

実験・実習・研究活動における

# 安全の手引き

大阪府立大学工業高等専門学校

危機対策委員会

2021年度

## はじめに

大阪府立大学工業高等専門学校は、高等教育機関として様々な実験・実習や卒業研究・工学特別研究を通して教育を行うと共に、各教員も教育水準維持の観点から独自研究を行っている。これらの研究および実験・実習等を遂行する際の研究環境整備や学生への安全面の教育については、これまで各学科、各教員および実験・実習担当者に任せられ、学生の専門性や安全性の意識も高かったことから大きな事故は起こらなかったと考えられる。しかし、近年、学生の専門性や安全に対する意識が変化してきている中、本校も学科改組により総合工学システム学科1学科となり、共通した実験・実習を全学生が行うようになってきていること、専攻科では自分の専門とは異なる高度な実験を各専攻の学生が共同で実施するなど、これまでのような指導体制では対応が難しくなっている。こうした状況を踏まえ、高等教育機関の機能を十分に果たしながら学生を育てるためには、統一した安全教育指導および実験・実習および研究室の安全面の配慮を行うことは重要なことである。そこで、平成20年度から実験・実習および研究を安全に遂行するために、①全学生が工学分野に携わる人間として習得すべき一般的な注意事項、②各専門コースに特化した安全教育および③不幸にして事故に遭遇した際の対処法と④学生が加入している各種保険について記述された「大阪府立大学高専の安全の手引き」を作成した。

この安全の手引きは、学生諸君が大阪府立大学高専で技術者教育を受けるにあたり、最小限必要と思われる「安全」に関する知識や注意事項をまとめたものである。ここに書かれた事項は、些細なことであっても必ず遵守する覚悟と努力が必要であり、これを怠れば自分一人が被害を蒙ることだけでなく、周囲の多数の人々や近隣住民にまで迷惑を及ぼすおそれがあることを肝に銘じておく必要がある。学生諸君がこの手引きを熟読し、必要に応じてこれを参照し、事故防止に活用されることを熱望する。

なお、「大阪府立大学高専の安全の手引き」を作成するに当たり、(独)産業技術総合研究所関西センターにおける「安全ガイドライン」、大阪府立大学における「実験・実習における安全のための手引き」、大阪大学における「安全のための手引き」、京都大学における「安全の手引き」、東京大学における「安全のマニュアル」、東北大学における「安全管理指針」および高知大学における「実験室安全マニュアル」を参考にさせていただいたことを最後に記して、謝意を表したい。

平成 24 年 4 月 1 日  
大阪府立大学工業高等専門学校  
安全対策委員会

6コース制が5コース制に改組され、平成27年度には5コース制が完了した。それに伴い、各コースの実験も改定されたので、ここに安全の手引きを改定することとなった。

平成 28 年 4 月 1 日  
大阪府立大学工業高等専門学校  
危機対策委員会

実験実習や研究において安全に関して新たに留意すべき事項を付け加えた。

平成 29 年 4 月 1 日  
大阪府立大学工業高等専門学校  
危機対策委員会

# 目 次

1. 実験・実習室における一般的注意事項	1
1.1 一般的心得	1
1.2 作業服の着用	1
1.3 実験・実習室および作業場での整理整頓	2
1.4 燃料を含む薬品の取り扱いについて	2
1.4.1 可燃物・危険物等薬品の取り扱いについて	2
1.4.2 危険物倉庫について	3
1.4.3 化学物質安全管理支援システム(Cシステム)について	3
1.5 高圧ガスボンベの管理について	3
1.6 感電による災害と防止	8
1.6.1 感電	8
1.6.2 感電防止のための注意	8
1.7 火災・爆発による災害と防止	9
1.8 停電に対する注意	9
1.9 実験・実習および卒業研究・工学特別研究に参加するための確認書提出について	10
2. 機械システムコースに関する実験・実習を安全に行うために	15
2.1 一般的心得	15
2.1.1 一般的概論	15
2.1.2 重要な一般的事項	15
2.2 機械システム実験における安全	17
2.2.1 一般的注意事項	17
2.2.2 機械システムコース保有の実験装置における注意事項	17
2.3 工作機械を使用する際の安全心得	20
2.3.1 服装	20
2.3.2 保護具	21
2.3.3 整理・整頓	21
2.3.4 安全作業	21
2.4 各種機械使用上の安全心得	21
2.4.1 基本心得	21
2.4.2 旋盤(図 2.1 に示すような工作機械)	21
2.4.3 ボール盤(図 2.2 に示すような工作機械)	22
2.4.4 フライス盤(図 2.3 および 2.4 に示すような工作機械)	22
2.4.5 形削盤(図 2.5 に示すような工作機械)	23
2.4.6 グラインダおよび研削盤	23
2.4.7 精密切断機(ファイン・カッター)	23
2.4.8 切断機(シャーリングマシン)	23
2.4.9 帯のこ盤	23
2.4.10 立型帯のこ盤(コンターマシン)	23
2.4.11 溶接作業の安全心得	24
3. メカトロニクスコースに関する実験・実習を安全に行うために	25
3.1 一般的心得	25
3.1.1 1年総合工学システム実験実習 I (電源の製作)	25
3.1.2 2年総合工学システム実験実習 II (リンク機構及びマイコン制御)	26
3.1.3 3年電気機械工作実習(機械系及び電気系)	26
3.1.4 4年電子機械工学実験	27
3.1.5 5年電子機械工学実験 II (CAE 実験及び FA システムの構築)	28

<b>4. 電子情報コースに関する実験・実習を安全に行うために</b> .....	29
<b>4.1 一般的心得</b> .....	29
4.1.1 感電による災害と防止 .....	29
4.1.2 火災・爆発による災害と防止 .....	29
4.1.3 高周波機器・高電圧機器による災害と防止 .....	29
4.1.4 停電に対する注意 .....	30
4.1.5 配電に関する注意 .....	30
4.1.6 ハンダゴテの使用に対する注意 .....	30
<b>4.2 レーザの安全な取り扱い</b> .....	30
4.2.1 強力な光源の使用に対する心構え .....	30
4.2.2 レーザ光の特徴 .....	30
4.2.3 レーザの危険性 .....	31
4.2.4 眼に対する障害 .....	31
4.2.5 レーザのクラス分け (レーザの危険度による分類) .....	32
4.2.6 施設機器の安全管理 .....	33
4.2.7 レーザを安全に使用するための原則 .....	34
<b>4.3 その他注意事項</b> .....	34
<b>5. 環境物質化学コースに関する実験・実習を安全に行うために</b> .....	35
<b>5.1 一般的心得</b> .....	35
<b>5.2 防災安全対策</b> .....	35
5.2.1 一般的注意 .....	35
5.2.2 薬品類の取扱い .....	36
5.2.3 ガラス器具の取扱い .....	37
5.2.4 機械類の取扱い .....	37
5.2.5 電気の取扱い .....	37
<b>5.3 学生実験における安全</b> .....	38
5.3.1 総合工学実験実習 I .....	38
5.3.2 総合工学実験実習 II .....	39
5.3.3 環境物質化学基礎実験 .....	39
5.3.4 環境物質化学実験 I .....	39
5.3.5 環境物質化学実験 II .....	40
<b>5.4 研究室における安全</b> .....	40
<b>5.5 実験中の災害防止に関する注意</b> .....	41
5.5.1 一般常識 .....	41
5.5.2 保護メガネの着用 .....	41
5.5.3 爆発などの危険がある場合 .....	41
5.5.4 高圧ガスボンベの取扱い(詳細は 1.5 節を参照) .....	41
5.5.5 電気関係の危険防止 .....	41
5.5.6 環境の保全(公害対策) .....	42
5.5.7 事故に対する処置 .....	42
5.5.8 休日の実験 .....	42
<b>5.6 環境物質化学コースにおける事故例</b> .....	42
5.6.1 ガラス容器・器具による負傷 .....	42
5.6.2 実験中の火傷 .....	42
5.6.3 薬品による皮膚や眼の損傷 .....	42
5.6.4 火災事故の例 .....	42
5.6.5 爆発事故の例 .....	43
5.6.6 最近の事故例 .....	43

5. 7	関係する主な法令	43
5.7.1	消防法	43
5.7.2	毒物及び劇物取締法	43
5.7.3	特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律	43
5.7.4	労働安全衛生法	44
6.	都市環境コースに関する実験・実習を安全に行うために	45
6. 1	作業服および保護具	45
6.1.1	作業服装	45
6.1.2	保護具	45
6. 2	整理整頓と災害防止	45
6.2.1	整理整頓	45
6.2.2	災害防止	45
6. 3	手工具による作業上の注意事項	46
6.3.1	手工具を使用する前の注意	46
6.3.2	手工具を使用する時の注意	46
6.3.3	機械工具を使用する時の注意	47
6. 4	ホイスト・チェンブロックなどによる吊り下げ作業	47
6. 5	測量実習における安全にかかる注意事項	48
6. 6	コンクリートミキサおよび ビービーコンシストメーターにおける注意事項	48
6.6.1	コンクリートミキサ	48
6.6.2	ビービーコンシストメーター	48
6. 7	各種試験装置における注意事項	48
6.7.1	万能疲労試験装置	48
6.7.2	圧縮試験装置および万能試験装置	49
6.7.3	遠心載荷実験装置	49
6.7.4	傾斜水路実験装置	49
6. 8	環境デザイン実習における注意事項	49
6. 9	校外での実習における注意事項	50
7.	実習工場における各種装置及び設備を安全に使用するために	51
7. 1	服装	51
7. 2	保護具	51
7. 3	整理・整頓	51
7. 4	安全作業	51
7. 5	各種装置及び設備等使用上の安全心得	51
7.5.1	基本心得	51
7.5.2	旋盤(図 7.1 に示すような工作機械)	52
7.5.3	ボール盤(図 7.2 に示すような工作機械)	52
7.5.4	フライス盤(図 7.3 および 7.4 に示すような工作機械)	52
7.5.5	形削盤(図 7.5 に示すような工作機械)	53
7.5.6	グラインダおよび研削盤	53
7.5.7	精密切断機(ファイン・カッター)	53
7.5.8	切断機(シャーリングマシン)	53
7.5.9	帯のこ盤	53
7.5.10	立型帯のこ盤(コッターマシン)	53
7.5.11	溶接作業の安全心得	53
8.	材料分析部門における各種分析装置を安全に使用するために	55
8. 1	熱分析システムにおける注意事項	55
8. 2	X線分析装置付走査電子顕微鏡(SEM)における注意事項	55

