

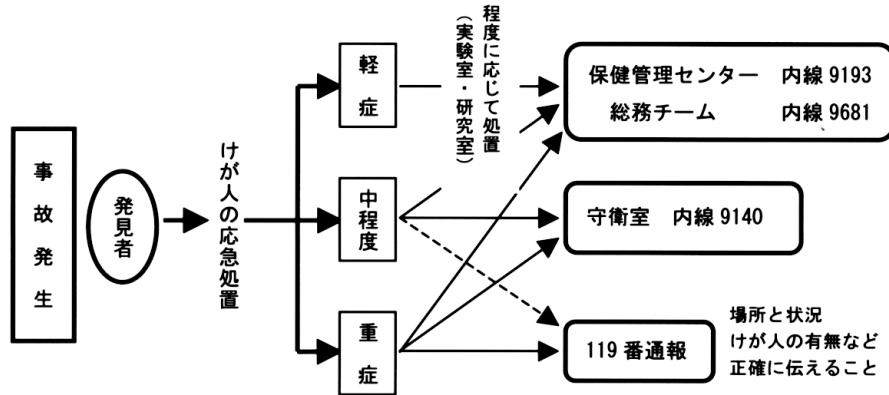
# 安全衛生手帳

第1版



愛媛大学工学部

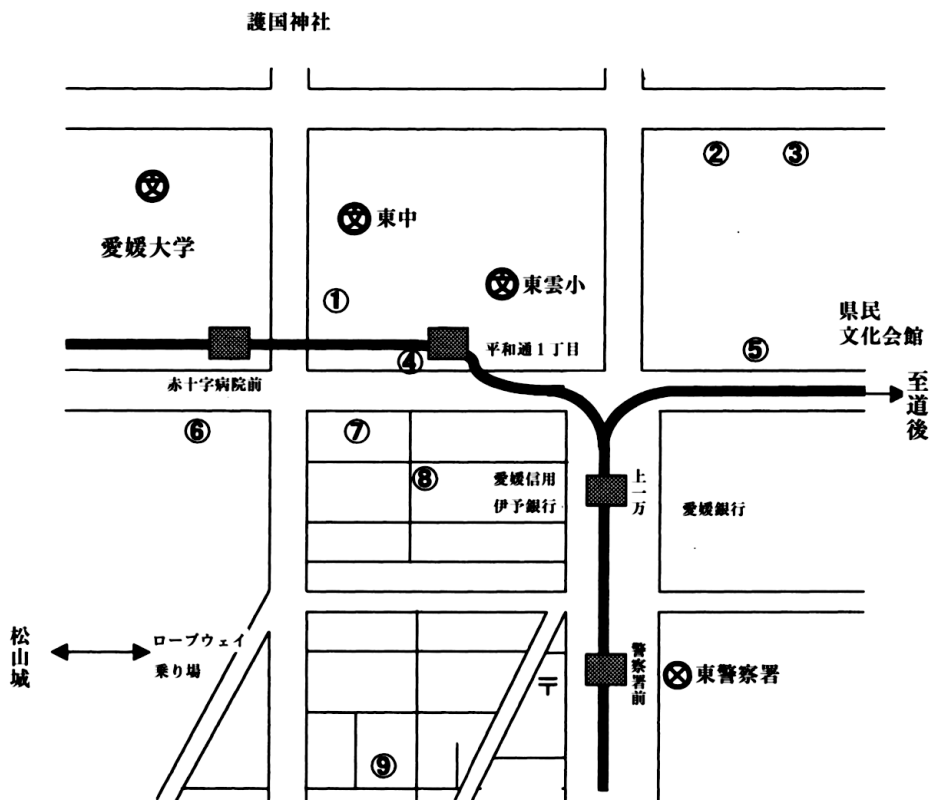
## 緊急時の対応（負傷・けが）



上記のところへ電話をかけ、

「どこで、誰が（職員または学生名）、どこを負傷した。」と告げ、指示を受けます。

## 医療機関案内図



- |               |          |              |          |
|---------------|----------|--------------|----------|
| ① 松山赤十字病院     | 924-1111 | ⑥ むねた内科・循環器科 | 913-1233 |
| ② おかだ整形外科     | 926-2525 | ⑦ 上甲医院       | 932-2437 |
| ③ 桑折皮膚科・内科・外科 | 923-0813 | ⑧ 浦屋病院       | 943-0150 |
| ④ 末光耳鼻咽喉科     | 924-8733 | ⑨ N T T 松山病院 | 936-2461 |
| ⑤ 豊島内科        | 924-2936 |              |          |

まえがき	5
はじめに	7
1. 健康管理	9
1.1 健康管理	9
1.2 保健管理センターの健康診断および健康相談	9
1.3 体力づくり	11
1.4 交通安全	12
1.5 参考文献	14
2. 安全に実験・実習をするために	15
2.1 整理・整頓・清掃・清潔	15
2.2 実験・実習を行う前に	15
2.3 作業にあたって	15
2.4 電気器具の取扱い	16
2.5 機械類の安全運転について	18
2.6 化学実験の一般的注意と化学物質の取扱い	20
3. 防火と消火	25
3.1 火災について	25
3.2 火災を起こさないためには	25
3.3 火災予防	25
3.4 火災が起こったとき	26
3.5 消火器の種類と取扱い方	27
3.6 爆発が起こったとき	28
3.7 避難	28
3.8 休日および夜間の通報連絡	29
4. 地震対策	31
4.1 地震にそなえて	31
4.2 地震が発生したらどうするか	31
5. 人身事故、ケガについて	33
5.1 人身事故の救急処置	33
5.2 ケガの一般的共通事項	35
5.3 薬品による障害の応急処置	36
5.4 外傷の処置	37
5.5 やけどの処置	39
5.6 骨折・捻挫	40
5.7 感電の処置	40

5.8	人工呼吸と心臓マッサージ .....	41
5.9	各種薬品に対する処置.....	42
6.	休日および終夜実験・無人運転.....	43
6.1	休日および終夜実験 .....	43
6.2	無人運転.....	43
7.	X線発生装置、レーザ装置等に関わる安全.....	45
7.1	X線発生のしくみ.....	45
7.2	人体への影響.....	45
7.3	X線発生装置の使用に関する注意.....	45
7.4	走査電顕・透過電顕などに対する注意.....	46
7.5	レーザ装置の取扱い .....	46
8.	高圧ガスボンベの取扱い .....	53
8.1	一般的注意事項 .....	53
9.	液体窒素などの取扱い.....	55
9.1	液体窒素の取扱いにおける注意 .....	55
9.2	酸欠と凍傷の処置.....	56
9.3	液体ヘリウムの取扱いにおける注意 .....	56
10.	振動、粉塵対策について.....	57
10.1	振動対策について .....	57
10.2	粉塵対策について .....	57
11.	VDT 作業について .....	59
11.1	VDT 症候群とは? .....	59
11.2	VDT 症候群の現状 .....	59
11.3	VDT 症候群への対策.....	59
12.	機械系の安全衛生 .....	61
12.1	一般的注意事項 .....	61
12.2	工作機械 .....	63
12.3	その他の機械類等.....	68
12.4	実習工場の利用時の安全.....	70
12.5	機械操作時の事故例 .....	71
13.	電気系での安全・衛生 .....	73
13.1	一般的注意注意事項 .....	73
13.2	事故例.....	79
14.	化学系の安全・衛生.....	83
14.1	基本的な注意事項.....	83
14.2	薬品の取扱い.....	84
14.3	薬品類による事故例 .....	95
14.4	ガラス器具の取扱い .....	95

14.5	ガラス器具による事故例 .....	97
14.6	電気を安全に使用するために .....	97
14.7	電動機器の取扱い .....	98
14.8	事故が発生したときの措置 .....	98
15	生物化学の安全・衛生 .....	101
15.1	一般的心構え .....	101
15.2	試薬 .....	101
15.3	機器等の取扱いについて .....	102
15.4	生物材料の取扱いについて .....	103
15.5	具体的な心得 .....	105
16	廃棄物の取扱いについて .....	107
16.1	安全な実験のために .....	107
16.2	廃液の分類 .....	108
16.3	廃液の取扱いについての注意 .....	108
16.4	収集方法 .....	109
17	事故報告書 .....	113
	あとがき .....	114

## まえがき

工学分野の教育研究において実験・実習を行うことは必須であり、各学科において多種多様な実験・実習がなされています。しかし、実験・実習の種類によっては危険がともなう場合もあります。この「安全衛生手帳」は、皆さんがケガや事故などを起こさないで安全に実験・実習を行うことができるために、心得ておくべき基本事項をまとめたものです。

平成6年に工学部における安全に対する事項を記した「安全手帳」を刊行し、その後3度の改訂を行ってきました。平成16年4月より大学が法人化されたのにも関わらず、この度「安全手帳」から「安全衛生手帳」と名称変更し、「健康」、「安全」、「事故防止と対応」をキーワードに全面的な改訂を行いました。

基本的には、自分の身は自分で守るという心構えが必要です。この「安全衛生手帳」は皆さんのそのような心構えを確かなものにするための助けとなるものです。実験・実習の前には必ず読み、安全に対する更なる意識を高めていただきたいと思います。

平成17年4月

工学部長 鈴木 幸一

## はじめに

新入生の皆さん、この安全衛生手帳は工学部での学生生活を健康と安全に過ごすために編集されたものです。手帳をよく読み、各学科で学ぶ実習、実験、卒業研究などにおいて事故のない学生生活を送ってください。事故を未然に防ぐには実験実習を行う前によく調べ、理解しておくと同時に日頃より安全に作業をするための意識を常に持ち続けることが肝心です。また、不幸にして事故が発生したとき対応方法を知って置くことも重要です。本書には一般的な事故防止方法と事故が発生したときの対応が書かれています。実際の実験・実習では、より具体的な安全に対する説明もありますが、実験・実習をするにあたって事前に本書を読み、手元に置き、不審な点や分からないことがあったら、教員や指導者に聞いて理解を深めておくことが必要です。独断、早合点、気のゆるみは事故の原因となります。初心を持ち続けて実験・実習をするよう心掛けることが大切です。

第1章では日常の健康管理について書いてあります。学生生活を送る上で肉体的にも精神的にも健康であることが肝心です。自己の健康を管理し、維持することは豊かな学生時代を送る基盤であり、卒業し社会人として活躍する上で必要不可欠な事柄です。

第2章からは安全に実験・実習を行う上で必要な事柄が示されています。事故は装置、器機の使用方法を理解していなかった、作業方法を間違えた、その操作の意味を理解していなかった、扱う物質の性質を知っていなかった、間違った物を使った等々何かの原因により起きます。事前に調べ、理解し、作業にとりかかるようにします。

第3章、第4章では火災、地震などに対する注意が示されています。いずれもひとたび起こると大きな人災、災害となる可能性があります。日頃より、万が一に備え火災と地震に対する対策をとっておき冷静に対応することが肝心です。

第5章では不幸にして傷害、事故が起こったときの応急処置を含めた対応を示しています。1人で無断で実験・実習を行っていたとき、事故が起これば対応が遅れたり、場合によっては死にいたる重大な結果となりかねません。必ず複数で作業をし、万が一負傷者がした場合、冷静且つ迅速に対応する必要があります。普段より、万が一に備えて対応策を考えておくことが大切です。

第7章から第10章まではX線、レーザー光線、ガスボンベの取扱い、粉塵、振動に関する注意事項が書かれています。装置などに記載されている注意事項とあわせて事故を未然に防ぐ手立てをとることが必要です。

第11章から第15章では機械系、電気系、化学系、生物化学系の実験の際、事故防止、災害防止の上で知っておくべきことが書かれています。経験がない、あるいは乏しい場合には実験、作業を行う前に読み、事故防止に役立ててください。

第16章では実験などで生じた廃棄物・廃液の取扱いを示しています。法令に従った取扱いが必要です。

多くの事故はちょっとした不注意で発生します。「安全」と「健康」を意識し、行動するよう心がけてください。

工学部安全衛生委員会

# 1. 健 康 管 理



# 1. 健康管理

## 1.1 健康管理<sup>1)</sup>

### 1.1.1 有意義な学生生活をおくるための最低条件は“健康”

大学入学まで皆さんの健康は、両親や家族に管理され守られてきたことでしょう。自分の健康について意識することは少なかったことと思います。しかし、大学に入学して卒業し社会に出て行くと、「自分の健康は自分が守る」事が原則です。

健康の大切さは健康なときには気がつかないものです。一度健康を損なうと、勉学やスポーツに支障があるばかりか、将来の就職が困難になったり、家族の負担が増えたり、明るく健康な人生を送ることが困難になります。健康は皆さん一人一人の「生涯設計を実現するための大切な資源」となるのです。

### 1.1.2 健康管理意識は自己管理能力の一つ

皆さんは、大学で専門科目を勉強し社会に役立つ人間として卒業していきます。社会では、専門の知識ばかりでなく、自己管理能力が要求されます。その自己管理能力の一つが健康管理能力です。いくら専門能力に優れた人でも病気やケガそして精神的な病に犯されては、なかなか思うように仕事になりません。心身ともに健康が維持できる能力は、自らの力を十分に発揮し社会で活躍するためにとっても大切です。『健康は自分で守る』ことが重要です。

### 1.1.3 健康は誰自分で守る

大切な健康を守るために大学で実施する『健康診断』を利用しましょう。健康を維持するためには、現在の自分の状態を定期的に客観的に把握しておく必要があります。自分では気づかない体調の変化、不摂生な生活習慣による慢性的な病変、いわゆる生活習慣病(成人病とも言われる)や、喫煙などの有害薬物による健康被害などをチェックする機会になります。日常の生活習慣を見直し、改善するための知識や情報を得て実行する行動力が、良い生活習慣となって、その後の生活へと繋がり、近年増加している生活習慣病を予防していく事も決して不可能ではないのです。そのためにも今からしっかりと健康の維持のための意識「自分の健康は自分で守る」を持ちましょう。

## 1.2 保健管理センターの健康診断および健康相談<sup>2)</sup>

「学生の皆さん！毎年忘れずに健康診断を受けましょう！」

### 1.2.1 大学の学生定期健康診断

健康診断は健康管理の基礎となるもので、毎年1回、春に実施しています。自覚症状のない病気が発見されることもありますので、全員必ず受診してください。健康診断の結果、異常などがあれば、再検査・精密検査・学校医の診察などを行い、必要に応じ、他の医療機関への紹介などを行います。再検査などを指示された場合は、忘れずに受診してください。

健康診断は自分自身の健康チェックのために受けるものですが、受診していない方(再検査なども含む)には、健康診断証明書の発行ができませんので注意してください。

### 1.2.2 保健管理センターでの健康相談・診察・応急処置

- (1) 午前は保健管理センターの専任医師による一般相談を、午後は学校医による専門医相談を実施しています。
- (2) 詳しい日程などは、毎月発行している保健管理センターニュースをご覧ください。
- (3) 急な体調の変化、ケガなどに対しては、医師の診察・処置・投薬を行っています。
- (4) 血液・尿・心電図などの臨床検査も行います。
- (5) 休養室のベッドでしばらく休むこともできます。
- (6) 自動身長体重計・全自動血圧計・体脂肪計・超音波骨評価装置・肺活量測定器・視力計・エアロバイクなどの機器や、健康教育ビデオ・雑誌なども利用できます。

### 1.2.3 急病・重症の場合

- (1) 保健管理センターは病院とは違い設備などが十分でないため、健康相談・応急処置以上の診療はできないことがあります。重症の場合や、保健管理センターが休診や業務時間外の場合などは、直接、病院へ行くことも必要です。また、状況によっては救急車をすぐに呼ぶ必要がある場合もあります。
- (2) 保健管理センター(☎ 927-9193)に連絡をする場合は、できるだけ状況のわかった方が(あるいはできるだけ状況を把握し)連絡し、医師または看護師に相談してください。

### 1.2.4 一般相談

健康に関してどのような相談でも受け付けています。必要に応じて、学校医や学外の医療機関などを紹介します。

### 1.2.5 専門医相談

異常を診てもらっただけでなく、疑問についての相談にもものってもらえますので、気軽に来所してください。

#### (1) 内科

血液病、感染症、貧血、心臓病、循環器、高血圧、呼吸器、消化器、肝機能、肥満、糖尿病、内分泌、代謝、甲状腺疾患など、内科の相談を行っています。女医による婦人科相談(月経に関する相談など)の窓口もあります。

#### (2) 整形外科

膝や関節の痛み・腫れなどの他、スポーツ時の注意についても相談にのってもらっています。

#### (3) 皮膚科

形成外科的相談(傷跡・ケロイドなど)も行っています。真菌(水虫)の検査もできます。

#### (4) 耳鼻咽喉科

難聴や中耳炎、声が出にくい、鼻炎などの相談も行っています。

#### (5) 歯科口腔外科

歯科検診、歯の矯正・顎関節疾患などの相談を行っています。歯の治療はできません。

### 1.2.6 こころの相談

- (1) 心身の不調、人間関係、自分自身の性格など、学生の皆さんの様々な悩みの相談に応じます。他のどこに相談したらよいか分からないときなどもアドバイスします。場合によっては、定期的なカウンセリングや心理検査、他の相談機関などへの紹介も行います。
- (2) 相談者を尊重し、あくまで中立的な立場で問題解決のためのお手伝いをします。相談に来られたこと、相談内容などは個人のプライバシーとして厳守し、家族、教官その他の大学関係者なども含めて、保健管理センターの外に勝手に漏らすことはありませんので、安心して気軽にご相談ください。

## 1.3 体力づくり

### 1.3.1 学生諸君に求められる体力<sup>3)</sup>

体力には、運動をするための体力と健康に生活するための体力の2つが考えられます。体力を高めると、病気に対する抵抗力を高めることができ健康維持のために有益です。そればかりでなく、体がよく動くことで、意欲や気力を高めることができます。体力の向上は、気力、意欲、精神的ストレスに対する強さや思いやりの心などの精神的な面に好影響を与えます。したがって、心と体を一体としてとらえ、体力を向上させていくことにより精神的な面も充実し、活力に満ちた前向きな人生を送ることができます。

### 1.3.2 健康に生活するための体力<sup>3)</sup>

健康に生活するための体力とは、体の健康を維持し、病気にならないようにする体力のことを指しています。具体的には、インフルエンザにかかりにくいなど、感染症をはじめとする病気に対する抵抗力としてとらえられますが、学生の皆さんには、生活習慣病につながる要因(高血圧や血中総コレステロール値、肥満傾向など)にも気をつけて健康な状態で生活できる基本的な体力を高める必要があります。

### 1.3.3 健康づくり・体力づくりの基本<sup>4)</sup>

栄養・運動・休養が健康づくり、体力づくりの基本です。具体的な基本を次にあげます。皆さん、これらを参考にして体力を向上させて、学生のうちに人生を健康にすごせる生活習慣を作りましょう。

#### (1) 栄養

食生活はバランス良く...ビタミン類・脂肪類・蛋白質・カルシウム・糖質

(赤の食品・緑の食品・黄の食品)

三度の食事を大切にし朝・昼は十分に摂り、夜は控えめに

毎日摂りましょう...野菜・果物・海草類

味は薄めに、腹八分目...食塩は一日 10 g 以下

選んで摂ろう、良いたんぱく質

おさえよう、動物性脂肪

上手にバランス良く、なんでも摂ろう...ミネラル・ビタミンなど

禁煙と節酒も忘れずに

#### (2) 運動

生活の中に運動を

歩くことから始めよう

1日 30分を目標に 息がはずむ程度のスピードで

明るく楽しく安全に 体調に合わせてマイペース

ときには楽しいスポーツも

#### (3) 休養

疲労を回復し英気を養う

生活にリズムを

早めに気づこう、自分のストレスに

睡眠は気持ちよい目覚めがバロメーター

入浴でからだもこころもリフレッシュ

## 1.4 交通安全

交通事故の死傷者は年々増加し続けており、1999年には1990年(80万人)の1.3倍の105万人となり、初めて100万人を突破してしまいました。2002年はここ6年間(1997年～2002年)で初めて前年比で8.4%減少しましたが、死傷者数は109万人と4年連続で100万人を超えました。死者数(事故後24時間以内)は2年連続して9,000人を下回りました。また、「事故後30日以内の死者数」はここ6年間では、初めて10,000人を下回る9,575人でした。24時間以内の死者数の15%(1,249人)に相当する方々が30日以内に亡くなられました。

大学生の交通事故は依然として多発しています。自動車やバイク、自転車の運転には充分注意して下さい。

#### 1.4.1 愛媛大学の学生が関係した交通事故例<sup>5)</sup>

愛媛大学学生が加害者となった交通事故の中で、最近3年間に3件の交通死亡事故が起こっています。

学生が関係した重大事故は通学時に起こっているのではなく、ほとんどが深夜あるいは早朝に発生しています。深夜や早朝の車両の運転手には十分注意してください。

#### 1.4.2 車両に関して特に注意すること<sup>6)</sup>

##### (1) 友人などに自己車両を貸さないこと

免許の有無に関わらず友人に車輛(自動車・原付など)を貸して、その友人が事故を起こすケースや飲酒運転で検挙されるなど、重大な違反行為にしろしらすのうちに、手を貸してしまう場合があります。

友人に車輛を貸し、貸した友人が事故などを起こした場合、刑事・民事ともに貸した方もその責任を問われる場合もあります。

『君は、一生を懸けて他人が起こした罪を償う覚悟がありますか?』

##### (2) シートベルトを着用すること

シートベルトは、交通事故から自分自身を守る最後の砦です。『近くだからいいや』とか『スピードを出さないからいいや』などと油断していると、思わぬ事故に巻き込まれ『命』を落とすこともあります。『シートベルト着用』は法令で決まっている運転者の義務です。普段から着用を実践することです。

### 「学生の交通事故死は、他の年齢層と比較して同乗者の死亡が多い。」

※ 同乗者(後部座席も)の命も預かっていることを自覚し、同乗者にもシートベルトの着用を!!

#### 1.4.3 自転車による交通事故<sup>7)</sup>

自転車による交通事故で負傷した人は1999年に初めて15万人を超えて以来、4年連続で15万人を超え、2000年、2001年は17万人を超え、2002年には18万人を超えました。また、自転車での交通事故後、24時間以内に亡くなった人はここ3年間1,000人弱ですが、30日以内に亡くなった人は30%増の約1,300人です。交通事故の中で自転車事故の場合、30日以内の死亡者が24時間以内の死亡者数の30%増(300人増)と、交通事故全体の場合の15%増に比べて2倍の増加率となっており、自転車事故による負傷の程度のひどさを示しています。自転車に乗る人が、自動車のドライバーから「見えている」と思い込んで、前照灯も点けないで夜間の路上を横切ったりすることによる事故も多いものと思われます。自転車が路上にいることを目立つように前照灯を点け、適切な反射材を装着することが必要です。

加害者と被害者の数に加えて、事故によって心労をわずらう家族などを含めると膨大な数の人々が影響を受けている状況です。

## 1.5 参考文献

- 1) 明治大学診療所だより Vol.97-1. 1997.4.8
- 2) 愛媛大学保健管理センターホームページ
- 3) 中央教育審議会答申「子供の体力向上のための総合的な施策について」  
平成 14 年 9 月
- 4) いわき明星大学保健管理センター案内
- 5) 愛媛大学学生部記録
- 6) 道都大学ホームページ
- 7) 宇都宮螺子株式会社ホームページ

## 2. 安全に実験・実習をするために

## 2. 安全に実験・実習をするために

### 2.1 整理・整頓・清掃・清潔

安全の基本は、部屋・廊下の整理・整頓・清掃・清潔といわれており、研究室、試験室などに起こった災害を調べてみると、整理・整頓の悪いことが原因となっている場合が多くみられます。また、整理・整頓に使う高い棚、キャビネット・書架類、ガラス張りの棚などは、極力壁際に設置して必ず転倒防止金具などにより固定するようにします。

- (1) 試験器具、事務用品などは、置き場所を定めてすぐに使えるように常に整理・整頓します。
- (2) 棚や机に書類や物品を山積みしたり、はみだしたりしないようにします。
- (3) 通路、出入口、非常口、階段など及び消火器、消火栓、電源端子付近には、物を置いてはいけません。
- (4) 作業終了後、必ず清掃を行います。
- (5) 作業を行う実験室、研究室での飲食は禁止されています。

### 2.2 実験・実習を行う前に

万が一の場合に備え、実験・実習室からの避難路(火災、地震の際、エレベーターを使ってはいけません)を確認しておくことが必要です。また、作業内容に応じた服装をすることが大切です。さらに消火器、洗眼器、担架のある場所も確認しておきます。

- (1) 各実験室にはその部屋で注意すべきことがらが、表示されていますのでよく読んでおくことです。
- (2) 実験室、実習工場で作業を行う場合、作業がしやすく災害から身を守るのに適した服装をし、必要な場合、安全メガネ、安全靴、手袋、ヘルメットなどを着用します。
- (3) 履物は、動きやすく滑らない靴を履きます。履物のかかとへの金具や鋳は、滑りやすく、また、紐のほどけた靴、靴のかかとの踏み履きはつまずく危険があります。

### 2.3 作業にあたって

- (1) 実験、実習にあつた姿勢で作業をし、無理な体勢で作業を行ってはいけません。
- (2) イスに座った作業では、床に平らに足が着くよう調整したイスに深く腰を掛け、机に真っ直ぐ向かい、自然な姿勢で仕事をするように心掛けましょう。
- (3) 使用機器の取扱いには以下の点に注意しましょう。
  - イ) 実験機器について、まず取扱い説明書などにより十分な知識を得ておく必要があります。
  - ロ) 使用方法について、教職員から十分指導を受け、正しい使い方を理解してから操作するようにします。
  - ハ) 実験機器は丁寧に取り扱いなければいけません。



- ニ) 実験機器の調子の悪い時（普段より使用機器の音、においなどに注意しておくこと）は、使用を中止し、速やかに教職員に連絡します。
- ホ) やむを得ず実験室、工場などで休日や夜間に作業を行わなければならない場合は、所定の手続きをとり必ず2人以上で行うようにします。
- (4) 長時間同じ姿勢を続けると、特定の筋群が緊張収縮を続けることによる「静的疲労」が起こることとなります。この静的疲労を解消するには、ラジオ体操などにより、筋肉の収縮と弛緩を交互に行う運動をします。

## 2.4 電気器具の取扱い

実験・実習では電気器具を頻繁に使います。電気器具を使う上で電気に関する基本的な知識を正しく理解しておくことが必要です。

電気系の安全・衛生も読んで理解を深めてください。

- (1) 電流を考え、たこ足配線をしてはいけません。
- (2) コードは研究室のような過酷な条件下で使用すると、老朽化しやすくなります。被覆が硬くなるとひび割れし、銅線がむき出しなり、事故の原因となります。
- (3) やむを得ずコードを床に這わす場合には、必ず伏せ板やコード保護用チューブを用い、足に引っ掛けないようにします。
- (4) 実験室内では水を使うことも多いので、漏水対策をとり、感電などが起きないようにしておきます。
- (5) 高温に加熱されて部位にあるコード類は不燃性断熱材を用いてコードが加熱されないよう工夫します。

### 2.4.1 感電・漏電・過熱

主な電気災害には感電、漏電、過熱があります。

#### < 感電 >

感電の際に問題となるのは、触れた電圧よりも人体を流れる電流の大きさです。人体に対する電流の影響は、通電部位や通電時間によって大きな違いがありますが、(mA)×(sec)の値が30を越えれば人体が致命的損傷を受けるとも言われています。状況によっては家庭用の交流100Vでも死亡に至る危険があります。

感電事故を起こさないためには、一般に以下の注意を守ることです。

- (1) 濡れた手で電気器具に触れてはいけません。
- (2) アース(接地)を正しく接続します。
- (3) 高電圧は、触れなくても放電によって感電する危険があります。高電圧を通ずる配線は容易に手で触れない構造にしておくことが必要です。

## < 漏 電 >

漏電は、電気機器が古くなって絶縁が不良になったり、機器内部に湿気がついたり、高圧部分にほこりが溜まったりすることで起こることが多いです。漏電は火災に直結するので非常に大きな災害の原因となります。

- (1) 特に電源部分には、ゴミやほこりが溜まらないように適宜点検します。
- (2) ACプラグのネジのゆるみ、コードの折れ曲がり部分の損傷などでショートが発生することが多いです。

## < 過 熱 >

過熱には、電気器具自体の過熱と配線やコンセントの過熱があります。

- (1) 過熱によって事故を起こし易い機器としてはまず第一に、電熱器(電気コンロ)があります。特に発熱体がむき出しのコンロは大変危険です。その様な機器の使用に際しては必ず誰かがそばについていること、短時間の使用にとどめることなどの注意が必要です。
- (2) 電気ストーブも過熱の危険が多いです。特に大型のものでは、機器自体だけでなく、コンセントやコードも過熱し易いので注意を要します。
- (3) 1000℃以上にもなるような電気炉を無人で長時間使用する場合には、炉の周囲に燃えやすいものを置かないなど、十分な対策をとっておくことが必要です。
- (4) 配線や、コンセント(テーブルタップは定格15Aのものが多い)の過熱は定格以上の電流を流したときに起きます。

