

# 理工学研究科安全衛生管理マニュアル

(令和8年6月版)

国立大学法人 埼玉大学  
理工学研究科

## 理工学研究科安全衛生管理マニュアル目次

はじめに	1
<b>第1章</b> 理工学研究科における安全衛生管理体制	
1-1 安全衛生管理における責任体制	2
1-2 安全衛生責任者	2
1-3 理工学研究科安全衛生委員会及び委員	2
1-4 PG（プログラム）長	3
1-5 研究室責任者	3
1-6 実験・実習授業担当者	3
<b>第2章</b> 安全衛生管理に関する手続き	
2-1 安全衛生ポータル	5
2-2 安全教育	5
2-2-1 学生実習・学生実験	5
2-2-2 研究活動	6
2-3 化学物質のリスクアセスメント	
2-3-1 実施者と使用アプリ	7
2-3-2 リスクアセスメントの進め方	7
2-3-3 実施のタイミング	7
2-4 日常の安全衛生管理	
2-4-1 鍵およびカードキーに関する注意事項	8
2-4-2 安全点検パトロール	8
2-4-3 各種掲示	9
2-5 各種届出（教職員）	
2-5-1 毒物および劇物の点検報告	9
2-5-2 水質汚濁防止法にかかる点検報告	9
2-5-3 火災、事故等の対応及び報告書	10
理工学研究科における事故等発生時のフローチャート	12
<b>第3章</b> 緊急時の対応と救急救命	
3-1 緊急の場合の対応	
3-1-1 緊急時の連絡方法	13
3-1-2 防火と消火	14
3-1-3 地震対策	15
3-2 救急救命（人命に係る事項）	
3-2-1 負傷者の応急救護処置の手順	18
3-2-2 心肺蘇生法	18

3-2-3	救急処置	24
3-2-4	感電事故	25
3-2-5	爆発事故	26
3-2-6	ガス漏れ事故	27
3-2-7	化学物質による事故	27

## 第4章 研究活動における安全管理

4-1	学生実験における安全管理	
4-1-1	実験を安全に行うために	30
4-1-2	実験を始めるにあたって	30
4-1-3	実験中の心得	31
4-1-4	実験終了後の心得	32
4-2	一般的な注意事項	
4-2-1	電気、ガスを使用する場合の注意事項	32
4-2-2	化学物質の取り扱い	34
4-2-3	生物試料の消毒・滅菌	40
4-3	学科における安全管理	
4-3-1	数学科	41
4-3-2	物理学科	42
4-3-3	基礎化学科	58
4-3-4	分子生物学科	64
4-3-5	生体制御学科	70
4-3-6	機械工学・システムデザイン学科	78
4-3-7	電気電子物理工学科	98
4-3-8	情報工学科	123
4-3-9	応用化学科	127
4-3-10	環境社会デザイン学科	142

## 第5章 共通施設における安全管理

5-1	実習工場	150
5-2	情報メディア基盤センター	156
5-3	科学分析支援センター	157
5-4	危険物貯蔵所	159

## はじめに

埼玉大学大学院理工学研究科（以下、理工研）の施設内では、教育・研究活動に際して実験・実習を行う機会が多く、そこには様々なリスクが存在していることから、理工研安全衛生委員会では、学生や教職員等の安全衛生を確保するため、「研究活動における安全管理ガイドライン」（以下、旧ガイドライン）と「実験・実習 安全の手引き」（以下、安全の手引き）を作成し、隔年ごとに改訂を行ってきた。

この度、法令改正に伴い、埼玉大学（以下、本学）により「安全管理ガイドライン（国立大学法人埼玉大学安全衛生管理指針）」（以下、全学ガイドライン）が新たに策定され、運用されることになった。

全学ガイドラインは、旧ガイドラインがベースとなっており、ここに化学物質管理に関する新たな規制に対応した内容が加わっているが、その策定過程で、旧ガイドラインに記載されていた理工研に特化した内容は割愛されることとなった。そのため、理工研安全衛生委員会では、時流に合った適切な安全管理を実施するべく、旧ガイドラインから割愛された内容、化学物質管理に関わる新たな事項、「安全の手引き」の内容などを含む本書「理工学研究科 安全衛生管理マニュアル」を作成するに至った。

本マニュアルは、全学ガイドラインの補足版として、理工研の施設内で教育・研究活動を行う、理学部、工学部、理工学研究科の学生、教職員、研究生、研究員を含むすべての人が守るべき安全事項をまとめたものである。令和7年度以降は、旧ガイドライン及び安全の手引きの代わりに、**全学ガイドラインと本マニュアルに従って、理工研内で教育・研究活動を行わなければならない**。ここに記載されていない、より専門的で詳細な事項については、本学の各委員会（遺伝子組換え実験安全委員会、動物実験委員会、放射線障害防止委員会など\*）、各センター、実習工場などの取り決めに従う。

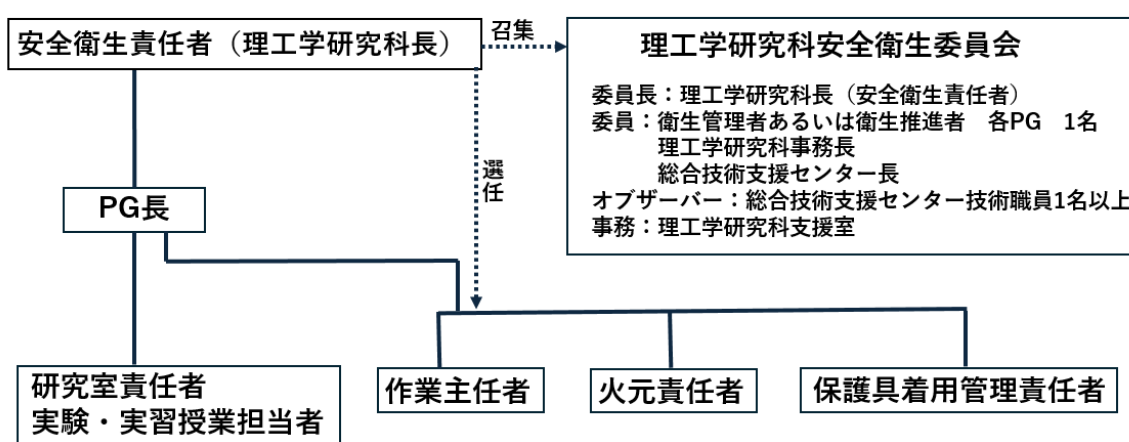
\* 問い合わせ先：研究機構研究推進・国際連携課（ [kshinkou@gr.saitama-u.ac.jp](mailto:kshinkou@gr.saitama-u.ac.jp) ）

## 第1章 理工学研究科における安全衛生管理体制

### 1-1 安全衛生管理における責任体制

理工研における安全衛生管理体制を以下の図に示し、次節以下に役割等を詳述する。各PGは適切な安全衛生管理を行うために、専門の作業部会や委員会を設置してもよい。

#### 理工学研究科における安全衛生管理体制



### 1-2 安全衛生責任者

- (1) 理工研の安全衛生管理体制において、安全衛生責任者は、理工学研究科長（以下、理工研科長）をもって充てる。
- (2) 安全衛生責任者は、安全衛生関連の事項を扱うために、下記 1-3 の構成員からなる安全衛生委員会を置く。

### 1-3 理工学研究科安全衛生委員会及び委員

- (1) 理工学研究科安全衛生委員会（以下、本委員会）は、全学安全衛生委員会の決定を受けて、円滑な安全衛生管理業務の実施や事故防止などについて協議、決定するための委員会である。
- (2) 本委員会は理工研科長を委員長とし、委員は、各PGの衛生管理者または衛生推進者、理工研事務長、総合技術支援センター長、その他、委員長が必要と認めた者とする。また、総合技術支援センター技術職員1名以上をオブザーバーとする。
- (3) 本委員会は、原則毎月開催し、事故防止に向けた対策、安全衛生にかかる問題の解決について話し合い、また、各種情報共有を行う。

- (4) 各 PG から選出された委員は、以下のことを行う。
- ・本委員会における協議・決定・報告事項等を当該 PG の構成員に報告するとともに、当該 PG において、協議事項に対する意見や、その他の安全衛生管理に関わる意見及び要望等を集約し、本委員会に報告する。
  - ・PG 間相互安全点検に参加して、他の PG の安全衛生管理状況を視察し、本委員会に報告する。これにより安全衛生に関わる問題の早期発見に努めるとともに、安全衛生に対する意識を高める。
  - ・当該 PG において事故が発生した場合、研究室責任者や授業担当者等、その場所や物、学生を管理・監督する教員（以下、監督教員）からの事故報告書に基づいて、必要があれば、監督教員に直接事情聴取を行うなどして、事故の詳細を把握し、本委員会に報告する。また、事故発生当初、監督教員が不在の場合は、PG 長とともに事故への対応を行う（2-5-3 を参照）。

#### 1-4 PG（プログラム）長

- (1) PG 長は、各プログラムにおける安全衛生管理の責任者である。
- (2) PG 長は、理工研安全衛生委員や衛生管理者をはじめとする PG 構成員と協力して、安全点検や事故予防措置など、PG 内の安全衛生管理に係る業務を行う。
- (3) PG 長は、PG 内で事故等が起こった場合は、「事故報告書」により状況を把握し、適切な対応、再発防止に努める。事故に対応すべき監督教員が不在の場合には、理工研安全衛生委員とともに事故への対応を行う（2-5-3 を参照）。

#### 1-5 研究室責任者

- (1) 研究室責任者は研究室を主宰する教員であり、各研究室における安全衛生管理の責任者である。
- (2) 研究室責任者は、研究室内の安全点検や安全教育を実施し、安全な環境づくりなど事故防止に努め、研究室内の安全衛生管理に係る業務を行う。
- (3) 研究室責任者は、研究室内で事故等が起こった場合、速やかに状況を把握し、学生への指示、PG 長への報告など、適切な対応を行い、再発防止に努める（2-5-3 を参照）。
- (4) 研究室責任者は、火元責任者、及び、必要があれば保護具着用管理責任者を兼ねることが望ましい。また、衛生管理者あるいは衛生推進者の資格を有することが望ましい。

#### 1-6 実験・実習授業担当者

- (1) 実験・実習授業を担当する教員は、その授業における安全衛生管理の責任者である。

- (2) 実験・実習授業を担当する教員は、学生実験室の安全点検や安全教育を実施し、安全な環境づくりなどにより事故防止に努め、学生実験室内の安全衛生管理に係る業務を行う。
- (3) 実験・実習授業を担当する教員は、学生実験室内で事故等が起こったときは、速やかに状況を把握し、学生への指示、PG 長への報告など、適切な対応を行い、再発防止に努める（2-5-3 を参照）。
- (4) 実験・実習授業を担当する教員は、必要があれば保護具着用管理責任者を兼ねることが望ましい。

## 第2章 安全衛生管理に関する手続き

### 2-1 安全衛生ポータル

安全衛生ポータル ( <https://suite.sharepoint.com/sites/anzeneisei-portal> ) は、本学における安全衛生管理を円滑に行うためのウェブサイトであり、労働安全衛生法で定められた、特殊健康診断、作業環境測定等の実施のお知らせ、安全教育の動画、保護具着用管理責任者講習の動画など安全衛生管理や安全教育等に関わる資料や動画がまとめられている。その内容は日々更新されるため、定期的にサイトを確認し、特殊健康診断の申請など大切な連絡を見逃さないように気をつける。また、以下に示すような教育・研究上で必要な様々な手続きは、「安全衛生管理アプリ（教職員用、学生用）」で行う。「安全衛生管理アプリ」は安全衛生ポータルにリンクがはられている。

#### 【各種手続き】

- ・安全教育の実施記録、指導学生（卒研以上）の受講の確認・承認
  - ・リスクアセスメント結果（CREATE\_SIMPLE）の提出、指導学生（卒研以上）のCREATE\_SIMPLEの内容確認・承認
  - ・特別管理物質及びがん原性物質の使用記録
  - ・作業環境測定対象物質の登録
  - ・特殊健康診断の受診申請
- \*登録や申請の方法については、安全衛生ポータルのマニュアル等の資料を参考にする。



安全衛生ポータル

### 2-2 安全教育

本学では、教職員の着任時、学生の入学時に、安全管理ガイドラインに従った大学全般に係る安全教育（オンライン）を受けなければならない。ここでは、その後の理工研内での教育・研究活動において必要な安全教育について、詳細を示す。

#### 2-2-1 学生実習・学生実験

学生実習や学生実験を担当する教職員は、以下の手順に従い、安全教育を行う（Fig. 2-1 参照）。

- (1) 実習や実験を担当する教職員は、開始前に実習・実験で使用する化学物質について、CREATE\_SIMPLEを用いてリスクアセスメントを行う。

※リスクアセスメントについては、「2-3 化学物質のリスクアセスメント」を参照

- (2) リスクアセスメントの結果は、「安全衛生管理アプリ（教職員）」のリスクアセスメントの学生実験の提出先に提出する。
- (3) 安全教育の中でリスクアセスメントの結果をもとに、受講生に使用する化学物質のリスクについても説明する。
- (4) 準備や学生の指導を担当するTAにも、リスクアセスメントの結果をもとに、使用する化学物質のリスクを伝える。

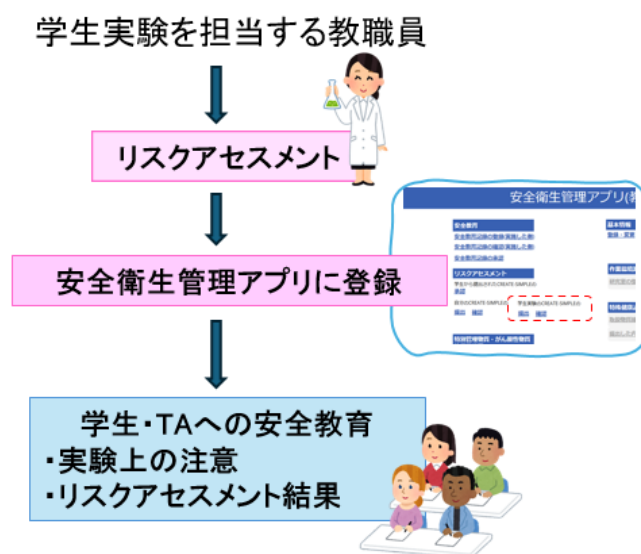


Fig. 2-1 学生実習・実験の安全教育の手順

## 2-2-2 研究活動

- (1) 指導教員（もしくは衛生管理者、衛生推進者の資格を有する者）は、理工学研究科（もしくは理学部、工学部）において常時研究活動を行う学生及び研究員に対して、研究活動を開始する前に、安全管理ガイドラインに沿って安全教育を実施しなければならない。また、安全教育の一環として、リスクアセスメントの意味やCREATE\_SIMPLEの使い方も指導する。

※リスクアセスメントについては、「2-3 リスクアセスメント」を参照

- (2) 安全教育実施者は、「安全衛生管理アプリ（教職員）」にて安全教育記録の登録を行う。登録後は、受講者に安全衛生ポータル内の「安全衛生管理アプリ（学生）」から受講登録をするよう指示する。
- (3) 受講者は、「安全衛生管理アプリ（学生）」から安全教育の受講登録を行う。
- (4) 安全教育実施者は、安全教育の受講登録を「安全衛生管理アプリ（教職員）」にて確認後、承認する。
- (5) 研究活動開始後も、新規作業開始時や作業手順変更時には、必要に応じて、安全教育を行う。ただし、この場合は安全教育受講の登録は不要である。
- (6) 実験等の作業期間が年間2週間未満で、教職員が常時付き添って研究活動を行う場合には、これを見学、外来と見なし、安全教育を省略することができる。また、

他機関において、同等の教育を受けたと見なされる者に対しては、指導教員が、本学での活動に必要な内容のみを教育する。

## 2-3 化学物質のリスクアセスメント

### 2-3-1 実施者と使用アプリ

- (1) 化学物質を使用する教職員、研究活動を行う学部学生・大学院生、及び研究者（以下、対象者）は、それぞれが使用する化学物質についてリスクアセスメントを行わなければならない。
- (2) リスクアセスメントには、CREATE\_SIMPLE を使用する。CREATE\_SIMPLE は、以下よりダウンロードできる。

[https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07\\_3.htm](https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_3.htm)

- (3) 使い方については、安全衛生ポータル「リスクアセスメント」にあるマニュアルを参考にする。

### 2-3-2 リスクアセスメントの進め方

- (1) 実施者は、使用する化学物質について CREATE\_SIMPLE を用いてリスクアセスメントを行い、その結果（CREATE\_SIMPLE の Excel ファイル）を「安全衛生管理アプリ」の「リスクアセスメント（CREATE\_SIMPLE の提出）」にアップロードする。
- (2) 指導教員は、学生が提出した CREATE\_SIMPLE の内容を「安全衛生管理アプリ（教職員）」から確認し、承諾する。ただし、問題があれば、承認前にリスク低減になるよう指導を行う。学生、研究員はここまでの手続きなしに、実験等の作業を開始してはならない。
- (3) 外部機関で研究を行う場合は、安全衛生ポータル「アプリの使い方 5.連携教員、連携教員を指導教員とする学生」を参照する。

### 2-3-3 実施のタイミング

- (1) 教職員や研究員は、着任後の研究着手前に行う。
- (2) 教職員は、学生実験や教員研究など同じ実験を長期間行う場合には、リスクアセスメントを最低3年に1度は行い、結果（CREATE\_SIMPLE ファイル）を更新する。
- (3) 学生及び研究員は、卒業研究着手前や大学院進学時、着任時の安全教育後、実験を開始する前にリスクアセスメントを行う。**Fig. 2-2** に安全教育からリスクアセスメントまでの流れを示す。

- (4) 新たな化学物質を使うことになった場合は、その都度、新たな化学物質のリスクアセスメントを行い、その結果を追加する。

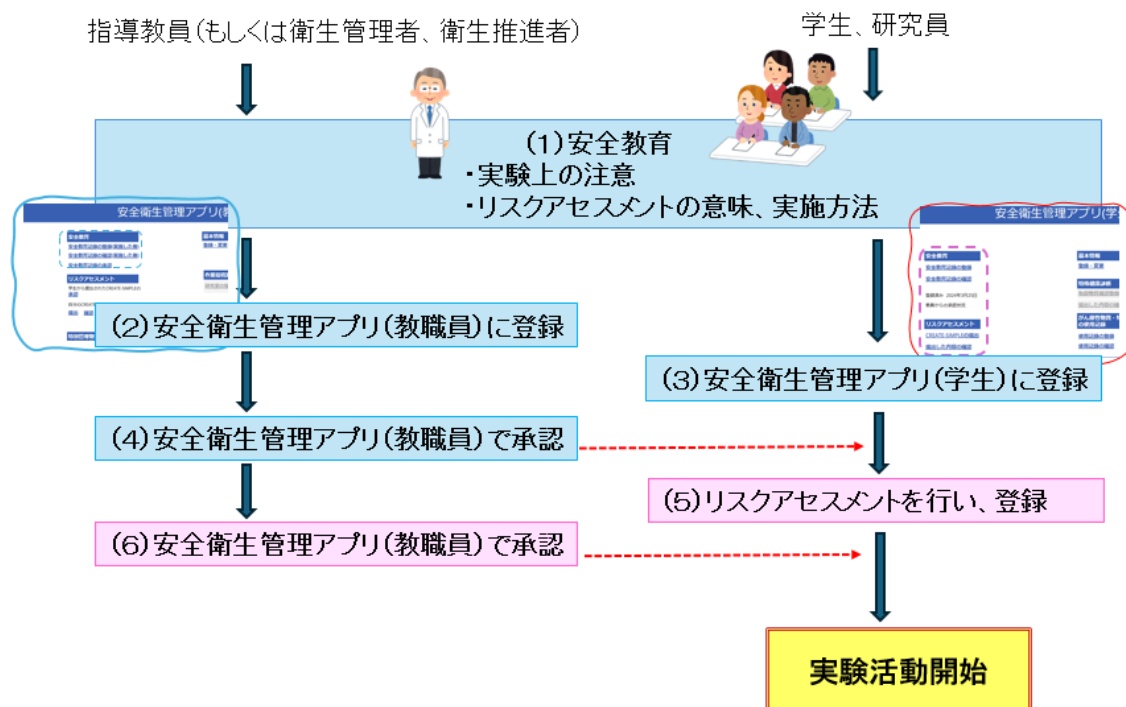


Fig. 2 - 2 研究活動開始時における手続き

## 2-4 日常の安全衛生管理

### 2-4-1 鍵およびカードキーに関する注意事項

- (1) 鍵の取り扱いは、それぞれの支援室、事務室、研究室の取り扱いルールに従わなければならない。
- (2) 夜間 (20:00～翌 8:00) 及び休日に理工学研究科の建物等に入るときには、建物別に登録された職員証または学生証を使用しなければならない。
- (3) 夜間及び休日に建物に入る際、関係者以外が便乗して入ってこないように注意する。

### 2-4-2 安全点検パトロール

- (1) 教職員は、自身が管理する実験室等の安全点検を、「安全点検チェックリスト」(安全管理ガイドライン 様式 1-1、1-2) を用いて定期的に行い、衛生管理者または衛生推進者の確認を受ける。
- (2) 衛生管理者または衛生推進者によって、安全管理上の問題点を指摘された場合は、速やかに対応する。

### 2-4-3 各種掲示

(1) 各作業内容に応じた掲示については、全学の安全管理ガイドラインのそれぞれの項を参照し、危険表示や立ち入り禁止等の表示を行う。

- ・化学物質関連 : 8.2.5 有害性の高い化学物質の取扱い
- ・エックス線発生装置関連 : 8.8 エックス線発生装置に関する事項
- ・レーザー機器関連 : 8.9 レーザー機器に関する事項
- ・強磁場発生装置関連 : 8.10 強磁場発生装置に関する事項
- ・高電圧機器関連 : 8.11 高電圧機器に関する事項

(2) 無人運転機器がある場合は、教員の承認のもと、必要な安全措置をとり、緊急時の連絡先を部屋の入口等の見やすい場所に掲示する。緊急時の対応や連絡先を知らせるための掲示物は、研究室責任者あるいは実験・実習授業担当者が、部屋の中や近く（廊下など）に掲示する。なるべく休日や夜間でも連絡が付きやすい連絡先を記入する。

※緊急時の連絡先を知らせるための掲示物として、「緊急時マニュアルポスター」を利用してもよい。「緊急時マニュアルポスター」は以下からダウンロードできる。

<https://www.saitama-u.ac.jp/rikogaku/anzen.html>

## 2-5 各種届出(教職員)

### 2-5-1 毒物および劇物の点検報告

毒物および劇物は、毒物及び劇物取締法に従い、年に1回以上、「安全管理ガイドライン」の毒物および劇物点検表（様式3）に基づき点検を実施し、その結果を理工研支援室から指定されたWEBフォームに登録しなければならない。登録された結果は、理工研支援室にて保管する。

### 2-5-2 水質汚濁防止法にかかる点検報告

教職員が管理する実験室の流し等について、「安全管理ガイドライン」の管理要領【研究・実験室用】（様式4）に従い、1年に1回、水質汚濁防止法にかかる定期点検を実施し、理工研支援室が指定するWEBフォームから点検結果を報告しなければならない。

### 2-5-3 火災、事故等の対応及び報告書

火災、事故等の発生に関しては、以下に従う。

- (1) 建物、部屋、設備又は学生等が関わる火災、事故、盗難等（以下「事故等」という。）を発見した場合、発見者は、その場所や物、学生を管理・監督する教員（以下「監督教員」という。）及び近くにいる教員・学生に速やかに知らせ、緊急対応が必要な場合はそれに協力する。なお、監督教員が不在の場合は、当該 PG の理工研安全衛生委員あるいは PG 長に速やかに知らせることとする。第一報を受けた監督教員等は、緊急対応を行った後、緊急性又は重大性が高いと判断できる場合は、速やかに理工学研究科長及び理工研支援室に連絡する。ただし、火災に関しては、緊急性や重大性の高低にかかわらず、速やかに連絡することとする。この際、報告書の提出は必要なく、発生時刻と場所、被害状況、現状を簡潔に伝える。この連絡を受けた後、理工研支援室は速やかに防災・危機管理担当副学長に同様の連絡を行う。
- (2) 監督教員は、所定の事故報告書に記入し、下記の提出先に、事故等の大小にかかわらず、原則 24 時間以内にメール添付により提出する。なお、監督教員が対応できない場合は、当該 PG の理工研安全衛生委員あるいは PG 長が代理で報告書を提出することとする。ただし、この段階において、「事故の概要」欄における事故原因や「今後の対応」欄については、記載しなくてもよいものとする。また、被害状況・範囲がわかる写真も、報告書と併せてメール添付により提出する。以下、これらをまとめて「事故報告書（速報版）」という。

**提出先** ⇒ 理工学研究科長、理工研安全衛生委員会議長、当該 PG 長、当該 PG の理工研安全衛生委員及び理工研支援室（提出先のメールアドレスがわからない場合は、当該 PG の理工研安全衛生委員又は理工研支援室に確認する。）

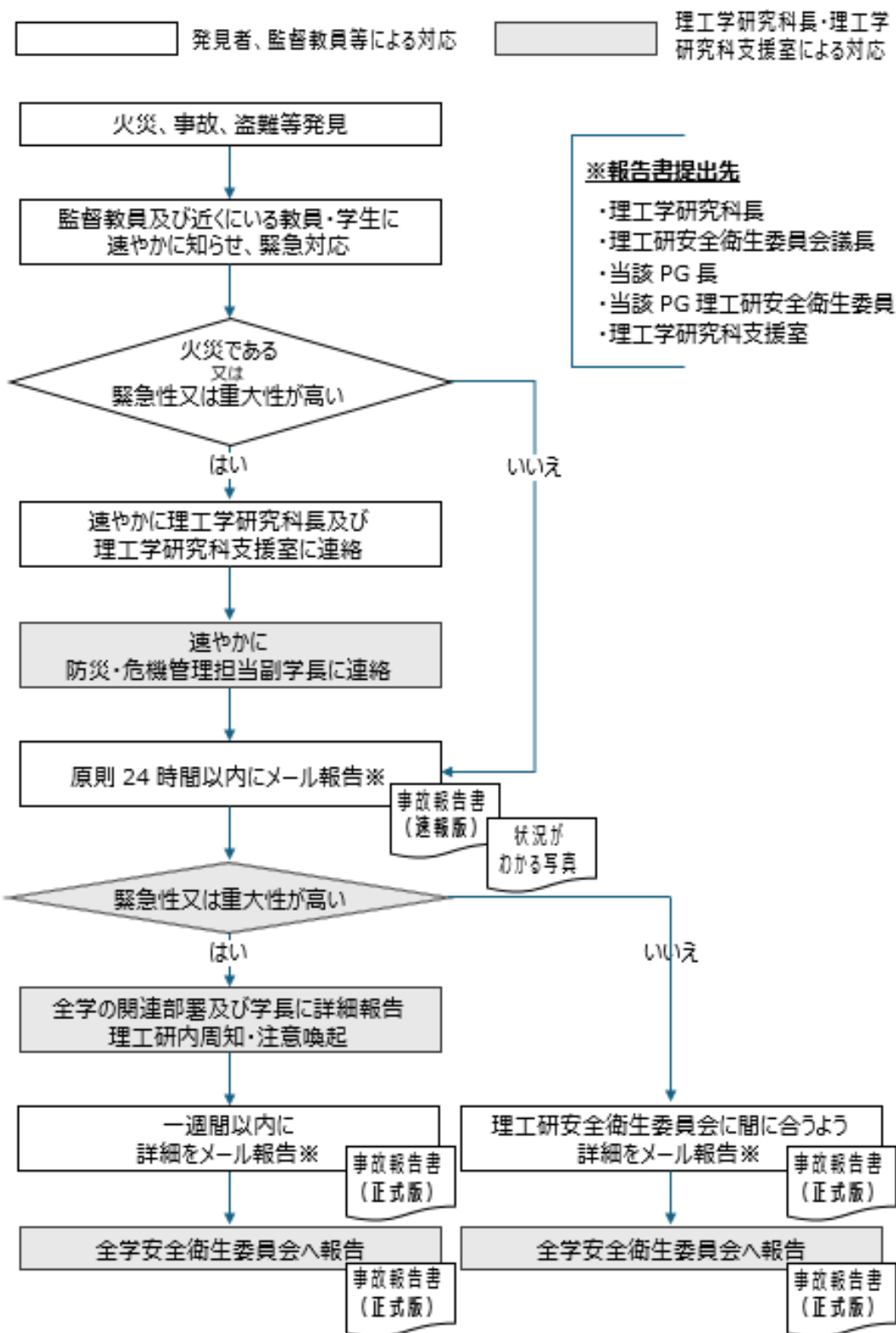
- (3) 理工学研究科長・理工研支援室にて以下に基づき全学への報告如何を判断  
人的被害があるもの（死亡もしくは救急搬送や即日入院などの重篤な状態の場合）、施設・設備災害（火災・爆発もしくは自然災害等で被害状況が軽微なもの以外）等の基準を設け、事故報告書（速報版）の内容を確認した上で、必要に応じて全学への詳細な報告を行う。
- (4-1) 事故報告書（速報版）で緊急性又は重大性が高いと判断された場合

- 理工研支援室は、事故報告書（速報版）に基づいて、全学の関連部署と学長に詳細な報告を行い、他の理工研 PG 長や理工研安全衛生委員にも事故情報を周知し、注意喚起する。なお、「事故報告書（正式版）」については、理工研安全衛生委員会を経て、全学の関連部署に提出する。
- 監督教員は、「事故報告書（速報版）」の提出後、一週間以内を目処に、詳細な事故原因や今後の対応を含めた「事故報告書（正式版）」を上記の提出先に提出する。なお、事故原因究明のために学外（消防署等）に調査を依頼する場合には、事前に理工学研究科長の許可をとることとし、原因究明に時間を要する場合には、その旨を提出先に知らせ、「事故報告書（正式版）」の提出の延期を申し出る。
- 理工学研究科長は、全学の関連部署と協議の上で是非の判断を行う。
- 理工研安全衛生委員会は、報告書の妥当性を協議し、問題があれば加筆・訂正を求める。

#### （4-2）事故報告書（速報版）で緊急性及び重大性が低いと判断された場合

監督教員は、「事故報告書（速報版）」の提出後、直近の理工研安全衛生委員会に間に合うように、詳細な事故原因や今後の対応を含めた「事故報告書（正式版）」を上記の提出先に提出する。理工学研究科安全衛生委員会において報告書の妥当性を協議し、問題があれば加筆・訂正を求める。なお、「事故報告書（正式版）」については、全学の安全衛生委員会に提出する。

## 理工学研究科における事故等発生時のフローチャート

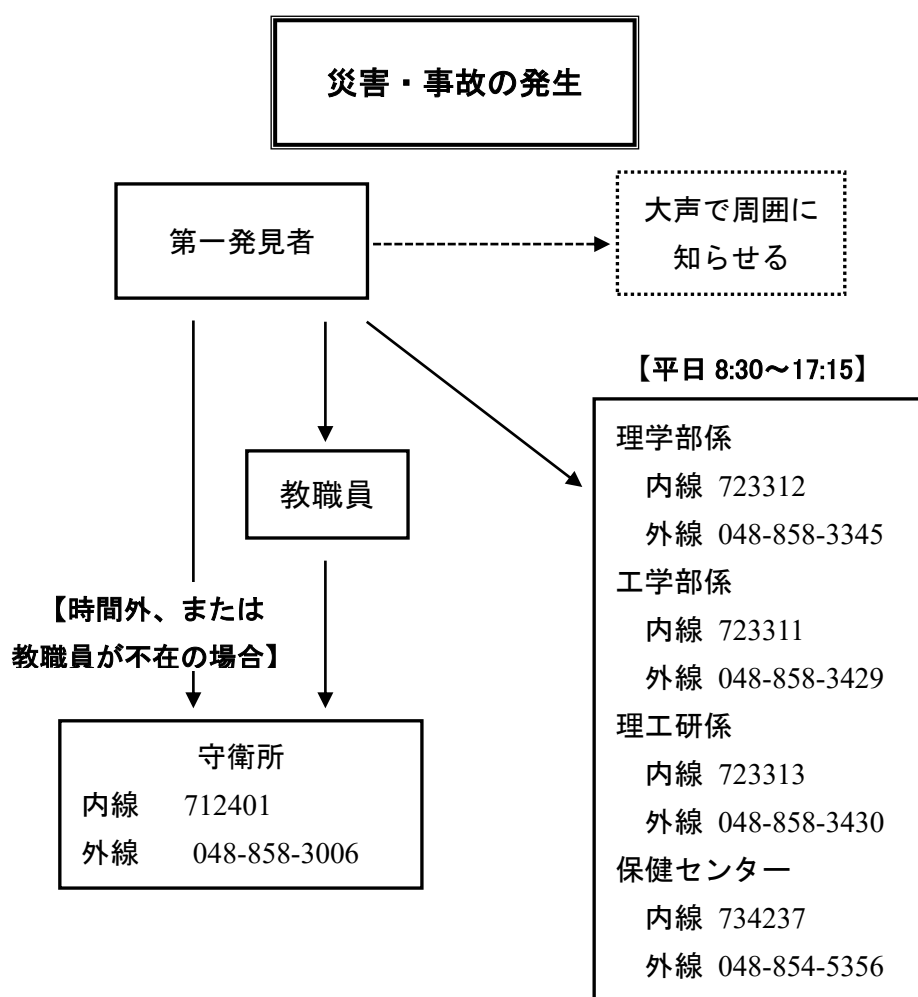


## 第3章 緊急時の対応と救急救命

### 3-1 緊急の場合の対応

#### 3-1-1 緊急時の連絡方法

平日時間内の思いがけないけがや病気・症状は、保健センターに連絡し応急処置を依頼する。重大な人身事故の場合は、救急車をよび、守衛所にも連絡して誘導を依頼する。救急車が到着するまでの対応は、保健センターに依頼する。



#### 関係連絡先

☆病気や人身事故のとき

- ◎救急車 119
- ◎埼玉メディカルセンター 048-832-4951
- ◎西部総合病院 048-854-1111

☆**化学物質**を飲み込んでしまったとき

◎つくば中毒110番 029-852-9999

☆火災報知機が鳴ったとき

◎埼玉大学施設管理課電気係 048-858-3022

☆ガス漏れとみられるとき

◎京浜燃料(株) 与野営業所 048-852-3407

埼玉大学構内で使用しているプロパンガスは、空気よりも重いことに注意

### 3-1-2 防火と消火

#### (1) 火災予防

火災予防の詳細については、安全管理ガイドラインの「5.3 防火と消火」を参照する。安全ガイドラインの記載内容以外で、火災予防のために、次の心得を守らなければならない。

- a) 電気コンロやホットプレート、バーナーなどは不燃性の台の上に置き、使用する器具の破損やガラス器具のキズの有無を実験前に必ず点検する。
- b) 非常口の位置、避難袋、避難緩降機の置き場所と使用方法、消火器、消火栓の使用方法、研究室から外部への連絡方法などは日頃から訓練または講習によって周知しておく。

#### (2) 避難

- a) 廊下が煙で充満している場合は、濡れタオル等で口と鼻をおおい、頭を低くする。
- b) 3階以上で非常口が煙や炎で使えない場合、救助袋または避難緩降機で避難する。避難緩降機の使用法は箱に書いてあるのでふだんから確認しておく。

##### \*救助袋の設置場所

理学部1号館の4・5階の南側パイプスペース西端

##### \*避難緩降機の設置場所

理学部2号館4・5・6階西側ベランダ

理学部講義実験棟3階廊下中程

工学部講義棟3階54番講義室南側、4階56番講義室南側

電気電子物理工学科棟1号館と2号館の間の3階・4階廊下

情報工学科・理工学研究科棟3階端末演習室

機械工学・システムデザイン学科棟5階廊下

応用化学科2号館3階301室、4階407室

- c) 衣服に火がついた場合、寝転んでもみ消し、助けを呼ぶ。絶対に走り回らない。他の人の衣服に火がついている場合は、横に寝かせ、毛布やシーツなどで身体を巻き

て消す。

- d) けが人（重火傷）を救助する場合は、火傷の箇所を傷つけないように注意して安全なところに移す（「3-2-3 救急処置」の項を参照）。

### **(3) 連絡(深呼吸をし、落ち着いて)**

「3-1-1 緊急時の連絡方法」にある連絡方法にそって緊急連絡をする。

- a) 大声を出して周囲の人間に知らせる。ー 「**火事だ!**」
- b) 自分自身及びけが人の身の安全を確保する。
- c) 廊下の火災報知機のふたを壊し、ボタンを押す(ベルが鳴り、消火栓ポンプが作動する)。
- d) 教職員を呼ぶ。
- e) 守衛所 712401 ((内線)に知らせる。(公衆電話または携帯電話では 048-858-3006)  
**「○(棟番号: アルファベット+番号) 番の○学部○○○学科棟○階○○室で火災が発生し、(ケガ人も出、) 今、消防車を呼んだところです。消防車の誘導をお願いします。私の名前は○○です」**

### **(4) 初期消火(他の人をよび、一人ではやらない)**

可燃性及び支燃性ガスがボンベから噴出しているときは、窓を開けて換気し、着火源を取り除く。

## **3-1-3 地震対策**

### **地震に備えて**

地震に備えて平時から以下のことを実施し、災害を最小限にとどめる。なお、安全管理ガイドラインの「5.4 地震対策」の項目も参照すること。

- a) 不要な溶媒や試薬、使用不能となった機器、不要な書類は廃棄しておく。
- b) 危険物（引火性・可燃性溶媒、反応性が高い試薬類）、有害薬品、高圧ボンベなどの購入、持込を最小限にする。
- c) 棚類は壁または床に金具で留め、転倒を防止する。
- d) 鉄製の扉は変形して開かなくなることがあるので、地震が来たら、まず扉を開けて避難経路を確保する。
- e) 避難経路が棚の転倒、器物の落下、障害物等で塞がれないよう、転倒および落下防止策を講じておく。

### **地震時の対応**

#### **(1) 揺れが起こったら**

机のような丈夫な家具の下にもぐるなど、まず自分の安全を確保する。

## (2) 揺れが収まったら

- a) 建物を壊すような大地震では、余震に注意し、周囲の人達と声をかけあい、ふとんや鞆で頭上の落下物から身を守りながら、けが人を助ける。
- b) 避難のときに電気のプラグを抜き、ガスの元栓を閉める。
- c) 家具が倒れる程度の地震では、持ち場の電気系統の異常、ガス漏れ、ボンベの転倒・ガス噴出がないか点検した後、避難路にそって避難する。
- d) 火災が発生した場合は、火災時の緊急措置を行う（「3-1-2 防火と消火」参照）。
- e) 倒れかかっているものやガラスの破片などに注意し、できるだけ身体を防護する服装で、あれば軍手などをはめ靴を履いて手足を保護する。屋外では、壁のタイル・窓ガラスの破損、落下等が起こる可能性があるため、建物から離れて避難する。

## (3) 大教室、講堂では

地震直後は、器物の転倒・落下、火災などによって集団的なパニック状態に陥る危険がある。「落ち着け」など、大声で人々の動揺を沈静化させ、できるだけ整然と避難することが肝要である。走らないこと。われ先の行動は厳に慎む。

## (4) エレベーター内では

地震によって大きく揺れてもワイヤーが外れて落下することはまずない。地震時管制運転装置により最寄り階で停止するものが多いが、同装置がないものもあるため、全ての階のボタンを押し、停止したらすばやく脱出する。

万一閉じ込められた場合は、あわてて脱出しようとはせず、非常電源によって照明がつき、インターホンや備え付けの内線電話が使用可能になる状態を待ち、外部との連絡を取って救助を待つ。揺れが収まった後、避難するときには絶対にエレベーターを使つてはならない。

## (5) 応急救護

大地震時には多数の負傷者が広い範囲で同時に発生する。交通・通信手段も被害を受けて通常の救護活動ができなくなる。また、救急救護施設は重傷者で手一杯となる。救急箱を用意しておき、軽いけがは自分で手当てし、お互いに協力し合って応急救護に努める。大地震の後には余震が多発する。防火、損壊防止、救助等の活動を協力し、積極的に行う。

\*大規模地震（震度が概ね 5 以上の地震）が発生したときには、埼玉大学非常（緊急）災害対策本部が設置される。また、理工学研究科にも災害対策隊が設置される。

## (6) 正しい情報の把握

地震後は根拠のないデマが流れやすい。テレビやラジオで正確な情報を入手することが大切である。電池式ラジオを備えておくといよい。

### <地震が起こったらどうするか>

#### ●落下物から身を守る



#### ●迅速な初期消火



#### ●火災が拡大したらすぐ避難

煙、異臭、破壊音などを察知したら、すぐ避難しましょう



#### ●パニックにならないで緊急避難

大勢の人が一斉に出口や階段に殺到すると危険です。

落ち着いて秩序正しく避難しましょう



#### ●協力し合って応急救護



#### ●デマに惑わされず、正しい情報を知



#### (参考) 自動車を運転していたとき

運転中に地震が発生すると、パニックしたようにハンドルをとられるので、ハンドルを強く握って徐々に速度を落とし、道路の左側または近くの空き地や駐車場に停車する。停車後はラジオで情報を聞く。避難の必要があるときは、エンジンを止めドアや窓を開める。ドアはロックせず、車のキーを車内に残したまま、徒歩で避難する。自動車から出火したときには、備え付けの消火器があれば、それを使って消火する。道路を塞いで避難者や緊急車両の通行に支障を与えたり、自動車を延焼媒体にしたりしないようにする。

### <自助・共助・公助>

- ◇ 自分の身は自ら守るという**自助**の心構えが最も大切です。
- ◇ 自分の安全確保ができたら、周りの人と協力して、消火やけが人の救出、安全確認などの**共助**を心がけましょう。
- ◇ 交通機関の途絶で帰宅が困難な場合には、大学の指示に従い、自治体・国の援助（**公助**）を待ちましょう。

〔「地震が発生したら」より〕

## 3-2 救急救命(人命に係る事項)

### 3-2-1 負傷者の応急救護処置の手順

応急救護処置の詳細は、安全管理ガイドラインの「7.2 救命処置」の項目を参照する。

### 3-2-2 心肺蘇生法

心肺蘇生法とは、負傷者に意識障害が生じていたり、呼吸停止、心臓停止やこれに近い状態になったときに、負傷者を救命するために行う手当てのことをいう。具体的には、**(1)気道確保、(2)人工呼吸、(3)心臓マッサージ**の三つの手当てがある。

心肺蘇生法を行うにあたっては、意識障害の有無、呼吸障害の有無を十分に観察、判断して行う。

### 負傷者の状態確認・判断と対応

応急処置を行う際には、負傷者の状態をよく知ることが大切である。また、心肺蘇生法の講習を受けておくことも大切である。

#### (1) 意識状態の観察・判断と対応

負傷者が発生したなら、まず、意識の有無を確認する。

#### **観 察**

負傷者に近づき、「もしもし」「大丈夫ですか」などと呼びかけながら負傷者の肩を軽く叩く。

#### **判断と対応**

呼びかけに対して応答(開眼、応答)がなければ、意識障害があると考えて、大きな声で「誰か来てください!」と救助を求め、**119番通報を依頼する**。



## (2) 呼吸状態の観察・判断と対応

意識障害を認めたら、次に呼吸状態を観察し正常な呼吸がない場合は、気道（口、鼻から肺にいたるまでの空気の通路）の確保と人工呼吸を行う。

### 観 察

負傷者の胸が動いているかどうか、負傷者の鼻や口に耳を近づけて呼吸が聞こえるかどうか、負傷者の吐く息が、頬に感じられるかどうかを確認する。

### 判断と対応

胸の動きがない、呼吸音が聞こえないなどの場合は、気道の閉塞か呼吸の停止が考えられるので、口の中の観察と気道の確保を行う。気道を確保してもなお呼吸がない場合は、人工呼吸を2回行う。

呼吸があれば、回復体位をとらせる（p.\*(5)参照）。

## (3) 脈拍状態(循環)の観察・判断と対応

呼吸がない場合は、人工呼吸を2回行った後に、心臓の拍動(脈拍)があるかないかを確認する。脈拍状態の観察と判断は、頸動脈(けいどうみゃく)もしくは手首の脈拍が触れる(感じられる)か、触れないかによって行う。

### 観 察

あご先の拳上を行っていた手を負傷者の頸(くび)に移動させ、のどぼとけ(喉頭隆起)の高さで、人差し指と中指をそろえて、指先を手前にずらし、のどぼとけと筋肉の間(甲状軟骨の脇)に軽く押し付けることによって触れることができる。触れている時間は、5秒から10秒以内で終わるようにする。

### 判断と対応

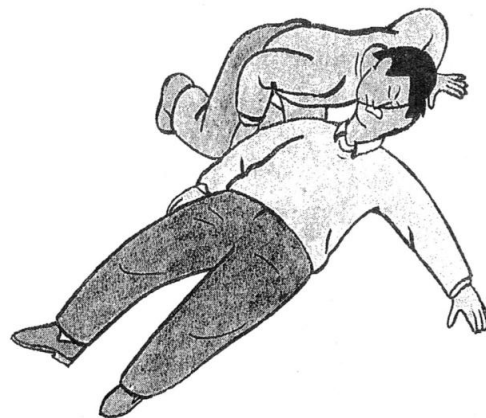
脈拍が触れない場合は、直ちに心臓マッサージを行う。

## 人工呼吸と心臓マッサージ

### (1) 気道確保

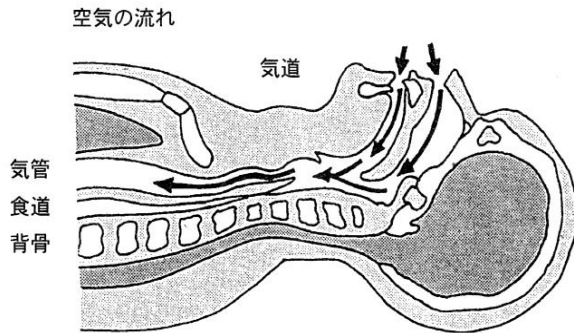
気道確保とは、図に示すように、空気が口や鼻から入り、肺に到達するまでの通路(気道)を確保(開放)することをいう。

