<br>（程度に応じて） | 治療日数 14 日以上を対象<br>3 万円～30 万円 | 1 日につき<br>4,000 円 |
| 通学中，学校施設等相互間の移動中 | 1,000 万円 | 60 万円～<br>1,500 万円<br>（程度に応じて） | 治療日数 4 日以上を対象<br>6 千円～30 万円 | 1 日につき<br>4,000 円 |

## 2.4　保険の対象(詳しくは約款によります。)

| 1.正課中 | 2.学校行事中 |
|---|---|
| 講義，実験・実習，演習または実技による授業を受けている間の傷害事故(卒業・学位論文研究に従事している間を含む)<br>(具体例)<br>・化学の実験中，フラスコが爆発して目にガラス片が入った | 大学主催の入学式，オリエンテーション，卒業式など，教育活動の一環としての各種学校行事に参加している間の傷害事故<br>(具体例)<br>・大学祭の模擬店で調理中，コンロの火が燃え移りヤケド |
| **3.キャンパス内にいる間** | **4.課外活動中** |
| 1,2 以外で大学施設内にいる間の傷害事故(大学が禁止した場所・時間・行為による場合を除く)<br>(具体例)<br>・休み時間中，階段で足をすべらせ骨折 | 大学施設内外で，大学の認めた文化・体育活動を行っている間の傷害事故<br>(具体例)<br>・サッカー部の合宿中，相手とぶつかり靭帯断絶 |
| **5.通学中** | **6.学校施設等相互間の移動中** |
| 大学の授業等，学校行事または課外活動のために合理的な経路・方法(大学が禁じた方法を除く)で，住宅と大学施設等との間を往復する間の傷害事故<br>(具体例)<br>・講義を受けるために大学に向かう際，交通事故により入院 | 合理的な経路・方法(大学が禁じた方法を除く)により，大学施設及び課外活動の行われる場所の間を移動している間の傷害事故<br>(具体例)<br>・体育の授業のために，離れた敷地にある体育館へ向かう途中，転倒し足首骨折 |
| **7.インターンシップ先(付帯保険分)** | **8.補償の対象とならないもの** |
| 大学が正課,学校行事,課外活動として認めたインターンシップ教育実習及びボランティア活動等での他人への傷害,財物の損壊(目的地までの往復中を含む)<br>(具体例)<br>・インターンシップ派遣先の機械を誤操作して他人をケガさせてしまった。 | 疾病(病気)はケガではないので補償の対象にならない。また，故意，犯罪行為，天災，戦争などによるものも補償の対象とならない(詳しくは約款による)。 |

## 2.5　保険金請求手続き

◎事故報告
学生支援課の担当者から事故通知用の専用報告書をもらい，事故日から原則30日以内に担当者へ提出。ケガが完治後，保険請求。（※ただし，ケガの状態により，請求方法が変更になる場合があります。）

事　故　発　生

↓ 病院へ

治　療　終　了

↓

①保険金請求書に必要事項記入
②医師の診断書（請求金額が 10 万円以上）
　または治療状況申告書（請求金額が 10 万円以下）

↓

学生支援課学生支援係へ保険金請求書を提出

↓

学生支援課は証明の上，保険会社へ提出

↓

保険会社算定期間
（本人や大学，医師などへの照会や連絡）

↓

保険金の受領（口座振込）

## 3. 徳島大学及び本学部における安全管理に関する規則

安全管理に関する規則の代表的なものを示す。

① 国立大学法人徳島大学防火・防災管理規則
徳島大学における火災及びその他災害による人的，物的損害を最小限に抑えるために，施設の点検並びに防火訓練等防火管理について必要な事項を規定

② 徳島大学災害対策規則
徳島大学における地震等の災害の防止及び災害発生時の被害拡大防止並びに災害復旧について必要な事項を規定

③ 国立大学法人徳島大学職員安全衛生管理規則
徳島大学における教職員の安全の確保及び健康の保持増進を図るとともに快適な職場環境の形成を促進するために必要な事項を規定