### 2.4.2 実験室での電気の使用に関する基礎知識

実験室で種々の電気器具や配線を扱う上で必要となる実際的な事柄について、各自必要な知識を習得する様に努めなければいけません。

#### (1) 接地(アース)

電気機器を接地することは、感電防止の意味からも、漏電による火災防止の意味からも大切です。配電盤に備え付けの接地を利用します。

#### (2) ヒューズ及びブレーカー

大きすぎるヒューズはヒューズの意味をなさないし、逆にヒューズが小さすぎると切れてばかりいて不都合ですから、使用電流に見合った適正なヒューズを使うことが必要です。ヒューズ、ブレーカーが度々切れるときは器具の取扱いに問題がありますので、器具を調べる必要があります。

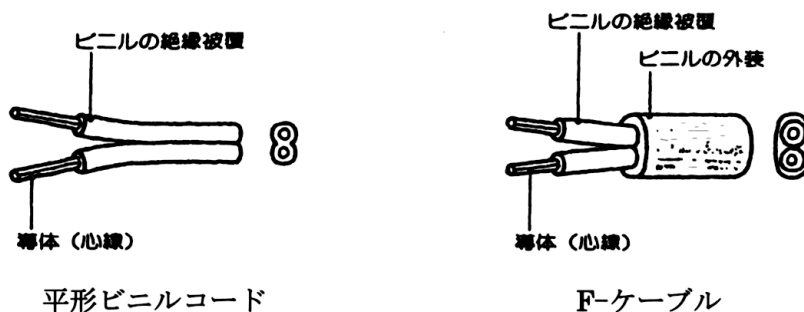
#### (3) 電線及びコード

電線には、数多くの種類がありますが、ここでは実験室で室内配線などの目的で日常使われる電線について簡単に述べます。

## 平形(平行)ビニルコード

家庭用電気器具や、測定器などに付属して使用されるコードで、定格電流は普通7A(心線0.75mm<sup>2</sup>)です。このコードにテーブルタップを取り付けて、いわゆるタコ足配線をしているのをよく見かけますが電流容量の点で危険です。またこのコードは移動電線であり、壁や床などに固定してはいけません。

室内の電気配線を固定する場合には、通常の平形ビニルコードを用いてはいけません。15A以上のFケーブルを用います。



### 2.4.3 電気機器の無人運転について

電気機器は、長時間にわたって、通電したままにしておく必要がある場合があります。無人運転においては、過熱、漏電によって大事に至る危険が大きい事は言うまでもありません。使用される機器は多岐にわたりますので、その場合の注意をいちいち列挙する事は不可能です。しかし、要点は比較的簡単であって、機器が故障した場合に暴走する事なく、安全な状態に停止する様な工夫がなされていることが重要です。装置の故障だけでなく停電時及び、停電復旧後の責任者への連絡方法などを明記したカードを、無人運転中の機器の側に備えておくなどの配慮も必要です。

## 2.5 機械類の安全運転について

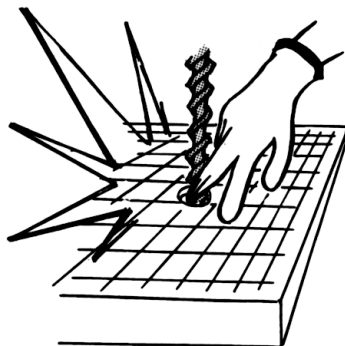
機械類を取り扱う際の一般的な注意事項を示します。

- (1) 必ず作業服を着用し、ボタンなどは必ずかけて、作業中巻き込まないようにしましょう。



ボタンをかけてないと・・・

- (2) 履物は、革靴あるいは運動靴を、出来れば安全靴を使用してください。スリッパ、サンダルなどは厳禁です。
- (3) 工作機械を使用するときは、軍手を着用してはいけません。軍手は重量物を運搬するときだけ着用します。



軍手をして作業をすると・・・

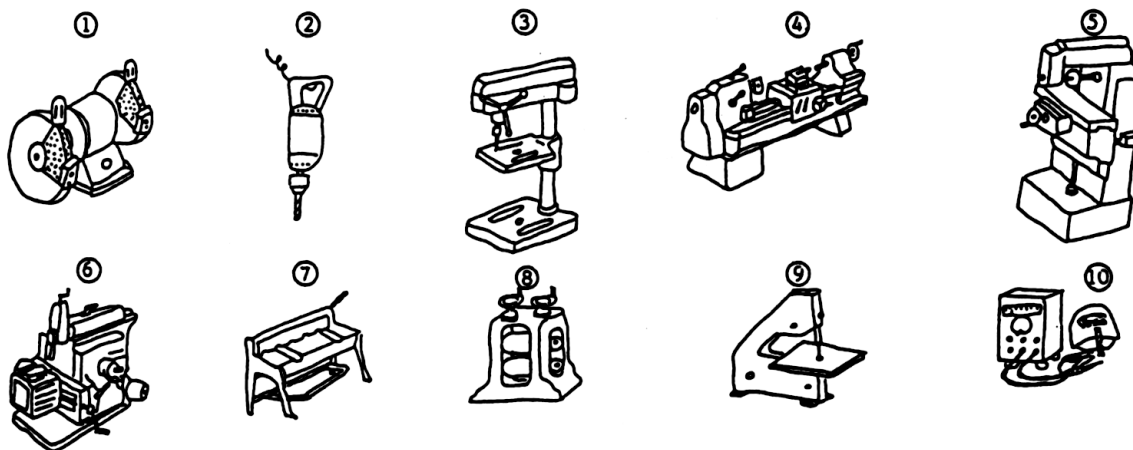
- (4) 1台の工作機械には一度に1人だけで操作するのが原則です。グループで行うときは、必ず互いに合図で確認してください。作業者が加工物を交換しているとき、他のものが操作盤のボタンを押して機械を作動させたりすると、重大な人身事故が発生する危険があります。
- (5) 切りくずは早めに安全に処理します。この処理は常に機械を停止させ、ブラシなどを用いて行います。切りくずは、鋭利でしかも高温になっているので素手で取り扱うのは大変危険です。
- (6) 運転中、万一危険、異常が生じたときは、直ちに操作盤の非常停止ボタンを押して緊急停止させます。

機械類の取扱いによって起こる災害の原因は人がつくるものです。すなわち、不注意や整理整頓の不備などによる場合がほとんどです。機械類の使用にあたっては、熟練している人の指導を受け、取扱いは注意事項を守り、他のことに気をとられないよう注意することを忘れてはいけません。

### 2.5.1 機械の種類と名称

通常研究で使用される工作機械などには図に示した次のようなものがあります。

- ①グラインダー ②ハンドドリル ③ボール盤 ④旋盤 ⑤フライス盤(ミーリング盤)  
⑥形削盤(シェイパー) ⑦切断機(シアーカッター) ⑧圧延機(ローラー)  
⑨糸鋸(バンドソ) ⑩溶接機



### 2.5.2 起こしやすい事故と取扱いに関する注意

#### (1) 回転を利用した機械

①～④が相当し、高速回転しているので回転部に巻き込まれたり、削り屑で負傷したりしないように注意します。

#### (2) 往復運動を利用した機械

⑤⑥⑨が相当し、加工物の確実な固定と刃の送り、方向に気をつけます。

#### (3) 強い力で働く機械

⑦⑧が相当し、切断材料の固定に気をつけます。不注意による指先切断やローラーに巻き込まれないように注意します。

#### (4) その他

⑩の使用に際し、保護具をつけるとともに耐熱布を用いて火花飛散による火傷を防ぎます。

## 2.6 化学実験の一般的注意と化学物質の取扱い

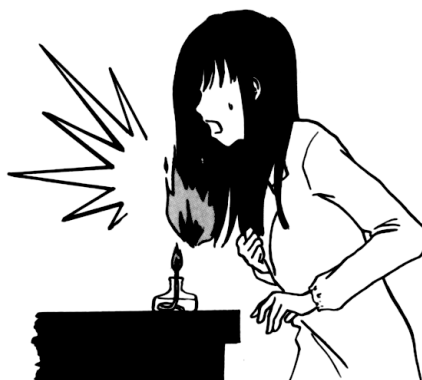
ここでは化学系実験の一般的注意と化学物質の取扱いについて簡単に示します。実際、実験を行うにあたっては第14章の化学系の安全・衛生も読んで理解を深めてください。化学実験にはいろいろな種類があり、それぞれいろいろな操作の組み合わせよりなっています。実験のそれぞれの操作には必ず意味があり、それを理解して行うことが安全上からも重要です。「なんとなく」、「この程度は良いだろう」、「とりあえず」など根拠のない考えで実験してはいけません。化学実験の安全対策も場合により異なりますが、一般に次の諸点に気を配る必要があります。

## 2.6.1 化学実験の一般的注意事項

- (1) 実験室の環境を知っておくこと。

非常口の位置、消火器、救急シャワーの場所などをよく確認しておきます。

- (2) 身支度を入念にすること。



身支度が不十分だと・・・

実験室では白衣を着用し、ボタンを掛け、すそが広がらないようにします。着衣することで薬品などによる衣服の汚損を防ぐのみならず、肌に密着していないので、試薬を多量に浴びた場合も、直ちに脱ぎ捨てることで難を逃れることができるからです。

- (3) 履物は足の保護がよくでき、実験中及び不慮の事故の際、機敏な動作ができるものを選びます。
- (4) 化学実験では劇物の飛沫や、爆発の際のガラス片が目にはいる危険があります。従って実験室では常に防護眼鏡をする必要があります。劇物や毒薬を扱うときは、必要に応じて防護手袋、マスク等を着用するようにします。
- (5) 使用する薬品、器具・装置の確認

試薬ビンに記載された試薬名、構造が使用する試薬と合っているか確認します。実験の過程で有害な気体や悪臭のある気体が発生する場合にはドラフト内に装置を組み立てます。

装置の組み立てにあたっては、計器類の測定可能範囲と精度、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使用する器具が適当であるかチェックします。装置全体としての安定性をよくし、全体の配置をよく考え、実験動作に無駄や危険が生じないように組み立てます。装置は実験にはいる前に正常に作動するかどうかチェックします。実験中は実験経過をよく観察し、長時間にわたって放置してはいけません。

- (6) 実験台の整理・整頓に心がけ、実験室の床にコードをたらしたり、障害物を通路に置くようなことはしてはいけません。
- (7) 常に換気をするようにします。
- (8) 薬品などをこぼしたら薬品の性質に応じたやり方で処理します。温度計などを割って有毒な水銀をこぼした場合は、セロハンテープやビニールテープでそっと拾い集めて、水銀廃液入れ用の容器に入れます。この時、決してほうきなどで掃いてはいけません。もしそうすると水銀は微少な液滴となって四散し、危険な状況となります。

(9) 1人で実験しないこと。

実験室には必ず2人以上いる状態で実験し、1人で行ってはいけません。また、担当指導教員の許可なく部外者を実験室に入室させてはいけません。

(10) 事故が起きたときの対策を考えておくこと。

万一事故が起きたときはどうしたらよいか知っておくことは事故の被害を最小限に食い止める上で極めて重要です。特に危険性のある物質や機器についてはどんな場合にどんな危険性があるかを知っておき、事故の際の応急処置を知っておくことが、身を守る上で重要です。

(11) ガス・水道・電気

後始末を忘れないことです。冷却水を流したままにしておいて夜間に水圧が上がったために、管がはずれて漏水事故を起こした例は多いです。またガスの元栓や電源を切る際には、他人が使用中でないかどうか確認しなければいけません。他人の使用を気付かずにガスの元栓を締めると、翌日元栓を開けた際にガスが漏れて非常に危険です。

## 2.6.2 化学薬品の取扱い

化学実験では、様々な化学薬品を取扱います。実験を行うにあたって、その薬品の性質を知り、実験器具を正しく使い、操作を誤らず、適切に取り扱えば、化学実験の作業はその他の多くの作業と比べて特別に危険なものではありません。適切な服装、安全メガネを着用し、爆発性の高い実験では防護壁などを利用し、ドラフト内で実験を行うことなどで重大事故を未然に防ぐこととなり、事前準備は実験そのものよりも重要なことです。

- (1) 実験室で取り扱う薬品や溶媒などは、発火性、引火性、爆発性、腐食性、有毒性など、何らかの危険性を有する物質です。従って、薬品を取り扱う者は、使用から廃棄までのすべての責任を持たなければいけません。
- (2) 実験室における事故の90%以上は、危険性に関する知識の欠如と実験操作上の不注意に起因しています。
- (3) 自己過信は危険です。事故はやや慣れてきたころに起き易いものです。

実験に用いる試薬や溶媒などの危険有害性や取扱い注意事項は各実験室に常備されているMSDS(Materials Safety Data Sheet)によって知ることができます。使用する溶媒や薬品の性質を予め調べ、理解した上で取り扱うことは自らの身を守ることとなります。引火性物質、過酸化物質、過酸化物質を生成しやすい溶媒、水により爆発的反応を引き起こす物質、混合すると危険な組み合わせ、腐食性、毒性、悪臭のある物質などの取扱いには特に注意が必要です。なお、化学系の安全・衛生にも一部試薬の性質が記載されています。

- (1) 薬品はどんなものでも直接手で触れたり、臭いをかいだり、口に入れたりしてはいけません。気体の臭いをかぐときには手扇を使います。
- (2) 薬品を採取するときには、その性質に応じた取扱いが必要です。たとえば、潮解性・腐食性の水酸化ナトリウムを金属性薬さじで薬包紙の上に採取することは不正確であり、危険です。
- (3) 薬品を混合したり、反応させたりする場合には、少量ずつゆっくりと様子を見ながら行

います。多量の薬品の急速な混合は発熱や爆発をともなうことがあります、危険です。

- (4) 多量の溶媒を使用するときには換気を十分に行い、吸い込まないように気をつけます。エーテル、石油エーテル、トルエン、メタノール、エタノール、アセトンなどの揮発性溶媒を使用するときには、周囲に火がないことを確かめる必要があります。
- (5) 薬品や溶媒が皮膚に付いたときには、水溶性のものは大量の水で洗い流します。水に不溶性のものは石鹼で良く洗います。
- (6) 毒物や劇物の保管庫は必ず施錠します。
- (7) 廃棄物やガラス屑、紙屑は指示された場所に始末します。

実験廃液や洗浄液は、みだりに混合したり、流しに捨てたりしてはいけません。指示された容器に分別貯留します。分類を誤ると化学反応が起こって危険な場合があります。またガラス屑や紙屑はそれぞれ別々に専用の容器に捨てます。「第16章 廃棄物の取扱い」を参考にしてください。

### 2.6.3 ガラス器具の取扱い

化学実験室内で起こる最も多い事故は、ガラス器具を扱うときです。ガラスは機械的、熱的ショックに弱く、指先の力でも破損する場合があります。破断したガラスは非常に鋭利であるため、非常に深い裂傷を負うことがあります。ガラス器具を取り扱う際は無理な力を加えないよう注意します。ガラス器具には小さなキズ、ひび割れが入っている場合があります。使用前に必ず点検し、このようなガラス器具を使わないように注意する必要があります。

反応に使用するガラス容器の体積に対し、使用する試薬量が多くなならないよう注意することが必要です。

### 2.6.4 化学薬品の管理について

愛媛大学では教育や研究活動に必要なさまざまな化学薬品を保有しています。それらは火災や健康障害などの人的被害を引き起こす危険性をもっており、正しく使用する必要があります。

化学薬品の取扱いに関わる法律は「毒物及び劇物取締法」、「消防法」、「労働安全衛生法」、「化学物質管理促進法(PRTR)」などで厳しく規制されています。本学ではこれらの法規制に従い、法人化以前の化学薬品の管理方法を刷新して「愛媛大学化学物質管理システム」として整備を進めています。

愛媛大学化学物質管理システムの主目的は保有している化学薬品の使用状況を“正しく記録する”ことにあります。システムの運用にあたっては、

- (1) 法定「毒物」及びPRTR法規制対象化学物質は、本システムに登録し厳正に入手量・使用量(場所)・保管量(場所)・廃棄量を記録しなければいけません。
- (2) 法定「劇物」及び労働安全衛生法規制対象化学物質は、本システムに登録し厳正に入手量・保管量(場所)・廃棄量を記録しなければいけません。
- (3) 「医薬用外劇物」の表示のある物質は、施錠可能な場所に保管し(ガラスキャビネットは不適)、一般試薬と混在させてはいけません。やむを得ず、冷蔵庫などに保管する場合は、特定の区画をつくり、他と明確に区別します。



- (4) 消防法規制対象化学物質「危険物」は、本システムに登録し厳正に入手量・保管量(場所)を記録しなければいけません。
- (5) その他の化学物質は、本システムに登録し厳正に入手量・保管量(場所)を記録することが望ましいでしょう。

化学薬品を使用する場合は、上記の規定に従い、化学薬品管理システムの正しい運用に努めて下さい。

### 3. 防火と消火

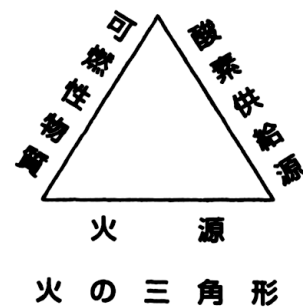
### 3. 防火と消火

#### 3.1 火災について

火災がひとたび発生すると、人身事故につながる危険性は極めて高く、建物や設備にもきわめて大きな損害をもたらすこととなります。火気を粗略に扱ったり、燃料や設備器具の取扱いを知らなかったり、また、知っていてもそのとおりにしなかったために、引き起こした火災の例は非常に多いです。火災を発生させないためには、日頃から十分注意し、自分の作業場又は実験室から絶対に火災を発生させないようにしなければなりません。

#### 3.2 火災を起こさないためには

右図は「火の三角形」と呼ばれるもので、火災の三要素です。従って、火災を起こさないためにも、消火する場合にも、この三つの要素の一つを取り除けばよいのです。例えば、ガスストーブの栓を閉じると可燃物であるガスの供給がなくなり火が消えます。また、燃えている油缶に金属性の蓋をすると酸素の供給が断たれて火が消えます。更に、燃えている物(油などを除く)に水を掛けるか又は濡れた布などを被せると、発火点以下に冷却されて火は消えます。



#### 3.3 火災予防

火災予防のために次の心得を守らなければいけません。

- (1) 「火気厳禁」の表示のある場所では、火気を絶対使用してはいけません。
- (2) 指定数量を越える危険物を実験室に置いてはいけません。
- (3) 実験室内は、どこで事故が起こっても全員が廊下に退避できるように装置類の配置を考慮し、常に安全な出口を確保します。
- (4) スイッチ、ヒューズ及び電気コードは規格品を用います。タコ足にしたり、床にたれ下がる配線をしてはいけません。
- (5) 火気使用器具は、不燃性の台上で使用します。実験前に使用する器具を必ず点検し、破損した器具、キズのあるガラス器具などは使用してはいけません。
- (6) 熱源の近くに引火性、可燃性の物質は置いてはいけません。
- (7) 可燃性の溶剤は、必要な量のみを小出しにして使用します。
- (8) 未知の点が多く危険をとまなうような実験は、休日や夜間を避け、1人だけでは実験してはいけません。
- (9) 実験室の整理・清掃に日頃から心掛け、雑然としたところで実験してはいけません。
- (10) 退室時は室内を点検し、火気の始末、電源を落とし、窓の戸締まり、消灯などを確認した上で(電気、ガス、水道と指差し確認)退室します。また盗難防止のためにも施錠し、戸締まりします。

- (11) 火災発生、又は爆発などの恐れがある箇所を発見したときは、ただちに緊急連絡網に従って通報するとともに、初期消火などの臨機の措置を講じます。
- (12) 消火器・消火栓・配電盤及び電盤などの設置場所は、必ず操作に必要な空間を保ち、障害となる物品を置いてはいけません。
- (13) 構内・建物内では、許可された場所で喫煙すること。
  - イ) 喫煙は灰皿設備のある場所で行いましょう。
  - ロ) 灰皿の中に紙屑など燃えるものは入れてはいけません。
  - ハ) 灰皿の周囲には、紙など燃えやすい物を散乱させてはいけません。
- ニ) タバコの吸殻の後始末をするときは、水をかけるなどして火が完全に消えていることを確認しましょう。
- (14) コンセント周りにごみやほこりが溜まると火災の原因になる。定期的に掃除するように心がけましょう。

### 3.4 火災が起こったとき

- (1) 火災の発生状況を確認し、「火事だ」と周囲の人達に知らせます。なお、火災発生によって感知器が働き、火災報知器のベルが鳴り、集中監視盤に発火地域が表示されることとなっています。
- (2) 消火器を用いて消火します。消火器の操作を誤らず、適当な消火剤を放出すれば、初期の火災は容易に消えます。この場合、決してあわてないで消火作業を行います。
- (3) 電話で総務チーム(内線 9681)、守衛室(内線 9140)に通報し、火災の場所と状況を知らせます。状況に応じ、現場の1人は火災報知器のボタンを押します(ベルが鳴り、消火栓ポンプが始動します)。
- (4) 電源、ガス源を切ります。周囲の燃えやすいものは、早く取り除きます。
- (5) 被服に着火したら、手又はありあわせの物でもみ消すか、近くの水をかぶります。更に、廊下などに転げてもみ消すのもよいでしょう。また、消火シャワーが設置されている場所および使用方法を確認しておきましょう。
- (6) ドラフト内の火災では、上方への火災の拡大と消火の効果からいって、換気を止めるのがよいでしょう。ただし、煙、有毒ガスの発生をともなう場合など状況によっては換気を続けた方が良く、その判断は、爆発物質及び状況をよく確認の上で決めましょう。
- (7) 燃性ガスボンベの噴出により発火した場合、消火はしないで出来るだけ周囲の可燃物を除去するよう努めましょう。
- (8) 発火をともなわないで可燃性ガスが噴出した場合、なるべく離れた位置で電源を切るなど、着火源を除き、次に窓を開けて換気をはかり、出来れば噴出口をふさぐように努めましょう。
- (9) 有毒ガスの発生をともなう恐れのある場合には、消火にあたって防毒具を付けるか、少なくとも風上側より消火に努めましょう。



### 3.5.2 消火器のかまえ方

- (1) 屋外で使用する場合、風上から消火します。
- (2) 低い姿勢で熱や炎を避けるようにして、徐々に近づきます。
- (3) 炎や煙にまどわされずに火元にノズルを向け、火元を掃くように左右に振り、消火します。

### 3.5.3 日常の点検

- (1) 安全ピンが確実についてますか。
- (2) 容器やキャップに錆や変形などはありませんか。
- (3) ホースに詰まりやひび割れはありませんか。
- (4) 圧力ゲージの付いているものは、圧力値を示す針が正常値にありますか。

### 3.5.4 維持管理

- (1) 消火器は鉄製容器のため錆びます。直射日光の当たらない場所、湿気の少ない場所や雨水のかからない場所で目のつきやすい場所に設置してください。
- (2) 消火器は、毎年1回以上容器の錆びや変形などを点検するとともに、保管場所によっても異なりますが、概ね5年を目安に消火剤を交換してください。
- (3) 消火器の老朽化など、異常が発見されたものは、消火訓練を含めて使用しないようにしてください。

## 3.6 爆発が起こったとき

- (1) 付近にいる人が被害を受ける可能性が大きいので、負傷者の救護をまず心掛けます。
- (2) 爆発を起こした装置は、直ちに危険のない状態にし、それが困難で引き続き爆発の危険があるときは早めに避難します。
- (3) 爆風、飛散物による破損のため、付近で二次的な事故が起こる恐れがありますので、爆発した装置だけでなく、付近も点検します。
- (4) 爆発によって火災報知器が作動したとき又は爆発によって火災が発生したときは、「火災が起こったときの処置」に準じて行動します。

## 3.7 避難

- (1) 火災又はガスの発生が初期消火の手投では手に負えないと判断された時は、速やかに安全な場所へ避難します。
- (2) 消火器で消火できる火災の限界は、その時の状況によりますが、壁の内装材が燃えている程度までであって、天井が燃えはじめると消火は難しいので速やかに避難します。
- (3) 部屋を退出する場合は、ガス源、電源、危険物などの処理を行った後、内部に人のいないことを確認して、出口の扉を閉めます。

- (4) 廊下における避難路の選択は、アナウンスなどの情報がない場合、煙の動きを見て風上に逃げます。室内での煙の速度は縦方向は 3~4 m/sec、横方向は 0.5~0.8 m/sec ですので熟知しておく必要があります。
- (5) エレベーターは、停電がなくとも、停止することがあるので使用してはいけません。
- (6) 階段は、煙の通路になり危険が多いです。平常から避難経路を考え、建物の構造、非常口などをよく知っておく必要があります。
- (7) 煙が多い場合は、手拭いなどを口にあて、低い姿勢で避難します。煙が床まで下がるにはかなりの時間がかかります。
- (8) 非常階段、非常梯子その他が使用できない緊急の場合は、窓を開け、大声で助けを呼ぶことです。
- (9) 廊下の防火扉は、必ず内側に人がいないことを確かめてから閉めます。強く押すか、強く引くかによって開けることもできるようになっています。

### 3.8 休日および夜間の通報連絡

日頃から指導教官などや守衛の在室時と不在時の場合を考えて対処しなければいけません。火災が発生したときは、落ち着いて電話で総務チーム(内線 9681)、守衛室(内線 9140)に通報し、「119 番」通報を依頼し、火災の発生場所(建物の所在地)とその建物名、部屋番号を的確に報告します。

## 4. 地震对策



## 4. 地震対策

地震は、自然災害の中で最も被害の大きいものとされ、恐ろしいものとされています。それは地震による災害が、単発のものでなく、他の災害を誘発して、大災害となる可能性があるためです。

### 4.1 地震にそなえて

定期的に次のような点検を行う必要があります。

- (1) 建物やブロック塀の倒壊や看板などの落下する危険性はないか。
- (2) 危険物は正しく保管されているか。
- (3) 消火器や避難設備はいつも有効に使えるようにしてあるか。
- (4) 液体燃料を使う設備の安全装置は正しく作動するか。
- (5) ボンベ及び爆発その他危険性のある装置は、転倒しないように、壁や床に固定されているか。
- (6) 実験機械・装置などの固定及び配管、配線類が、外れることがないように、十分な強度をもった固定がなされているか。

### 4.2 地震が発生したらどうするか

地震を感じたら、第一に地震の大きさ、強さを判断することが必要です。

- (1) グラツときたらまず火の始末をする。

地震の強い時は、「火を消せ」と声を掛け合い、できる限り装置類の運転を停止又は停止の準備を手早く行い、可能な限り実験などは中止し、火を消しボンベを締めるなど、火を出したり、危険なガスが流出したりすることのないように処置を講じます。

- (2) 身体を安全な場所によせる。

スチール家具、本箱などは倒れることがあるので身をよせてはいけません。上からの落下物に注意し、机の下にいることは安全です。重量物は、平素動かすのに大変ですが、地震時には、簡単に動きだしますので、壁などの間にはさまれると身動きできなくなるから十分注意することが肝要です。あわてて外へ飛び出すと、窓ガラスの破片などが落ちてきたり、ブロック塀などが倒れてきたりする場合があります。

- (3) 1分過ぎたらまず安全

大きな地震でも主要動が始まって1分たてば、それ以上地震が強くなることはまずないと考えてよいようです。

- (4) 火が出たらすばやく消火をする。

日本の大地震では、やはり火災が恐ろしいと考えられます。地震発生と同時に学内外とも火災が多発し、消火力が集中できなくなるので、出来るだけ初期消火に努めることが大事です。

- (5) 避難について

建物内が火災になった場合には、建物外に避難することとなりますが、一人一人が冷

静になって、携帯電話などを利用して外部からの情報を的確にとり、指示を受けながら避難することが大切です。火災が発生していない場合には、あわてて飛び出さず、落ち着いて安全な避難路を探し行動をすることが大切です。

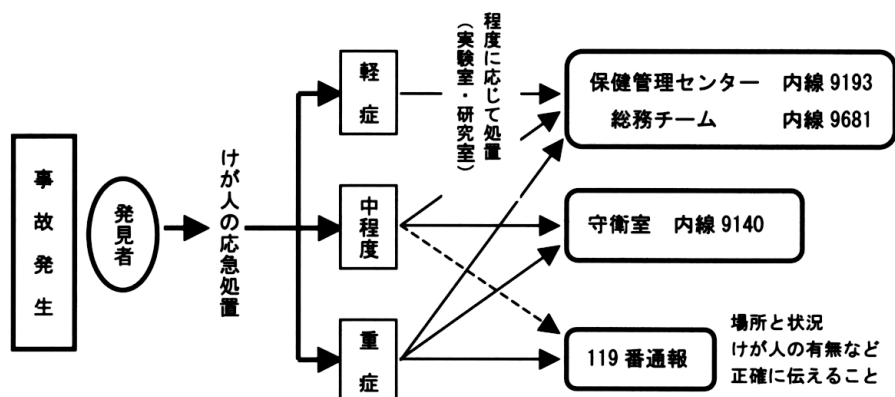
## 5. 人身事故、ケガについて

## 5. 人身事故、ケガについて

### 5.1 人身事故の救急処置

学内で事故があったとき又はその場に遭遇したときは、慌てずその状況を的確に判断し、応急手当などを施した後、保健管理センターに連絡して指示を仰ぐか、重症の時は、「119番」で救急車を呼び、あわせて緊急連絡網により総務チーム(内線 9681)に、夜間では守衛室(内線 9140)に通報します。