8.3	X線構造解析装置(XRD)における注意事項	55
8.4	万能材料試験機における注意事項	55
8.5	高周波プラズマ発光分析装置(ICP)における注意事項	55
8.6	蛍光エックス線分析装置(XRF)における注意事項	56
9.	事故時の対応について	57
9.1	平日の19時までにおける事故	57
9.2	休日および平日の19時以降における事故	58
9.3	診療機関一覧	59
10.	学生教育研究災害傷害保険	61

## 1. 実験・実習室における一般的注意事項

### 1.1 一般的心得

実験・実習は高専生の長所である実学を学ぶ最良の機会である。しかし、座学とは異なり実際に機械、機器、材料および薬品などを使用するため、細心の注意を払って取り組まないと思わぬ大事故を招きかねない。そこで実験・実習を行うにあたっては、以下のような心構えを常に持つこと。

- (1)油断大敵、災いは忘れた頃にやってくる。
- (2)実験開始前までに指導書をよく読み、実験方法や装置の取り扱いについて十分理解し、周到な準備をする。
- (3)実験室および実験機には必要なものだけを準備し、整理整頓を心がける。  
(例:雨天時に雨で濡れたかさなどを不用意に実験室に持ち込むと、床が滑りやすく感電しやすくなるため、必ず実験室外あるいは指導教員の指示にしたがって保管する)
- (4)異常を認めたら直ちに実験を中断し、指導教員の指示に従う。
- (5)薬品を使用した場合、実験後は使用した薬品の回収や処理を怠らない。使用した器具なども整理整頓し、異常や不備が無いことを確認し、不備がある場合は必ず指導教員に連絡する。
- (6)消火器や非常口の場所を確認すると共に、応急処置の仕方も調べておくことが望ましい。

### 1.2 作業服の着用

実験・実習や卒業研究・工学特別研究では、油や薬品などで服を汚す作業がつきものである。また、工作機械などを使用する場合は、適切な衣服を着用していない場合、回転物に衣服が巻き込まれ、腕や指などを切断する大事故につながることもある。さらに、化学系実験実習では、誤って衣服に薬品が付着したことに気づかず、衣服が溶けたり、燃えたりすることもある。したがって、各実験実習や卒業研究・工学特別研究の教員の指示する作業服を必ず着用すること。作業服着用にあたっては以下を参考にすること。

#### 作業服

- (1)身体にあった軽快で着やすく上着の端や袖口の絞ってあるものの着用が望ましく、上着は必ずズボンの中に入れること(だぼだぼなものは機械への巻き込みや動きが制限されるためにふさわしくない)
- (2)身体の露出部が多い半袖、半ズボンは作業服としてふさわしくない
- (3)化学系実験実習では、薬品が付着したことが容易に判断できるように白衣を着用すること
- (4)ネクタイや首巻、タオルなどはしないこと(回転機械に巻き込まれたり、薬品や火が付いたりする)
- (5)作業帽の着用が望ましい(切削中に切粉が飛んだり、溶接中に火花が飛んだりする)
- (6)ハチマキなどはしないこと
- (7)長髪者の場合は、髪の毛を完全に覆うように着帽すること(髪が機械に巻き込まれたり、火がついたりするなどの事故を誘発する)
- (8)刃物、工具、加工品などが回転する機械作業では、手袋をしないこと(手袋ごと巻き込まれて指の切断などの事故を誘発する)
- (9)手や指先などを痛めやすい作業には、作業に適した手袋を使用すること
- (10)必ず靴下を履き、靴を履くこと。素足でのサンダルや下駄などを履いての作業は絶対に行わないこと  
(切削切粉、火花や薬品などにより怪我や火傷などを招いたり、容易に転倒したりする)
- (11)電気を取り扱う作業では、濡れた作業服、手袋および履物は着用しないこと

## 保護具

- (1) 切粉や粉塵が生じる旋盤，フライス，グラインダ，バリ取り作業では，眼鏡または保護眼鏡を着用すること
- (2) 溶接作業および鋳造作業では，定められた手袋，エプロン，腕当てなどの保護衣と保護眼鏡を着用すること
- (3) レーザを使用する場合，思わぬ反射により目にレーザー光が入り失明する事故が生じることもある．使用するレーザーの波長にあった防護眼鏡を必ず着用すること

### 1.3 実験・実習室および作業場での整理整頓

実験・実習や卒業研究・工学特別研究を行う際に，必要の無いものを身近に置いておくことは作業効率を低下させるばかりか，大きな事故を誘発する恐れがある．そのため，実験・実習室内では常に整理整頓を心がける必要がある。

- (1) 工具は定められたところに正しく置くこと
- (2) 消火器や非常口の付近には物を置かないこと
- (3) 切削くずや油はすぐにかたづけること
- (4) 廃品は必ず定められた容器に入れる，または廃棄場に捨てること
- (5) 自分の持ち場は自分で整理すること
- (6) 作業中の人にみだりに話しかけないこと
- (7) ガラス器具は衝撃や急激な温度変化を与えると簡単に割れるので慎重に取り扱うこと
- (8) 漏電事故防止のために接地(アース)は確実にすること
- (9) 濡れた手で電気機器を使用しないこと
- (10) 電源を入れる前に入念に実験回路を点検すること
- (11) 異常を発見したら直ちに電源を切ること
- (12) 電気回路に触れるときは必ずスイッチを切ること
- (13) コンデンサーを含む回路は放電させてから取り扱うこと
- (14) 他人が感電しているのを見つけたときには直ちに電源を切ること
- (15) 電気容量を十分に確認してから電気機器類を接続すること(たこ足配線は行わない)

### 1.4 燃料を含む薬品の取り扱いについて

#### 1.4.1 可燃物・危険物等薬品の取り扱いについて

化学系実験のみならず機械系実験や電気系実験においても化学薬品や化学燃料(ガソリンなども含む)を取り扱うことが多い．危険な化学薬品は，その性質に応じて発火性，引火性，可燃性，爆発性，酸化性，禁水性，強酸性，腐食性，有毒性，放射性などに分類される．

- (1) 実験室で使用する薬品類は，その使用量や取り扱い方法を誤れば事故につながる潜在的危険物質となりうるものである．したがって，薬品類の性質，危険性についてSDS(安全データシート)などを利用して熟知しておくこと．消防法によって定められた危険物については，次項に定められたとおり保管・使用・廃棄すること．
- (2) 可燃性ガス(水素，アセチレンなど)は，空気と混合し爆発限界濃度に達したときに引火すると，燃焼爆発が生じる．可燃性ガスを使用する際には，使用しているガスの爆発限界濃度を知ると共に，濃度センサーなどを用いて安全管理に務めること．
- (3) 自己反応性物質(有機過酸化物，硝酸エステルなど)は，熱や衝撃を受けると，瞬時に分解爆発が生じるおそれがあるため，取扱いには充分注意すること．

- (4) 化学薬品を使用している部屋でのガストーブなどの火気類の使用には、細心の注意を払うこと。特に、薬品を使用しているそばでの使用は避けること。
- (5) 引火性、可燃性物質をスイッチや発熱する機器の近くに置かない。
- (6) 引火性、可燃性物質のそばに酸素などの助燃性物質を置かない。
- (7) 薬品が万一目に入った場合は、失明の恐れがあるので直ちに大量の水で洗うこと。
- (8) 環境汚染防止の立場から、たとえ微量であっても有害物質を通常の排水溝や大気への放出などを行ってはいけない。必ず指導者の指示に従って廃棄物の処理を行うこと。

#### 1.4.2 危険物倉庫について

危険物倉庫とは消防法によって定められた危険物の保管場所であり、本校では第4類の引火性液体を保管する倉庫(2ヶ所)のことを指す。

- (1) 危険物は各研究室の保有量は最小限とし、第4類に相当するものは危険物倉庫に保管すること。
- (2) 建屋内、および危険物倉庫に保管できる危険物の量は限られているので、保有は最小限となるよう購入時は指導教員に相談すること。
- (3) 危険物倉庫の使用法(鍵の管理、使用記録など)は下記のとおりとすること。
  - ① 18L 及び 3L の可燃性有機溶媒(危険物第4類に分類されるもの)購入時は購入希望学生が教員に相談し、教員が購入、薬品倉庫に保管すること。この部屋の1斗缶から汲み出す場合は3L を上限とし、研究室に大量の有機溶媒を持ち込まないこと。実験終了後は速やかに薬品倉庫に返却すること。
  - ② 薬品倉庫の鍵は会計課で管理している。鍵を借り受けるものは指導教員の許可を得、指導教員とともに会計課に借り受ける。使用後は速やかに会計課に返却する。土日に止むを得ず鍵を開ける場合は薬品管理担当の教員に相談すること。
  - ③ この部屋の指定数量以上の有機溶媒を買わないよう、化学物質安全管理支援システムを利用して指導教員と研究室ごとで在庫管理をすること。定期的に薬品管理担当の教員がこの部屋と化学物質安全管理支援システムを調査し、指定数量に近づいていけば新たな溶媒の購入をさせない。
  - ④ 薬品倉庫は清潔に保ち、汚れてきたら清掃すること。空き缶はすみやかに東門横の空き缶捨場に置くこと。
  - ⑤ この冊子の事故時の対応をよく読み、普段から危険物の取り扱いについて学習しておくこと。