呼吸状態の観察と判断



頸動脈拍の触知





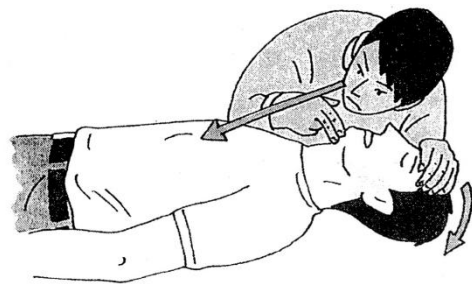
### a 気道確保が必要な場合

気道確保が必要な場合としては、①意識障害のある場合、②呼吸が停止している場合、③呼吸があっても胸の動きが不自然な場合、ゴロゴロやヒューヒューという音が聞こえる場合、などがある。

### b 気道確保の方法

気道を確保するためには、頭部後屈・あご先拳上法（あご先拳上法）が行われる。ただし、異物や分泌物による気道閉塞が考えられる場合は、口の中を観察して、これを取り除かなければならない。

あご先拳上法

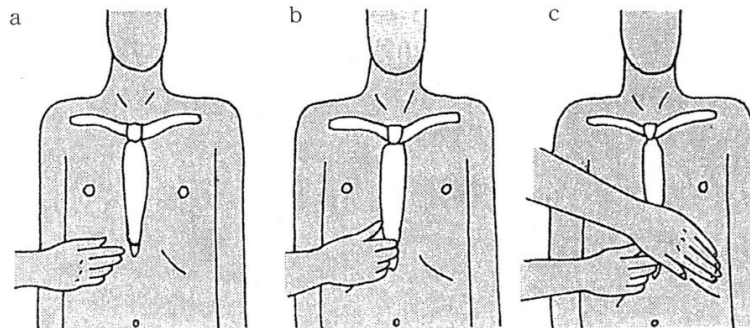


## (2) 心臓マッサージ

呼気を吹き込み、人工呼吸を2回行った後に（人工呼吸は省略してもよい）、心臓の拍動があるかないかを頸動脈の拍動に触れることによって確認する。もし、頸動脈の拍動に触れることができないならば心臓停止が考えられるので、直ちに心臓マッサージを行わなければならない。

心臓は胸の中央にある。心臓マッサージは、下図に示すように、救助者が負傷者の胸の脇に位置し、負傷者の足側にある救助者の手の人差指と中指で、負傷者の肋骨縁にそって合流点まで移動させる(a)。中指が合流点までに達したとき、人差し指は胸骨上にある。人差し指の置かれた胸骨の頭側部に手のつけ根を置くとこの部位が圧迫部位になる(b)。この手の上にもう一方の手を重ねる(c)。

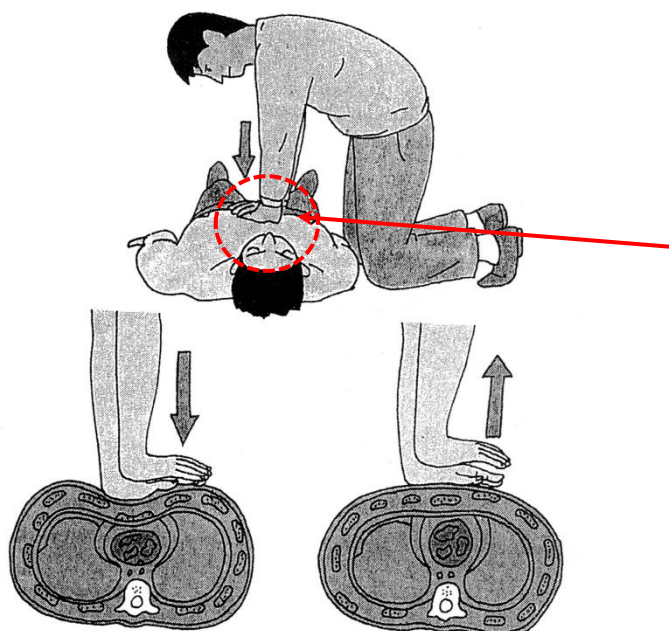
心臓マッサージの手の位置



心臓マッサージを行う場合には、下図に示すように、肘をまっすぐにして体重をかけ、胸骨が3.5～5.0センチメートル下方に圧迫されるように行う。心臓マッサージは、大人では1分間に

80～100 回の速さで行う。人工呼吸 2 回(省略してもよい)と心臓マッサージ 30 回を交互に繰り返す。負傷者が寝ている床面が硬いことが心臓マッサージの効果を上げる。

心臓マッサージの圧迫の仕方



### (3) 一人でを行う心肺蘇生法

すでに述べた、(1)気道確保、(2)人工呼吸 (省略してもよい)、(3)心臓マッサージは、一人で行うことができるようになる必要がある。すなわち、下図のように、気道確保を行い、2 回の口対口の人工呼吸を行った後に (省略してもよい)、1 分間に 100 回のリズムで、30 回の心臓マッサージを行い、これを繰り返す。

1 分間このような心肺蘇生法を行った後、もう一度頸動脈の拍動が触れるか触れないかをみる。触れない場合は、人工呼吸 (省略してもよい) と心臓マッサージを続ける。頸動脈の拍動が十分触れるようになったら、心臓マッサージを中止する。その後、脈拍が触れることを確認しながら、人工呼吸を 5～6 秒に 1 回 (1 分間に 10～12 回) の割合で続ける (人工呼吸は省略してもよい)。自発呼吸が出てきたら、気道を確保しながら回復体位にする。

### (4) 心肺蘇生法の中止

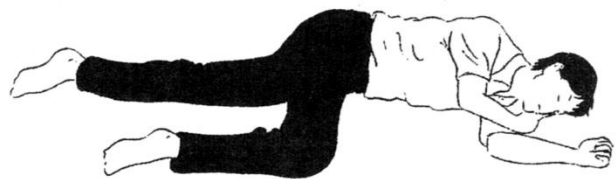
次の状況下では、心肺蘇生法を中止する。

- a 十分な自発呼吸、循環が回復した場合。
- b 医師または救急隊員に引き継ぐか、第三者に交代できる場合。
- c 救助者に危険が迫ったり、重度の疲労を感じた場合。

一人で行う心肺蘇生法



回復体位（側臥位）のとりせ方



## (5) 自動体外式除細動器(AED)の使用

AED は、心臓の心室が小刻みに震え、全身に血液を送ることができなくなる心室細動等の致死性の不整脈の状態を、心臓に電気ショックを与えることにより、正常な状態に戻す器械で、平成 16 年 7 月から医師以外の一般市民の使用が認められた。音声や文章メッセージなどによって、どのような手順をとるべきかを救助者に教えてくれる。また、心臓のリズムから治療のために電気ショックが必要かどうかを自動的に判断するので、必要でない人に誤って電気ショックを与えることはない。

本学での設置場所（安全管理ガイドライン p.\*参照）

保健センター（内線 734237 外線 048-854-5356）

守衛所（内線 712401 外線 048-858-3006）

情報工学科・理工学研究科棟 1 階北側入口

環境社会デザイン学科 1 号館入口、教育機構棟入口

学生宿舎、国際交流会館 1 号館、総合体育館、大学会館、教育学部 A 棟、本部棟

- (1) AED が到着。
- (2) フタを開ける→電源 ON。  
音声ガイダンスの声  
“患者の胸を裸にし、2ヶ所にそれぞれ電極を貼って下さい。”
- (3) 電極を袋から取り出し、台紙から剥がし、傷病者の素肌に貼る。
- (4) 心電図の解析が自動的に始まる。

「解析中です。離れて下さい！！」と周囲に呼びかける。

音声ガイダンスの声

“患者に触らないで下さい。心電図を調べています。”

“充電中です。”

“電気ショックが必要です。患者から離れて、点滅ボタンを押して下さい。”

「放電します。離れて下さい！！」と周囲に呼びかける。

- (5) 点滅ボタン（放電ボタン）を押す。

音声ガイダンスの声

“患者に触らないで下さい。心電図を調べています。”

“脈や呼吸などの反応がなければ心臓マッサージなどの蘇生術を始めて下さい。”

- (6) 循環のサイン [息（呼吸）・せき・体動] を確認する。

→循環のサインなし：CPR（心臓マッサージ 30 回：人口呼吸 2 回）を 1 分間行う。  
→AED が自動的に 1 分間計測している。

→循環のサインあり、呼吸が不十分：5 秒に 1 回の割合で人工呼吸のみ行う。

→十分な呼吸、せきが出た場合は、意識の確認をする。

→正常な呼吸・意識なし→回復体位

→正常な呼吸・意識あり→傷病者の楽な体勢へ

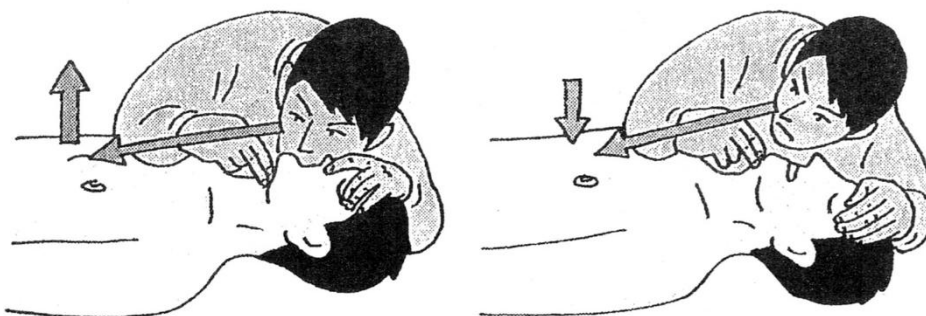
- (7) 回復しても、電極はつけたまま、電源 ON の状態で、救急隊の到着を待つ。

### 【参考】人工呼吸法

気道を確認しても胸の動きがないか、あっても不十分な場合、また呼吸音が聞こえない場合には人工呼吸が必要になる。

人工呼吸は、図に示すように、気道の確保をあご先拳上法で行った後、救助者が頭側に置いた手の親指と人差し指で負傷者の鼻をつかみ、大きく空気を吸い込んだ後に口を負傷者の口に当て、負傷者の気道内に 1.5～2.0 秒かけてゆっくりと胸がふくらむように息を吹き込む。もし、気道が適切に確保できているなら、呼気を吹き込むことによって胸が大きく上方にふくらむ。負傷者の呼気は、救助者が負傷者の口から自分の口を離すことによって自然に出てくる。

#### 口対口人工呼吸法



呼気の吹き込み

負傷者の呼気時

### 3-2-3 救急処置

救急処置を行う前に、負傷者の状態をよく知ることが大切である。

#### やけど

体表面の30%以上（注1）をやけどした場合は生命に係わるので、以下の処置をして救急車の到着を待つ。

- a) 冷水で患部をよく冷やす。
- b) 衣服は脱がさないで、患部を冷却する。ただし、化学薬品によるやけどの場合は、薬品が付着した衣服は素早く取り除く。
- c) 患者のからだを毛布でくるむなどして、保温する。
- d) 患者に意識があり、内臓に損傷がなければ、砂糖水、茶等を与えてもよい。

注1: 体表面積の目安は、9の倍数で覚える。成人で頭部9%（顔面4.5%）、両腕9%、胴体（全面）18%、片足9%である。

#### 骨折

- a) 骨折箇所を確認し、副子（添え木）をあててその場所が動かないようにして、傷みを和らげるようにする。その後の処置は医師に任せる。
- b) 副子は骨折部を超える十分な長さで幅が必要。板、棒、傘などを応急的に骨折箇所に添え、手拭い、包帯などで縛っておく。このとき、必ず上下の隣接する関節も含めて固定する。
- c) 骨折による激痛はショックを誘発するので、これに対する処置も必要である。このため、手拭い、布、フェルトなどを介して、副子を当てるようにするのも効果がある。

#### 外傷

##### 〔出血の観察・判断と対応〕

##### 観 察

負傷者が出血している場合は、まず、出血部位、出血の症状や程度など患部の状態を確認する。同時に全身の状態(意識、呼吸、脈拍など)を確認する。

##### 判断と対応

出血を認めたら、直ちに止血法を行う。

##### 〔止血法〕

##### (1) 傷口の確認

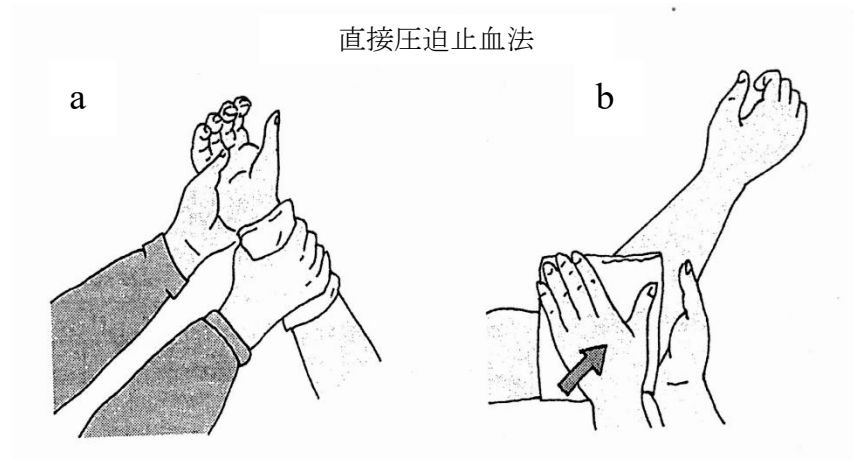
止血を行うには出血部位、すなわち傷口の確認をすることが大切。血のにじんだ衣服

をそっと取り除き、傷口を確認するとともに傷口からの出血の状態をよく見る。

傷口から真っ赤な血液が勢いよく噴き出しているときや赤黒い血液が大量に流れ出している場合には、大出血であると判断して直ちに止血を行う。

## (2) 傷口の圧迫

最も有効な止血方法は、傷口を直接圧迫することである（直接圧迫法）。傷口を圧迫するには、ガーゼ、ハンカチ、タオルなどを傷口に当て、手のひらで血が止まる程度に押さえる。



## (3) 包帯や布の利用

手や足など包帯が容易に巻ける部位の傷口では、ガーゼやハンカチの上から包帯、三角巾、タオルなどで傷口を巻いて圧迫する。

このとき、血が止まる程度に圧迫すればよく、あまり強く巻かないように注意する。



### 3-2-4 感電事故

感電は、人体の一部を通して漏れ電流が流れることである。電気の通っている電線や露出している電源端子などに直接接触して受けることが多いが、電気の通路でないはずの金属部に漏電していて、知らずにこれに触れて感電することもある。

日本では、42 V（シニボルト）以上が危険電圧とされてきた。しかし、30 数 V の電圧で死亡事故が発生した例もある。また、同一の電圧の電源に触れた場合でも、人体抵抗が大きい条件になっていれば単なるショックですむが、身体が汗で濡れているなどの理由で抵抗が小さくなっていると大きな電流が流れ致命的となる。

その他の感電障害として高温症がある。これは、感電時間が長かったため、人体組織の温度が上昇する症状である。高周波感電においては高温症が死因となる場合が多い。

火傷（熱傷）も注意を要する。第3ないし第4度の火傷は生命の危険がある。また、電流通路にあたった血管は脆弱になり感電の影響で血圧も上昇するので、大出血や血栓をおこす場合がある。脳あるいは脳脊髄に出血をおこし、機能障害になることもある。さらに筋肉の急激な収縮による骨折、組織の機能障害、一時的な神経障害をおこす場合もある。なお、電流が体内を通過すると、外見上まったく異常がなくても皮膚内部の組織が火傷していることがある。このため、感電直後は何ら異常がなくても、ある時間経過後、または相当日数を経過した後に急死する例もある。したがって、**感電した場合には、たとえその時に自覚症状がなくても、必ず専門医の診察を受けることが大切である。**

電流が大きい機器には漏電遮断器等を設置しておく。普段から非常時を考慮した実験設備、器具等の配置、配線を合理的に行い、非常時の動作訓練を定期的実施することが大切である。

### **感電時の救助と応急処置**

- a) 電源スイッチを切り、大声で周囲の者に知らせ、応援を呼ぶ。
- b) 救助者は二次被害を防ぐために、**絶対に素手で感電者に触れない。**
- c) 感電者を導電部から引き離す場合は、絶縁手袋、絶縁靴を着用するか、乾いた竹や木や布片を用いて、被服やベルトを引っ張って行う。
- d) 近くにいる教職員、**守衛所**に連絡して救急車を手配する（「3-1-1 緊急時の連絡方法」参照）。
- e) 失神、筋肉けいれん、硬直、強いショック症状者には気道を確保し、人工呼吸を行う。
- f) 感電者の様子を観察し、呼吸停止・心臓停止の場合は、直ちに人工呼吸のほか心臓マッサージを開始する。特に、事故後1~2分間に処置を開始することが蘇生の確率を高くする（「3-2-2 心肺蘇生法」参照）。
- g) 感電火傷の部位は、一般の火傷に対する応急治療を行う（「3-2-3 救急処置 やけど」参照）。

### **3-2-5 爆発事故**

- a) 二次爆発の危険があるので、まず、体を伏せて、顔、頭を覆い、しばらく待機する。
- b) けが人がでた場合、できるだけ安全な場所に避難させ、周囲に助けを求め、緊急連絡方法によって救急車を呼ぶ（「3-1-1 緊急時の連絡方法」参照）。
- c) 可燃性ガスのボンベからガスが漏れている可能性がある場合、速やかにボンベの元栓を閉め、静かに窓を開けて換気する。**換気のために換気扇をつけてはいけない。**電気火花によって爆発の恐れがある。

- d) 実験中に薬品などが爆発した場合は、火災や二次爆発に注意して、飛散した薬品等の処理を行う。
- e) 火災が発生している場合は、火災時の緊急措置を行う（「3-1-2 防火と消火」参照）。

### 3-2-6 ガス漏れ事故

- a) 器具栓、元栓を閉め、窓やドアを静かに開けて換気する。近くにいる教職員に知らせる。
- b) 火気は小さなものでも厳禁。換気扇や照明のスイッチのオンオフをしてはならない。
- c) 元栓を閉めてもガスがもれているときは、すぐにその場から離れるとともに教職員、守衛所を経て、ガス会社に通報する（「3-1-1 緊急時の連絡方法」参照）。

### 3-2-7 化学物質による事故

#### (1) 化学薬品をあびたとき

- a) 全身にあびたときは、直ちに緊急シャワーの設置場所に行き、シャワーをあびながら衣服を脱ぐ。
- b) 手、足などの比較的小部分にあびたときは、多量の水で洗う。

#### (2) 薬品を飲み込んだとき

- a) すぐに口の中に指を入れ、飲んだものを吐く。
- b) 強酸や強アルカリ、石油製品を飲んだときは、吐かせてはならない。食道粘膜のひどいやけどや、気管への吸入により重い肺炎をおこす危険性がある。
- c) 薬品が酸の場合、牛乳か酸化マグネシウムのけんだく液を飲む。アルカリの場合はオレンジジュースや酢などを飲む。

#### (3) 有毒ガスを吸って中毒になったとき

- a) 頭痛やめまいがしたら、直ちに外へ出て新鮮な空気を吸う。
- b) まわりの人に有毒ガスが発生していることを知らせる。
- c) できれば発生している元を止める。
- d) 有毒ガスを吸って倒れた人がでた場合は、患者をすみやかに新鮮な空気の所に移し、可能なら湿った酸素を吸わせる（詳細は以下の「化学薬品による事故の処置」参照）。

### 化学薬品による事故の処置

化学薬品に触れることによる障害の応急処置は、それぞれの化学薬品のメーカーから提供される SDS (化学物質安全データシート Safety Data Sheet) に記載されているので、

緊急時に備えて確認しておくこと。

事故後の応急処置について以下に述べるが、応急処置を行うと同時に直ちに医師と連絡をとる。医師には**起因の化学薬品の情報（SDSを提示するとよい）、量、事故の状況（飲み込んだのか、吸引したのか、それとも皮膚に付着したのか）及び発生時刻等**を知らせる。負傷者がけいれんを起こしたり、意識不明の場合は、呼吸を維持する以外は手を下さず、医師に任せる。

### (1) 固体薬品に触れた場合

硝酸銀などの反応性の高い固体、水酸化ナトリウムなどのアルカリ性の固体などが皮膚に触れた場合は、大量の流水でよく洗う。その際、接触範囲を広げないよう、姿勢や水の流し方に注意する。また、水によって発熱反応を起こす薬品は、十分に拭き取ってから水で洗う。

### (2) 液体の薬品に触れた場合

硫酸、塩酸などの酸、または水酸化ナトリウムをはじめとするアルカリ性溶液が口の中に入った場合、ごくわずか（1、2滴）であれば、すぐ水道水などで口中をよく洗う。

**強酸**を飲み込んだ場合は、牛乳、あるいは水を飲ませて希釈する。緩和剤として、少なくとも1、2個の卵を溶き、飲ませてもよい。**強アルカリ**を飲み込んだ場合は、直ちに500 mLの希薄食酢（食酢1：水4）やオレンジジュース、または水をのませ希釈する。

皮膚に**強酸**に触れた場合は、15分間多量の水で洗う。水洗い後、希アルカリや石けん液で洗浄する。ギ酸や酢酸などの弱酸の場合も水でよく洗う。**強アルカリ**が皮膚に触れた場合、汚染された衣服や靴を直ちに脱がせ、皮膚がヌルヌルしなくなるまで流水で洗浄する。目に入った場合は、まぶたを広げ15分間流水で（コンタクトレンズはできるだけ早くはずして）洗い、必ず医師の診察を受ける。ベンゼン、トルエン等の**有機溶媒**が皮膚に触れた場合、水で洗浄しさらに石鹸でよく洗う。これらの溶剤は揮発性なので、蒸気を吸わないように注意する。

### (3) 気体(毒ガス)を吸った場合

塩素ガスや一酸化炭素などの毒ガスを吸った場合（吸うこと自体大変危険で死に至ることがある）、直ちに新鮮な空気のところに移動し、安静を保ち、保温する。

酸素吸入を行う場合は、酸素を直接酸素ボンベから取り出し患者に吸わせてはならない。必ず、水の中でバブルさせてから吸わせる（乾燥した酸素を吸わせると患者の気管支が犯される）。アンモニアガスやハロゲン（塩素、臭素など）ガスが、目に入った場合、多量の水で洗い、医師の診察を受ける。

ガス中毒で倒れている人を救助するときは、**周囲の状況をよく見て、濡れたハンカチまたは手拭い等で鼻を覆い、息をとめて救助できる場合はすばやく救助する**。しかし、

それが難しい場合は、それぞれのガスに応じた吸収缶付きの防毒マスクや、空気や酸素を供給しながら使う送気マスク、自給式呼吸器を使用して、救助を行わなければならない。また、窒素などは無害のガスであるが、狭い室内に多量に漏れた場合、酸素欠乏による窒息事故が起こる恐れがあるので注意する。多量の窒素ガスが漏れた場合は、直ちに窓を開け、室内の窒素ガスと空気を入れ換える。有毒ガスが漏れた場合も同様の処置を行う。なお、呼吸機能の低下や呼吸停止がみられた場合は、人工呼吸を行う（「3-2-2 心肺蘇生法」参照）。

#### **(4) 寒剤による凍傷を負った場合**

液体窒素、ドライアイス、ドライアイス-アルコールまたはドライアイス-アセトン溶液などによる凍傷は、軽度の場合は発赤と不快感があるが、数時間で回復し、中程度の場合は肌が紫紅色になり水泡ができる。さらに重症の場合は、患部の壊死に至る。応急処置として、凍った部位を **40℃**（これ以上の温度ではいけない）に温めた湯の中に **20～30 分間浸す**。正常の体温に回復したら、その部位を高く上げ、患部をおおわずに室温で安静に保ち、医師の診察を受ける。アルコール飲料を与えることも良い。

## 第4章 研究活動における安全管理

### 4-1 学生実験における安全管理

#### 4-1-1 実験を安全に行うために

学生実験の目的は、精密な機器の使用、高度な技術の修得、合成や分析の操作の習熟等、実験の基礎となる事項を理解することである。そのため、火災やけが、健康被害の原因となるような化学薬品や、事故につながる危険性がある電気機器・動力機械なども使用する。

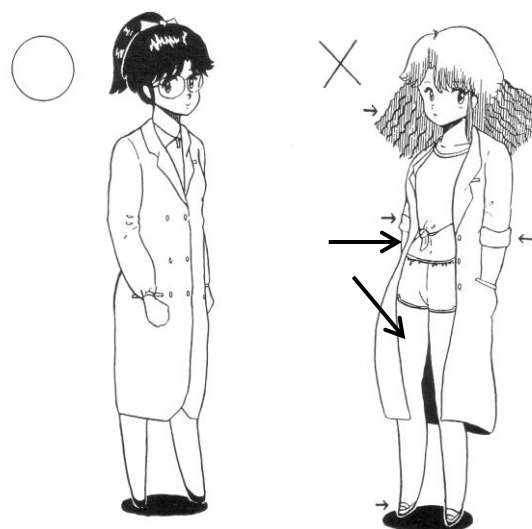
また、大学では、ひとつの部屋に同一テーマの実験者が複数いたり、離れた実験台には異なったテーマの実験者がいるなど、大人数で同じ実験室を共有することが多い。したがって、不真面目な態度や自分勝手な行動は、自身のみならず、他の実験者にも失敗や事故をもたらすことになる。このため、実験を行うときは、担当教員の指示をよく聞き、それに従うように心掛けなければならない。

ここでは学生実験および卒業研究を念頭に置いて、実験を安全に行うために必要な基本事項を説明する。安全管理ガイドラインの「8.1 実験研究活動上の一般的な注意事項」の項目もあわせて参照すること。

#### 4-1-2 実験を始めるにあたって

- a) 実験前にテキストを熟読し、実験・実習の内容と操作手順をよく理解しておく。実験のそれぞれの操作には必ず意味があり、それを理解して行うことが安全上からも必要である。実験台や実習機械の前で初めてテキストを読むようなことがあってはならない。
- b) 事前に必要な器具・装置・薬品等の使い方・危険性についての予備知識を持つ。機器・機械類を使用するときは、使用説明書を読み、教員や管理者の説明をよく聞く。
- c) 実験時間を厳守する。遅刻して、あわてて実験に取り掛かるのは失敗や事故のもとである。
- d) 器材・試薬の準備を十分に行う。準備不足は手違いやあせりの誘因となる。装置類は、正常に作動するかをチェックし、器具に破損などがなければ点検する。用意された試薬類に変質がないかも確認する。点検の結果、不足や不備があれば担当教員に必ず申し出る。

e) **身支度を整える。**化学実験の場合は、白衣を着用する。薬品等による衣服の汚れを防ぎ、化学薬品を多量に浴びた場合も、直ちに脱ぎ捨てることで被害を最小に食い止めることができる。白衣の袖口は絞っておき、手ぬぐいかタオルを用意する。また、足が露出する短パン、ミニスカート等は着用しない。実習工場での実習など、工作機械を使用する場合は、巻き込まれ事故防止のために、白衣など裾や袖のひらひらしたものを着用してはいけない。実験室内では、安定していて機敏な動作が可能で足の保護ができる靴を着用する。ハイヒールやサンダルを履いてはいけない。薬品の飛沫や研磨飛散物が眼に入るのを防止するために保護メガネを必ず使用し、劇物や高温度のものの取扱いには保護手袋を着用する。また、音響実験を行う場合には、必要に応じて耳栓を使用する。長髪は束ねておき、必要に応じて帽子などをかぶり保護する。



f) **事故が起きた場合の対策を考えておく。**実験・実習にあたって事故を起こさないように心掛けることが第一であるが、事故が起きた場合の対策を知っていると、万一の時に被害を最小限に食い止めることができる。事故が起きてから教わりに行くのでは、手遅れになり被害を大きくする。

#### 4-1-3 実験中の心得

- a) **無理な実験をしない。**早く終わりたいばかりに、指示された通りに実験せずに操作を省略すると、事故につながる恐れがある。また、熱があるなど体調が悪い場合も同様である。実験・実習中に気分が悪くなるなどした場合には、すぐに担当教員に申し出て、その指示に従う。
- b) **実験中は静粛にする。**大声で話したり、通路を走ったりしてはならない。実験・実習中に、ふざけたり、手を抜いたり、あわてたりすると失敗や事故の原因となる。
- c) **実験・実習に使う機器の点検、装置の組み立ては念入りに行う。**
  - ① 使用する器具に実験上支障があるような欠陥がないか
  - ② 使用する器具が適当であるか(計器類の測定可能範囲・精度、反応などに使うガラス容器の種類と容量、力のかかる場合の強度、かきまぜの能力など)
  - ③ 傾いていないかなど装置全体の安定性
- d) **実験中は実験台の前を離れないようにする。**特に操作をする必要がない場合でも進行状況をよく観察する。それが不測の事態に備えることにもなる。

- e) 自分の実験だけではなく、他の人の実験にも気を配る。実験室は共同で研究を行う場所であるので、一人が自分勝手に無責任なことをすると、他の実験者が迷惑するだけではなく、事故につながることもある。例えば、試験管中の溶液を加熱するときは、その口を他人の方に向けてはならない。また、ガスバーナーを用いるときは、引火性の溶媒を使用している者がいないかどうか確かめることも必要になる。機器の利用に際しても、当事者だけでなく周囲のすべての人が注意を払い、安全を心がける。
- f) 実験に失敗したときや事故が発生したときは、直ちに担当教員に報告する。けがのない事故も必ず報告し、原因をつきとめ、事後処置を相談する。そのことが、次の事故を未然に防ぐことにつながる。

#### 4-1-4 実験終了後の心得

- a) 実験の後始末は各自で責任を持って行う。使用した装置・器具・試薬などを使用前の状態に戻しておく。
- b) 掃除当番は前項の点検を全体にわたって確認し、通路等共通部分を整理整頓する。

### 4-2 一般的な注意事項

#### 4-2-1 電気・ガスを使用する場合の注意事項

学生実験および卒業研究は、担当教員、技術職員および大学院生(学生実験の場合は、ティーチングアシスタント:TA)の指導に従って行われる。実験前、実験中共に、良く分からないことがある場合には、担当教員や操作等を熟知した技術職員に聞いて適切な指示を仰ぐことが必要である。

##### (1) 電気機器の取り扱い

実験室で使用されている電源には、一般的な商用電源(単相交流 100 V、及び 200 V)の他に三相交流 200 V があり、大電力を必要とする大型モーターやコンプレッサーなど(大型エアコンなど)に使用されている。しかし一般的な実験装置は、ほとんどが単相交流 100 V を電源としており、二口コンセントの片側が 100 V、反対側が 0 V である。以下電気機器を取り扱うときの注意事項を説明する。

- a) 電気コードの上に重量物を置かない。断線やショートによる事故の原因となる。また、良くある事故として、ジャッキを下げるときに、装置の電気コードを挟んでショートさせるケースがある。ジャッキを下げるときには、電気コードの挟み込みがないことを必ず確認する。実験室内でショートさせると他の人の実験をさまたげるだけでなく、可燃物に引火するなどして大変危険である。

- b) 装置の異音、振動などが認められた場合には、速やかに指導教員、あるいは TA の指示を仰ぐ。攪拌装置などの場合には、あわてて電源を切ったりすると、思わぬ事故（突沸など）になることがある。
- c) 装置を停止する際には、共用している人に声をかけるなどして、誤って電源を OFF にすることの無いように注意する。実験装置(電動アスピレーターなど)によっては、複数の班で使用しているものもある。

## (2) 高圧ガスの取り扱い

常用の温度における圧力が 0.2 MPa (2 気圧) 以上となる液化ガス (エチレンやプロパンなど) 及び常用の温度における圧力が 1 MPa (10 気圧) 以上となる圧縮ガス (窒素ガスや水素ガスなど) で圧力が 1 MPa (10 気圧) を超えるものは、高圧ガス保安法によって取り扱いのルールが規定されている。また、取り扱いには高圧ガス製造保安責任者の資格を持った者の指導のもとで取り扱う必要がある。学生実験でこれらの高圧ガスを使用する場合は、必ず指導教員の指導のもとで取り扱う。以下に取扱時の注意事項を示す。

- a) 使用するガスの性質をよく調べる。例えば、常温及び反応温度における圧力、可燃性、毒性、ガス比重、爆発範囲など。また、アセチレンの様に圧縮によって爆発するガスもある。
- b) 事前に、窒素などを使って、装置全体の漏れ試験を行っておく。毒性ガス(アンモニア、硫化水素、二酸化硫黄、一酸化炭素など)の場合には、ドラフト内で使用する。可燃性ガスでは、出口をドラフト内に導くなどして室内に滞留することの無いように注意する。これらのガスを実際に使用する前に、窒素などのガスで点検しておくことが求められる。さらに、ドラフトの吸引が十分であることも確認しておくことが大切である。大学ではガスの出口を塩ビ管などで窓の外に出しているのをよく見かけるが、比重が空気より重いガスの場合、2 階以上では風向きによって下の階の窓から室内へ入ってしまうこともあるので注意する。
- c) 装置に接続された配管のゆるみなどを事前にチェックする。
- d) 配管する際には、無理な力をかけない。ガス管そのものが折れることはまず無いが、溶接部やジョイント部に無理な力がかかると、破損してガスが吹き出す。
- e) バルブの回転方向に注意する。一般的なバルブの場合、**右回しが閉**となるが、レギュレーター (圧力調整器) に代表される**ダイヤフラムバルブの場合には、左回しが閉**である。操作する前に今一度確認する。また、バルブの開閉は圧力計を見ながらゆっくりと行う。ゆっくり操作すれば万が一、間違った操作をしても大事に至らないうちに気付く。
- f) 使用前後のガスの一次圧 (ボンベに一番近い圧力計の値) をチェックする。圧力が

急激に下がっている場合には、漏れている可能性が大きいので、速やかに指導教員に連絡する。

- g) その他、異常に気づいた場合には指導教員に速やかに連絡する。勝手な処置は事態を悪化させる。

#### 4-2-2 化学物質の取り扱い

化学物質には、それ自体危険性を持つもの、及び、潜在的に危険性を持つものが数多くあり、これらの性質をよく理解した上で使用しなければならない。また、取り扱いの際は、保護めがねを着用し、さらに危険度に応じて防護マスク、ゴム手袋などを着用する必要がある。

取り扱いに注意が必要な化学薬品は、下記のように区分され、それぞれ法令によって保管・使用が規制されている。物質によっては、2種類以上の規制を受けるものもある。

##### ○危険な物質

危険物（火災や爆発の危険があるもの）・・・消防法、火薬類取締法等  
高圧ガス（圧縮ガスや液化ガスで、火災や爆発のおそれのあるもの）  
・・・高圧ガス保安法

##### ○有害な物質

有害物質（強い毒性や激しい反応性があり、中毒等の健康障害をおこすもの）  
・・・毒物及び劇物取締法等  
公害物質（人の健康や環境保全に影響の大きいもの）・・・公害関係諸法令

薬品を購入する際は、必ず SDS 等を参照してその薬品が上記のどの区分に属しているかを確認する。指定の化学薬品は、区別して保管しなければならない。

#### (1) 危険物の取り扱い

強い酸化剤や可燃性の有機溶媒などは、危険物に指定されている。危険物は、その性質に応じて第1類から第6類までに分類されており（表4-1）、類別に保管するなどの注意が必要である。

##### 第1類：酸化性固体

一般に不燃性物質であるが、加熱、衝撃、摩擦等によって分解し、周囲にある可燃物を酸化する、すなわちきわめて激しい燃焼を起こす危険性がある。消火にあたっては、水により冷却して分解温度を下げればよいが、アルカリ金属の過酸化物は、水と激しく反応して水素を発生するので不適切であり、粉末消化薬剤か乾燥砂を用いる。また、有機過酸化物（過酸化ベンゾイルなど）は、衝撃等で自己爆発する。

## 第2類：可燃性固体

比較的低温で引火しやすい。燃焼速度の速い固体であるので、消火が困難である。水により冷却して消火するのが有効である。金属粉、マグネシウムは注水厳禁のため、粉末消火薬剤か乾燥砂で被覆する。

## 第3類：自然発火性物質及び禁水性物質

空気にさらされることにより、自然に発火する危険性を有するものや、水と激しく反応し、熱及び可燃性ガスを発生するものがある。消火には、粉末消火薬剤か乾燥砂を用いる。

## 第4類：引火性液体

常温で液体の可燃物で、多くの有機化合物が該当する。これらは、きわめて引火しやすい。また、蒸気は空気より重いので、漏洩した場合、床面に滞留しやすいので注意する。水による消火は、危険物が水に浮いて火面を広げることになるので不適切である。泡、粉末、CO<sub>2</sub>消火薬剤などによる窒息消火がよい。

## 第5類：自己反応性物質

分解等の自己反応により、発熱、燃焼する。また、爆発的に反応が進行するので、管理には十分注意しなければならない。燃焼速度が速いため消火は困難である。一般に、大量注水で冷却消火する。

## 第6類：酸化性液体

強酸化性の液体であり、他の可燃物の燃焼を促進する。腐食性強酸なので、皮膚等にふれないよう取り扱いに注意する。大量注水か、泡消火薬剤で消火する。

これらの危険物は、その危険性を勘案して保管量の上限が法令で決められている。従って、大量の溶媒等を実験室内に保管することは法令に違反するので、保管は危険物貯蔵所で行い、必要量を小分けして実験室に持ち込まなければならない。

表 4-1 危険物の品名

種別	性質	品名
第1類	酸化性固体	1 塩素酸塩類 2 過塩素酸塩類 3 無機過酸化物 4 亜塩素酸塩類 5 臭素酸塩類 6 硝酸塩類 7 ヨウ素酸塩類 8 過マンガン酸塩類 9 重クロム酸塩類 10 その他のもので政令で定めるもの 過ヨウ素酸塩類、過ヨウ素酸、クロム・鉛またはヨウ素の酸化物、亜硝酸塩類、次亜塩素酸塩類、塩素化イソシアヌル酸、

		<p>ペルオキシ二硫酸塩類、ペルオキシホウ酸塩類、炭酸ナトリウム過酸化水素付加物</p> <p>11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</p>
第2類	可燃性固体	<p>1 硫化リン</p> <p>2 赤リン</p> <p>3 硫黄</p> <p>4 鉄粉</p> <p>5 金属粉</p> <p>6 マグネシウム</p> <p>7 その他のもので政令で定めるもの（未制定）</p> <p>8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</p> <p>9 引火性固体（卓上用固形燃料など）</p>
第3類	自然発火性物質及び禁水性物質	<p>1 カリウム</p> <p>2 ナトリウム</p> <p>3 アルキルアルミニウム</p> <p>4 アルキルリチウム</p> <p>5 黄リン</p> <p>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</p> <p>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）</p> <p>8 金属の水素化物</p> <p>9 金属のリン化物</p> <p>10 カルシウムまたはアルミニウムの炭化物</p> <p>11 その他のもので政令で定めるもの 塩素化ケイ素化合物</p> <p>12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</p>
第4類	引火性液体	<p>1 特殊引火物（ジエチルエーテル、二硫化炭素など）</p> <p>2 第1石油類（ガソリン、アセトン、ベンゼンなど）</p> <p>3 アルコール類（メタノール、エタノールなど）</p> <p>4 第2石油類（灯油など）</p> <p>5 第3石油類</p> <p>6 第4石油類</p> <p>7 動植物油類</p>
第5類	自己反応性物質	<p>1 有機過酸化物</p> <p>2 硝酸エステル類</p> <p>3 ニトロ化合物</p> <p>4 ニトロソ化合物</p> <p>5 アゾ化合物</p> <p>6 ジアゾ化合物</p> <p>7 ヒドラジンの誘導体</p> <p>8 ヒドロキシルアミン</p> <p>9 ヒドロキシルアミン塩類</p> <p>10 その他のもので政令で定めるもの 金属のアジ化物、硝酸グアニジン、1-アリルオキシ-2・3-エポキシプロパン、4-メチリデンオキセタン-2-オン</p> <p>11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</p>

第6類	酸化性液体	1 過塩素酸 2 過酸化水素 3 硝酸 4 その他のもので政令で定めるもの ハロゲン間化合物 5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの
-----	-------	---

## (2) 危険物の保管

危険物の保管については、地震によりビンが倒れ破損、混合しても爆発や発火、有害ガスの発生(表 4-2) が起こらないように、隣り合わせにおく組み合わせも考慮する。

表 4-2 有害ガスを発生する混合危険な組み合わせ

主 剤	副剤	発生ガス	主 剤	副 剤	発生ガス
次亜塩素酸塩	酸	塩素、次亜塩素酸	セレン化物	還元剤	セレン化水素
シアン化物	酸	シアン化水素	ヒ素化物	還元剤	ヒ化水素
アジ化物	酸	アジ化水素	硝酸塩	硫酸	亜硝酸ガス
硫化物	酸	硫化水素	硝酸	金属(銅)	亜硝酸ガス
亜硝酸塩	酸	亜硝酸ガス	リン	水酸化カリウム、還元剤	リン化水素

## (3) 薬品の取り扱いについて

実験室で使う多くの薬品は、有害物質と考えるべきである。その中でも、特に毒物、劇物に指定されているものは、取り扱いに注意が必要である。実験で使用する薬品の性質を、SDS や「化学便覧」などを利用して、あらかじめ調べておく。

表 4-3 主な有害物質

区分記号 ●:毒物、○:劇物

(無機化合物)					
物質名	化学式	区分	物質名	化学式	区分
亜硝酸カリウム	$\text{KNO}_2$	○	クロム酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{CrO}_4$	○
亜硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_2$	○	クロム酸鉛	$\text{PbCrO}_4$	○
亜ヒ酸	$\text{As}_2\text{O}_3$	●	ケイフッ化水素酸	$\text{H}_2\text{SiF}_4$	○
亜ヒ酸カリウム	$\text{K}_3\text{AsO}_3$	●	ケイフッ化カリウム	$\text{K}_2\text{SiF}_6$	○
亜ヒ酸カルシウム	$\text{Ca}(\text{AsO})_2$	●	ケイフッ化ナトリウム	$\text{Na}_2\text{SiF}_6$	○
亜ヒ酸ナトリウム	$\text{NaAsO}_2$	●	五酸化バナジウム	$\text{V}_2\text{O}_5$	○
亜ヒ酸鉛	$\text{Pb}(\text{AsO}_4)_2$	●	酸化第二水銀	$\text{HgO}$	●
アンチモン酸鉛	$\text{Pb}(\text{SbO}_3)_2$	○	三塩化チタン	$\text{TiCl}_3$	○
アンモニア(水)	$\text{NH}_3$	○	臭素	$\text{Br}_2$	○
一酸化鉛	$\text{PbO}$	○	硝酸	$\text{HNO}_4$	○
塩化亜鉛	$\text{ZnCl}_2$	○	水銀	$\text{Hg}$	●
塩化第一水銀	$\text{HgCl}$	○	水酸化カリウム	$\text{KOH}$	○
塩化第一スズ	$\text{SnCl}_2$	○	水酸化ナトリウム	$\text{NaOH}$	○
塩化第一銅	$\text{CuCl}$	○	硫酸	$\text{H}_2\text{SO}_4$	○
塩化第二水銀	$\text{HgCl}_2$	●	硫酸亜鉛	$\text{ZnSO}_4$	○
塩化第二スズ	$\text{SnCl}_4$	○	硫酸銅	$\text{CuSO}_4$	○
塩化第二銅	$\text{CuCl}_2$	○	硫化カドミウム	$\text{CdS}$	○
塩酸	$\text{HCl}$	○	硫化第一ヒ素	$\text{As}_2\text{S}_2$	●
塩素酸カリウム	$\text{KClO}_3$	○	硫化第二ヒ素	$\text{As}_2\text{S}_3$	●
塩素酸コバルト	$\text{Co}(\text{ClO}_3)_2$	○	リン化亜鉛	$\text{Zn}_3\text{P}_2$	○
塩素酸ナトリウム	$\text{NaClO}_3$	○	ヨウ化鉛	$\text{PbI}_2$	○
黄リン	$\text{P}_4$	●	ヨウ素	$\text{I}_2$	○
過酸化水素	$\text{H}_2\text{O}_2$	○	ヨウ化水素酸	$\text{HI}$	○
カリウム	$\text{K}$	○			
金塩化水素酸	$\text{HAuCl}_4$	○			
金塩化カリウム	$\text{KAuCl}_4$	○			
クロルスルホン酸	$\text{HSO}_3\text{Cl}$	○			
クロム酸	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	○			
クロム酸亜鉛	$\text{ZnCrO}_4$	○			
クロム酸カリウム	$\text{K}_2\text{CrO}_4$	○			
クロム酸カルシウム	$\text{CaCrO}_4$	○			
クロム酸銀	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4$	○			