#### 緊急時の対応（負傷・けが）



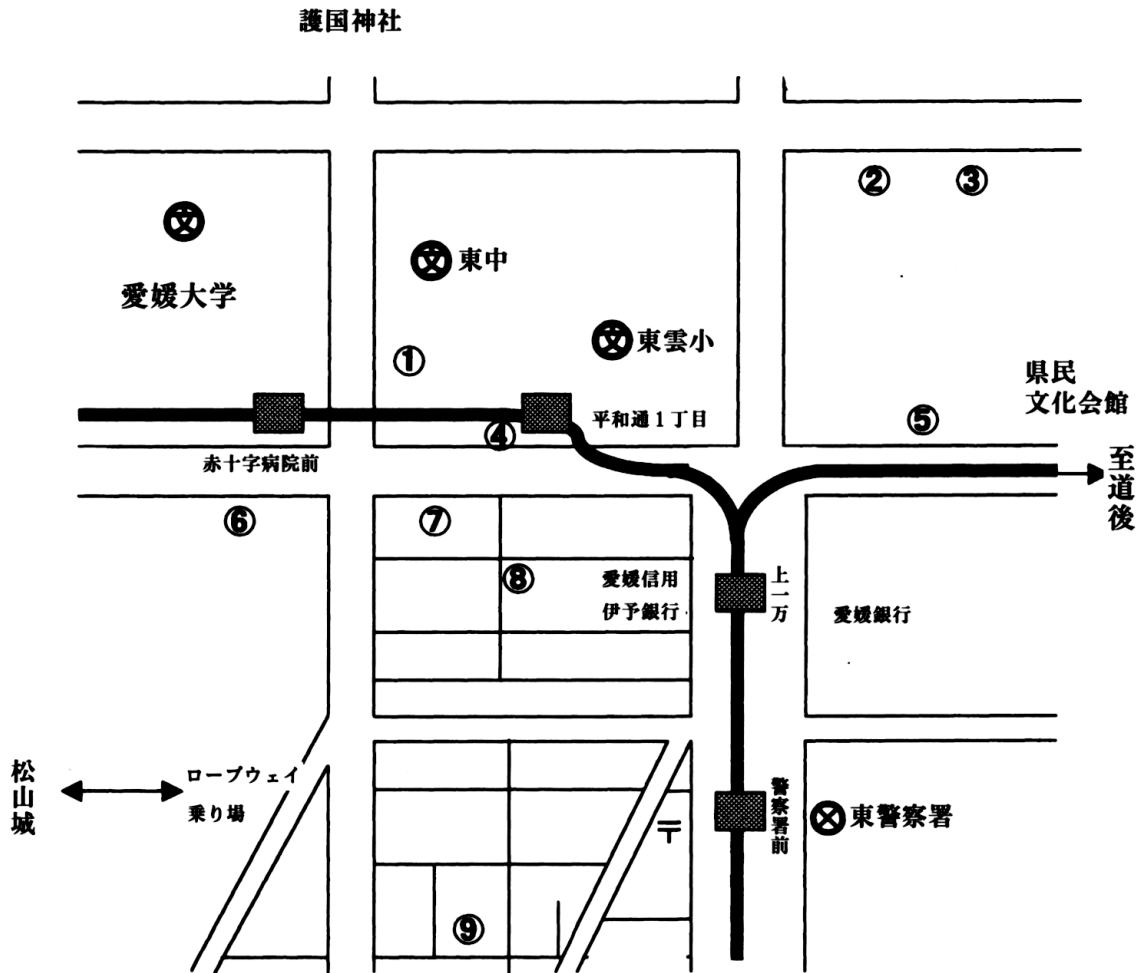
上記のところへ電話をかけ、

「どこで、誰が（職員または学生名）、どこを負傷した。」と告げ、指示を受けます。

#### 松山地区 救急病院（救急治療を行っているかどうか確認しましょう）

医療機関名	住所（松山市）	電話
松山赤十字病院	文京町 1	924-1111
浦屋病院	中一万 5-10	943-0150
奥島病院	道後町 2 丁目 2-1	925-2500
吉田病院	三番町 4 丁目 11-7	943-5595
野本記念病院	三番町 5 丁目 12-1	943-0151
松山県立中央病院	春日町 83	947-1111
済生会松山病院	山西町 880-2	951-6111
松山笠置記念心臓血管病院	末広町 18-2	941-2288
松山市民病院	大手町 2 丁目 6-5	943-1151
梶浦病院	三番町 4 丁目 8-1	943-2208
愛媛生協病院	来住町 1091-1	976-7001
平成脳神経外科病院	北井門町 186	905-0011
松山城東病院	松末 2 丁目 19-36	943-7717
中川病院	南梅本町甲 58	976-7811
渡辺病院	高岡町 178-4	973-0111

# 医療機関案内図



① 松山赤十字病院	924-1111	⑥ むねた内科・循環器科	913-1233
② おかだ整形外科	926-2525	⑦ 上甲医院	932-2437
③ 桑折皮膚科・内科・外科	923-0813	⑧ 浦屋病院	943-0150
④ 末光耳鼻咽喉科	924-8733	⑨ N T T 松山病院	936-2461
⑤ 豊島内科	924-2936		

## [保健管理センターの利用方法]

下記のところに電話をかけ、

「どこで、誰が(職員又は学生名)、どこを負傷した。これから行きますからよろしくお願  
いします。」

と告げ、指示を受けます。(p.7 参照)

☎ 927-9193(内線 9193) 月曜日から金曜日 午前 9 時～午後 5 時 15 分まで

## [夜間又は休日の場合]

同伴者と共に病院又は医院に向かい、担当教職員に連絡します。負傷の程度、急病など緊急を要するときは、救急車の出動を要請します。

## 5.2 ケガの一般的共通事項

万一ケガをしたら、教職員に報告して、直ちに医師の手当てを受けるようにします。次のことを守って一日も早くなおすように心掛けましょう。

- (1) 小さなケガや、火傷でも、きちんと手当てをするか、医師に診てもらうようにします。そのままにしておくと、後で大事になることがあります。
- (2) 眼に異物が入ったときは、絶対に眼をこすらないで洗眼し、必ず医者の手当てを受けます。
- (3) 打撲や捻挫は、傷がなくても内出血や骨折などがあるから、必ず医師の手当てを受けます。
- (4) 実験、実習中の事故にあつては所定の手続きに継いで治療を開始し、医師の指示に従います。
- (5) どうしてケガをしたかを指導教職員に具体的に報告し、災害の再発防止に役立てましょう。
- (6) 具体的処置
  - イ) 患者を寝かせます(ショックで倒れるのを防ぎます)。顔が紅潮している時は頭を少し下げ、嘔吐がある時は身体全体を傾け顔を横に向けて吐物を気道に吸引しないようにします。
  - ロ) 出血、火傷、骨折などの症状を見落とさないよう調べます。大出血、呼吸停止、中毒は特に早急な処置とともに救急車を呼びます。
  - ハ) 被服類を除去する必要があるときは、無理に脱がせることなく、被服を切り取るなどの方法がよいと思われます。
  - ニ) 患者をむやみに動かしてはいけません。できるだけ温かく保つようにします。
  - ホ) 意識不明の患者に水その他を飲ませてはいけません。
  - ヘ) 本人に負傷を見せないようにし、元気づけましょう。見物人を遠ざけるようにします。

### 5.3 薬品による障害の応急処置

日頃より、使用する薬品についての情報を収集し、熟知しておく必要があります。

(財)日本中毒情報センター [ <http://www.j-poison-ic.or.jp> ]

(大阪) TEL 06-878-8899 FAX 06-878-8866

(筑波) TEL 0298-56-3566 FAX 0298-56-3533

#### (1) 皮膚に対する処置

速やかに大量の清潔な冷水で15分以上洗浄します。濃硫酸など、水によって発熱するものは、はじめに乾いた布、濾紙、ティッシュペーパーなどでできるだけ早くその大部分を拭きとった後、大量の水で一挙に洗い流すようにします。酸やアルカリは、皮膚のひびや毛髪の間に残ることが多いので、酸なら弱アルカリの水溶液、アルカリなら2～3%の酢酸やレモン汁で中和しておくといよいでしょう。石炭酸はアルコールで洗った後、弱アルカリで中和します。皮膚の潰瘍の処置は、皮膚科の医師に依頼します。

#### (2) 眼に対する処置

素早く大量の水で洗います。特にアルカリは眼球を腐蝕するので、よく水洗いして速に医師に診せます。洗眼には、噴水式の洗眼装置がよいが、無い場合は清潔な水をオーバーフローさせた洗面器に顔を反復して入れ、はじめは眼を閉じたまま後に眼を水中で開閉して洗眼します。蛇口につないだゴム管からの緩やかな水流を用いてもよいでしょう。しかし、噴水が強いと顔についている酸などを眼に圧入したり、腐蝕された皮膚表面をはぎとることになるので注意することです。中和剤は使用してはいけません。洗眼が終わったら厚めのガーゼ湿布をあて、眼帯などで固定し、速に眼科医の処置をうけます。

#### (3) 呼吸器に対する処置

患者を迅速に新鮮な空気中に搬出します。汚染衣服は取り除き、皮膚は洗浄し、保温安静にします。重症の場合は、酸素吸入や人工呼吸が必要です。酸ミスト、塩素ガスなどの濃厚曝露では、気管粘膜ばかりでなく肺胞も損傷し、気管支炎、肺炎、肺水腫(血しょうが肺に浸出)を引き起こし、呼吸困難に陥ることとなります。ショックを起こすこともあるので医師の治療が必要です。

#### (4) 誤飲に対する処置

大量の水又は牛乳を飲ませ、嘔吐させます。胃、食道の損傷は数分で死を招くことがあるので、処置は寸刻を争います。与える水は飲んだ薬量の約100倍以上必要です。酸に対して生卵、アルカリに対しては果汁、酸なども使えます。指でのどを刺激したりして吐かせてもよいが、意識がないと吐物誤飲により窒息する恐れがあるので、何もしないで早急に医師を呼ぶ必要があります。

## 5.4 外傷の処置

止血、細菌感染防止、苦痛除去の三点が必要です。

### (1) 普通の傷

出血点を圧迫し傷口を心臓より高く挙げて止血します。傷口の汚れを水道水で徹底的に流し、ワセリンを薄く塗りラップで覆った後にテープ又は包帯で固定します。

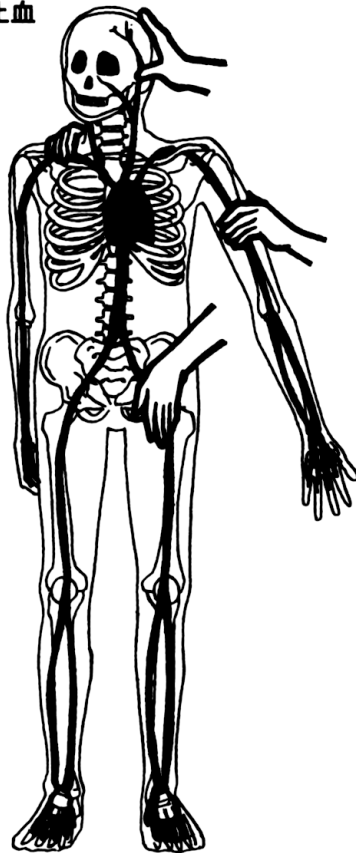
### (2) 主幹動脈が破れた場合

直ちに指頭で動脈の傷口より心臓に近い部位を圧迫し、ひき続き止血帯を掛けます。止血法は(3)に記しています。傷面の手当てをしてはいけません。直ちに救急病院へ直行します。

### (3) 止血法

指圧迫法：傷に触れることなく心臓に近い動脈を圧迫するようにします。

指圧による止血



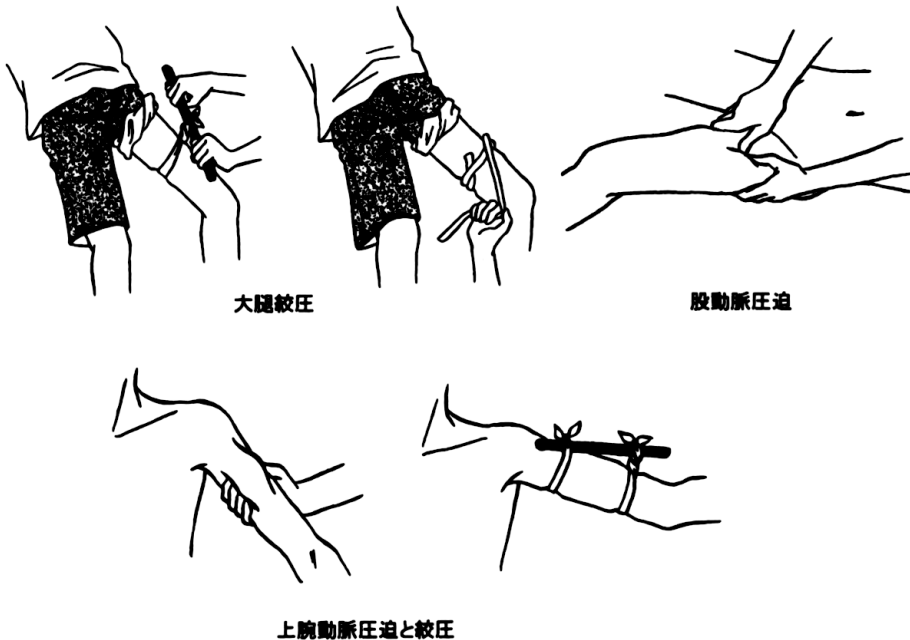
総頸動脈圧迫



鎖骨下動脈圧迫



## 止血



### 〔傷の位置〕

- ひたい・こめかみ
- 後頭部
- 顔面下部(顎)
- 顎の上部
- 腋(肩・上腕の上部)
- 上腕又は前腕
- 指
- 大腿
- 下腿
- 趾

### 〔止血点〕

耳の中央部の前 0.4~0.5 cm の点です。

耳の中央の後ろ 0.8~1.0 cm の点です。

下顎の角から前の方に約 1.2~1.5 cm の点です。

鎖骨の中央部で顎の方に約 1.0 cm の点です。

鎖骨上方でその中央より内方のところで第一肋骨に向かって強く押さえます。

上腕の内側で(カゴブのできる内側)骨に向かって強く圧します(前腕の場合肘内側の中央部で押さえます)。

指のつけねに近いところで両側から押さえます。

股関節の部分にあたる外上から内下に走る骨盤と大腿との界の線の中央やや内側です。

膝関節の背面の中央部です。

足指のつけねに近く両側にあります。

止血帯による止血方法：主に大腿、上腕部に用います。

指圧迫法により長時間止血することは困難なので、病院へ送る時などは指圧迫法を行いながら止血帯(手拭い、太いゴム管、三角巾なども使える)をかけます。

## 止血帯を用いるときの注意

- イ) 止血帯を直接に傷に触れさせてはいけません。
  - ロ) 止血帯の布幅は 10 mm 以上にします。
  - ハ) 止血帯のしめ方がゆるいと静脈のみを止め、動脈を止血できないのでうっ血状態となり、かえって出血を増すので、末端の脈が消失する程度とします。
  - ニ) 止血帯がない場合はたたみ三角巾を用いるとよいでしょう。
  - ホ) 止血帯をかけた場合は、それを覆い隠すような処置をしてはいけません。止血帯をかけた時間を書き込んだ荷札のようなものをつけて必ず医師に報告します。
  - ヘ) 20 分に 1 分間程度ゆるめ一時的に血流を保つこと。この時傷口に十分な消毒ガーゼをあてておきます。
- (4) 頭部損傷

軽い脳震盪は、安静のみで数秒～数分で治癒するものですが、必ず医師に診せましょう。

脳挫傷、脳圧迫症などは、絶対安静を要します。一般に吐物誤飲を避けるため横向きに就床させ、頭部を冷やし、専門医(脳外科医)の指示を受けます。やむを得ず輸送する時は、必ず担架を使用し、歩かせてはいけません。傷をともなう場合は、傷内部にさわらないように消毒ガーゼで静かに傷を覆うようにします(菌が入ると脳膜炎などになりかねません)。

### ※ 症 状

脳 挫 傷：受傷直後ショック状態となります。体温異常、脈拍少、意識障害(12 時間以上、顔面神経などの麻痺、けいれん)

脳圧迫症：受傷後暫くして(数 10 分～1、2 日)急に意識不明となります。

## 5.5 やけどの処置

苦痛除去、感染防止、ショック処置の 3 点が必要です。

### (1) 軽症

火傷面積が全体の 1/5 以下の場合、冷水や氷水による冷却は効果があります。ワセリンを薄く塗りラップで覆います。

### (2) 重症

火傷面に付着した衣類は、その周辺で切り抜き、医師の処置を待ちます。火傷面を消毒ガーゼで保護するとよいでしょう。広範囲の火傷患者は、ショック状態におちいるので、清潔なシーツやタオルで覆い毛布にくるんで保温し、病院に急送します。

### (3) 衣類に火が着いたら

すぐに横に寝かせて、毛布などで体を包み消化します。自分の衣類に火が着いたときは、寝転んでもみ消しながら大声をだして誰かを呼びます。驚いて走り回ってはいけません。

※ 注意事項：火傷面に油剤を使用してはいけません。ガーゼを用い、火傷面に繊維が付くようなものを用いてはいけません。火傷面に付着したものを取ってはいけません。水泡は破らず、医師にまかせ、傷口のある時は医師にかかることが大切です。

※ 火傷の分類：第1度 皮膚が赤みを帯びてヒリヒリ痛む程度。  
第2度 水泡が生じる程度。  
第3度 さらに進んで黒褐色となり組織が死滅程度。

## 5.6 骨折・捻挫

### (1) 骨折

患部が動かぬよう、副木などで骨折部位と上下関節を固定し(患者と副木の間には布綿などをあてる)、医師の処置を受けます。患者を運ぶときは、骨折部が動かぬよう細心の注意をはらいましょう。肋骨骨折の場合は呼吸時に痛みが大きいので、布団などにもたれるなどの座位をとる方が楽です。胸に穴が開いている場合は、清潔なガーゼで蓋をします。脊椎・骨盤骨折のときは、布製の担架より板の上に寝かせます。鎖骨の場合は、三角布で前腕を首につるし、他の三角巾で上腕と胸を固定します。

### (2) 捻挫・脱臼

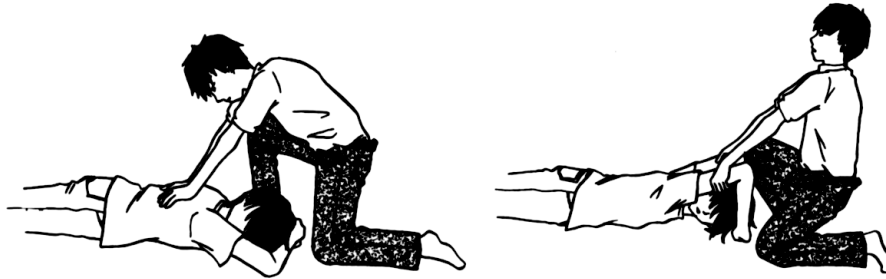
冷湿布をし、副木、弾力包帯などで患部を固定します。腫れがくる場合は原則として医師にかかりましょう。脱臼の場合は、専門医(外科)の治療が必要です。

## 5.7 感電の処置

すぐスイッチや電源を切り、電流を止めます。その際、救助者が感電しないよう、乾いた棒、布、不良導体の手袋を用いて感電から引き離すようにします。呼吸停止あるいは呼吸が浅いときは、人工呼吸をしながら救急車を呼びます。傷の処置は、火傷の時と同じで、保温、安静にします。

## 5.8 人工呼吸と心臓マッサージ

### 人工呼吸



1. 顔の下に手を組み、顔を横に向かせる
2. 方ひざを立て、両手を両肩甲骨の上にあて腕を伸ばしたまま強く圧迫する。
3. 両上腕を頭の方へ強く引張る。



1. 片手で下あごを持ち上げる
2. 相手の鼻をつまみ、口から息を吹き込む。
3. 5秒に1回のリズムで行う

感電や打撲、酸素欠乏などによって呼吸が停止したような場合には、3分以内に呼吸を再開しなければ、蘇生後に後遺症を残し、6分以上たてば心臓も停止し蘇生が困難になります。従って、このような呼吸停止の患者が発生した場合には、近くにいる者が速やかに人工呼吸を行い、救急車を呼ぶかもしくは医師を呼びその到着を待ちます。

### 心臓マッサージ



1. 平らな堅い場所に仰向けに寝かせる。
2. 両腕を伸ばし、両手を重ねて心臓部にあてる。
3. 毎秒1回程度の速さで、胸骨が3～4cmへこむ程度に圧迫する。
4. 毎回手の力を抜いて胸かくを復元させる。
5. マッサージ5回に対し、1回くらいの割合で人工呼吸をする。

## 5.9 各種薬品に対する処置

以下の試薬などを使う際には、万一の場合に備えて、予め必要な緊急処置方法を確認・準備し、事故が起きた場合、可能なかぎり早く病院へ搬送しましょう。

### (1) フッ化水素酸

皮膚に触れた場合、内部まで浸透するのでできる限り長時間、水で洗い、マグネシア泥膏(酸化マグネシウム 20 g、グリセリン 80 g)で覆い、乾いた包帯をします。呼吸器が冒された時は絶対安静を保つようにします。

### (2) 塩素ガス

呼吸器障害に対し、希アンモニア水を湿ませた脱脂綿を短時間ずつかがせます。アルコール、エーテルなど量混液の蒸気吸引も気道の刺激緩和に役立つといわれています。

### (3) 一酸化炭素

新鮮な空気中に搬出し(患者を歩かせてはならない)安静と保温に注意します。重症者は、高圧酸素治療が有効ですので救急病院でその旨を告げます。それが利用できない時は30分以内に2ℓ以上の交換輸血が効果があるので、早急に医師の指示により血液の手配をします。意識回復後は、2～3時間は絶対安静、数日間は休養が必要です。

### (4) シアン化水素・シアン化物

新鮮な空気中に搬出し、生命の危険をとまなうことが予想されるので、速やかに医師に診せます。

### (5) 二酸化窒素

曝露後かなり遅れて突然発症します。呼吸器症状が軽度でも酸素吸入を行います。肺水腫を主症状とします。口、鼻、眼の粘膜、皮膚を1%重曹水で洗浄します。

### (6) 硫化水素

5% CO<sub>2</sub>を添加した酸素の吸入が有効とされます。眼については、洗眼と損傷結膜感染防止が必要です。

### (7) 黄リン

治療困難な第2度又は第3度の火傷を生じやすいものです。水中から大量の流水で洗い流します。火傷による5%の重曹水を注ぎ、ついで5%硫酸銅液で洗浄し、リンを固定してピンセットでとることとなるが、無理にはがしてはいけません。

### (8) 有機溶剤

呼吸器からの侵入による中毒が主だが経皮吸収もあります。一般に麻酔作用があり、重傷の場合は意識障害、呼吸中枢麻痺を起こします。救急処置は、一般的方法と同じですが、体表の洗浄には、合成洗剤と水を用います。後遺症が残ることがあるので注意が必要です。

### (9) 酸素欠乏

短時間で致命的な状態になるので、速やかに新鮮な空気中に搬出します。人間が正常に活動できる気中酸素濃度は16%以上で、10%前後で呼吸困難、7%前後で短時間に意識不明、呼吸停止となります。救助者が道連れにならないよう酸素呼吸器、命綱などを用います。防毒マスクは無効です。

## 6. 休日および終夜実験・無人運転

## 6. 休日および終夜実験・無人運転

実験の性質上、休日や終夜に実験がおよぶ場合があります。また長時間の実験では装置から離れる場合もあります。その際、機器の特性をよく理解し、十分に安全策を立てておくべきです。

### 6.1 休日および終夜実験

休日や終夜に実験を行う場合は、指導教員または講義担当教員に届出をする必要があります。この場合、防災上または災害が起こったときに適切な処置を行えるよう 2 人以上でなければいけません。また、緊急の場合の連絡方法を熟知しておくべきです。

### 6.2 無人運転

長時間に亘り実験者の目に触れないことを考え、装置の暴走などに対策を講じておくべきです。

#### (1) 無人運転中の停電

- イ) 無人運転中、停電しても事故に至らぬように考えておきます。
- ロ) 一旦停電し、また通電される場合があります。担当者が来るまでは装置は停止の状態の方が安全ですから、復帰後、装置が安全側に動くよう OFF-OPEN ではなく、OFF-SHUT となるようにする必要があります。

#### (2) 給排水関係

よく起こる事例であり、このため装置が損傷することがよくあります。

- イ) 冷却水による洪水
- ロ) 夜中は、水圧が上がるのでゴム管が止め具から抜けたり、ゴム管の先が踊って流しの外へ逃げたりすることがあります。締め具(洗濯機、自動車のラジエーター用などで使われている)を用いて完全に固定します。またゴム管は老化するので、ヒビの入ったものを使ってはいけません。
- ハ) 断水

無人運転中に予期せぬ断水のあることを考えておくべきであり、装置の加熱を防ぐため、あるいは装置を保護するため、圧力型断水リレーを用いて電源を切るようにしておきます。

#### (3) 過熱

- イ) 電気炉、電気・ガストーブなどの暖房器具の過熱により、火災に至ることがあります。消し忘れ、周囲の整理には十分注意を払うべきです。
- ロ) 油浴恒温槽や油拡散ポンプなどの油類も一度劣化がはじまると、加速度的に進み装置の過熱の原因となります。適時廃棄交換しましょう。

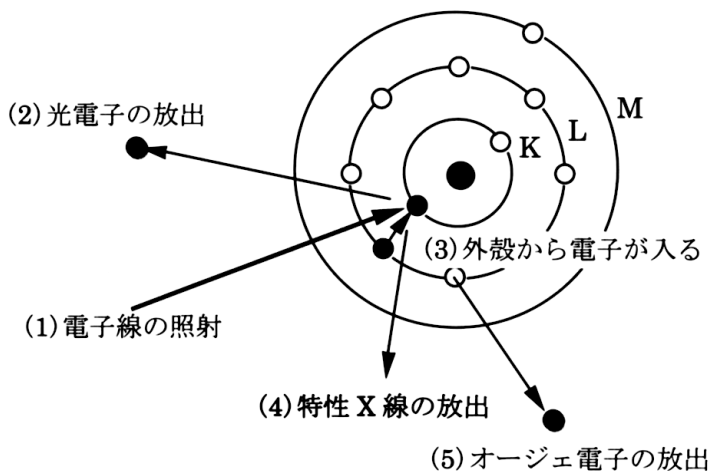
## 7. X線発生装置、レーザ装置等に関わる安全



## 7. X線発生装置、レーザ装置等に関わる安全

### 7.1 X線発生のしくみ

X線回折装置などで使用されるX線は、高速の電子線を金属ターゲットに衝突させることにより発生させます。右図で説明すると、電子線の照射(1)によりターゲットの金属原子中の内殻の電子が光電子として放出され(2)、その空席に外殻の電子が入り(3)、外殻の電子の方が内殻の電子よりも多くのエネルギーをもっているため、



そのときに余ったエネルギーによりX線が放出され(4)、さらにオーグジュ電子として外殻の電子が放出され(5)、この2種類の方法でエネルギーが消費されます。このときに発生するX線の波長は、例えばCuターゲットならば最も強度の高い $K\alpha_1$ 線は0.15405 nmと固有の値をとり、これを特性X線といいます。固体試料に電子線の代わりにX線を照射しても同様の過程で光電子やX線が発生します。これにより発生したX線は特性X線の中でも蛍光X線とよばれ、元素の種類により発生するX線の波長が異なることを利用して材料の元素分析(蛍光X線分析)に用いられます。

一方、走査型電子顕微鏡(SEM)や透過型電子顕微鏡(TEM)でも、固体試料に電子線を照射するため試料からX線が発生します。

### 7.2 人体への影響

X線回折装置などのX線発生装置で発生するX線の波長は0.05 nm~0.25 nmと小さいため、非常に強いエネルギーをもっています。このX線を許容量以上に浴びると人体の組織が破壊される放射線障害を起こすばかりか、特に生殖機能に遺伝的な突然変異を起こすような影響を及ぼすことが知られています。従って、X線を発生する装置の取扱いには十分注意する必要があります。