④ 徳島大学毒物及び劇物管理規則
徳島大学における毒物及び劇物の適正な管理，保管，使用並びに処分についての必要な事項を規定

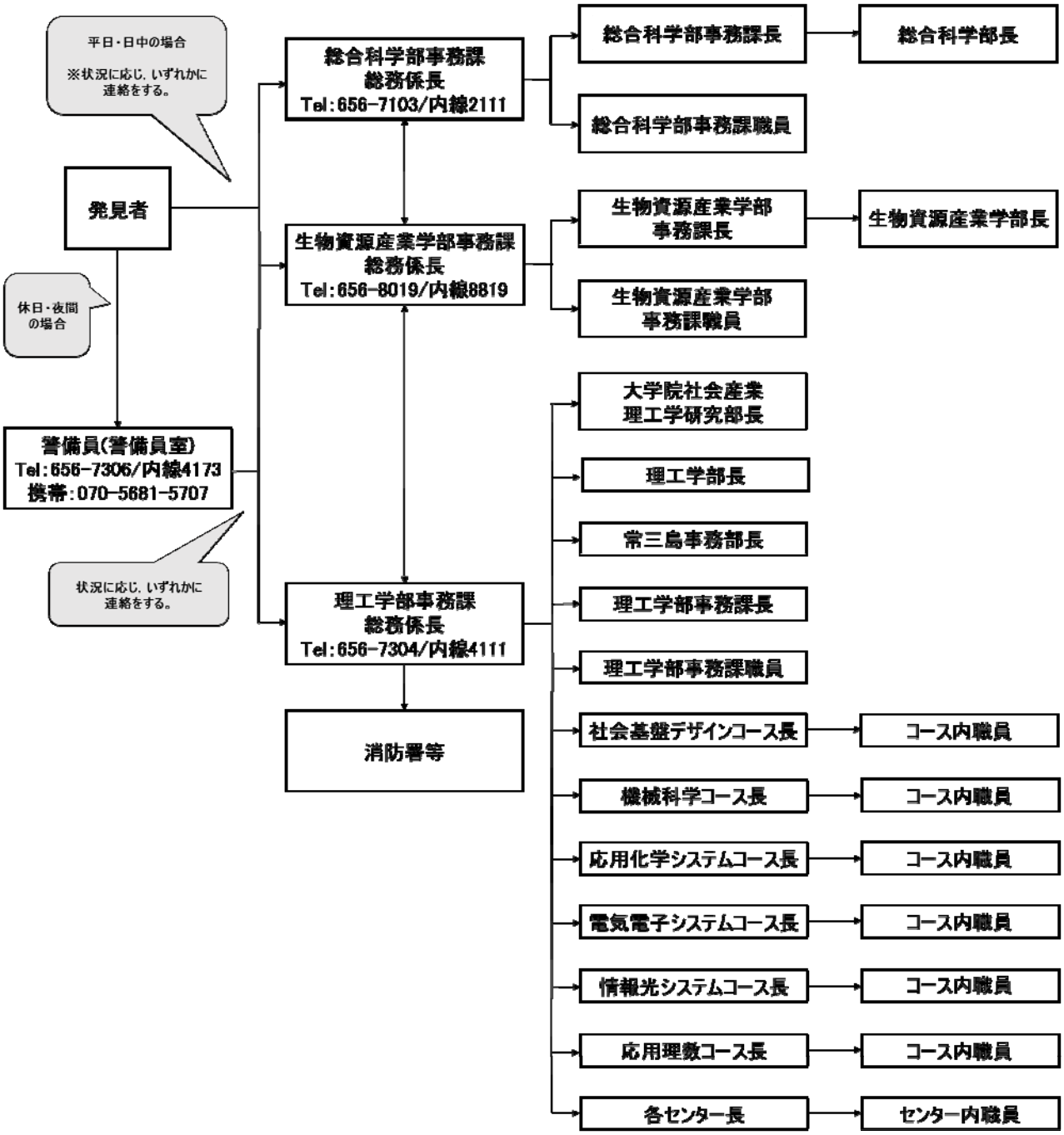
⑤ 徳島大学における廃棄物等の管理及び処理規則
徳島大学において，構内及び周辺地域の環境保全を図るために，教育研究活動に付随して発生する排水及び廃棄物等で環境を汚染する可能性のあるものの管理及び処分に関し，必要な事項を規定