#### 1.4.3 化学物質安全管理支援システムについて

化学薬品や化学燃料(ガソリンなども含む)については、原則として「化学物質安全管理支援システム(C システム)」への入力しなければならない。また、薬品の中でも「毒物・劇物」については、当該薬品を使用するたびに、各研究室に設置されている「薬品使用簿」に使用量を速やかに記録しなければならない。C.システムへの入力方法及び薬品使用簿の記入方法については、各研究室でのガイダンスに従うこと。

### 1.5 高圧ガスポンベの管理について

高圧ガスポンベは、一般的には 14 MPa 程度の高圧のガスが充填されており、取り扱い方法を間違えると重大な事故につながるため、以下の注意事項に留意して取り扱うこと。

#### (1) 高圧ガスポンベの運搬

容器の運搬に当たっては、圧力調整器を取り外し、ポンベを図 1.5.1 の図中○で囲んだ保護キャップを付け、容器を僅かに傾け、底の縁で転がすとよいが、滑り易い床では注意すること。決して衝撃を与えたり、衝撃を与える危険性のある粗暴な取扱をしたりしてはいけない(バルブが折れると噴射ガスのため容器が 100 m 近くも飛ぶこ



図 1.5.1 ポンベの運搬方法

とがある)。ボンベ保管場所と設置場所などの間に距離のある場合は、図 1.5.1 に示すような固定チェーン付のボンベキャリアーに載せて運搬する。

容器は重量物であるから、運搬中の足の爪先、くるぶし、手指の保護のため、安全靴と手袋の着用が望ましい。

### (2) 高圧ガスボンベについて

高圧ガスボンベには図 1.5.2 に示すような刻印が刻まれている。図中①～⑦の刻印の意味は、以下のとおりである。

- ① N<sub>2</sub> : 充填ガス名(窒素)
- ② GL 21590 : ボンベ固有の番号(管理用)
- ③ 6-81 : 耐圧試験年月(1981年6月)
- ④ V47.4 : ボンベ容積(ℓ)
- ⑤ W54.6 : ボンベの重量(kg)
- ⑥ TP250 : 耐圧試験圧力(kg/cm<sup>2</sup>)
- ⑦ FP150 : 充填圧力(kg/cm<sup>2</sup>)



図 1.5.2 ボンベの刻印

最近では、ボンベの返却月が書かれたシールが付けられている。それまでに返却しないとボンベ代金を請求されることがある。また、表 1.5.1 に示すようにボンベはその種類によって色が違っている。ボンベに刻印されているガス名を確認し、危険性がある色のボンベの取り扱いには十分に注意する。

表 1.5.1 ボンベの種類と色

圧縮ガスの種類とボンベ色		液化ガスの種類とボンベ色	
ヘリウム	灰	炭酸ガス	緑
酸素	黒	アンモニア	白
窒素	灰	塩素	黄
水素	赤	亜酸化窒素	灰
アルゴン	灰	シアン化水素	灰
メタン	灰	ブタン	灰

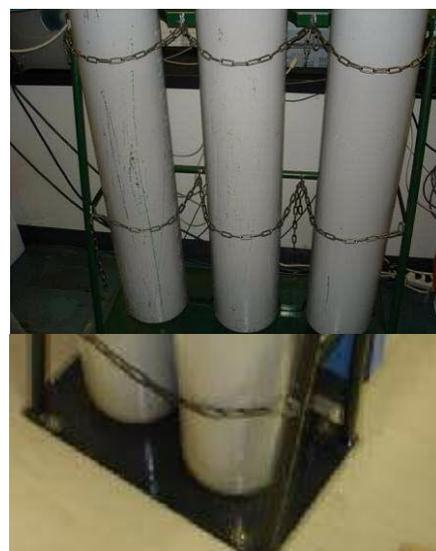


図 1.5.3 ボンベの固定方法

### (3) ボンベの設置と保管

- ① ボンベは直射日光、火気を避け、-15℃以上 40℃以下で保管する。暖房器具からの輻射熱にも充分気を配る。可燃物を周囲に堆積させない。
- ② 電流の流れている電線、電池、又はアース等の近くにボンベを置くと、ボンベに穴が空いて大事故になることがあるから充分注意する。また腐食性薬品との接触を避け、湿度の高い部屋に設置しない。
- ③ ボンベの設置に当たっては、転倒を防ぐため、図1.5.3に示すように必ず上下 2 箇所固定する。当然、ボンベ立てもアンカー打ちにより床もしくは壁に固定されている必要がある。なお、容器は立てて使用するのがよい。液化ガス及びアセチレンの容器は必ず立てて使用しなければならない。

④ガス漏れ(安全弁の自然作動を含む)に対して爆発, 中毒の危険がないように, 室内の換気には充分に配慮し, 石鹼水等を用いて時々ガス漏れの有無を調べる。

#### (4)ボンベヘッドの構造

ボンベヘッドは, メーカーによって図 1.5.4 (上)のようにハンドルが付いているもの(高純度ガスや校正用ガスに使われる)と, 図 1.5.4 (下)のようにハンドルが無く, 直接減圧器を取り付けられるもの(一般的なガスボンベ)がある。ハンドルが無いものは, 図 1.5.4 (下)のようにボンベハンドルを取り付けてボンベの開閉を行う。どちらのボンベも基本的な構造は同様であるので, ハンドル付のボンベを元にして説明する。



- ① ボンベの納品時にはこれらのバルブを保護するように保護キャップがかぶせられており, それを取り外すと図 1.5.4 (上)のようなダイヤフラムバルブが出てくる。
- ② 使用するのはアウトレットキャップが付いている部分のみで, それ以外の部分は絶対に触らないようにする。特に, 安全弁(通常, ボンベ内圧が 17MPa~20MPa になると自動的に弁が開いて内圧を下げる)などを触ると事故を招く恐れがあるので注意する!



図 1.5.4 ボンベヘッドの構造

- ③ 減圧器(レギュレーター)は, アウトレットキャップを取り外して取りつける。

#### (5) 減圧器(レギュレーター)について

メーカーによって多少形が違うが, 基本的な構造は同じであるので図 1.5.5 を用いて説明する。ただし, 減圧器は充填ガスにあったものを使用すること。

- ① ボンベハンドル : ボンベはハンドルを半回転程度回すだけで良く, 決して全開はしないこと。  
また, 閉める場合も力一杯閉めることはしない

- ② 袋ナット : これによりボンベに接続する。可燃性ガス(但し臭化メチルとアンモニアを除く)およびヘリウムガスは反対(左)ネジ, 他はすべて順(右)ネジである。合わないネジを無理に合わせようとしてはならない。可燃性ガスは逆ネジになっているので気をつけること! また, 袋ナットとボンベの間に必ずパッキンがあることを確認する。パッキンは径が接触面によく適合した寸法の物を使用し, ガスの種類に応じて適切な材質を選ぶこと。古いパッキンや不適切な大きさ, 材質のパッキンはガス漏れの原因になる。



1.5.5 減圧器(レギュレーター)の取付け

- ③ 一次圧(高圧)ゲージ : ボンベ内圧を示し, ボンベ内の残量を示す

- ④ 二次圧(低圧)ゲージ：実験装置への供給圧力を調整する
- ⑤ 圧力調整ハンドル：このハンドルによって二次圧を調整する。右回りで圧力を上げ、左回りで下げる
- ⑥ 二次圧ストップバルブ

(6) 減圧器(レギュレーター)の使用方法

- ① 減圧器を取り付けたら、バルブを開ける前に、減圧器のハンドルを左に回して圧力調整ハンドルを緩めておき、バルブを静かに注意深く開く。
- ② バルブを開き終わって異常が無ければ圧力調整ハンドルを徐々に右に回して、出口圧力を設定値にあわせる。尚、バルブの開栓はガスが一杯入っているものと思って静かに注意深く行う。ガス出口を自分や周囲の人に向けてはならない。ゴミや毒ガス、ガスの自然発火による火炎を顔に受けることがある。また強い力でバルブの開閉を行うとバルブやパッキンを破損し、ガス漏れの原因となるから注意が必要である。
- ③ 二次圧ストップバルブを開けて実験装置へガスを供給する。なお、ガスの使用中はみだりに使用場所を離れず、使用中の高圧ガスボンベには必ずボンベ毎にハンドルを用意し、開時にはハンドルをコックに付けたままにして、緊急時に速やかに閉に出来るようにしておくこと。
- ④ ガスの使用後は減圧器の圧力調整ハンドルだけでなく、容器のボンベハンドルも完全に閉める。  
※ 容器間のガスの移し替えは危険を伴うので禁止されている。

(7) 高圧ガスを安全に取り扱うために各実験室および各研究室でチェックを実施すべきこと

- ① ガスの性質を知る(可燃性, 支燃性, 毒性)
- ② 機器への整合性を図る(ボンベ, 減圧器, 配管, 装置)
- ③ ガス漏れを起こさない(ボンベと減圧器との適合性, ガスの種類とパッキンの適合性, パッキンの締め付け具合, ガスの種類と配管材質との整合性)
- ④ 実験装置との適合性(高圧, 常圧, 減圧)
- ⑤ 高圧ガスの安全講習(現状は指導教員からの説明)を受講する
- ⑥ ガスボンベの受け払い簿を整備する  
(ガス名, ボンベ番号, ボンベ納入日, ボンベ使用装置名, ガス消費開始日, ガス消費終了日, ボンベ返却日)