### 7.3 X線発生装置の使用に関する注意

X線回折装置などのX線発生装置などを利用するにあたっては、必ず管理責任者の許可を得た後、管理責任者の指示とマニュアルに沿って使用してください。また、X線の発生中にX線発生装置には必要以上に近付かず、被爆を最小限におさえるよう心掛けてください。特に、X線の発生中に、X線の遮蔽するための鉛ガラスの隙間に顔を近付れたり(被爆の危険があります)、装置の後ろに回り込んだり(被爆と感電の危険があります)することは絶対に避けてください。

X線発生装置の管理責任者は、下記の基準に従い常に安全に使用できるよう努めてください。

- (1) X線発生装置の安全に取り扱うためのマニュアルを表示します。
- (2) X線発生装置にX線発生中を知らせるための赤色警告灯を付けます。
- (3) X線発生装置からの発生X線の遮蔽(遮蔽効果を有する鉛ガラス板などによる)を行います。
- (4) 定期的に放射線計測を行い、装置外に漏れるX線が基準値に満たないことを確認し、その結果を管理責任者が報告します。また、基準値に匹敵あるいは高いX線が計測された場合は直ちに装置の使用を停止し、安全対策を講じます。
- (5) 各装置の管理責任者が上記の安全基準が守られているかを定期的に調べます。

## 7.4 走査電顕・透過電顕などに対する注意

電顕から発生するX線は、試料が金属製の密閉された装置内にあるためX線の遮蔽が十分に行われており、上記のX線発生装置と比べ被爆量はかなり少ないものの、その使用には十分注意してください。電子顕微鏡を利用するにあたっては、必ず管理責任者の許可を得た後、管理責任者の指示とマニュアルに沿って使用してください。また、管理責任者は定期的に放射線計測を行い、装置外に漏れるX線が基準値に満たないことを確認し、その結果を管理責任者が報告してください。

## 7.5 レーザ装置の取扱い

レーザー光とは、誘導放出により発生および増幅される可干渉光を指します。レーザー光は、一般的に指向性が強く高出力ですので、特に取扱いに気をつけなければいけません。レーザー光の波長領域(赤外、可視、紫外)のそれぞれにおいて取扱いの注意事項が異なります。また、時間的に連続したレーザー光と、瞬時に大きなパワーを示すパルスレーザー光でも注意事項が異なります。したがって、使用するレーザー装置に対応して安全対策をとることが必要です。レーザー装置共通の安全策として、

1. レーザ光を目に入れてはいけません
2. レーザ光を皮膚にあててはいけません

の二つが原則です。

また、レーザー装置の安全を確保するためにはレーザー装置の仕様の確認をすることが第一歩ですので以下の確認を行って下さい。

- (1) レーザ装置の種類を確認します(He-Ne レーザ、Ar イオンレーザー、YAG レーザなど)。
- (2) 波長を確認します。波長は必ず記憶にとどめ、赤外、可視、紫外のいずれであるかは必ず確認してください。
- (3) 連続波(CW)かパルス波かを確認します。レーザー装置の出力を確認します。連続波であれば単位は(W)です。パルスレーザーの場合、ピーク出力(W)、1パルスあたりのエネルギー(J)、パルス幅(s)、繰り返し周波数(Hz)、平均出力(W)を必ず確認してください。
- (4) レーザ装置のマニュアルにある安全上の注意を必ず読んでください。

### 7.5.1 目の保護に関して

レーザー光は非常に指向性の強い平行光ですから、わずかなパワーの光でも、単位面積あたりのパワーは非常に大きくなります。レーザー光が目に入りますと、光は目のレンズにより網膜に焦点を結びます。学生実験などでよく用いられるわずか1 mWのHe-Neレーザー(赤色連続光、632.8 nm)ですら、直視すれば失明の危険があります。従ってどんなレーザーであれ、レーザー光の直視は厳禁です。

### 7.5.2 保護めがねの着用による目の保護

すべての波長領域に対応できる保護めがねはありません。単一波長のレーザーであれば、その波長を完全にカットできる保護めがねを着用します。レーザーをどれだけカットできるかは、めがねの光学濃度(OD値)で決まります。レーザーの出力と光学濃度によりめがねを透過するレーザー光のパワーをあらかじめ見積もっておくことは重要です。また、保護めがねには、全面からの光をカットする眼鏡型やゴーグルのように側面からの光もカットする型のように数種類の型がありますので、目的に応じて安全な型を選んでください。

特に赤外や紫外のような不可視レーザー光の放射のある実験室内では、レーザービームが見えませんが必ず保護めがねを着用してください。紫外レーザーは不可視光で光軸は見えませんが、ビームが壁や衣服などの物体にあると蛍光を発するため、おおよその危険を察知することができます。しかし、赤外光を発するYAGレーザー(基本波1064 nm)や赤外半導体レーザー(800~1000 nm)は不可視で光軸は見えないばかりか、物質に照射されても蛍光を発しませんので非常に危険です。また、これらのレーザーには一般的に非常に高出力のものが多いため、壁などからの散乱光があった場合、光を認識することができませんので細心の注意を払う必要があります、横からの光から目を保護するためにゴーグル型の保護めがねが適当と思われます。

また、ArレーザーやKrレーザーのように複数の波長を同時に発振するレーザーや、YAGレーザーのように基本波(1064 nm)と第2高調波(532 nm)を同時に発生するレーザーもありますので、それぞれの波長における透過特性を確認してください。

保護めがねには、吸収型と反射型があります。プラスチック製の吸収型では表面の傷防止コーティングをしたものが望ましく、反射型では傷により透過率が大きく変化するうえ、光線の入射角度により性能が変化することに留意する必要があります。

### 7.5.3 身体へのレーザー光の照射の防止

高出力のレーザー光に過度に暴露された場合、皮膚および身体にやけどなどの大きな影響が生じます。

**紫 外 光**：波長が短いためエネルギーのほとんどが皮膚で吸収されます。また、化学変化を誘発するため、火傷に至らなくても皮膚の色素の変化、波長によれば遺伝子障害や皮膚ガンを引き起こすおそれがあります。従って、皮膚に対する照射は最小にとどめなければいけません。遺伝子障害の防止には防護服の着用が必要です。

**可 視 光**：強いレーザー光の場合、主に火傷が生じます。

**赤 外 光**：熱線といわれることもあります。物質との相互作用が小さいため、皮膚を通り越し人体の深いところまで到達し、最終的に熱に変わります。従って、人体の深い部分まで火傷により損傷を与えます。高出力の YAG レーザ(1064 nm)や CO<sub>2</sub> レーザ(10.6 μm)を使用する場合は特に気をつけてください。

**パルスレーザー**：Q スイッチ YAG レーザや Q スイッチルビーレーザーではピークパワーで MW-GW の大変強力なレーザー光を扱うことがあります。これらのレーザーパルスを皮膚に受ければ、火傷や水膨れを起こします。

#### 7.5.4 実験装置

光軸の高さは作業時の目の高さにならないよう注意します。

光学素子からの、反射や散乱光が目の位置に来ないように、実験装置のセッティング時に調整し、実験前に確認します。

光軸や反射光および散乱光の確認は、可視レーザーは目視で可能ですが、非可視の紫外光では蛍光板を用いて、赤外光では赤外用蛍光体(IR フォスファー)や IR ビューワーを用いて光軸を確認します。ただし、赤外用蛍光体の感度はそれほど良くないことに注意して下さい。

レーザービームの終端には適切な反射率と熱特性を持つ拡散反射体または吸収体を用いて下さい。強いレーザービームが壁、実験機器あるいは暗幕に照射されますと、発火や火災の原因となります。レーザー使用中は臭いや煙にも気をつけてください。

主なレーザーの種類

種類		波長(μm)	出力		
			連続	パルス	
ガスレーザー	He-Ne	0.6328	1~50 mW		
	Ar イオン	0.5145	0.1~10 W		
		0.4880	0.1~10 W		
	Kr イオン	0.6471	1~10 W		
	He-Cd	0.3250	1~100 mW		
		0.4417	1~200 mW		
	エキシマ	0.2~0.4	~2 J		
窒素	0.3371	~mJ			
固体レーザー	YAGレーザー	基本波	1.064	1~500 W	~50 J
		第2高調波	0.532	1~10 W	~10 J
		第3高調波	0.355		
		第4高調波	0.266		
	ルビーレーザー	0.69		~20 J	
色素レーザー	R6G 色素	0.5~0.65	0.1~10 W		
半導体レーザー	GaAs 系	0.7~0.9	0.001~100 W		
	GaInAlP 系	0.63~0.7	0.001~0.5 W		
	GaN 系	0.41	0.001~0.1 W		

過度のレーザー光に露出した場合の障害

レーザー光の種類		波 長	眼	皮 膚	
紫 外 線	C	(UV-C)	100~280 nm	角膜障害	日焼け、皮膚老化促進、 色素増加
	B	(UV-B)	280~315 nm		
	A	(UV-A)	315~400 nm	角膜障害、白内障	火傷、色素の黒化、 光反応
可 視 光 線		400~780 nm	網膜損傷		
赤 外 線	A	(IR-A)	780~1400 nm	網膜損傷、白内障	火傷
	B	(IR-B)	1.4~3 μm	角膜障害、白内障	
	C	(IR-C)	3 μm~1 mm		

### レーザにおけるクラス分け

クラス		
1	人体に障害を与えない低出力(おおむね 0.39 $\mu$ W 以下)のもの	
2	可視光(波長 400~700 nm)で、人体の防御反応(まばたき動作)により障害を回避しうる程度の出力以下(おおむね 1 mW 以下)のもの	
3	A	光学的手段でのビーム内観察は危険で、放出出力がクラス 2 の出力の 5 倍以下(おおむね 5 mW 以下)のもの
	B	直接または鏡面反射によるレーザ光線の暴露により目の障害を生じる可能性があるが、拡散反射によるレーザ光に暴露しても目の障害を生じる可能性の無い出力(おおむね 0.5 W 以下)のもの
4	拡散反射によるレーザ光の暴露でも目に障害を与える可能性のある出力(おおむね 0.5 W を越える)もの	

## 8. 高圧ガスポンベの取扱い



## 8. 高圧ガスボンベの取扱い

### 8.1 一般的注意事項

- (1) 高圧ガス容器(以下、ガスボンベ)とは貯蔵や輸送に便利のようにガスを圧縮あるいは冷却して液体となっているガスを詰めた容器のことであり、詰められているガスを高圧ガスといいます。
- (2) ガスボンベには、酸素、水素などの圧縮ガスあるいは液化二酸化炭素などの高圧液化ガスを充填するために用いられる継目なしの容器と、LP ガスなどの低圧液化ガスに用いられる溶接容器があります。
- (3) ガスボンベは充填ガスの種類によって色分けされています。

酸素ガス：黒色

水素ガス：赤色

液化炭酸ガス：緑色

液化アンモニア：白色

アセチレン：褐色

液化塩素：黄色

その他のガス：ねずみ色

また、可燃性ガスには「燃」、毒性ガスには「毒」と明示してあります。

- (4) ガスボンベの肩の部分には、「容器番号」、「内容積」、「容器の質量」、「耐圧テスト年月」、「耐圧試験圧力」、「最高充填圧力」が刻印されていますので、内容をよく把握してください。
- (5) 容器に衝撃を与えたり、粗暴に取り扱わないように注意します。
- (6) 容器は必ず保護用キャップを付け、専用の手押し車で移動するようにします。手で移動しなければいけないときや台車を使用できないところでは、ボンベをわずかに傾け、底のふちで保護用キャップがはずれないように、またキャップのネジが緩まない方向に回転させながら行います。引きずったり、横に転がしてはいけません。
- (7) ガスボンベは涼しい所に設置します。ボンベは立てて使用しますが、倒れたり、ずれたりしないように実験台、壁にしっかりチェーンで固定して使用します。また、専用のボンベケースを使用します。
- (8) 容器の周辺は整理整頓するようにします。特に、容器の周囲 2 m 以内には、火気または発火性、引火性のものをおいてはいけません。
- (9) 可燃性ガス、毒性ガス及び酸素ガスは各々区分し、同一の場所に保管しないようにします。
- (10) 容器のバルブの開閉は静かに行ってください。使用時は全開で使用します。また、使用後は必ずバルブを締めておきます。安全弁には絶対に手を触れないようにします。
- (11) 充填容器と空の容器(残ガス容器)を区別するために、残ガス容器にはチョークで「空」と明示します。または、「満」のシールをはがして「空」の表示にできるものもあります。
- (12) 充填口(圧力調節器の取り付け口)には右ネジと左ネジがあるので、充填口と圧力調節器の組み合わせを間違えないように注意します。
- (13) 容器バルブの開閉操作は、高圧ガスが噴出する危険性があるので、ガスの充填口を人のいる方向に向けて行わないようにします。

- (14) 接続部分のガス洩れは石鹼液をつけて点検し、もしガスが洩れている場合は直ちに元栓を締めて、教職員に連絡します。
- (15) ガスを使用後は必ず元栓を締め、減圧弁との間を大気圧に等しくしてから(つまり、この間の高圧ガスを除いてから)減圧弁を元に戻します。
- (16) 使用しない容器はボンベ庫あるいは購入業者へ返却し、部屋の中にボンベを放置しないように注意します。

## 9. 液体窒素などの取扱い

## 9. 液体窒素などの取扱い

研究室では、半導体、超伝導体、磁性材料などの物性測定や、分析装置の検出器の冷却のため、特に液体窒素(-196℃)が頻繁に、場合によっては液体ヘリウム(-269℃)も使用されています。その使用で注意しないといけないことは酸欠と凍傷です。

### 9.1 液体窒素の取扱いにおける注意

液体窒素は、施設の大型貯蔵タンクから、専用の貯蔵容器(通常 10ℓ)に移した後、各研究室へ運搬します。この貯蔵容器は必ず専用容器を用いてください。液体窒素の容器は2重構造になっており、その2層間は真空中に保持されています。液体窒素の使用する際の注意点は、

(1) 換気のよい場所で使用・保管する。

液体窒素を、密閉した空間で使用すると、酸素濃度が減少し酸欠状態になります。必ず換気をしながら使用してください。特に、密閉性の高いクリーンルームでの使用は充分注意してください。また、貯蔵容器の保管場所も換気のよい場所とし、狭い倉庫などに置いておくと酸欠状態が生じてしまい大変危険です。

(2) 取扱いを慎重に！

液体窒素が蒸発して気体になると体積が約 1000 倍になります。例えば、10ℓの貯蔵容器の液体窒素が全部揮発すると 10 m<sup>3</sup>にもなり、エレベーターや狭い空間で誤って液体窒素をひっくりかえしてしまった場合、瞬時に酸欠になり極めて危険な状態になります。液体窒素の取扱いは慎重に行い、安定した場所に換気をしながら保管してください。また、運搬にエレベーターを使用する場合、愛媛大学工学部の全てのエレベーターは地震の際には自動的に最寄りの階で扉が開きますが、停電時にはそのまま停止して扉は開きません。停電が長時間に渡る場合、蒸発した窒素ガスで窒息する危険がありますので、緊急のインターホンや電話などで助けを呼んで下さい(約 20 分間は非常用のライトが点灯し、インターホンも使用できます)。できるだけ、エレベーターには運搬者は同乗せず、荷物専用エレベーターとして運搬することを勧めます。

(3) 液体窒素は、濡れた手袋をして取り扱わないこと。

液体窒素が水に濡れた手袋にかかると、手袋が凍結してしまい、手から外れなくなり非常に危険です。水のしみ込み易い布製ではなく、しみ込みにくい革製などの手袋を使用しましょう。また、液体窒素の容器や汲み出すためのポンプ、それらに付着している氷なども、液体窒素温度に近い極低温になっていることがありますので充分注意してください。

(4) 液体窒素中に室温の物体を投入するときは、徐々に入れてください。急激に投入すると激しい沸騰が生じ、液体が溢れ出て危険です。もちろん、その際の換気には充分注意が必要です。

## 9.2 酸欠と凍傷の処置

特に、液体窒素が揮発した酸素濃度 0 %の窒素ガスを吸うと、1回の呼吸で意識不明となります。酸欠状態が発生し、気分が悪くなった者や意識不明になった者を発見した場合は、まず部屋の換気を充分行った後、部屋の外に連れ出し(必要に応じ酸素マスク着用)、衣服の首まわりをゆるめて、酸素吸入を行う必要があります。もし、呼吸が停止している場合は人工呼吸(5.8 参照)を即座に行ってください。

凍傷については、液体窒素は蒸発が早いので人体にかかる程度では凍傷にはなりません、一定時間以上液体窒素をあびると瞬間的に人体組織が凍結してしまいます。この凍傷の処置は火傷と同様で、まず水で数十分冷やした後、適切な処置(5.3 参照)をとりましょう。

## 9.3 液体ヘリウムの取扱いにおける注意

液体ヘリウムの容器は3重構造になっており、これは外隔に容器を予冷却するための液体窒素を入れるためです。液体ヘリウムは、運搬時の振動で気化が促進され易く、容器の真空が破壊されると一瞬で蒸発し、容器爆発の危険があります。取扱いには技術と熟練が必要ですので、必ず教員立ち会いのもとで汲み出し、運搬、実験を行いましょう。液体ヘリウムそのものの使用量よりも予冷却のための液体窒素の方が多いため、液体窒素による酸欠や凍傷にも注意が必要です。外隔の液体窒素量が少ない状態で液体ヘリウムを保存すると、気化により圧力上昇が大きくなるので注意してください。従って、液体窒素用の容器は予冷却用の外隔がないため、液体ヘリウムを入れることは不可能です。

## 10. 振動、粉塵対策について

## 10. 振動、粉塵対策について

### 10.1 振動対策について

#### (1) 振動(対策)について

振動を発生し、手で保持して使用する工具(削岩機、ピッチングハンマー、グラインダーなど)をかなり長時間にわたり使用すると、手指・上肢のしびれ・痛み・こわばりなどの神経症や手指の蒼白現象などの抹消循環障害などのほか、上肢の骨・関節・筋肉などの障害が起きることがあります。

また、全身に振動が作用すると、不快感、注意の散漫、作動の困難、視覚障害、特有の全身疲労をもたらすなどの悪影響を及ぼします。

したがって、振動をともなう作業をするにあたっては、それを防止する対策を施しておくことが大切です。

#### (2) 振動をともなう作業にあたって(振動対策)

- イ) できる限り低振動で軽量の工具を選ぶことが大切です。
- ロ) 作業時間を短くし、数人で作業ローテーションを行うなどして、振動暴露時間を軽減させることが重要です。
- ハ) 可能であれば、振動作業を自動化することが、振動障害を起こさないための一番良い方法です。

### 10.2 粉塵対策について

#### (1) 粉塵(対策)について

粉塵を発散する実験、作業においては、実験者、作業者が粉塵にさらされて健康障害を起こすことがないように防止対策を施すことが大切です。

#### (2) 粉塵を発散する作業にあたって(粉塵対策)

- イ) 岩石を掘削したり、金属を研磨するなどの粉塵を著しく発散する実験・作業においては、呼吸用保護具など適切な保護具を装着します。
  - ロ) 実験室、作業場には、プッシュプル型の換気装置あるいは局所排気装置などを設置することが大切です。
  - ハ) 設備、作業工程、作業方法、作業環境などの改善を図るとともに、作業時間の短縮、作業の転換、就業場所の変更などの適切な措置を講ずることも大切です。
- ニ) 粉塵が発散される作業場では、毎日1回、堆積した粉塵が再飛散しないよう、それら除去するための清掃を行うことが大切です。

## 11. VDT 作業について



## 11. VDT 作業について

### 11.1 VDT 症候群とは？

VDT とはコンピューターなどにおける表示装置のことであり、VDT 機器の使い過ぎによる障害を VDT 症候群と呼びます。具体的には、目の疲れ、頭痛、肩こり、めまい、手足のしびれ、ひどくなると吐き気まで起こすことがあります。また、精神的にもイライラしたり落ち着きがなくなったりすることがあり、最終的には自律神経失調症や精神障害、思考力や判断力の低下を引き起こし、VDT 業務を続けることが困難になります。これらの症状をまとめて VDT 症候群と呼びます。

### 11.2 VDT 症候群の現状

VDT 症候群という言葉は知っていても、その詳細や症状の深刻さについてはまだ十分に認知されているとは言えないのが現状だと思います。しかし、昨今では VDT 作業を行う多くの人が少なからず VDT 障害を持っていると言われていています。例えば、1日に4時間以上 VDT 機器を使用する業務の場合、半数以上の人何らかの VDT 障害を感じているという統計データ（40才未満の人）があります。さらに約 10%の人が医師の診断を必要とする深刻な状態であると言われており、その数は今後も増えると予想されています。

### 11.3 VDT 症候群への対策

VDT 症候群は VDT 機器を使わずに休息ととると徐々に回復しますが、パソコンだけでなく携帯電話やゲーム機など、VDT 機器が広く世間一般に普及した今日ではなかなか回復することができず、むしろ症状を悪化させて心身の不具合など、とりかえしの付かない状況に至ることもあります。また、若いうちは大きな問題が無くても、VDT による心身的ダメージが進行し、加齢とともに発症し、悪化することもあります。そのため、常日頃の生活において予防することが必要です。

**対策 1：**VDT 作業を行うときは、1時間に 10～20 分間程度の休憩を入れ、体操などで体をほぐします。

**対策 2：**室内の照明を適度に明るくし、VDT 画面とその周辺の明るさが極端に違わないようにします。

**対策 3：**表示画面に照明や外の景色が映ると見にくくなります。疲れたときのために、遠くの見やすい場所に観葉植物などを置き、目の休息点を設けるとよいでしょう。

**まとめ：**明るすぎる画面や騒音などの不快な作業環境は精神を興奮状態にさせます。長時間の興奮状態は心身に悪影響を与えることに注意してください。

## 12. 機械系の安全衛生

## 12. 機械系の安全衛生

### 12.1 一般的注意事項

#### 12.1.1 服装および健康状態

- (1) 服装は、袖や裾が機械・装置類に引っかかる危険がなく、汚れてもよいようなものにしましょう(衣服が汚れるのが気になり、ケガをする事が多い)。また履物は、身軽に動作できて、つまずいてもケガをしないような靴にしましょう。できるだけ作業服、作業靴を着用しましょう。
- (2) 回転機械類に巻き込まれる恐れのある手袋、長髪、ペンダント、ネクタイなどをしてはいけません。
- (3) 大型供試体を扱う場合には、安全靴およびヘルメットなどを着用しましょう。
- (4) 野外実験・実習、測量実習などでは気候、天候、現地状況、作業内容などを勘案した服装をしましょう。場合によっては予測されるケガに対応した薬品を準備しましょう。
- (5) 体調がすぐれないときは、いかなる機械類・装置も操作してはいけません。

#### 12.1.2 機械類・装置の使用にあたって

- (1) 機械類・装置の使用にあたっては取扱い説明書を熟読し、取扱い方法、調整方法、メンテナンス方法を習得しておきましょう。不明な点があれば、教職員に聞きましょう。
- (2) 機械類・装置を操作する場合は、常に危機と隣り合わせにいることを強く認識しておきましょう。
- (3) 操作する前に、起こりうる事故を想定して、その予防策を講じておきましょう。
- (4) 万一のことを考えて、緊急停止方法を常時考えておきましょう。
- (5) 操作中は雑談などせず、機械・装置に注意を集中しましょう。

#### 12.1.3 作業場環境等

- (1) 作業場周辺の整理整頓を心がけ、不要な材料、工具は置いてはいけません。
- (2) 足下の物につまずいたり、床にこぼれた油で滑ってケガをしたりしないようにしましょう。廊下や階段、通路に物をおいてはいけません。
- (3) 作業終了後は必ず掃除しておきましょう。工具・器具は、使用后所定の位置に返却しましょう。整理整頓が安全の第一歩です。
- (4) 高いところに置かれた重量物や、背の高い重量物が何かのはずみで落ちたり倒れたりしないように固定しましょう。
- (5) 高所での作業に際しては、転落しないように注意しましょう。無理な姿勢での工具の使用を避け、工具や器具を落とさないように注意するとともに、架台周辺で作業する人は、落下物から身を守るためヘルメットを着用しましょう。
- (6) 重量物を2人以上で運ぶ場合には、他の人がころんだり、力をゆるめたり、手足をはさまれたりすることのないように注意し、慎重に取扱いましょう。

#### 12.1.4 電力の使用

- (1) 電気機器の使用にあたっては、感電事故を防止するため、身体(特に手)や衣服が濡れた状態での作業は厳禁です。
- (2) 機械の電装品を修理したり取り替えたりする場合は、配電盤の元電源を遮断し、それを確認してから行いましょう。
- (3) 作業で使用する水が、配電盤、運転スイッチ、モータ、コンセント、計測用電子機器などにかからぬよう心掛けましょう。
- (4) 電気系統の配線は必ずスイッチを切った状態で行う。計測器の結線時には、接続部の電気配線がむきだしにならないよう留意し、漏電および感電に十分注意しましょう。
- (5) 電気配線を、実験中に踏んだり引っかけたりしないよう、配線の仕方に気をつける。また、どのような配線になっているかが、一目で判るような配置にしておくことも大切です。
- (6) 高電圧(200 V 以上)を用いる際には、大地アースを必ず高電圧電源に接続してください。高電圧配線には絶縁耐力に余裕のある同軸ケーブルを用い、その外部シールドを確実にアースしてください。高電圧は近づくだけで放電して感電するので、むき出しの配線は天井などに設置し、絶対に近づいてはいけません。
- (7) 半田づけ作業では、作業終了時並びに中断時には、必ずコンセントを抜いておく習慣を身につけておきましょう(スイッチが入っているのを忘れることがよくあります)。

#### 12.1.5 水道および火気

- (1) 水道の使用にあたっては、水量と排水溝のつまりに注意しましょう。
- (2) 火気使用中は必ず1名は在室し、火気のそばを離れてはいけません。
- (3) ガス器具は周囲に可燃物がないところで使用するとともに、換気に注意し、退室するときには必ず室内の元栓を締めましょう。
- (4) 電気ヒータに関しては、漏電に注意するとともにヒータ温度を常時観察・制御し、安全な温度管理に留意しましょう。

#### 12.1.6 化学物質

- (1) 化学薬品は所定の場所に保管し、その特性に従って取り扱ってください。薬品使用時にはMSDS(製品安全データシート)を読み、事前に化学特性を理解した上で取扱いましょう。薬品によっては換気についての注意対策が必要です。火気のあるところで引火物を取り扱ってはいけません。そこにただ置いておくのも危険です。
- (2) 劇物、毒物使用時は試薬管理簿に必要事項を記入の上、使用しましょう。また、使用時以外は薬品庫の施錠を確実にしましょう。
- (3) 揮発性を有する薬品(エタノール、メタノール、アセトン、トルエンなど)
  - イ) 揮発性薬品は、蒸気を伝って瞬間的に引火することがあるので火気は絶対厳禁です。多量に使用する場合は換気を充分行い、蒸気吸入による中毒に気をつけましょう。
  - ロ) 揮発性薬品を18ℓ入りの缶から500cc瓶に移すときは建物の中で行わず、外で行いま

しょう。1 缶分の溶媒を部屋中に充満させるとほぼ爆発下限に到達します。使用時ばかりでなく保管場所(机の上など)でも火気厳禁です。

#### (4) 水銀

イ) 圧力計には水銀が用いられています。水銀を扱う際は、こぼれないように十分に注意し、万一こぼれた際は、ていねいに回収してください。

ロ) 水銀を扱った後はいかなる場合にも、生活排水につながる水道では、手・その他のものを洗ってはいけません。水銀に触れた手は容器を使って貯め洗いし、浄水は処理施設に持参してください。

ハ) 水銀で汚れたものはまとめて、処理施設に持参してください。

#### (5) 「愛媛大学における排水、廃液についての手引き」をよく読み、廃液・廃油・薬品などの廃棄を適切に行いましょう。

### 12.1.7 廃液・廃油・薬品等の廃棄

(1) 写真廃液は、現像液(マイクロファイン、コレクトール、バンドールなど)、停止液、定着液と分類して専用のポリタンクに保管し、一杯になったら必要書類に記入し、処理施設に持参してください。

(2) 廃油は専用のポリタンクに保管し、連絡があった時点で必要事項を記入し、処理施設に持参してください。

(3) 特殊な薬品の廃液に関しては、薬品の特性に応じ処理してください。

(4) 廃液などの処理については、必ず教職員の指示を仰いでください。

(5) 「愛媛大学における排水、廃液についての手引き」をよく読み、実験排水の取扱いを適切に行いましょう。

## 12.2 工作機械

### (1) 点検

工作機械はそれぞれ固有の機能を備えているので、正しい使用法と工作機械の特徴を熟知しておきましょう。作業前には必ず点検しましょう。必要に応じて注油してください。ベルトのたるみ具合を停止状態で確かめましょう。ベルトカバー、歯車カバーなどの有無など、各部に異常がないか確認しましょう。