⑥ 徳島大学遺伝子組換え実験安全管理規則
徳島大学における遺伝子組換え実験の安全かつ適正な実施のために，実験を計画し，実施する際に守るべき必要な事項を規定

⑦ 徳島大学理工学部放射線障害予防規程，徳島大学生物資源産業学部放射線障害予防規程
徳島大学における放射性同位体元素の取扱いを定め，放射線障害を防止し，安全を確保するために必要な事項を規定

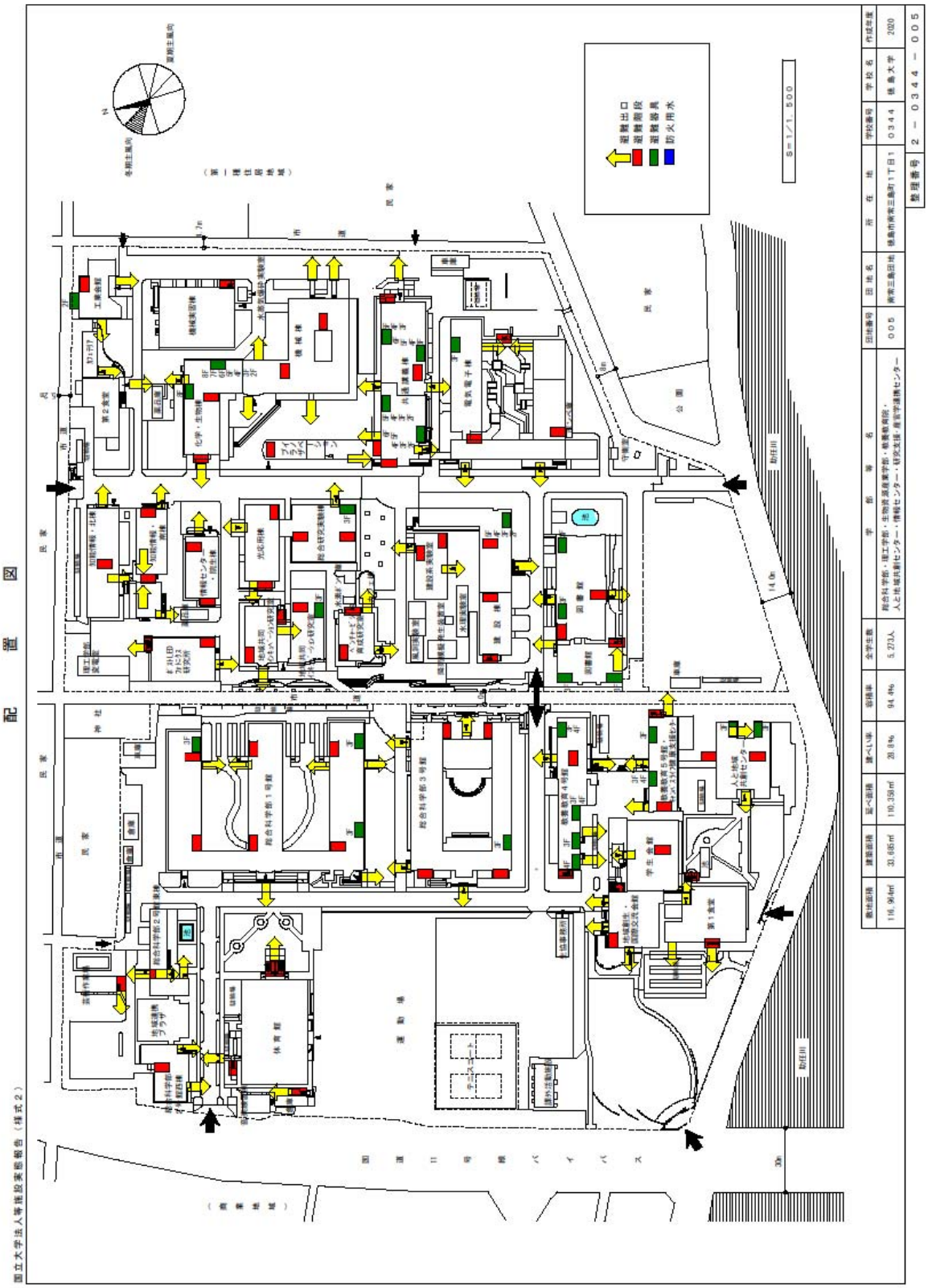
⑧ 安全ガイドライン（徳島大学安全管理指針）
教育・研究・医療活動が安全かつ円滑に遂行されるよう，全ての教職員を対象としてその取るべき安全活動等を示すとともに安全管理体制下にある者の責務を明確にしたもの。