## (有機化合物)

物質名	化学式	区分	物質名	化学式	区分
アクリルアミド	CH <sub>2</sub> =CHCONH <sub>2</sub>	□	2-(ジエチルアミノ)エタノール	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	○
アクリロニトリル	CH <sub>2</sub> =CHCN	○	ジクロル酢酸	CHCl <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	○
アクロレイン	CH <sub>2</sub> =CHCHO	○	ジメチル硫酸	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	○
アジポニトリル	NC(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CN	○	臭化メチル	CH <sub>3</sub> Br	○
アセトニトリル	CH <sub>3</sub> CN	○	シュウ酸	(CO <sub>2</sub> H) <sub>2</sub>	○
アニリン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	○	シュウ酸アンモニウム	(CO <sub>2</sub> NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	○
イソブチロニトリル	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCN	○	シュウ酸カリウム	(CO <sub>2</sub> K) <sub>2</sub>	○
エチレンクロルヒドリン	Cl(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OH	○	シュウ酸カルシウム	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	○
エチレンシアンヒドリン	NC(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OH	○	チオセミカルバジド	H <sub>2</sub> NCSNHNH <sub>2</sub>	●
塩化ベンジル	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> Cl	○	トリクロル酢酸	CCl <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	○
塩酸アニリン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> ·HCl	○	トルイジン	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>2</sub>	○
塩酸ヒドロキシルアミン	NH <sub>2</sub> OH·HCl	○	<i>p</i> -トルイジンジアミン	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○
ギ酸	HCOOH	○	トルエン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	○
キシレン	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	○	β-ナフトール	C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> OH	○
クレゾール( <i>o,m,p</i> )	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	○	ニトロベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	○
クロトンアルデヒド	CH <sub>3</sub> CH=CHCHO	●	ピクリン酸	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> OH(NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	○
クロルエチル	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	○	ピロカテコール	<i>o</i> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>	○
クロルメチル	CH <sub>3</sub> Cl	○	ヒドロキシルアミン	NH <sub>2</sub> OH	○
クロロホルム	CHCl <sub>3</sub>	○	フェニレンジアミン( <i>o,m,p</i> )	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○
クロロ酢酸メチル	ClCH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	●	フェノール	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	○
酢酸ウラニル	UO <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○	ブロムアセトン	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> Br	○
酢酸エチル	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	○	ブロムエチル	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	○
酢酸カドミウム	Cd(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○	ブロムメチル	CH <sub>3</sub> Br	○
酢酸第一水銀	HgCH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub>	●	ブromo酢酸エチル	BrCH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	●
酢酸第二水銀	Hg(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	●	ベンゾニトリル	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CN	○
酢酸タリウム	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Tl	○	ホルムアルデヒド	HCHO	○
酢酸鉛	Pb(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○	無水酢酸	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	○
酢酸バリウム	Ba(CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	○	メタノール	CH <sub>3</sub> OH	○
四塩化炭素	CCl <sub>4</sub>	○	メチルエチルケトン	CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	○
四エチル鉛	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> Pb	●	モノクロル酢酸	CH <sub>2</sub> ClCO <sub>2</sub> H	○
四メチル鉛	(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Pb	●	ヨウ化メチル	CH <sub>3</sub> I	○

出典: 国立医薬品食品衛生研究所

<https://www.nihs.go.jp/law/dokugeki/beppy01.pdf><https://www.nihs.go.jp/law/dokugeki/beppy02.pdf>

### 4-2-3 生物試料の消毒・滅菌

生物試料の取扱いについては「安全管理ガイドライン」の「8.6 生物試料の取扱いに関する事項」を参照すること。ここでは「全学安全ガイドライン」に記載されていない消毒、滅菌について説明する。微生物の取扱いの際、最も重要な基本技術は、滅菌、消毒である。微生物が付着した廃棄物についても行う必要がある。その際、消毒、滅菌するものの種類や性質に応じて、適切な方法を選択すべきである。

以下には、埼玉大学理学部・工学部や大学院で扱われている主な手法を挙げる。

#### **オートクレーブ(加圧蒸気滅菌法)**

加圧高温蒸気によって滅菌を行う、一般的、かつ確実、経済的な滅菌法である。プラスチック類、培地の滅菌等に用いられる。滅菌に要する時間の目安は、120℃(+1気圧)で20分である。

#### **乾熱滅菌法**

蒸気を用いない乾熱による滅菌には、160℃以上の高温が必要である。そのために高温に耐える薬品類やガラス器具、陶器、金属などの滅菌に用いる。乾熱滅菌に要する時間の目安は、160℃~170℃で2時間、180℃~200℃で30分である。

#### **濾過滅菌法**

加熱によって変質する液体に用いられ、混入している細菌を濾過によって除去する方法である。最も実用的なのは、メンブレン・フィルター法である。ミリポア社、アドバンテックトヨヨー社やザリトリウス社製の膜が広く使われている。通常、濾過孔径0.22μmのものを用いる。気体の滅菌にも用いられる。

#### **紫外線滅菌法**

DNAが吸収する260nm付近の紫外線で最大殺菌効果が得られる。紫外線光源は、253nmの紫外線を発生する低圧水銀灯を用いる。器具等の滅菌に用いられる。紫外線の殺菌効果は可視光線の照射により著しく弱められるので暗所で使用する。紫外線は、直視したり皮膚に照射したりすると、細胞の傷害や炎症をおこし危険なので、保護メガネをかける、皮膚を露出しない等の対策をとる必要がある。

#### **薬剤滅菌法**

手指など、主として加熱殺菌ができない場合の殺菌に用いる。簡便であるが、それぞれの消毒薬には一長一短がある。よく用いられるものに、エタノール(60~90%濃度の間で最も強い殺菌作用を示す)、逆性石鹼(商品名:オスバン、ハイアミン等)がある。後者は、普通石鹼や有機物と混ざると効果が下がる。

#### **その他の滅菌法**

その他、煮沸滅菌法、焼却滅菌法、放射線滅菌法、高周波滅菌法、ガス滅菌法がある。

## 4-3 学科における安全管理

### 4-3-1 数学科

#### 一般的注意

安全の確保は、事故や災害に対する一人ひとりの正しい理解と普段の心がけに大きく依存している。

事故は未然に防ぐのが最善である。このためには、セミナー室の整理整頓、規律正しいマナーを身につけておく必要がある。一方、不可抗力の災害発生時や、不幸にして事故が発生したときには、通報、避難、救助などの措置を速やかに講じなければならない。緊急時にこれを行うには、適切な通報、避難、救助法を本書の第1章などによって理解しておく必要がある。

また、数学科における安全も、基本は他となんら変わるところはないので、本書の他の部分にも必ず一度は目を通しておくこと。

#### [喫煙マナー]

喫煙者は、火災予防、非喫煙者の健康の観点から正しいマナーを身につけなければならない。

#### [エレベーターの使用]

地震や火災発生時に避難手段としてエレベーターを使用してはならない。エレベーター使用時の停電は、実際しばしば起こる。このときの連絡方法を普段から頭に入れておくこと。

## 4-3-2 物理学科

### 4-3-2-1 物理学科の建物について

#### (1) 理学部1号館、2号館、講義実験棟(C棟)

物理学科の学部講義は、主に理学部2号館2階、講義実験棟1、2階で行われる。また、物理学実験Ⅰは情報工学科・理工学研究科棟 2 階、物理学実験Ⅱ a/b・Ⅲ a/b は講義実験棟3階の学生実験室、実験系研究室で行われる。(卒業研究に関わる研究は、1号館、上記以外の建物でも行われることがあるが、これについては後述する。)

#### (2) 避難経路、非常口

予期せぬ非常時に迅速に対応するためには、講義室からの避難経路や外に出るための階段の場所などを、事前に確認しておくことが必要である。

#### (3) 火災報知器、消火栓

各建物には、火災報知器と消火栓がある。これらの場所についても、把握しておくよう心がけること。ただし、非常時や訓練時以外にはみだりに使用してはならない。

#### (4) けがをした場合

けがをした場合、応急処置をするための救急箱が物理学科事務室(1号館5階)及び、実験系研究室に用意されている。重篤な病気やけがの場合には、必要に応じて、物理学科事務室に備えられている「袋式たんか」を使用すること。そのほか保健センターにおいても簡単な処置をしてくれる。担当教職員に必ず連絡すること。

#### (5) 地震や火災などの緊急時

地震や火災の時には、自分自身の安全を確保することが第一優先である。安全を確保した後に、火災やけが等、緊急を要するときは教職員に連絡し、その指示に従うこと。消防等に連絡が必要と判断した場合は必ず守衛所に内線 712401(外線 048-858-3006)で電話をかけて、その旨を知らせること。また地震災害に備えて学内における避難場所を確認しておくことも必要である。

#### (6) 建物の施錠について

理学部の各棟において玄関は原則として月曜から金曜まで午前8時に開錠され、午後8時に施錠される。この時間外に入棟する場合は学生証を用いて入ること。

#### (7) 研究室、実験室等の使用に関して

物理学科で開講される各実験講義においては、担当教職員(担当ティーチングアシスタント(TA)も含む)の指示に従い、十分注意して実験室を利用する。卒業研究生及び大

大学院生は所属する研究室において実験などを行う場合、指導教員の許可を得て実験室を使用する。

## (8)喫煙について

本学構内では、指定された喫煙場所以外での喫煙は禁止されている。

### 4-3-2-2 全般的注意

実験研究を行う上で、まず注意してほしいことは、危険を伴う可能性のある物質、薬品、装置、機器を使用する際には、先だって、それらの危険性を理解することが必要である。以下の章には、それぞれの実験科目中の各実験テーマで取り扱う物品・装置等の危険性について説明してあるので、実験遂行前によく読んでおくこと。また、実験前には、担当教員は必ず説明するので、それを注意深く聞くこと。その際、わからないことがあれば、必ず質問するようにすること。

次に、重要なことは、事故が発生した場合に備えて、事故の対処法を知り、万一に備えておくことである。事例としては、やけどをした場合には、すぐに大量の水でやけどした部分を冷やすといったことや、工作機械に巻き込まれるようなことがあった場合には、すぐに機械の電源を切るといったことである。したがって、このような実験を行う場合には、万一の場合に備えて、水道の場所を把握したり、機械の電源の場所を把握しておく必要がある。このように、危険を伴う実験を行う前には、何重にも、備えておく必要がある。

もちろん、どのようなけがもしないように心がけるべきであるが、特に、目のけがには注意してほしい。目は人体器官の中でも、構造が複雑で、万一損傷した場合、治りにくく、場合によっては失明してしまう可能性もある。よくある目のけがの例としては、金属工作时に金属の小さな破片が目へ高速で入るといった場合や、薬品が目に入るといった場合である。このような実験時には、防護めがねをかならず着用すること。また、これを守らず実験を行っている場合は中断させる。

事故の中には、強アルカリが目に入るといった非常に危険な事態も考えられる。このような特殊な実験を行う際には、その場合の対処法を事前に理解しておくことが必要であり、事故後の対処法がわからないものは、薬品を使用すべきではない。

以上のように実験における危険性を強調してきたが、学生が行う実験の安全性については言うまでもなく十分検討されており、特に注意を必要とする事項については、学期最初のガイダンスでも説明される。ここでの説明を良く聞き、さらに、実験テーマごとに担当する教員から説明される注意点を心得て、指示通りに、実験を行うようにすること。また、卒業研究では、担当教員の指示に従い、事故のないように注意すること。しかしながら不注意や誤操作、予期せぬ誤作動により事故を引き起こす危険性は皆無と言うわけではないので、本書を読み実験を安全に行うための心得を良く理解し、身につけ

ておく必要がある。これは特別難しいものでも特殊なものでもなく、実験内容を理解した上で常識的、基本的な手順を着実に実行することに尽きる。こうした自然現象に対する謙虚な姿勢は、単に学生実験を安全に行うためのみならず、これから諸君が技術者・研究者などとして社会で活躍する上で不可欠な資質でもある。具体的な注意点は以下に列挙するが、総じて個々の手順、操作には必ずその理由がある。実験内容や実験テキストを良く理解し、自分の頭でその理由・根拠を考える習慣を身に付けるよう努めてほしい。

#### 4-3-2-3 学生実験(物理学実験Ⅰと物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b)で特に注意する事柄

※ ここでは、物理学実験Ⅰと物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b についての注意事項を説明する。

他学科主催の学生実験を受講する学生は、このテキストの該当する項を参照すること。

##### (1) 全般的な注意と実験の心得

本学科では、学部2年次対象の物理学実験Ⅰと3年次対象の物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b という二種類の学生実験を開講している。各実験は、物理学の基礎を段階的に実習・体得し、講義内容の理解を深められるよう工夫されており、また、卒業研究履修時における基本的事項を取り扱っているという観点からも、4年間のカリキュラム全体において、重要な位置を占めている。特に、物理学実験Ⅱa/b では基礎的テーマ、物理学実験Ⅲa/b では先端的テーマが与えられ、その内容は卒業研究に直結している。

物理学実験Ⅰと物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b においては、各学生に与えられる実験テーマは多数あり、そこでは、使用器具類は多岐にわたっている。しかも、使用上特に注意を要する、物質、薬品、機器などもあるため、使用時には、必ず指導教員の指示に従い安全に実験を行うようにすること。学生諸君は各テーマを支えている理論基盤、目的、意義を十分に理解し、さらには実験を安全に行うための知識、心得を身に付けて主体的に実験技術を修得していただきたい。

##### (2) 実験前の注意点

###### a 実験内容の理解

実験を安全に行うために実験内容の理解は不可欠である。実験テキストを熟読して内容、手順を確認し、不明な点があれば教科書、講義ノート等を参照しておくこと。また、質問事項を予めチェックしておき、実験時に教員に質問すること。こうした準備は、実験を安全・円滑に進めるばかりでなく、実験後のレポート作成を容易に、しかも実りあるものにする。

###### b 服装・所持品の確認

実験テーマごとに必要な服装・所持品の指示を守ること。一般的には、物理実験中に

動きやすい服装、また滑りにくく、安定した履物を着用する。物理学実験Ⅱ a/b・Ⅲa/bの一部のテーマでは白衣や保護メガネの着用が必要である。必要な所持品としては、テキスト・筆記具の他に実験ノート、グラフ用紙、電卓、ノートパソコンなどがある。

c 体調の悪い時

病気・けが等で実験参加が難しい場合は後日、再実験等必要な措置をとるので、体調不良時は無理をせず教員に連絡して欠席すること。

d 実験スペースの整理整頓

実験室では、テキスト、筆記具、ノートなど必要なもの以外はカバンに収納し、整理棚等を利用し、実験の邪魔にならない所に置く。また、実験台のスペースの整理整頓に心がけること。

e 事故対策

万一の場合に備え、事故時の対応を想定しておく。具体的には消火器、非常口、緊急シャワー等の位置を確認し、その使用法の説明を受ける。

### (3) 実験中の注意点

a 個々の操作を確実に

実験手順をテキストで再確認しながら、一つ一つの操作を確実に実行する。前述の通り個々の手順、操作には必ずその理由があるから、自分でその理由・根拠を考えながら実験を進めること。また、不明な点はそのままにせず、理解できるまで教員に質問すること。

b 実験に集中すること

実験中は注意力を失わず、現象の観察・測定に努めること。共同実験者との論議は大いに結構だが、あまり大声を出したり、むやみに他のグループの場所へ移って実験を妨げないこと。実験室内で実験と関係のない話題に興じたり、ふざけ合うことは行わないこと。

c 異常事態への対応

実験操作を誤ったり、実験装置等に予期しない異常が現れた場合は、自分たちで処理しようとしてせず、速やかに指導教員に報告し、その指示に従うこと。異常が継続すると、その原因が分からないまま実験が行われ、実験データに対して誤った理解をするばかりか、他の人が実験を行う場合に迷惑を及ぼすことになる。

### (4) 実験後の注意点

a ガス・電気・水道

指示に従って機器に関わる電気の配線ははずし、ガス・水道の元栓を閉める。ただし、冷却水を使用している場合は、機器の電源を切ってから定められた時間だけ流し続ける必要があるため、決められた時間内は水道の元栓を閉めないこと。また、電源等を共通

に利用している装置に関しては、自分の実験が終了しても、直ぐに電源のスイッチを切らないこと。使用した実験器具はその温度、圧力、電圧等の状況を判断した後、必要な確認を行ってから所定の場所に収納する。

#### b 清掃

実験に用いた器具、機器等を元の場所に戻し、整理整頓に心がける。実験台周辺の清掃後、指導教員に連絡すること。

### 4-3-2-4 各学生実験テーマ別の注意点

#### (1) 物理学実験 I

※ ここでは、「物理学実験 I」についての注意事項を述べるが、「基礎物理学実験 A・B・C」（2年次前期（1単位）、理学部他学科・工学部向け）も、物理学実験 I で開講されているテーマのいくつかから構成されるので、他学科の学生も、これらの講義を受講する場合は、この項を事前に参照すること。

#### a 一般的注意

これらの実験は情報工学科・理工学研究科棟2階物理実験室で行われる。各講義の第1時限目にはガイダンスを行い、その中で実験に関わる安全について注意事項を説明するので必ず出席すること。実験中は、ガイダンス時の注意事項を守るとともに、実験担当教員の指示に従うようにすること。また実験中に問題が生じた場合は、担当教員にすみやかに連絡するように。実験中の飲食は禁止である。実験場所はゆとりを持って配置してあるが、周囲は常に整理し、実験の支障にならないように配慮し、机の上には、最小限の必要なものだけをおくようにすること。

#### b 緊急時の処置

##### ①地震、火災等が発生した場合

避難経路はあらかじめ確認しておくとともに、地震・火災など緊急事態発生時には慌てず、避難経路に従い、整然と避難すること。

##### ②重大事故が発生した場合

- i. 大声で担当教員を呼び、指示を受けること。
- ii. 担当教員の指示のもとで緊急処置をすること。
- iii. 緊急処置終了後、事故の詳細について担当教員に報告すること。

#### c 実験時における注意事項

① 実験当日までに次のテーマのテキストを読み、実験時に使用する使用機器について理解しておくようにすること。

② 服装・履物についての指定はないが、実験器具に絡んだり、床の滑り（一部、水を使用する実験で床に漏れた場合を想定）の可能性があるので、注意をすること。

③ 実験に使用する装置・器具や文房具等、必要最低限のもののみ置き、不要なものは

整理して実験のさまたげにならないように注意すること。実験中の雑談は慎み、飲食はしないこと。

④ 実験テーマは13テーマ(基礎物理学実験A・B・Cは5テーマ)である。各自が行う実験に先立って、担当教員がその内容・注意点等を説明するので、遅刻せず、説明をよく聞き、内容を十分理解するように心がけるように。実験で使用する装置・器具は取り扱いやすいように配置すること(動かしていけない装置・器具もある)。特に装置・器具の机からの不意の落下がないように注意すること。

⑤ 実験時に不要なゴミが出た場合は、燃えるゴミと燃えないゴミを分別し、所定のゴミ箱に入れるようにすること。

#### d 装置・器具等の取扱い上の注意

① 配線を必要とする実験では、実験装置・器具間の接続を先に行うこと(配線はテキストに従い分かりやすく行うこと)。プラグや電線の破損の有無を確認し、破損等がある場合には、担当教員に連絡すること。装置の電源プラグはすべて100V交流の一般コンセントに、配線の再確認後、差し込む。途中で接続を変更したり、実験終了後、接続をはずす場合は、必ず電源を切ってから行うようにすること。

② 感電防止のため、濡れた手でプラグを持ったり、装置の電源スイッチのON、OFFを操作しない。

③ 半田ごてを使用する場合は、スタンドにきちんと置いてから、プラグをコンセントに入れること。使用中は半田ごてのスタンド外での放置・転倒・やけどに注意し、使用後は十分に半田ごてが冷えてから返却すること。

#### e その他、注意すべきこと

① 実験開始前に実験テキストをよく読み、実験手順や作業分担を同じ実験グループの中で打合せしておくこと。

② 実験装置を始動したり、電源を入れたり、移動したりする場合は、一人で勝手に進めず、共同実験者と確認をしつつ、安全に注意を払うこと。

③ 実験中の事故は不注意から起こることが多いため、実験に集中するように心がける。実験中のイヤホンの使用・飲食・携帯電話による受信・発信などは行わない。また、実験中の雑談や不用意に装置から離れることは事故のもとになるので注意する。実験中は装置等の異常音・異臭などの察知にも心がけること。

④ 実験の内容によっては化学薬品、汚水などの廃液が生じる。そのまま流しなどに捨てずに必ず担当教員の指示に従うこと。

⑤ 電気、ガス、水道の使用について：電気機器による感電に注意し、濡れた手で装置を操作しない。ガス器具は周囲に可燃性のものが無いところで使用し、実験終了後はガスの元栓を必ず閉める。水道の使用に当たっては、床への水漏れに注意し、正規の排水口に排水し、排水口のつまりにも注意する。

⑥ 終了後は、実験装置・器具等のスイッチ、元栓、ごみの始末、清掃等を行い、担当

教員の許可を得てから退出する。

f 個別実験テーマにおける安全に関する注意事項

#### 「光の回折と干渉」

レーザー光源を使用するので、測定中は目に直接レーザー光が当たらないように注意すること。

#### 「剛性率」

実験に使用する円環状の金属は、鉄製で質量が 3kg あるので、落下することのないように常に注意すること。

#### 「熱電対」

電気炉で溶解したルツボ内の金属試料を炉心管ごと炉から取り出す際には、必ず手袋を使用し、やけどをしないように注意すること。

#### 「音叉の振動数の測定」

使用する共鳴管はガラス管であり、その開口部にて音叉をたたいて音を発生させる。音叉をたたく際、音叉がガラス管に触れ破損しないように注意すること。また、共鳴管の中に入れる水の漏れに注意し、少量でも床に漏れた場合は直ぐにふき取ること。

#### 「等電位線」

電解槽法を用いて、水槽中に電解液を入れて実験を行う。電解液を水槽外に漏らさないようにするとともに、手に付着したときは水で洗うこと。また、電解液は回収し、次回の実験で使用するので決して流し等に廃棄しないこと。

#### 「ラジオの製作」

半田ごてを使用して回路作製を行う。半田ごては高温になるため、使用時以外はスタンドにおき、燃えやすい物は近くに置かないようにし、またやけどには十分注意すること。使用後は電源プラグを抜き、十分に冷えたことを確認し、退出すること。

## (2) 物理学実験Ⅱ a/b・Ⅲ a/b

### a 一般的注意

物理学実験Ⅱ a/b・Ⅲ a/b は、理学部講義実験棟（C 棟）3 階学生実験室及び工学部講義棟情報メディア端末室で行われる。ただし、後期のテーマについては、別の場所に移動して、実験を行う場合がある。学期の最初にはガイダンスを行い、その中で実験に関わる安全について注意事項を説明するので必ず出席すること。さらに、各テーマに配属された後は、担当教員の指示を注意して聞き、安全な実験を行うよう心がけること。実験中の飲食、喫煙は厳禁である。実験場所はゆとりを持って配置してあるが、周囲は常に整理し、実験の支障にならないように配慮し、机の上には、必要最小限なものだけを置くようにすること。

### b 緊急時の処置

これについては、物理学実験Ⅰと同様であるので、該当項を参照すること。ただし、

講義実験棟3階の北側には屋外階段があり非常時の避難経路になっているので、火災や地震等災害が起こったときに必要な避難経路が確保されるように、入り口付近や、非常階段に、避難時の妨げになるような物を絶対に置かないこと。

#### c 実験時における注意事項

- ① 実験テーマは前期6テーマ、後期6テーマである。ただし、前期は全て必修テーマとなっており、全員が受講するのに対し、後期は選択テーマとなっている。学期初めのガイダンスはもとより、各自が行う実験に先立って、担当教員がその内容・注意点等を説明するので、遅刻せず、説明をよく聞き、内容を十分理解するように心がける。
- ② テキストを配布されたときには、配布されたテキストをよく読み、実験時に使用する、物質、薬品、使用機器について理解しておくようにすること。
- ③ 実験に使用する装置・器具や文房具等、必要最低限のもののみ置き、不必要なものは整理して実験のさまたげにならないように注意すること。実験中は雑談を慎み、飲食はしないこと。
- ④ 実験時に不要なゴミが出た場合は、ゴミを分別し、所定のゴミ箱に入れるようにすること。また、特殊な廃液・廃棄物については、指導教員が指示するので、一般ごみとは異なる取り扱いをすること。

#### d 装置・器具、液体窒素、薬品等の取扱い上の注意

- ① **100V 電源**：100V 交流の一般コンセントの配線を必要とする実験では、実験装置・器具間の接続を先に行い、その後電源を入れるようにすること。プラグや電線の破損の有無を確認し、破損等がある場合には、担当教員に連絡する。途中で接続を変更したり、実験終了後、接続をはずす場合は、必ず電源を切ってから行うようにすること。感電防止のため、濡れた手でプラグを持ったり、装置の電源スイッチの ON、OFF を操作しないようにすること。
- ② **特殊機器**：テーマによっては、使用方法を誤ると、大けがにつながる危険な装置を使用する場合がある。例えば、電気炉やアーク炉、ボール盤などの工作機器である。これらの使用にあたっては、担当教員が説明する注意事項を集中力を持って聞き、適切に取り扱うこと。
- ③ **液体窒素**：物理学実験Ⅱ a/b・Ⅲ a/b では、複数のテーマで液体窒素を使用する必要があり、受講者全員に使用の機会がある。液体窒素は非常に低温（約 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）であり、皮膚に付着すると火傷をするので取り扱いには注意すること。特に危険なのは、水などが付着した状態で、液体窒素に触れることである。この場合は、液体窒素と皮膚が直接触れたときに比べ、格段に危険度が増す。また、液体窒素で冷やされた金属などを触ることも、それ以上に危険である。もし、必要ならば、軍手ではなく、耐寒用の革手袋を使用して、低温の金属に触れるようにすること。

液体窒素で金属が冷やされると、空気が冷やされ、液体酸素ができることがある。これに火気を近づけると非常に危険なので、厳禁である。

一方、液体窒素にはもう一つの危険性がある。それは酸欠である。閉め切った状態で

大量の液体窒素を床などにこぼした場合、大量の気体窒素が発生し、酸素濃度が低下する可能性がある。もし、このような状況に遭遇したら、状況の修復はやめ、すぐさまその場から離れること。

低温の液体窒素が常温の気体になると体積が約 700 倍になる。密閉容器中で液体窒素を取り扱う場合には、圧力が急上昇する危険があることを認識すること。

④ 薬品：物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b では、テーマによっては、劇物や強酸、有害な有機溶媒を使用する可能性がある。これらのものについては、指導された適切な取り扱いを行うことは言うまでも無いが、使用後は、手洗いを念入りに行うこと。

・目や皮膚へ付着、誤飲した場合

すぐに、多量の水で目や口を洗浄する。その際、十分な時間（10分程度）をかけること。

失明や呼吸循環系疾患の可能性があるため、必ず医師の診断を受けること。

・塩酸や硝酸などの無機強酸

蒸気も有毒である。吸引のリスクを考え、ドラフト外で放置をしないこと。

金属との反応による水素の生成や有機物(紙、繊維等)との反応による発火の危険がある。

使用後は使用量を薬品システムに記録し、厳重に管理しなければならない。

・廃液処理について

薬品をシンクへ直接流した場合、下水道法等の法令違反となり大学全体が実験停止処分を受ける場合があります。薬品廃液は専用ポリ容器へ分別貯留し適切に処理すること。容器の洗浄に用いた水も 2 回目までは専用ポリ容器へ分別貯留しなければならない。

e その他、注意すべきこと

物理学実験Ⅰの「その他、注意すべきこと」を参照すること。

f 個別実験テーマにおける安全に関する注意事項

**前期テーマ**

### 「真空」

この実験テーマは、真空ポンプを用いて真空を作るという実験と、真空計の一種であるピラニーゲージを受講者自らが製作し、特性を評価するという内容から成り立っている。一部、ファンベルトの着いた油回転ポンプを使用する場合があります、ひもなどが、衣服から出ていると、巻き込まれる危険性もあるので、このような衣服は着用しないようにすること。また、油拡散ポンプは一部、高温になっているので、高温部にはさわらないようにすること。また、このポンプは使用法を大幅に間違えると、大事故につながる恐れもある。構造を良く理解し、説明を良く聞き使用するよう。後半のピラニーゲージの自作では、ボール盤を使用する。この機械は、巻き込まれると大事故につながる恐れがある。使用中は、ひもなどが無いものを着用し、袖のボタンは留め、シャツなどは

ズボンの中に入れるようにしてから使用すること。また、**防護めがねの着用は必須である**。その他、計測機器や弓のこ、やすりなどの工作機器の使用法は、上記の d. を参照の上、適切に使用すること。

### 「X線」

X線は人体組織を破壊し、やけどや遺伝学的変異、放射線障害を引き起こすことがある。X線回折の原理をよく理解して入射並びに散乱 X線の方向を確認し、ビームに当たらないよう充分注意すること。実験用試料をセットする際などにはビームシャッターが閉じられていること、ビーム周りが鉛や鉛ガラスで遮蔽されていることを確認し、測定中は極力、装置から離れるようにする。

装置には高電圧がかかっている。感電の危険があることに留意すること。X線管は水冷されている。水周りにも注意する。装置の操作は教員が行う。異常に気づいた場合、直ちに教員に知らせ判断を仰ぐこと。

### 「低温」

本テーマは液体窒素の性質を学ぶ。上述の d③液体窒素の項を熟読のこと。また、本テーマでも油回転ポンプを使用する。取扱は教員の指示に従うこと。

### 「計算機」

計算機の実習では1人1台計算機（パーソナルコンピュータ）を使用して、C言語による物理現象の数値計算及びPYTHONを用いた図の描画を学習する。危険をともなう装置を使用するテーマではないが、計算機も電子機器の一つであるという観点にたつと、CPU等の過度の発熱による火災事故などが起こりえないわけではない。計算機に異臭、異音などの異常がある場合は、すぐに教員に知らせること。キーボード、マウス、モニター等の機器の不調もできるだけ早く教員に連絡すること。（代用品の準備に時間を要する場合がある。）

計算機はネットワークに接続されているため原理的にはメールやインターネットも可能であるが、実習中は学習に必要なもの以外の使用は厳禁である。計算機は多くの学生が使用するため、定期的にハードディスク内のデータを整理する場合がある。実習で使用したプログラムやデータのコピーについては教員の指示に従うこと。

### 「アナログ回路・デジタル回路」

回路実験では半田付けを行う。半田ごては高温になるのでとくに注意が必要である。使用中はもちろん、使用しないときはこて台を必ず使用し、やけどや火災につながるないように気をつける必要がある。また、不在中の漏電・火災につながる危険を排除するために、半田ごては、実験終了後に、すべて電源ケーブルをコンセントから外すようにすること。テスタ、オシロスコープについても、使用時以外は、電源を切るように心がけること。

### 後期テーマ

#### 「有機伝導体」

本実験テーマは有機伝導体を合成し、特にその伝導性を測定する内容から成り立っている。有機伝導体の合成で使用する有機溶媒は、テトラヒドロフラン、1,1,2-トリクロロエタン、クロロベンゼン、ジエチルエーテルなどである。これらの溶媒を使用する際には、必ず、ドラフトチャンバー内で使用し、溶媒蒸気を吸引しないようにすること。また、一部、劇物に指定されている固体有機分子を使用する合成がある。このような物質を取り扱う際には、必ず、安全手袋を装着して使用すること。実験後、使用したガラス機器には、有機溶媒が残っているが、これらは、エタノールなどの溶媒で、廃液タンクに流しこみ、その後、洗浄する。そのとき、廃液タンクは何種類もあるので、適切な廃液タンクに入れること。その他、実験上の注意点は、実験開始前に説明するので、説明を良く聞き、実験にあたるようにすること。

有機伝導体の伝導性の実験では、電圧計などの種々の機器を使用するが、前期の「d. 装置・器具、液体窒素、薬品等の取扱い上の注意」を参照のこと。

### 「高温超伝導」

本実験には種々の薬品を使用し、その一部は劇物に指定されている。そのため実験に際し、手袋・マスクの使用、及び実験終了後の手洗いの励行を徹底すること。また液体窒素の使用に際しては、指導教員から液体窒素の汲み出し方、実際の取り扱いについて説明を行うので、それに従うこと。その他、高圧ガス容器の使用も指導教員の指示に従うこと。

### 「4f希土類金属間化合物」

本実験で試料作成に用いるアーク炉は高圧電源を使用する。機器操作は指導教員またはTA同席のもと行うこと。試料融解時には炉内部の温度は約3000度に達する。必ず冷却水を流している事を確認すること。また、結晶構造解析に使用するX線回折装置、試料成形に用いる放電加工機や試料カッター、ガスバーナーに関しても指導教員またはTA立ち会いのもとで操作すること。測定で使用する電磁石は大電流を必要とする。そのため、冷却水を必ず流し、機器操作については指導教員またはTAから説明を受け、それに従うこと。液体窒素の使用に際しては、指導教員またはTAが液体窒素の汲み出し方、実際の取り扱いについて説明を行うので、それに従うこと。その他、高圧ガス容器の使用も指示に従うこと。

### 「 $\gamma$ 線の検出、荷電粒子と物質の相互作用、一光子の粒子性と波動性」

これらの実験では、放射性物質を取り扱うので、まず、放射性物質の取り扱い上の注意について述べる。

#### 放射性物質取り扱い上の注意

放射線には、宇宙線、X線や $\gamma$ 線、核壊変・核反応・粒子加速器で生じる原子核の構成粒子など、様々な種類およびエネルギーのものが、それぞれの物質との相互作用の形態・強さは千差万別である。一般に、放射線は万全の注意を払って取り扱わないと、放射線障害を引き起こす危険性が有るの言うまでもないが、何が安全で何が危険なの

か、判断し対処できる正しい知識を身につけて欲しい。

#### ①放射線障害を避ける為の三原則

- 放射線源と自分との間に遮蔽物を置いて放射線を吸収させる。放射線は、遮蔽物の厚さの指数関数で減衰する。
- 放射線源からの距離を出来るだけ遠ざける。被曝量は距離の二乗に反比例する。
- 放射線源を取り扱う時間を出来るだけ短くする。被曝量は時間に比例する。

#### ②放射線源の密封状態を破ってはならない

物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/bで扱う放射線源は密封線源として分類されているものであり、比較的安全に扱う事ができる。後で述べる Bq（ベクレル Becquerel）という単位を使うと、3.7 MBq 以下の弱い密封線源は法的規制の対象外となっている。本実験で扱う線源のうち  $^{60}\text{Co}$  の強さは2013年1月28日の時点で1 MBqであるから、注意して扱えば全く危険は無い。一方、密封状態を破ると非密封線源となり、危険な事態となる。例えば放射性物質が飛散して肺から吸い込まれた場合、遮蔽は不可能であり、排泄されるまでの長い時間、近接する生体組織が放射線に曝されることになる（体内被曝）。万一、線源を破損した（または、その恐れがある）場合は、勝手に事故処理をせずに直ちに教員に連絡すること。その際も、放射性汚染の拡大を防ぐ為、破損した線源に触れていない者が連絡に行くこと。

#### ③実験室内での飲食禁止、手洗の励行

飲食禁止はこの実験に限ったことでは無いが、放射線を取り扱う場合は特に、知らないうちに飛散したかもしれない放射性物質を体内に摂取するのを防ぐ為、飲食・化粧は厳禁である。放射線を別にしても、鉛ブロックを扱うので、実験後は手洗が勧められる。

#### 放射線検出器など実験器具の取り扱い上の注意

放射線検出器はデリケートな装置である。衝撃を与えないこと。光を検出する装置（光電子増倍管など）は自然光や室内光に弱いので、遮光に細心の注意をはらうこと。放射線検出器は一般に2000ボルト程度の高電圧をかけて使用する。高電圧は耐圧5000ボルトのケーブルで供給するので、感電するというようなことはあり得ないが、取り扱いには注意をはらうこと。測定には電子回路やオシロスコープを使用する。使用にあたっては取扱説明書をよく読むこと。

#### テーマごとの注意事項

##### 「 $\gamma$ 線の検出」

シンチレーション検出器を用いて $\gamma$ 線を観測する。このテーマでは放射線検出器および放射線標準線源を使用する。

##### 「荷電粒子と物質の相互作用」

このテーマでは、様々な放射線検出器を用いて荷電粒子と物質の相互作用について学ぶ。放射線検出器として、サーベイメータ、霧箱、半導体検出器、シンチレーション検出器を扱う予定である。教員の指示に従い、それぞれの検出器の動作原理をよく理解し、

安全に使用すること。

### 「一光子の粒子性と波動性」

この実験では、レーザー光源を用いた干渉実験と、光電子増倍管を用いた光検出を行う。レーザー光源を使用する際は、波長に対応した遮光サングラスを着用し、目に直接レーザー光を入れないように注意する。特に金属等で反射するレーザー光に注意すること。また、光電子増倍管を使用する際は 1,500 V 程度の高圧直流電源を使用するので、装置の分解などは行わないこと。

### 「計算機」

前期「計算機」の続きの内容を実施する。注意事項等は前期「計算機」に準ずる。

## 4-3-2-5 卒業研究における注意事項

### a 理論系（品岡研究室、吉田研究室、江幡研究室）

理論系研究室にはワークステーション、パーソナルコンピュータをはじめとする多くの情報機器が設置されているが、メーカーの設置基準および使用基準に従う限り安全であり、深刻な事態を引き起こすことは稀である。しかしながら、それゆえに使用側の安全性に対する過信を招きやすく、安全性に対する無関心さが災害を引き起こす可能性を忘れてはならない。これらの情報機器は一般に CPU、高密度記憶素子などの発熱を伴う部品から構成されている。したがって規格を超えた条件で使用すると過熱状態になりやすい。さらに空気中の埃を吸い寄せやすいため、抵抗器などは実際に発火する恐れがある。特に自作の機器では注意が必要である。安全対策としては万一発火した際に備えて、情報機器周りを常に整理整頓し、燃えやすい状況を作らないようにしなければならない。また消火用機器も設置すべきである。具体的には、放熱のための十分なスペースを機器間に確保すること、紙くずなどの可燃物を近づけないようにすること、さらに綿埃等の付着に対する定期的な清掃除去を行うことなどが重要である。また機器の電源との接続の際にはアースを設置することや、いわゆるタコ足配線をしないように注意すべきである。またこれらの情報機器は有害ガスを発生する可能性のあるプラスチックなどから構成されている。したがって、計算機室などの多数の機器が設置されている部屋で万一火災が発生した場合には、災害の拡大を防ぐための初期消火がきわめて重要である。このためには火災報知機や消火器の配置とその使用法を把握しておかなければならない。さらに計算機制御による情報機器には、停電や待機状態からの再起動、さらに万一の制御部の誤作動による突然の異常暴走などの可能性も否定できない。このような事態が生じた場合も重大な災害を引き起こさないよう、操作や可動範囲への接近には常に細心の注意を払うべきである。したがってこれらの管理にたずさわる者は、非常停止の方法及び停電後の不用意な再起動防止などに対し正しい理解が必要である。

### b 物性実験（谷口・小林研究室、小坂・道村・佐藤研究室）

物理学科の物性実験グループでは、物質合成、装置開発、低温実験、高圧実験、強磁

場実験、回折実験などを行っている。それぞれの実験での注意点を以下にまとめておく。

### 「物質合成」

物質合成では、取り扱う薬品の毒性や危険性を十分理解し、必要に応じて、ドラフトチャンバー、防護めがねなどを使用して実験にあたるようにすること。もし、防護マスクを使用する場合には、適切な防護マスクを使用しなければ意味がないので、物質に応じた防護マスクを選択することは言うまでもないが、フィルターの使用期限には十分注意すること。廃液・廃棄物は、適切に分別し、処理すること。ガスバーナーを用いて石英管封入を行う際には、サングラスを使用し、やけどなどに十分注意すること。電気炉を用いた合成の場合にも、高温部や高電流部には十分注意し、実験にあたるようにすること。その他の安全管理は、物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/bで行った実験と共通するものが多くあるので、そこで教えられた事項を思いだし、必要に応じて、本テキストを参照してから、実験にあたるようにすること。

### 「装置開発その①:工作機械の使用」

物性実験グループでは、場合によっては、装置の製作、改造のために、ボール盤、フライス盤、旋盤、電動グラインダーなどの工作機器を使用する場合がある。これらの機器は、使用法を間違えれば死亡事故につながる恐れもあるので、特段の注意が必要である。理学部共通工作室使用要領に従い、指導教員の許可を得てから使用すること。

**着用する衣服：**これについては、上記の一般的注意や物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/bの項にも書いたが、防護めがねを必ず着用し、シャツなどの袖のボタンは必ず留め、シャツなどはズボンの中に入れ、ひもなどを帯びた衣服は着用しないようにすること。ネクタイなどは厳禁である。工作機器が作動中は、ドリルなど可動部には、必要以上に顔を近づけないようにすること。旋盤については、切削しているときは、手前方向からしか、顔を近づけてはならない。電動グラインダーは非常に危険なので、指導教員の許可を得てから使用するようすること。

**心がまえ：**使用する前には、必ず、機器の構造や性能、危険性を十分理解し、万一に備えて、これらの機械の停止作業を迅速に行えるように準備しておくこと。

### 「装置開発その②:溶接」

物性実験グループでは、低温装置開発の中で、銀ろう溶接を行うことがしばしばある。銀ろう用フラックスは、有毒ガスが発生するので、十分換気し、マスクを着用して、溶接作業にあたるようにすること。また、銀ろう溶接は、金属部を非常に高温にしなければならぬが、熱しすぎると真鍮などが溶ける場合があり、溶けた真鍮が足などに落ちてしまうことも考えられる。やけどに十分注意が必要である。

### 「低温実験」

低温実験では、液体窒素や液体ヘリウムを使用するが、液体窒素の注意点については、物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/bの液体窒素の項を参照するようすること。

液体ヘリウムの危険性の一つとして、**ブロック**と呼ばれる現象がある。液体ヘリウム

容器を長時間開放しておく、空気が液体ヘリウムの液面に取り込まれ、液体ヘリウム層を固体空気で密封してしまうことがある。この状態を放置しておく、場合によっては、大爆発が発生する恐れがある。したがって、ブロックを発見したときには、何もせず、容器からいち早く離れ、指導教員に連絡すること。

ガラスデュワーに液体ヘリウムをトランスファーするときには、ガラスが割れることも頭に入れ、トランスファー時には、必要以上にガラス容器に顔を近づけないようにすること。

また、何らかの原因で、液体ヘリウムが一度に大量に蒸発してしまう事故に遭遇した場合、液体窒素のときと同様、酸欠を防止するために、状況の修復はやめ、すぐさま、その場から離れること。液体ヘリウムは蒸発することによって、体積が800倍に増加することを覚えておかなければならない。

液体窒素、液体ヘリウムを使用する実験では、低温やけどの防止のため、軍手は使用せず、皮手袋を使用するようにすること。

### 「高圧実験」

物性実験グループでは、高い圧力下で物性を測定するといった研究も行っている。この実験においても使用法を誤ると、大事故につながる恐れもある。油圧ラムで、圧力を印加するときは、万一の場合に備え、防護設備を適切に使用し、安全に実験を行うようにすること。いずれにしても、指導教員からの説明を良く聞き、訓練を十分つんで、複数で実験を行うようにすること。

### 「強磁場実験」

本物性実験グループに所属した学生は、極端に高い磁場（10T以上）を使用することはおそらくないが、それ以下の磁場を発生する超伝導磁石を使用する機会はある。このような磁石でも、その威力は強力であり、鉄などは、高速で磁石に引き寄せられ危険であるので、磁場を発生させる前には、そのようなものが周りにないか確認してから、実験にあたること。

また、超伝導磁石にはクエンチという現象があり、この現象の防止法と、起こったときの対処法も心得ておかなければならない。磁場を発生させた状態で、超伝導磁石に強い振動を与えたり、大きな磁性体を近づけるなどの、誤った操作をした場合、超伝導線を貫いている磁束が動き、エネルギーの散逸が生まれ、抵抗が生じることがある。ひとたび、部分的にでも抵抗が生じると、超伝導線を流れている大電流はジュール熱を発生させ、さらに超伝導を壊してしまい、最終的には、一瞬にして、超伝導線全体が常伝導化し、莫大な熱エネルギーが発生する。このとき、超伝導磁石を冷やしていた液体ヘリウムや液体窒素は一瞬に、気化する。この現象が起きたときにも、何もせず、その場から離れることが先決である。

### 「回折実験など」

最近のX線回折装置は、十分な安全性がとられているが、それでもX線の被曝には

十分注意するようにすること。また、中性子回折実験や放射光施設での実験や□SR の実験では、埼玉大学ではなく、外部の実験施設にて実験を行う。このような施設では、実験前に、教育訓練などで安全性についての説明が必ずあるので、それを注意してよく聞き、十分把握してから実験にあたるようにすること。

c 宇宙・宇宙線実験（田代・寺田・勝田研究室）

卒業研究はX線・ガンマ線・粒子検出装置実験もしくは、計算機を用いた天体観測データ解析をおこなう。シンチレーション検出器や光電子増倍管等を用いた検出器に関しての一般的な注意点は3年次で受講する「物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b」と同じである。「物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b」で各検出器および放射線標準線源の扱いに習熟しておくこと。微弱光の検出実験実施時には、背景光の有無に常に注意を払い、受光素子破損が起きないように手順確認を行うこと。特別な検出器では、高圧電源、高圧ガスおよび真空を扱う場合、また極低温冷凍機を用いる場合があるので、教員の指導のもとで取り扱うこと。計算機を使用する実験の一般的な注意に関しても3年次で受講する「物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b」と同じである。

d 原子核実験（山口・長江研究室）

卒業研究は埼玉大学外の加速器施設で行う場合がある。そのためには埼玉大学において放射線業務従事者に登録されている必要がある。教員の指示に従い、教育訓練および健康診断をかならず受けること。また、外部の加速器施設においても再度教育訓練を受講しなければならない。詳細は教員の指示に従うこと。

実験の際に使用する機器は、一般に放射線検出器である。放射線検出器に関しての一般的な注意点は3年次で受講する「物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b」と同じである。「物理学実験Ⅱa/b・Ⅲa/b」で検出器および放射線標準線源の扱いに習熟しておくこと。ただし特別な検出器では、高圧電源、高圧ガスおよび真空を扱う場合があるので、教員の指導のもとで取り扱うこと。