### (2) 服装

イ) 必ず作業服を着用しましょう。ボタンなどは必ずかけて、作業中衣服が巻き込まれないようにしましょう。

ロ) 長髪の方は必ず作業帽を着用し、髪の毛が機械に巻き込まれないようにしましょう。

ハ) 履物は、革靴あるいは運動靴を使用しましょう。出来れば安全靴を使用してください。スリッパ、サンダルなどは厳禁です。

ニ) 工作機械を使用するときは、軍手を着用してはいけません。軍手は重量物を運搬するときだけにだけ着用します。

### (3) 準備

重い加工物を取り付けたり、運搬したりするときには十分注意し、治具やチャックの締め付け具合を確認します。長尺物の加工には振止めを用意するなどの注意が必要です。

### (4) 作業中の注意事項

- イ) 1台の工作機械には一度に1人だけで操作するのが原則です。グループで行うときは、必ず互いに合図で確認してください。作業者が加工物を交換しているとき、他のものが操作盤のボタンを押して機械を作動させたりすると、重大な人身事故が発生する危険があります。
- ロ) 作業中は絶えず音、振動、煙、熱、臭気、スパークなどに注意し、異常を発見したときには機械を停止して担当者に相談してください。
- ハ) やむを得ず機械を離れるときにはスイッチを切り、レバーをニュートラルにしておきます(停電の場合も同様です)。
- ニ) 切りくずは早めに安全に処理しましょう。この処理は常に機械を停止させ、ブラシなどを用いて行います。切りくずは、鋭利でしかも高温になっているので素手で取り扱うのは大変危険です。また、回転部分には絶対触れてはいけません。
- ホ) 運転中、万一危険が生じたときは、直ちに操作盤の非常停止ボタンを押して緊急停止させてください。

### (5) 作業の停止及び清掃

機械を停止するときは、スイッチを切り、レバーをニュートラルにしてください。工具類の整理整頓、及び周囲の清掃を心がける事が安全に繋がる事を銘記しましょう。

## 12.2.1 ボール盤

- (1) 回転機械に巻き込まれる可能性のある作業衣を着用したり、軍手をはめたりしてはいけません。
- (2) 回転体の半径方向には極力立ち入らないようにしましょう。
- (3) 回転しているドリルには、手を触れたり、顔を近づけたりしてはいけません。
- (4) 工作物は確実に取り付け、無理な取り付け方をしてはいけません。また取り付け、取り外しに際しては、必ず回転を停止してから行いましょう。穴あけの後ドリルを戻すときには工作物が振り回されやすいので注意しましょう(薄物の穴あけには木片をしき、これと共に穴をあけましょう)。
- (5) ドリルの取り付け、取り外しが終わったときは、チャックハンドルを必ず抜き取っておきましょう。
- (6) 切削中、切粉は素手でつかんだりせず、ブラシ、払い棒を使用しましょう。
- (7) ドリルが破損などしないように、切削条件、ドリルの切れ刃の状態と切れ味、工作物の保持の仕方などに気をくばって作業をすすめましょう。
- (8) ドリルの大きさに見合った回転速度で使用しましょう。

## 12.2.2 ハンドドリル

- (1) 使用前にきりやビットのチャックへの締め付け、スイッチ、電源コード、プラグの異常の有無を点検しておきましょう。
- (2) 大径のきりを使用するとき反力でドリルがとられ、思わぬケガをすることがあります。特に交流式はトルクが大きいので注意しましょう。また、大きい穴は一度であけようとせず、徐々に大きくしながらあけると安全です。
- (3) センターポンチでマークせずに穴をあけようとする、きりが滑って危険です。また、材料に対して垂直でない穴の場合も同様です。
- (4) 穴あけ中、ドリルを無理にこじあげたり傾けたりするとドリルが折れやすいので気をつけましょう。
- (5) きりの刃のついている部分は鋭いので、不用意にさわってはいけません。また、作業直後のきりや切りくずは、高温になっているのでやけどに注意しましょう。
- (6) 貫通する直前にドリルが材料に咬んで、その結果、ハンドルが回転することがあるので特に注意が必要です。

## 12.2.3 旋盤

- (1) 保護眼鏡を着用しましょう。
- (2) 回転体に手を触れてはいけません。
- (3) 素手で切り屑を扱ってはいけません。
- (4) ポケットに手を入れてはいけません。
- (5) 作業服の袖口や腰などのボタンはきちんとかけましょう。
- (6) 安全靴、または革靴を着用しましょう。
- (7) 準備(段取り)や測定時には、主軸速度変換レバーを必ず中立位置にしておきましょう。
- (8) 心押し台は、使わないときは端に寄せて軽く締め付けておきましょう。
- (9) 機械のベッドの案内面や、刃物台の上に工具をおいてはいけません。
- (10) 加工物の取り付け、締め付けは確実にいきましょう。
- (11) 工作物の取り付けがすんだら、直ちにチャックハンドルを外しておきましょう。
- (12) チャックの真横には立たず、往復台の右寄りに立って作業しましょう。

## 12.2.4 フライス盤

- (1) フライスの刃物に接触して汚したり、切り屑で顔や目を傷つけたりすることが多いので、必要に応じて、保護眼鏡を着用するなど、安全には十分気を配りましょう。
- (2) 刃物の取り付け、取り外し時は、電源を切っておきましょう。
- (3) 加工物の取り付け、取り外しは、刃物の回転を止めてから行いましょう。
- (4) テーブル上下送り装置のハンドルは、使用后、必ず外しておきましょう。
- (5) 加工中は、絶対に刃物部分へ顔を近づけてはいけません。
- (6) 切り屑が飛散する材料を切削する際は、刃物部分を囲うか、保護眼鏡をかけましょう。
- (7) 刃物に切削油をさすときは、刃物の上部からさすようにしましょう。

- (8) 万力やテーブルの上に取り付けた加工物がしっかり締め付けられているか、加工の途中でも時々確認しましょう。
- (9) 切り粉は手にささりやすいので注意しましょう。けがき線を見ようとして切り粉を指先で払ってはいけません。
- (10) 早送りは特に注意が必要です(早送りを止めても送りは動いています)。

### 12.2.5 研削盤

#### (1) 安全の心構え

研削作業は、砥石車が高速で回転しながら加工物を研削するので砥石の破壊や加工物の飛びなど、きわめて危険性が高いので十分注意して行いましょう。必ず保護眼鏡を着用して作業を行いましょう。

(2) 研削作業は、必ず担当職員の指示のもとに作業を行ってください。

#### (3) 平面研削

イ) マグネットチャックに加工物が完全に吸着しているか確認しましょう。

ロ) 停止している砥石に加工物を当ててはいけません。

ハ) テーブルの停止は砥石が加工物から離れた位置で行いましょう。

ニ) 砥石の半径方向やテーブルの送り方向の位置に立ってはいけません。

#### (4) 円筒研削

イ) 心押し軸のスプリングが加工物を強く押しすぎないようにしましょう。

ロ) 砥石とテーブルストロークの位置調整を再確認しましょう。

ハ) 研削液は十分使用しましょう。

ニ) 加工物の取り付け取り外しは砥石が完全に停止してから行いましょう。

### 12.2.6 形削盤

(1) 機械(万力など)の上に工具、材料、製品などを置いてはいけません。

(2) ラムの運転する範囲内に衝突するものがないことを確認しましょう。

(3) ストロークの長さ、バイトの調整は機械を止めて行いましょう。

(4) バイトは出来るだけ短く取り付け、ラムの運転方向に立たないようにしましょう。

### 12.2.7 グライNDER

(1) 使用前に、研削砥石と受け台との隙間を広く開け過ぎないようにしましょう。受け台の調整は砥石の回転を止めてから行いましょう。

(2) 防塵ガラス、また防塵メガネを使用しましょう。

(3) 平型砥石の側面は使用してはいけません(砥石は側面に弱いからです)。

(4) 砥石の取り替えは、係員以外の者がしてはいけません(砥石は、ハンマーテスト、バランステスト、3分間の試運転をしてから使用しましょう)。

(5) スイッチを入れて、十分に回転が上がってから使用しましょう。

(6) 重い物は手持ちで作業せず、なるべく、ポータブルグラインダーを使用しましょう。



- (7) 砥石の目直し、形直しを怠らないようにしましょう(形の不規則な砥石は砕け易いからです)。
- (8) 小物、薄物を研削するときには十分に注意しましょう(材料がはねられる恐れがあります)。

#### 12.2.8 コンタマシン

- (1) 鋸刃のゆるみ具合などを点検してから作業しましょう。
- (2) 切削中に異常があったとき(帯鋸刃の折損、刃が欠ける、刃が止まるなど)は、直ちにスイッチを切り、係員に連絡してください。
- (3) 鋸刃に注油してはいけません。
- (4) あまり小さい円弧は切削できません。材料をあまりねじらないように注意しましょう。

#### 12.2.9 高速切断機

- (1) 切断する材料は確実に、万力に取り付け、締め付け具合を確認しましょう。
- (2) スイッチを入れてから、砥石の回転が定常になったことを確認してから切断しましょう。
- (3) 砥石が回転中に材料の取り外してはいけません。
- (4) 切断中は、回転が異常に落ちることの無いよう、無理な切り込みをしてはいけません。
- (5) 切断された材料は摩擦熱で高温になっているので、取扱いに十分注意しましょう。
- (6) 切断するとき、火花に注意し砥石の回転面の前後に立ってはいけません。
- (7) 薄く切るときは、砥石が曲がって割れやすいので注意しましょう。

#### 12.2.10 溶接

- (1) 感電事故は、アーク溶接作業中に起こるものがほとんどで、無負荷時にホルダーの露出部、溶接棒などに触れ、無負荷電圧により感電事故を起こすものです。したがって感電事故を防止するために、革手袋、安全ホルダーの使用とともにアースを確実にしておきましょう。溶接ケーブルは被覆損傷のない適正なものを使用しましょう。
- (2) 作業者は、遮光性能の良好な保護具を着用して目を保護しておきましょう。また他の作業者に対する保護対策として、溶接現場を遮光衝立または遮光幕などで囲っておきましょう。
- (3) アーク光が直接皮膚に当たると、火傷の症状となります。また溶接の火花で火傷する場合があります。従って、革手袋、前掛け、足カバーなどにより安全に保護しましょう。
- (4) ガス溶接・溶断作業を行う場合には、容器の貯蔵並びにその取扱いに注意しましょう。また、圧力調整器、ゴムホース、吹管の取り付けを確実にし、吹管操作に注意しましょう。作業前に各箇所ガスの漏れのチェックを石鹼水で行いましょう。作業中は換気に注意し、裏側などに燃えやすいものがないか必ず確認して作業するようにしましょう。

### 12.2.11 N C 旋盤

- (1) レバー操作時バイトの移動早さの確認を必ず手動で行いましょう。
- (2) 手動レバー操作時バイトの移動方向を間違えないようにしましょう。
- (3) 手動レバー操作により、バイト移動後はモード切り替えレバーを必ずステップの位置にしておきましょう。
- (4) 自動運転(マニュアル データ インプット、MDI 運転を含む)時機械の運動の向き符号(+、-)の間違いがないか確認しておきましょう。
- (5) 自動運転時、移動量数値の桁数の間違いがないかを確認しましょう。

### 12.2.12 マシンニングセンタ

- (1) 電源を投入し、機械を運転するとき、可動部に人がいないか障害物はないかを確認しましょう。
- (2) 段取り作業をする場合は、出来るかぎり電源を切ってから行いましょう。また、回転部分に手を触れるときは、必ず回転を止めて作業しましょう。
- (3) 機械可動部分は勿論のこと、機械装置の上に工具、測定具などをおいてはいけません。
- (4) 加工物や工具は常に確実にクランプしましょう。
- (5) 主軸回転中は不用意にカバーを開けたり、カバーを開けて切り屑を排出したり、加工物や工具に触れてはいけません。
- (6) 加工中、ワークに切り屑がついても主軸を回転させたままでは取り除いてはいけません。
- (7) 操作盤のスイッチボタンは、目でよく確かめてから確実に操作しましょう。
- (8) 機械運転中はマガジン内の工具に触れてはいけません。また、その他可動部にも不必要に接近したり、触れたりしてはいけません。

## 12.3 その他の機械類等

### 12.3.1 送風機・圧縮機・ポンプ・油空圧回路

- (1) 送風機や空気圧縮機などの運転に際しては、高速回転部(軸、ベルト、ファンなど)に不用意に近づいて巻き込まれないように注意しましょう。また、近くで作業する場合には運転を停止しておきましょう。
- (2) 空気圧縮機はタンクのドレン抜きを励行し、業者による定期的なメンテナンスを行いましょう。
- (3) 回路は個々の部品の定格を守って配管しましょう。管路には必ず安全弁を取り付けて異常高圧とならないよう注意し、常に圧力計を見ながら加圧、減圧を行いましょう。
- (4) 空気圧回路の配管は無圧状態で行いましょう。
- (5) 油空圧シリンダの使用に関しては、摺動部分に手を近づけてはいけません。
- (6) 停止後は減圧して、大気圧にしておきましょう。
- (7) 回転体の近くでは袖や前がひらひらした作業衣や白衣、および軍手を使用してはいけま

せん。

- (8) ヘルメットを着用しましょう。

### 12.3.2 電気炉

電気炉の使用にあたっては火災、火傷、感電への注意が必要です。特に 100～500℃での使用は炉内が赤くないので、他人に対して使用中であることを明示しておきましょう。具体的な注意すべき点を以下に示します。

- (1) 炉の周辺を整理整頓し、特に可燃物を近くに置いてはいけません。
- (2) 炉を必要以上に高温にしない。また、使用中、異常な臭いなどに注意し、最高温度付近では炉の側で監視するようにしましょう。
- (3) 炉本体や高温部に触れてはいけません。
- (4) 昇温された試験片などにさわるときは、皮手袋や長袖シャツを着用しましょう。

### 12.3.3 高圧ガス

高圧ガスボンベの取扱いには充分注意しましょう。圧力が高く、漏洩・破損などにより、爆発、火災、中毒、ケガなどの重大災害につながる恐れがあるので、次の事項を厳守してください。

- (1) 圧力調整器、バルブなどの仕組みを理解した上で作動させましょう。
- (2) 圧力は徐々にかけることを励行し、急にかけてはいけません。
- (3) ボンベのバルブの開閉は、減圧弁を装着した後に無理な力を加えてはいけません(開閉の方向を間違えないようにしましょう)。
- (4) 高圧力になる部分はどこであるかを絶えず注意し、破裂するとしたらどこかを前もって考えておきましょう。
- (5) 万が一破裂しても飛散物に当たらないような工夫をしておきましょう。
- (6) 危険時にはいつでも元栓を締められるようにして実験を行いましょう。実験は絶対1人では行ってはいけません。危険時にボンベの元栓を締める係をボンベの近くに配備して実験を行いましょう。
- (7) 使用後のバルブ締めは確実に行い、ガス漏れのないことを確かめましょう。
- (8) 容器・付属機器は、月1回の自主点検を行いましょう。
- (9) 風通しが良く、直射日光が当たらない場所に立てて固定し、保管しましょう。
- (10) 酸素と可燃性ガスを1箇所に保存してはいけません。
- (11) 圧力調整器は、ガスの種類に合っているもの以外は使用してはいけません。
- (12) 運搬時には安全靴・手袋などを着用し、ボンベの横ころがしなどで衝撃を与えてはいけません。
- (13) 地震などでボンベが転倒しないよう保持を堅固にしておきましょう。

#### 12.3.4 可燃性ガス

- (1) 可燃性ガスは支燃性ガス(酸素、空気、塩素、二酸化窒素など)と共に用いてはいけません。
- (2) 可燃性ガスを使用する場所での火気は厳禁です。
- (3) 容器内は必ずロータリーポンプなどで排気し、空気などを除去して実験を行いましょう。実験後は窒素で置換しましょう。
- (4) 可燃性ガスの使用時には換気を十分に行いましょう。換気扇を止めて実験してはいけません。保管時にも漏れの可能性があるので換気扇は止めてはいけません。
- (5) 危険時には元栓をいつでも締められるようにして実験を行いましょう。絶対実験は1人では行ってはいけません。危険時にボンベの元栓をしめる係をボンベの近くに配備して実験を行いましょう。

#### 12.3.5 レーザ照射装置

レーザ装置はホログラフィを始めとする各種の計測器などで使用されています。レーザ光が直接目に入ると失明する可能性があるので取扱いには十分な注意が必要です。

- (1) レーザ光の使用中は必ず専用のメガネを着用しましょう。
- (2) 作業領域の周囲にできるだけ遮断板あるいはカーテンを設置しておきましょう。設置不可能な場合は、作業員以外の入室を禁止し、さらに室外にレーザ使用中の警告を表示するようにしましょう。
- (3) レーザ光あるいはその反射光が直接身体に当たらないようにし、設置場所や使用時間に十分配慮してください。

#### 12.3.6 X線、マイクロ波

高電圧(10 kV以上)使用時にはガイガーカウンタでX線の発生がないかチェックしながら実験しましょう。マイクロ波使用時にはラジオなどで漏れをチェックし、漏れないようにして実験を行いましょう。

### 12.4 実習工場の利用時の安全

研究上の必要な機器類を製作する場合、実習工場を利用することがあります。また機械工学科の学生は「機械製作実習」の授業において利用する場合があります。いずれも工作機械を利用するにあたって、危険であることに変わりはなく、本書「12.2 工作機械」の各注意事項をよく読んでから作業に臨むことが肝要です。また、「機械製作実習」を受講する学生は授業が始まるまでに、テキストを熟読しておきましょう。

以下に、実習工場を利用する際の注意点を述べておきます。

- (1) 工作機械や治具、工具、その他の機械を利用するときは、担当職員の許可を得ると共に説明をよく聞き、操作法を理解した上で慎重に操作しましょう。
- (2) 切り刃が摩耗または、欠けた工具を使用してはいけません。無理して使用を続けると工

作精度が悪くなるだけでなく事故発生の原因となります。

- (3) 許可を受けた機械以外は無断で使用してはいけません。
- (4) 作業終了後は、電源スイッチを切り、利用した機械及びその回りの清掃をし、終了した旨を担当職員に知らせてください。
- (5) 一般心得や「12.2 工作機械」の注意事項を熟読しましょう。利用の直前には、該当の所をよく読んでおきましょう。
- (6) 必ず作業服を着用しましょう。ボタンなどは必ずかけて、作業中巻き込まれないようにしましょう。
- (7) 履物は、革靴あるいは運動靴を使用しましょう。出来れば安全靴を使用してください。スリッパ、サンダルなどは厳禁です。
- (8) 切削加工時には軍手を着用してはいけません。
- (9) 実習工場内は禁煙です。

## 12.5 機械操作時の事故例

- (1) 旋盤作業時に、不注意により指が切りくずに触れて指を切断した。
- (2) 軍手をした状態でボール盤作業を行っていたとき、左手で加工物の位置を変えようとして軍手ごと指がドリルに巻き込まれ、指を切断した。
- (3) フライス盤作業時に、切りくずをウエスで除去しようとして、ウエスごと指が刃物に巻き込まれ指を切断した。
- (4) 高電圧が加わる機器類の電気配線をする際に、元電源を遮断しないままで行ってしまい、アーク放電が起り火傷を負った。
- (5) グラインダーで刃物を研削していたとき、不注意により手元が狂い、指が砥石に接触し損傷した。

## 13. 電気系での安全・衛生

## 13. 電気系での安全・衛生

### 13.1 一般的注意注意事項

実験室での電気の使用に関する基礎知識に関しては「2.4 電気器具の取扱い」を参照にしてください。ここでは実験室で実験を行うにあたって重要な、感電、漏電、電気火災、コンデンサの取扱い、高電圧、静電気などに関して安全上大切なことがらを述べます。

#### 13.1.1 感電

感電の際に問題となるのは、触れた電圧よりも人体を流れる電流の大きさです。人体に対する電流の影響は、通電部位や通電時間によって大きな違いがありますが、(mA)×(秒)の値が30を越えれば人体が致命的損傷を受けるとも言われています。状況によっては家庭用の交流100Vでも死亡に至る危険があります。感電事故を起こさないためには、一般に以下の注意を守ってください。

- (1) 濡れた手で電気器具に触れてはいけません。
- (2) アース(接地)を正しく接続します。
- (3) 高電圧は、触れなくても放電によって感電する危険があります。高圧電気を通ずる配線は容易に手に触れない構造にします。

感電は、マクロショックとマイクロショックの2つに分類されます。前者は一般に感電といっているもので、電流が外皮を通して人体を貫流する場合です。後者は体内組織に直接電流が流入する場合で、体内に挿入されたカテーテルから四肢に向けて電流が流れる場合など、医用電子機器の安全などで問題となります。いずれの感電の場合にも、その影響の程度は人体中を流れる電流値と通電時間に依存します。感電は人体が直接充電部に接触することのほか、漏電によっても発生します。

マクロショックについて以下に概説します。人体は、良導体の電解質で構成された実質部をやや絶縁性を持った皮膚で包んだものです。従って、感電時に人体中に流れる電流は、ほとんど皮膚の電気抵抗に依存します。皮膚の抵抗は乾燥時には数10kΩ以上ありますが、水や汗で湿ると数100Ω以下にまで低下しますので、100Vでも100mA以上の電流が流れ、死に至ることもあります。また、高電圧では皮膚が乾燥していても、皮膚層に過大な電界が加わり絶縁破壊による導通により生命の危機に瀕します。ゴム製の絶縁靴や絶縁手袋の着用は、高い電気抵抗と絶縁性を確保するものとして有効です。

電流が体表のみを流れる場合は、火傷や激痛を受けることはあっても、直ちに感電死に至ることはあまりありません。しかし体内を流れると、神経や筋肉に重大な作用を及ぼし、死に至ります。感電による生理作用の程度と電流値の関係は体質、体重や性別などによって異なりますが、成人男子に対する例を表13-1および表13-2に示します。

マイクロショックは多くの場合医用機器の設計や使用において問題となります。特徴的な点は、桁違いに微小な電流で致命的障害をもたらすことです。動物実験では、心臓内壁に20μAの電流が流れると心室細動が発生します。人間がマイクロショックを起こさない心臓内壁流入電流の上限値は10μAです。人体内の電気抵抗(約500Ω)に対して、わずか5mV程度の起電力でこの電

流が流れます。従って室内の電灯や動力配線からの電磁誘導や、電子機器からの容量性漏電などが直接の原因となります。

感電者の離脱と電源遮断時の注意について述べます。自力離脱不能の感電者を速やかに充電部から離脱させる必要があります。しかし早く助けようと焦るあまり感電者に触れると、救助者自身も連鎖感電する恐れがあります。救助者は絶縁手袋・絶縁靴を着用したり、絶縁台に乗るなどして、大地から絶縁されていなければいけません。もし救助者が大地から絶縁されていないときには、感電者に触れる前に電源の遮断と充電部の接地をする必要があります。この場合でも、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、手元のスイッチを開いたとき、放電が発生し、電源の遮断が困難になったり火傷などの二次災害の危険があります。したがって、電源遮断を安全確実にを行う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なければなりません。感電時の処置を適切に行うには、平日頃から実験設備・機材の配置と、動作訓練や心掛けの徹底が不可欠です。

感電事故では、感電者を充電部から離脱させ、電源を遮断します。感電者が失神状態の場合には、呼吸状態(停止、困難)と脈拍状態(有無、不整)を確認し、救急医の手配と、人工呼吸と心臓マッサージ(2人必要)などの救護措置を行います。

人工呼吸は鼻をつまんだうえで、術者が深呼吸し、口うつしで口内に息を吹き込む、この動作をゆっくり繰り返します。心臓マッサージは、胸部を露出させ、術者が感電者にまたがり、その心臓部の上に両手掌をあてがって、術者の全体重を加えた後これを放します。以下この動作を繰り返します。

数時間にわたる人工呼吸と心臓マッサージにより、蘇生した例が多数報告されています。失神しなくても、火傷や心身への衝撃の心配がありますので、医師の診察を受けてください。軽度でも安静が必要です。感電にともない皮膚や内部組織に火傷を負うことが多く、内部組織の火傷は治癒に長期間を要します。火傷の有無により、速やかに医師の治療を受けてください。

感電事故の原因として、実験者の不注意・勘違いなどに起因する 경우가少なくありません。実験者の安全意識高揚、注意事項の徹底、安全確認要点を含めた複数人での実験チームの編成、フェイルセーフシステムなどの対策が必要です。具体的な安全マニュアルを作成し、その順守に努力を払ってください。電気設備的な面から感電の原因となる主要事項を述べます。

#### (1) 配線材料や装置の不良

ネジが緩んだスイッチやプラグ、締め付け不良の端子、すわりの悪い機器の転置など、配線材料や器具類の機能的欠陥・機械的不良は感電事故に結びつきます。実験回路や装置編成時の吟味と、常時の点検が必要です。場合によっては器具や部品の交換を行います。

#### (2) 絶縁不良

絶縁不良は、電気の安全にとって決定的な欠陥となります。絶縁不良部に人体や持ち物が触れれば直ちに感電します。直接触れなくても、漏電の原因となり、感電や電気火災などの事故の発生につながるため、配電回路や設備に定期的な絶縁抵抗試験が課せられます。絶縁抵抗の低下は、絶縁材料の経年劣化、吸湿、絶縁表面の汚損や濡れなどによって生じます。吸湿、表面汚損や濡れの進行は、実験室の環境と密接な関係がありま



す。屋外や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手入れが必要です。

(3) 接地の不備

接地では電気回路・装置を大地に接続し、電位を大地電位(0 V)に維持します。信頼性の高い接地と絶縁は、回路・装置の正常な動作と安全に不可欠です。接地が不十分であると思わぬ場所に予想外の高電圧が現われ、機器の絶縁破壊、感電、漏電の原因にもなります。機器のケース接地は絶縁不良に対する安全対策になっており「接地端子」を接地します。漏電している機器で、接地不備のため感電事故につながる例を図 13-1 に示します。

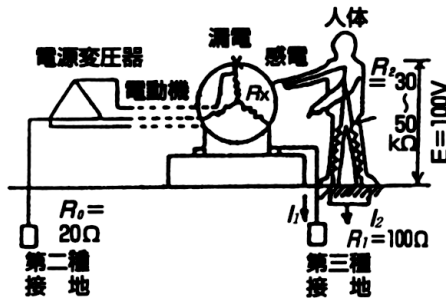


図 13-1 漏電危険防止接地(機器接地)

13.1.2 漏電

漏電とは本来流れてはならない部分に電流が漏れて流れる現象をいいます。漏電には抵抗性漏電と容量性漏電とがあります。後者は図 13-2 に示すように交流電圧の加わった部分と、ケースや接地線との間の漂遊静電容量を通して流れる現象で、完全な防止は不可能で、先に述べたミクロショックの原因となります。

抵抗性漏電は絶縁性能の低下や接地不備、あるいは回路の混触などが原因で発生します。絶縁物の手入れ・更新、接地や回路の整備などにより防止可能です。漏電が生じていても接地が充分であれば、漏電電流は接地線を通して大地へ流れるため、これが直ちに感電につながることはありません。しかし接地が不十分であれば、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、人体を通して漏電電流が流れ重大な感電事故となりますが、絶縁性の台や履き物により大地から絶縁されていれば感電は防げます。

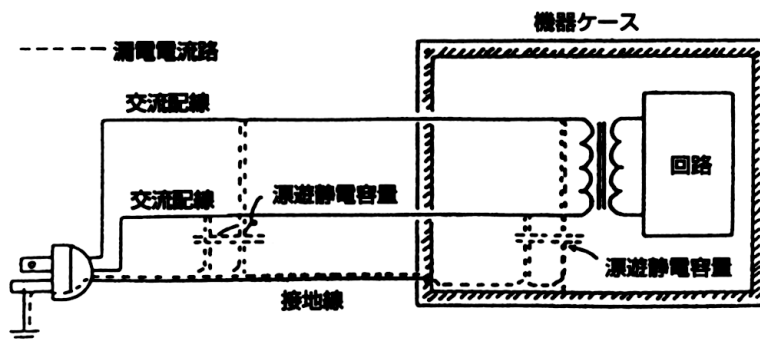


図 13-2 容量性漏電

### 13.1.3 電気火災

電気火災の主要原因として次のことが考えられます。

- (1) 電気機器を誤って許容電力以上で使用したことによる電気機器や配線の加熱によるもので、設備の電流・電力容量の増強や冷却効果の向上によって防止されます。事故には、直ちに主電源を切った上で対処します。
- (2) 絶縁物の損壊、汚損、老化、設備の不良や不備のため生ずる漏洩電流による過熱により生じます。絶縁物の吸湿、結露や塵埃の汚損などが複合すると発生しやすくなります。絶縁抵抗の点検、絶縁物の乾燥と表面の清浄保持による漏電防止が基本です。また確実な接地により漏電電流を有機材料や木材などの可燃物に流さないことが必要です。事故には、直ちに主電源を切った上で対処します。
- (3) 電気接点の開閉時に発生する火花やアーク、静電気による火花は、引火性気体や可燃物の着火を引き起こし、火災や爆発の引き金となります。引火性気体や可燃物を実験台に持ち込んではいけません。