(8) ガス漏洩時の処置

万が一ガス漏洩が生じた場合は、最低限以下の事柄を守ること。

- ① 可燃性ガスの場合(支燃性ガスにも準用)
  - ・ 大量漏洩の場合はすぐに漏洩箇所には近づかない
  - ・ 漏洩箇所の確認
  - ・ 窓や戸を開けて換気
  - ・ 火気の使用禁止
  - ・ ガスが漏洩していることを近くの人に知らせる

② 不活性ガスの場合

- ・ 漏洩室内の換気による酸欠防止
- ・ 大量漏洩時には空気マスク着用者以外は近づかない
- ・ 酸素濃度18%未満の場合は立ち入りを禁止
- ・ ガスが漏洩していることを近くの人に知らせる

(9) ガスの種類別の注意事項

① 酸素

油脂類との接触は酸化、発熱、燃焼、爆発につながるので絶対に避けなければならない(油のついた手、手袋の使用も許されない)。酸素用以外の調整器は絶対に使用してはいけない。酸素は空気と違って思いもよらない燃焼災害を発生しやすいことに留意する。

② 水素

水素はバルブのガス出口、安全弁等から急に噴出すると、火源が無くても着火することがある。また空気と混合した爆鳴気に着火すると甚大な被害を被ることがある。

爆発範囲(水素の容積%)

区分	下限界	上限界
空気と混合した時	4.1	74.2
酸素と混合した時	4.65	93.9

③ 塩素

塩素は少しの漏れでも鼻、目、のどの粘膜を刺激するからドラフトの中、若しくは風通しのよい場所で取扱うこと。一度に多量のガスを吸入すると即死することもある。容器の漏れテストにはアンモニア水を浸した布を近付けるのが有効である。バルブに溜まった水分等は良くふき取る。

④ アンモニア

アンモニアは水に非常によく吸収されるので、注水出来るような場所で取扱うこと。ガス漏れの検知には塩酸を浸した布を近付けるのが効果的である。

⑤ アセチレン

アセチレンは燃焼性、爆発性(分解爆発を含む)に富み、極めて危険であるから調整器出口圧力が  $1\text{kg/cm}^2$  以上にならないようにする。溶媒であるアセトンの流出を防ぐために容器を直立して使用し、バルブは全開にせず、ハンドルを 1.5 回転以上開かないこと(通常は 1/4~1/2 回転開いて使用する)。

爆発範囲(水素の容積%)

区分	下限界	上限界
空気と混合した時	2.5	80.0
酸素と混合した時	2.8	93.0

⑥ その他のガス

種々の参考書を参照した上で使用する。

## 1.6 感電による災害と防止

### 1.6.1 感電

感電事故は、配線や接地の不備、装置の絶縁不良や誤使用などを原因として、これらの不良によって生じた漏電部分に接触したり、通電されている部分に不注意に触れたりして起こる。漏電は絶縁や回路配線の不良によって、電流が本来の回路から漏れる現象であり、それには、抵抗性漏電と容量性漏電とがある。このうち容量性漏電は、交流電圧が加わった部分とケースや接地線との間の浮遊静電容量を通して電流が流れる現象で、完全に防止することができない。

しかし、この浮遊静電容量が小さければ、この電流はほとんど無視できる。容量を小さくするには電位0の部位(接地部)と交流印加部位との距離を大きくするのが簡便な方法である。

抵抗性漏電および容量性漏電に起因する感電防止策としては、次節1.6.2(7)および(8)の指摘事項を励行することが肝要である。

### 1.6.2 感電防止のための注意

感電事故を防止するために次の諸点に注意する。

- (1) 配電盤や電源スイッチをみだりに操作したり触ったりしない。
- (2) 配電盤は大容量なのでみだりに開けないこと。特に三相電源には気をつける。
- (3) コンセントに接続される電気機器の配線は、作業中に足で引っかけたりしないよう対策を施しておく。
- (4) たこ足配線など、コンセントの容量を越えて電気機器を接続しない。
- (5) 電気の配線は必ず電源をオフに、線をアースに落としテスターで確認したのち行う。
- (6) 実験終了後は必ず電気機器のスイッチをオフにする。
- (7) 接地は確実に行う。

接地(アース)とは、装置の接地端子を0Vに保つために大地に接続することである。接地が十分である(接地抵抗が小さい)と、漏電が生じても漏電電流は接地端子から大地に流れて感電することはない。接地が不備であると、異常な高電圧が発生して装置の絶縁破壊や漏電を起こしたり、大地との間の抵抗が低い人体を漏電電流が流れたりして感電事故を起こす。
- (8) 電気機器による感電に注意し、濡れた手や導電性の靴を履いてこれらの操作を行わない。

感電したときに身体中に流れる電流値は、おおむね皮膚の電気抵抗で決まる。汗や水で濡れた皮膚の抵抗値は数百Ω以下に下がるので、100Vでも大量の電流が流れ、死に至る場合もある。感電の恐れのあるときは、乾燥した手袋(絶縁手袋)を使用したり、絶縁性の履物(絶縁靴)を履いたりする。
- (9) 電源を入れる前に入念に実験回路を点検する。

スイッチや電源プラグ、締め付け端子などに緩みがないか、回路に誤りはないか、露出した通電部分が実験中人体や他の物体に触れないような配置になっているかなど、電源を入れる前に入念に点検する。また、数人が共同して実験を行うようになっているので、電源スイッチを入れる場合は全員が承知した上で行う。
- (10) 異常を発見したら直ちに電源を切る。
- (11) 電気回路に触れるときは必ずスイッチを切る。

特に、修理や結線変更等で機器の内部に触れる必要がある場合は、必ずコンセントから電源プラグを抜いてから実施する。また、スイッチが遠方にある場合、作業中に他の人がスイッチを入れてしまい感電する場合があるので、スイッチ投入禁止を明示する。
- (12) コンデンサをふくむ回路は放電させてから取り扱う。

コンデンサを含む回路では、スイッチを切っても電荷がコンデンサに残っている。このような回路をさわ

る場合には、コンデンサの両端を導体で短絡してコンデンサを放電させた後に行う。また、高電圧コンデンサは、両端子間を短絡し、かつ、接地する必要がある。

(13) 他人が感電しているのを見つけたときは直ちに電源を切る。

感電の電流が10-15mAになると、筋肉のけいれんが起き、接触している機器から離脱できなくなる。まわりの人が速やかに感電している人を離脱させるか、電源を切る必要がある。しかし、電源を切らずに被害者を助けようとしてその身体に触れると、助けようとした人まで感電する恐れがある。迅速に電源を断つことが重要である。電源を切ることができない場合には、絶縁靴や絶縁手袋などを着用し、救助者が感電しないようにする。感電による火傷は内部まで及んでいる場合が多いので、外見上はひどくない場合でも医師の手当をうける。また、電流による直接的な障害の他に、感電のショックによる二次的被害(引いた手を机にぶつけたり、転倒して頭を打ったりすることによる外傷)も多いので注意する。

## 1.7 火災・爆発による災害と防止

電気に起因する災害には火災と爆発があり、冬季の災害にはガス使用による火災と爆発がある。さらに、地震発生に起因する災害に火災と爆発が想定できる。

(1) 引火性、可燃性物質をスイッチや発熱する機器の近くに置かない。

電気器具では、漏電や過負荷、接続不良によって発熱が生じる。また、スイッチの開閉時や配線の短絡時などにスパークが発生する。このようなときに可燃性・引火性の物質や粉塵などが付近に存在すると、火災や爆発の恐れがある。

(2) 電気火災の場合は、電源を切ってから消火活動をする。

電気事故で火災が発生した場合には、特別の事情がないかぎり電源を遮断してから消火活動を行う。やむを得ず通電したまま消火するときには、感電の恐れがある水は使用せず、粉末消火器などを用いる。

(3) ガス(火の取扱い)

- ① ガス器具は使用する前に必ず点検する。
- ② 火気使用中は必ず 1 名は在室し、火のそばを離れない
- ③ ガス器具は周囲に可燃物がない所で使用する
- ④ 使用中はガスもれ、換気に十分注意する(換気扇)
- ⑤ 使用後は、火が消えていることを確認し、必ず元栓を閉める