### 4-3-3 基礎化学科

#### 4-3-3-1 基礎化学科の建物について

##### (1) 理学部1号館、2号館、講義実験棟(C棟)

基礎化学科の学部の講義は、主に理学部2号館2階の8番及び9番教室、講義実験棟1階の1番～4番教室、及び理工学研究科棟・情報システム工学科棟2階の基礎化学科学生実験室で行われる。

##### (2) 避難経路、非常口

予期せぬ非常時に迅速に対応するためには、普段から、講義室や実験室からの避難経路や外に出るための階段の場所などを把握し、事前に確認しておくことが必要である。

##### (3) 火災報知器、消火栓

各建物には、火災報知器と消火栓がある。これらの場所についても、把握しておくよう、心がけること。ただし、非常時や訓練時以外にはみだりに開けてはいけない。

##### (4) けがをした場合

けがをした場合、簡単な処理をするための救急箱が学生実験室、図書室(1号館1階)及び、実験系研究室に用意されている。重篤な病気やけがの場合には、必要に応じて、1号館2階「袋式たんか」を使用することができる。そのほか埼玉大学の保健センターにおいても簡単な処置をしてくれる。

##### (5) 緊急時

地震や火災の時には、自分自身の安全を確保することが第一優先である。安全を確保した後は、火災やけが等、緊急を要するときは教職員に連絡しその指示に従うこと。消防等に連絡が必要と判断した場合は必ず守衛室に内線で電話をかけて、その旨を知らせること。また地震災害に備えて埼玉大学における避難場所を確認しておくことも必要である。

##### (6) 施錠について

理学部の各棟において玄関は原則として月曜から金曜まで午前8時に開錠され、午後8時に施錠される。卒業研究生及び大学院生の学生証には、理学部棟のカードキー機能が登録されるので、この時間外に入棟する場合は学生証で開錠する。

##### (7) 研究室、実験室等の使用に関して

基礎化学科で開講される各実験講義においては、担当教職員の指示に従い十分注意して実験室を利用する。卒業研究生及び大学院生は所属する研究室において実験などを行

う場合、指導教員の許可を得て実験室を使用する。

## (8)喫煙について

本学構内では、指定された喫煙場所以外での喫煙は禁止されている。

### 4-3-3-2 実験の基本

化学の研究においては、実験は重要な役割を果たす。新しい物質を合成し、物性を調べ、反応を観察し、そこから新しい法則性を引き出し、さらにそれを検証するためには、実験が不可欠である。化学実験には危険が付き物である。また人体、環境に有害な物質を取り扱うことも多い。ここでは、基礎化学科での実験の安全のための指針について記すので、実験の際にはよく理解しておくこと。

#### <基本的な注意事項>

1. 目的や方法を十分に理解した上で実験することが、楽しく実験を行い、また成功する最大の秘訣である。実験前に実験テキストをよく読んで内容を把握し、実験計画を立てておくこと。実験台に向かって初めてテキストを読むのでは、失敗や事故のもとである。
2. 実験ノート（実験中に観察した事項を記録するノート）を別途必ず用意する。テキストに書き込むなどして実験ノートの代用にはしないこと。
3. 実験室内では必ず実験着、防護メガネを着用し、タオルを携帯すること。スリッパやサンダルなど脱げやすい履物、ヒールや底の高い靴、ストッキングの着用も危険である。必ず、靴かナースサンダルを履くこと。荷物を各自ロッカーに保管し、実験室には持ち込まない。実験中に携帯電話やスマートフォンなどを実験以外の目的で使用しないこと。ただし、実験記録のために写真・動画撮影をするのは構わない。
4. 実験室内では飲食、喫煙、実験に関係のない書物の読書を禁止する。
5. 学友の器具および薬品を無断で使用しない。洗浄してあるか、またどのような薬品が付着しているか分からないからである。また他学年の学生実験用の器具薬品には一切手を触れてはならない。
6. 実験台上にあやまってこぼした水、薬品などはなるべく速やかにふき取る。特に、

天秤を使用した後の清掃を、必ず行うこと。破損したガラス器具を素手ではかたづけず、ホウキ等で掃き取ること。

7. 実験廃棄物を下水に流してはいけない。指定の容器に分別廃棄する。どの容器に入れたらよいか分からない場合には、必ず指導者の指示を仰ぐこと。

8. 実験終了後は実験台上を整理し、雑巾がけをして、こぼれた試薬等を除去する。ガス、水道、電気等の点検を済ませてから帰る。

#### 4-3-3-3 危険をとまなう実験操作

化学実験の操作は基本をしっかり守って行うことが危険を防ぐ上で重要である。特に重要な点を以下にあげておく。

##### <加熱>

加熱 (heating) には一般にガスバーナーや投げ込みヒーターが用いられる。直火で加熱する場合もあるが、温度を一定に保って加熱する場合 (蒸留など) には水浴 (water bath) や油浴 (oil bath) を用いる。加熱をはじめのまえには、引火や加熱した液体などが人にかかるような事故のないように十分まわりに注意して行うこと。

##### <ゴム栓にガラス管を通す>

ゴム栓 (rubber stopper) の穴にガラス管 (glass tube) を通すには、まずガラス管をタオルでまき、無理な力が加わらないように注意して小刻みにガラス管を回しながら、穴にガラス管を通すようにする。無理に押しこむとガラス管が破損し手に大怪我をしてしまう恐れがある。通りにくいときには、ガラス管の外側 (ゴムと接触する部分) に水またはグリセリンをつける。

##### <分液ロートの使い方>

分液ロート (separating funnel) を使うときは、以下の点に注意すること。

- ・容量は試料溶液と抽出溶媒の合計量の2倍程度のものを使用する。
- ・試料溶液に抽出溶媒を加えたときガスが発生し、中の液が噴出することが度々ある。これを防ぐためガスぬきの操作を行うことが大切である。

##### <その他>

上にあげた以外の危険をとまなう操作については、教員の指導のもと注意して実験を行うこと。

#### 4-3-3-4 事故への対処

##### <事故が起きたら>

万一、火災、薬品の付着、有毒ガスの吸入、ケガなどの事故が起こったときは大声をあげるなどして周囲に知らせる。事故を起こした本人は往々にして気が動転しており、適切な処置をとることは難しいからである。周囲にいた人は、協力して事故に対処しながら、できるだけ速やかに担当教員に連絡する。ただし、実験室内では絶対に走らないこと。また本書の第3章「緊急時の対応と救急救命」もよく読んでおくこと。

##### <火災>

アセトン、アルコール等の可燃性薬品の使用に当たっては、特にガスバーナーなどから十分離れた位置で使用する、500 mL 以上を実験台上に放置しないこと、などが火災を未然に防ぐための心構えとして必要である。

万一火災が発生した場合には、

- ・当事者は自分一人で始末しようとせず、周囲の人に協力を仰ぐこと。
- ・周囲の人は
  - (1) ガスの元栓を止める。
  - (2) 初期的な爆発的燃焼が終わり、近づいても安全なことを確かめてから、可燃物を遠ざけ、延焼を防ぐなどの措置をとる。
- ・実験着に燃え移った場合は、走らず床の上を転げ回る。当事者が動転して走っている時は、周囲の人が捕まえて床に倒して消火する。その際も、実験着などで炎を包んで酸素の供給を断つようにし、水をかけてはならない。

##### <火傷>

火傷部分は、すぐ流水などで冷やす。火傷の範囲が小さい場合は、5～15分冷やし続けるだけでよいが、範囲が広い場合は、保健管理センターや病院などで対処する必要がある。

##### <薬品の付着>

強酸、強塩基などが付着したときは直ちに大量の水で洗い流す。眼に入ったときは特に一刻も早く大量の水で洗い、十分長い時間洗い続ける（まわりの者がすぐに担当教員等に連絡すること）。

##### <有毒ガスの吸入>

有毒ガスを使用したり、有害な蒸気を発生するような操作を行うときは、必ずドラフ

ト（周囲を壁と透明窓で囲い、ダクトにより強制排気するようになっている実験台）を使用する。万一気分が悪くなった場合には、直ちに新鮮な空気を吸える場所に移動し、安静にすること。

#### <ケガ>

破損したガラスの切り口は非常に鋭利で大きなケガをしやすいので、ガラス器具の取り扱いには十分注意すること。器具を振るときなど、実験台の周囲の状況に気を配りながら立ち居振る舞いをすることで、たいいていの事故は防げる。また、ガラス細工の際には、熱したばかりの部分を持たない、火の真上に顔や手を持っていかない、などの注意が必要である。

#### <その他>

実験台の近くにいる周囲の人は、自分が何の実験をしているか知らないから、実験している本人よりも危ないことがある。やむをえずその場を離れるときには、声をかけ何をしているか伝えていく、試薬や熱湯などをかけないように注意する、など迷惑をかけるように配慮する。例えば、試験管内の溶液をガスバーナーで加熱するとき、突然沸騰して溶液が飛び出すことがある。よく振り混ぜることと試験管の口を人のいない方に向けておくことで、被害を予防できる。

本書の第4章「4-3-2 化学物質の取り扱い」には、危険な薬品の一覧と注意点が書かれてあるので、よく読んでおくこと。またこれらの薬品の取り扱いについては教員の指導を受けること。

#### 4-3-3-5 廃液処理

石油文明という言葉に端的に表されるように、現代文明への化学の寄与ははかりしれないほど大きいものであるが、反面、環境汚染という害をもたらしてもきた。その結果、化学に対する社会の評価は、そのもたらす恩恵に比べ、かなり低いものとなってしまった。このことを踏まえるなら、実験において排出される廃液から有害な成分を可能な限り除去することが、化学に携わる者に課せられた重大な責任であることは言うまでもない。「このビーカーに入っている成分は何か、流しに流してよいものか」ということをつねに意識する習慣を身につけてほしい。

#### <方針>

本学では、有害成分を含む実験廃液を含有成分別に回収し、廃液処理業者に委託して処理を行っている。学生実験で出る廃液は、本学が定める実験廃液区分に対応して、以下に示すとおり分別収集する。

- ① 無機系廃液

- |                |                |
|----------------|----------------|
| (1) 一般重金属含有廃液  | 灰色 20 リットルポリ容器 |
| (2) 有害金属含有廃液   | 灰色 20 リットルポリ容器 |
| (3) シアン化合物含有廃液 | 黄色 20 リットルポリ容器 |
| (4) 水銀化合物含有廃液  | 緑色 20 リットルポリ容器 |

② 有機系廃液

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| (1) 可燃性廃溶媒      | 白色 20 リットルポリ容器 |
| (2) 難・不燃性廃溶媒    | 白色 20 リットルポリ容器 |
| (3) 重金属含有廃溶媒    | 白色 20 リットルポリ容器 |
| (4) 水銀化合物含有有機溶媒 | 緑色 20 リットルポリ容器 |

③ 固形物類

- |                |            |
|----------------|------------|
| (1) 一般廃ろ紙・ウエス類 | 一斗缶等の堅牢な容器 |
| (2) 一般固形物類     | 一斗缶等の堅牢な容器 |

上に示した廃液の種類別の区分は厳密に守らなければならない。他大学で以前、廃液回収用ポリタンクに貼ってあるラベルと内容物が相違していたため処理中に爆発し、廃液処理にあっていた職員が死亡した例がある。

廃液処理に係る作業負担と経費の軽減のため、廃液の量を増やさないう、簡単な前処理をしてから回収に出すのが望ましい。

#### 4-3-4 分子生物学科

##### 4-3-4-1 一般的注意

事故を未然に防ぐためには、あらかじめ、緊急時の対応・システムや普段扱う機械・機器に関する正しい知識や、実験室や身の回りの整理整頓・集団生活における規律正しいマナーを身につけておくことが必要である。一方、自然災害や、不幸にして事故が発生した場合には、通報・避難・救助などの措置を速やかに行い、被害を最小限に食い止めなければならない。従って安全の確保は、事故や災害に対する各人の正しい理解と普段の心がけに大きく依存している。本章では主に、分子生物学科における安全確保に関して重点を置いて記述している。一般的に共通するような項目は、本書の他の部分にまとめて記載されているので、必ず目を通し理解するとともに、本書を必要なときにいつでも取り出せるような場所に置いておくこと。

##### 4-3-4-2 分子生物学科の建物について

###### (1) 理学部 3 号館および理工学研究科棟

理学部 3 号館は 8 階建てで、分子生物学科は主に 2～7 階および 8 階の一部を使用している。2 階は分子生物学科の事務室・図書室の他に、セミナー室 1・2、11 番教室、第 3 会議室がある。4・7 階に各研究室の学生研究室、5・6 階に各教員研究室がある。また、分子生物学科の 2 年次・3 年次の学生実験は 3 階の学生実験室で行われる。なお、一部の共通実験室及び研究室が理工学研究科棟にある。

###### (2) 避難経路、非常口

理学部 3 号館は東側にエレベーターおよび屋内階段があり、西側屋外に非常時の避難経路として屋外階段がある。火災時には東側階段は防火扉が閉まるが、中の小扉は避難方向に開くので、それを開けて逃げる。ただし、階段は煙で危険な場合が多いので、なるべく西側の屋外階段で逃げる。その際、扉に備えつけのロープを固定して扉が閉まらないようにして、屋外階段が危険な場合には建物内に戻れるようにする。3 階は屋外階段への入口が学生実験室内にある。非常口、屋外階段は緊急時以外使用禁止である。防火扉の周辺にものを置かない。廊下は非常時の避難経路であるからその妨げになるようなものを絶対に置かない。地震や火災発生時に避難手段としてエレベーターを使用してはならない。

###### (3) エレベーター内での外部との連絡方法

使用時にエレベーターが停止してしまった場合、エレベーター内にある内線電話で守衛所（内線 712401）や学科事務室（内線 723346）に連絡することができる。また、緊急ボタンを押すと分子生物学科事務室および 7 階でベルが鳴るようになっている。

#### **(4) 緊急時の対応**

各研究室には緊急時の連絡手順・連絡先が明示してあるので常日頃から確認しておくこと。また地震災害に備えて埼玉大学における避難場所を確認しておくことも必要である。理学部3号館各階には、廊下中央に火災報知機・消火栓、東西2・3か所に消火器がある。非常時や訓練時以外にみだりに開けたり、使用したりしてはならない。拡声器も各階に置かれている。

#### **(5) けがをした場合**

けがをした場合、簡単な処置をするための救急箱が各階に用意されている。そのほか埼玉大学の保健センターにおいても簡単な処置をしてくれる。担架が1階エレベーター前に設置されており、他に簡易的な担架が各階に用意されている。

#### **(6) 緊急シャワー**

身体に有害な薬品などを体に浴びた場合に、直ちに洗い流すための緊急シャワーが各階に設置されている。床排水口は通常閉じられているので、非常時以外に使用してはならない。

#### **(7) 入館について**

玄関および2階渡り廊下入り口は原則として月曜から金曜までの午前8時から午後8時以外は施錠される。この時間外に入館する場合は学科から支給されるカードキーで開錠する。見知らぬ者と一緒に入ってはならない。もし便乗しようとする者があれば、身分を確認し、必要なら守衛室（内線 712401）に連絡する。

#### **(8) 喫煙について**

本学構内では、指定された喫煙場所以外での喫煙は禁止されている。

### **4-3-4-3 分子生物学科の学生実験を安全に行うための心得**

#### **(1) 学生実験の目標**

分子生物学科の学生実験の目標は、生命科学研究に不可欠な知識・実験手法・エチケットを身につけ、さらに実験実行能力・実験考察能力を高めることにある。必修科目に指定されていることから明らかなように、今後研究を行っていく上での礎となる、非常に重要な授業科目である。本学科の学生実験は、2年次の基礎生化学実験・基礎生物学実験、3年次の分子生物科学実験Ⅰ・分子生物科学実験Ⅱから構成されている。また、4年次には各研究室に分かれて、卒業研究を行う。

学生実験のカリキュラムは、学生諸君が生化学・分子生物学・遺伝学・生理学などの

研究の進め方について幅広い知識を得られるよう、綿密に計画されたものである。研究の基礎をしっかりと固めるという意識を強く持ち、実験の開始時間・レポートの提出期限など決められたことを厳守し、レベルの高い学生実験を行えるように努力してほしい。また、カリキュラムの大半が学生諸君にとって未体験である上、その中には危険な作業も含まれている。健康状態を良好に保ち、担当教員の指導のもとに真摯な態度で受講することが、事故防止の観点からも肝要である。さらに学生諸君には、自分が学生実験において共同で研究を進める「社会単位」を構成する一員であることを自覚し、試薬・実験器具・機器などの使用、また各実験操作に関して、共同で作業しているという認識を常にもってほしい。

## (2) 実験を行う際の注意事項

- a 目的や方法を十分に理解した上で実験することが、楽しく実験を行い、また成功する最大の秘訣である。

渡された実験テキストは前もって熟読・内容を把握し、実験の目的・内容・操作を理解したうえで実験計画を立てておく。実験台に向かって初めて実験テキストを読むのでは、失敗や事故のもとである。実際に行なった実験操作・結果は、その日のうちにノートにきちんと記録する。

- b 実験は長時間継続するので、健康に留意し、実験に集中できるようにする。病気が等で実験が難しい場合は、無理をせず担当教員に相談すること。
- c 実験を精密に行なうため、また危険防止・衛生上の観点から、実験室内では土足厳禁とする。

飲食喫煙も禁止する。必ず白衣を着用する。必要に応じて防護用ビニール手袋・保護眼鏡を着用する。実験によってはドラフトチャンバー(周囲を壁と透明窓で囲い、ダクトにより強制排気するようになっている実験台)内で行うこと。実験室内での携帯電話の使用は禁止する。携帯している場合は電源を切る。

- d 実験の材料・機器・器具・試薬は教員の指示に従って細心の注意を払って使用する。

使用後の処理(機器の電源の切断・器具の洗浄・保管場所への返却など)を忘れないようにする。実験室内のこれら物品の移動・使用はすべて教員の指示で行なう。実験台上にあやまってこぼした水、薬品などは速やかにふき取る。こぼした本人以外の者にはどのような物質なのかわからないため、放置すると第三者にとって危険であり処理にも困る。とくに、天秤を使用した後の清掃は、必ず行うこと。また、実験時の廃液・廃棄物等は定められた通りに分別し処理すること。みだりに混合したり流しに棄て下水に直接流してはならない。必ず指導教員の指示に従い指定の容器に分別回収すること。

- e 学生実験の出欠確認は授業開始時刻に行なう。この時点で着席していない者は遅刻または欠席と見なす。

連絡しないで遅刻・欠席すると、共同実験者に多大の迷惑をかけ、また授業の始めなどに行なわれる実験説明・注意を聞き逃すことになる。病気その他のやむをえない事情で欠席、遅刻または早退する場合には、必ず担当教員に直接、あるいは技術職員を介して、連絡して指示を受ける。また、学生実験中は実験に専念することを原則とし、実験終了までは担当教員の許可なく中途退室、帰宅してはならない。

- f 機器・器具の故障や破損、材料・試薬の不足や変質の場合には、その都度申し出て教員の指示を受ける。
- g 実験を共同して行なう時あるいは共通の機器・器具・試薬を使用する際は、互いに声をかけ確認しあい、よく討論し、調整して協力し、実験が円滑に進行するよう努める。

実験者の近くにいる周囲の人は、実験者が何の実験をしているか知らない場合があるので、実験者本人よりも危ないことがある。実験者本人が止むをえずその場を離れるときには、共同実験者や周囲の人に声をかけ何をしているか伝えていく。

実験者は試薬や熱湯などを周囲の人にはかけないように注意する。例えば、試験管内の溶液をガスバーナーで加熱するとき、突然沸騰して溶液が飛び出すことがある。よく振り混ぜることと試験管の口を人のいない方に向けておくことで、被害を予防できる。

- h 毎回実験終了後、機器・器具・試薬の片付けとともに、清掃を行なう。当番など教員の指示に従う。実験終了後、実験台上を整理し、ガス・水道・電気等の点検を済ませ、終了の報告をして帰る。

### (3) 事故への対処

#### a 事故が起きたら

万一、火災・薬品の付着・有毒ガスの吸入・ケガなどの事故が起こったときは大声をあげるなどして周囲に知らせる。事故を起こした本人は往々にして気が動転しており、適切な処置をとることは難しいからである。周囲にいる人は、協力して事故に対処しながら、できるだけ速やかに担当教員に連絡する。ただし、実験室内では絶対に走らないこと。

#### b 火災

エーテル、アルコール等の可燃性薬品の使用に当たっては、特にガスバーナーなどから十分離れた位置で使用すること、500 ml 以上を実験台上に放置しないこと、などが火災を未然に防ぐための心構えとして必要である。

万一火災が発生した場合には、当事者は自分一人で始末しようとせず、周囲の人に協力を仰ぐこと。周囲の人はガスの元栓を止める。初期的な爆発的燃焼がおわり、近づいても安全なことを確かめてから、可燃物を遠ざけ、延焼を防ぐなどの措置をとる。実験着に燃え移った場合は、実験着などで炎をくるんで酸素の供給を断つよ

うにし、水をかけてはならない。その際、火のついた者は走り回らずに、周囲に十分な空間がある場合は床の上を転げ回るほうがよい。当事者が走っている時は、周囲の人が捕まえて床に倒して消火する。

c 火傷

火傷部分は、すぐ流水などで冷やす。火傷の範囲が小さい場合は、5～15分冷し続けるだけでよいが、範囲が広い場合は保健センターに相談してアドバイスを受けるか、直接病院に行くこと。

d 薬品の付着

強酸、強塩基などが付着したときは直ちに大量の水で洗い流す。各階の廊下に緊急シャワーが設置されている。眼に入ったときは特に一刻も早く大量の水で洗い、十分長い時間洗い続ける。

e 有毒ガスの吸入

有毒ガスを使用したり、有害な蒸気を発生するような操作を行うときは、必ずドラフトチャンバーを使用する。万一気分が悪くなった場合には、ただちに新鮮な空気を吸える場所に移動し、安静にすること。

f ケガ

破損したガラスの切り口は非常に鋭利で大きなケガをしやすいので、ガラス器具の取り扱いには十分注意すること。試薬等の混合のためにガラス器具を振るときなど、実験台の周囲の状況に気を配ることで、たいていの事故は防げる。また、ガラス細工の際には、熱したばかりの部分を持たない、火の真上に顔や手を持っていかない、などの注意が必要である。

#### (4) その他の注意事項

a 高速遠心機

試料を遠心力によって分離するために、高速で試料を回転させることができる装置である。試料の容量、回転数などに応じて、様々な種類の遠心機がある。すべてに共通にあてはまる最も重要な注意事項は以下のようである。

高速で回転するために、試料は厳密に重さのバランスをとって均等に配置しなければならない。バランスがとれていないと、機器に重大なダメージを与えるだけでなく、危険である。したがって、試料を装填し装置を作動させた後は、設定した回転数に到達するまで、装置を離れないようにする。もし異常を感じたら直ちに装置を停止させる。異常とは、回転数が設定値に達しない、あるいは設定値を超えてしまう場合や、アンバランスからくる異常な振動などである。通常アンバランスによる異常振動では不協和音（異常音）が伴う。また、装置に手を触れわずかな振動も感じ取れるようにすることも効果的である。以上のような観察により、わずかな異常もみのがさないようにすることが大事である。

また、試料を装填するローターと呼ばれる金属部品は高価であり、重量もあるので、足元に落下させたりしないように取り扱いは慎重に行う。その他、装置の種類に応じた注意もあるので、初めて使用する際には担当教員の指示を受けること。

b 加圧滅菌器（オートクレーブ）

生物試料を培養するための培地を滅菌するため、あるいは生物試料が付着した使用済みの実験器具を滅菌するために、加圧しながら高温で滅菌する装置である。最近の機器は種々の安全装置が備わっているため、運転中は蓋が開かないようになっていることが多いが、機器の作動中は 100 °C 以上の高温になるだけでなく、圧力がかかっているために扱いには注意する。運転終了後、圧力が大気圧まで下がり、温度が 90 °C 以下、できれば 60 °C 以下まで下がってから蓋を開ける。

c 電気泳動装置用パワーサプライ（電源）

50V 程度の小容量のものから 2000V 以上電圧をかけることが可能な機械まである。感電や漏電がないように注意して使用する。

d ガス機器

理学部 3 号館ではプロパンガスを使用している。プロパンガスは、ガス比重が空気より重く、漏れた場合には床に滞留して爆発の危険がある [大気中の組成が 2.2～9.5% で急激な燃焼反応（すなわち爆発）を起こす]。ガスコンロやガス湯沸し器は適切に点検されていれば特に注意することはないが、赤色の炎の場合には不完全燃焼している可能性があり、一酸化炭素中毒の危険がある。正常な場合には青色の炎である。

ガスバーナーを使用する際、ガス管がホース口にしっかり差し込まれ、ホースバンドを使って締め付け固定されていることを確認する。点火する場合は、まず元栓を開け、次にライターに火を付け、手元の栓をゆっくり開けながら点火する。ガスの漏洩に気付いたら、むやみに電気機器のスイッチを操作しないこと。その場合には速やかに換気してガスを追い出すこと。

e 遺伝子組換え実験

バイオセーフティとは遺伝子組換え生物（Living Modified Organism, LMO）が、生態系へ悪影響を及ぼさないよう安全確保のために講じる措置のことである。「バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」が 2003 年に国内で締結され、2004 年 2 月に発効となったのを受け、「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」が施行され、本学では「国立大学法人埼玉大学遺伝子組換え実験実施規則」が定められている。遺伝子組換え実験を行う際には、当該法律・政令・省令および本学当該規則に従わなければならない。

f 放射性同位元素（ラジオアイソトープ）

学生実験で用いられることはないが、卒業実験では使用することがある。使用に先立っては法令で定められた講習・教育訓練を一定時間受ける必要がある。

## **4-3-5 生体制御学科**

### **4-3-5-1 生体制御学科全般についての注意**

#### **(1)生体制御学科について**

生体制御学科は、理学部 1 号館 3 階の西側、理学部 2 号館 3・4 階に各研究室と学生実習室があり、2 号館 2 階に学科事務室兼図書室、生体図書閲覧室、セミナー室、理学部 3 号館 8 階及び理工学研究科棟 6・7 階に関係する実験室がある。

#### **(2)避難経路、非常口**

災害時には、1 号館は 1 階西側・東側の出入り口を、2 号館は 1 階東側出入り口・南側出入り口（エレベーター付近）・西側非常口（階段付近）を利用する。各階の避難経路、非常口は各自確認しておくこと。各階には、防火扉が設置されているので、普段からその周囲には物を置かないようにする。また、2 号館 4 階の学生実習室ベランダには緊急脱出用オリロー（避難用緩降機）が設置されている。災害時の避難の際にはエレベーターをつかってはいけない。

#### **(3)火災報知機等**

火災報知機、消火栓は各階廊下に、消火器は各階廊下と学生実習室 1・2 に備え付けてある。

#### **(4)担架、拡声器**

担架、および拡声器は 1 号館 3 階、生体制御学科事務室、2 号館 3・4 階廊下にそれぞれ備え付けてある。

#### **(5)けがへの対応**

学科事務室には救急箱が置いてあり、小さなけがには対応できる。対応できない場合は、保健管理センターで手当てを受ける。また、各実験室には、流し台に眼洗浄用シャワーが、2 号館 2・3・4 階廊下には緊急用シャワーが取り付けられている。

#### **(6)緊急時の連絡体制**

緊急時には、まず近くにいる教職員に連絡し、指示を受ける。学外にかけられる電話は、各教員研究室と学科事務室にもある。消防等に連絡するとともに、内線で守衛所（712401）にも連絡する。

#### **(7)施錠**

すべての建物は、月～金曜の午後 8 時から翌午前 8 時までと、土・日・祝休日は終日施錠されている。ただし、研究室に所属する学生は、学生証をカードキーとして開錠で

きる。

#### **(8) 研究室、実験室での一般的注意**

卒業研究、大学院の学生は、各研究室の指導教員の指示に従って研究をおこなう。

#### **(9) 喫煙**

埼玉大学構内はすべて禁煙となっている。喫煙は所定の喫煙所にて行うこと。

### **4-3-5-2 学生実習室における安全**

#### **(1) 実習室全般**

実習室では、常に整理整頓および清潔を心がけ、実習終了後は各自の使用したものを必ず各自の責任でかたづける。実習室での飲食は原則として禁止されている。

#### **(2) 服装**

実習中の服装は動きやすいものとし、白衣を着用し、前ボタンを閉め、名札をつける。靴はすべりにくいスニーカーなどが望ましく、大きい靴音を発するものは履かない。また、薬品を扱う実験時に、素足は危険である。長い髪はまとめる。必要に応じて、手袋・マスク・保護メガネを着用する。

#### **(3) 薬品の取り扱い**

実習で扱う薬品の中には毒劇物、特定化学物質、有機溶剤など有害かつ危険なものも含まれるので、指導教員、TAの指示に従い、適切に取り扱う。薬品庫は施錠してあるので、薬品を取り出すときは、指導教員、TAに開錠してもらうこと。毒劇物を使用したときは、必ず使用量を報告する。有機溶剤は、必ずドラフト内で取り扱う。

#### **(4) 器具等の取り扱い**

ガラス器具は割れ易く、破片など危険なので慎重に取り扱う。注射針、カミソリ、メスなどの取り扱いにも気をつける。バーナー、アルコールランプなどはやけど、火災の原因になる。電気泳動槽は感電の恐れがある。

#### **(5) 機器類の取り扱い**

オートクレーブ、乾熱器、遠心機など扱いを間違えると重大な事故につながる機器類もあるので、指導教員やTAの指示に従い、取り扱い方法を熟知したうえで使用する。

#### **(6) 高速遠心機の取り扱い**

試料を遠心力によって分離するために、高速で試料を回転させることができる装置である。

試料の容量、回転数などに応じて、様々な種類の遠心機がある。すべてに共通にあてはまる最も重要な注意事項は以下のようである。

高速で回転するために、試料は厳密に重さのバランスをとって均等に配置しなければならない。バランスがとれていないと、機器に重大なダメージを与えるだけでなく、危険である。したがって、試料を装填し装置を作動させた後は、設定した回転数に到達するまで、装置を離れないようにする。もし異常を感じたら直ちに装置を停止させる。異常とは、回転数が設定値に達しない、あるいは設定値を超えてしまう場合や、アンバランスからくる異常な振動などである。通常アンバランスによる異常振動では不協和音（異常音）が伴う。また、装置に手を触れわずかな振動も感じ取れるようにすることも効果的である。以上のような観察により、わずかな異常もみのがさないようにすることが大事である。

また、試料を装填するローターと呼ばれる金属部品は高価であり、重量もあるので、足元に落下させたりしないように取り扱いは慎重に行う。その他、装置の種類に応じた注意もあるので、初めて使用する際には担当教員の指示を受けること。

#### **(7)加圧滅菌器（オートクレーブ）の取り扱い**

生物試料を培養するための培地を滅菌するため、あるいは生物試料が付着した使用済みの実験器具を滅菌するために、加圧しながら高温で滅菌する装置である。最近の機器は種々の安全装置が備わっているため、運転中は蓋が開かないようになっていることが多いが、機器の作動中は 100 °C以上の高温になるだけでなく、圧力がかかっているために扱いには注意する。運転終了後、圧力が大気圧まで下がり、温度が 90 °C以下、できれば 60 °C以下まで下がってから蓋を開ける。

#### **(8)電気泳動装置用パワーサプライ（電源）の取り扱い**

50V程度の小容量のものから 2000V以上電圧をかけることが可能な機械までである。感電や漏電がないように注意して使用する。

#### **(9)実験ごみの取り扱い**

実験ごみの取扱いは一般ごみとは異なる場合があるので、気をつける。わからない場合は、指導教員やTA、技術職員に聞くこと。

- ・自動ピペットのチップ、ディスポのチューブ、サンプルカップ等のプラスチック類、アルミホイル等は不燃ごみである。
- ・使用後の注射針は、指定された容器にまとめておく。ゴミ箱に捨ててはいけない。
- ・死体および血液のついたごみも、指定された容器にまとめておく。ゴミ箱に捨ててはいけない。
- ・使用後の培地はオートクレーブにかけ、滅菌してから捨てる。
- ・空の試薬ビン は薬品登録システム上の空ビン処理をするので、勝手に捨てずにTA、

技術職員に申し出る。

- ・ガラス破片は容器等にまとめてガラス破片であることを明記する。

## (10) 廃液の取り扱い

廃液は、勝手に流しに流したりせず、必ず指導教員、T Aの指示に従って処理する。

### 4-3-5-3 動物実験に関する注意

動物実験は、実験計画書を申請し、承認を受ける必要がある。この際、動物実験は、「埼玉大学動物実験規則」に沿って立案する必要がある。また、動物福祉及び実験者の安全衛生の観点からも適正な動物実験を実施すること。

実験動物としてほ乳類（マウス、ラット）を用いる場合、飼育室の利用申請から実験実施までの流れは下記の（1）－（3）となる。ただし、ウサギ、モルモット等を用いる場合は（4）にその概略を示す。なお、ほ乳類以外の動物を実験に用いる場合にも「埼玉大学動物実験規則」に基づくとともに、指導教員の指示に従い適正な動物実験の実施に努めること。

#### (1) 動物飼育室の利用

動物飼育室（理学部3号館8階、科学分析支援センターが管理）を利用する場合、科学分析支援センターへ利用申請書を提出し教育訓練に参加した上で、利用許可を得る必要がある。

#### (2) 動物実験の実施

「埼玉大学動物実験規則」と「動物飼育室の利用マニュアル」に従い、実験を実施すること。

##### 1) 埼玉大学動物実験規則

同規則は、動物実験の立案及び実施の際に遵守すべき事項等を示したものである。詳細は、科学分析支援センターのホームページに掲載されているので確認すること。

##### 2) 動物飼育室の利用マニュアル

同マニュアルは、飼育室の入退室、動物や物品の搬入、動物の飼育管理、飼育室内での作業、飼育室の清掃及び管理等を示したものである。科学分析支援センターのホームページに掲載されているので確認すること。なお、飼育室では定期的な点検と清掃の励行に努めること。

第一種圧力容器の使用については、別途、利用者講習会を受講する必要がある。利用希望者は、指導教員を通して第一種圧力容器取扱主任者に申請すること。

##### 3) 事故・災害時の対応

実験動物の飼養及び動物実験に関わる事故等が発生した場合、特に、感染のおそれがある試料（動物、動物の血液等）による汚染事故時には、動物飼育室に掲示してある事故対応マニュアルに従い行動すること。対応後は、指導教員を通してすみやかに報告書を提出すること。

災害時も同様の対応が必要になる。

### **(3)その他**

- ・ 遺伝子改変動物の取扱いについては「埼玉大学遺伝子組換え実験実施規則」も遵守すること。
- ・ 学生実習では担当教員の指示に従うこと。

### **(4)ウサギ、モルモットを用いる場合**

部屋の利用の際には担当教員(小林)に連絡し、「動物飼育室の利用マニュアル」に従い使用する。入室時、白衣や手袋等を着用し、部屋の光条件と空調の稼働を確認するとともに、管理記録用紙に記入すること。清潔な環境を保つため、給水ノズル・飼育ケージ・排水系・排泄物受け皿等の洗浄と、床・壁・作業台等の清掃を定期的に行う。この際、パコマ等の消毒薬(排水系では尿石除去剤)を用いて消毒する。また、空調機フィルターの定期清掃も行うこと。清掃作業は、週1回以上とし、飼育数に応じて増やす。なお、動物の死体や血液付着物は専用冷凍庫に保管し、事故・災害時は上記(2)－(3)と同様に対応する。

#### **4-3-5-4 ラジオアイソトープ(RI)実験に関する注意**

埼玉大学における RI 実験は、科学分析支援センターが管理するアイソトープ実験施設内で行う必要がある。利用に際しては、あらかじめ登録し、教育訓練の受講、健康診断の受診が必要である。使用方法に関しては、センターのホームページより生命科学分析分野に入り、アイソトープ実験施設の「利用マニュアル」および「緊急事故対応マニュアル」にて確認すること。なお、各研究グループの指導教員がそれぞれの使用責任者である。登録に当たっては使用責任者と充分協議すること。

#### **4-3-5-5 液体窒素の取り扱いについての注意**

- 1) 液体窒素を実験に用いる場合は、凍傷をさけるため、革手袋を使用するなど十分注意して取り扱う。
- 2) 液体窒素を容器に入れて密封すると破裂する。容器のふたは必ずゆるめておくこと。

- 3) 液体窒素を取り扱うときは部屋の換気に十分注意する。窒息死することもあるので、低温室など気密性の高い部屋では絶対に取り扱わないこと。
- 4) 液体窒素をエレベーターで運搬する場合は同乗せず、到着階に受け取る人が待機する。液体窒素の容器には「同乗禁止」の札をさげる。

#### **4-3-5-6 遺伝子組換え実験**

遺伝子組換え実験は「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（通称カルタヘナ法）」の規制化におかれ、本学でも「国立大学法人埼玉大学遺伝子組換え実験実施規則」を定めている。

ここでは大学で行われる遺伝子組換え実験（第二種使用等）に限定して注意事項をまとめている。実験に従事する学生は遺伝子組換え実験の内容を理解するとともに、必ず実験責任者（指導教員）の指導を受けるようにすること。

##### **(1) 第二種使用等**

「第二種使用等」とは「環境中への拡散を防止しつつ行う使用等」であり、大学等の研究機関での使用（「遺伝子組換え実験」、「細胞融合実験」）はこれに含まれる。

##### **(2) 遺伝子組換え実験**

「遺伝子組換え生物等」とは、細胞外において核酸を加工する技術や異なる科に属する生物間での細胞融合により得られた核酸又はその複製物を有する生物を意味する。また、「遺伝子組換え実験」とは、上述のなかで、細胞外での核酸加工技術により得た核酸又はその複製物を有する生物を作製、使用する実験に当たる（なお、細胞融合で得た生物を使用する実験は「細胞融合実験」と分類される）。実験は申請により承認された内容のみ行うことができる。

##### **(3) 拡散防止措置**

様々な生物はその病原性などに基づいてクラス1-4に分類されている。原則として、宿主及び核酸供与体がどのクラスに属すかにより、執るべき拡散防止措置が決まる（P1、P2、P3）。そのため認められた実験室以外で遺伝子組換え実験を行うことを禁ずる。

#### 実験実施時における注意事項

##### A. 微生物実験（P1）

###### P1 レベル

- ・遺伝子組換え生物等を含む廃棄物や付着した器具等は、廃棄や再使用前に遺伝子組換え生物等を不活化する措置を講ずること。
- ・運搬には遺伝子組換え生物等が漏出しない構造の容器を用いること。
- ・実験室の窓等は閉鎖し、入退室以外は扉を閉じること。
- ・エアロゾルの発生を最少限にとどめること。
- ・遺伝子組換え生物等の付着・感染防止のため、手洗いを励行すること。
- ・関係者以外の入室を制限するための措置を講ずること。

#### B. 動物実験 (P1A)

P1 レベルの拡散防止措置に加え、以下の要件を満たすこと。

##### P1A レベル

- ・ネズミ返しや循環式水槽等の逃亡防止の措置を講ずること。
- ・遺伝子組換え動物の運搬には、逃亡を防止する構造の容器に入れ、細心の注意を払うこと。
- ・耳パンチや個別の飼育容器等の使用により、個体識別ができるように措置し、飼育個体の管理に努める。
- ・実験室の入り口には「遺伝子組換え動物等飼育中」と表示すること。

#### C. 植物実験 (P1P)

P1 レベルの拡散防止措置に加え、以下の要件を満たすこと。

##### P1P レベル

- ・排気中に含まれる組換え植物等の花粉等を最少限にとどめること。
- ・組換え植物等の運搬には、拡散を防止する構造の容器を用いること。
- ・実験室の入り口には「遺伝子組換え植物等栽培中」と表示すること。

#### D. 保管・運搬時において執るべき拡散防止措置

##### 保管

- ・遺伝子組換え生物等が漏出、逃亡その他拡散しない構造の容器に入れること。
- ・容器の外側の見やすい箇所に、遺伝子組換え生物等である旨を表示すること。
- ・容器は所定の場所に保管すること。
- ・保管場所が冷蔵庫等の設備である場合には、設備の見やすい箇所に、遺伝子組換え生物を保管している旨を表示すること。

##### 運搬

- ・遺伝子組換え生物等が漏出、逃亡その他拡散しない構造の容器に入れること。
- ・最も外側の容器の見やすい所に、取り扱いの注意を喚起する表示をすること。

#### (4)健康管理・安全、記録保管など

- ・ 遺伝子組換え生物等の特性、使用のあり方に応じ安全・健康管理に留意すること。
- ・ 実験に従事する際は、組換え実験に関わる方法、拡散防止措置、安全性の保持等に関し、実験責任者の指示に従うこと。
- ・ 事故発生時には直ちに実験責任者に連絡し、指示を仰ぐこと。
- ・ 組換え実験の計画、実際の実験の進行状況、譲渡に際し、提供した又は提供を受けた情報等を記録し、保管するように努めること（実験記録等で代えること可）。

#### **(5) 情報提供や輸出に関する措置**

遺伝子組換え生物等を国内や海外に譲渡・提供・委託等を行う場合は、法令に基づいた措置が必要なため、必ず実験責任者の指示に従うこと。

#### **(6) 注意**

これらの法令や規則に違反した場合、罰則が科されることがあるので十分に注意すること。

#### 4-3-6 機械工学・システムデザイン学科

##### 4-3-6-1 機械工学・システムデザイン学科の建物について

###### (1) 機械工学科棟、実習工場・研究実験棟の配置

機械工学・システムデザイン学科棟は5階建てで、1、2階は機械工学・システムデザイン学科の各研究室の実験室、3、4、5階に各教員研究室、各研究室の学生研究室がある。また、総合研究棟3号館101,102室にはシステムデザイン演習室があり機械設計製図の授業や課外活動等が行われる。機械工学実験は主に1、2階にある各研究室の実験室で行われる。実習工場・研究実験棟は2階建てで、実習工場と研究室の実験室がある。なお、一部の教員研究室、学生研究室、実験室が総合研究棟1号館に、一部の実験室が情報工学科・理工学研究科棟にある。

###### (2) 避難経路、非常口

[避難経路図は各部屋に貼ってあるので確認すること]

機械工学・システムデザイン学科棟は西側に屋外階段があり、中央の階段とともに非常時の避難経路になっている。火災時、中央階段は防火扉、防火シャッターが閉まるが中の小扉は避難方向に開くのでそれを開けて逃げる。ただし、階段は煙で危険な場合が多いのでなるべく西側の屋外階段で逃げる。実習工場・研究実験棟は中央の非常階段に面した非常口、西側の自動ドア及び東側（実習工場内）の機械搬入口から逃げること。

火災時には階段にある防火扉、防火シャッターは自動的に閉まる。したがって、絶対にその周辺に物を置かない。廊下は非常時の避難経路であるからその妨げになるような物を絶対に置かない。

###### (3) 火災報知機、消火栓

機械工学・システムデザイン学科棟では各階の廊下北側、実習工場・研究実験棟では廊下南側に火災報知機と消火栓がある。非常時や訓練時以外にみだりに開けてはならない。また、絶対にその周辺に物を置かない。

###### (4) 避難用緩降機(オリロー)

機械工学・システムデザイン学科棟5階東側には避難用緩降機が設置されている。非常口からの避難が困難な場合、これを使って東側2階に降りる。さらに、実習工場・研究実験棟2階にも設置されている。非常時や訓練時以外にみだりに開けてはならない。また、絶対にその周辺に物を置かない。

###### (5) 救急箱

けがをした場合、簡単な処理をするために救急箱が事務室および各研究室に用意されている。

## **(6) 電話の使用法**

大学外にかけられる電話（外線電話）は原則として各教員研究室（技術職員室、事務室も含む）内のみに設置されている。一方、学生研究室と実験室の電話は学内のみにかかる内線電話（6桁の番号）である。

緊急時に消防署へ連絡する場合は、大声を出す、あるいは内線電話（6桁の番号）で教職員や研究室に配属された大学院生および卒業研究生に連絡してかけてもらう、あるいは携帯電話等を使う。

大学院生および卒業研究生は研究室に配属された時点で外線のかけ方を教職員に聞いておくが良い。研究室の電話は選択ボタンを押し、0を押してから119である。

## **(7) 施錠について**

機械工学・システムデザイン学科棟は玄関、東側入口（1階、2階）、西側入口（1～4階）とも、原則として月曜から金曜の午前7時に開錠され、午後8時に施錠される。また、西側非常口は常に施錠されている。これらは施錠されていても棟内からはナイトラッチレバーを回すことにより開けられる。

時間外に入棟する場合には玄関あるいは東側入口（1階）で教職員証・学生証あるいはカードキーを使用する。

## **(8) 研究室、実験室の使用について**

機械工学実験、機械工作実習、機械設計製図など授業科目については担当教員の指示にしたがって実験室、実習工場、システムデザイン演習室を使用する。

大学院生、卒業研究生及び研究生等は所属する研究室の実験などを行う場合、指導教員もしくは担当技術職員の許可を得て実験室を使用する。

時間外使用の場合は、指導教員もしくは担当技術職員を通して、時間外使用届を学科長、事務室に提出する。

## **(9) たばこ**

たばこは放火を除く失火原因の第2位（平成25年度全火災中の9.3%）であり、健康にとってのみならず安全にとっても重大な脅威である。また、周囲の非喫煙者への健康被害も危惧されている。本学構内では、指定された喫煙場所以外での喫煙は禁止されている。