### 13.1.4 コンデンサの扱いと接地体

コンデンサは感電防止のうえで特に取扱いに注意を要します。高電圧コンデンサでは、両端子間を短絡して放電させても、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、再び高電圧に復帰します。従って高電圧コンデンサは実験休止中においても、常に両端子間を接地棒(図 13-3)で短絡接地する必要があります。コンデンサを含む回路に触れるときは、両端子間が確実に短絡接地状態である確認を怠ってはなりません。接地棒は図 13-3 のように作製します。数  $10\text{ k}\Omega$  ~  $1\text{ M}\Omega$  の抵抗を付けるのはコンデンサの蓄積エネルギーを放出するため、コンデンサの保護と安全上必要です。

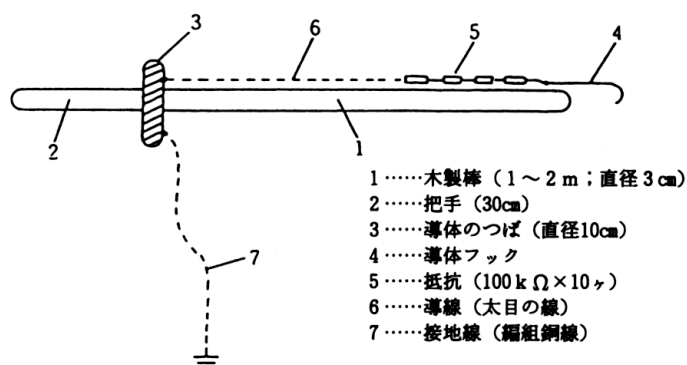


図 13-3 接地棒の構造

### 13.1.5 露出充電部と離隔距離

実験中誤って直接充電部に触れるのを防ぐため、実験回路や装置の充電部はできるだけ絶縁テープやカバーなどで覆い、露出させないでください。やむをえず露出充電部が存在するときは、注意標識を付けたうえで碍子などの絶縁架台でしっかり支持し、実験中人体や他の物体が容易に触れない構造にします。低電圧であっても、軽視は禁物です。100 V、200 V での直接接触による感電事故は決して少なくありません。電圧が低くても電源の電力容量が大きいと、感電時の人

体電流も大きくなり、重大な事故になります。

安全に実験を行うために、実験装置相互間および実験者との間に離隔距離を確保してください。低電圧での離隔距離は作業や実験中の転倒などのハプニングを考慮して決める必要があります。

### 13.1.6 高電圧

高電圧自体は決して危険なものではありませんが、潜在的に大きな破壊力を内蔵しますので、適切な扱いが要求されます。安全確保の要点は、接地、絶縁および離隔距離の3つです。特に接地棒は、高電圧実験者にとっての命綱です。高電圧に対する安全離隔距離は、強電界による回路周辺の絶縁破壊や放電の発生、および静電・電磁誘導の影響が考慮し決定します。2.5 kVでは30 cm、50 kVでは1 m以上離れないと危険です。更に作業、転倒などを勘案して安全離隔距離を決めます。

安全確保のため1人だけでの実験は許されません。必ず複数人で実験チームを編成します。その内1人が安全確認の要員となり、チーム各員の作業状況や周囲状況を把握し、必要に応じ速やかに、適切な指示が出せる態勢を整えます。このような態勢は事故発生時に応急措置や事後処理を完全に行うために必要です。当該実験・研究室毎に安全マニュアル類を別途作成します。実験の心構え、安全のための動作や防護設備、事故時の応急措置などが示されています。これをよく読んで順守することが必要です。

### 13.1.7 静電気

絶縁導体や絶縁物表面に摩擦などで静電気がたまると、容易に高電位(数kV以上)が発生します。これに人体が接近すると火花放電を生じて電撃を受けます。乾燥した室内で敷物や靴などにより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ます。人体電位が1.5 kV以上になるとかなり激しいショックを感じます。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を持ち、これで接地金属に触れて放電させ、直接指先に火花放電を受けないようにします。静電気の電撃で感電死した例はありませんが、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の誘発が多くなります。また静電気火花が混合気体の爆発を招く場合もあります。

なお静電気の電撃は、半導体デバイスの損傷や電子計算機などの誤作動の原因になることもあります。導電物質で静電気を逃がしたり、遮蔽により障害の防止を図ります。

表 13-1 マクロショックと電流の関係

区分	50～60 Hz 電流 [mA]	通電・時間	生 理 作 用	
0	0～1	時間の長さに関係ない	感知できる限界以下	
1	1～3		軽い刺激を受ける。	
2	3～10(15)		痛みを感じる。 離脱可能	
3	A	数分以内	筋肉のけいれん 離脱不能	
	B	数分以上	血圧上昇 呼吸困難	
4	A	約 1 分以内	呼吸停止 脈拍不整	
	B	約 1 分以上	血圧上昇	
5	A	約 1 秒(1 脈拍) 以内	強い電撃 心室細動は起きない。	
	B	約 1 秒以上	心室細動、失神、電流こん跡を生じる。 電気によるまひ状態になり死に至る。	
6	A	約 1 秒(1 脈拍) 以内	脈拍位相のある区域では心室細動を起こす。電流こん跡を生じる。 失神、生命の危険がある。	
	B	約 1 秒以上	心臓停止、火傷、失神、死に至る。 電流こん跡を生じる。	
7	4(5) A 以上	人体の重安な部分を 通過しない場合	体の内部組織まで火傷を受ける。	

表 13-2 接地のある場合とない場合の感電状態の比較

感電状態	感電電流 と 障害比較	
	100 V 回路	200 V 回路
	接地しないで、漏電電圧 100 V の場合	接地しないで、漏電電圧 200 V の場合
手から靴ばき足	約 3 mA かなりの痛み、ショック	約 6 mA かなりの痛み、ショック
乾いた手から手 5 kΩ	約 20 mA けいれん、筋肉不自由収縮	約 40 mA けいれん、危険性
濡れた手からコンクリート素足 3 kΩ	約 35 mA けいれん、危険性	約 70 mA 致命的
濡れた手から手 または土間素足 2 kΩ	約 50 mA 危険性大	約 100 mA 致命的

### Let-go current

表 13-1 で判かるように、電流値が 10 ないし 15 mA に達すると筋肉のけいれんが生じ、随意的な運動・動作ができなくなります。充電部を握ったり触れたりしたとき自力では、離脱不能に陥ってしまいます。このような状態になる限界の電流値を“Let-go current”といい、おおよそ次のような値とされています

成人男子に対する平均値 16 mA

(0.5 %限界値は 9 mA)

成人女子に対する平均値 10.5 mA

(0.5 %限界値は 6 mA)

## 13.2 事故例

### 事故例 1

[内容] オシロスコープによる高圧測定中、オシロスコープ本体と高圧機器のケースを手で触れて感電した。

[原因] オシロスコープのグラウンドを機器のグラウンドと接続しないで、オシロスコープのプロブを 3 kV の高圧に接続した。グラウンドの接続をしなければ、オシロスコープのケースの電位はプロブと同電位の 3 kV になった。高圧機器のケースとオシロスコープのケースの間に 3 kV の電位差が発生したため両者を両手で触れることにより感電した。

[被害] 死亡

[意見] 測定前に必ず、高圧機器のケースとオシロスコープのケースはグラウンド線で接続を行い、両者を同電位にすることが必要です。両手を異なる機器で同時に触る習慣はさけるべきです。

## 事故例 2

[内容] 物理計測中に金属製の実験台と測定機器を両手で触れて感電した。

[原因] 金属製の実験台にはアースがとられておらず、種々の機器が置かれていた。ほとんどの機器の電源トランスの一次側がコンデンサにより機器のケースと接続されており、そのうち 1 台の機器のケースが実験台と接触していた。その結果、実験台と特定の機器のケース間に電源電圧(交流 100 V)に近い電圧が発生した。感電は、機器の電源回路のコンデンサを通して流れた電流により生じた。

[被害] 軽い感電。ショックで持っていた工具を足の上に落とし、足のひらに軽傷をおった。

[意見] 複数の機器を同時に使用する場合、全ての機器ケースのアースを実験台のアースに接続する必要があります。それにより、機器間および実験台間の電位差をゼロにすることができます。それが不可能な場合でも、テスターの交流電圧計で機器間の電圧(あるいはアースと機器間の電圧)を測定し、電圧が無いことを確認することが事故を未然に防ぎます。電圧が発生していれば、電源コンセントの差し込む向きを変えて、電位差が小さくなるようにします。どうしても高い電圧が発生するようであれば当該機器の電源に絶縁トランスを挿入します。信号用のケーブルを機器に接続する際にも同様な注意が必要です。

## 事故例 3

[内容] 1 kV の電源トランス、整流器からなる電源回路の直流の高圧に触れて感電した。

[被害] 強い衝撃的な感電によるショックを受けた。

[原因] 実験機器の製作中のテストであり機器が、ケースに収められていなかった。不注意による感電事故である。

[意見] 不幸中の幸いですが、高圧電気(交流の 350 V あるいは直流の 700 V)を越える通ずる機器は、接地された金属ケースに収められて、用意に手で触れない構造になっていることが法律で唱われています。

## 事故例 4

[内容] しばらく利用していなかった電源の入っていない高圧機器の電源回路の平滑コンデンサに触れて感電した。

[被害] 強い衝撃的な感電によるショックを受けた。

[原因] 自作の機器であり、電源の平滑コンデンサに、電気を逃がすための抵抗(ブリーダ抵抗)を入れ忘れていた。そのため長期(1 ヶ月)前に充電され、その後放電されずにコンデンサに残っていた電圧で感電した。

[意見] 電源回路の製作においては平滑コンデンサに放電用の抵抗を入れるのを忘れないことが重要です。また、コンデンサに触れる必要のある場合は、電圧計でコンデンサの電圧を確認するか、抵抗あるいは導体棒で電気を放電させることが必要です。

#### 事故例 5

- [内容] テスターの抵抗でトランスの導通テスト中にトランスに発生した高電圧で感電した。
- [被害] 衝撃的な感電によるショックを受けた。
- [原因] インダクタンスに流れる電流が急激に変化すれば電磁誘導による起電力が発生する。テスターの小さい電流といえども非常に大きな電圧が瞬時に発生したことによる感電である。
- [意見] 電磁誘導の法則を軽視しないことが大切です。

#### 事故例 6

- [内容] レーザ装置の電源の配電盤の端子が火を吹き、接続していた電源ケーブルの先端が溶けた。
- [被害] すぐに電源を切断したため。火災には至らなかったが、電源ケーブルの先端を消失した。
- [原因] 電源には約 30 A の電流が流れていた。配電盤の接続端子にはケーブルの銅の導線がねじでとめられていた。接触抵抗による発熱により、導線が発熱、酸化、酸化による接触抵抗の増加を繰り返し、一瞬にして接続部の温度が上昇した。

## 14. 化学系の安全・衛生



## 14. 化学系の安全・衛生

### 14.1 基本的な注意事項

実験室内には劇物、毒物、危険物を含む多数の試薬が保管されており、ひとたび事故が起きると重大な結果を招くこととなります。実験室の試薬、機器は共有して使用していますが、日頃より、各自実験室内を整理整頓し、安全に対する意識をもって実験を行うことが必要です。実験室には薬品だけでなく、いろいろな電気器具、機械類、高圧容器などがあり、それらの相乗作用により、事故が発生する危険性および発生した場合の被害は大幅に増幅されます。従って、実験室または自分の身の周りにはどんな危険が潜んでいるか、日頃から常に注意のアンテナを立てておかなければいけません。

以下に化学系実験室における注意事項を示します。

- (1) 実験室内は常に整理、整頓を心がけ、実験室内の通路は十分確保し、出入り口には物を置いてはいけません。災害時の非常口や消火器、消火栓、火災報知機の所在については、万一に備えて確認しておきましょう。
- (2) 危険物などの取扱いに関する留意事項を掲示し、常に安全に関する意識が働くようにしておく必要があります。
- (3) 新規の薬品を購入した場合には試薬管理システムに登録し、管理を行わなければいけません。管理システムを有効に利用することで、試薬の重複購入を避けることができ、また購入時期、保管場所などがわかり効率的に研究を行うことができます。
- (4) 登録試薬を購入した場合には、危険有害性や取扱い注意事項を記した MSDS (Materials Safety Data Sheet) を整備しておく必要があります。
- (5) 劇物や毒物の保管は法令に基づき保管し、取扱いは慎重に行いましょう。
- (6) 地震の発生を想定して、薬品棚やガスボンベが転倒しないように固定しておきます。
- (7) 実験台上は常に整理・整頓に心がけ、引火性溶媒を放置してはいけません。
- (8) ガス漏れ、有害、有毒なガスの発生、自然発火、加熱のし過ぎや不注意による火災、漏水などには常に注意を怠らぬことです。
- (9) 真空ポンプなど、駆動部にベルトが使用されているものは、巻き込まれないようその部分をカバーしたものを使い、ベルトがむき出しのものは使ってはいけません。
- (10) 冷却用ゴム管、ガス管、コードなど比較的長期にわたって常時使用するものは定期的に点検し、劣化する前に交換する必要があります。
- (11) 反応を制御しにくいと予想される実験を行う場合には、使用量を可能なかぎり少量とし、フルフェイス型の防具、安全エプロンの着用、衝立などの使用など、十分な安全対策をとらなければいけません。
- (12) 実験装置と測定装置を組み込んだ場合、配線、配管は一般に複雑となります。色分け、表示するなどして一目でわかるよう工夫することで事故につながる誤作業を防ぐことができます。
- (13) 1人で実験してはいけません。特に夜間、休日では事故や火災が発生したとき、救護、消火活動、通報が手遅れになるおそれがあります。

- (14) やむを得ず終夜反応させるときは、必ずドラフト中で行い、火災の発生や漏水しないように細心の注意を払いましょう。
- (15) 研究室を退出するときは、各室の電源、ガス栓、水道栓を切ったことを確認し、更に、火気や漏水、その他の異常がないかどうか確認の上、戸締めります。
- (16) 実験室内で飲食をしてはいけません。
- (17) 装置から発生する異音、異臭を感じたら直ちに使用を禁止し、原因を明らかにし、適切な対応を取ることが必要です。「このくらいは大丈夫」が事故への第一歩となります。

## 14.2 薬品の取扱い

薬品を取り扱う時はその物質の危険性を把握することが非常に重要です。第2章に述べたように実験に用いる試薬や溶媒などの危険有害性や取扱い注意事項は各実験室に常備されているMSDS(Materials Safety Data Sheet)によって知ることができます(表 14-1)。反応などに使用する溶媒や薬品の性質、どのような反応がおこるかなどを調べ、実際実験を行う際にはどのような防具類を用いるべきか、使用量をどの程度にするかなど適切に対応することが必要です。

各試薬における取扱い方法・応急処置法の情報は、試薬会社などのホームページで照会することができます。また、現在では Web 上でも多くの化学物質のMSDS(Material Safety Data Sheet)が参照できます。例に示した「メタノールのMSDS」のように取扱い方法、危険性などの情報が確認できるので、万が一の事態に備えて、予め、自分が使用する試薬についての情報をファイルしておくといよいでしょう。

[試薬検索照会先]

<http://www.j-shiyaku.or.jp/home/msds/>

[MSDS 照会先一覧]

環境省 PRTR 指定化学物質検索 <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/db/index.html>

国際化学物質安全性カード <http://www.nihs.go.jp/ICSC/>

[化学物質検索]

個々の化学物質の情報検索 <http://www.nihs.go.jp/hse/link/webguide.html>

以下にメタノールのMSDSの例(抜粋)を示します。

## 製品安全データシート

MSDS No. JW130947

作成日：2001/09/01

改訂日：2003/09/09

### 1. 製品名

製品名：メタノール  
整理番号(MSDS No.)：JW130947

### 2. 組成、成分情報

化学名：メタノール  
別名：メチルアルコール  
含有量：99 %以上  
化学特性(化学式)：CH<sub>3</sub>OH  
分子量：32.04  
官報公示整理番号：2-201  
(化審法・安衛法)  
CAS No.：67-56-1  
危険有害成分：メタノール

### 3. 危険有害性の要約

最重要危険有害性：引火性、毒性  
有害性：眼、気道を刺激し、中枢神経系の働きを鈍くし、「めいてい」に似た症状を現す。高濃度の蒸気を吸入、又は経口摂取すると頭痛、吐き気、嘔吐、めまいを生じ、失明、意識喪失を起こすことがある。皮膚からも吸収され、同様の症状が現れる。症状が遅れて現れることがある。

環境影響：生分解性良好な物質

物理的及び化学的危険性：引火しやすい液体で、蒸気は空気と爆発性混合ガスをつくり、引火爆発の危険がある。火災の熱で容器が爆発する事がある。揮発性物質で、屋内、屋外または下水溝中で火災爆発の危険性がある。

分類の名称：引火性液体、急性毒性物質

### 4. 応急措置

吸入した場合：新鮮な空気のある場所に移し、安静保温に努め、直ちに医師の手当てを受ける。

皮膚に付着した場合：多量の水で洗い流す。炎症を生じた時は医師の手当てを受ける。

目に入った場合：直ちに多量の水で15分以上洗い流す。異常があれば医師の手当てを受ける。

飲み込んだ場合：多量の水又は食塩水を飲ませて吐かせ、直ちに医師の手当てを受ける。

### 5. 火災時の措置

消火剤：粉末、二酸化炭素、泡(アルコール泡)、大量の水

火災時の特定危険有害性：火災時に刺激性もしくは有毒なガスや蒸気が発生するため、消火作業の際には煙を吸い込まないように適切な保護具を着用する。

特定の消火方法：火元の燃焼源を断ち、消火剤を用いて消火する。移動可能な容器は速やかに安全な場所に移す。移動不可能な場合には周辺を水噴霧で冷却する。

消火を行う者の保護：燃焼または高温により有害なガス(一酸化炭素、ホルムアルデヒド、メタノール蒸気など)が生成するので、呼吸保護具を着用する。

---

## 6. 漏出時の措置

- 人体に対する注意事項： 屋内の場合、処理が終わるまで十分に換気を行う。漏出した場所の周辺に、ロープを張るなどして関係者の以外の立ち入りを禁止する。作業の際には適切な保護具を着用し、飛沫などが皮膚に付着したり、ガスを吸入しないようにする。風上から作業して、風下の人を待避させる。
- 環境に対する注意事項： 漏出した製品が河川などに排出され、環境への影響を起こさないように注意する。汚染された排水が適切に処理されずに環境へ排出しないように注意する。
- 除去方法： 火気厳禁とし、漏出した液は、ウエス、雑巾または土砂などに吸着させて空容器に回収し、そのあとを多量の水を用いて洗い流す。

---

## 7. 取扱い及び保管上の注意

### 取扱い

- 技術的対策： 火気厳禁とし、高温物、スパークを避け、強酸化剤との接触をさける。
- 注意事項： 使用後は容器を密封する。  
漏れ、あふれ、飛散しないようにし、みだりに蒸気を発生させない。  
容器を転倒させ、落下させ、衝撃を加え、または引きずるなどの粗暴な扱いをしない。
- 安全取扱い注意事項： 吸い込んだり、目、皮膚および衣類に触れないように、適切な保護具を着用する。  
屋内作業場における取扱い場所では局所排気装置を使用する。  
静電気対策を行い、作業衣、作業靴は導電性のものを用いる。

### 保管

- 適切な保管条件： 保管場所で使用する電気機器は防爆構造とし、機器類はすべて接地する。  
容器は直射日光を避け、冷暗所に貯蔵し、密閉して、空気との接触を避ける。  
過塩素酸、過酸化ナトリウム、過酸化水素、クロム酸、硝酸などと一緒に保管しないこと
- 安全な容器包装材料： ガラス

---

## 8. 暴露防止措置

- 設備対策： 屋内作業場での使用の場合は発生源の密閉化、または局所排気装置を設置する。  
取扱い場所の近くに安全シャワー、手洗い・洗眼設備を設け、その位置を明瞭に表示する。

管理濃度 作業環境評価基準： 200 ppm

### 許容濃度

- OSHA PEL： air TWA 200 ppm (262 mg/m<sup>3</sup>)  
ACGIH TLV(s)： TWA 200 ppm (260 mg/m<sup>3</sup>)  
日本産業衛生学会： 200 ppm (260 mg/m<sup>3</sup>)

### 保護具

- 呼吸器の保護具： 有機ガス用防毒マスク、空気呼吸器  
手の保護具： 保護手袋  
目の保護具： 保護眼鏡  
皮膚及び身体の保護具： 保護衣、保護長靴

---

## 9. 物理的及び化学的性質

形状： 揮発性液体。  
色： 無色透明  
臭い： 特異臭  
pH： データなし  
沸点： 65 °C  
融点： -93 °C  
引火点： 11 °C  
発火点： 385 °C  
爆発限界： 6.0～35.6 % (v/v)  
蒸気圧： 12.3 kPa (20 °C)  
比重： 0.793 (20/20 °C)  
溶解性

溶媒に対する溶解性： 水、エタノール、エーテルに混和  
オクタノール/水分配係数 log Po/w： -0.82、-0.66  
その他のデータ： 蒸気比重： 1.1 (空気=1)

## 10. 安定性及び反応性

安定性： 安定  
反応性： 加熱すると分解して、一酸化炭素およびホルムアルデヒドを生成する。  
避けるべき条件： 日光、熱、裸火、高い温度、スパーク、静電気、その他発火源  
危険有害な分解生成物： 一酸化炭素、ホルムアルデヒド

## 11. 有害性情報

急性毒性： 吸入-ヒト TCLo： 300 ppm  
腹腔内-モルモット LD<sub>50</sub>： 3556 mg/kg  
静脈内-ラット LD<sub>50</sub>： 2131 mg/kg  
局所効果： 眼刺激-ウサギ 40 mg 中程度  
皮膚刺激-ウサギ 500 mg/24 時間 中程度  
慢性毒性・長期毒性： 反復または長期間の皮膚との接触は皮膚炎を起こすことがある。  
変異原性： DNA 損傷：ラット 経口 10 µmol/l  
DNA 抑制：ヒトリンパ球 300 mmol/l  
染色体異常試験：500 µmol/l  
小核試験：マウスリンパ球 7900 mg/l  
発がん性： OSHA、NTP、IARC にがん原性の記載無し

## 12. 環境影響情報

残留性/分解性： データなし  
生体蓄積性： データなし  
生態毒性  
魚毒性： データなし

## 13. 廃棄上の注意

- (1) 焼却法  
焼却炉の火室へ噴霧し、焼却する。  
少量の場合はおがくず、ウエスなどに吸収させて開放型の焼却炉で焼却する。
- (2) 活性汚泥法  
これを含む排水は活性汚泥などの処理により清浄にしてから排出する。

以下省略

薬品の多くは消防法、毒物及び劇物取締法、PRTR(環境汚染物質排出移動登録)法などにより分類され、その取扱いが規定されています(表 14-1)。そのような法令や規則の主旨・精神を理

解して対処しなければいけません。使用にあたっては薬品が体に触れることは極力避け、必ず安全メガネや防毒マスクを着用するよう努めましょう。揮発性や飛散性のある危険有害性を取り扱う時は、局所排気装置(ドラフトチャンバー)を使用します。

表 14-1 化学物質の分類とリスト照会先

名称	一般的な性質	関係法令	物質リスト照会先
危険物	火災・爆発を起こす物質	消防法	<a href="http://www.houko.com/00/01/S23/186.HTM">http://www.houko.com/00/01/S23/186.HTM</a> (指定数量) <a href="http://www.houko.com/00/02/S34/306.HTM">http://www.houko.com/00/02/S34/306.HTM</a>
毒物	体重 1 kg あたり経口致死量 30 mg 以下のもの (皮下注射 20 mg 以下 静脈注射 10 mg 以下)	毒物 および 劇物取締法	<a href="http://www.houko.com/00/FS_ON.HTM">http://www.houko.com/00/FS_ON.HTM</a>
劇物	体重 1 kg あたり経口致死量 30～300 mg のもの (皮下注射 20～200 mg 静脈注射 10～100 mg)		
特定毒物	毒物中、特に経皮毒性の強いもの		
発ガン性物質	人間に対し、発ガン性のある、もしくは、あると考えられる物質		<a href="http://w-chemdb.nies.go.jp/kis-plus/search.asp">http://w-chemdb.nies.go.jp/kis-plus/search.asp</a>

消防法により危険物として指定された物品は以下の6種類に分類されており、保管や貯蔵、それらの特性に見合った消火をしなければいけません(表 14-2)。

表 14-2 危険性物質の分類とその消火方法

分類	特性		消火方法
第一類	酸化性固体	可燃物と混合され、熱などによって分解することにより極めて激しい燃焼を起こさせる危険性を有する固体	冷却消火 または 窒息消火
第二類	可燃性固体	火炎により着火しやすい固体または比較的低温で引火しやすい固体	
第三類	自然発火性 および 禁水性物質	空気中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又は水と接触して発火又は可燃性ガスを発生するもの	窒息消火
第四類	引火性液体	引火性を有する液体	
第五類	自己反応性物質	加熱分解などの自己反応により、多量の発熱または爆発的に反応が進行するもの	冷却消火
第六類	酸化性液体	混在する他の可燃物の燃焼を促進する性質を有する液体	

次の表には化学系で比較的使われている試薬の発火・爆発性、有害危険性、貯蔵方法、消火方法をまとめています。日頃使う試薬についても自分で調べておくことが身を守ることになります。

## 危険物質の取り扱い方法

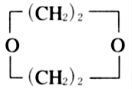

物質名/化学式	発火・爆発危険性	有害危険性	貯蔵方法	消火方法
亜鉛 (粉末) Zn	禁水性物質、粉塵爆発性	高温下では比較的揮発しやすい。亜鉛の蒸気を吸入すると金属熱を起こす	水・ハロゲン・ハロゲン化炭化水素・アルカリと隔離	砂・灰・岩粉などで被覆消火、水使用不可
亜塩素酸ナトリウム NaClO <sub>2</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発・チオ硫酸ナトリウムとの混触により爆発	皮膚・粘膜への刺激性が強い。吸入するとメトヘモグロビン血症となる	可燃性物質・酸と隔離	水
アクリルアルデヒド CH <sub>2</sub> =CH   CHO	揮発性引火性液体、アルカリにより激しい発熱重合、空气中長期貯蔵により過酸化化物形成	毒性が強い。眼・皮膚・気道を激しく刺激	酸化性物質と隔離、重合防止剤使用、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、二酸化炭素、粉末、アルコール泡
アクリル酸 CH <sub>2</sub> =CH   CO <sub>2</sub> H	引火性液体、アルカリにより激しい発熱重合	激しく粘膜・眼・皮膚・呼吸系を刺激 経口 LD <sub>50</sub> 340mg/kg (ラット)	酸化性物質と隔離、重合防止剤使用、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管	水噴霧、粉末、アルコール泡、二酸化炭素。離れた位置から消火
アクリロニトリル CH <sub>2</sub> =CH   CN	引火性液体、アルカリにより激しい発熱重合	吸入・経口摂取・皮膚接触でも吸収し急性中毒を発症する。皮膚・眼・粘膜の刺激性があり、アレルギー性皮膚炎をおこすこともある。 経口 LD <sub>50</sub> 82mg/kg (ラット)	酸化性物質・アルカリと隔離、重合防止剤使用、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	粉末、アルコール泡、二酸化炭素
亜ジチオン酸ナトリウム Na <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> ・2H <sub>2</sub> O	禁水性物質、可燃性物質	刺激性、燃焼により有害な二酸化硫黄を発生し有害	水・酸化性物質と隔離	水は多量の使用ができなければ不可。二酸化炭素、粉末、乾いた砂
アセチレン CH≡CH	可燃性気体、爆発範囲が広い。分解爆発性、銅・銀・ハロゲンと鋭敏な爆発性混合物形成	無毒だが酸素不足で窒息を起こす	酸素・塩素等酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	容器冷却に水使用、噴出停止まで消火不可。噴出が止められるなら、粉末・二酸化炭素で消火