(4) 地震

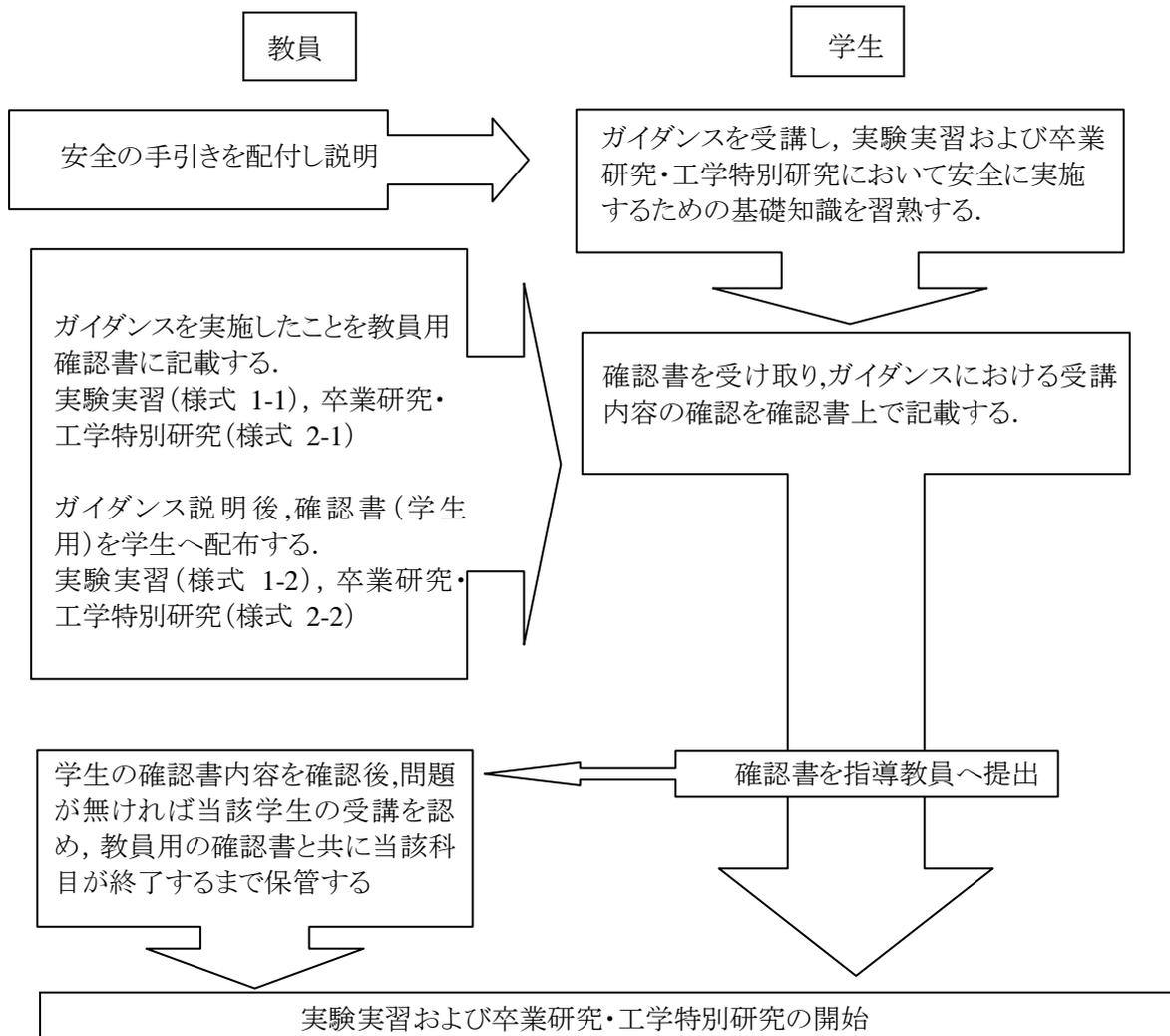
地震が発生したら、電気、ガス等のスイッチを切り、状況に応じて所定の場所に避難する。地震時の転倒および破損の防止措置を講じる。また、通路にはものをおかない。

## 1.8 停電に対する注意

実験中に万一停電事故が発生した場合、指導教員に連絡をして指示に従うこと。また、配電盤のスイッチを切り、正常に通電した場合に備える。放置した状態で通電したとき、大電流が流れ、火災の原因にもなる。各機器についてもスイッチがオン状態のままであると、復電した時に、例えばモーターが急に回転して思わぬ怪我をすることもある。機器についても必ずスイッチを切り、コンセントから電源プラグを抜いておく。

### 1.9 実験・実習および卒業研究・工学特別研究に参加するための確認書提出について

実験・実習および卒業研究・工学特別研究に参加するためには、実験・実習ガイダンスおよび卒業研究・工学特別研究ガイダンスで安全衛生教育を受け、その内容を理解したことを認めたことを(様式 1-2)、(様式 2-2)に示す確認書に記入し、担当教員に提出する必要がある。また、担当教員は安全教育を行った後に(様式 1-1)、(様式 2-1)に記入し、回収した学生の分と一緒に綴じ、当該科目が終了するまで保管すること。



(様式 1-1:実験・実習用;教員用)

### 安全衛生教育(ガイダンス)に関する確認書(実験・実習責任者用)

安全衛生教育(ガイダンス)受講日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
安全衛生教育(ガイダンス)実施クラス \_\_\_\_\_

実験・実習責任者

所属

署名 \_\_\_\_\_ ㊟

(1) 実験・実習を実施するに当たり、一般的心得について「府大高専安全の手引き」を配布し、その内容を説明しましたか？

はい    いいえ

(2) 実験・実習を実施する際に、作業服および保護具の着用について説明しましたか？

はい    いいえ

(3) 実験・実習を実施するに当たり、実験・実習室および作業場での整理整頓および器具の取り扱いについて説明しましたか？

はい    いいえ    該当しない

(4) 実験・実習で燃料および化学薬品を取り扱わず場合、それについての説明をしましたか？

はい    いいえ    該当しない

(5) 実験・実習の実施で高圧ガスを取り扱わず場合、それについての説明をしましたか？

はい    いいえ    該当しない

(6) 火災・事故など、非常の場合の行動について説明をしましたか？

はい    いいえ

※ 全ての設問は、「はい」、「いいえ」、「該当しない」のいずれかを丸で囲む。

(様式 1-2: 実験・実習用; 学生用)

### 安全衛生教育(ガイダンス)に関する確認書(学生用)

安全衛生教育(ガイダンス)受講日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

安全衛生教育(ガイダンス)の講師

氏 名 \_\_\_\_\_

安全衛生教育(ガイダンス)を受講した者

所 属 \_\_\_\_\_

署 名 \_\_\_\_\_ ㊟

- (1) 実験・実習を実施するに当たり、一般的心得について「府大高専安全の手引き」を受け取り、その内容の説明を受けましたか？  
はい いいえ
- (2) 実験・実習を実施する際に、作業服および保護具の着用についての説明を受けましたか？  
はい いいえ
- (3) 実験・実習を実施するに当たり、実験・実習室および作業場での整理整頓および器具の取り扱いについての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (4) 実験・実習で燃料および化学薬品の取り扱いについての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (5) 実験・実習の実施で高圧ガスを取り扱う場合、それについての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (6) 火災・事故など、非常の場合の行動についての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (7) 実験・実習を実施する際に「府大高専安全の手引き」を遵守することを誓いますか？  
はい いいえ
- (8) 実験・実習を実施する際に「府大高専安全の手引き」を遵守せず、指導教員からの指導を守らなかった場合は、実験・実習を受講できないことを理解しましたか？  
はい いいえ

※ 以上の全ての設問は、「はい」、「いいえ」、「該当しない」のいずれかを丸で囲む。

- (9) 実験・実習を受けるにあたり、アレルギー(たとえば、薬品アレルギー、金属アレルギー、化学物質過敏など)に注意すべきことがある場合には以下に記してください。

(様式 2-1:基礎研究・卒業研究・工学基礎研究・工学特別研究用;教員用)

### 安全衛生教育(ガイダンス)に関する確認書(教員用)

安全衛生教育(ガイダンス)受講日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

安全衛生教育(ガイダンス)実施クラス \_\_\_\_\_

卒業研究・工学特別研究責任者

所 属

署 名

⑩

(1) 卒業研究・工学特別研究を実施するに当たり、一般的心得について「府大高専安全の手引き」を配布し、その内容を説明しましたか？

はい    いいえ

(2) 卒業研究・工学特別研究を実施する際に、作業服および保護具の着用について説明しましたか？

はい    いいえ

(3) 卒業研究・工学特別研究を実施するに当たり、研究室・実験室および作業場での整理整頓および器具の取り扱いについて説明しましたか？

はい    いいえ    該当しない

(4) 卒業研究・工学特別研究で燃料および化学薬品を取り扱わず場合、それについての説明をしましたか？

はい    いいえ    該当しない

(5) 卒業研究・工学特別研究で高圧ガスを取り扱わず場合、それについての説明をしましたか？

はい    いいえ    該当しない

(6) 火災・事故など、非常の場合の行動について説明をしましたか？

はい    いいえ

※ 全ての設問は、「はい」、「いいえ」、「該当しない」のいずれかを丸で囲む。

(様式 2-2:基礎研究・卒業研究・工学基礎研究・工学特別研究用;学生用)

### 安全衛生教育(ガイダンス)に関する確認書(学生用)

安全衛生教育(ガイダンス)受講日 年 月 日

安全衛生教育(ガイダンス)の講師

氏 名

安全衛生教育(ガイダンス)を受講した者

所 属

署 名

㊞

- (1) 卒業研究・工学特別研究を実施するに当たり、一般的心得について「府大高専安全の手引き」を受け取り、その内容の説明を受けましたか？  
はい いいえ
- (2) 卒業研究・工学特別研究を実施する際に、作業服および保護具の着用についての説明を受けましたか？  
はい いいえ
- (3) 卒業研究・工学特別研究を実施するに当たり、研究室・実験室および作業場での整理整頓および器具の取り扱いについての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (4) 卒業研究・工学特別研究で燃料および化学薬品を取り扱う場合、その使用法・注意点についての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (5) 卒業研究・工学特別研究で高圧ガスを取り扱う場合、その使用法・注意点についての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (6) 火災・事故など、非常の場合の行動についての説明を受けましたか？  
はい いいえ 該当しない
- (7) 卒業研究・工学特別研究を実施する際に「府大高専安全の手引き」を遵守することを誓いますか？  
はい いいえ
- (8) 卒業研究・工学特別研究を実施する際に「府大高専安全の手引き」を遵守せず、指導教員からの指導を守らなかった場合は、卒業研究・工学特別研究を受講できないことを理解しましたか？  
はい いいえ

※ 以上の全ての設問は、「はい」、「いいえ」、「該当しない」のいずれかを丸で囲む。

- (9) 実験・実習を受けるにあたり、アレルギー(たとえば、薬品アレルギー、金属アレルギー、化学物質過敏など)に注意すべきことがある場合には以下に記してください。