## 4. 緊急時の連絡先




※　フローチャートは，あくまで参考であり，実際の災害発生時には，臨機応変に対応すること。

## 5. 常三島地区防災マップ



## 6. 執筆者名簿

まえがき　：　橋爪正樹（大学院社会産業理工学研究部長）
１　　章　：　右手浩一（理工学部）
２　　章　：　井﨑ゆみ子（キャンパスライフ健康支援センター），大野将樹（理工学部）
３　　章　：　中野　晋（環境防災研究センター）
４　　章　：　溝渕　啓（理工学部）
５　　章　：　玉谷純二（総合技術センター）
６　　章　：　下村直行（理工学部）
７　　章　：　上田隆雄，上野勝利，長尾文明，橋本親典，武藤裕則，渡邉　健（理工学部），木戸崇博（総合技術センター）
８　　章　：　右手浩一（理工学部）
９　　章　：　右手浩一（理工学部）
１０章　：　片山哲郎（理工学部）
１１章　：　山下陽子（総合技術センター）
１２章　：　田端厚之（生物資源産業学部），佐々木由香（総合技術センター）
１３章　：　右手浩一（理工学部），島木美香（理工学部事務課）
１４章　：　音井威重，金丸　芳，服部武文，濵野龍夫，宮脇克行（生物資源産業学部）
１５章　：　安間　了，西山賢一，青矢睦月（理工学部）

# 索　引


ア

空き缶 …… 129
空きビン …… 132
悪臭物質 …… 92
足場 …… 41
圧縮ガス …… 98
アース …… 48
圧力調整器 …… 102
アルキルアミン …… 98
アルゴン …… 99
安全キャビネット …… 117
安全データシート …… 67
安全保障輸出管理 …… 90
安全ロック …… 57
アンモニアガス …… 97

イ

一酸化炭素中毒 …… 97
一般廃棄物 …… 133
一般廃棄物等廃棄場所 …… 134
遺伝子組換え実験 …… 123
イノシシ …… 144
引火性液体 …… 77
引火点 …… 77
インフォームド・コンセント …… 122

ウ

牛 …… 150
ウルシ …… 148, 149
運搬作業 …… 38

エ

エアロゾル対策 …… 117
エアコン …… 133
液化ガス …… 98
液体窒素 …… 103
液体廃棄物 …… 132
液体ヘリウム …… 103
塩化水素ガス …… 99
遠心載荷実験装置 …… 58
塩素ガス …… 97, 102

オ

オイルバス …… 70
大型実験装置 …… 57
大型模型 …… 57
オゾン …… 99
オートクレーブ …… 117

カ

海洋生物 …… 146
カエンタケ …… 150
化学実験 …… 68
火気 …… 97
拡散防止措置 …… 124
火災予防 …… 13
火災時の避難 …… 15
可視化実験 …… 57
ガスの種類 …… 98
ガスボンベ …… 99
ガスマスク …… 99
ガス漏れ …… 99
家電リサイクル対象品 …… 133