アセトアルデヒド CH <sub>3</sub> CHO	揮発性反応性引火性液体	眼・皮膚・呼吸を刺激する。継続して呼吸すると麻酔作用があり、気管支炎・肺水腫などをおこす	酸化性物質・ハロゲン・アルカリと隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	水、噴霧水、二酸化炭素、粉末、アルコール泡
アセトン (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	引火性液体	毒性は比較的少ない。呼吸系・眼・皮膚を刺激。多量吸入すると麻酔作用がある。	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、粉末、二酸化炭素、アルコール泡
アルミニウム (粉末) Al	可燃性固体、塩素化炭化水素と激しく反応、酸・アルカリとの反応により水素発生、粉塵爆発性	経口的に摂取しても毒性は低い	酸化性物質・水・酸・水酸化アルカリ・塩素化炭化水素と隔離、火気注意	乾いた砂・灰・岩粉で被覆消火、爆発する危険があるから、水や四塩化炭素の使用不可
アンモニア (無水) NH <sub>3</sub>	可燃性気体、銀・ハロゲンと鋭敏な爆発性混合物形成	低濃度でも粘膜や眼を刺激し、涙が出る。大量に吸入すると肺水腫をおこす、液体アンモニアに接触すると激しい凍傷	ハロゲン・酸と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、アンモニア用防毒マスク準備	水で容器冷却。気体流出停止まで消火不可。噴出が止められるなら、粉末、二酸化炭素、噴霧水
硫黄 S	可燃性固体、粉塵爆発性	燃焼のさい二酸化硫黄を発生して有害で、鼻・喉頭を刺激し、せきがひどくなり、さらに長期間多量に吸入すると気管支炎および呼吸困難となる	酸化性物質と隔離、火気注意	噴霧水が最良の消火剤。小さい火災は砂で窒息させるかさらに硫黄を加えて発生する二酸化硫黄で窒息させる。有毒ガスに注意。ホースノズルからの高圧水流の使用は硫黄粉末が飛散するので不可
エチレン CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	可燃性気体、分解爆発性、塩素との混合物は光で爆発	弱い麻酔性がある、めまい・頭痛・失神することがある	酸素・塩素等酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	容器冷却に水。噴出停止まで消火不可。噴出が止められるなら粉末・二酸化炭素で消火
エチレンオキシド CH <sub>2</sub> O   CH <sub>2</sub>	反応性引火性液体、蒸気は分解爆発性、活性触媒により激しい発熱重合	曝露により皮膚・粘膜を刺激し中枢神経系を障害する。慢性中毒では呼吸系・神経系・血液の障害が認められる	酸化性物質・酸・アルカリ・アルカリ金属と隔離、火気・日光に注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	液体または気体流出停止まで消火不可。容器を噴霧水にて冷却。噴出が止められるなら粉末・二酸化炭素で消火



物質名/化学式	発火・爆発危険性	有害危険性	貯蔵方法	消火方法
塩化エチル C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	揮発性引火性液体	わずかに眼・皮膚・呼吸系を刺激する。吸入すると催眠・麻酔作用、4%以上だと致命的貧血。液体接触で皮膚凍傷	酸化性物質と隔離、火気注意、換気のよい耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、二酸化炭素、粉末
塩化水素 HCl	オキシハロゲン酸塩との混触により発火・爆発、金属との接触により水素発生	眼・呼吸系粘膜を強く刺激し、多量曝露吸入すると肺水腫となる	オキシハロゲン塩酸・金属・アルカリと隔離、換気のよい冷所に保管	水または炭酸ナトリウム、水酸化カルシウムのようなアルカリ性物質
塩化ビニル CH <sub>2</sub>    CHCl	可燃性気体、空気・光・熱により発熱重合	麻酔性、皮膚接触で凍傷、燃焼により塩化水素・ホスゲン・一酸化炭素などを発生	酸化性物質と隔離、火気注意、換気のよい耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	気体流出停止まで消火禁止。容器を水で冷却。噴出を止められるなら粉末・二酸化炭素で消火
塩素 Cl <sub>2</sub>	化学的反応性大、アンモニアとの混触により発火・爆発	強い刺激性あり眼・粘膜・呼吸系に作用する	可燃性物質と隔離、塩素用防毒マスク準備	二酸化炭素、砂、クロロプロモメタンなどハロゲン化炭化水素
塩素酸カリウム KClO <sub>3</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発	皮膚・粘膜刺激性が強い。経皮呼吸もある	可燃性物質・酸と隔離	水が最良の消火剤
過塩素酸アンモニウム NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発、熱・打撃・摩擦により発火・爆発	皮膚・粘膜の強い刺激作用がある	可燃性物質・酸と隔離、熱・打撃・摩擦に注意	火災の拡大防止に水使用
過塩素酸カリウム KClO <sub>4</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発、塩素酸塩により安定	皮膚・粘膜に強刺激性	可燃性物質・酸と隔離	火災の拡大防止に水使用
過酸化ジベンゾイル (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO) <sub>2</sub>	自己反応性物質、酸化性物質、熱・火災・打撃・摩擦により爆発	皮膚・粘膜に接触すると刺激作用があり結膜炎・上気道炎・皮膚炎などを発症する。接触を繰り返すとアレルギー性皮膚炎を発症することがある	熱・火災・打撃・摩擦に注意、アミン・酸・鉄と隔離	できるだけ離れ、また爆発に対して保護された所から水をかける。火災後の清掃作業は完全に冷却してから行う

過酸化水素 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	酸化性水溶液、金属や金属塩により爆発的分解	眼・皮膚・肺に対していずれも刺激性が強く、大量曝露呼吸により肺水腫をおこす	通気栓付き容器に保管、可燃性物質・鉄・銅・クロム等分解触媒と隔離、顔面覆い・手袋の準備	水
過酸化ナトリウム Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	酸化性物質、禁水性物質（発火・爆発）	強アルカリ性で、皮膚・粘膜等の局所腐食作用があり、取り扱うとき吸入を避ける	水・可燃性物質と隔離	乾燥した砂・ソーダ灰・岩粉・炭素粉末で被覆消火。水使用不可
過マンガン酸カリウム KMnO <sub>4</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発	慢性中毒では中枢神経障害がある	可燃性物質・酸と隔離	水使用
カリウム K	禁水性物質（発火・爆発） ナトリウムより危険性大	局所の刺激と腐食作用が強く、水酸化ナトリウムより強力。皮膚・粘膜と接触してはならない	水と隔離	乾燥した黒鉛または乾燥した砂をかけて消火。水使用不可。大量のカリウムの火を消すことは困難。アルカリ金属火災用消火剤使用
ギ酸 HCOOH	引火性液体	皮膚・粘膜に対し激しい刺激作用あり	酸化性物質と隔離、火気注意	水、二酸化炭素、また粉末消火剤使用
酢酸 CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	引火性液体	接触により皮膚・眼・粘膜・菌に刺激的障害	酸化性物質と隔離、火気注意	噴霧水、粉末、二酸化炭素、アルコール泡
酢酸エチル CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	引火性液体	粘膜の刺激作用と麻酔作用がある	酸化性物質と隔離、火気注意、換気のよい耐火性冷所に保管	噴霧水、二酸化炭素、粉末、アルコール泡
酢酸メチル CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	揮発性引火性液体	粘膜の刺激作用と麻酔作用がある	酸化性物質と隔離、火気注意、換気のよい耐火性冷所に保管	噴霧水、アルコール泡、粉末、二酸化炭素
さらし粉 Ca(OCl) <sub>2</sub>	酸化性物質、強酸との混触により発火・爆発	低濃度でも眼・粘膜・呼吸系を激しく刺激する	可燃性物質、酸と隔離、防毒マスクの準備	水、とくに噴霧水
酸化カルシウム（生石灰） CaO	禁水性物質	接触および曝露により皮膚・眼・粘膜の刺激が強い	水と隔離	乾いた砂を使用。水使用不可

物質名/化学式	発火・爆発危険性	有害危険性	貯蔵方法	消火方法
酸化クロム (VI) CrO <sub>3</sub>	酸化性物質、酸化性大	皮膚粘膜を刺激し、潰瘍を形成する	可燃性物質と隔離	水を用いる。完全に火を消してから貯蔵堆積物を移す
三硫化四リン P <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	禁水性物質、可燃性物質	粉塵は皮膚・粘膜を刺激するが毒性は弱い。しかし水と反応して硫化水素を発生し危険	水・酸化性物質と隔離	二酸化炭素が有効な消火剤。水も有効であるが、未燃焼物と反応して硫化水素を発生
シアン化カリウム KCN	酸や湿気により有毒性引火性のシアン化水素発生	中毒はシアンによる組織呼吸の抑制。経口 LD <sub>50</sub> 10mg/kg(ラット)。酸や水により有毒なシアン化水素を発生	酸化性物質と隔離、火気注意	水
シアン化水素 HCN	引火性液体、長期貯蔵により爆発的重合	青酸中毒の経過をたどる。きわめて毒性が強く、数呼吸で意識不明、死亡。皮膚からも吸収される。LC <sub>50</sub> 544 ppm/15分(ラット)	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、長期貯蔵しない。防爆電気機器使用	完全防護の服装をして消火、粉末、二酸化炭素
ジェチルエーテル (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	揮発性引火性液体、空気中長期貯蔵により過酸化物形成	中毒は麻酔作用による	酸化性物質と隔離、火気・日光に注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	水で金属容器を冷却。二酸化炭素、砂、粉末、クロロプロメタン、ハロゲン化炭化水素
ジオキサン 	引火性液体、空気中長期貯蔵により過酸化物形成	ヒトでは300ppmで眼・皮膚・呼吸系の刺激を感じる。また長期曝露により肝・腎臓を障害する	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	水、アルコール泡、粉末、二酸化炭素
1,2-ジクロロエタン 	引火性液体	吸入・皮膚接触・経口摂取により毒性あり、また眼を刺激	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、二酸化炭素、粉末、泡

ジビニルエーテル (CH <sub>2</sub> =CH) <sub>2</sub> O	揮発性引火性液体、空気中長期貯蔵により過酸化物形成。静電気により発火しやすい	エチルエーテル様の麻酔作用がある	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	離れた位置から消火。粉末、泡、二酸化炭素
臭素 Br <sub>2</sub>	反応性液体	低濃度でも気道や眼を激しく刺激する。40-60ppmで生命危険	可燃性物質と隔離、顔面覆い・防毒マスク準備	水使用
硝酸 HNO <sub>3</sub>	酸化性液体、酸化性大、オキソハロゲン酸塩との混触により発火・爆発	他の強酸と同じく接触すると強い腐食とやけどをする。多量の蒸気の吸入は肺水腫をおこす危険がある	可燃性物質・オキソハロゲン酸塩と隔離	噴霧水
硝酸アンモニウム NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	酸化性物質、熱・打撃・摩擦により発火・爆発	他の硝酸塩類と同じ。大量摂取は危険	可燃性物質と隔離、熱・打撃・摩擦に注意	水を使用。火災の初期に有効。大量の場合は初期をすぎると消火困難
硝酸カリウム KNO <sub>3</sub>	酸化性物質	比較的毒性は低いが、経口による胃腸炎を発症する	可燃性物質と隔離	硝酸ナトリウム参照
硝酸銀 AgNO <sub>3</sub>	酸化性物質	皮膚・粘膜の刺激と腐食作用がある	可燃性物質と隔離	
硝酸ストロンチウム Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	酸化性物質	ヒトで化学毒性による中毒の報告がない	可燃性物質と隔離	硝酸ナトリウム参照
硝酸銅(II) Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	酸化性物質	皮膚・粘膜の刺激性が強い。経口 LD <sub>50</sub> 940mg/kg(ラット)	可燃性物質と隔離	
硝酸ナトリウム NaNO <sub>3</sub>	酸化性物質	他の硝酸塩類と同じ	可燃性物質と隔離	初期火災は水で安全に処理できる。多量のものが炎に包まれた場合は水の使用は危険
シオウノウ C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	引火性固体	比較的軽い局所刺激作用あり	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管	乾いた砂で窒息、または粉末・二酸化炭素消火器を用いる。水使用不可

物質名/化学式	発火・爆発危険性	有害危険性	貯蔵方法	消火方法
水酸化ナトリウム NaOH	水・酸との混触により発熱	皮膚・粘膜の刺激性が強く、粉塵およびミストの吸入により上気道の刺激性・腐食作用が強い	水・酸と隔離	
多硫化リン PS <sub>x</sub>	可燃性固体、摩擦により発火	火災のさいの蒸気の吸入は危険	酸化性物質と隔離、火気注意	水使用
炭化カルシウム (カーバイド) CaC <sub>2</sub>	禁水性物質、水との反応によりアセチレン発生	水と接触しアセチレンガスを発生、酸化カルシウムとなりさらに水酸化カルシウムになる。いずれも強アルカリ性で局所刺激性が強い	水と隔離	乾いた砂をふりかけて消火する。水使用不可。発生するアセチレンには該当項を参照。
トルエン C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	引火性液体	高濃度曝露により麻酔作用があり中枢神経系の抑制症状をおこす	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、二酸化炭素、粉末、泡
ナトリウム Na	禁水性物質（発火・爆発）	接触部のタンパク質の溶解による刺激作用と腐食作用を認める	飽和炭化水素中保管、水と隔離	乾燥した多量の黒鉛、砂、ひる石粉などでおおって消火。水使用不可。多量のナトリウムの消火は困難でアルカリ金属火災用消火剤使用
ナフタレン C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	引火性固体	皮膚の刺激作用があり、炎症をおこすことがある。経口 LD <sub>50</sub> 1780mg/kg（ラット）	酸化性物質と隔離、火気注意	水、二酸化炭素、泡、粉末、融解したナフタレンに水または泡をかけると泡立ちを起こす
ニトロアニリン C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (NO <sub>2</sub> )NH <sub>2</sub>	可燃性固体	皮膚接触・吸入で危険	酸化性物質と隔離、火気注意	噴霧水、二酸化炭素、粉末、泡
ニトロクロロベンゼン C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (NO <sub>2</sub> )Cl	揮発性可燃性固体	吸入・のみこみで危険。蓄積毒	酸化性物質と隔離、火気注意	噴霧水、二酸化炭素、粉末、泡

二酸化炭素 CS <sub>2</sub>	揮発性引火液体、発火しやすい	主としてガス吸入、急性中毒の重症例では興奮性の初期症状に続いて意識喪失、昏睡となる。皮膚からもわずかに吸収	水中保管、酸化性物質と隔離、火気・日光に注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	砂、二酸化炭素、不活性ガスを用いる。水没する方法もある
ピクリン酸 C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	爆発性物質、銅・鉛・亜鉛等の金属と鋭敏な爆発性の塩を形成	皮膚・眼・粘膜を刺激 経皮吸収あり	熱・火災・打撃・摩擦に注意、銅・鉛・亜鉛等の金属と隔離	爆発性なので、消火作業を考えてはならぬ。安全な位置から容器冷却
フェノール C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	可燃性固体	皮膚接触により強い刺激性あり壊死に至る。吸入により危険。経口 LD <sub>50</sub> 414mg/kg（ラット）300mg/kg（マウス）	酸化性物質と隔離、火気注意	噴霧水、二酸化炭素、粉末
ブタジエン C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	可燃性気体、空気、光・熱により発熱重合	吸入で有害。酸素不足による窒息作用	酸素・塩素等酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	気体の流出停止まで消火不可。容器冷却のための噴霧注水。噴出を止められるなら粉末・二酸化炭素消火
ブタン C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	可燃性圧縮気体	無毒だが酸素欠乏による窒息を起こす。液体は蒸発による冷却・凍結による凍傷を起こす	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	気体の流出停止まで消火不可、容器の冷却注水、噴出を止められるなら粉末・二酸化炭素消火
フッ化水素 HF	オキソハロゲン酸塩との混触により発火・爆発、金属との接触により水素発生	皮膚・粘膜に極めて強い刺激と腐食作用がある。吸入により肺水腫となる	アルカリと隔離、換気の良い冷所に保管	水使用
フッ素 F <sub>2</sub>	化学的反応性極めて大、酸化し得る物質との反応により発火、水との反応によりフッ化水素と酸素発生、硝酸との反応により爆発性硝酸フッ素発生	極めて反応性が強く、皮膚・眼・粘膜（とくに呼吸系粘膜）をつよく腐食する	可燃性物質等フッ素との反応性物質と隔離	流出が停止するか、なくなるまで容器を噴霧水で冷却

物質名/化学式	発火・爆発危険性	有害危険性	貯蔵方法	消火方法
ベンゼン C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	引火性液体	高濃度曝露で麻酔作用があり致死的。低濃度蒸気をくりかえし吸入すると致命的貧血	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、二酸化炭素、粉末または泡消火
マグネシウム Mg	禁水性物質、粉塵爆発性	眼、粘膜の刺激症状あり。経口 LD <sub>50</sub> 2800mg/kg(ラット)	水・酸化性物質・ハロゲン・ハロゲン化炭化水素・アルカリと隔離	乾燥黒鉛や砂を過剰にかけて消火、または金属火災用消火剤。水、四塩化炭素、二酸化炭素使用不可。飛散した粒子が爆発する危険があるので安全な距離から消火
無水酢酸 (CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	引火性液体	眼・皮膚を激しく刺激、皮膚の感化作用がある。経口 LD <sub>50</sub> 1780mg/kg(ラット)	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管	噴霧水、二酸化炭素、粉末、アルコール泡
メチルアミン類 CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	可燃性気体、水銀と爆発的反応	皮膚・眼、粘膜に強い刺激作用がある。高濃度曝露で肺水腫となる	酸化性物質と隔離、火気注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	気体の流出停止まで消火不可。水で容器冷却。噴出を止められるなら粉末、二酸化炭素、水溶液は噴霧水、二酸化炭素、粉末、アルコール泡
硫化アンチモン (V) Sb <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	可燃性固体、易着火性、無機酸との反応により硫化水素発生	高濃度曝露で眼・粘膜刺激症状と金属様の味覚がある	酸化性物質・酸と隔離、火気注意	水使用
硫化水素 H <sub>2</sub> S	可燃性気体、発煙硝酸、濃硝酸等の強力酸化性物質と激しく反応	シアン化水素と同様の毒性がある。局所刺激障害、呼吸困難	酸化性物質と隔離、火気・日光注意、換気の良い耐火性冷所に保管、防爆電気機器使用	噴霧水、アルコール泡、粉末、二酸化炭素。きわめて有害なので、むしろ消火しない方がよい
硫化ナトリウム Na <sub>2</sub> S	可燃性固体	水溶液は強アルカリ性で皮膚・粘膜に刺激性・腐食作用がある	酸化性物質・酸と隔離、火気注意	水

硫酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	オキシハロゲン酸塩との混触により発火・爆発、金属との接触により水素発生、可燃性物質との混触により発火	接触部の刺激性・腐食性あり、皮膚・粘膜組織の水分と反応して化学的火傷となる	オキシハロゲン酸塩・可燃性物質・アルカリと隔離	砂、灰、岩粉で窒息消火。水は使用しないが、ごく少量の硫酸に大量の水を使用してよいことがある
リン(黄) P	自然発火性物質	毒性が強い。燃焼時に毒性の高い蒸気を発生。リンが皮膚につくと激しい化学火傷となる	水中保管、化学薬品と隔離	火が消え、リンが固化するまで大量の水をかける。ついで湿った砂または泥でおおう
リン(赤) P	可燃性固体、酸化性物質との混合物は爆発性	黄リンより毒性は極めて弱いが燃焼すると有害の蒸気を出す	酸化性物質と隔離、火気注意	大量の水で消火。火が消えたと湿った砂または泥でおおう。高温のある条件下で黄リンに変わる。黄リンより消火は容易

## ドラフトチャンバー

ドラフトチャンバーは、有害物から実験者を守る事を目的とした局所排気装置です。危険物質や有害物質の封じ込め機能と排気機能を有しており、開口部には開口面積を調整する事が出来る垂直あるいは水平に移動するサッシを備え、背面および上部にある排気部を通して均一な気流が得られるようになっています。一般的な安全上の基準として、面風速 0.5 m/sec が推奨されます。また、全面開口の周囲は乱流や逆流が生じやすいので、開口部周囲のスムーズな気流の確保が必要です。開口部を全開とするのは装置などの組み立て時に限定し、実験中は、前面扉を半開以下で使用するよう心がけることが大切です。

## 14.3 薬品類による事故例

### 事故例 1

- [内容] 強酸が天井まで吹き上がり、数人に頭や顔に酸がかかった。
- [原因] 薬品取扱いの操作手順を間違った。ドラフト内で取り扱わなかった。安全メガネを着用していなかった。
- [処置] 大量の水道水で患部を水洗いした。
- [被害] 外傷はほとんど認められなかった。
- [意見] 薬品の危険性やその取扱いについて熟知し、安全メガネやドラフト内で操作すべきです。危機感のない身勝手な実験操作は本人だけでなく周りにも悪影響を与えます。

### 事故例 2

- [内容] 有機スズ化合物の飛沫が目に入ったかもしれない。
- [原因] 眼鏡の着用を怠った。
- [処置] 眼の水・目薬による洗浄後、指導教官が眼科医まで搬送、受診した。
- [意見] 保護眼鏡の着用を徹底しましょう。

### 事故例 3

- [内容] Pt-TiO<sub>2</sub> 触媒の粉がゴミ箱に落ちていて、その上にメタノールが付着したキムワイブを捨てたら燃え上がった。
- [原因] 可燃物用のゴミ箱に不適當なものを捨てた。
- [処置] 消火器により消火した。
- [意見] 触媒の粉は所定の回収容器に入れましょう。ゴミ箱は金属製が望ましいでしょう。

## 14.4 ガラス器具の取扱い

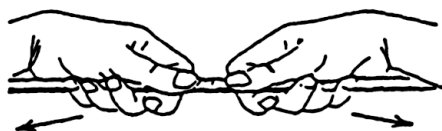
実験室内で起こる最も多い事故は、ガラス器具を扱うときです。ガラスは加工しやすく、安価であることから多くの化学系実験室で多用されています。その反面、ガラスは機械的、熱的ショックに弱く、その強度は金属器具などと比べて低いため、指先の力でも破損する場合があります。さらに、破損したガラスの断面は非常に鋭利ですので、非常に深い裂傷を負うことがあります。ガラス器具を取り扱う際はできるだけ無理な力を加えないよう注意する必要があります。

- (1) 試験管、ビーカー、三角フラスコなどをクレンザーで洗う場合、まず器具の大きさ、形状に合わせて適当なブラシを選ぶべきです。器具の奥行き(深さ)に合わせてできるだけ短くブラシを持ち、底面や壁面に接触させたまま、面に沿ってこするよう静かに動かします。試験管の底の場合にはブラシを回転させます。こうすれば多少力を入れても破損することはありません。ブラシを長く持ち、壁面に向かって急速に上下(前後)させれば、突き破ってしまいます。
- (2) 洗浄の十分なガラス器具は逆さにするだけで水が切れてしまいますが、洗浄が不十分であると水滴となって残ります。このような場合、器具を振って振り落とそうとする姿をよく見かけます。これは器具の破損につながるだけでなく、習慣になると、器具に付着した水分や残留溶液を除くつもりで振り回す癖がついてしまいます。このような行為は自身のみならず他人にも災害を及ぼす元になりますので、止めるべきです。
- (3) ガラス棒は溶液のかきまぜや薬品の取り出しによく用いられますが、折れやすくて大ケガの元になりますので、固形物を突き崩すのには使用しない方がよいでしょう。また温度計をかきまぜ棒代わりにしがちですが、これは先が折れやすく、その折れ口は鋭くなっています。しかも内容物が水銀であれば後の処理も面倒ですのでこのような使用は絶対にしてはいけません。
- (4) ゴム栓に開けた穴にガラス管を差し込むときは、ガラスが折れて手に突き刺さる事故が起こりやすいので慎重に行います。ゴム栓を握りこむようにして持ち、先端に水やアルコールをぬったガラス管をできるだけ短く持ち、回転させるようにして静かに少しずつ差し込みます(下図参照)。ガラス管を長く持って力を入れて押し込むと、ガラス管はすぐ折れてしまいます。ガラス管の先端は予め焼き、丸めておきます。



- (5) ガラス器具はていねいに取り扱いなければいけません。試験管や小型ビーカーは片手で持ってもいいですが、大型ビーカーなどは両手で持たなければいけません。口のところを片手で持つようなことは絶対に避けるべきです。デシケーターを持つときは蓋の転落に注意をします。
- (6) ガラス器具を破損した場合にはすぐに掃除して破片を集め、ガラス専用の屑籠に捨てましょう。
- (7) ガラスは相当高温に熱せられても一見冷たそうに見えますから、やけどなどしないよう気をつけなければいけません。
- (8) ガラス細工の際には、紫外線をカットする保護メガネを着用します。また、細工に用いるヤスリ、ガラス切りはよく切れるものを使います。細いガラス管の場合、ヤスリで鋭

く小さな傷をつけ、唾液か水を一滴つけ引っ張るようにして折るようにします(下図参照)。ヤスリが切れないと必要以上の力を入れることとなり、ガラスが破損し、非常に深い裂傷を負うこととなります。



## 14.5 ガラス器具による事故例

### 事故例 1

- [内容] 水道水でガラス器具を洗浄中に指先を切った。
- [原因] 洗浄しながら他の人と話したり、他の事を考えたりしていた。
- [処置] しばらく指で止血した後、消毒してバンドエイドで傷口を保護した。
- [被害] 人差し指の第二関節付近を 2 cm ほど切った。ガラス器具が破損した。
- [意見] ガラス器具の洗浄はその形状や強度に注意しながら意識を集中して取扱いましょう。

### 事故例 2

- [内容] ゴム管にガラス管を挿入する際、ガラス管が割れ、手を切った。
- [原因] 挿入方法が悪かった。素手であった。
- [処置] 保健管理センターで応急手当て後、病院で処置した。
- [被害] 3 cm の裂傷、2 針縫合した。
- [意見] 保護手袋を着用しましょう。挿入箇所を短く持ち、通りにくいときはグリースか水を塗るようにしましょう。

### 事故例 3

- [内容] ガラス管にヤスリで傷をつけ、引っ張って切断する際、別な部分のガラス管が折れ、左手に裂傷を負った。
- [原因] ヤスリの傷が浅かった。
- [処置] 保健管理センターで応急処置後、病院で処置した。
- [意見] ヤスリをよく研ぎ、ガラスに深く鋭い傷をつけ、キズの近くを持って引っ張りましょう。

## 14.6 電気を安全に使用するために

ほとんどの電気製品は、間違った取扱いをしない限り安全に作動するように設計されています。しかし実験室では、一般家庭と異なり、使用する電気装置の種類や数も多く、機器にとって厳しい条件下で使用することが多いです。さらに、室内の電気配線、種々の電気装置の製作、修理などを自分で行うことが必要になる場合もあります。そうした作業に従事する場合には、電気に関する基礎知識を持ち合わせていることはもちろん、電気使用のルールを正しく理解しておくことが必須です。電気系の安全・衛生を読み、理解したうえで作業をすることが必要です。

## 14.7 電動機器の取扱い

グラインダー、ボール盤、自動丸のこ盤などの工作機器は、部品及び工作物を完全に固定した後、回転方向を確認し、防護板のセット、保護眼鏡の着用などで十分に安全を確認した上でコンセントを入れ、もう一度安全を確認してから電源をいれます。回転体に巻き込まれるおそれのあるような衣服を着用してはいけません。極端に大きいものや小さいもの、或いは極端に硬いものや軟らかいものを加工してはいけません。また、常に整理整頓を心掛けましょう。第12章の機械系の安全・衛生を読み、理解したうえで作業をすることが必要です。

## 14.8 事故が発生したときの措置

実験にあたって事故を起こさないように心がけることは大切ですが、不幸にして事故が発生したら、まず第一に人命の安全と人的被害を最小にすることを心がけ、第二に被害が広がるのを防止する措置を講ずるべきです。ここでは化学の実験で頻度の高い事故について、応急的な措置を記しますが、事故の際はこれらの措置と並行して、できるだけ急いで指導者を呼んで指示を仰ぐことです。(第5章 参照)

- (1) 酸、アルカリなどの劇物や有毒物が床、実験台などにこぼれたときは、禁水性のもの(Na、K、CaC<sub>2</sub>、Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub>、CaO、NaNH<sub>2</sub>、LiAlH<sub>4</sub>など)を除き、一般にはまず大量の水で流します。ただし、漏電を起こす場合もありますので、適当に希釈した後中和して拭き取ります。中和熱が大きくて被害を拡大することがある酸の場合には、中和剤として希アンモニア水、1~2%炭酸水素ナトリウム(重曹)、水酸化カルシウム(消石灰)、炭酸カルシウムなどが用いられます。アルカリの場合には希酢酸で中和します。
- (2) 酸、アルカリなどの劇物や有毒物が皮膚に付いたときは、汚染した部位を大量の水で洗います。衣服が汚染した場合は速やかに脱がせます。衣服を脱がせるとき劇薬を浴びてただれた皮膚をこする恐れのあるときは、衣服を手早くハサミで切り取ります。汚染が全身に及ぶときは、実験室または近くのトイレ内に備えられているシャワーを利用して洗います。
- (3) 硫酸、硝酸、水酸化ナトリウムなどの腐食性物質が目に入ったときは穏やかな流水で15分くらい休まずに洗います。目はアルカリに対して弱いので特に注意することです。
- (4) 劇物や有毒物が口に入ったときは、うがいを繰り返します。飲み込んでしまったら、吐かせるのがよいのですが、無理をしてはいけません。卵白、牛乳を与えて粘膜を保護するのもよいのですが、出来るだけ速やかに医師の診断を受けるようにするのが第一です。
- (5) ガラスなどでケガをしたときは、まず水道水でよく洗います。手が薬品で汚れていることが多く、傷口からその薬品が皮膚の奥深く浸透する恐れがあるからです。その後止血をして、出来るだけ速やかに医師の手当てを受けることが大切です。
- (6) やけどをしたときは、冷水につけて十分時間をかけて冷やします。
- (7) 有機溶媒に火がついても容器が割れない限り、それほど大きな事故にはなりません。まわりにある可燃物を除き、ガスなどの熱源を止めて火勢が弱まるのを待つて濡れ雑巾などで容器の口を覆えば消火できます。消火器はいつでも使えるように用意するべきです。