## 2. 機械システムコースに関する実験・実習を安全に行うために

### 2.1 一般的心得

防災・安全衛生対策の基本は「ものをよく理解し、真剣かつ誠実に行う」ことである。災害の原因のほとんどは当事者の不注意、手抜きをしようという気持ちから起きている。また、実験室や実験装置およびその周辺の整理・整頓を日頃より心がけておくべきである。さらに、常に安定した精神状態で実験を行い、病気のときや情緒不安定の状態では実験を行わないことである。わからないから、危ないから逃げるのではなく、積極的に使いこなせるように努力すべきである。機械の特性や危険性を学生の間知っておくことは将来の自分の安全確保に必ず役立つ知識となる。以下では、一般的概論について説明する。

#### 2.1.1 一般的概論

- (1) 実験に際し、使用する計器、装置等の使用説明書やマニュアルを熟読し、計器や装置の仕様を確認し、安全に万全の注意をそそぐ。特に、危険が予想される場合には実験を担当する者以外は無断で実験領域に立ち入らないようにロープ等で実験領域を区切り、他の者にも危険であることが分かるようにする。さらに、実験装置を作動させるときには安全を指差し確認をする
- (2) 実験室にある計器や装置は予め使用説明書を熟読した物以外には一切手を触れない
- (3) 各種機器類を使用するに当たっては、機器の取扱い説明法を熟知してから使用する
- (4) その他わからないことは、その機器について熟知した者の指導を仰ぐ
- (5) 装置や計器等実験室の物を移動させるときは、指導教員の許可を得る。勝手に移動させてはならない
- (6) 実験室内には種々の装置や計器が配置されているので、歩行に際し足元ばかりでなく頭上も注意する。通路には物を置かず、装置等がはみ出さないように注意する
- (7) 実験室内で、他の者の実験を観察するときは、実験者に安全に関する留意事項をよく確かめてから観察する。特に、回転物体やロボットなど遠心力のかかる物や自動走行する物、クレーン等で懸垂されている物などは、事故発生時には瞬時に対応できないので作動範囲には極力立ち入らない
- (8) 実験室内では引火物その他の危険物があるので、実験室内では火気の取扱いには細心の注意を払う
- (9) 当日の実験が終了すれば、スイッチや元栓を確認し、機器や道具などを整頓し、ゴミの始末を済ませ、担当教員の許可を得てから退出する

以上が、一般的心得として大切な事柄である。

#### 2.1.2 重要な一般的事項

##### 実験時の服装

- (1) 作動している機械に引き込まれないように、ぴったり身についた身軽な服装をする
- (2) 袖や前がひらひらした作業衣や白衣は機械に巻き込まれるので着用しない
- (3) 身体の露出部が少なく、実験や作業に適した実習服を着用する
- (4) 感電・落下物・滑りによる転倒に対し、安全を確保できる靴を使用する
- (5) すべりにくい底の靴をはく。サンダルおよびハイヒールは絶対禁止
- (6) 作業内容に見合った保護具を正しく着用する。運搬作業時における手袋、溶接、溶断時の保護具などである。特に、ポンプや工作機械等の回転機械では、まき込みの可能性が高いので軍手など手袋は

着用してはならない

#### ガス(火の取扱い)

- (1) ガス器具は使用する前に必ず点検する
- (2) 火気使用中は必ず 1 名は在室し、火のそばを離れない
- (3) ガス器具は周囲に可燃物がない所で使用する
- (4) 使用中はガスもれ、換気に十分注意する
- (5) 使用後は、火が消えていることを確認し、必ず元栓を閉める

#### 電気

- (1) 配電盤や電源スイッチをみだりに操作したり触ったりしない
- (2) 配電盤は大容量なのでみだりに開けない。特に3相電源には気をつける
- (3) 電気機器による感電に注意し、濡れた手や導電性の靴を履いてこれらの操作を行わない
- (4) コンセントに接続される電気機器の配線は、作業中に足で引っかけたりしないよう対策を施しておく(頭上配線など)
- (5) たこ足配線など、コンセントの容量を越えて電気機器を接続しない
- (6) 電気の配線は必ず電源をオフにし、線をアースに落とし、テスターで確認した後行う
- (7) 実験終了後は必ず電気機器のスイッチをオフにする

#### 火災および地震

- (1) 消火器、消火栓がある場所およびその使用方法について、各自熟知しておく
- (2) 地震が発生したら、電気、ガス等のスイッチを切り、状況に応じて所定の場所に避難する
- (3) 地震時の転倒および破損の防止措置を講じておく
- (4) 廊下、階段、通路などにはものをおかない

#### 危険物の貯蔵, 使用

- (1) 危険物第 4 類(石油系引火性液体)の貯蔵に関する規則があるので、実験室に貯蔵する場合には担当者の指示を受ける
- (2) 規制されている以上の危険物は実験室に置かず、必ず指定された保管場所(危険物屋外貯蔵場)に貯蔵する
- (3) 火気厳禁
- (4) 実験時以外には栓をし、漏れたり、こぼしたり、飛散しないように注意する

#### その他

- (1) 実験室内の整理整頓を心がけること
- (2) 定められた場所に物(装置, 薬品, 工具など)を置くこと
- (3) 安全な通路を確保すること

- (4) 実験において単発的に音, 光, 熱, 振動等を発生する場合には, 周囲の者に注意を促すこと
- (5) 危険が予想される実験においては, 立入禁止を表示するなどの対策を請じること
- (6) 実験室内歩行時には足元や頭上に注意すること
- (7) 少し慣れた頃が一番危険である. 常に安全に配慮すること
- (8) 実習工場で作業するときには, 実習工場の安全基準を厳守すること
- (9) 工具類は用途にあったものを正しく使用すること
- (10) 床面を油や水で汚さないこと. こぼれた場合にはよく拭き取っておくこと
- (11) 機械等の使用時, 何か異常を感じた場合には, すみやかに止め, 点検すること

## 2.2 機械システム実験における安全

機械システムコースでは, 第4年次および第5年次に「機械システム実験Ⅰ, Ⅱ」を課している. 各テーマの実験において, それぞれ実験装置および機械類を使用するため, それらの取扱いには十分な注意が必要である. ここでは機械システム実験の履修にあたっての一般的注意事項および各実験テーマにおける注意事項について述べる.

### 2.2.1 一般的注意事項

- (1) テキストおよび安全の手引きの該当箇所を熟読し, 使用する装置について操作方法, 安全上の問題を想定しておくこと
- (2) 実験開始前に, 実験の手順, 班内の分担をよく打ち合わせ, 実験を安全かつ効率良く行うこと
- (3) 実験に適した服装をすること(安全に配慮し, 汚れても良い, 身軽な服装)
- (4) すべりにくい底の靴を着用すること
- (5) 担当教員の注意をよく聞き, それを守ること
- (6) 実験装置を始動させたり, 電源を入れたりする場合には, 必ず合図をし, 安全を確認してから行うこと
- (7) 定められた場所以外には立ち入らないこと. 他の場所の実験装置などにむやみに触れないこと
- (8) 実験終了後, スイッチ, 元栓などを確認し, ゴミの始末を済ませ, 担当教員の許可を得て退出すること

### 2.2.2 機械システムコース保有の実験装置における注意事項

#### 熱伝導率測定装置

- ① 測定試料および接触抵抗低減用ウェイトは重いので, 取り扱いには注意すること
- ② 試料をセットする際は, 必ずヒータ線の電源を抜いてから作業をすること(火傷を引き起こす)
- ③ 熱電対の冷接点用魔法瓶は破損しやすいので, 取り扱いには十分に気をつけること
- ④ 実験後には, 必ず実験装置の電源をOff にすること

#### 熱交換器特性評価装置

- ① 実験装置内でお湯を作成しているので, 不用意に装置を触って火傷などしないように注意すること
- ② 送風機には物, 人体を近づけないこと. 実験条件設定時にやむをえず近づく場合でも, 送風機入口には絶対に手や物を入れないこと
- ③ 熱電対は簡単に折れてしまうので, 取り扱いには十分に気をつけること
- ④ 熱交換器の外側の配管はアクリル製なので, 不用意に力かけると破損する. 不用意に触らないこと
- ⑤ 熱交換器の空気出口部からは大量の温風が排気されているので, その付近には近づかないこと(実験データにも影響を及ぼす)

### 蒸気原動所サイクル評価装置

- ① 回転部や高温部には手を触れないこと
- ② 回転部の異音発生に注意すること
- ③ 運転・停止は、担当教官から操作方法や注意事項の説明を受けた上で行うこと
- ④ 電源にはふれないこと

### 内燃機関の性能試験装置と排ガス分析装置

- ① エンジンの運転は、担当職員から操作方法、注意事項などの説明を受けたうえで行うこと
- ② エンジンの始動は、担当職員が行うので、勝手に操作しないこと
- ③ 回転軸、高温発生部などの近くには手を触れないこと
- ④ 決められた回転数以上での運転は行わないこと
- ⑤ 非常時の停止操作を良く習得しておくこと。

### 管摩擦損失実験装置

- ① 電源の On, Off は確実にすること
- ② 水銀マンオメータ下部コックを絶対に開かないこと(水銀が漏れ出すと大変危険)
- ③ タンク内のポンプ吸い込み口付近に物、人体を近づけないこと
- ④ ポンプ作動中は、バイパス流路コックを開けておくこと

### 小型風洞実験装置

- ① 電源の On, Off は確実にすること
- ② ピトー管の取り扱いに注意すること(特にピトー管接続チューブ付近は大変折れやすい)
- ③ 送風機内に物、人体を近づけないこと
- ④ 事前の実験装置操作説明をよく聞き、注意点を十分に把握した上で実験に取り組むこと
- ⑤ ブローダウン型風洞の始動・停止は、決められた手順で行なうこと。また、決められた風速以上で運転しないこと
- ⑥ 円柱取り付け部の天井は低いので、頭をぶつけないように注意すること。また、円柱下流側に立たないこと
- ⑦ 半導体型圧力計および直流化電源の結線部分には触れないこと
- ⑧ ビニールチューブの連結器具はガラス製なので、取り扱いに注意すること。壊れた場合は自分で処理せず、指導教員の指示に従うこと
- ⑨ 実験中は足元に注意し、バランスを崩さないようにすること
- ⑩ 実験中に風洞の異音や、その他の異常に気づいた時は、速やかに指導教員に連絡し指示に従う