過熱 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
可燃性ガス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98
可燃性気体 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71
可燃性固体 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76
カマ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 144, 148
紙屑 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133
カラーコード ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 136, 137
カラス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 144
ガラス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68, 133
ガラス器具 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
ガラス製魔法瓶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
カルタヘナ法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 123
缶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133
換気口 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
環境汚染化学物質排出・移動登録 ・・・ 131
環境汚染物質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91, 131
環境基準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
感染性産業廃棄庫 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 135
感染性廃棄物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65, 133
感電 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
管理区域 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 112

キ

機械類の安全運転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
危険ドラッグ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
危険物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 136
危険物質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71
喫煙 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5, 14, 102
キャンパスライフ健康支援センター ・・・ 6
救急蘇生法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
胸骨圧迫 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
緊急措置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 112
禁水性物質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74, 76
金属水素化物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
金属類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133
緊急地震速報ｼｽﾃﾑ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16

ク

組換えDNA実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 123
クワ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 144

ケ

ケガの応急処置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
劇物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
劇薬 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82
ゲージ圧 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98
解毒剤 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
健康管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
健康診断 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
研削作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
原子力基本法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
原点処理の原則 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 131

コ

高圧ガス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 97
高圧ガス製造保安責任者 ・・・・・・・・・・・・・・ 96
高圧ガス保安協会 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
高圧ガス容器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 100
高圧ボンベ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
工作機械 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
高所作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
高水槽 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
交通安全 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
小型２次電池 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133
刻印 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 100
固体廃棄物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 132
骨折 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
ゴム手袋 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 97
コンクリート試験機 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61

コンクリートミキサ ····· 61
コンクリート用材料 ····· 61
混合危険物 ····· 79

サ

載荷台 ····· 61
細菌学実習 ····· 119
最大許容露光量 ····· 106
材料加工実験 ····· 37
作業服 ····· 24
雑誌 ····· 133
三角巾 ····· 152
酸化性固体 ····· 75
産業廃棄物 ····· 135
酸欠 ····· 99
酸素ガス ····· 101

シ

事業系一般廃棄物 ····· 129
事業系パソコン ····· 133
資源ごみ ····· 133
自己反応性物質 ····· 78
地震に備えて ····· 16
姿勢 ····· 2
自然発火性物質 ····· 76
指定資源化製品 ····· 133
指定数量 ····· 72
実験系廃棄物 ····· 131
実験ごみ ····· 135
実験廃液 ····· 129
支燃性ガス ····· 98
支燃性気体 ····· 71
シャベル ····· 151
収集運搬料 ····· 133
終夜実験 ····· 5
手動リフト ····· 61
消火器 ····· 14
消毒 ····· 117
除害剤 ····· 102
初期消火 ····· 15
初心者の心得 ····· 2
使用量 ····· 129
処理業者 ····· 132
シラン化合物 ····· 98
真空ポンプ ····· 70
人工呼吸 ····· 8
人獣共通感染症 ····· 122, 150
心臓マッサージ ····· 8
新聞紙 ····· 133
森林 ····· 148

ス

水中ポンプ ····· 58
水理実験施設 ····· 58
スイングプラットフォーム ····· 58
スズメバチ ····· 149

セ

生体材料 ····· 122
切断機 ····· 33
潜水 ····· 146
洗濯機 ····· 133
船舶 ····· 146

ソ

粗大ごみ ····· 133

タ

第一種指定化学物質 ･････････････････ 132
大気汚染 ･････････････････････････ 91
竜巻風洞 ･････････････････････････ 57
段ボール ･････････････････････････ 133

チ

地下水槽 ･････････････････････････ 58
窒素 ･････････････････････････････ 101
中毒 110 番 ･････････････････････････ 6
中和剤 ･････････････････････････････ 97
貯蔵 ･････････････････････････････ 103

テ

低温・液化・固化ガス ･････････････････ 99
デュワー瓶 ･････････････････････････ 103
テレビ ･････････････････････････････ 133
天井クレーン ･････････････････････････ 57
転倒防止措置 ･････････････････････････ 104