## **(10) 暖房**

学生研究室の冷暖房は基本的にエアコンである。使用しないときには必ずスイッチを切る。ふき出し口付近にその妨げになるものを置かない。

## 4-3-6-2 学生実験、実習における安全

### (1) 一般的注意

#### a. 一般事項

「機械工学実験」（2年次後期、3年次前期）、「機械設計製図」（2年次前・後期）、「機械工作実習」（3年次前・後期）は、機械工学科・システムデザイン学棟、情報工学科・理工学研究科棟、総合研究棟1号館、実習工場・研究実験棟の実験室、システムデザイン演習室、実習工場で行われる。各々、年度初めにおけるガイダンスにおいて安全に関する注意事項について説明がなされる。「機械工学実験」及び「機械工作実習」は、初回のガイダンス時にも安全に関する注意がなされる。実験・実習中は、ガイダンス時の注意事項を遵守するとともに担当教員の指示に従うこと。担当教員が席をはずしている際に問題が生じた場合は、内線電話等で速やかに連絡すること。実験・実習中の飲食、喫煙は厳禁である。荷物は最小限の必要なものだけ持参すること。

#### b. 緊急時の処置

##### ①地震、火災等が発生した場合

避難経路（前節参照）をあらかじめ確認しておくこと。地震、火災など緊急事態には慌てずあらかじめ確認した避難経路に従い、整然と避難すること。

##### ②事故が発生した場合

i. 自分の身の安全の確保

ii. 大声で教員を呼び、指示を受ける。

iii. 教員の指示のもとで緊急処置をする。

iv 緊急処置終了後、事故の詳細について教員に報告する。

### (2) 機械工学実験

#### a. 準備

##### ① 予習

当日までに次のテーマのテキスト及びこの安全の手引の当該箇所（特に当該研究室の部分）を読んでおくこと。

##### ② 服装等

イ. 身軽に作業でき、腕や足が露出しない服を着用すること。また、髪の毛も長すぎると機械に巻き込まれる恐れがあるので束ねた上から帽子を被るなどして保護する。

ロ. 感電・落下物・滑りによる転倒に対して安全を確保できる靴を使用すること。

#### b. 実験環境の整備

- ① 実験机の上には実験に使用する器具や文房具のみを置き、不用なものは別の場所に置くこと。室内は静粛を保ち、飲食や喫煙は厳禁である。
- ② 実験器具は、配線なども含めて扱いやすいように配置すること。また、測定者が器具の操作をしやすい姿勢がとれるように、椅子の位置及び高さをきめること。器具を机の中央におけば器具は安全でも取扱いにくい場合があるし、また、あまり端に寄せすぎると落下の危険がある。
- ③ 実験台の周囲は常に整理整頓を心がけること。紙屑等の燃えるゴミとガラス破片等の燃えないゴミを別々にして、所定のゴミ箱に廃棄すること。

#### c. 器具取扱い上の注意

- ① 器具間の結線を先に行い（配線は分かりやすくすること）電源は最後に接続すること。途中で配線を変更したり、実験終了後に配線ははずす場合は、必ず電源を切ってから行うこと。
- ② プラグを電源コンセントに挿し込む前に、プラグや電線の破損の有無を確認すること。破損がある場合には、担当教員に連絡し、担当教員の指示のもとに修復して、安全確認後に、プラグをコンセントに挿し込むこと。
- ③ 濡れた手でプラグを持ち、それをコンセントに挿し込んだり、器具の電源スイッチの ON、OFF を操作しないこと。また、スイッチの ON、OFF は右手で行うこと。
- ④ ダイヤル目盛りがゼロであることを確認してから入力用コードを電源につなぐこと。使用後は、ダイヤル目盛りをゼロにした後、100V 用コードのプラグを電源コンセントから抜くこと。
- ⑤ はんだごての使用に際しては、スタンドにきちんと置いてからプラグをコンセントに入れること。使用後は十分にはんだごてが冷えてから工具箱にしまうこと。

#### d. 実験当日

- ① 遅刻厳禁  
危険防止のため遅刻者には実験をさせないことがある。
- ② 分担打合せ  
実験開始前に実験手引書をよく読み、実験手順、班内での分担を互いによく打合せておくこと。
- ③ 合図  
実験装置を始動したり、電源を入れたり、移動したりする場合は必ず合図をし、安全を確認してから行うこと。
- ④ 集中  
実験中はその実験に集中すること。実験中のイヤホーンの使用、酒気帯び、飲食、喫煙、携帯電話やスマートフォンによる通話、メールなどは厳禁である。実験中、

雑談をしたり、不用意に装置から離れることは事故のもとになる。人間は優秀な五感を持っているのでこれを十分に働かせ異常の察知に努めること。たとえば、モーター異常時の回転音は正常時と異なるから、耳を澄ませば異常状態を知ることができる。

⑤ 各研究室における安全事項の遵守

機械工学実験では班毎に研究室に配属される。各研究室では、それぞれ独自の実験装置があり、教員・大学院生・卒業研究生が使用している。これらの装置の中には危険なものもある。したがって、各研究室における安全事項を遵守することはもちろん、機械工学実験に無関係な実験装置に手を触れてはならない。工具といえども正しい使い方をしないと危険な場合がある。

⑥ 授業時間を越える場合の処置

授業時間内に実験が終了しない場合には、事前に担当教員に連絡して、許可を得てから実験を継続すること。

⑦ 廃液、廃水、廃棄物等の処理

実験の内容によっては廃油、写真現像液、溶剤類などの廃液類を生じる。これらは有害であるからそのまま流しなどに捨ててはいけない。必ず担当教員の指示のもと、所定の収集区分に従い、性状別に廃液タンクに入れること。また、使用したビーカーや試薬瓶を洗浄する場合は二次洗浄まで行い、洗浄液を該当する廃液タンクに入れる。

⑧ 電気、ガス、水道の使用

イ. 電気機器による感電に注意し、濡れた手や導電性の靴を履いてこれら进行操作しないこと。また、電気配線を勝手に施工、変更しないこと。

ロ. ガス器具は周囲に引火しやすい物が無いことを確認し、換気に十分注意して使用すること。退出の際はガス器具の元栓だけでなく、部屋の元栓を必ず閉めること。

ハ. 水道の使用に当たっては水量に注意し、長時間使用の場合は水圧の変動にも注意すること。また、正規の排水口に排水し、排水口のつまりに注意すること。使用後は元栓を必ず閉めること。

⑨ ポンプ・エンジンなど回転機械の使用

イ. 袖や前がひらひらした服や白衣および軍手を使用しないこと。

ロ. 物体が飛んでくる可能性のある回転体の回転方向には絶対立ち入らないこと。

⑩ 後始末

スイッチ、元栓、ごみの始末、清掃、整理整頓等を済ませ、担当教員の許可を得てから退出すること。

### (3) 機械工作実習

機械工作実習は、自分の手足を動かし、実際に工作機械や工具を使って作業を行

い、主として金属加工技術を体験によって総合的に習得する科目である。授業の成果を十分に上げるためには、実習中は規律正しく真剣な気持ちでのぞみ、災害防止に最も注意しなければならない。災害防止については、施設、設備の上で万全の配慮がなされると共に、作業員自身が安全に関する心得を絶えず守ることが大切である。

#### ① 集合

早めに工作実習に適した服に着替え、所定の時刻に遅れないようにし、指導員より諸注意を受ける。また実習時間以外、みだりに工作機械、機器、工具等に触れることは、慎まなければならない。

#### ② 服装・保護具

##### イ. 服装

身軽に作業でき、腕や足が露出しない服を着用する（作業服が望ましい）。着衣のボタンは全てかけ、上着の袖は固定する。髪の毛も長すぎると機械に巻き込まれる恐れがあるので束ねた上から帽子を被るなどして保護する。白衣、フード付きの服、ネクタイ等の回転物に巻き込まれるおそれのある服装や丈の短いズボンを着用しての作業は禁止する。

##### ロ. 作業靴

床に切削油等が飛散して滑りやすくなっている場合があるので滑りにくい靴を履く（安全靴が望ましい）。つま先やかかとが出ているサンダル等は禁止する。

##### ハ. 手袋

手袋の着用は禁止する。ただし、重量物運搬時の滑り防止手袋、溶接作業時の耐熱・防炎手袋は着用すること。

##### ニ. 保護具

作業を行うときは必ず保護めがねをかける。また、それ以外でも、危険を伴う作業をする場合は必要な保護具（ヘルメット、防塵マスク等）を必ず着用する。

#### ③ 整理・整頓

災害防止の面から工場内は常に整理・整頓する。作業終了時は、使用した機械及び周囲をよく清掃し、工具類、付属機器、材料等は所定の場所へ戻す。

### 4-3-6-3 研究における安全

#### (1) 機械工学・システムデザイン学科の研究における安全管理

- a. 卒業研究、大学院博士前期課程、後期課程及び研究生の学生は各研究室で指導教員の指導のもとで研究を行う。
- b. 実験室の使用に際しては必ず教員または技術職員の許可を得て使用する。
- c. 研究室に入ると指導教員、および技術職員よりその研究室個別の装置、実験に関する安全教育が行われる。自分の使用する装置などについて特に安全面に関して十分

理解、納得して使用する。

- d. 実験は原則的に時間内（月曜日から金曜日の午前 8 時 30 分から午後 6 時まで）に行う。
- e. 実験が時間外に及ぶ場合は必ず指導教員の許可を得て届けを学科長と事務室に出す。また、必ず指導教員もしくは技術職員立会いのもとで行う。一人で実験を行うのは禁止する。
- f. 実験をする際は、身軽に作業でき、腕や足が露出しない服を着用する（作業服が望ましい）。また髪の毛も長すぎると機械に巻き込まれる恐れがあるので束ねた上から帽子を被るなどして保護する。また、感電、落下物、滑りによる転倒に対し安全を確保できる靴を使用する。つま先やかかとが出ているサンダル等は禁止する。
- g. 研究室の整理整頓を心がけることは、次に使用する者のための利便のためもあるが安全な利用のためにも必要である。使用した機器の整備、点検、器具などの整理整頓を常に心がける。実験中に人身事故があった場合には必ず所定の報告書を作成して学部長に提出する。人身に問題がない時も事故については指導教員に必ず報告し指示を仰ぐ。

## (2) 機械工学・システムデザイン学科の研究における危険

機械工学・システムデザイン学科で行われる研究において、本質的には身体に危険な実験、作業はそれほど多くないとも言える。ただし、指導教員、技術職員の指示に従わず、ルールを守らない場合にはこの限りではない。また、少しでも自分で危険と判断する場合は、たとえ指導教員の指示であってもその実験、作業は中止すべきである。最終的に危険にさらされるのは自分自身である。

機械工学は幅広い学問分野であり、いろいろな種類の危険が存在する。工作機械を使う機会が多いが、そのほかに電氣的な装置や化学薬品も使用する。以下に各種危険事項について列挙する。

### 〔機械作業、工作機械〕

機械工学・システムデザイン学科の研究においては、実験装置、試験片など「物」を製作することから研究が始まると言ってもよい。「つくる」という作業には個々の危険な要素が存在する。

- ① 物を運ぶ。
- ② 物を挟む。
- ③ 物を押さえる。
- ④ 物を切る。
- ⑤ 物を削る。
- ⑥ 物を結合する。

これらの作業は、主に工作機械類の力で行われる。事故は、人間の身体と工作機械の可動部との接触によって発生する。可動部には、直線運動部、回転運動部があり、前者では、衝突、挟圧、せん断が起こり、後者では、巻き込み、切れ、せん断が生じる、またこれらの連動と材料との接触によって生じる飛散物が身体に衝突する場合もある。②

③の作業では、可動部と固定部、または、可動部と可動部との間に身体が挟まれる事故が生じる。④⑤の作業では、回転部に巻き込まれる事故が発生する。これらの事故では、作動中の機械・可動部に誤って身体が入ってしまう場合と、静止している可動部に身体が接触しているとき、誤って第三者あるいは本人がスイッチをいれたため機械が作動を始める場合がある。

これらの事故を未然に防ぐためには、以下のようなことに注意する。

- a. 治具などを利用してできるだけ危険箇所に身体を近付けないようにする。
- b. 原動機を動かす場合には、必ず周囲にそのことを声をあげて知らせる。
- c. 起動スイッチの方向を常に確認し、点検、給油の際には、起動スイッチが入らないことを確認する。

①の運搬という作業にも大きな危険が伴う。特に、実験装置、機械類、材料など重量物を移動する場合、重量物に身体の一部あるいは全部を挟まれて大きな事故になる危険がある。

- d. 身軽に作業でき、腕や足が露出しない服を着用する（作業服が望ましい）。着衣のボタンは全てかけ、上着の袖は固定する。丈の短いズボンや回転物等に巻き込まれるおそれのある白衣、フード付きの服、ネクタイ等を着用しての作業は禁止する。
- e. 機械作業では絶対に手袋着用しない。また髪の毛も長すぎると巻き込まれる恐れがあるので束ねた上から帽子を被るなどして保護する。
- f. 床に切削油等が飛散して滑りやすくなっている場合があるので滑りにくい靴を履く（安全靴が望ましい）。つま先やかかたが出ているサンダル等は禁止する。
- g. 飛散物から眼を守るため保護めがねをかける。
- h. クレーンなどを用いて行う移動作業は、クレーン運転資格所有者に任せる。
- i. 比較的軽いものを自分たちで運ぶ場合にも必ず教員、技術職員の指導のもとで行う。特に手や足の指を挟まれないように注意する。
- j. 運搬作業では必ず安全靴を履き、滑り防止手袋を着用する。

### 【工作機械の使用について】

- a. 実習工場の機械を使用する場合は、教員の指導のもとに実習工場職員に申し出て使用方法を確認の上で作業をすること。この場合、「実習工場利用の手引き」（各研究室に配布）を前もって熟読し、それに従うこと。
- b. 研究室の工作機械については、当該研究室教員や技術職員の指示に従うこと。
- c. 各工作機械の使用上の注意は、実習工場の節にあるので熟読すること。不明な点は、学生同士で聞きあうのではなく、実習工場や研究室の技術職員に尋ねること。

### 【危険物】

- a. 薬品（危険物、毒物、劇薬など）

薬品にはそれ自体に危険性を持つもの、及び潜在的に危険性を持つものが数多くある。また、取り扱いに注意が必要な薬品は、有機溶剤、特定化学物質、毒物、劇物、危険物に区分され、それぞれの法令及び埼玉大学管理要項で保管・使用が規制されている。

薬品を使用する際はその毒性（急性及び慢性）、可燃性・爆発性等や事故が起きた場合の処置について十分理解した上で、法令及び埼玉大学管理要項に従って各研究室教員・技術職員指示のもとに使用する。

- ① 薬品の保有・使用量及び廃棄といった管理は必ず薬品管理システムを使用すること。
- ② 容器には内容物を明記し、所定の場所へ保管する。毒物・劇物は必ず施錠できる保管庫を使用する。
- ③ 使用した薬品等は流し等へ流さず、所定の収集区分に従い、性状別に廃液タンクに入れること。また、使用したビーカーや試薬瓶を洗浄する場合は二次洗浄まで行い、洗浄液を該当する廃液タンクに入れる。
- ④ 必要によりドラフトチャンバーの利用、防護マスク、ゴム手袋や保護めがねを着用する。

## b. 引火性液体

引火性液体とは、液体から蒸発した蒸気と周囲の空気が混合して、可燃性の混合気体を作り、これにマッチの火や電気火花を近付けることによって燃焼する可能性のある液体である。燃料としての灯油やガソリン、工作機械の潤滑油、洗浄などに使用する溶媒のアセトンやアルコール等がそれであり、消防法で危険物第4類と指定され、その取り扱いについて法律で規定されている。

- ① 法律で定められた限界量以上、実験室内に貯蔵することは許されない。  
それ以上貯蔵する必要がある場合は「危険物貯蔵庫（薬品庫）」に入れる。
- ② 引火性液体を使用する実験室、工場では裸火や電気機器の取り扱いに注意する。
- ③ 引火性液体を使用する室内では禁煙である。

表2-12に代表的な引火性液体のデータを記す。引火点とはその温度以下では種火を近づけても引火しない温度、燃焼限界とは、空気中にその蒸気が存在するとき、燃焼可能な濃度の範囲、発火温度とは自然に発火する温度である。引火点、発火温度が低く、燃焼範囲が広いものほど危険と言うことになる。ガソリンと灯油はいろいろな物質の混合物であるからこのデータは一つの目安である。また、これらの引火性液体の蒸気は、空気より密度が大きいので、実験室の床近くなどに滞留する可能性がある。

## c. 放射性同位元素

第3章に取り扱いが述べられている。人体への影響については十分理解し、事故が起きた場合の処置について十分学習する。

#### d. 高圧ガス

高圧ガス容器（ガスボンベ、その他の中間容器を含む）には、ガスの種類に応じて高い圧力のガスが封入されている。例えば、窒素の充填された一般的に広く使用されている高圧ガス容器を購入した際には、容積約 47 リットルの容器内に約 15 MPa；大気圧の約 150 倍の高圧で窒素が封入されている。これは、水深約 1,500 m の位置における圧力に相当する。したがって、万一、高圧ガス容器が破損するなどして、ガスが噴出した場合には大事故につながる可能性が極めて高い。高圧ガス容器本体の破損よりも、むしろ本体に接続された圧力調整器（圧力計、バルブ、継手を含む）や配管等が破損したり劣化することより、高圧ガスが噴出したり漏洩することが十分考えられる。また、ガスの種類によって圧力調整器などに不適切な材質が使われていたり、人為的な操作ミスによって、高圧ガスの漏えいを引き起こし、火災、爆発、窒息、中毒等の重大事故につながる可能性もある。さらに、可燃性ガスや毒性ガスが高圧で容器に封入されている場合には、自ずと危険性が増すことは言うまでもない。

本章では、高圧ガス容器を使用する際の一般的な注意事項を記載するので、実験などで高圧ガス容器を使用する場合には、必ず下記を熟読し、高圧ガスの危険性についてよく理解しておくこと。また、ガスの種類などによって、研究室の定める特有の注意事項もある。高圧ガス容器を用いた実験に限るものではないが、実験を開始する場合には、予め実験計画書を作成し、指導教員または安全管理監督者と実験条件・実験手順など綿密な打合せを行うこと。なお、高圧ガス容器を使用するにあたり、特に各研究室の安全管理監督者（責任者）の負うべき義務については、【安全管理監督者】として記載する。

##### 1. 使用前の注意事項；高圧ガス容器等の保管・管理など

- ① 高圧ガス容器の本体は、「水素」：赤色、「酸素」：黒色、「炭酸ガス（二酸化炭素）」：緑色、「アセチレン」：茶色、「その他のガス」：灰色に塗装されている。ただし、ガスの種類については容器本体の塗色のみによって判断せず、容器ラベル、安全データシート（SDS、Safety Data Sheet）、本学薬品管理システム「IASO」、および研究室で管理されている機器台帳等により確認する必要がある。
- ② 高圧ガス容器は、横倒しの状態で保管したり使用してはいけない。必ず、立てた状態で使用すること。転倒防止のため建物などの構造物に上下 2 箇所を鎖などで固定すること。高圧ガス容器置場には「火気厳禁」、「高圧ガス」等の警戒標や緊急連絡先を掲示し、可燃性ガスの場合には必要な消火設備を備える必要がある。
- ③ 高圧ガス容器を移動する場合には、元栓部分に保護キャップを付け、必ず高圧ガス容器

専用の手押し車を用いること。一般的な台車に横倒しの状態で運ぶようなことはしない。短い距離であっても、決して、引きずったり、ころがしたり、すべらせたりして移動してはならない。

- ④ 高圧ガス容器は直射日光の下など 40 °C以上の高温となる環境下や、人工的な低温状態（-28 °C以下）となる状況で保管してはならない。直射日光が心配される場合には、容器置場全体を遮光するとともに、通風にも気をつけるなど、高圧ガス容器本体の温度管理を徹底すること。特に、容器の底部分が雨水などに曝されたり、腐食性雰囲気となる環境で保管しないこと。
- ⑤ 容器、バルブ、圧力調整器、圧力計、継手、および配管等に変形や腐食、汚れ、傷、緩みがないか定期的に点検すること。定期点検の結果、不具合を発見した場合、およびガスの種類にもよるが、材質不適合の疑いのある金属が圧力調整器などに使用されていることを発見した場合には使用せず、直ちに指導教員または安全管理監督者に報告すること。
- ⑥ 高圧ガス容器は、「使用中」であるか、「未使用」であるか、あるいは「空」の状態であるかを表示札等を用いて明示すること。高圧ガス容器の受入、移動、返却、および空となった高圧ガス容器については、本学薬品管理システム「IASO」に登録・更新させ、「IASO」上の記録と実際の保管状態を遅滞することなく一致させること。
- ⑦ 使用するガスの空気に対する比重を予め調べておくこと。ガスが漏洩した場合、空気より比重の大きいガスは床付近に溜り、比重の小さいガスは天井付近に溜る。ガスの種類によって漏えい時に滞留しやすい場所を作業前に確認しておき、換気、および検知の方法を予め定めておくこと。
- ⑧ 一カ所の高圧ガス容器置き場に毒性ガス、可燃性ガス、支燃ガス容器などを保管する場合、これらのガスの種類に応じて分類し間隔を空けた上で保管すること。可燃性ガスを保管する場合には、周囲 2 m 以内で火気を使用してはならない。高圧ガス容器置場には作業に必要なもの以外を置かず、発火性物質、油、ウエス等の燃えやすい物を置かないこと。高圧ガス容器置き場が屋外の場合には、落ち葉などがたまることが多いので、定期的に清掃することを怠らない。
- ⑨ 「表 2-13」に一般的なガスに対するデータを示す。高圧ガスについては「第 4 章 ; 2-1(2) 高圧ガスの取り扱い」に詳しく述べられているので熟読すること。加えて、台帳管理、定期点検、本学薬品管理システム「IASO」への登録、リスクアセスメント、保護具着用、および混触禁止物質の確認についても、研究室の手順書、および安全教育に従うこと。

- ⑩ 高圧ガス容器を実験に使用する場合には、元栓、圧力調整器など操作することが多くなる。特に、高圧ガス容器を実験に用いる場合には、実験毎にこれらの機器の操作手順などを定めた「実験手順書」を作成し、指導教員または安全管理監督者の確認を受けること。また、実際に実験を行う場合には、「実験手順書」の操作項目にチェックを入れながら進めること。複数人で実験にあたる場合には、各操作ごとに互いにチェック欄を確認しながら行うこと。
- ⑪ 【安全管理監督者】高圧ガス、および高圧ガスに関わる化学物質は、使用開始前に本学薬品管理システム「IASO」へ登録するとともに、必要な「リスクアセスメント」を実施すること。「CREATE\_SIMPLE」等を用いたリスクアセスメント結果は、安全衛生ポータル（安全衛生管理アプリ）に提出し、学生が提出した結果は安全管理監督者が確認・承認すること。登録、および承認の手続が確認していない場合には、当該高圧ガスを用いた実験を開始させてはならない。
- ⑫ 【安全管理監督者】高圧ガス容器、および関連機器については、定期点検に加えて使用前点検を必ず実施し、その点検記録を研究室として一定期間保管すること。定期点検および使用前点検では、容器固定、遮光・換気、警戒標・消火設備、漏えい、圧力計・圧力調整器の作動、バルブ操作性、腐食・汚れ・付着物、配管・継手の緩み、逆止弁等の安全装置、混触禁止物質・材質適合性を確認すること。内部確認が可能な機器については、可能な場合には分解して確認すること。分解が難しい場合には、ファイバースコープ等により内部の汚れや劣化を確認し、必要に応じて清掃すること。
- ⑬ 【安全管理監督者】高圧ガスに関わる機器および実験装置（高圧ガス容器、その他の中間容器、燃焼管、安全装置、圧力調整器、圧力計、バルブ、継手、配管、ホース、真空ポンプ等）は、機器ごとに ID を付し、製造者、型式、製造番号、製造年月、導入年月、最高使用圧力、接ガス部材質、使用できるガス種、設置場所、管理責任者、使用履歴、点検・整備・交換履歴などを台帳に記録して一定期間管理すること。購入・納入時期、材質または使用履歴が不明な機器については、適合性が確認できるまで使用してはならない。
- ⑭ 【安全管理監督者】長期に渡って使用した圧力計、バルブ、配管等は、外観上使用可能に見えたとしても、性能、材質、および内部汚染や腐食などの観点から更新することが望ましい。製造者の推奨使用期間または研究室で定めた使用年限を超えた機器、および導入年月が不明な機器については、安全管理監督者が安全性を確認できない限り使用しないこと。
- ⑮ 【安全管理監督者】各研究室では、使用するガスごとに安全データシート「SDS」、製造者資料、および機器台帳に基づき、混触禁止物質、使用禁止材質、避けるべき保管条件、

必要な保護具を実験手順書、および装置周辺に明示すること。使用するガス種、混合比、圧力、機器構成または材質を変更する場合は、事前に危険性を再評価し、リスクアセスメント、および実験手順書を更新すること。

## 2. 使用時の注意事項

- ① 高圧ガス容器の使用に際しては、研究室毎に使用簿を作成し、高圧ガス容器に充填されているガス量を記録しておくこと。使用簿には使用日時、使用者、ガス種、使用量または残圧、接続先装置、異常の有無を記録し、保管すること。
- ② 圧力容器に強い衝撃を与えてはならない。特に、圧力調整器やバルブの部分は慎重に取り扱うこと。バルブは急速に開け閉めせず、ゆっくり操作すること。特に、バルブを急速に開いた場合には、気体が断熱圧縮され温度が高くなることが想定されるため、危険性が増す。
- ③ 高圧ガス容器の取り扱いに際しては、必ず、各研究室において実地講習を受けてから使用すること。高圧ガスを取り扱う者は、指導教員または安全管理監督者の行う安全教育に加え、本学で例年開催されている「高圧ガス保安講習」等を必ず受講すること。ガスの性質、機器構成、操作手順、緊急時対応、および使用してはならない材質・混触禁止物質についても十分理解した上で作業すること。前述した実験手順書を作成し、危険を伴う操作が含まれる場合には、その操作を怠った場合に生じる危険性などについても実験手順書に明記すること。また、実験手順書については、実験を行う毎に更新すること。
- ④ ガスの使用に際しては、圧力調整器を用いる。圧力調整器には1次側と2次側の圧力計が備えられている。特に1次側の圧力計には高圧ガス容器の元栓を開いた段階で高圧が作用して圧力を計測することになるので、破損する可能性も高い。圧力調整器の正面（1次側の圧力計を覗き込むような位置）に立って元栓を開けてはならない。圧力調整器を操作する場合には、危険防止のため必ず顔面を保護するシールド付きのヘルメットを着用すること（圧力計が破損して、飛散する恐れがある）。
- ⑤ 高圧ガス容器置場で容器を取り扱う場合、または高圧ガス、可燃性ガス、もしくは支燃性ガスを用いる実験・準備作業を行う場合は、保護めがね、または保護面、作業内容に応じた顔面シールド付きヘルメット、作業着、安全靴、および適切な手袋を着用すること。可燃性ガスのバルブ操作では、静電気放電防止用の手袋を用いること。肌を露出することのない作業着を着用し、ボタンを全てかけること。高圧ガス容器置き場が屋外に

あり、暑いからといって半袖・半ズボンの状態で操作する等は言語道断である。

- ⑥ バルブが硬いからといって潤滑油を使用してはならない。特に、高圧酸素の充填された圧力調整器の 1 次側のバルブに潤滑油や切削油などが付着している場合、高圧酸素によって油類が急速に燃えて圧力調整器が破裂する場合がある。酸素その他の支燃性ガスに接触する圧力調整器は必ず禁油処理したものを扱い、油脂、有機物等を付着させないよう注意することが必要である。
- ⑦ 圧力調整器を装着したときには、市販の「リークチェッカー」（ガス漏洩時には発泡することにより漏洩箇所を検知することができる）を用いて接続部のガス漏れをチェックすること。当然であるが、漏れ確認に火気を用いてはならない。高圧ガス容器の交換時、および定期点検時にガス漏れチェックを実施し、結果を記録すること。なお、圧力調整器の交換等の作業は学生のみで行わず、指導教員または安全管理監督者などの立ち会いの下で行うことが望ましい。
- ⑧ 充填口のネジは、可燃性ガスおよびヘリウムガスは「左ネジ」、不燃性ガスは「右ネジ」になっているので注意が必要である。
- ⑨ 高圧ガス容器の内圧が大気圧より少し高い状態で使用を打ち切り、指導教員または安全管理監督者に報告すること。
- ⑩ 高圧ガス容器と実験装置などを接続する配管には、ステンレスや鋼パイプを用いる。ただし、アセチレンを使用する場合、配管に「鋼パイプ」や「銅パイプ」を用いてはならない。アセチレンと鋼および銅の反応が起きて爆発に至る場合がある。他のガスを使用する場合にも、使用するガスとの適合性が確認された材質を用いること。ガスの種類と材質の適合性については、リスクアセスメントにおける「CREATE\_SIMPLE」に適切な指示が出力されるようになっている。
- ⑪ アセチレン等の反応性ガスが直接接触する部分には、安全データシート「SDS」、および製造者情報に基づき、混触禁止物質、および使用禁止材質を用いないこと。アセチレンに直接接触する部分には、銅、銅含有量 62%以上の銅合金、銀、水銀またはこれらを含む部材を使用してはならない。材質が不明な圧力計、バルブ、継手、配管、および容器は使用しないこと。
- ⑫ 可燃性ガスと酸素等の支燃性ガスを混合した予混合気体は、着火により爆発に至る危険が極めて高い。実験に予混合気体を作成することが必須となる研究を除き、原則として、燃料ガスと支燃性ガスを容器内で混合し保管してはならない。研究上やむを得ず燃焼管等の内部で一時的に混合させる場合は、混合方法、圧力、混合比、使用機器の耐圧・材質、安全装置、遠隔操作、排気方法、および緊急時対応を明記した実験計画書を作成

し、指導教員または安全管理監督者の確認を受けること。

### 3. 使用後の注意事項

- ① 実験終了時には、必ず高圧ガス容器の元栓を閉めること。ただし、必要以上に強く閉めすぎないこと。スパナを手でたたくなど、衝撃を加えるような閉め方をしてはならない。
- ② 開閉時に引っ掛かり、異音、漏えい、圧力の異常低下または異常上昇を認めた場合には、直ちに作業を中止し、指導教員または安全管理監督者に報告すること。また、その状況などについては実験手順書に記録しておくこと。



一般的な「圧力調整器」の概略；本節では、「高圧ガス容器」および「圧力調整器」の各部における名称として「元栓・1次側圧力計・2次側圧力計・圧力調整ハンドル・バルブ・配管」を用いて説明する。「1次側圧力計」は「高圧ガス容器」内の圧力を示す。「2次側圧力計」は実験装置などに供給する際の「使用圧力」を示す。「1次・2次側圧力計」共に大気圧を基準「0」とするゲージ圧力を指し示す。

### 4. 「高圧ガス容器」使用時における「圧力調整器」等の操作手順

本節では、「高圧ガス容器」使用時における一般的な「圧力調整器」の操作手順について記載する。下記を参考にし、実際に使用する「高圧圧力容器」および「圧力調整器」に対応させ、手順書を作成すること。作成にあたっては、指導教員または安全管理監督者とよく相談すること。

#### 4. 1 使用開始時の操作手順

- 作業着などを着用し、肌が露出する服装でないことを確認する。これ以降の操作を行う際には、決して一人で行わず、2名以上で従事すること。
- 万一の場合に備え、「高圧ガス容器保管庫」に掲示されている緊急連絡先を確認する。
- 顔面保護シールド付きヘルメットを着用する。頭を振ってもヘルメットが落ちないように、「あごひも」を締める。
- 可燃性ガスを扱う場合には、両手ともゴム製の「静電気防止用手袋」を着用する。
- 「高圧ガス容器」に付いている「圧力調整器」の正面を避けた位置に立つ。

**【注】**「高圧ガス容器」の「元栓」を開くと同時に、「1次側圧力計」内にあるブルドン管は「高圧ガス容器」内と同じ高圧気体で満たされる。「1次側圧力計」が壊れている、あるいは「元栓」を開くと同時に「1次側圧力計」が壊れた場合、圧力計が飛散し、正面に立っている場合には、高圧ガスが顔面に直撃し、吹き飛ばされる可能性がある。

- 「バルブ」が閉じていることを確認する。
- 「圧力調整器」に付いている「圧力調整ハンドル」を軽く回し、「空回り」する状態になっていることを確認する。

**【注】**力を加えなければ「圧力調整ハンドル」が回らない場合、「2次側圧力」が大気圧以上になっている可能性がある。この場合には、「配管」に高圧気体が流れても問題のないことを確認してからバルブを開き、気体を一度排気する。次に、「圧力調整ハンドル」を空回りする状態となるまで「反時計回り」に回す。なお、当該の「高圧ガス容器」を直前に使用した実験従事者には、「高圧ガス容器」使用後の手順について確認しておくこと。

**【注】**「配管」に気体の流れると問題のある場合には、直ちに使用を止め、指導教員または安全管理監督者に報告する。

- 「高圧ガス容器」の「元栓」をゆっくり開くと、「圧力調整器」の「1次側圧力計」の針が振れ、「高圧ガス容器」内の圧力を示す。なお、「1次側圧力計」および「2次側圧力計」は大気圧を基準「0」とする「ゲージ圧力」を指し示す。

**【注】**「元栓」を開くのに「T型ハンドル」あるいは「スパナ付きハンドル」が必要な場合もある。必ず、「高圧ガス容器」専用の工具を用いること。

**【注】**この段階で「シュー」という気体が漏れるような異音聞こえる、あるいは異

常を感じた場合には、「元栓」をゆっくり閉め、直ちに指導教員または安全管理監督者に報告する。

【備考】必要としている「2次側圧力」よりも「1次側圧力」のほうが低い場合には、「高圧ガス容器」内のガス残量が少なくなっているため、「高圧ガス容器」を新品などに交換する必要がある。

- 「圧力調整器」の「2次側圧力計」を見ながら、「圧力調整ハンドル」を時計回りにゆっくり回す。「2次側圧力計」の針が徐々に振れるのを確認し、針が必要としている「2次側圧力」になるまで「圧力調整ハンドル」を時計回りにゆっくり回す。

【注】「圧力調整ハンドル」を回しても「2次側圧力計」が振れないような場合には、「圧力調整器」が壊れている可能性がある。「元栓」をゆっくり閉め、直ちに指導教員または安全管理監督者に報告する。

- 「バルブ」を開けば、「高圧ガス容器」内の気体が「配管」を通して実験装置などに供給される。

#### 4. 2 使用終了時の操作手順

- 顔面保護シールド付きヘルメットを着用する。頭を振ってもヘルメットが落ちないように、「あごひも」を締める。
- 可燃性ガスを扱う場合には、両手ともゴム製の「静電気防止用手袋」を着用する。
- 高圧ガス容器に付いている「圧力調整器」の正面を避けた位置に立つ。
- 高圧ガス容器の「元栓」をゆっくり閉じる。
- 「元栓」を閉めるのに「T型ハンドル」あるいは「スパナ付きハンドル」を用いた場合には、「元栓」から外しておく。

【注】「元栓」を閉じても、「圧力調整器」内の圧力は高い状態になっているため、「1次・2次圧力計」の指し示す圧力の値は変化しない。これ以降の操作で、「圧力調整器」内の圧力を大気圧まで下げる。

- 「バルブ」を開き、「圧力調整器」内の気体を排気することにより、大気圧に等しい圧力となる。
- 「圧力調整ハンドル」を反時計回りに回し、ハンドルが「空回り」の状態にする。
- 「バルブ」を閉じる。

#### e. 空気圧機器

- ① 高圧の空気が小さな穴から吹き出しているところに目や手を持っていかないこと。断熱膨張のため空気が低温となり、含まれている水分が凝固し、それが目や手を傷つけることがある。
- ② ゴムホース、ナイロンチューブ等を用いるときには、止め金具を用いて、しっかり止めること。ホースやチューブが外れると、高圧空気を吹き出しながら暴れ回り、人体を傷つけ、他の機材に損傷を与える。内圧のかかかっていない時にはゴムホースなどがしっかり止まっているように見えても、内圧がかかるとホース自身が膨張して簡単に抜けてしまう。
- ③ ウレタンチューブを用いるときは、指示された温度範囲で用いること。高温で、チューブの特性が劣化し、チューブが外れる危険性がある。
- ④ 高圧空気を使用时、実験によってかなり音圧レベルの高い騒音を発生する場合がある。指示された場合および不快を感じた場合には防音用イヤーマフを装着すること。

#### f. 電気機器

皮膚が水で濡れたりして湿った状態では 100V の電圧であっても人間を死にいたらしめるのに十分な電流が流れる。従って、たとえ 100V であっても、決して手でさわることのないようにする。高電圧であればなおさらであり、底の絶縁された安全靴を履くなどして十分な注意が必要である。感電した場合の処置については、第 1 章に詳しく述べられているので熟読すること。

- ① 使用する機械装置は直前にその壁電源スイッチおよび機械装置のスイッチを入れ、使用後は直ちに切っておく。スイッチを入れるときは上流から、切るときは下流からが原則である。
- ② 停電した場合は速やかにスイッチ等を切る。
- ③ 安全装置を外さない。
- ④ 点検、修理、清掃等を行う場合は起動装置に鍵をかける、あるいは表示板を取り付ける。教職員の了解なしに作業しない。

#### g. 高圧電源

特に高圧の電源を使用する場合には下記の行為はしてはならない。

- ① 濡れた手での測定機器の操作
- ② 金属を直接手に持った高圧電源付近での作業（直接触れなくても感電の危険がある）
- ③ 高圧ケーブルの配線には特に注意し、配線の変更等は勝手にしないこと。

#### **h. 回転機器(コンプレッサ、真空ポンプ、その他)**

- ① 機械を作動させる前に、ねじ、その他の部分に緩みがないかどうか、潤滑油が供給されているかどうか、など各部の点検を行う。
- ② 機械の周囲に物を置かない。
- ③ 回転体の釣合を十分にとる。
- ④ 回転中の回転体には、手を触れたり、顔を近づけたりしない。また、回転体が破損する場合にそなえ、回転方向（遠心力方向）には立たない。
- ⑤ 手、足、顔などを切ったり、失明することを避けるために、駆動ベルトに触れない。
- ⑥ 回転中に振動、異常音、発熱、煙などが生じたら、直ちに回転を停止し、原因を調べる。
- ⑦ 原則として一人で実験を行わない。また、共同作業をする場合には、必ず合図をしてからスイッチを入れる。
- ⑧ 機械を離れるときには、必ずスイッチを切る。
- ⑨ 必ず、作業着を着用する。手袋は、巻き込まれる危険があるので使用しない。

#### **i. レーザ機器**

- ① 光源の光路と同じ高さに目をやらないこと。
- ② レーザ光は直視しないこと。また、散乱光も極力見ないようにすること（網膜上に光が集光し、視力の低下、失明の原因となる）。
- ③ 出力の大きなレーザ光を使用するときは、錯乱光を遮断する能力を持った保護眼鏡を着用すること（低出力の場合も着用を心がけること。なお、保護めがねをかけていてもレーザ光を直視すれば失明する。）。
- ④ 光学系の光路内及び光の射出方向に光を反射するような物体を置かないこと。失明ややけどの原因となる。特に、射出した光が他の実験者に当たらないよう、光の遮蔽に心がける。
- ⑤ レーザ光路周辺に不要なもの（光を反射するようなもの、燃えやすいもの）を置かない。

#### **j. 電気、ガス、水道**

- ① 通常の電気機器類、ガス、水道の使用に当たっては、常識の範囲内で危険の無いように取り扱う。
- ③ 配線、配管等は勝手に変更してはならない。

**表 2-12 引火性液体の引火点、空気中の燃焼限界、発火温度**

	引火点 (°C)	燃 焼 限 界 (vol%)		発火温度 (°C)
		下限界	上限界	
アセトン	-17.7	3.0	13.0	537
メタノール	11	7.3	36	385
エタノール	12	3.3	19	363
ベンゼン	-11	1.3	7.1	560
ガソリン	-40	1.4	7.4	257
灯油	38<	2	8	254

表 2-13 一般に使用するガスの危険性

ガス	燃焼限界(vol%)	比重 (対空気)	主な危険性
アセトン	2.5~81.0	0.906	燃焼性、窒息性
アンモニア	13~28	0.596	毒性、窒息性
アルゴン	不燃性	1.379	窒息性
ブタン	2~11.5	2.007	燃焼性
二酸化炭素	不燃性	1.530	窒息性
一酸化炭素	12.4~74.0	0.967	毒性、燃焼性
ヘリウム	不燃性	0.1381	窒息性
水素	4.0~75.0	0.00695	燃焼性、窒息性
メタン	5.3~14.0	0.554	燃焼性、窒息性
窒素	不燃性	0.968	窒息性
プロパン	2.2~9.5	1.522	燃焼性、窒息性
二酸化窒素	不燃性	1.588	毒性、腐食性
酸素	支燃性	1.105	反応性

### 4-3-7 電気電子物理工学科

#### 4-3-7-1 一般的注意

電気実験による災害は、感電、回転機への巻き込まれ、レーザーや紫外・赤外光、マイクロ波等の強力電磁波による被曝、化学薬品やガスの取り扱いミスによる曝露などがある。

商用周波数の交流に感電した場合、最も危険な心臓障害（主に心室細動）を起こすのは電流の大きさ（例えば  $0.1A \times 3$  秒以上）に依存すると言われていたが、皮膚が高抵抗のため目安として  $30V$  以下はおおむね安全、 $150V$  以上は危険、 $300V$  以上は致命的と言われている。皮膚が濡れていると抵抗が大きく低下し危険度が増す。また、感電そのものは軽症であっても、それがきっかけで高所から転落する、反動で頭部を強打するなどの二次災害が発生しやすい。

感電以外にも電気が原因の火災がよく発生している。電流が  $10A$  を越すとコードが熱くなることは知られていても、コンセントや結線部に接触不良があるととても低い電流で接触不良部が極めて高温になり、そこに塵ほこりがあると発火し火事になることは知らない人が多い。

電気のスイッチを入れることは、基本的に危険あるいは注意を要する状態へ移行することであることを再認識して欲しい。従ってスイッチを入れる前にスイッチを入れて大丈夫か十二分に確認する必要がある。回路をよく点検しないでスイッチを入れショートさせたり、過電流・過電圧で煙が出たり装置を壊したりする不注意ミスも多い。また通電中であることを忘れるのも危ない。例えば半田ごてが通電中であることを忘れると火傷や火災の原因となる。

実験に際しては、まず安全な実験スペースと2名以上の実験者が必要である。事故が起きた状況を確認すると、整理整頓されていない狭い場所で無理な方法や姿勢で実験をしていたことが多い。また、事故が起きても大事に至らないよう、助けや連絡ができるように実験は必ず2人以上でできるだけ昼間に行うことが大切である。

最近では電気関係でも化学薬品を扱うことが多くなっている。危険な薬品を浴びた場合、早急にこれを洗い流す必要がある。そのため学科棟の各階東側トイレ内にシャワーが設置されている。鎖を引っ張れば水が出て洗い流すことができる。また、薬品によっては特殊な中和剤が必要な場合もあるため、実験を開始する前に所在を確認しておくこと。使用する薬品の安全性データシート(MSDS)を事前に確認して、適切な取り扱いをすることが重要である。

事故を防止する事は当然であるが、もし事故が起こった際に何をするかも日頃心掛けておくべきことである。電気の場合には、先ず「電源を切る」が最優先である。これは必ず頭の中に入れておく。

火災の場合は煙あるいは熱検知器により緊急ベルが鳴るので、火元をすみやかに確認し、機敏に対処すること。防火扉は、学科棟西側の階段口と東側の階段口に設置されて

いる。火災時には熱あるいは煙感知により自動的に閉まる。防火扉には出口があるので、そこから避難し通過後出口を閉めること。防火扉の可動部付近に物を置かないこと。

火災で、廊下に煙が充満している場合、煙に有毒ガスが含まれているので、姿勢を低くし、口や鼻を濡れタオルで覆って逃げることも大切である。火災報知機が鳴ったらただちに火元を確認し、電源スイッチを切り、実験を中止して避難すること。普段から出入口付近には物を置かないこと。消火器がどこに設置してあるかも日常確認しておくこと。

また、心室細動を正常に戻す自動体外式除細動器（AED）は保健センター、守衛所、情報工学科・理工学研究科棟玄関前などに設置してある。

#### 4-3-7-2 感 電

感電とは、電撃ともいわれ人体の一部を通して電流が流れることで、電気の通っている電線などに不注意に直接接触して受けることが多い。また電気の通路でないはずの金属部に漏電している場合、知らずにこれに触れて感電することもある。

##### (1) 感電時の応急措置と注意

###### a 感電者の離脱と電源遮断時の注意

自力離脱不能の感電者を充電部から離脱させる必要がある。しかし、早く助けようとして不用意に感電者に直接接触すると、救助者自身も連鎖感電する危険性がある。救助者は絶縁手袋、絶縁靴を着用するか、乾いた竹や木、布片類のような電気の伝わりにくいものを用い、決して素手で救助を行ってはならない。感電者に触れる前に先ず電源を遮断し、充電部の接地をする必要がある。しかし、この場合にも、電流が大きかったり、インダクタンスが大きい回路などでは、手もとのスイッチを切るとき、スイッチの電極間にアーク放電を生じ、電流を遮断することが困難になったり火傷などの二次災害をこうむることもある。従って電源の遮断を安全確実に行うには、そのための機能を備えた遮断器をあらかじめ、実験回路に設置して、これを作動させなければならない。

感電者の離脱や電流遮断および接地という処置を短時間に安全適切に行うには、非常時の際を考慮した実験設備、器具等の配置、配線を合理的に行い、動作訓練や心掛の徹底が大切である。