### ポンプの性能試験装置

- ① 事前の実験装置操作説明をよく聞き、注意点を十分に把握した上で実験に取り組むこと
- ② ポンプ始動時には、回転部(モーター軸、ポンプ羽根車の軸、モーター及びポンプ軸に取り付けられたプーリーとVベルト)の接線方向位置に立たないこと
- ③ 回転部には手を触れないこと。また、回転部に巻き込まれないように注意すること
- ④ パネルに取り付けられた電圧計、電流計、各種スイッチ類は、ぬれた手で操作しないこと

- ⑤ パネル上の実験に必要な機器類には、手を触れないこと
- ⑥ パネル裏面の機器及び配線には、手を触れないこと
- ⑦ シンクロスコープの発光部分は高温になるので、手を触れないこと。また、水滴がかからないように注意すること
- ⑧ ピット(実験室内に設けられた水路)には蓋を設けているが、上を通る時は十分に注意すること
- ⑨ 実験中は足元に注意し、バランスを崩さないようにすること
- ⑩ 実験中にモーターやポンプの異音、水漏れ、その他の異常に気づいた時は、速やかに指導教員に連絡し指示に従うこと。

#### アムスラー型万能試験機

- ① 電源の On, Off は確実に行うこと
- ② 治具やチャックは重いものもあるので、運搬には十分注意すること
- ③ 機械の上に工具、材料等を載せてはならない
- ④ 機械が止まった状態で治具や試験物の取り付け、取り替えを行うこと
- ⑤ 試験機ならびに掴み具等の最大許容荷重以上の荷重をかけないこと
- ⑥ 材料によっては破壊時に試験片の破片が飛び散る場合があるので、防護策を講じること

#### 衝撃試験機

- ① 危険度が高いので慎重に実験を行うこと
- ② 実験時は全員防護柵の外で、かつ、振り子の回転面の延長の外に出ること
- ③ 試験片の取り付けと取り外しは、振り子を下げた状態で静止した状態で行うこと

#### 材料万能試験機

- ① 材料万能試験機の操作は、担当教員から操作方法、注意事項などの説明を受けたうえで行うこと
- ② 材料が破断するときに破片が飛び散るおそれがあるので、試験片に顔を近づけないこと

#### 射出成形機

- ① シリンダーが高温となるため注意すること
- ② 型締め装置は高圧で金型を締めるので物を挟まないように注意すること
- ③ 成形機についている安全装置を故意にOFFにしないこと

#### 動ひずみ計

- ① 動ひずみ計は精密測定器であるので衝撃や振動に注意して取り扱うこと
- ② 実験装置についているゲージは破損しやすいので注意すること

#### リレー回路実験装置

- ① 端子やスイッチ等の部品は、必ず板にネジで固定すること
- ② 製作した回路のリレー操作を行う前に、テスターで短絡がないかどうか確認すること
- ③ スイッチ操作時には回路上の部品等に触れないこと

### シーケンス実験装置

- ① プログラム実行時は、スイッチ以外の部品に触らないこと
- ② 回路上の部品を取り外さないこと

### 旋盤

- ① 危険度が高いので慎重に実験を行うこと
- ② 実験時は同時に複数人で旋盤を操作しないこと
- ③ 工具の取り付けと取り外しは、主軸の回転が止まっている状態で行うこと

### ワイヤカット放電加工機

- ① 電源のOn, Off は確実にを行うこと
- ② 加工時は必ずテーブルにカバーを取り付けること
- ③ 加工時はワイヤーに触れないこと

### 電子顕微鏡

- ① 試料室の真空排気時に、指をはさまないように注意すること
- ② 液体窒素使用時は、その取扱いに十分注意すること
- ③ 試料室内部や試料を素手で触って汚さないこと
- ④ 試料室はなるべく真空排気状態に保ち、使用終了時は必ず排気すること
- ⑤ 液体や飛散しやすい粉末状試料の使用は、なるべく避けること
- ⑥ イオンスパッタ装置の使用後は試料室内を洗浄し、必ず排気して終了すること。

### オペアンプとセンサ

- ① 直流安定化電源の電圧可変ボリュームを最小にした状態で電源スイッチをON にすること
- ② 直流安定化電源は重いので、棚から実験テーブルに運ぶ場合には十分注意すること
- ③ スライダックの入力側と出力側の配線を逆にしないように注意すること
- ④ スライダックの入力側 AC100V の感電に注意すること

## **2.3 工作機械を使用する際の安全心得**

総合工学実験実習 I, II, 機械システム実習, 機械システム実験 I, II, 基礎研究, 卒業研究では実習室の工作機械を使用する場合がある。工作機械を使つての作業には多くの危険が潜んでいる。しかし、安全に十分注意して作業を行えばいろいろな加工ができ、物作りの楽しみを十分味わうことができる。以下の事項に注意して工作機械を使用すること。寝不足等がないよう体調を万全にし、時間に余裕をもって作業に臨み、体調不良のときは担当者に申し出ること。実習を受ける学生は担当者の指示に従うこと。また、各作業場での注意事項を十分に守って行うこと。

### **2.3.1 服装**

- ① 定められた帽子、作業服、靴を正しく着用すること
- ② 上着のすそ、袖口は引き締め、上着のボタン等はみだりにはずさないこと
- ③ タオルを首に巻いたり、腰にぶらさげたりしないこと

- ④ 作業中はポケットに手を入れないこと
- ⑤ 手袋は許可されたとき以外は絶対に使用しないこと。

### 2.3.2 保護具

- ① 保護具は着用するように決められた作業には必ず確実に着用すること
- ② 保護具の取り扱いは丁寧にすること
- ③ 保護具が不具合なときは担当者に申し出ること

### 2.3.3 整理・整頓

- ① 工具などは、すぐ使えるよう、定められた所に整理・整頓して置くこと
- ② 工具や測定治具等を機械の上など、落下しやすい所に置かないこと
- ③ 工具や測定治具等を使用したあとは、必ず元の場所に戻すこと
- ④ 機械等を使用したあとは、機械、工具及びその周辺をよく清掃すること

### 2.3.4 安全作業

- ① 作業前には周辺を整理し、異物が巻き込まれないようにすること
- ② 作業前には必ず点検、注油して機械の調子を確認すること
- ③ 作業の内容、順序、機械等の取り扱いについては、よく注意を聞き、充分理解をしてから作業にかか  
ること
- ④ 作業中は自分の持ち場から勝手に離れないこと。特に機械を運転しているときは絶対に離れないこと
- ⑤ 作業中の人に不意に近寄り驚かさないこと
- ⑥ 作業中に異常があれば直ちに担当者に申し出ること
- ⑦ 停電のときには直ちにスイッチを切ること

## 2.4 各種機械使用上の安全心得

### 2.4.1 基本心得

- ① 工作物及び工具の取り付け、取り外し時には必ず電源スイッチを切ること
- ② 加工直後の工作物及び刃物は熱いので注意すること
- ③ 加工後の工作物には返り(バリ)があるので注意すること
- ④ 工作物の寸法測定は必ず、機械を止め、電源スイッチを切ってから行うこと
- ⑤ 切粉等はブラシ、手ボウキ等で払い、素手でさわらないこと。

### 2.4.2 旋盤（図 2.1 に示すような工作機械）

- ① 回転部分には手を置かないこと
- ② 布切れ等(ウェス)を回転部分に近づけないこと
- ③ 加工物の取り付け、締め付けは確実にすること
- ④ チャックハンドルは使用後必ず取り外すこと
- ⑤ バイト等の取り替えは機械を止めてから行うこと
- ⑥ 無理な送りをかけないこと

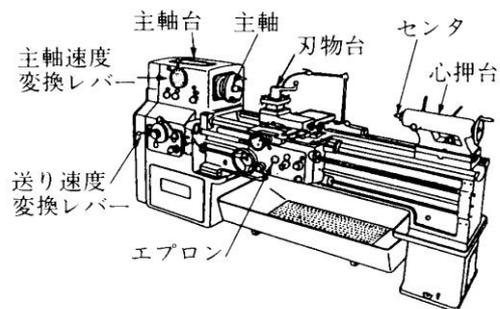


図 2.1 普通旋盤  
(JIS B 0105)

⑦ チャック部回転中は、作業物が飛んでも安全な位置で作業すること。また、作動中、近辺の人や物への安全に留意すること。

### 2.4.3 ボール盤（図 2.2 に示すような工作機械）

- ① 工作物はテーブルまたは万力に固定し、確実に取り付けること
- ② 回転しているドリルには、手をふれたり、顔を近づけたりしないこと
- ③ ドリルの取り付け、取り外し後はチャックハンドルを必ず取り外すこと
- ④ 穴あけの終わり近くや、ドリルを戻すとき工作物が振り回されやすいので気をつけること
- ⑤ 回転中はドリルや工作物が飛んでも安全な位置、距離を確保すること
- ⑥ ハンドルに無理な力を加えないこと
- ⑦ 加工穴には返り（バリ）があるので注意すること。

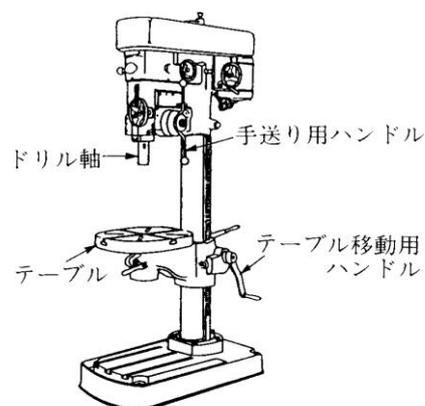


図 2.2 直立ボール盤 (JIS B 0105)