ト

陶器 ･････････････････････････････ 133
胴長（ウェーダー）･････････････････････ 147
動物実験 ･････････････････････････････ 119
毒蛾 ･････････････････････････････ 148
毒作用 ･････････････････････････････ 81
徳島大学環境・ｴﾈﾙｷﾞｰ管理委員会 ･･･ 131
徳島大学工学部放射線障害予防規程･･･ 139
徳島大学特殊廃液処理の手引き ･････ 129
徳島大学特殊廃液処理要領 ･････････ 131
徳島大学特殊廃液取扱指導員要項 ･･･ 131
徳島大学毒物及び劇物管理規則 ･･････ 82
特殊廃液処理 ･････････････････････ 131
毒性ガス ･････････････････････････ 99
特定認定宿主ベクター系区分 ･･････････ 124
毒物 ･････････････････････････････81
毒物及び劇物取締法 ･････････････････129
毒蛇 ･････････････････････････････148
都市ガス ･････････････････････････97
塗色 ･････････････････････････････101
突風装置 ･････････････････････････57
ドライアイス ･････････････････････99
トラバース装置 ･･････････････････57
ドラフト ･････････････････････････68
ドラム缶 ･････････････････････････136

ナ

生ごみ ･････････････････････････133

ニ

荷揚作業 ･････････････････････････39
認定宿主ベクター系区分 ･････････････124

ノ

農機具 ･････････････････････････144
農薬 ･････････････････････････144

ハ

廃液 ･････････････････････････136
バイオハザード ･････････････････114
バイオハザードマーク ･････････････116
バイオセーフティ ･････････････････114
バイオセーフティレベル ･････････････115
配管 ･････････････････････････99
配餌車･････････････････････････151
排出者 ･････････････････････････131
配線用しゃ断器 ･････････････････････51
廃有機溶剤 ･････････････････････129
爆発 ･････････････････････15, 71, 75

爆発性ガス …… 99
ハザード …… 90
発火点 …… 77
発がん物質 …… 87
発生源 …… 131
ハロゲンガス …… 99, 108
万能試験機 …… 61
汎用工作機械 …… 28

ヒ

微生物実験 …… 114
火の三角形 …… 13
ヒューズ …… 51
ビン …… 133

フ

風洞 …… 57
フォーク …… 144, 151
不活性ガス …… 99
不完全燃焼 …… 97
腐食性ガス …… 99
豚 …… 150
不燃性 …… 99
プラスチック …… 133
プロパン …… 98

ヘ

ペットボトル …… 133
ヘリウム …… 103

ホ

放射性同位元素 …… 138
放射線業務従事者 …… 111
防毒マスク …… 97
防爆構造 …… 103
保管場所 …… 130
ホスゲン …… 99
ボンベキャリアー …… 102
ボンベスタンド …… 97, 102

マ

マイクロ波 …… 55
マダニ …… 149

ム

無害化 …… 131
無機廃液 …… 136
無人実験 …… 71

メ

メタン …… 98
滅菌 …… 117

モ

木工機械 …… 34
モーメントバランス計算 …… 59
燃やせないごみ …… 133
燃やせるごみ …… 133

ヤ

野外実習 …… 5
野外調査 …… 154
薬事法指定薬物 …… 89
薬品管理システム …… 130
火傷 …… 6
ヤマビル …… 150

ユ

有害ごみ ····· 133
有機金属 ····· 99
床上クレーン ····· 61
油浴 ····· 70

ヨ

容器置き場 ····· 103
容器再検査 ····· 101
容器類 ····· 133
揚水装置 ····· 58
溶接作業 ····· 34

ラ

ランプ光源 ····· 109

リ

リサイクル料金 ····· 133
リスクアセスメント ····· 89

レ

冷却水 ····· 71
冷蔵庫 ····· 70,133
レーザ ····· 105
レーザ光 ····· 105
レーザ用ガス ····· 108
レーザーシート ····· 57

ロ

漏洩 ····· 98,100,102
漏電 ····· 46
ローダー ····· 151

英字・数字

He-Ne レーザ ····· 109
IASO ····· 129
LP ガス ····· 97～99
MSDS ····· 67,129
NC 工作機械 ····· 27
PC 鋼材 ····· 61
PRTR ····· 68
SDS ····· 68
VDT 対策 ····· 9
10L ポリ容器 ····· 136