###### b 感電者に対する応急措置

- ① 大声で事故を回りの人に知らせ、応援を呼ぶ。
- ② 電源を直ちに遮断し、充電部を接地する。
- ③ 感電者を充電部から離脱させ、処置のしやすいように平らな床に横にする。
- ④ 感電者の様子を観察し、救急車の連絡をする。
- ⑤ 肩をたたきながら声をかけて、反応を確認する。反応が無ければ、気道を確保せ

ずに呼吸を確認する。普段通りの呼吸がなければ心臓マッサージ（胸骨圧迫を 30 回程度）を行い、人口呼吸を 2 回行う。人工呼吸を行う場合は専用のマウスピースを使用した方がよい。口対口の人工呼吸がためられる場合、一方向弁付人工呼吸用具がない場合、血液や嘔吐物などにより感染危険がある場合、人工呼吸を行わず、胸骨圧迫を続ける。除細動するために AED が必要となる場合もある。特に事故後、1～2 分の間に処置を開始することが蘇生の確率を高くする。

万一感電事故が生じたときは、まず上記の方法で感電者を充電部から離脱させ、電源部を遮断し、接地する（あるいは、電源の遮断、接地をした上で離脱させる）。感電者が失神状態に陥った場合には、呼吸状態（停止あるいは、呼吸困難）と脈拍状態（有無あるいは、不整の様子）を確認のうえ、直ちに救急医の手配を行うとともに、人工呼吸と心臓マッサージ等の救護措置を講ずること。人工呼吸と心臓マッサージの両方を行うには、二人必要であるが、その救護の効果は大きい。

※ [3-2-2 心肺蘇生法 人工呼吸と心臓マッサージ 参照]

## (2) 感電事故の原因と防止対策

### a 配線の不備不良

#### ① 危険性

電線および保護カバー（電線管等）の損傷、脱落、腐食、スイッチやプラグのネジの緩み、締め付け不良の端子は感電事故に結びつく。

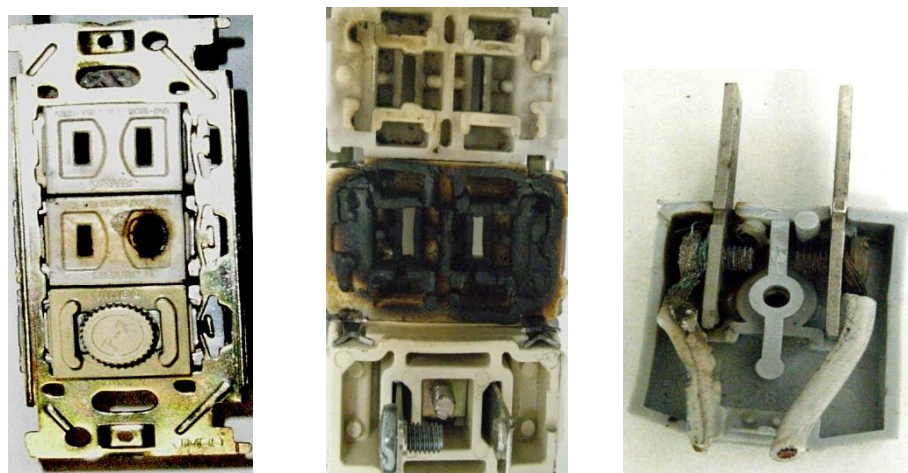
#### ② 危険防止の安全基準

電線は定格容量内で使用する。配線コードを損傷する恐れのある箇所は例えば次のような所である。火気・高熱物のそば、重量物の下敷、回転部分等機器の稼働部に接する所、ドア・分電盤扉等電線がはさまれる所。接続部の緩み、腐食等で接続不良の恐れがないかの点検を行う。

図 2-1 は、電源プラグの接触不良により接続していた壁コンセントの器具が過熱し、炭化した例である。幸い、火災には至らなかった。この場合は、ねじの緩みはなかったが、(C) の写真で確認できるように電線の表面が経年変化でさび、結果として接続不良となり加熱したものと考えられる。

#### ③ 事故時の処理

感電一般の項に同じ。



(A)コンセント表 (B)コンセント裏 (C)電線が腐食したプラグ

図 2-1 古い電源プラグ(c)の接続不良により壁コンセントが過熱, 炭化した例

#### b 絶縁不良

##### ① 危険性

絶縁不良部に直接人体や持ち物が触れれば直ちに感電する。直接触れなくても、漏電の原因となり、感電や電気火災等重大な事故の発生につながる。

##### ② 危険防止の安全基準

絶縁抵抗の低下は、絶縁材料の経年劣化、吸湿、絶縁体表面の汚損や濡れ等によって生ずる。特に吸湿、表面汚損や濡れの進行は、実験室の環境条件と密接な関係がある。屋外とか気温の急変や粉塵の激しい場所では、常時点検をして、乾燥清浄状態を維持するよう手入れを怠ってはならない。又、定期的な絶縁抵抗試験を行うこと。

##### ③ 事故時の処理

感電、火災一般の項に同じ。

#### c 接地の不備

##### ① 危険性

接地が不十分であると、思わぬ所に予想外の高電圧が現れ、機器の絶縁破壊を招くばかりか、感電や漏電の原因にもなる。

##### ② 危険防止の安全基準

多くの機器や設備には「接地端子」が設けられているが、これを確実に接地することが肝要である。接地端子やその配線は目立たない所にあることが多いが、毎日実験を開始する前に点検する配慮が必要である。

##### ③ 事故時の処理

感電一般の項に同じ。

#### d 漏電

##### ① 危険性

漏電とは本来流れてはならない部分に電流が流れる現象を言う。漏電には容量性漏電と抵抗性漏電とがある。

容量性漏電とは交流電圧の加わった部分とケースや接地線との間の浮遊静電容量を通して電流が流れる現象であり、本質的に完全な防止は不可能である。

抵抗性漏電は、絶縁性能の低下や設置不備あるいは回路の混触などが原因で発生する。

接地が施されていないか、たとえ接地されていても不十分（接地抵抗が高い）であれば、足元が接地状態にある人間が手などで漏電部分に触れると抵抗の低い人体を通して漏電電流が流れる。その電流値によっては重大な感電事故となる。

##### ② 危険防止の安全基準

絶縁物の手入れ・更新、設置や回路の整備等を入念に行えばかなりの程度防止できる。漏電が生じてても接地が充分だと、漏電電流は接地線を通して大地へ流れる。電蝕や電磁誘導等の障害を引き起こすが、これが直ちに感電につながることは少ない。

また人間が絶縁性の台や履物によって大地から絶縁された状態であれば、感電は免れる。絶縁台や絶縁靴は感電防止に有効である。

##### ③ 事故時の処置

感電一般の項に同じ。

#### e 設備、器具の誤用と定格不足

##### ① 危険性

設備・器具の誤用は重大な事故の原因となることがある。例えば、容量以上の電流が流れた場合、その箇所は異常発熱し、時には絶縁状態が破壊され感電に至る場合もある。又、抵抗をはじめとする各素子は電流・電力容量、耐電圧等の定格があるが、これらを超えた使用は回路の損傷や絶縁破壊の直接原因となり、感電の事故につながるばかりでなく漏電電気火災も引き起こすことがある。

##### ② 危険防止の安全基準

実験器具、素子等は定格を必ず守る。経年劣化により定格を守っていても危険が伴う場合もあるので、日頃から手入れ、更新、回路の整備を怠らないことが肝要である。又、電源線の不必要なタコ足配線は避けるべきである。

##### ③ 事故時の処置

感電一般の項に同じ。

#### f コンデンサーの取扱い注意

コンデンサーは、高電圧あるいは大電流の装置にはつきものであり、電源を切って

も電荷が蓄積されているため、一種の電源と考えることができる。そのため、感電防止の面から特に注意を向ける必要がある。

高電圧機器のコンデンサー部分を直接取り扱う場合、電源を OFF とした後は、コンデンサーの端子は必ず接地又は短絡して、電荷を放電しなければならない。この時注意しなければならないことは接地又は短絡の方法である。抵抗値の低い金属線でこれを行うと、コンデンサーは内部抵抗が低いため大電流が流れ、かえって危険であり、場合によってはコンデンサーが爆発することすら起こり得る。これは、大電流が流れるため、コンデンサー内部のリード線或いは極板とリード線との接続部の温度が上昇し、誘電体の気化、極板やリード線の熔融、蒸発が起こるためである。従って、コンデンサーの端子を接地又は短絡するときは、十分な隔離距離のとれる接地棒を用意し電流制限用の抵抗を用いて行わなければならない。接地棒の例を図 2-2 に示す。電流制限用の抵抗は、コンデンサーの充電電圧、容量によるので、耐電圧、電力容量の二点に注意して選択する。

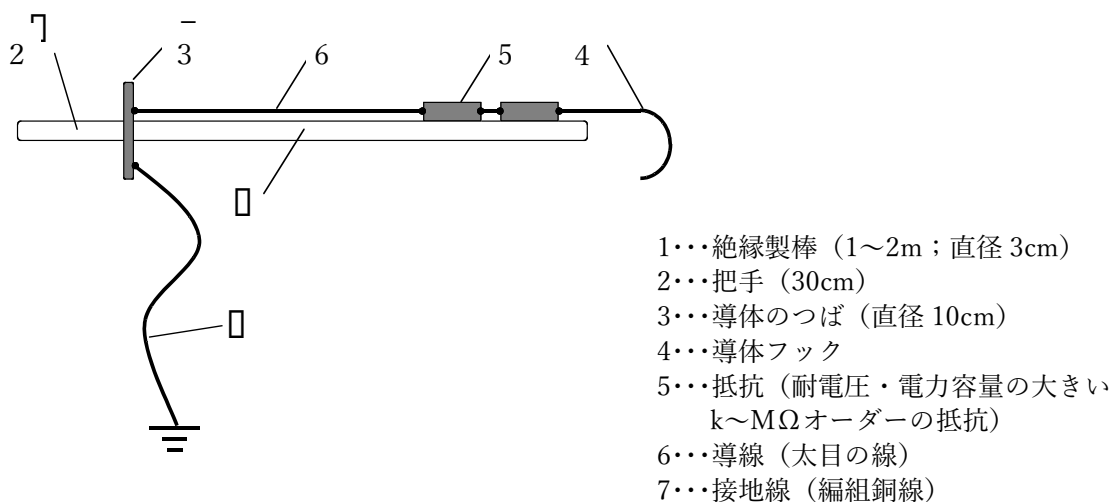


図 2-2 接地棒

コンデンサーは、いったん放電しても誘電余効（端子間を開放のままにしておくと、内部の誘電体から吸収電荷が現れること）により高電圧に復帰するので、高電圧コンデンサーは実験中止中でも端子間は短絡、接地しておかなければならない。

コンデンサーの使用上の注意としては、耐電圧以上の電圧を絶対に印加しないこと、また、レーザーの光ポンピングのような大容量コンデンサーの放電を利用する実験では、充放電用として用いたコンデンサーを用いることがあげられる。

電位差がある二つの電極間にはコンデンサーが形成されるので、思わぬ所にコンデンサーができ電荷が蓄積されることがある。例えば、同軸ケーブルの中心導体と外導体の間は非常に良好なコンデンサーとなる。このように、思わぬ所に電荷が残存して高電圧が維持されるので、機器の配置、構造にもよく気を配ることが大切である。

## g 高電圧

高電圧に対する感電事故を防止する要点は、充電露出部分との離隔距離を十分に保つこと、機器の絶縁、接地を確実にすること及び実験中の転倒等の不測の事態のときに誤って充電部分に触れないようにすることである。高電圧の実験を行う場合の具体的な注意事項は別項で触れるので（4-3-7-5(4) 高電圧、大電流 参照）、ここでは一般的な注意事項について述べる。

高電圧に対しては、人体皮膚の電気抵抗は殆ど問題にならず、人体は導電体とも考えられる。従って、充電露出部分にある程度以上接近した場合、接触しなくても人体（接地電位にある）と高電圧の充電露出部との間で放電が起き、直接電撃や火傷を受けることがある。そのため、充電露出部と人体との間には十分な離隔距離をとる必要がある。この安全のための離隔距離は、高電界による回路周辺の放電の発生、静電及び電磁誘導の影響を考慮して次の式が提案されている。この式は、送電線の活線作業時の離隔距離算定のために用いられている。

$$D=90 + 1.25F \quad \cdots \cdots (3-1)$$

ここで D：最小離隔距離（cm）、F：フラッシュオーバー距離（cm）（表 2-14）、1.25：安全率（電圧波形、電極形状、気象条件等を考慮したもの）、90：安全マージン（作業者が一時的にフラッシュオーバー距離に入り、同時にサージ電圧が発生した場合にも安全を考えたもの）である。なお、表 2-14 において BIL（基準絶縁レベル：Basic Insulation Level）とは、電路の電圧に応じた絶縁設計の基準を示すものである。この他に、作業の動作範囲、工具の大きさ、転倒時等を考慮して離隔距離を決定する。

高電圧機器を使用するときに、接地を確実にすることは総ての作業に優先する最重要事項である。高電圧機器には必ず接地端子が設けられているので、ここと電源側の信頼の置ける接地端子との間を抵抗の低い太めの鋼線で確実に接続する。

高電圧の実験、作業は一人で行うことは絶対に避け、必ず複数で実験チームを編成し、そのうちの一人が安全確認の要員となり、実験、作業を進行させる。

実験者或いは作業員以外の者が不意に立ち入ることのないよう、高電圧機器の周囲には柵を設置し、図 2-3 のような安全標識により高電圧の作業領域であることを明示すること、又、充電部は碍子等の絶縁架台にしっかり固定し、実験、作業中に容易に触れないような配置にすることも必要な配慮である。

	地 白 標識 黄赤 ふち 黒 文字 黒	高電圧 特高圧 電圧 kV cm 地上 cm 火気厳禁	300×225	仮設備などで危険が予想されるもの、および場所について、その危険を明示するため。	露出充電部が低いため、防護施設等は一応完備し、正常な状態では容易に接近、接触のおそれはないが、作業行動の不適切などにより危険のおそれがある箇所。
	地 白 標識 黄赤 ふち 黒 文字 黒 危険 } 赤 きけん }		360×300  600×450	公衆が構内に無断で立ち入り危険にさらされることを防止するため。	発電所周柵（外側に向けて）高電圧実験室入口等に取り付ける。

図 2-3 安全標識

表 2-14 フラッシュオーバー距離

公称 電圧 (kV)	BIL (kV)	フラッシュオーバー距離 (mm)		
		BIL の 1.2 倍に相当するもの	AC 線間電圧の 2 倍に相当するもの	対地電圧の 4 倍の開閉サージに相当するもの
3	45	44	10	14
6	60	64	22	26
10	90	113	32	38
20	150	234	90	110
30	200	340	130	150
60	350	656	350	380
140	750	1,500	840	970

## h 静電気

### ① 危険性

絶縁導体や、絶縁物表面に摩擦などで、静電気が溜ると、容易に高電位となる。これに人体が接近すると火花放電を生じて電撃を受ける。又乾燥した室内で大地から絶縁された人間が運動すれば人体に静電気が帯電し、接地金属に触れると同様の電撃を受ける。人体電位が 1.5kV 以上になると、かなり激しいショックを感じる。通常の動きによる静電気の電撃で感電死した例はないが、そのショックで転倒したり、持ち物を落としたりすることによる二次災害を誘発することがある。なお、静電気の電撃は、半導体デバイスやコンピュータなどの弱電系のデバイスや機器に損傷を与える可能性が高く、それらにより、高電圧・大電流系の制御を行っている場合、異常電流・異常電圧の状態が生じることも考えられ、それらによる感電にも十分な注意を必要とする。

### ② 防ぐための安全基準

このショックを緩和するには、鍵など人体と一緒に帯電した金属片を手に持ち、これで接地金属に触れて放電させ、直接指先の火花放電を受けないようにすればよい。

### ③ 事故時の処理

感電一般の項に同じ。

## i バッテリー取扱いの注意

### ① 一次電池（単1～単5のマンガン、アルカリ乾電池）

- イ. 短絡しないこと。
- ロ. 分解しないこと（電解液が眼に入る危険性がある）。
- ハ. 火の中に入れたり、加熱しないこと（破裂の危険がある）。
- ニ. 直接ハンダ付けをしないこと（温度上昇により電池内部が変形し、短格、劣化から破裂の危険もある）。
- ホ. 充電してはならない（破裂の危険がある）。
- ヘ. 消耗した電池は長く保管しないで、決められた方法で廃棄する（漏液、破裂の危険）。

### ② ボタン型電池（水銀電池、リチウム電池等）

- イ. ボタン電池は通常の乾電池と電極が逆になっている。つまり外側缶が正極、トップのキャップが負極になっている。
- ロ. 完全密閉形なので火に投げ込むと破裂の危険がある。
- ハ. 短絡しないこと（金属ピンセットで電池の上下をはさんだりしない）。
- ニ. 分解しないこと。
- ホ. 充電してはならない。
- ヘ. 電池の電圧測定には、入力抵抗の大きい（1kΩ以上）測定器を用いる。可能な

らデジタルボルトメータを使用する。

ト．消耗した電池の廃棄は決められた方法で処理する。

③ 二次電池（鉛蓄電池、アルカリ蓄電池等）

イ．充 電 ：適切な充電を行う。通常 10～20 時間率で行う。

ロ．充電時期と充電量：電解液比重が 20 °C で 1.10 以下になったとき、過充電量が 40% を超えてはならない。（通常 10% 増）

ハ．補 液 ：精製水を補充することによって液切れさせない。むやみに希硫酸液を補給しない（充電後で比重が 1.30 以下）。

ニ．温 度 ：45 °C を超えてはならない（腐食劣化）。又電解液を凍結させてはならない（凍結点は充電時－65 °C、放電時－8 °C である）。

④ 二次電池（リチウムイオン電池）

イ．充電は指定された充電器を使用すること（発熱、破裂、発火する危険がある）。

ロ．高温下で充電・使用しないこと（電池の内圧が上昇し、電解液が漏出する危険がある）。

ハ．分解しないこと（電池内には保護回路や充放電制御回路が組み込まれており、これらを破損する恐れがある）。

ニ．直接ハンダ付けしないこと（電池内部がショート・発熱し、電解液の漏出、破裂、発火の危険がある）。

ホ．強い衝撃や圧力を加えないこと（発熱、電解液の漏出、破裂、発火の危険がある）。ヘ．使用済みの電池の廃棄は決められた方法で処理する。

### 4-3-7-3 電気火災

#### (1) 電気火災の特殊性

電気火災の主要原因は、電気機器や配線の過熱、漏電による過熱であるが、その他にも電気接点の開閉や静電気による火花が、可燃性の気体や物質に引火して火災や爆発の原因となることもある。このような通電中の機器もしくはその近くで火災が起きた場合の消火には、注意が必要である。注水による消火作業への感電、機器の絶縁劣化あるいは低下によるフラッシュオーバーのおそれがあるためである。従って、充電部がある場合に消火作業をするときは、消火方法による電撃危険性について知っておく必要がある。

#### (2) 消 火

##### a 消火剤による場合

小規模な電気火災には、電気火災用と明記された消火器を使用することが望ましい。これらの消火器は、四塩化炭素、炭酸ガス、粉末などの非導電性の消火剤を放出する。これに対して、酸アルカリ、泡、塩化カルシウム等の導電性の消火剤を放

出する消火器は、電撃危険性の点で電気火災には不適當である。表 2-15 は、交流 550V の通電部分を各種の消火剤で消火するときに必要な離隔距離についての実験の一例である。このなかで、泡及び塩化カルシウムでは、かなりのアーク発生が見られたそうである。

#### b 注水消火時の電撃危険性

火災の規模が拡大したり、周囲に適當な消火器がない場合、ホースからの注水により消火作業を行う。この場合、充電部分とホースとの間が注水により接続されるため、充電部からの電流が作業者に流れ電撃を与えることになる。従って、注水時の安全離隔距離を知っておかなければならない。

実際の火災発生時の条件は千差万別であるが、充電部分の電圧、注水ノズルの直径、注水到達距離、水の導電率がわかれば、注水を通して流れる電流を計算できる。表 2-16 はこのようにして求めた理論値に実験的裏付けをして得られた危険距離である。

水がノズルから放出される時点では、水流は連続と考えられるため、至近距離で充電部に注水すると危険であるが（これは、充電部と人体との間のフラッシュオーバーの点からも危険である（4-4-7-2 (2) g 高電圧 参照）、十分離れると水流も霧状となり抵抗率が上昇して危険度が低下する。この点で噴霧ノズルを用いた注水による消火は、高電圧の場合に適している。このような噴霧ノズルの場合の安全接近限界が表 2-17 に示されている。この場合は、一般の活線部への接近限界も考慮している。



### (3) 予 防

電気火災の予防は、その主要原因、即ち電気機器や配線の加熱、漏電をなくすことに尽きる。そのためには、前者については、無理な負荷をかけない、電流・電力容量の増強、冷却効果の改善、過電流継電器（ブレーカ）の設置等が考えられる。後者については、定期的な絶縁抵抗の点検、絶縁物表面の乾燥及び清浄状態の維持、漏電遮断器の設置等がある。又、接地を確実にとり、漏洩電流が有機物や木材のような可

燃物を流れないようにする。火花を発生する機器の近くには、引火性気体が滞留しないようにしたり、可燃性物質を置いたりしないような配慮も必要である。

表 2-15 各種消火剤に対する離隔距離

消火剤の種類	電流を通じうる最大距離
塩化カルシウム	1.83m
酸アルカリ泡	1.37m
四塩化炭素	12.7cm
炭酸ガス	全ての距離で不導体
粉末	〃

表 2-17 噴霧ノズルの場合の安全接近限界

対地電圧 (V)	線間電圧 (V)	最低安全距離 (m)
2,400	4,160	1.22
4,800	8,320	1.22
7,200	12,500	1.22
8,000	13,800	1.22
14,400	24,900	1.22
16,000	27,600	1.22
25,000	44,000	1.83
66,500	115,000	2.44
130,000	230,000	4.27

表 2-16 注水時の危険距離(筒先圧力 60 lb/in<sup>2</sup>以下 単位:m)

電 圧 (V)	直流	直流	交流	交流	交流	交流	交流
	600V	1,500V	3,300V	11,000V	33,000V	66,000V	100,000V
口径(in)							
5/8	6	6	6	8	8	10	12
6/8	6	6	6	8	10	—	—
7/8	10	10	10	12	—	—	—
1	10	10	10	12	—	—	—

#### 4-3-7-4 学生実験における安全

専門教育途上の全学生が事故を起こさずに実験が完遂できるように学生実験はプログラムされているが、不慮の事故は全くないとは言いきれない。安全の確保が最重要前提であるので、緊張感を持って、十分な注意を払い、学生実験に当たっていただきたい。実験の内容は学科の教育研究分野を反映して広範囲に渡っており、予想される災害・事故の種類やそれらに対する安全の基準も範囲が広い。従って、ここで一括して各学生実験室固有の安全のための具体的な注意事項を列挙しても、必ずしも効果的ではなからう。ここでは、何れの学生実験室においても注意を払うべき点について総括する。

(1) 実験テーマが与えられると、好奇心も手伝って、速く結果を得たいと焦ったりす

るかもしれないが、深い考えもなくスイッチを入れることは大変危険である。実験テーマによっては、感電や回転機へ巻き込まれる事態も生じかねない。緊張感を持って、細心の注意を払うことを常に心がけるべきである。同時に、原理や手順は予め十分に把握しておく必要がある。

- (2) 実験台において器具間の配線はなるべく短くし、不要なものは実験台に置かない。
- (3) 測定器など各実験器具には定格電流があり、一箇所のコンセントからいわゆるタコ足配線を行うと加熱、火災の危険が生じることがある。電源の配線には電流の容量を十分に考慮する必要がある。
- (4) 各器具のヒューズは器具に適合したものを使用し、決して間に合わせに定格より大きいものや針金、導線などを代用してはならない。
- (5) 配線が終わっても電源スイッチを入れず、必ず指導教員の点検を受けること。
- (6) 抵抗器の使用に当たっては、電流量（許容電流）にも注意を払い選定しなければならない。
- (7) 回転機を使用する実験では、服装に充分留意し、巻き込まれる危険性のあるもの（例えば白衣やマフラー類、ネクタイ、袖のひらひらした衣服、手袋その他）は着用せず、ロッカーなどに置いておくこと。また、長い髪も同様の危険があるので、実験中はまとめておくなどの配慮が必要である。
- (8) 高電圧・大電流を伴う実験では、アースの位置をはじめとし、各実験装置の危険な部分を認識し、感電に充分注意する。
- (9) マイクロ波やレーザーなどを目や皮膚に浴びると障害を起こす場合があるので、人体に直接当たることのないよう、遮断には充分注意する。
- (10) 異常な臭気や音響を感じたときは、直ちに換気扇を除く全ての器具のスイッチを切り、速やかに指導教員に連絡すること。
- (11) 薬品の取り扱いに注意すること。高温超伝導体の作製に用いられる原料粉には重金属（Ba）が含まれているので、混合中に吸い込まないようにすること。
- (12) 液体窒素は非常に低温（ $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）であり、皮膚に付くと火傷をするので取り扱いには注意すること。気化した窒素ガスが濃厚になると酸欠のおそれがあるため、換気を良くすること。
- (13) 電気炉使用时には火傷をしないように注意すること。他の電気機器と同様に電流量を考慮し、感電しないように注意すること。
- (14) 放射線を使用する機器を取り扱う際は、被曝しないよう万全の注意を払うこと。X線回析の測定では、測定前にX線シールド用の扉の閉め忘れに注意すること。

#### 4-3-7-5 研究実験における安全

##### (1) 回転機

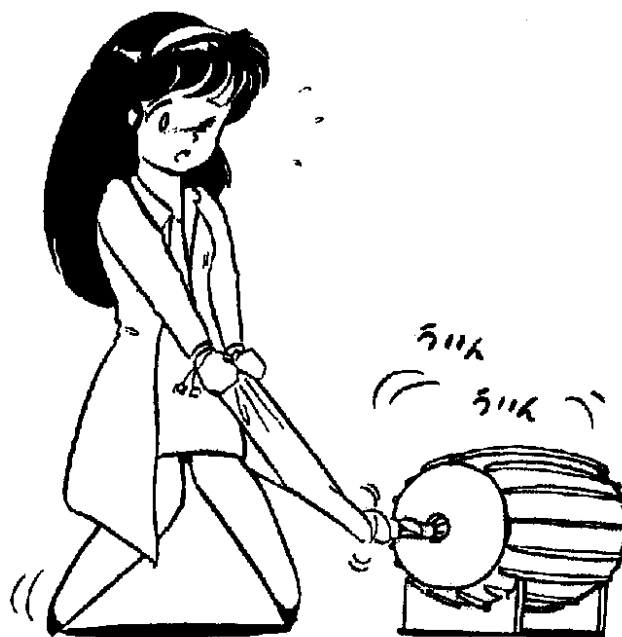
###### a. 危険性

発電機や電動機など大きな機械エネルギーを持った回転機を操作する場合には、衣服が回転部に巻き込まれ大怪我をする危険性があるので、特に注意を要する。

## b. 危険防止の安全基準

### ① カバーによる危険防止

回転軸、歯車、ベルト等には、巻き込まれによる危険防止措置として全面あるいは両面カバーを設けること。また、ベルト切断による危険が予想される所には、囲いを設けること。



### ② 運転開始の合図

運転を開始する場合は定められたルールに従って合図をすること。共同実験では、各メンバー間で声を出して合図をし合い、必ず全員の確認をとったうえで行うこと。

### ③ 衣服等に関する注意

裾の長い作業着や手袋、ネクタイ等は着用しない。安全帽、安全靴の使用を命ぜられたときは使用すること。

### ④ 掃除等の場合の運転停止

機械の掃除、給油、検査、または修理を行う場合は運転を停止すること。

### ⑤ 整理整頓

器具や周辺の物体が巻き込まれても実験者の怪我を招く。機器、計測器や電線の配置及び筆記用具など持ち物の整頓にも配慮が必要である。

### ⑥ 標識の表示

次の標識を必要により表示すること。手袋使用禁止、立入り禁止、安全帽着用、

安全靴着用、保護眼鏡の着用、その他別に定めるもの。

- ⑦ 研究実験（作業の場合も同様）では、必ず指導教員のもとで行い、勝手に行わない。また、危険を伴う研究実験では、安全確認のための実習を行う。

c. 事故時の処理

先ず被災者を素早く救出して安全な場所に寝かせる。出血、裂傷、打撲傷あるいは骨折がないかどうか確かめる。出血があれば止血を、骨折があれば副子をあてる。すぐに救急車や医師の手当を受けられることを話し、被災者の気持ちを和らげるようにする。

## (2) 溶接、ハンダ付け

a. 危険性

溶接、ハンダ付けを行う場合には、光線による眼の障害、火傷、火災等の危険性がある。

b. 危険防止の安全基準

① 保護眼鏡の着用

光線の種類に応じた有効な保護眼鏡を着用する。ただし、眼に障害を及ぼさないための措置が講じられている場合はこの限りではない。

② 衣服等に関する注意

出来るだけ皮膚の露出が少ない衣服を着用するとともに、燃えにくい素材を用いた衣服にする。特に、熔融して玉状になる化学繊維の衣服は好ましくない。

③ ハンダゴテ

ハンダゴテは必ずこて台を使用し、通電のまま席を離れてはならない。作業終了後は、コンセントからプラグを抜いて冷却してから片付けること。

c. 事故時の処理

火傷を負った部分を出来るだけ早く、水道水、冷水、氷水で冷やす。冷却は早く始めるほど効果が大きく、最低 30 分、出来れば 2~3 時間傷みを感じなくなるまで冷やし続ける。

## (3) ロボット

a. 危険性

ロボットを用いた実験を行っている研究室では、制御ソフトウェアなどの開発中にロボットが思いがけない動作をする可能性がある。パワーが大きいロボットの場合、誤動作時に作業者を負傷させる危険性がある。

b. 危険防止の安全基準

① 教示、制御ソフト開発等の作業

教示、制御ソフト開発等の作業時には危険防止のため次のことに注意すること。

ア 運転を開始する場合は定められたルールに従って合図をすること。共同実験で

は、各メンバー間で声を出して合図をし合い、必ず全員の確認をとったうえで行うこと。

イ 異常時には直ちにロボットの運転を停止させるための非常停止ボタンを設けておくこと。

## ② 運転中の危険防止

ア 運転中であることを表示板又はランプ点灯等で明示すること。

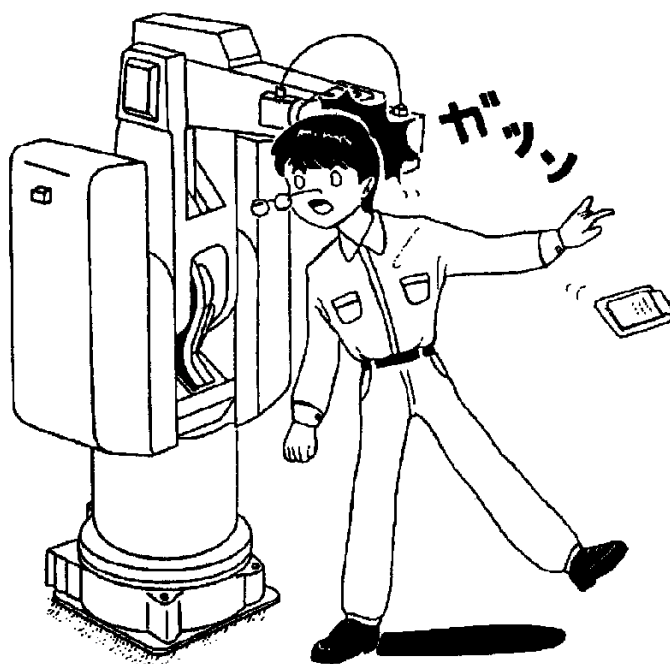
イ 運転時、不用意にロボットの稼動範囲内に立ち入らないように、柵または囲いなどを設けること。

## ③ 検査等の作業

ロボットの掃除、検査、又は修理を行う場合は運転を停止するだけでなく、コントローラを含めた全ての電源を切ること。

### c. 事故時の処理（第3章3-2 救急処置参照）

先ず被災者を素早く救出して安全な場所に寝かせる。出血、裂傷、打撲傷、骨折がないかどうか確かめる。出血があれば止血を、骨折があれば副子をあてる。すぐに救急車や医者の手当を受けられることを話し、被災者の気持ちを和らげるようにする。



## (4) 高電圧、大電流

### a. 危険性

高電圧・大電流実験の危険性は、言うまでもなく感電である。高電圧自体は、基本に忠実な機器の設計をし、適切な取り扱いをすれば決して危険なものではない。しかし、一旦取り扱いを誤ると致命的な危害をこうむるので、慎重かつ注意深い実験態度

が要求される。

感電の可能性が高いのは、充電露出部に誤って触れること及び放電していないコンデンサーに触れることであろう。高電圧の場合、充電露出部に直接触れずとも、ある距離以上近付くと、人体は導電性であるため、充電露出部と人体の間にフラッシュオーバが生じ、直接電撃や火傷を受ける危険がある。又、放電していないコンデンサーは、電源を切っても電荷が残っているため内部抵抗の低い電源と同じで、非常に危険である。しかも、電位差のある二つの電極間には必ずコンデンサーが形成されるので、思わぬ所にコンデンサーができ、電荷が蓄積されていることがある。例えば、同軸ケーブルの中心導体と外導体の間は非常に良好なコンデンサーであり、要注意である。

最近では、感度を上げるために、高電圧を利用する計測器、素子が増えてきている。例えば、光電子増倍管、チャンネルプレート等がその代表的なものであろう。これらに使用される高電圧は数千ボルトであり、電流容量が小さいとはいえ、場合によっては大きな被害を及ぼすので、その取り扱いには注意を払うべきである。

#### b. 危険防止の安全基準

以上のように、高電圧にはその特有の危険性があるが、逆に、それらの点に十分な注意を払って実験を行えば、決して危険なものではない。そこで、以下に基本的な操作及び注意点について述べる。

#### 基本事項

- ① 高電圧実験は必ず複数人で行う。安全確認と万一の場合の応急処置のためである。
- ② 実験計画から実行に至るまで、各段階で必ず教員、指導者から指示、確認、許可を受ける。
- ③ 実験内容、設備、日程等を研究室の者に予め周知させる。
- ④ 高電圧の実験は、同一の試験を何度も繰り返すことが多いため、実験に馴れるに従い、油断が生じやすい。感電事故が生じたら取り返しがつかない。どんな場合にも注意を怠ってはならない。

#### 基本操作

- ① 実験用制御盤のスイッチ類には、指示があるまで絶対に触れてはならない。
- ② 実験に先立ち、装置及び配線をよく点検する。特に、接地、高電圧充電部の離隔距離等、安全性をよく確認する。離隔距離の具体的な数値の算定は式 3-1 により行えるのでそれを参照のこと。
- ③ 実験装置の配線、接続は、実験中にゆるんだり、運動ではずれのおそれのないよう確実を期す。
- ④ 実験中、警報灯が明滅しているとき、警報器が鳴っているときは、絶対に機器室に立ち入らない。
- ⑤ 実験中は、各種動作、電圧印加の確認のため必ず喚呼する。

- ⑥ 実験を一時中断するときは、原因と中断時間のいかんにかかわらず、電源を切り、高電圧側を必ず接地する。特に、コンデンサーは接地したままとしておくことが重要である。
- ⑦ 高電圧側を接地するときには、必ず電源を遮断し、図 2-2 に示すような接地棒を用いて行う。これは、安全な離隔距離を確保するためと、接地時に流れる電流を制限するためである。特に、コンデンサーを接地する場合、抵抗の低い金属線により行くと、大電流が流れ非常に危険であり、時にはコンデンサーが爆発することすらある。また、コンデンサーには誘電余効があるので、使用時以外は常に短絡、接地しておかなければならない。

## (5) マイクロ波

### a. 危険性

至近距離にて強いマイクロ波を浴びると目や皮膚に障害を招くことがあり、ひどい場合には、失明や火傷にいたる。

### b. 危険防止の安全基準

十分な遮へいを施して実験を行うと共に、至近距離にてマイクロ波放射源（アンテナ等）を放射正面方向から直視しない。興味本位で放射源を覗き込まない。

### c. 事故時の処置

直ちに電源を切り、担当者に連絡し、適切な指示を受ける。

## (6) 光線、紫外線、レーザー

光放射の区分には様々な定義があるが、ここでは可視光：380～830 nm、紫外放射：1～380 nm、赤外放射：830 nm～1 mm の波長域に分け、各波長域での安全基準と、光放射としては放射エネルギー密度の高いレーザー光の安全基準について記述する。ここで示す注意事項は、アメリカの ACGIH（アメリカ労働衛生専門官会議）が各種の放射について発表した TLV（Threshold Limit Values：限界閾値）とその波長特性をもとにした。表 2-18 に 8 時間照射での TLV 値（閾値）を示す（1 時間ならこの 8 倍まで）。

表 2-18 ACGIH の TLV

放射	波長範囲(nm)	8 時間での TLV
紫外	200 以下	0.1 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$
	320～400	1.0 $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$
可視	380 ～ 830	1.0 $\text{cd}\cdot\text{cm}^{-2}$
赤外	830 以上	10 $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$

#### a. 可視光の安全基準

可視光の眼に対する障害は、表 2-18 から、比較的光量子のエネルギーの大きい青色光による網膜への光化学的障害（実際には、網膜の火傷）が支配的であり、閾値である  $1\text{cd}\cdot\text{cm}^{-2}$  以上の輝度をもつ光源を連続して見る作業を避ける必要がある（放電プラグのアークの直視など）。皮膚に対しては、照度が大きい場合にはひどい火傷の障害を受ける場合もあるが、皮膚は温熱感はその指針となるので、熱いと感じた場合にはすぐに放射源から離れば良い。なお、 $1\text{cd}$ （カンデラ）は  $1/683[\text{W}/\text{sr}]$ （sr: ステラジアン、立体角の単位。 $4\pi[\text{sr}]$ が球、 $2\pi[\text{sr}]$ が半球に相当する）に相当する。

#### b. 紫外放射の安全基準

紫外放射は光量子のエネルギーが高いため、過度の照射を受けると種々の有害作用を及ぼすことがよく知られている。表 2-18 に示されるように、紫外放射を眼及び皮膚に繰り返し被曝してもさしつかえない放射照度は、 $0.1\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$  以下である。レーザーポインターの出力は  $1\text{mW}$  程度であるので、いかにこの照度が低いかかわかるであろう。この放射照度量は、言い換えれば「 $15\text{W}$  の殺菌ランプを点灯し、そこから  $1.5\text{m}$  離れた所において数分程度被曝した」ことに相当する。また、短時間でも、大型の放電ランプ、低圧水銀ランプや紫外蛍光ランプなど、比較的出力の大きい紫外放射を放射している可能性があるため、光源附近での作業に際しては、紫外放射が直接眼や皮膚などに照射されないよう適切な保護具（メガネ、ゴーグル、長袖の着衣など）を使用するなどの処置が肝要である。なお、有害な紫外放射は通常のガラスで遮断される。

#### c. 赤外放射による障害

生体に対する赤外放射の直接的な作用は、紫外放射同様、直接赤外放射にさらされる眼や皮膚などの組織においてみられる。生体に及ぼす作用の大きさは、照射された放射のうち、生体に吸収された放射のみで決まる。赤外放射に対しても障害を受けやすいのは、やはり眼である。定量的には明らかではないが、永年にわたって赤外放射源を直視する職業の人は白内障になりやすい。なお、限に障害を及ぼさない放射照度は  $10\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$  以下である。これは実際に  $100\text{W}$  の白熱電球を点灯し、それから  $3\text{m}$  離れた所において数分程度被曝したのに相当する。

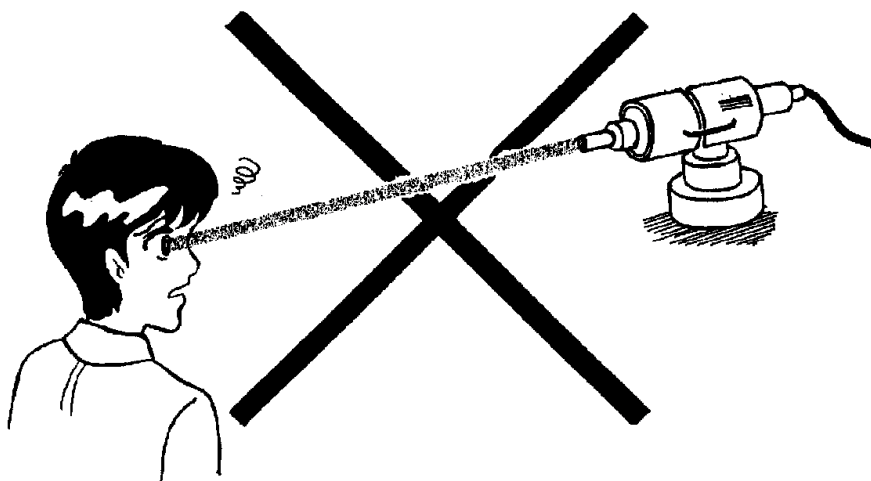
皮膚に対しては、放射照度が大きい場合にはひどい火傷の障害を受ける。しかし、皮膚の場合は温熱感はその指針となるので、熱いと感じた場合にはすぐに放射源から離れば良い。

#### d. レーザ光

レーザについては、現在、国際電気標準会議（IEC）のレーザ装置安全基準案において、最大許容露光量（MPE : Maximum Permissible Exposure）が設定されており、それに沿って運用する事が望ましい。ここではレーザを取り扱う上での一般的で、実際の

な使用者側の安全基準を示す。

- ① レーザは通常の光と異なり、著しく鋭い指向性を持っているため、眼に入った場合に網膜上の1点に放射パワーが全て集まるので、その部分の網膜が焼けて失明する恐れがある。従って、絶対にレーザビームを直接眼で見てはならない。
- ② 動作中のレーザで、たとえビームが出ていなくても光路中を覗き込んだりしない。
- ③ レーザ共振器（ミラー）の調整、光軸調整のとき、突然レーザが発射するので、つねに眼の位置に注意を払う。
- ④ 連続発振でその出力が1mW以上のレーザの操作は、安全操作の適切な教育を受けた人が行う。
- ⑤ レーザビームは、紫外・赤外放射でなくとも、ほこりのような散乱物が少ない場合には、ビームが眼に見えないために金属の鏡面部分などの思わぬ所からの反射があっても、気付かないことがある。従って、レーザで実験を行う場合には、あらかじめ何等かの方法でビームを遮蔽するか、保護眼鏡をかけるようにする。また、自分だけでなく、近くに人がいる場合には、その人々にも注意するように促し、かつそれらの人々にも気を配ってレーザの操作を行う。
- ⑥ 保護眼鏡は、レーザの波長、出力、パルス光か連続光かなどを考慮し、保護用として十分な性能を有する物を使用する。



## (7) 化学物質

- a. 化学薬品を使用する際には事前にその物質の性質、危険性について知識を得てから扱うこと。又、不確実なことは指導教員に相談すること。

化学薬品による事故対応は第1章を、化学薬品の基本的な取り扱い方法は安全管理ガイドライン「化学物質に関する事項」を参照すること。

- b. 爆発、発火および急性中毒の恐れのある薬品を扱う時は、必ず指導教員に連絡し、指示を受け、一人で実験を行ってはならない。又、危険が予想される場合は深夜に一人で実験を行ってはならない。
- c. 薬品を扱う場合は防護用ビニール手袋、防毒マスク、保護眼鏡をかけてドラフトチャンバー内で行うこと。
- d. 強酸、強アルカリ及び腐食性のある薬品、有機溶剤等を実験室内で扱うと人体および電子機器に悪影響を及ぼすので必ずドラフトチャンバー内で扱うこと。
- e. 薬品の処理にあたっては廃液を流しに捨ててはならない。塩化ビニールおよび鉄製配管が溶解、腐食し、建物に重大な損害を与えると共に、環境汚染の原因となる。必ず分別貯留して廃液回収を依頼すること。
- f. 有害ガスの排出を伴う場合は大気放出せずに回収する適切な排気装置を使用すること。
- g. 地震に備えて、化学薬品の保管には十分配慮し事前に対策を立てておくことが大切である。詳細は第3章を参照すること。

## **(8) ガス、ガスボンベ**

- a. ガスボンベは立てて使用し、転倒しないように壁や柱にチェーン等で固定する。
- b. 圧力調整器はガスの種類に合ったものを使用すること。特に酸素は爆発の危険性があるため、油、油脂を付けてはならない。また、接続口に付着するホコリや汚れ等も燃焼の引き金になるので注意すること。
- c. 断熱圧縮による加熱、爆発を避けるため、バルブの開放動作はゆっくり行う。
- d. 容器を交換した後、圧力調節器の取り付け口からガスが漏れていないか十分にチェックすること。簡単なチェック方法は石けん水を筆につけて接続口に塗布し、気泡が発生するかどうかを見てチェックする。
- e. 装置より排出されるガスが室内に充満すると危険であるので、室外への排気管を設置すると共に、室内の換気を十分に行うこと。
- f. 使用済のガスボンベはすみやかに業者に返却すること。床に寝かせておくと緊急時に妨げになる。
- g. 地震に備えての対策は第1章を参照のこと。

## **(9) 廃液処理**

廃液処理に関する安全対策は安全管理ガイドライン「廃棄物に関する事項」を参照すること。

なお、電気電子物理工学科における具体的な注意事項を下記にまとめる。

- a. 有機系廃液（アセトン、トリクロロエチレン、トルエン等）は有毒であり、引火性も

あるので放置しないこと。

- b. 無機系廃液で重金属類あるいは毒性の強いもの（重クロム酸カリウム、ヒ素化合物等）は別に処理するため、科学分析支援センターに連絡すること。
- c. 強酸あるいは強アルカリ廃液の処理は急激な発熱あるいはガスの発生を伴うので指導教員の指示に従うこと。