が上記方法で消火可能ですので、他に燃え移る危険のない場合は無闇に使用しない方がよいでしょう。

- (8) 溶剤を浴びて引火したり、衣服に着火したりした場合、驚いて走り回るとかえって火力を強くして惨事に至ることになります。すぐ床の上に転がるのがよい方法です。手や足についた場合も実験衣などでたたくのが有効です。あるいは実験室内の救急用シャワーを利用します。
- (9) 有毒、刺激性気体を吸い込んだ場合、窓を開け放つと同時に、至急被害者を新鮮な空気中に移し応急措置をとります。

## 15. 生物化学の安全・衛生

## 15. 生物化学の安全・衛生

応用生物化学で行う実験では、爆発や火災がおこる危険性は、ほとんどありません。全国的には、感電事故の事例が報告されていますが、近年は死亡事故につながるほどの高電圧装置を使うことは少なくなっています。しかしながら、細胞毒性、発癌性、神経毒性をもつ物質を使用することもあり、目、口、皮膚に接触しないように気をつけ、これらを取り扱うには細心の注意が必要です。

### 15.1 一般的心構え

基本的には一般の化学実験と同じ心構えが必要ですが、生化学の実験では、不安定な物質、貴重な試料、高価な試薬を使うこともあります。また、数  $\mu\text{l}$  ~ 数 10  $\mu\text{l}$  といった極微量の試料をあつかうことが一般的です。ゆえに、実験の手法や原理をよく理解した上で、集中力をもって実験してください。

### 15.2 試薬

ほとんどの試薬の取扱いについては、一般的な化学実験での留意事項に準じますが、分子生物学関連の試薬は、非常に高価な上、保存温度が指定されているものが多くあります。試薬を保存する場合、保存温度に注意してください。冷蔵(4  $^{\circ}\text{C}$ )が指示されている試薬を冷凍庫(-30、-80、-150  $^{\circ}\text{C}$ )に保存してはいけません。また、試薬を出しっ放しにしないよう十分注意してください。とくに制限酵素などが一括管理されているボックスを冷凍庫からとりだすことは避けてください。

研究室でよく使用されている試薬で特に注意するものを以下に列挙します。

- (1) 臭化エチジウム、アクリルアミドモノマーなど発癌性や神経毒性のある試薬の使用には注意してください。
- (2) クロロフォルム、フェノール、エタノール、メタノールなどの有機溶媒は換気に留意し、火気のそばで使ってははいけません。とくにフェノールは強いタンパク質変性作用があるので、保護めがねの着用など安全に配慮してください。
- (3) 塩化セシウム、過硫酸アンモニウムなど吸湿性の高い試薬は、乾燥剤入りの保存庫にあります。秤量時の開封はすばやく行ってください。
- (4) バクトトリプトン、バクトペプトンなどの培地、ラウリル硫酸ナトリウム(SDS)など粉末がとびやすい化合物を大量に使用する場合は、マスクなどの保護具を着用してください。

## 15.3 機器等の取扱いについて

応用生物化学実験で頻繁に用いられる機器の取扱いについて示します。

### 15.3.1 遠心機

- (1) 現在使用している遠心機は、遠心ローターのバランスがとれてない場合や、使用不可能な回転数が入力された場合は、エラーメッセージが表示されて遠心できません。また、旧式や簡易式の遠心装置には、アンバランス時に動作を停止する装置がついていません。バランスには十分注意してください。
- (2) 超遠心機のローターには、アングルローター以外にスイングローターがあります。スイングローターでは、バケットの接続を確認してから遠心操作を行ってください。
- (3) 超遠心機の場合は、遠心管からの試料もれに注意してください。減圧時に試料もれがあると、アンバランスの原因になり、遠心管の破損につながります。
- (4) 臭化エチジウムを使用した塩化セシウム密度勾配超遠心では、試料もれは発癌性物質を遠心機内に飛散させることとなります。

### 15.3.2 電気泳動

- (1) 高圧電源の取扱いには、十分注意して、とくに泳動装置の緩衝液もれによる漏電には気を付けてください。高圧電流による電気泳動を行う場合は、感電・漏電に厳重に注意してください。また、通常のゲル以外(ろ紙やセパラックスフィルム)で電気泳動を行う場合は、出火の原因になりうるので、電気泳動装置の側にいてください。
- (2) アクリルアミド・モノマーは神経毒です。もし、アクリルアミドゲルを固める場合は、アクリルアミド・モノマーの取扱いには注意してください。
- (3) 臭化エチジウムは発癌性物質です。ゲルを染色する場合は、かならず手袋をしてください。
- (4) 電気泳動試料の作成などで、ガスこんろを使用する場合は、常にそばにいてください。

### 15.3.3 紫外線発生装置(電気泳動ゲル撮影装置など)

- (1) 裸眼で、紫外線光源を直視すると失明する危険があります。紫外線カット機能のある保護めがねなどを使用してください。現在、使用している電気泳動ゲル撮影装置は、装置のアクリルカバーによって紫外線がカットされる仕組みになっています。カバーをはずした状態で使用することは避けてください。
- (2) クリーンベンチの紫外線殺菌灯を、フード開放下で直視することは避けてください。クリーンベンチのフードガラスには、紫外線カット機能があります。

### 15.3.4 乾熱滅菌装置、オートクレーブ、電子レンジ

- (1) やけどに注意し、軍手を着用してください。
- (2) プラスチック製品を乾燥させる場合は、その耐熱性に気をつけてください。
- (3) オートクレーブは、内部の鉄板がひたる位置まで水を入れないと空だきになります。現

在、市販されているオートクレーブには空だき防止装置がついていますが、不完全な滅菌や故障の原因となります。また、オートクレーブのふたを高圧下で開けることは絶対にさけてください。やけどするおそれの他、滅菌中の耐圧びんなどが突沸により破損する可能性があります。

### 15.3.5 ドライアイス、液体窒素の取扱い

低温やけどに注意してください。ドライアイスを使用する時は軍手を着用してください。液体窒素を取り扱うときの注意事項は第9章に記載されています。

### 15.3.6 放射性同位元素(ラジオアイソトープ、RI)

RIを用いる実験は、安全管理教育講習会と健康診断を受け、放射性同位元素取扱い主任者が許可した者が、特定の管理区域(RI専用の実験室)でのみ行えます。詳細は実験指導者とよく相談し、安全実験を行えるよう心がけてください。

## 15.4 生物材料の取扱いについて

生物材料をあつかう場合は、実験材料自身が生き物であったり、ヒト由来であったりする場合があります。このため、実験であつかう生物が野外に拡散することを防ぎ、感染事故を避けるために特別の手段を講じる必要があります。

実験を行うためには、特別の許可・認可が必要な場合が多いです。とくに、ヒト由来の実験材料(遺伝子を含みます)を扱う場合には、同意書や許可が必要です。

### 15.4.1 微生物実験の安全

- (1) 実験室での飲食、喫煙、化粧、食料の貯蔵などは行ってはいけません。
- (2) 実験では作業衣(白衣)を着用し、その作業衣のまま実験室の外に出てはいけません。
- (3) 作業衣などを着用して事務室、図書館、会議室、講義室、食堂など公共の場へ行ってはいけません。
- (4) 微生物の入った容器は、他の容器と区別し、標識をつけます。
- (5) 実験台、床、実験器具などの消毒、滅菌を励行します。
- (6) 微生物実験に使用した器具、容器はオートクレーブや70%エタノールなどにより滅菌します。
- (7) 孢子形成能のある酵母、カビなどは、70%エタノールで滅菌することができないので、乾熱やオートクレーブで滅菌します。

### 15.4.2 動物実験の安全

工学部で、現在、行われている動物実験はありません。しかし、実験の目的によっては、一時的に、マウス、ラット、ウサギ、カイコなどを購入し、保管することがあるかもしれません。

- (1) 厳重に品質管理されている実験動物を購入し、一定の検疫機関を経た後に清浄な環境下

で飼育し、実験に供します。

- (2) 動物に病原性を発現せずに潜在している病原体もあるので、実験動物取扱いの際には噛み傷、ひっかき傷などの防止に努めます。
- (3) 使い捨てのメスや注射針、注射筒などは動物実験に使用したか否かを問わず、安全キャップをした上でプラスチックあるいは金属製の容器に入れ、専門業者に引き渡します。
- (4) 動物飼育室内での昆虫、特にゴキブリの発生は病原体の媒介、外部への漏出の原因となるので駆除に努めなければいけません。
- (5) 動物死体や臓器は、ビニール袋などに密封したうえフリーザーで冷凍保管しておき、専門の引き取り業者に処理を委託します。

#### 15.4.3 植物実験の安全

工学部では、現在、行われている植物実験はありません。しかし、実験の目的によっては、一時的に、野外からの採取、もしくは購入、または自分で種子から生育させた実験植物を利用することがあるかもしれません。人体に影響を与える病原菌が発生することはまずないと考えられますが、実験植物を育成するために使用する各種農薬・肥料・農機具類が人体に影響を与えることを念頭に作業することが必要です。また室内(培養室内)で植物を育成する場合には、恒温装置(水槽・培養器)を使用するため、それらの機械類の取扱いに注意することが必要です。

- (1) 実験室内では白衣を着用し、実験台・培養器を清潔に保ちます。
- (2) 野外フィールドでの調査研究・作業では、作業に適した服装をします。
- (3) 農薬・肥料・農機具の使用にあたっては、危険性を考え安全に配慮します。
- (4) 毒性を有する植物から身を守るため、知らない植物に触れてはいけません。
- (5) 実験に使用した植物体は焼却するか、もしくは堆肥とします。
- (6) 室内(培養室内)での昆虫の発生は、生育している植物に大きな被害を与える原因となるため、発見した場合は速やかに実験指導者に連絡します。

#### 15.4.4 組み換え DNA 実験の安全

国際条約(生物多様性条約)により、遺伝子組み換え実験を行い、遺伝子組み換え生物を取り扱うには、特別の許可が必要です。実験の種類により、必要な許可が異なります。詳しい内容は、「愛媛大学遺伝子組み換え実験安全管理規定」に記載されています。

不明な点は、工学部総務課を通して、遺伝子組み換え実験安全管理委員会までお尋ね下さい。

一般に、遺伝子組み換え実験は、二重の安全対策を講じることが義務づけられています。一つは物理的に組み換え遺伝子を持つ微生物(組み換え体)を外界に出さないように閉じこめてしまうもので、P2 実験室などと呼ばれる特殊な施設が必要です。

もう一つの安全対策法は、生物的に行うもので、実験室内の培養装置の中以外では生きていけないような非常に弱い微生物を宿主として利用することにより、万一試験管の外に菌が漏れてもすぐ死滅してしまうようにし、汚染を防ぐものです。これが生物学的封じ込めで、その尺度は B1、B2 という数字であらわされています。工学部で遺伝子組み換えを行っている研究室は、現在、P2-B1 か P2-B2 レベルまでです。したがって、それ以上の実験施設を必要とする遺伝子組

み換え実験は、実験施設の改良をほどこさない限り、行えません。

実際に実験を始める前には、次の事項に関して実際の実験指導者とよく相談し、安全実験を行えるよう心がけてください。

- (1) 自分の行う実験の物理的封じ込めレベル(P1、P2、P3、P4)生物学的封じ込めレベル(B1、B2)をよく理解してください
- (2) 物理的封じ込めレベルに関わる施設、設備、実験実施要項を理解してください。
- (3) 組み換え DNA 実験が許可されているかどうか、とくに申請実験期間を越えていないかを確認してください。
- (4) 組み換え体増殖実験のうち 20 ℓを超える大量培養実験には、組み換え体作製実験とは別の物理的封じ込めレベル(LS-C、LS-1、LS-2)が設定されているので、その施設、設備、実験要項を理解してください。

## 15.5 具体的な心得

組み替え DNA 計画書を提出し承認を得た上で、実験を行ってください。実験を始める前に教育訓練を受け、愛媛大学工学部 DNA 実験安全管理規程を遵守してください。P1、P2 レベルの物理的封じ込め下で実験を行う際の注意事項を「組み換え DNA 実験指針」より抜粋します。

### 15.5.1 P1 レベル

- (1) 封じ込めの設備、実験室の設計

実験室は、整備された通常の微生物学実験室と同じ程度の設備を備え、かつ、設計が施されていること。

- (2) 実験実施要項

- イ) 実験中、実験室の窓及び扉は閉じておくこと。
- ロ) 実験台は毎日、実験終了後消毒すること。また、実験中汚染が生じた場合には、直ちに消毒すること。
- ハ) 組み換え体を含むすべての廃棄物は、廃棄の前に滅菌すること。その他の汚染された機器などは、洗浄、再使用および廃棄の前に消毒又は滅菌すること。
- ニ) 機械的ピペットの使用が望ましいこと。
- ホ) 実験室内での飲食、喫煙、および食品の保存はしないこと。
- ヘ) 組み換え体を取り扱った後、及び実験室を出る時は、手を洗うこと。
- ト) すべての操作においてエアロゾルの発生を最小限にするよう注意を払うこと。
- チ) 汚染した物質などの汚染を実験室以外の場所で除去しようとするときは、堅固で漏れない容器に入れて、実験室から搬出すること。
- リ) 実験室の昆虫、げっ歯類などの防除をすること。
- ヌ) 他の方法がある場合には、注射器の使用は避けること。
- ル) 実験室内では、実験着などを着用し、退室時にはこれを脱ぐこと。
- ヲ) 実験室は、常に整理し、清潔に保つこと。
- ワ) その他実験責任者の定める事項を遵守すること。

## 15.5.2 P2 レベル

組み換え体の処理を行うため、ブレンダー、凍結乾燥機、超音波細胞破碎装置、遠心分離機械などのエアロゾルが大量に発生しやすい機器を使用するときには、汚染エアロゾルが外部に漏出しないように工夫しましょう。キャビネットを使用する場合は安全キャビネットが望ましいです。なお、キャビネットの性能は必要に応じて検査することが必要です。

### (1) 実験室の設計

実験室は、汚染物及び廃棄物の処理のための高圧滅菌器を備えた建物内に置くこと。

### (2) 実験実施要項

- イ) 実験中、実験室の窓及び扉は閉じておくこと。
- ロ) 実験台は、毎日、実験終了後消毒すること。また、実験中汚染が生じた場合には、直ちに消毒すること。
- ハ) 組み換え体を含むすべての廃棄物は、廃棄の前に滅菌すること。その他の汚染された機器は、洗浄、再使用および廃棄の前に消毒または滅菌すること。
- ニ) 機械的ピペットを使用すること。
- ホ) 実験室内での飲食、喫煙、および食品の保存はしないこと。
- ヘ) 組み換え体を取り扱った後、及び実験室を出る時は、手を洗うこと。
- ト) すべての操作においてエアロゾルの発生を最小限にするように注意を払うこと。
- チ) 汚染した物質などの汚染を実験室以外の場所で除去しようとするときは、堅固で漏れない容器に入れて、実験室から搬出すること。
- リ) 実験室の昆虫、げっ歯類などの防除をすること。
- ヌ) 他の方法がある場合には、注射器の使用は避けること。
- ル) 実験室内では、実験着などを着用し、退室時にはこれを脱ぐこと。
- ヲ) 実施されている実験の性質を知らない者のみを実験室に入れないこと。
- ワ) 実験が進行中の場合には、P2 レベル実験中の表示を実験室の入口に掲げること。
- カ) 実験室は、常に整理し、清潔に保つこと。
- ヨ) 封じ込めレベルが P1 でよいとされる他の実験を同じ実験室で同時に行う場合には、明確に区域を設定して注意深く行うこと。
- タ) その他実験責任者の定める事項を遵守すること。



## 16. 廃棄物の取扱いについて

## 16. 廃棄物の取扱いについて

愛媛大学の教育・研究の活動において生じる実験排水、生活排水の中で、工学部の排水は松山市の下水道に流入し、終末処理場で浄化されて、公共水域(河川や海など)に放流されています。松山市の終末処理場は主として微生物により浄化するシステムとなっていますので、これらの処理場が安定して良好な処理を行うためには、微生物に有害な物質あるいは微生物で分解されない物質を流さないようにしなくてはなりません。

愛媛大学から松山市の下水道に流入する排水は、定期的に検査されており、もし、法令で定められた排水基準値(表 16-1)を超えると嚴重な注意があり、場合によっては大学の排水を松山市の下水道に流すことを禁止され、大学の教育・研究の機能が停止することになります。

したがって、実験で生じる**排水**(下水として下水道に流れるものや大学の排水処理施設に流入するもの)や**廃液**(タンクに貯留して収集するもの)の取扱いには十分な注意を払って、有害な物質を工学部から出さないようにすることを肝に銘じて実験しなければいけません。愛媛大学は地域社会とお互いに共存する関係にあることを、排水の安全性を通して認識する必要があります。

### 16.1 安全な実験のために

排水、廃液の取扱いについて述べる前に、まず強調しておきたいことは、実験において有害な排水、廃液を出来るだけ出さないにすることです。水銀をはじめとして、シアン化合物、ジクロロメタン、ベンゼン、四塩化炭素などを使用する場合、最小限の使用量となるように研究全体を検討してから実験に取りかかるようにします。法令で規制されている重金属および有機溶媒の取り扱い場合には、これらを排水として下水道に流すことが絶対にないように細心の注意を払うことが必要です。取扱い中に誤って薬品入り容器を破損した場合、以下に準じた処置をします。水銀、カドミウム、シアン、鉛、クロム、銅、亜鉛などの重金属廃液は絶対に排水として実験室の流しに流さないですべて回収し、研究室に備えている各無機系廃液用のタンクに貯留します。重金属水溶液が入っていたフラスコなどをすすいだ洗浄液もすべて回収し、重金属廃液用のタンクに貯留します。

法令で規制されている有機溶媒も絶対に排水として実験室の流しに流してはいけません。ジクロロメタン、ベンゼン、フェノール類などはすべて回収し、研究室に備えている各有機系廃液用のタンクに貯留します。実験や溶媒濃縮に使用したフラスコなどは、アセトンまたはエタノールで少なくとも3回の洗浄を行い、洗浄液もすべて回収してタンクに貯留します。

エバポレーターや、有機溶媒を用いる吸引濾過において水流アスピレーターを用いると、有機溶剤が蒸発して水流アスピレーターの水に溶け、実験室の流しから下水道に流入しますので、このような操作は絶対にしないことです。このような場合は、循環アスピレーターやダイヤフラムポンプを用いて減圧し、密閉系で蒸発させ、有機溶剤が下水道に流れ込まないようにします。なお、循環アスピレーターの水には高濃度の有機溶剤が溶解している場合が多いので、難燃性有機廃液として、廃液タンクに貯留します。

溶媒抽出後の水相にも、高濃度の有機溶剤が溶解している場合が多いので、難燃性有機廃液として、廃液タンクに貯留します。

## 16.2 廃液の分類

愛媛大学で発生する廃液は全て外部の処理業者に委託して処理していますので、委託された業者が適正に処理できるように廃液を分別して引き渡す必要があります。本学では、発生した廃液を次の種類に分けて、耐腐食性のプラスチック製タンクに分別収集しています。

### (1) 無機系廃液

- イ) 水銀廃液(有機水銀は酸化して無機化)
- ロ) シアン廃液(シアン化物、重金属のシアン錯塩など、シアン化合物廃液でアルカリ性にして保管)
- ハ) 重金属廃液(カドミウム・鉛・クロム・銅・亜鉛・鉄・マンガン・セレンその他の重金属を含むもの)
- ニ) 写真用定着液

### (2) 有機系廃液

- イ) 廃油(灯油、機械油、切削油などの廃油)
- ロ) 多可燃性有機廃液(アルコール、ベンゼンなどの脂肪族または芳香族炭化水素類、溶媒で希釈されたエーテル類など、可燃性の非水溶媒類を含むもの)
- ハ) 難燃性有機廃液(低濃度の有機溶媒、有機酸、フェノール類、アミン類、有機金属化合物などを含む水混合液)
- ニ) ハロゲン・硫黄系廃液(ハロゲン・硫黄化合物を含む有機溶媒)
- ホ) ホルマリン廃液
- ヘ) 写真用現像液

注) ①有機水銀、PCB を含まないこと

②粘度が異常に高くないこと

③無機系廃液は有機溶媒をできるだけ含まないこと

④有機系廃液は塩酸、硫酸、硝酸などの腐食性物質をできるだけ含まないこと

## 16.3 廃液の取扱いについての注意

どの廃液も有害で危険ですので、保管、運搬する際はふたをしっかりと締めて、こぼれないようにします。廃液の処理に支障をきたす恐れがあるので、廃液中にはガラス管や攪拌子などの異物を入れてはいけません。廃液をタンクに移すときは、網を通してから入れるようにします。

### (1) 水銀廃液

濃度規制が厳しい(0.005 mg/ℓ)ので、回収は特に厳重に行います。金属水銀は収集しないので貯留タンクには入れてはいけません(金属水銀は個々に業者に連絡して処分すること)。有機水銀は適当な酸化剤(過マンガン酸カリウムなど)で酸化して無機水銀にしておくことです。

(2) シアン廃液

酸性にすると猛毒性のシアン化水素ガスが発生して危険ですので、必ず pH12 以上のアルカリ性にして貯留します。

(3) 廃油および可燃性有機廃液

引火性があるので火気には十分に注意します。特殊引火物および爆発性の危険物を含まないこと。

(4) ハロゲン・硫黄系廃液

ハロゲン系の有機溶剤は、大部分が有毒性、発ガン性を有するので注意を要します。また、燃焼処理の際にダイオキシンを発生する恐れがあり、加えて塩素系のガスが装置を傷めますので、出来るだけ実験に使用しないようにすることが望ましいです。

(5) ホルマリン廃液

感染性の恐れのあるものは、収集の対象外とします。

(6) 廃酸・廃アルカリ

有害物質を含まないことが確実な塩酸、硫酸などの廃酸および水酸化ナトリウム、水酸化カリウム水溶液などの廃アルカリは、中和処理してから下水道に排出します。ただし、中和時に熱が発生するので、十分注意しながら行います。

有機溶媒、重金属水溶液の取扱いが分からない場合は、各研究室の排水管理責任者、実験を担当している教職員、または廃液処理担当職員に相談して対処します。自分勝手な判断で薬品の処理、取扱いを絶対にしないことです。

## 16.4 収集方法

廃液は、部局名、学科名及び分野名を明記した指定容器に入れたのち密栓し、有害廃液処理搬入容器表示カード(図 16-1 参照)を添付します。「施設基盤部 安全衛生管理室(内線 9114)」の担当職員に連絡して、その指示に従い指定された場所に搬入します。

## 有害廃液処理搬入容器表示カード

図1

無機系廃液 有害廃液処理搬入容器表示カード				年 月 日	
部 局 名		専攻・学科名			
調 座 名		研究分野名			
排出者氏名	(TEL )				
種 類	成分及び濃度 (mg/L)				
1 水銀溶液					
2 シアン化合物溶液					
3 一般重金属溶液 (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Fe, Mn, Se, その他の重金属)					
4 写真用定着液					
内容量	L	pH			
備 考 (取扱上の注意など)					

図2

有機系廃液 有害廃液処理搬入容器表示カード				年 月 日	
部 局 名		専攻・学科名			
調 座 名		研究分野名			
排出者氏名	(TEL )				
種 類	成分及び含有量 (%)				
1 廃 油					
2 可燃性有機廃液					
3 難燃性有機廃液					
4 ハロゲン・硫黄系廃液					
5 ホルマリン廃液					
6 写真用現像液					
内容量	L	pH	水分	%	
備 考 (取扱上の注意など)					

図 16-1 廃液に添付するカード

表 16-1 松山市の下水道法の排水基準

1	温度	45°C以下	
2	水素イオン濃度	pHが5を超え9未満	
3	ノルマルヘキサン抽出物質含有量	鉱油類含有量	5mg/ℓ以下
		動植物油脂類含有量	30mg/ℓ以下
4	ヨウ素消費量	220mg/ℓ以下	
5	カドミウム及びその化合物	カドミウム 0.1mg/ℓ以下	
6	シアン化合物	シアン 1mg/ℓ以下	
7	有機リン化合物	1mg/ℓ以下	
8	鉛及びその化合物	鉛 0.1mg/ℓ以下	
9	6価クロム化合物	6価クロム 0.5mg/ℓ以下	
10	ヒ素及びその化合物	ヒ素 0.1mg/ℓ以下	
11	水銀及びアルキル水銀その他水銀化合物	水銀 0.005mg/ℓ以下	
12	アルキル水銀化合物	検出されないこと	
13	PCB	0.003mg/ℓ以下	
14	トリクロロエチレン	0.3mg/ℓ以下	
15	テトラクロロエチレン	0.1mg/ℓ以下	
16	ジクロロメタン	0.2mg/ℓ以下	
17	四塩化炭素	0.02mg/ℓ以下	
18	1,2-ジクロロエタン	0.04mg/ℓ以下	
19	1,1-ジクロロエチレン	0.2mg/ℓ以下	
20	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/ℓ以下	
21	1,1,1-トリクロロエタン	3mg/ℓ以下	
22	1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/ℓ以下	
23	1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/ℓ以下	
24	チウラム	0.06mg/ℓ以下	
25	シマジン	0.03mg/ℓ以下	
26	チオベンカルブ	0.2mg/ℓ以下	
27	ベンゼン	0.1mg/ℓ以下	
28	セレン及びその化合物	0.1mg/ℓ以下	
29	ホウ素及びその化合物	10mg/ℓ以下	
30	フッ素化合物	フッ素 8mg/ℓ以下	
31	フェノール類	5mg/ℓ以下	
32	銅及びその化合物	銅 3mg/ℓ以下	
33	亜鉛及びその化合物	亜鉛 5mg/ℓ以下	
34	鉄及びその化合物(溶解性)	鉄 10mg/ℓ以下	
35	マンガン及びその化合物	マンガン 10mg/ℓ以下	
36	クロム及びその化合物	クロム 2mg/ℓ以下	
37	ダイオキシン類	10pg-TEQ/ℓ以下	
38	アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素含有量	380mg/ℓ以下	
39	生物化学的酸素要求量	5日間平均で 600mg/ℓ未満	
40	浮遊物質	600mg/ℓ未満	

## 17. 事故報告書

## 17. 事故報告書

実験・実習中に事故を起こした場合、下記の報告書を提出してください。

### 工学部 事故報告書

No.

学科(研究分野)	
発 生 日 時	平成      年      月      日      時頃
場            所	
作業(実験)内容	
事 故 者 名	学籍番号 名    前
状            況	
処            置	
責 任 者 名	
指 導 者 名 (責任者と異なる場合)	
報 告 者	

※ 作業中(実験中)に職員、学生がケガをした場合、ケガの程度に関わらず、状況と処置を記載して、安全衛生管理者へ報告してください。安全管理の資料となります。



## あ と が き

工学部安全手帳は平成 6 年に初版が刊行されて以来、平成 16 年度までに 3 度の改訂を重ねてきました。平成 16 年度から大学が法人化され、安全と衛生に対する重要性が一段と高くなり、法人化を契機に安全手帳を全面的に見直すこととしました。編集方針として、学生、院生を主な対象者とした内容にすること、重複をできるだけ避け、平易な言葉やイラストを入れて判りやすい表現にすること、学生、院生が健康で安全に実験、実習を進める際のテキストとして利用できるようにすることを主な改正点としました。また、学科別、実験別に記載されていた内容を電気系、機械系、化学系の安全衛生に集約化し、健康管理に関する項目の大幅な追加、化学薬品の廃棄に関する項目などを新たに追加しました。

安全衛生手帳は事故を回避するとともに、不幸にして地震、火災などの災害、事故などが発生した場合の適切かつ迅速な対応を示しています。緊急事故に対する応急措置については日頃からイメージトレーニングなどを行い、いざという時の準備をしておくことを望みます。

本安全衛生手帳と実験、実習課題で作成される具体的な安全・衛生に係る注意事項を利用し、事故を未然に防ぐことに役立て戴くことを望みます。使用にあたって不適切な表現、説明不十分などお気づきの点がございましたら、工学部安全衛生委員会にご連絡ください。

本安全衛生手帳を作成するにあたり、引用させていただいた文献などを下記に示し、深く御礼申し上げます。また、ケガの応急処置の編集にあたっては愛媛大学保健管理センターにお世話になりました。厚く御礼申し上げます。

愛媛大学工学部安全委員会編	第 4 版 安全手帳
東京工業大学安全管理実施委員会編	第 4 版 安全手帳
早稲田大学大久保構内安全衛生委員会	安全のてびき

平成 17 年 4 月

愛媛大学工学部安全衛生委員会	委員長	井上 賢三
	委員	曾我部 雄次
		白方 祥
		渡邊 政広
		田中 寿郎
		青野 宏通
		宮崎 隆文
		八尋 秀典
		清水 徹

# 緊急連絡網（愛媛大学工学部）

人身・火災等事故発生の場合