## (10) クリーンルーム

クリーンルームは天井に設置したエアフィルタを通して室内の空気を循環することで浮遊する塵芥を低減している。外部からの塵芥の侵入を防ぐため高い気密性が得られるように設計されており、外気導入ファンを動作させないと室内の空気が汚染されたり、酸素濃度の低下が起これば危険である。また、外部から中の様子をうかがい知ることが難しいため、意識を失って倒れると発見が遅れる可能性もある。クリーンルームでの作業は清浄な空気環境を維持することを第一に行動することが最も大切である。

クリーンルーム内での作業は生化学薬品、高圧ガス、レーザ機器、赤外・紫外線機器、高温電気炉、真空装置、高電圧装置を扱うため、それらを安全に取り扱うには幅広い総合的な知識を必要とする。本節第(4)～(9)項の注意事項と共に、安全管理ガイドラインの「実験研究活動上の一般的な注意事項」及び第4章「研究活動における安全管理」を参照すること。この他、クリーンルーム内設備について具体的注意事項を下記にまとめる。

- a. 入室時はクリーンウェアと専用スリッパを着用し、ウェア着用に支障のある厚手の衣服は避ける。発塵性のある衣服は避けるとともに、室内では静かに行動すること。
- b. 入室時には空調システムを動作させること。
- c. 有機溶剤や酸など有害なガスの発生を伴う可能性のある作業は必ずドラフトチャンバーを動作させてその中で行うこと。なお、作業終了後はガス発生が終息して排気が十分なされてから、ドラフトチャンバーを停止して外部の塵芥の侵入を予防すること。
- d. 各種の真空装置には高温部分（真空ポンプ）および高電圧部分（放電管、誘導コイル、高周波電源、電子銃）、高圧ガス（窒素、アルゴン、酸素、クリプトンガス）があるため、不用意に触れると火傷、感電、窒息、怪我などの危険性がある。指導者の指示に従い、適切に操作をすること。
- e. 高温電気炉は 1000 °C以上の温度になるため、触れたり周囲に可燃物を置いたりしてはならない。熱処理の対象となるサンプルを出し入れする際に用いる石英棒は炉に挿入したあとは非常に高温に加熱されているため、接触しないよう注意し、周囲の安全を確認してから冷却台に静置すること。また、炉の動作中および操作中は周囲を通行する際に安全を確認すること。
- f. マスクアライナー装置は露光光源として強い紫外線源を内蔵しており、放射される光を直接見たり、反射光や散乱光を注視してはならない。また、感光材料であるレジ

スト液は色素沈着の恐れがあるため、目や皮膚に接触しないように注意する。

- g. レーザ成膜装置および加工装置は強い紫外線や赤外線を高い指向性で放射するため、直接光や反射光だけでなく、散乱光でも視力障害を起こす可能性がある。さらにこれらの波長では人間の目の視感度が低いため、思ったよりも重度の障害を受ける可能性がある。これらの装置を稼働させる際はレーザの波長に合った適切な保護眼鏡を入室者全員が着用し、入り口に高出力レーザ使用中の警告を表示すること。
- h. その他、全ての薬品は指導者の指示に従って使用し、指定された廃液処理方法に従うこと。

#### 4-3-7-6 共通施設における安全

##### (1) 工作室

電気電子物理工学科工作室に常備している機械・工具の使用上の注意について述べる。

電気電子物理工学科 1 階工作室には、種々の工具の他、以下の工作機械がある。

- |                               |         |
|-------------------------------|---------|
| ① シャーリング (Al 板 2 mm まで)       | ② フライス盤 |
| ③ ボール盤 (大φ 13.5 mm、小φ 6.5 mm) | ④ 電動糸鋸  |
| ⑤ 高速切断機 (Feφ 50 mm まで)        | ⑥ 旋盤    |
| ⑦ グラインダ (大、中)                 | ⑧ 帯鋸盤   |

##### a. 一般的な注意事項

- ① 旋盤、フライス盤は職員以外が使用してはならない。特に、事情があつて学生が使用するときは必ず職員の直接の指導、監督の下で操作を行う。
- ② 作業の際には防御眼鏡をかけて作業すること。ボール盤、旋盤、フライス盤などの回転刃物類使用の際には、巻き込まれて手指の切断等の大事故となる恐れがあるので、絶対に手袋を着用してはならない。又、著しく長髪の者も同様の事があるので、帽子を着用する。袖や裾等の長い着衣も事故の原因になるので、できるだけ工場用の作業衣を着用して作業を行うこと（このような事故は不注意とみなされて、保険などの保証がされないことがある）。
- ③ 切削油、石鹼、ウエス、金鋸刃、径 5 mm 以上のドリル刃以外の消耗品、切削工具等はすべて使用者で用意する。
- ④ 工作室利用後は工具類を所定の位置に整頓し、切り屑等を掃除し、電源を切り、窓を閉め、施錠すること。

##### b. 工作機械別の注意事項

- ① シャーリング
- イ. 決して刃の下には手を置かない。
- ロ. 切断能力は Al 板 2 mm、鉄板 1 mm までなので、それ以上の厚さや硬い物を無理に切断しない。

ハ. ペダルと床の間で挟む可能性があるので軸足をペダルの下に置かないこと。

② フライス盤

イ. 使用前に、エンドミルと被工作物がしっかりと装着されている事を確認する。

ロ. 回転中のエンドミルには絶対に触れぬこと。

③ ボール盤

イ. 使用前に、ドリルがしっかりと装着されている事を確認する。

ロ. 工作物の支持はバイスで行い、素手で保持してはならない。

ハ. 回転中のドリルには絶対に触れぬこと。

④ 電動糸鋸

イ. 使用前に、糸鋸の刃がしっかりと装着されている事を確認する。

ロ. 運転中の糸鋸の刃には絶対に触れぬこと。

⑤ 高速切断機

イ. 砥石の亀裂、割れがないことを確認し、使用前には必ず正面位置から一時身体を避けて、1分以上の試運転を行い、異常のない事を確認する。

ロ. 回転中の砥石には絶対に触れぬこと。

ハ. 粘性の大きい材料（アルミ棒では20φ以上など）の切断はモータの故障となるため使用しないこと。

ニ. 砥石を回転させたまま被切断物の取り付け、取り外しは危険であるため行わない。

⑥ 旋 盤

イ. 使用前に、バイトと被工作物がしっかりと装着されていることを確認する。

ロ. 回転中の被工作物には絶対に触れぬこと。

⑦ グラインダ

イ. 砥石の亀裂、割れなどの異常のないことを確認する。

ロ. 回転中の砥石には絶対に触れぬこと。

ハ. 粘性の大きい材料のグラインドはモータの故障となるため注意して使用すること。

⑧ 帯鋸盤

イ. 使用前に、帯鋸の刃がしっかりと装着されている事を確認する。

ロ. 運転中の帯鋸の刃には絶対に触れぬこと。

## (2) ドラフト室

### a. 危険性

エッチング液等を浴びると、目や皮膚の障害を招くことがある。また、薬物を長時間吸気することにより、呼吸器その他に障害を招くことがある。

電熱器も使用するので火災にも十分注意しなければならない。

### b. 危険防止の安全基準

十分に慎重な取り扱いをし、むやみに作業を急がないこと。及び十分な換気の中で作業を行うこと。

廃液は指定のポリタンクにまとめ、廃液回収日にまとめて処理に回す。

作業終了後には電熱器をはじめ全ての器具の電源が切れていることを確認すること。

c. 事故等の処置

薬品を浴びたときは、直ちに洗い流し、担当者に連絡し、専門医に見せる。薬物吸気の場合は直ちに室外へ脱出し、担当者に連絡し、専門医に見せる。

## 4-3-8 情報工学科

### 4-3-8-1 一般的注意

安全の確保は、事故や災害に対する一人ひとりの正しい理解と普段の心がけに大きく依存している。

事故は未然に防ぐのが最善である。このためには、扱う機器・システムに対する正しい理解と実験室の整理整頓、規律正しいマナーを身につけておく必要がある。一方、不可抗力の災害発生時や、不幸にして事故が発生したときには、通報、避難、救助などの措置を速やかに講じなければならない。緊急時にこれを行うには、適切な通報、避難、救助法を本書の第1章などによって理解しておく必要がある。

また、情報工学科における安全も、基本は他となんら変わるところはないので、本書の他の部分にも必ず一度は目を通しておくこと。

#### [喫煙マナー]

喫煙者は、火災予防、精密データ機器の保護、非喫煙者の健康の観点から正しいマナーを身につけなければならない。情報工学科・理工学研究科棟は全館禁煙である。階段や廊下を歩行中の喫煙、エレベータ中での喫煙は、例え禁煙表示のない場所であっても許されない。

#### [エレベータの使用]

地震や火災発生時に避難手段としてエレベータを使用してはならない。エレベータ使用時の停電は、実際しばしば起こる。このときの連絡方法を普段から頭に入れておくこと。

## 4-3-8-2 実験室における安全

### (1) 感電

感電は、導電部への接触、漏電、静電気の放電などによる人体への電撃である。感電事故の発生時には、電源の遮断について速やかな応急処置が必要であり、「第2章 2-8 電気電子物理工学科」の感電の節を参照すること。高圧機器、強電機器を扱わない通常実験室での感電事故は、不快なショックを感じる程度であることが多いが、電撃に対する感受性は、個人差や体調、心理的状态、環境などに大きく左右され、被害状況も大きく異なってくる。また、電撃ショック自体は軽微であっても、これによる転倒で頭部を強打するなどの重大な2次災害に結びつく可能性がある。このような危険性は、常日頃、実験室の整理整頓を心がけることによってある程度軽減することが出来る。また、たとえ軽微なショックであっても、電気機器の重大な異常の前兆であることがあるので、教員・職員に通報して正しい措置を講ずるべきである。

## (2) 電気機器の使用

電源のON/OFFは、定められた手順で正しく行う。電源プラグの抜き差しと、電源スイッチのON/OFFは意味が異なる。強電機器では、前者は断路器、後者は接触器・遮断器に対応する（断路器には発生したアークを切る削弧能力はない）。

電源ONは、電源プラグ（断路器）を接続してからスイッチ（接触器）投入、電源OFFはその逆の順序である。また、手動ナイフスイッチは断路器に過ぎないことを銘記しておくべきである。これらの誤った使用は、時としてアーク発生による火傷や火事などの被害に直結する。プラグを持たずに電源コードを引き抜くなどは論外である。

また、実験におけるケーブル類の引き回しは乱雑にせず、系統だてて分かりやすく行わねばならない。電源の“たこ足配線”は避け、ケーブルは電流容量を考慮して適切なものを使用する。情報機器は、電源部にスイッチングレギュレータを用いるなど、小型省電力であるが、比較的大電流を要する機器が多いので注意すること。“暖かい”電源ケーブルや、“熱い”電源プラグなどが発見されたら、放置せずに直ちに教員・職員に報告し、修理しなければならない。

## (3) 光線、レーザ

光放射の区分には様々な定義があるが、ここでは可視光：380～830 nm、紫外放射：1～380 nm、赤外放射：830 nm～1 mmの波長域に分け、各波長域での安全基準と、光放射としては放射エネルギー密度の高いレーザ光の安全基準について記述する。ここで示す注意事項は、アメリカのACGIH（アメリカ労働衛生専門官会議）が各種の放射について発表したTLV（Threshold Limit Values：限界閾値）とその波長特性をもとにした。表2-19に8時間照射でのTLV値（閾値）を示す（1時間ならこの8倍まで）。

表 2-19 ACGIH の TLV

放 射	波長範囲 (nm)	8 時間での TLV
紫 外	200 以下	0.1 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$
	320～400	1.0 $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$
可 視	380 ～ 830	1.0 $\text{cd}\cdot\text{cm}^{-2}$
赤 外	830 以上	10 $\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$

### a. 可視光の安全基準

可視光の眼に対する障害は、表 2-19 から、比較的光量子のエネルギーの大きい青色光による網膜への光化学的障害（実際には、網膜の火傷）が支配的であり、閾値である  $1\text{cd}\cdot\text{cm}^{-2}$  以上の輝度をもつ光源を連続して見る作業を避ける必要がある（放電プラグのアークの直視など）。皮膚に対しては、照度が大きい場合にはひどい火傷の障害を受ける場合もあるが、皮膚は温熱感はその指針となるので、熱いと感じた場合には

すぐに放射源から離れば良い。なお、1cd（カンデラ）は 1/683[W/st]（st: ステラジアン、立体角の単位。4 $\pi$ [st]が球、2 $\pi$ [st]が半球に相当する）に相当する。

#### b. レーザ光

レーザについては、現在、国際電気標準会議（IEC）のレーザ装置安全基準案において、最大許容露光量（MPE：Maximum Permissible Exposure）が設定されており、それに沿って運用する事が望ましい。ここではレーザを取り扱う上での一般的で、実際的な使用者側の安全基準を示す。

- ① レーザは通常の光と異なり、著しく鋭い指向性を持っているため、眼に入った場合に網膜上の1点に放射パワーが全て集まるので、その部分の網膜が焼けて失明する恐れがある。従って、絶対にレーザビームを直視眼で見てはならない。
- ② 動作中のレーザで、たとえビームが出ていなくても光路中を覗き込んだりしない。
- ③ レーザ共振器（ミラー）の調整、光軸調整のとき、突然レーザが発射するので、つねに眼の位置に注意を払う。
- ④ 連続発振でその出力が1mW以上のレーザの操作は、安全操作の適切な教育を受けた人が行う。
- ⑤ レーザビームは、紫外・赤外放射でなくとも、ほこりのような散乱物が少ない場合には、ビームが眼に見えないために金属の鏡面部分などの思わぬ所からの反射があっても、気付かないことがある。従って、レーザで実験を行う場合には、あらかじめ何等かの方法でビームを遮蔽するか、保護眼鏡をかけるようにする。また、自分だけでなく、近くに人がいる場合には、その人々にも注意するように促し、かつそれらの人々にも気を配ってレーザの操作を行う。
- ⑥ 保護眼鏡は、レーザの波長、出力、パルス光か連続光かなどを考慮し、保護用として十分な性能を有する物を使用する。

### 4-3-8-3 情報機器の取扱いにおける安全

#### (1) 設置環境の整理

コンピュータ、ルータ、スイッチなどの情報機器は、安全性に関して特別な注意が払われないことが多い。しかし、回転機や高圧機器などに比べ、より「安全」と言えるであろうか？確かにこれらの情報機器は、正しく使用している限りは比較的安全であろう。しかし、その印象にあぐらをかいて取扱いがルーズになりがちなところに、安全を損ねる要因が潜在している。これら情報機器は、CPU、高密度記憶素子などのLSIと、抵抗器、キャパシタなどのディスクリート部品の集合である。これらは何れも発熱体であり、規格を超えた条件で使用すると過熱状態になるため、抵抗器などは実際に「燃え出す」こともある（自作の回路では要注意）。

情報機器は、正しく使用をしている限り、このような危険が起こる確率は低い。しかし、そのことに100パーセント依存し、さらに多寡をくくって「何をしても絶対に安全」

と思いつくのは大きな間違いである。例えば、万一機器が加熱してもすぐに周囲に燃え広がるのを避けるよう、機器まわりをきちんと整理整頓しておくことがフェイルセーフにかなった考え方である。(報道によると、差しっぱなしのコンセントにホコリと水分が溜まり、プラグとの間にスパークが発生し出火するという「トラッキング火災」による死亡事故が発生している。)

特に、24時間連続運転を前提とする計算機では、使用環境の整理整頓は重要である。即ち、放熱のための機器間のスペースを確保すること、綿ぼこりや紙くずなどの可燃物が埋もれた状態にしないこと、など常識的な注意を怠ってはならない。

コンピュータ、ルータ、スイッチなどの情報機器には、プラスチックなど、有害ガスを発生する可燃物も使用されている。従って、演習室や計算機室など、多数の機器が設置されている部屋で万一火災が発生した場合には、災害の拡大を防ぐ意味で初期消火がきわめて重要である。このためには、火災報知機や消火器の配置とその使用法を日頃から頭に入れておく必要がある。(実際に作動させなくても、使用状況をイメージとして思い描いておくことーシミュレーションによるリハーサルーはきわめて有効である。)

## (2) データの保護との関連

情報関連機器は、システム保護、データ保護の観点から、それぞれに起動手順、停止手順が定められている。例えば、ネットワークに接続されたマルチユーザモードのコンピュータは、データ保護と、他のターミナルからログインしているかもしれないユーザ保護のため、停止のためには一定の手順を要する。

しかし、不可抗力の停電や緊急時には予期しない突然の停止がありうる。管理者はこのような事態を考慮して定期的なデータのバックアップを行う。しかし、研究室レベルでは、この“管理者”は、そのための専任職員がいるわけではなく、教員、職員、及び一部の学生がその任に当たっているに過ぎない。従って、一般ユーザの立場では、もし自分にとって貴重なデータがあるならば、その保護(バックアップ)は自己の責任において行うべきである。(貴重なノート管理を他人任せにするだろうか?)

## (3) メカトロニクス機器

計算機制御による電動機やロボットなどのメカトロニクス機器には、停電からの復帰による再起動、一見停止状態に見える待機状態からの再起動、さらに、万一の制御部の誤動作による突然の異常動作などの危険性が潜在している。このような事態が生じても重大な災害を招かないよう、操作や可動範囲への接近には常に細心の注意が必要で、不真面目な実験態度は厳に慎まなければならない。これらの実験にたずさわる者は、非常停止の方法及び停電後の不用意な再起動防止などを正しく理解しておかねばならない。

## 4-3-9 応用化学科

### 4-3-9-1 応用化学科の建物の使用

応用化学科棟 1 号館、2 号館、電気電子物理工学科棟 3 号館・応用化学科棟 3 号館(旧機能材料工学科棟)、総合研究棟 1 号館の解錠時間は、平日の 8:00~20:00 である。他の時間帯に出入りする場合、教職員・大学院生・卒業研究生は、事前に許可を受け登録した教職員証・学生証を使って建物に出入りすること（それ以外の者は許可無く出入りしてはならない）。

### 4-3-9-2 応用化学科の実験上の注意

本学科の学生実験は、物理化学系、有機化学系、無機化学系、分析化学系、生物系、環境化学系の基礎実験（応用化学実験 I~III）と各分野の専門実験（応用化学実験 IV）から構成されている。3 年後期が始まる前に卒研仮配属が決まり、応用化学実験 IV は仮配属先の研究室で行い、4 年次から卒業研究を開始する。実験前、実験中共に、よく分からないことがある場合には、勝手な判断をせずに担当教員やティーチングアシスタント（TA）、技術職員に聞いて適切な指示を仰ぐこと。

高圧ガスボンベ、電気、水道を使用する際の注意事項は、すでに共通事項として取り上げてあるので、ここでは、応用化学科での実験を行う上で特徴的な注意事項を記載する。

#### (1) ガス機器を取り扱う場合の注意事項

応用化学科 2 号館では、プロパンガスを使用している。プロパンガスは、ガス比重が空気より重く、漏れた場合には床に滞留して爆発する危険がある（大気中の組成が 2.2~2.9%で急激な燃焼反応すなわち爆発を起こす）。応用化学科の学生実験でガス機器を利用する機会は限られているが、以下、一般的なガス器具を取り扱う際の注意事項を示す。

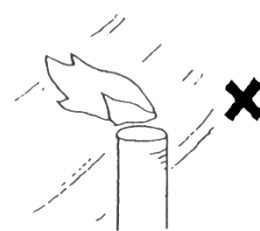
a 年代物のガス湯沸し器を使用する場合には、時々炎の色を見ること。

ガス湯沸し器は適切に点検されていれば特に注意することはないが、赤色の炎の場合には不完全燃焼している可能性があり、一酸化炭素中毒の危険がある。正常な場合には青色の炎である。

b 換気を充分にすること。

不完全燃焼によって生成する一酸化炭素は、無味・無臭であるため、気付いたときには意識はあっても体の自由が利かず手遅れになる。

- c 使用中は、火がついていることを常時監視すること。最近のガス器具には立ち消え防止装置が付いていることもあり、火が消えてもガスが流れ続けることはないが、ブンゼンバーナーやガラス細工用のバーナーでは、エアコンの風や吹きこぼれなどによって立ち消えするので注意する。火が消えたまま放置すると、ガス漏洩、爆発に至る危険性がある。



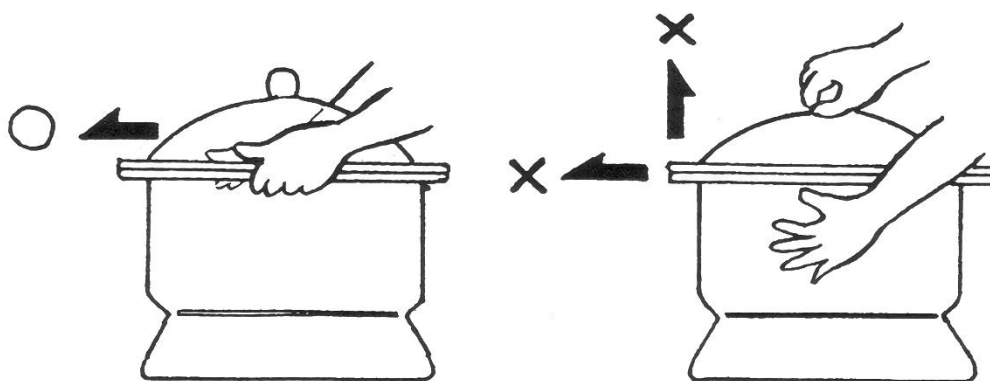
- d バーナーを使用する際にはガス管がホース口にしっかり差し込まれ、ホースバンドを使って締め付け固定されていることを確認すること。また、長さが足りない場合にガラス管や金属管で継ぎ足してはならない。
- e バーナーに点火する場合は、まず元栓を開け、次にライターを点火してバーナーの口にかざし、手元の栓をゆっくり開けながら点火する。急に栓を開けて点火すると、大きな炎になり白衣や髪の毛を燃やすことになる。万が一、白衣に燃え移った場合には速やかに脱ぎ捨てる。
- f ガスの漏洩に気付いたら、むやみに電気機器のスイッチを操作しないこと。スイッチ操作による火花によって爆発することが多い。まず、ガス栓を閉じ速やかに換気してガスを追い出すことが最優先である。

## (2) ガラス器具の取り扱い

ガラス器具は、透明で耐薬品性が高く化学実験には必須であるが、割れやすく、割れた先端が鋭利になりケガをしやすい。以下、ガラス器具を使用する場合の注意事項を示す。

- a ガラス器具を使う場合には、ヒビや欠けているところがないか事前によく確認しておくこと。ヒビが入っていることに気付かずに力をかけたり、アスピレーターなどでフラスコを減圧にすると、器具が破損して大ケガをする。また、ヒビが入ったガラス器具を加熱すると割れて内容物が飛散し、火災や薬症の原因となる。キズやヒビを見つけた場合には、指導教員や TA に申し出て、交換してもらう。
- b ガラス製の器具や装置をクランプなどで固定する場合には、無理な力をかけないこと。装置を組み終わった後、クランプを少し緩めてみて無理な力がかかっていることを確認すること。
- c ガラス器具を使った実験では、急激な加熱・冷却をしないこと。近年主流のパイレックスガラスは、膨張係数が小さいので加熱や冷却に強いが、それでもキズやヒビなどがある場合には割れる危険がある。

- d ガラス器具の洗浄は、器具の形や大きさにあったブラシを使用し、かつ効率よく洗浄するように心掛けること。不適切なブラシを使うと、ガラス器具にキズをつけたり、場合によっては破損してケガをする。
- e 洗浄後のガラス器具を振って水を切らないこと。落としたり、ぶついたりして事故の元になる。
- f ガラス器具の洗浄には、市販の台所洗剤やクレンザーを使えばよいが、取りにくい汚れには市販されている実験器具用の洗浄剤を使う。ただし洗浄剤には強アルカリ性のものもあるので、使用前に記載されている「使用上の注意」をよく読むこと。
- g 摺り合わせになっているガラス器具は、固着することがある。もし、固着したら教職員、TAに申し出る。ガラス器具にはそれぞれ独特の取り外し方がある。金槌やペンチなどで無理矢理に外そうとすると破損する可能性が高く、非常に危険である。
- h デシケーターの蓋を開ける時には、両手の親指で蓋を前方にずらすようにして開けること（図参照）。無理矢理に開けようとする、蓋をぶついたり落としたりして破損する。また、硬くてずらしにくい場合には、教職員もしくはTAに申し出ること。

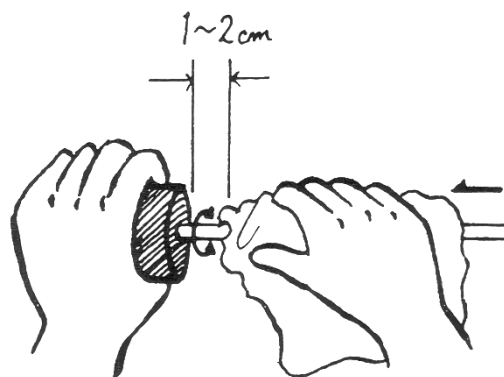


#### [ガラス細工における注意事項]

- a ガラス細工は、細心の注意を払って行うこと。バーナーで加熱した直後のガラスは非常に高温であるため、触れただけで大やけどをする。特に、目で見ただけでは熱いかどうかわからないので、何気なく触ってしまわないように注意すること。また、細工直後のガラス器具を相手に渡すときに熱い部分を持たせてしまい、相手がやけ

どをしてしまうケースもままあるので、完全に冷却するまで他人に渡してはならない。

- b ガスバーナーを使用してガラス細工を行う際、まずライターを点火してバーナーの口にかざしてから、ガス栓をゆっくり開けて点火すること。これを逆にすると、突然大きな火を吹き、顔などをやけどする。
- c ガラス細工をするためにガラス管を切断した場合は、速やかに切断面をバーナーで加熱してなましておくこと。ガラス管の切断面は非常に鋭利であり、指などがかるく触れただけでも簡単に切れてしまう。
- d ゴム栓に穴を開けてガラス管あるいは温度計を通す際には、ガラス管の根元を持ち、注意深く行うこと（図参照）。力を入れすぎるとガラス管が折れて手に突き刺さり大ケガをする。具体的には、図のように先端を焼きなましたガラス管にタオルを巻き、両手の間隔が1~2 cmより開かないように短く持って小刻みに回転させながら入れること。通りにくい場合には、ガラス管に水、グリース、ワセリンなどをつけると入りやすい。ガラス管がゴム栓の反対側にある程度出たら、そちらを持って引っ張れば、より安全である。



### (3) 有機化合物の取り扱い

有機化合物には、引火性の高いものが多く、取り扱いに注意を要する。最も大切なことは、取り扱う前に性質を十分に理解しておくことである。取り扱う際に調べておく性質としては、分子量、融点、沸点、密度などの他に、引火点（着火源を近付けたとき、引火に十分な蒸気を発生する温度）、発火点（着火源が無くても発火する温度）、分解温度、LD<sub>50</sub>（50%致死量；ラットなどを検体として、体重1 kgあたりの摂取量で表示。この量を体内に取り込んだ場合、50%が死亡すると推定される量）、爆発範囲などである（文献 [2,3]）。これらのデータは必ずしもすべて揃っていない場合もあるが、引火の危険性を考える場合には、蒸気圧の高さ、すなわち沸点の低さがその目安となる。

- a 引火性物質は、換気・着火源に注意しながら取り扱うこと。実験室内で使われている器具で注意すべきものとして、モーターやコンプレッサーを備えているもの（冷蔵庫、真空ポンプ、マグネチックスターラーなど）、加熱装置（乾燥機、電気炉など）、スライダック（火花がしやすい）などがある。本来、これらの装置が使われている場所で、有機溶媒の蒸気を発生させることは禁止されている（消防法）。有機溶媒を

開放系で使う場合には、蒸気の滞留を防ぐためにドラフト内で取り扱うこと。

- b 毒物を実験で取り扱うことは少ないと思われるが、劇物は多くの実験で使用する（例えば、メタノール、酢酸エチル、トルエンなど）。取り扱いの原則としてドラフト内で行うこと。白衣は腕まくりせず、手袋を着用して、可能な限り皮膚の露出をさける。
- c 試薬瓶などから有機化合物を取り出す際には、ドラフト内で取り扱うのはもちろんのこと、蓋の開け閉めは出来るだけ速やかに行うこと。固体の試薬も同様に注意して取り扱うこと。また使った器具を洗浄する際は、事前にドラフト内でアセトンやエタノールで洗い流しておくが良い。なお、これら洗浄溶媒の使用量削減のため、少量ずつ用いること。たとえば、10 mL で一回洗浄するより、5 mL で二回洗浄する方が遙かにきれいに洗える。
- d 試薬瓶から試料を取るときには、ラベルを汚さないように注意すること。ラベルを見て内容物を確認した後、ラベルが上にくるようにして瓶を傾け試薬を取り出すと、ラベルを汚すことがない。
- e 万が一、試薬の蒸気を吸入したことによって気分が悪くなった場合には、速やかに教職員あるいは TA に申し出ること。
- f 廃液は、教職員や TA の指示にしたがって、適切な廃液タンクに入れること。

#### (4) 無機化合物の取り扱い

実験で使用する無機化合物の多くは、無機酸（塩酸、硫酸、硝酸）、硫酸塩や硝酸塩（硫酸ナトリウム、硝酸銅など）などである。一般にこれら無機化合物には可燃性のもは無いが、酸化性を持つもの（濃硝酸など）は有機化合物と混ぜると酸化反応により発熱して発火することもある。また、硝酸塩や塩素酸塩、過塩素酸塩の中には衝撃により爆発するものもあるので、使用前に「4-2-2 化学物質の取り扱い」や化学便覧などで性質を調べておく。

硝酸イオンとアルコール（還元剤として働く）が存在すると雷酸（HCNO）が生成する。そこに金属イオンが存在すると溶解度の低い雷酸塩（M(I)CNO）が沈殿する。これはきわめて爆発性が高く、実験室で廃液がらみの爆発事故のほとんどはこれによる。そのため、無機廃液には、微量でも還元剤として働くアルコールを混入させてはいけない。

- a 廃液や使用後の器具を洗浄した際の洗浄液などは、決められた廃液タンクに棄てること。大学の排水は、すべてさいたま市の下水道に流されており、大学の排水出口では定期的に水質検査が行われている。実験排水を不用意に流し、大学の排水出口で基準値を超えると、大学全体が活動停止処分になる。
- b 濃い無機酸（濃塩酸、濃硫酸、濃硝酸）は、反応性が高いので白衣や皮膚に付かないように注意して取り扱うこと。特に濃硫酸を衣服に付けると穴があく。これらは可能な限りドラフト内で取り扱い、量りとったピペットやビーカーなども、出来る

だけ速やかに水で流しておくが良い（もちろん洗浄液は廃液タンクへ）。

- c 酸や塩類をこぼした場合には、すぐにふき取ること。天秤の皿の上にこぼした場合には、すぐに天秤の電源を切った後、皿をはずして洗浄する必要がある。そのまま放置すると腐食して使用不能になる。取り外しできない場所の場合には、よくふき取っておく。いずれにしても、こぼした場合には、速やかに教職員、TA に報告すること。

#### 4-3-9-3 化学薬品を吸収した場合の応急処置

第3章3-2-7の「化学薬品による事故の処置」を参照すること。

#### 4-3-9-4 学生実験(応用化学実験Ⅰ～Ⅳ)における注意事項

学生実験(応用化学実験Ⅰ～Ⅳ)の注意事項を以下に示す。

##### (1) 学生実験を安全に行うための心得

###### (1-1) 実験前の注意点

###### a 実験内容の理解

実験を安全に行うための最重要点は、実験内容の理解である。事前に実験テキストを熟読して内容、手順を確認し、不明な点があれば教科書、講義ノート等を参照しておくこと。また、質問事項を予めチェックしておき、実験時に教員に質問すること。こうした準備は実験を安全・円滑に進めるばかりでなく、実験後のレポート作成を容易に、しかも実りあるものにする。この観点から、事前学習をしていない学生には出席しても実験を禁ずる場合がある。

###### b 服装・所持品の確認

実験テーマごとに必要な服装・所持品の指示を守ること。白衣、保護メガネが必要である。名札は必ず着用すること。

###### c 体調の悪い時

病気・けが等で実験が難しい場合は再実験・追加レポート等必要な措置をとるので、無理をせず教員に事前に必ず連絡して欠席すること。ただし学生実験は必修であるため病気・けがの場合は病院で加療期間が記載された診断書を作成してもらい後日教員に提出すること。

###### d 実験スペースの整理整頓

実験室では、テキスト、ノート以外はカバンに収納し、ロッカーあるいは整理棚等を利用し、実験の邪魔にならない所に置く。また、実験台のスペースの整理整頓に心がけること。

###### e 事故対策

実験で使用する薬品の危険性を事前に把握するために、リスクアセスメントが義務付けられている。教員の指示に従い、事前に確認しておくこと。いずれの試

薬でも、目に入ったらすぐに洗浄すること。万一の場合に備え、事故時の対応を想定しておく。具体的には消火器、非常口、緊急シャワー等の位置を確認し、その使用法の説明を受ける。

## (1-2) 実験中の注意点

### a 個々の操作を確実に

実験手順をテキストで再確認しながら、一つ一つの操作を確実に実行する。前述の通り個々の手順、操作には必ずその理由があるから、自分の頭でその理由・根拠を考えながら実験を進めること。ガラス器具を使用するので、その取り扱いには注意すること。また、不明な点はそのままにせず、理解できるまで教員やTAに質問すること。

### b 実験に集中

実験に集中し、現象の観察・測定に努めること。パートナーとの議論は大いに結構だが、あまり大声を出したり、むやみに他のグループの場所へ移ったりして実験を妨げないこと。実験と関係のない話題に興じ、ふざけ合うのは論外である。

### c 廃液、廃棄物処理

実験時の廃液・廃棄物等は定められた通りに分別し処理すること。みだりに混合したり流しに棄てたりしてはならない。必ず指導教員の指示に従うこと。

### d 異常事態の対応

実験操作を誤り、実験装置等に予期しない異常が現れた場合は、自分たちで処理しようとせず、速やかに指導教員に報告し、その指示に従うこと。異常のまま放置すれば、原因が分からないまま誤った理解をするばかりか、他の人が実験を行う場合に迷惑を及ぼすことになる。

## (1-3) 実験後の注意点

### a ガス・電気・水道

指示に従って電気の配線ははずし、ガス・水道の元栓を閉める。冷却水を使用している場合は機器の電源を切ってから定められた時間流し続ける必要があるため、安易に水道の元栓を閉めないこと。

### b 器具類の整頓

指示に従って電気の配線ははずし、ガス、水道の元栓を閉める。電源等共通に利用している装置に関しては、自分の実験が終了しても、直ぐに電源のスイッチを切らないこと。実験器具の温度、圧力、電圧等の状況を判断した後、必要な確認を行ってから所定の場所に収納する。

### c 清掃

実験に用いた器具、機器等を元の場所に戻し、整理整頓に心掛ける。実験台周

辺の清掃後、指導教員に連絡し、確認を願うこと。

#### d レポート

レポートの書き方については、文献[4]を参考にすると良い。

### (2) 各実験で特に注意すべきこと

安全に対して可能な限り配慮したテーマ設定がなされている。しかし、初めて実験を行う時は、得てしてちょっとした不注意や、基本的な取り扱い方を十分に理解していないため、思わぬ事故を起こしかねないので、本指導書の内容を前もって熟読して理解するように心掛けること。

実験において気を付けることは、ガラス器具の取り扱い方、ガスバーナーの取り扱い方、それぞれの薬品の特性を知った上での正しい取り扱い方であり、確実な操作方法を指導者から直接学ぶことにより、ガラス器具の破損による負傷、火傷等がないようにすること。万一負傷、火傷、及び試薬が目や皮膚に付着した場合は十分な手当を行うこと。(止血を行う、火傷の患部を冷やす、多量の水で付着した試薬を良く洗い流した後、医師による処方を受ける等)

### (3) 応用化学実験 I

#### a. 有機系

- ① 有機化合物の特性－薄層クロマトグラフィーによる定性分析
- ②  $S_N1$  反応によるハロゲン化アルキルの合成
- ③ 酢酸イソアミルの合成
- ④ グリニャール反応によるアルコールの合成
- ⑤ コレステリック液晶とサーモクロミズム
  - ・ガラス器具は破損し易いので、怪我のないよう取扱いに注意すること。
  - ・ガラス細工があるので、火傷やけがに注意する。
  - ・分液の際、コック操作に注意する。
  - ・使用する薬品の性質を理解し、注意深く取り扱うこと。こぼしたりした場合は、速やかに適切に処理する。
  - ・触媒として濃硫酸を使用するので注意する。
  - ・廃液は決められた容器に入れ、流しに捨てないこと。

#### b. 物理化学系

- ① 中和滴定 (容量分析)
- ② ガラス細工
- ③ 分子量測定
- ④ 蒸留

- ⑤ 酢酸エチル加水分解の反応速度解析
- ・強アルカリ性試薬を使用するので、目に入れたり、肌に接触させたりすることがないように気をつける。
  - ・劇物を使用するので、教職員・T Aの指示に従って取り扱うこと。
  - ・ガラスによるけがや火傷に気をつける。

c. 無機系

- ① 化学電池の起電力測定とネルンスト式
- ② 固相法による複合金属酸化物蛍光体の合成
- ③ バリウムフェライトの焼結体の作製と磁性評価
- ・強アルカリ性試薬を使うので、皮膚についたり、目に入らないように細心の注意を要する。
  - ・粉塵（酸化物粉末）を扱う実験では不織布マスクを着用することが望ましい。
  - ・ビュレットやホールピペットの先端の破損、および安全ピペットの接続時の取り扱いに注意する。
  - ・電気炉から反応ボートを取り出す際には、必ず軍手をはめ、火傷をしないよう注意する。
  - ・ホットプレートを使用する際は不用意に触って火傷しないよう注意する。

**(4) 応用化学実験Ⅱ**

a. 有機系

- ① シクロヘキセンの合成と反応性
- ② クライゼン-シュミット反応
- ③ マルチウスイエロー
- ・触媒として濃硫酸を使用するので注意する。
  - ・油浴や水浴を使用するので、火傷に注意する。
  - ・分液の際、コック操作に注意する。
  - ・皮膚を着色する化合物を扱うので、皮膚や衣類につけないように注意する。こぼした場合は、速やかに適切に処理する。

b. 分析系

- ① 電位差滴定によるリン酸の酸解離定数の決定
- ② 吸光光度法による鉄イオンの定量
- ・安全ピペットを取り外しの際にホールピペットを割りやすいので注意する。
  - ・様々なガラス器具を使うので、取り扱いに注意する。
  - ・強酸性試薬、強アルカリ性試薬を使うので皮膚や目はもちろん、衣服にも付けない

いように気をつける。

- ・乾燥機から加熱したビーカーを取り出すには必ず軍手をはめ、火傷をしないよう注意する。

#### c. 物理化学系

##### ① コンピューターによる分子科学

##### ② 界面での酸塩基平衡

##### ③ 表面張力の測定

##### ④ 幾何光学と分光学

- ・強酸、強アルカリを使用するので、取り扱いに注意する。
- ・水の表面張力はわずかな汚染によって劇的に低下する。洗瓶中の超純水を汚染しないように注意を払うこと。
- ・水銀ランプの紫外線は目に有害なので長時間直視しないこと。
- ・テーマ①では白衣と安全メガネは不要。
- ・テーマ②③④では各自パソコンを持参すること。

### (5) 応用化学実験Ⅲ

#### a. 高分子化学系

##### ① 逐次重合による高分子合成およびケン化反応による石鹼の合成

##### ② ポリスチレンの合成と評価

##### ③ 再生繊維と染色

##### ④ ポリ酢酸ビニルの合成と粘度法による分子量測定

[逐次重合による高分子合成およびケン化反応による石鹼の合成]

- ・塩化セバシン酸：融点 $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沸点 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  (75 mmHg)、約 $190\text{ }^{\circ}\text{C}$  (30 mmHg)、引火点 $164\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、密度約 $1.1\text{ g/mL}$ 。健康に対する有害性として、金属腐食性、急性毒性（経口）、急性毒性（経皮）、皮膚腐食性／刺激性、眼に対する重篤な損傷／眼刺激性があるので注意して取り扱うこと。
- ・ヘキサメチレンジアミン：水、エタノール及びアセトンに溶解する。凝固点 $38\sim 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沸点 $204\sim 205\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、引火点 $81\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- ・ヘキサン：無色透明の液体、エタノール及びジエチルエーテルに極めて溶けやすく、水にほとんど溶けない。融点 $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沸点約 $69\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、密度約 $0.66\text{ g/ml}$  ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。
- ・水酸化ナトリウム：白色の粒状、水に極めて溶けやすく、エタノール (99.5) に溶けやすい。水溶液は強塩基性、融点 $318\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、比重 2.13。苛性ソーダとも言われ、水酸化アルカリの代表的化合物。空気中の水分を吸って溶ける「潮解性」を示す。水に溶けやすく、その際に多量の熱を出す。水溶液は強アルカリ性を示す。化学

工業全般にわたって広く用いられる物質であるが、とりわけ、人絹、製紙工業、石鹼、有機合成、ナトリウム塩等の製造に重要である。実験室的には、分析剤、乾燥剤、炭酸ガス吸収剤としての用途がある。

- メタノール：無色澄明の液体、水、エタノール、エーテルに混和。水、エタノール及びジエチルエーテルに極めて溶けやすい。沸点約 64 °C、34.8 °C (200 mmHg)、5 °C (40 mmHg)、引火点 11 °C (タグ密閉式)、密度 0.791~0.793g/ml (20 °C)、比重 0.793 (20/20 °C)。
- 2,4-トリレンジイソシアナート：水、エタノールと激しく反応、エーテルに易溶。エタノール及びアセトンに溶けやすく、水で分解する。融点 22 °C、凝固点 20~23 °C、沸点 251 °C、引火点 127 °C、発火点 620 °C、密度約 1.2g/mL、比重 1.225。
- ポリプロピレングリコール(トリオール型, 300)：無色~ほとんど無色、透明の液体、エタノールに溶ける。引火点 222 °C (クリーブランド開放式)、比重 1.088。プロピレンオキシドとグリセロールを重合して得られる物質で、三重の鎖状構造を持ち、不揮発性の粘い液体である。硬質又は半硬質ポリウレタン樹脂の原料や塗料の原料として使用される。官能基数: 3。
- 1, 2-エチルヘキサン酸すず(II)：無色~暗黄褐色、透明~ほとんど透明の液体、水に不溶、石油系有機溶媒に可溶。トルエン及びヘキサンに溶け、水にほとんど溶けない。沸点約 228 °C、引火点 170 °C、密度約 1.25 g/mL、比重 1.251。
- トリエチレンジアミン：アンモニア臭のある白色~わずかにうすい黄色固体、水、ベンゼン、アセトン、エタノール、メチルエチルケトン等に溶解。融点 155 °C、沸点 174 °C。

#### [ポリスチレンの合成と評価の注意事項]

- スチレンモノマー：沸点 145.2 °C、引火点 31 °C、爆発限界 1.1~6.1%。目、鼻などの粘膜を刺激し催涙性がある。蒸気は空気より重く低所に滞留して爆発性混合ガスを作りやすいのでドラフト内で取り扱うこと。
- 過酸化ベンゾイル：融点 106 °C (分解)、引火点 12.5 °C。皮膚、粘膜を刺激し、接触により炎症などを起こす。常温で安定ではあるが乾燥状態のものは摩擦、衝撃、加熱により爆発する。濃硫酸、硝酸、アミン、ソルカプタン等と接触すると急激に分解する。催涙性、刺激性が強いのでドラフト内で慎重に取り扱う。
- テトラクロロエタン：融点 -43 °C、沸点 147 °C、水 100 g に対する溶解度 0.29 g (20 °C)、毒性が高く特殊な目的の場合に用いられる。

#### [ポリ酢酸ビニルの合成と粘度法による分子量測定 of 注意事項]

- **酢酸ビニル (モノマー)**：融点 -100.2 °C、沸点 72~73 °C、比重 0.9312、引火点

−8℃、爆発範囲 2.6～13.4%。皮膚刺激性を有し、皮膚に水疱形成を引き起こす。皮膚に付着した場合は、直ちに汚染された衣類や靴などを脱いで、皮膚を速やかに多量の水と石鹼で洗うこと。眼に入った場合は直ちに、水で 15 分以上注意深く洗うこと。その際、顔を横に向けてからゆっくり水を流す。水道の場合、弱い流れの水で洗う。勢いの強い水で洗浄すると、かえって眼に障害を起こすことがあるので注意する。まぶたを親指と人さし指で拵げ眼を全方向に動かし、眼球、まぶたの隅々まで水がよく行き渡るように洗浄する。次に、コンタクトレンズを着用して固着していなければ除去し、洗浄を続ける。必ず眼科医の処方を受けること。

- ・ **AIBN (2,2'-アゾビス-イソブチロニトリル)**：融点 107℃ (分解点)。粉塵爆発の可能性あり。爆発範囲の下限は 30 mg/L。ラジカル開始剤として同様に用いられる過酸化ベンゾイル (BPO、機能材料工学実験 I、実験 No.7 の注意事項を参照) よりも、爆発の危険性が低いために安全とされているが、アセトン溶液で爆発した事例が知られている。可燃性には注意が必要。AIBN から生成するテトラメチルスクシノジニトリルはきわめて毒性が高いことが (許容濃度はシアン化水素の 1/20) 知られており、取り扱いには呼吸装置や粉塵マスク、保護手袋、安全メガネの使用が望ましい。
- ・ **メタノール**：融点 −97.8℃、沸点 64.8℃、比重 0.791、引火点 11℃、水およびほとんどの有機溶剤と混和する。多量を吸入または飲み下すと頭痛、めまいを起こし、失明さらには死亡する。皮膚からも吸収される。蒸気を吸入したり、皮膚に付着しないように換気の良い場所で取り扱う。

#### [再生繊維と染色の注意事項]

- ・ **アンモニア**：融点 −58℃ (25%)、沸点 38℃ (25%)、爆発範囲は 15～28% (NH<sub>3</sub> として)。重篤な皮膚の薬傷及び目の損傷を引き起こすおそれがある。吸入すると有害であり、アレルギー、ぜん息または呼吸困難を引き起こすおそれがある。皮膚または髪に付着した場合、直ちに汚染された衣類をすべて脱ぎまたは取り除き、皮膚を流水またはシャワーで洗うこと。眼に入った場合、水で数分間注意深く洗うこと。次にコンタクトレンズを着用して容易に外せる場合は外し、その後も 30 分間以上洗浄を続けること。必ず眼科医の処方を受けること。
- ・ **硫酸銅(II)五水和物**：融点・凝固点 110℃。皮膚刺激 や強い眼刺激があり、アレルギー性皮膚反応を引き起こすおそれがある。徴候症状には吸入による咳や咽頭痛、皮膚の発赤、痛み、眼の痛み、発赤、かすみ眼などがある。皮膚に付着した場合は、汚染された衣類、靴等を速やかに脱ぎ、直ちに薬品に触れた部分を水又は微温湯を流しながら石鹼を使ってよく洗浄すること。眼に入った場合は、直ちに清浄な水で最低 15 分間眼を洗浄すること。洗眼の際、瞼を指でよく開いて、眼球、

臉の隅々まで水がよく行きわたるように洗浄すること。必ず眼科医の処方を受けること。

- ・ **インジゴ**：融点 390～392 °C。眼、気管支、皮膚に刺激がある。眼に入った場合は、先ず数分間、多量の水で洗い流すこと。できればコンタクトレンズをはずすこと。必ず眼科医の処方を受けること。皮膚に付着した場合は、汚染された衣服を脱いで水と石けんで皮膚を洗浄すること。
- ・ **亜二チオン酸ナトリウム**：融点 52 °C、沸点（100 °Cで分解）、引火点 100 °C以上（開放式）。皮膚刺激や強い眼刺激があり、アレルギー性皮膚反応を起こすおそれがある。皮膚に付着した場合は多量の水と石鹼で洗うこと。眼に入った場合は水で 15 分以上注意深く洗うこと。次にコンタクトレンズを着用していて容易に外せる場合は外してその後も洗浄を続けること。必ず眼科医の処方を受けること。汚染された衣類を脱ぎ、再使用する場合には洗濯をすること。

#### b. 生命化学系

- ① DNA の抽出と PCR による増幅及び PCR 産物の電気泳動法による確認
  - ② タンパク質の抽出と分光法による物性検査
  - ③ 分子占有面積の測定と、二次元分子膜中の光重合の実験
- ・ 菌の取り扱いがあるので、加圧蒸気滅菌法、紫外線滅菌法、薬剤（エタノール等）滅菌法の使い分けに注意すること。
  - ・ 菌の取り扱いにおいて手洗いを励行のこと。
  - ・ 核酸検出色素は変異原生なので手袋をして取り扱うこと。
  - ・ 酵素は温度変化に弱いので取り扱いに注意すること。
  - ・ ピペットマンは精密な分取器具なので丁寧に扱うこと。
  - ・ 卓上遠心機、オートクレーブ、窒素ボンベ、定電圧装置、電子レンジ、ガスバーナーなどは安全の観点から確実な操作法を指導者から直接学ぶこと。分光光度計等の精密機器も同様。
  - ・ 微生物の取り扱い、バイオハザードについては「4-2-3 生物試料の消毒・滅菌」を参考にすること。
  - ・ ガラスを破損した際に散らばった破片でケガをすることがある。実験道具を破損してしまった場合には、ガラスの破片等を速やかに片付けること。
  - ・ 化学実験では火を使用する機会があることから、可燃性の薬品、衣類、ノートなどは火のそばに放置しないようにすること。
  - ・ 誤ってやけどをしたり、薬品類が目の中に入った場合には、速やかに処置（「3-2-7 化学物質による事故」参照）、指導教員に連絡すること。
  - ・ 紫外線ランプは目に悪影響を及ぼすおそれがあるため、直接目視しては行けない。
  - ・ 実験に用いる薬品類に関しては、廃液処理の方法は指導教員の指示に従い、決し

て流しに捨てたりしないこと。

#### c. 環境化学系

- ① 環境化学計測の技能講習、大気実測データの統計解析演習
- ② 光触媒反応、フェントン反応による色素分解
- ③ 凝集沈殿による汚水・排水の処理
- ④ 水質評価のためのCODとDO測定
  - ・ 劇薬（硫酸、水酸化ナトリウム水溶液等）を使用するため試薬の性質を熟知しておき、取り扱いには十分注意する。
  - ・ 紫外線ランプを使用する際は、遮光カーテンなどで適切に光を遮光して、直接見ることのないようにする。目は他の体の部位と異なり、損傷を受けると回復不能（失明）に至ることがある。
  - ・ 遠心分離器の回転中には決して蓋を開けてはならない。完全に停止したことを確認してから蓋を開けて管を取り出す。
  - ・ 湯煎器を使用する場合は火傷に気をつけ、空焚きをしないよう湯煎器内の水深に注意する。
  - ・ 容器詰め高圧ガスを使用する場合はガスの種類によって開閉の仕方が異なるため注意が必要である。なお、高圧ガスの開閉は教員またはTAが行う。

### (6) 応用化学実験Ⅳ

各研究室で行うので、それぞれの研究室の説明に従い、事故やけがのないように細心の注意をすること。難しい作業や自信のない作業がある場合には、必ず担当の教員と相談し、適切な指示を仰ぐこと。

#### ※最後に！

また、安全の基本として清掃と挨拶はきちんと行うこと。特に、実験終了時は黙って帰らずに、自分たちの行った実験器具の洗浄、整理を行い、水道のコックを確実に閉め、電気器具のプラグは抜いたことを確認の上で指導者に「終わりました、失礼します。」と挨拶して帰ること。

### 4-3-9-5 卒業研究にあたって

応用化学科の卒業研究では、3年次までの学生実験とは、比較にならないほどの多くの試薬や、機器類を使用する。基本的な注意事項はこれまでに記載した通りであるが、特殊なガスの使用や危険物の取り扱いも増える。また、内容も研究室ごとに専門化し、多くのことを学習しながら研究を進めなければならない。機器の使用等、実験上で不安や疑問が生じたら、必ず研究室の教職員に質問する。応用化学科で研究生活

を送るための注意事項を以下に示す。

### (1) 建物の使用時間

応用化学科棟 1 号館、2 号館、3 号館(旧機能材料工学科棟)、総合研究棟 1 号館の建物の使用時間は、平日 8:00~20:00 である。時間外の使用については、指導教員の許可を得ること。時間外使用時は、必ず 2 名以上の学生で実験を行うこと。

### (2) 危険物の使用

消防法に基づき、建物内に保管できる危険物（有機溶剤）の数量（指定数量の 0.2 倍以下）は規制されている。したがって、原則として 18 L 缶（一斗缶）に入った危険物を応用化学科建物内に置くことはできない。18 L 容器に入った危険物を貯蔵する場合には、危険物倉庫管理者に申し出て許可を得た後、工学部共通の危険物貯蔵所に保管すること。また、使用に際しては、18 L 容器から必要な量だけを別の容器に小分けしてから、実験室で使用する。

### (3) 薬品管理システム

各研究室が保管する全ての薬品類は、薬品管理システムに登録しなければならない。薬品の使用に当たっては、各研究室の指導教員の指示に従って、使用毎に使用日時、使用者、使用量、使用目的等を薬品管理システムにより電子データとして記録すること。この作業を怠ると、研究を停止せざるを得なくなることもあり得る。

### (4) 安全教育

卒業研究に取り組むにあたっては、指導教員から「安全管理ガイドライン」に基づいた安全教育を受け、安全管理について理解する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 「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  
「第 7 版 実験を安全に行うために」、化学同人編集部 編
- [2] （個人で購入する必要は無いが、代表的な本を記す。）  
「取り扱い注意試薬ラボガイド」、東京化成工業（株）編
- [3] The Merck Index 15th ed.
- [4] 「改訂化学のレポートと論文の書き方」、小川雅彌ほか 監修

## 4-3-10 環境社会デザイン学科

### 4-3-10-1 標語

#### (1) 安全のための3原則

- 一、安全は十分な知識から
- 一、安全は周到な準備から
- 一、安全はきめ細かな注意と適度の緊張により

#### (2) 安全のための5条件

- 一、環境の整理・整頓
- 一、作業の段取り
- 一、機器の点検・整備
- 一、体調の維持
- 一、服装を整える

## 4-4-10-2 環境社会デザイン学科の建物や設備について

### (1) 環境社会デザイン学科 1～3号館、実験棟の配置

環境社会デザイン学科 1～3号館は4階建てで、31番講義室が1号館1階に、32番講義室が2号館2階に配置されている。実験室に関しては1号館1階には基盤実験室、2号館1階には土質実験室と岩盤実験室、3号館1階には地盤力学関連の実験室、2階には地圏科学関連の実験室と分析室がそれぞれ配置されている。

学科事務室は1号館2階にあり、1～3号館の3階・4階には各教員研究室や学生研究室、さらに各階に共用研究室がある。また、実験棟は4棟あり、第1・3実験棟（水理実験室）、第2実験棟（構造・振動実験室）、実習工場・研究実験棟（建設材料実験室）からなる。

環境社会デザイン学科 3号館3階にある関東地区自然災害資料センターは、自然災害、地盤災害、大都市災害などをはじめとする自然災害全般に関する資料や航空写真の閲覧や貸出を行っている共同利用施設である。

環境社会デザイン学科 1～3号館の詳細な配置図を各館玄関付近の壁に掲示しているので参照のこと。

環境社会デザイン学科で開講される実験科目は、

- 環境社会デザイン実験： 環境社会デザイン学科 2号館1階（土質実験室）
- 環境社会デザイン学科 3号館1階（第1実験室）
- 環境社会デザイン学科 第1実験棟（水理実験室）
- 環境社会デザイン学科 第2実験棟（構造・振動実験室）
- 実習工場・実験研究棟 1階（コンクリート製造室，強度試験室）
- 総合研究棟 1号館9階（応用生態工学実験室）

にて実施される。

## **(2) 避難経路, 非常口**

避難経路は各部屋に掲示してあるので確認すること。環境社会デザイン学科1号館と2号館の間(中央)には非常階段があり、1号館東側階段、2号館西側階段と共に、非常時の避難経路になっている。中央の階段は1階から外に出ることが可能である(ただし、1階の1号館土質工学実験室、2号館共用実験室1を通り抜ける避難経路はないので注意のこと)が、原則として非常時のみの使用としており、通常は1階の外へ出る扉は出入り禁止となっている。

火災時には階段にある防火扉、防火シャッターが自動的に閉まる。したがって、防火扉の周辺にはものを置かないこと。

## **(3) 火災報知機, 消火栓**

各階の廊下北側に火災報知機と消火栓がある。非常時や訓練時以外にみだりに開けてはならない。

## **(4) 救急箱**

万が一けがをした場合、簡単な応急処置をするための救急箱が環境社会デザイン学科1号館2階事務室に常備されている。

## **(5) 電話の使用法**

大学外へかけられる電話(外線電話)は事務室に配置されている。非常の際は、教職員や守衛所、消防署に携帯電話等で必要な連絡を行う。

各研究室には、緊急時の連絡先を記入した「火事・地震・救急等緊急時マニュアル」を掲示してあるので利用する。

## **(6) 建物の施錠**

環境社会デザイン学科1・2・3号館は、1号館東入口、2号館西入口、および3号館正面玄関は、月曜から金曜の午前7時に開錠され、午後8時に施錠される。

この時間以外や土・日・祝日・一斉休業時は、学生証をカードリーダーにかざして入館することになる。ただし時間外の入館が許可される学生は、各研究グループに配属された学生や大学院生等になる。なお、1号館と2号館の間にある非常口は、通常時には出入り禁止となっている。

## **(7) 研究室・実験室の利用について**

環境社会デザイン学科で開講される各実験講義においては、担当教員の指示に従い、十分注意して実験室を使用する。

卒研生および大学院生は、所属の各研究室において実験などを行う場合、指導教員お

よび担当技術職員の許可を得て実験室を使用する。

またやむを得ず、学生研究室や実験室を、担当教員から指示された規定時間以外に使用する場合は、指導教員の許可を得て使用すること。その際、各研究室で定めるルールに従うこと。

## (8) 喫煙について

たばこは放火を除く失火原因の第1位であり、健康面のみならず、安全面においても重大な問題を有している。環境社会デザイン学科においては建物内における喫煙は禁止されている。喫煙は必ず、指定された喫煙場所（灰皿設置）にて行うこと。

また、たばこの吸殻や灰は高温であり、周囲に可燃物質があれば容易に点火する。風の強い日に捨てられた吸殻により、枯葉や枯草に燃え移る可能性を考えると、仮に吸殻を灰皿に捨てていても、火が完全に消えていない状態は非常に危険である。吸殻は必ず火が消えていることを確認して灰皿に捨てること。

### 4-3-10-3 学生実験・実習における安全

#### (1) 実験科目における注意事項

環境社会デザイン学科で開講される実験科目（環境社会デザイン実験：3年生第1・2ターム必修科目）は、環境社会デザイン学科2号館1階の各実験室、環境社会デザイン学科第1・第2実験棟、実習工場・研究実験棟1階、環境社会デザイン学科3号館1階、総合研究棟1号館9階（応用生態工学実験室）にて行われる。開講時に実施するガイダンスにおいて、実験室の使用に関する安全面での注意事項があるので、各担当教員の指示に従うこと。また、第4章「4-2 学生実験における安全管理」についても事前に必ず参照しておくこと。

環境社会デザイン実験は、地盤実験・水理実験・材料実験・環境実験よりなる。実験科目受講時には、担当教員からあらためて説明があるが、各自必ず目を通しておくようにする。特に重要な事項を以下に記す。

##### a 実験室内の物品や器材の取扱いについて

- ・実験室内の装置・器材等は、指示を受けた物品以外は絶対に手をふれてはいけない。使用した器具は必ずもとの位置に返却すること。
- ・実験室には、授業で使用する設備以外にも危険な機械などが置いてあるが、指示のあったもの以外には許可なく勝手に手を触れないこと。
- ・実験室には重量物が置いてあり、また実験作業に際して試験体などの重量物を運搬することもある。重量物の運搬に際しては十分注意し、互いに声を掛け合いながら作業すること。
- ・実験作業に際して、強力な接着剤や有機溶剤を使用することがある。これらの取り扱いには十分注意すること。

#### b 実験時の服装について

- ・腕や足の肌を露出していると重大な怪我に結びつくことがあるので、実験の受講に際しては必ずズボンと靴を着用すること。なお、本来ならば長袖シャツの着用が望ましいが、シャツについては義務とはしないので、怪我のないよう十分注意すること。
- ・サンダルでの受講は禁止する。サンダルを着用している者は、その日の実験参加を認めず、当該回を欠席扱いとするので注意すること。
- ・水質実験では薬品を使用するため、必ず白衣，保護メガネ，保護手袋を着用すること。

## (2) 現地調査等のフィールドワークにおける注意事項

課題に関連する現場を学生が調査・視察する場合、社会的常識に則り、安全を心がけて行動すること。特に重要な事項を以下に記す。

- ・立ち入りが禁止されている場所への立ち入りは決して行わず、単独で危険な場所へ行くことは慎む。
- ・調査における天候や時間帯については、無理のない行動計画の立案および当日の適切な実施判断が必要である。
- ・事前に現地の状況に関する情報収集を可能な限り行い、行動計画を立てた上で、教員や参加者に周知する。
- ・調査では、交通事故の発生に十分注意すること。
- ・調査地で危険生物（スズメバチ、毒蛇等）の生息が想定される場合については、救助、応急措置、連絡の手段を整えておくこと。
- ・調査時の服装、装備については、現地の危険要素、危険生物との遭遇を踏まえ、適切な服装、装備にて実施すること。
- ・万が一、事故等に遭遇した場合には、適切な応急措置、救助の支援、教員への連絡、報告を行うこと。

### 4-3-10-4 研究における安全(卒研究生以上対象)

#### (1) 一般的な注意事項

各所属グループにおいて、研究に関わる実験作業を行う場合は、必ず指導教員および担当技術職員の指示に従って実験室を使用する。以下に一般的な注意事項を列挙する。また、「安全管理ガイドライン」(以下、ガイドラインと称する)も必要に応じて参照すること。

#### a 整理整頓、服装等

- ・実験室内は常に整理整頓に努めること。機器類や材料類を通路に放置すると、躓くなどの危険を伴う。やむを得ず物品を仮置きする場合には、スペースや安定性など

に十分配慮すること。

- ・実験着および実験靴は、実験の状況に応じて適切なものを選ぶこと。

体：袖じまり、裾じまりがよく、動きやすい作業服等を正しく着用する

足：サンダルは絶対に禁止、出来れば安全靴の着用が望ましい

頭：実験室内ではヘルメットの着用が望ましい

#### b 機器類の使用

- ・試験機、ピック、バイブレータなどの機器類は、操作マニュアルに従って注意深く行うこと。特に、電源プラグの抜き差し時には、事前に電源スイッチが off になっていることを確認すると共に、コードではなくプラグをしっかり持って行うこと。
- ・载荷試験機で荷重を载荷している時は、近寄ったり顔を近づけたりしないこと。
- ・ミキサ、カッター、ドリルなどを使用する際は、手などを巻き込まれたりしないように注意すること。特に、手袋をしている場合には巻き込まれやすいので、十分注意すること。また、カッターやドリルなどの加工機械を用いる時は、加工対象物をしっかりと固定すること。
- ・機械類の起動時には、機械のそばに人がいないかどうか、安全を十分に確認してから行うこと。

#### c 作業実施時間等

- ・教職員が不在の際は、実験において危険・有害な作業を行わないこと。やむを得ず実験作業を行う場合は、必ず担当教員の承認を得ること。
- ・実験作業を所定の場所以外で行う場合には、必ず担当教員の承認を得ること。
- ・危険性・有害性の高い作業は、休日および午後 8 時以降に実施してはならない。また、必ず一人ではなく複数人で行うこと。
- ・不在時に無人運転機器がある場合は、必要な安全措置をとり、緊急時の連絡先を部屋の入り口等の見やすい場所に掲示すること。

#### d その他

- ・実験台の上に多数の薬品を放置しないこと。特に、床に薬品を放置することは絶対にしないこと。
- ・薬品容器および廃液容器の蓋または栓は必ず閉めておくこと。
- ・揮発性の溶剤を使用している実験室では、直火の暖房器具を使用してはならない。
- ・火気を使用した際、蚊取り線香などを使用した際には、火が消えているかなどの後始末を十分に行うこと。

その他、実験室毎に使用する機器類・薬品類の使用にあたっては、担当教員や技術職員の指示を遵守し、事故などが発生することのないよう十分注意して取り扱うこと。

次項の(2)以降に、実験作業毎の具体的な注意事項のうち、主要なものみの概要を示

す。いずれの作業においても、何らかの関連法規が存在する（すなわち人間の生活や環境に対して害を与える可能性があることを意味する）ことを明確に認識しておくべきである。作業を行う際には、事前に以下の注意事項に目を通しておくこと。また、これら以外の詳細な注意事項については「ガイドライン」を熟読しておくこと。

## (2) 危険薬品に関する事項

毒性、可燃性、爆発性等のため、特に危険性の高い物質については、実験計画の段階から、どうしても使用せざるを得ないか？ 代替物質はないか？ などを十分に検討し、危険性の高い物質の使用を最小限に止める努力をしなければならない。

## (3) 排出ガスに関する事項

大気汚染防止法、悪臭防止法、特定化学物質等障害予防規則および地方自治体の公害防止条例の観点から、排出ガスの処理に細心の注意を払う。

## (4) 廃液に関する事項

教育・研究廃液の処理については、本学の廃液処理施設の廃液分別要領に従って細心の注意を払わなければならない。特別な廃液処理が必要な物質については、「ガイドライン」中の「8.4 実験系廃棄物」に示されている。

- ・薬品を含有した廃液は、流しから排出してはならない。
- ・実験廃液は、「8.4 実験系廃棄物」に示す分類基準に従い、性状別に廃液タンクに入れること。

## (5) レーザー装置に関する事項

レーザー機器は、人体への危険の度合に基づく被爆放出限界によりクラス分けされている。クラス1およびクラス2については、レーザー光をむやみに人体に向けることを避けさえすれば特に注意する点はない。クラス3Aでは、望遠鏡等の拡大光学機器を用いたレーザー光の直接観測は危険である。クラス3Bおよびクラス4レーザー機器については、「ガイドライン」に示された事項を遵守する必要がある。

## (6) 高電圧機器に関する事項

高電圧機器を使用する際は、その周囲に十分な空間を確保すること。十分な空間の確保は2次災害の防止に対しても有効である。なお、高電圧機器が故障した場合には、自分で手を触れることは絶対にせず、すみやかに管理担当者に知らせること。

## (7) 機械に関する事項

研究の遂行上、組み付けや簡単な工作等でクレーンや研削盤等の工作機械ならびに電

動機器等を使用する場合には、以下の規則に従わなければならない。

- ・労働安全衛生法（第 61 条等）
- ・労働安全衛生規則（第 36 条，第 634 条等）
- ・行政通達（玉掛け作業の安全に係るガイドライン，H12.2.24 基発第 96 号）

環境社会デザイン学科に関わる主要な注意事項を以下に列挙する。

- ・クレーンの操作、及び玉掛け（クレーンの留め具に固定した荷物を掛け外しする作業）は、有資格者が行うこと。
- ・研削盤、ボール盤、旋盤等の工作機械等は、十分な教育および訓練を受けた後に操作すること。また、作業者は防塵メガネ等の保護具を使用すること。

#### **(8) 重量物の取り扱いに関する事項**

重量物を運搬する際には、作業スペースと手順について、予め十分に検討してから行うこと。特に、物品を持ち上げてしまってから、置き場所を考える、「枕」（荷物を下ろした後にワイヤーを引き抜けるようあらかじめ下に敷いておく木材）の準備をするなどということがないように注意する。その他の注意事項を以下に列挙する。

- ・重量物の運搬に際しては、ヘルメットおよび手袋を着用するものとし、かつ安全靴の着用が望ましい。サンダルは絶対に禁止とする。
- ・持ち上げた重量物の下に潜ったり、足を入れたりしないこと。
- ・重量物設置または仮置きの際は、手や足を挟んだりしないよう注意すると共に、物品の安定や作業スペースの確保に注意を払うこと。
- ・複数名で運搬作業を行う場合には、動作毎に互いに声をかけ合い、確認すること。

#### **(9) 高所作業および野外実験・調査に関する事項**

- ・高所作業の際は、イス、脚立の安定に常に注意を払うこと。
- ・作業箇所の下に人がいないか確認し、上から物を落とさぬよう留意すること。
- ・一ヶ所に留まっただけの作業では、命綱を用いるのが望ましい。
- ・野外の現場では、それぞれの状況に応じて十分な安全対策を講ずること。

### **4-3-10-5 廃棄物の処理について**

#### **(1) 一般廃棄物**

各実験室や学生研究室において発生した一般廃棄物は、各自が定期的に所定の場所へ運搬・搬出する。環境社会デザイン学科棟から最も近い所定の場所は、環境社会デザイン学科 1 号館南側の集積所である。なお、一般廃棄物の分別については、「ガイドライン」の「5.5 廃棄物に関する事項」に示してあるので参照すること。

## **(2) 産業廃棄物**

各実験室や学生研究室において発生した産業廃棄物については、みだりに集積所に投棄せず、工学部や学科、および研究室の指示に従って廃棄すること。

## 第5章 共通施設における安全管理

### 5-1 実習工場

実習工場は、「実習工場・研究実験棟」の東端に設置されている。

実習工場内には壁面に「安全注意事項」として、作業者の傷害防止のために法で定められた事項及び安全上守らなければいけない事項を掲示しているため、よく読んでから作業する。

工作機械を安全に利用するためには、作業者が自覚を持ち、最適な作業環境を保って災害防止に努めることが必要で、これを守れない者は工作機械の使用を禁止する。

#### 5-1-1 実習工場の利用

「実習工場利用の手引き」に基づいて、所定の手続きを行い利用する。また、金属シャワー、NC 工作機械は学生単独での使用を禁止する。

#### 5-1-2 一般的注意事項

##### (1) 服装

- a ネックレス・リング等を付けての作業は禁止する。
- b 夏季であっても冷房が十分効いているので、半袖、腕まくり等は認めない。
- c 作業を見学するだけでも、同様とする。

##### (2) 作業靴

- a 靴のかかとをつぶして履かない。
- b 作業を見学するだけでも、同様とする。

##### (3) 手袋

- a 手袋の着用は禁止する。ただし、重量物運搬時の防滑手袋、溶接作業時の耐熱手袋は着用する。

##### (4) 保護具

- a 作業を行うときは必ず保護めがねをかける。(貸出用のものが工場内に用意されている) (一般のメガネをかけていれば、必ずしも保護めがねを着用する必要はない)
- b 危険を伴う作業をする場合は、必要な保護具(ヘルメット、防塵マスク等)を着用する。

##### (5) 整理・整頓

- a 常に整理・整頓を心がけ、機械の使用後は必ず工作機械及び周辺の清掃を行う。
- b 入口、配電盤、消火器等の付近には物を置かない。
- c 安全通路内に物を置かない。
- d 工具、工作物、清掃用具等は安全を考慮して置く。
- e 切りくずを捨てるときは東側外に設置された切りくず置場（物置）内の指定された容器に入れる。
- f 缶、ビン、ペットボトルは工場内に捨てない。

### 5-1-3 各工作機械の注意事項

#### (1) 旋 盤

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b ベッド、刃物台の上に工具、工作物、測定具、ウエス（布きれ）等を置かない。
- c 工作物の取付け、取外しは、刃物台を逃がしてから行う（刃先でケガをする）。
- d 工作物の取付け、調整が済んだら、チャックハンドルを直ちに外す。
- e チャックの回転方向に立ってはいけない。往復台の右寄りに立って作業する。
- f 主軸回転中は切りくずに触らない。切りくずの処理を行う場合は、機械を停止させてからブラシ等で払う。
- g 切りくずの飛散する作業は、遮閉板を使用する。
- h ウエス等を回転部分へ絶対に近づけない。
- i 刃物送り台の摺動面を露出させた状態で加工を行わない。
- j 切込み中または自動送りによる切削中は、主軸を停止させてはいけない。
- k 寸法測定や工具交換を行うときは、機械を停止させ、ギヤをニュートラル（中立）にしてから行う。
- l 心押し台を使わないときは、ベッド右端に寄せて固定する。

#### (2) フライス盤

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 機械のテーブル上に工具、工作物、測定具、ウエス等を置かない。
- c チャックを交換するときには、落下させないように十分注意する（チャック、工具、テーブルを傷つけないようにする）。
- d 早送りでの軸移動は、工具と工作物や取り付け具の干渉に注意する。
- e 早送りを止めても自動送りは動いているので、注意する。
- f 回転中の主軸には、手を触れたり、顔を近づけたりしない。特に回転部分に袖口等を巻き込まれないようにする。
- g ウエスを回転部分へ絶対に近づけない。

- h 主軸回転中は切りくずに触らない。切りくずの処理を行う場合は、機械を停止させてからブラシ等で払う。
- i 切りくずの飛散する作業は、遮閉物を使用する。
- j 切込み中または自動送りによる切削中は、主軸を停止させてはいけない。
- k 寸法測定や工具交換を行うときは、機械を停止させ、非常停止ボタンを押してから行う。

### (3) 研削盤

- a 使用する場合は実習工場職員に連絡してから作業を行う。
- b 加工を始める前に各部分（特に砥石）の点検をしてから、機械を作動させる。
- c スイッチを入れ砥石を1～2分空転させて、回転が上がってから使用する。
- d 工作物は、マグネットチャックを傷つけないように、静かに取り付ける。
- e 工作物をマグネットチャックに取り付け後、磁力が働いていることを確認する。
- f 砥石回転中は、砥石の回転方向（テーブルの移動方向）に決して立たない。
- g 砥石は目詰まりしやすいので、目直し（ドレッシング）を怠らない。
- h 加工後の測定及び工作物の着脱は、砥石の回転が完全に停止してから行う。
- i 加工終了時に砥石を数分間空転させて、砥石から研削液を振り切る。
- j 砥石の取り替えは、特別安全教育修了者以外は行えない。

### (4) グライNDER

- a 加工を始める前に各部分及び砥石の点検をしてから、機械を作動させる。
- b 研削砥石と受け台との間隔は常に3 mm以内に保つ。受け台の調整は、砥石の回転が完全に停止してから行う。
- c スイッチを入れ、砥石を1～2分空転させ、回転が上がってから使用する。
- d 平型砥石の側面を使用してはいけない。
- e 砥石の目直しを怠らない。
- f 小物、薄物を研削するときは、工作物がはねるので注意する。
- g 砥石の取り替えは、特別安全教育修了者以外は行えない。

### (5) ボール盤

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 機械のテーブル上に工具、工作物、測定具、ウエス等を置かない。
- c 薄板、銅合金等は、切削中に振り回されやすいので、取付具を使用して確実に取り付ける。
- d 回転中の主軸には、手を触れたり、顔を近づけたりしない。特に回転部分に袖口等を巻き込まれないようにする。

- e ウエスを回転部分へ絶対に近づけない。
- f 主軸回転中は切りくずに触らない。切りくずの処理を行う場合は、機械を停止させてからブラシ等で払う。
- g ドリルが工作物を貫通するとき、または穴あけ後にドリルを戻すときは工作物が振り回されやすいので注意する。
- h ドリルが折損しないように、切削条件、刃の状態、切れ味、工作物の保持等に気を配って作業する。
- i 寸法測定や工具交換を行うときは、機械を停止させてから行う。チャックハンドルは必ず抜き取っておく。

## **(6) 横鋸盤**

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 工作物の取り付けは、確実に行う。
- c バイス挟みしろが少ないときは治具を利用する。
- d 始動時は、圧力調整ダイヤルをゼロとし、徐々に所定の圧力まで上げて使用する。  
(材料の硬さに合った圧力調整をする)
- e 長尺物を切断するときは、支持台に乗せ、周囲の邪魔にならないように注意する。
- f 細い材料（10 mm 未満）を切るときは作業前に相談する。
- g 円柱状の材料を垂直方向に立てて、円周方向を分割するような切断は、鋸刃を破損させやすいので行わない。

## **(7) 縦鋸盤**

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 鋸刃の緩み具合、鋸刃押さえの間隔等を調整してから作業する。
- c 表示板にて材質、速度を確認してから切断する。
- d 速度変換は鋸刃を回転させたまま行う（無段変速のため）。
- e 手を巻き込まれる危険があるので、丸棒の切断は基本的に行わない。行う時は工場職員の指示をあおぎ、治具等でしっかりと挟んでから切断する。
- f 鋸刃をねじるような極めて小さい円弧の加工は行わない。
- g 円柱状の材料を垂直方向に立てて、円周方向を分割するような切断は、鋸刃を破損させやすいので行わない。
- h 鋸刃が破損したときは、直ちに停止スイッチを押す。

## **(8) 高速切断機**

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 工作物の取り付けは、確実に行う。

- c 材質にあった切断砥石を使用する。
- d 砥石の回転が上がったことを確認してから切断する。
- e 切断中は、レバーを力一杯押さない。
- f 薄く切り取るときは、砥石が曲がって割れやすいので注意する。
- g 砥石の回転中に、工作物の取り外しをしてはいけない。
- h 切断された工作物は摩擦熱で高温になっているので取扱いを注意する。

### (9) 精密切断機

- a 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- b 工作物の取り付けは確実に行う。
- c 材質にあった切断砥石を使用する。
- d 保護カバーを確実に閉める。
- e 砥石の回転が上がったことを確認してから切断する。
- f 工作物と砥石に切削液が確実に当たるよう調整する。
- g 薄く切り取るときは、砥石が曲がって割れやすいので注意する。
- h 砥石の回転中に、工作物の取り外しをしてはいけない。

○以下の工作機械は、学生単独の使用はできないので、実習工場職員または機械工学・システムデザイン学科技術職員に依頼する。

### (10) 金属シャー(シャーリング)

- a 鉄の場合 2 mm 以上、アルミの場合は 3 mm 以上の板厚の物は切断できない。
- b 加工を始める前に各部分を点検してから、機械を作動させる。
- c 電源スイッチを入れる前に工作物を差し込まない。
- d 機械の回転が上がってから切断する。
- e 共同作業の場合は、起動、停止前に必ず仲間に合図をしてから切断する。
- f 切断するときには、必ず工作物押さえより手前に手を引いてから切断する（防止枠の内側には手を差入れない）。
- g 小さい工作物は、治具等を利用して切断する。

### (11) マシニングセンタ

- a ハンドル操作での加工は行わない。
- b 材質の判らない材料、実習工場職員が不適と判断した材料は加工できない。
- c 工具と工作物との干渉に十分注意する。
- d 必ずプログラムチェック、バーチャルマシニング等を十分に行ってから加工する。
- e 加工中はできるだけ機械から離れてはならない。やむを得ず離れる場合は一時停止

状態にする。

#### (12) 複合加工機

- a チャック圧力の調整を行ってから、加工を行う。
- b 爪成形以外のハンドル操作加工は行わない。
- c 材質の判らない物、実習工場職員が不適と判断した材料は加工できない。
- d 工具と工作物やチャックとの干渉に十分注意する。
- e 必ずプログラムチェック、バーチャルマシニング等を十分に行ってから加工する。
- f 加工中はできるだけ機械から離れてはならない。やむを得ず離れる場合は一時停止状態にする。

#### (13) ワイヤカット放電加工機

- a 材質の判らない材料、実習工場職員が不適と判断した材料は加工できない。
- b 感電には十分気を付ける。
- c 電極アームと工作物や取付具との干渉に注意する。

#### (14) 型彫り放電加工機

- a 感電には十分気を付ける。
- b 放電加工油を使っているため、火災に注意する。特に夜間の運転は出来ない。

### 5-1-4 アーク溶接

技能講習修了者以外は使用できない。使用する場合は実習工場職員に連絡する。

- a 火傷や感電を防止するため、溶接作業中は溶接用保護具（手袋、腕カバー、エプロン、足カバー）を必ず着用する。
- b 溶接アークから目を保護するために遮光ヘルメットを必ず着用する。
- c 溶接作業中はガスが発生するので、換気に十分注意する。

### 5-1-5 災害発生時の対策(第3章参照)

不幸にして災害が発生した場合は状況をよく判断し、適切な処置を執る。

- a 速やかに電源スイッチを切り、機械の運転、送電を停止する。
- b 負傷者には応急手当をし、また感電の場合は主電源スイッチを切り負傷者を動かさず関係箇所に連絡する。
- c 火災発生の場合には、消火活動をすると共に直ちに非常事態を関係箇所に連絡する。

## 5-2 情報メディア基盤センター

当センターは、情報メディア基盤センター棟と工学部講義棟の一部からなっている。授業が行われる情報メディア端末室は、工学部講義棟にある。建物の構造及び設備状況、特に、消火器、火災報知器、避難器具及び防火扉の所在については、日頃から確認しておく。

センター内に配備されている消火器は CO<sub>2</sub>消火器もあり、これらは密閉された空間で使用すると酸欠をおこす危険性があるので、種別を確認し注意して使用する。

情報メディア端末室における注意事項を下に記す。

- (1) 授業中に災害が発生した場合、情報メディア端末室内の学生は、指導教員の指示に従って行動する。指導教員は、必要な指示・処置を行った後、出来るだけ速やかに情報メディア基盤センター 2階の事務室まで連絡する。

また、開放時間中に災害が発生した場合、まず自分自身の安全の確保を優先し、安全が確保された後、出来るだけ速やかに情報メディア基盤センター 2階の事務室まで連絡する。

(職員が不在の場合は、翌日以降、出来るだけ速やかに連絡する。)

緊急時の一般的な対応については、「3-1 緊急の場合の対応」を参照。

- (2) ディスプレイ画面の長時間の注視は、頭痛、目のちらつき、視力低下の原因となるので、適正な休憩をとり、目の負担を軽減するとともに、遠方を見て視力回復に努める。詳しくは安全管理ガイドラインの「VDT 作業に関する事項」の項目を参照すること。

## 5-3 科学分析支援センター

### 5-3-1 一般的注意

科学分析支援センター（以下、センター）に設置されている分析機器は自己測定が原則である。従って、センターを利用する者は、測定指導者による講習を受け、測定者として登録された後、本人が直接測定に当ることになる。機器操作時には不測の事故が生じないように充分注意を払って測定に当ることが望まれる。

以下に主な注意点を掲げる。なお、設置されている機器は多種にわたっているため、それぞれの機種の詳細については、講習の際に示される注意事項を遵守しなければならない。

- (1) 初めてセンターの機器を利用しようとする者は、事前に当該年度の「科学分析支援センター利用ガイド」の受講が必須である。
- (2) 分析機器を利用するには、測定指導者による講習を受け、測定者として認定され、登録されなければならない。
- (3) 測定に際しては、事前に予約システムに装置予約をする。予約した時間を守り、測定を中止した場合は予約も取り消す。
- (4) 装置によっては、高真空、強磁場、X線の発生などがあるので、測定はマニュアルに従い、充分注意を払って行う。
- (5) 測定者は、測定中の機器の故障等、自分で対処できない事態に陥ったときは、必ずセンター担当者、測定指導者および指導教員に申し出て、指示を求めなければならない。
- (6) 測定中または試料作製時に有害物質を使用するとき、または化学反応による有毒ガスの発生の恐れがある場合には、事前にセンター担当者に申し出なければならない。
- (7) センターの利用時間は、原則として平日の午前9時から午後5時までである。土、日、祝日は安全、事故防止の観点から利用禁止である。

※ 詳細はホームページ <https://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/>を参照。

### 5-3-2 液体窒素の利用

科学分析支援センターでは、寒剤として様々な用途で利用される液体窒素（ $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）を提供している。液体窒素を安全に利用するには以下に示す注意事項を厳守しなければならない。

- (1) 液体窒素の採取時間は原則として平日の午前9時～午後5時までである。
- (2) 初めて液体窒素を利用しようとする者は、事前に「液体窒素利用ガイド」を受講しなければならない。
- (3) 凍傷防止のため、革手袋を着用する。

- (4) 液体窒素採取中は席を外さない。
- (5) 酸欠防止のため、採取中は扉を開放しておく。運搬時にエレベーターに人と液体窒素容器とを同乗させない。
- (6) 爆発防止のため、液体窒素容器を密封しない。
- (7) 大量（50 L 以上）に採取する時は、午前中に行う。
- (8) 採取後は記録簿に必要事項を記入する。

※ 詳細は科学分析支援センターホームページの「サービス：液体窒素」を参照

<https://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/service/service4.html>

### 5-3-3 アイソトープ実験施設

放射性同位元素を用いる実験は、アイソトープ実験施設の管理区域内で行わなければならない。さらに、同実験を行う者は、法令に定められた健康診断を受診し、教育訓練を受講しなければならない。健康診断は、定期的（年1回）に受診することが課せられている。教育訓練は、年度始めに行われている。

- (1) 実験終了後には身体、白衣、手袋、スリッパが汚染していないか確認してから退出する。
- (2) 使用する放射性同位元素の物理的、化学的特性を良く理解した上で取り扱う。
- (3) 作業経験の少ない利用者は、単独での作業を控える。
- (4) 実験室は整理整頓して、汚染事故が起こらないように努める。また、不要な物は持ち込まず、実験室の物を外に持ち出す場合は必ず汚染検査を行う。
- (5) アイソトープ実験施設の利用時間は、安全・事故防止の観点から原則として平日の午前9時から午後5時までである。

※ 詳細は「アイソトープ実験施設利用マニュアル」を参照

<https://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/forms/forms.html#form3>

## 5-4 危険物貯蔵所

### 5-4-1 危険物貯蔵所の概要

可燃性の有機溶媒や発火性の化学物質の保管・取り扱いは、消防法により厳しく規定されている。特にこれらの化学物質（消防法上、「危険物」と呼ばれる）を多量に保管する場合には、火災による被害を最小限にするために、法令で定められた安全設備を備えた保管場所に置くことが義務づけられている。このような保管場所を「危険物貯蔵所」と呼ぶ。

理工学研究科には、大学敷地の東側・フェンス沿いに危険物貯蔵所が2ヶ所あり、その1つは理学部1号館脇、もう1つは機能材料工学科棟の脇にある（図5-1）。それぞれの場所には耐火材料（ブロック）で作られた建屋が各々2棟あり、図5-2のような区分で使用されている。理学部1号館脇の貯蔵所は主として理学部、機能材料工学科棟脇の貯蔵所は主として工学部が使用している。なお、貯蔵所内への危険物の保管を希望する場合には、危険物貯蔵所の保安監督者（貯蔵所に氏名が掲示されている）に申し出る。

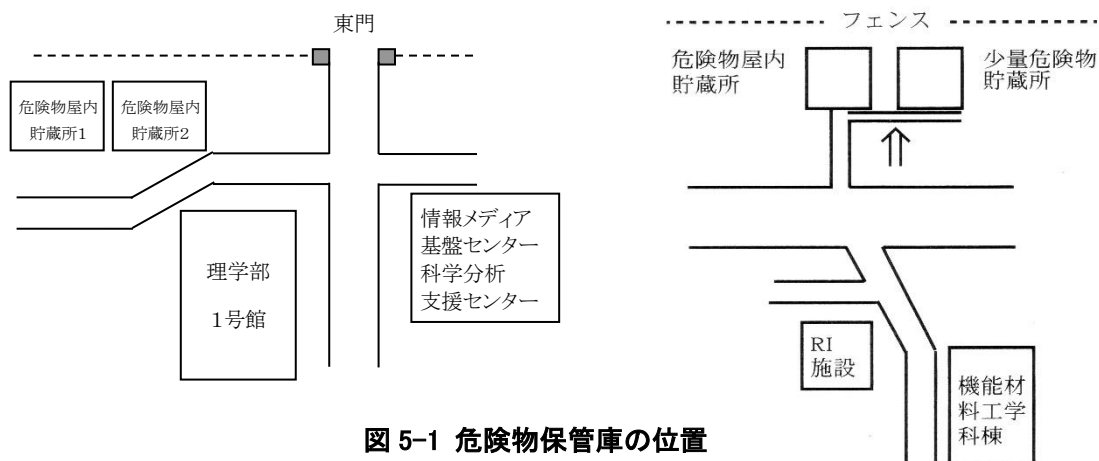


図 5-1 危険物保管庫の位置

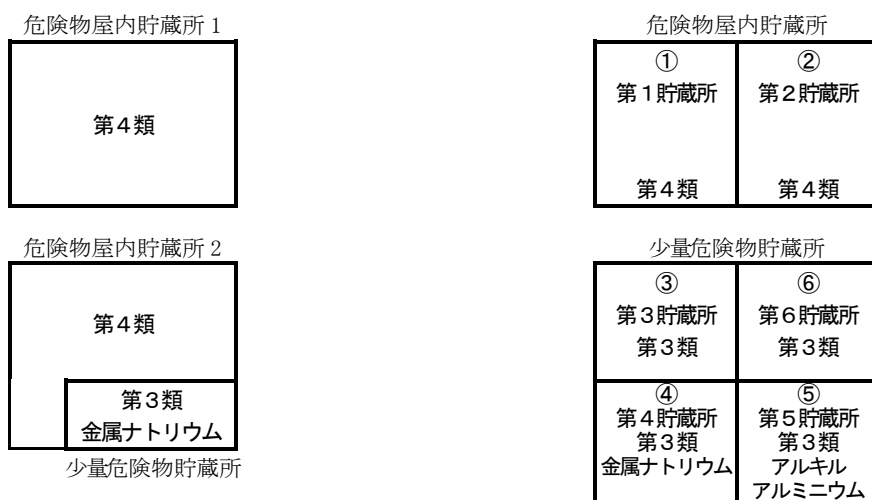


図 5-2 危険物貯蔵所内の配置

#### 5-4-2 危険物取り扱いの注意

自然科学系の学部や大学院では、石油類をはじめとする引火性の強い物質、熱や衝撃または水をかけると発火、爆発するような化学物質が多く使われている。これらの危険物は、消防法によって分類され、取り扱い施設の安全性に応じて保管できる数量が細かく規定されている。消防法では、許可施設(危険物貯蔵所あるいは少量危険物貯蔵所等)以外の場所に大量の危険物を保管することを禁じており、研究室内に大量の有機溶媒等を保管することは消防法違反となる。従って、原則として危険物の保管は、危険物貯蔵所または少量危険物貯蔵所で行い、必要量をドラフト内等、十分な換気ができる場所で小分けした後、研究室に持ち込まなければならない。なお、危険物貯蔵所等からの薬品の出し入れは、危険物に関する法令および危険物の物理・化学的性質に関する知識を持つ「危険物取扱者」の資格を持つ者が行うか、有資格者の立ち会いの下で行わなければならない。

危険物の取扱いは、研究室に所属する教職員・学生の安全に係わるだけでなく、施設の利用者全員の安全に係わることであるから、消防法を遵守して適正な保管・取り扱いを心がけてほしい。