### 2.4.4 フライス盤（図 2.3 および 2.4 に示すような工作機械）

- ① 工作物は確実に取り付けること
- ② 回転しているカッターには、手をふれたり、顔を近づけたりしないこと
- ③ 穴あけの終わり近くや、カッターを戻すとき工作物が振り回されやすいので気をつけること
- ④ 回転中は、カッターや工作物が飛んでも安全な位置、距離を確保すること

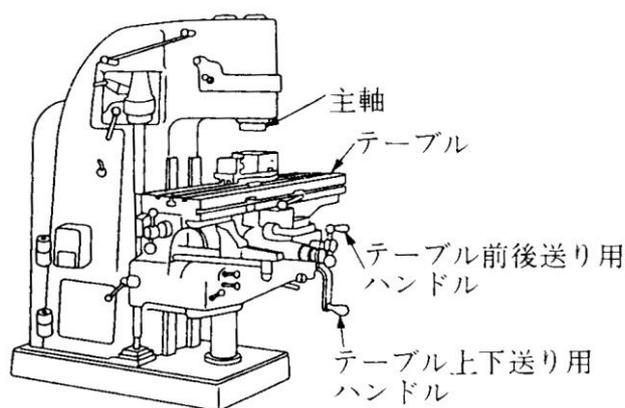


図 2.3 ひざ形立てフライス盤 (JIS B 0105)

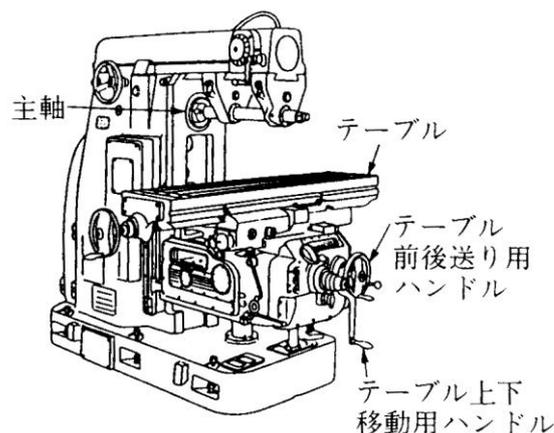


図 2.4 ひざ形横フライス盤 (JIS B 0105)

#### 2.4.5 形削盤（図 2.5 に示すような工作機械）

- ① 工作物は確実に取り付けること
- ② ラムが往復運動する範囲内に障害物がないことを確認すること
- ③ ラムの正面に立って作業しないこと

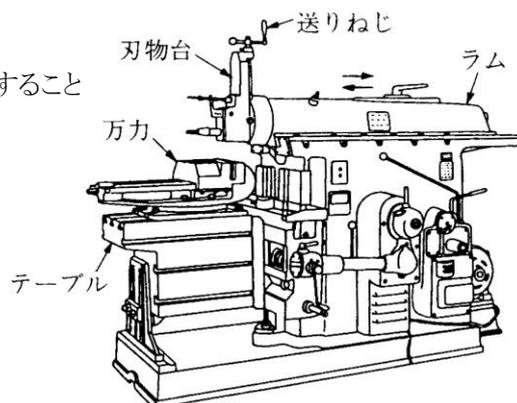


図 2.5 形削り盤  
(JIS B 0105)

#### 2.4.6 グラインダおよび研削盤

- ① 電源を入れたあと、しばらく砥石の空運転を行うこと
- ② 保護眼鏡・防塵マスクを着用し、作業は砥石の正面を避けて行うこと
- ③ 砥石は特殊作業を除き、砥石の周面で研削すること。側圧を加えないこと
- ④ 無理に押し付けたり、衝撃を加えたりしないこと
- ⑤ 砥石に顔を近づけないこと

#### 2.4.7 精密切断機（ファイン・カッター）

- ① 上部アクリルカバーをして使用すること
- ② 砥石正面には立たないこと
- ③ 無理に押し付けたり、衝撃を加えたりしないこと。

#### 2.4.8 切断機（シャーリングマシン）

- ① 一人で使用する事が望ましい
- ② 複数の者で作業する時は、必ず互いに声を掛け合って安全を確認すること
- ③ 回転中のハズミ車には近づかないこと
- ④ 機械後部からの寸法合わせのときは特に注意すること

#### 2.4.9 帯のこ盤

- ① 加工物はバイスで確実に取り付けること
- ② 回転中のノコ刃にウェス、手袋等を近づけないこと
- ③ 異常音が発生したら直ちに機械を止めること

#### 2.4.10 立型帯のこ盤（コンターマシン）

- ① 手袋等は使用しないこと
- ② 加工物を無理に押し付けて切断しないこと

## 2.4.11 溶接作業の安全心得

### ガス溶接・ガス切断

- ① 火口先を工作物にあてたり、接触させたりしないこと
- ② 作業者および見学者はガス溶接専用の保護眼鏡(サングラス)をかけること
- ③ 作業後、工作物は素手で絶対触らないこと。必ず鉄ハシを使用すること
- ④ 作業者および見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服、作業帽はしっかり着用すること
- ⑤ 逆火が起こった場合、直ちに吹管のバルブを締めて、担当者に報告すること

### エアープラズマアーク切断

- ① 作業者および見学者は、プラズマアーク光を遮蔽する保護面(ハンドシールド)を着用すること
- ② 作業者および見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服、作業帽はしっかり着用すること。また、作業者は皮エプロン、皮手袋を着用すること

### アーク溶接

- ① 作業者および見学者は、溶接機の裏側には絶対に立ち入らないこと
- ② 被覆アーク溶接およびCO<sub>2</sub>ガスアークを使用する場合、作業者は紫外線等の有害光より皮膚を守るために、必ず皮エプロン・皮手袋および防塵マスクを着用すること
- ③ 見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服・作業帽はしっかり着用し、必ず、皮エプロン・皮手袋を着用すること
- ④ 被覆アーク溶接作業者は作業終了後、直ちに電源を切り、溶接棒をホルダーから離脱させてから、ホルダーを所定の場所へ置くこと
- ⑤ 被覆アーク溶接作業者は作業終了後、工作物に顔を近づけないこと。スラグが飛散し、目に入ることがあり、危険である。見学者ももちろん近づかないこと
- ⑥ 作業者はスラグ除去作業を行うが、スラグが飛散し、目に入ることがあるので、必ず伊達メガネを着用すること
- ⑦ 溶接後の工作物は大変高温になっているので、皮手袋で直に持つとやけどを負う恐れがある。必ず鉄ハシを使用すること

### 抵抗溶接(スポット溶接)

- ① 薄板を使用するため、角(エッジ)で手を切っけがをしたり、また、熱の伝わりが速いのでやけどを負ったりするので、必ず手袋を着用すること
- ② 溶接時に溶融した金属粉が飛散してくるので、必ず伊達メガネを着用すること
- ③ 溶接時に加圧をかけるので、工作物を持っている手が下降する電極に挟まれないように気を付けること

### 3. メカトロニクスコースに関する実験・実習を安全に行うために

#### 3.1 一般的心得

メカトロニクス技術は、機械工学、電気電子工学、情報工学、制御工学等の多岐に及ぶ分野を学習する。従って、機械システムコースや電子情報コースの注意事項と重なる部分があるので、両コースの心得も参照すること。

##### 3.1.1 1年総合工学システム実験実習Ⅰ（電源の製作）

###### 1) 一般的注意

- ① 担当者・指導者の説明をよく聞き指示に従う。
- ② 指導書や注意書きなどをよく読んで作業を行う。
- ③ 不明な点は勝手な判断をせずに担当者に質問する。
- ④ 作業中の私語は慎む。

###### 2) 服装について

- ① 上下作業着、作業帽を着用する。
- ② 作業着の袖口、前ボタン等をきちんと締める。
- ③ 履物は、スニーカー、運動靴といった底の低いかかとのある靴を履く。つま先、かかとなどが保護されていない靴(サンダル、クロックス、セッタ等)、ブーツは禁止。
- ④ 長髪は髪を焦がし機械に巻き込まれる恐れがある。後ろに束ねる。耳前に下がっている髪等束ねられない場合はヘアピンを使うなどして、作業帽に収める。

###### (1) 電源ケース加工作業についての安全上の注意

###### 1) ボール盤使用について

- ① 服装の注意事項を徹底する(大けが、大事故につながる)。
- ② 手袋は巻き込まれ易いので使用しない。
- ③ 振り回された工作物を無理に手で押えたりしない。直ちに機械を止めてから処置する。
- ④ 切屑が目に入らないような作業姿勢をとる。(ドリルに顔を近づけない。覗きこまない)
- ⑤ 作業している人に話しかけない。
- ⑥ 異常音、異常振動等、いつもと違うと感じたら、すぐに機械を止めて、教員に伝える。
- ⑦ 切粉や切屑は刃物のように鋭利である。素手で処理せず、ハケなど適切な道具を用いて処理する。

###### 2) けがき針、その他工具を使った作業

- ① けがき針の先が尖っているので、慎重に取り扱う。
- ② けがき針を渡すときは、針を下に向けて渡す。針は、人に向けない。
- ③ 工具を使ったら、使用後は元の場所に戻す。
- ④ 工具(特に刃物)を、机の端などの落ちやすい位置に置かない。

###### (2) 回路製作および実装作業についての安全上の注意

###### 1) ハンダづけ作業について

- ① ハンダごては高温になるので取扱いには充分注意する
- ② 席から離れるときには必ず電源を切る
- ③ ハンダごての電源コードが絡まないように注意する
- ④ 使用中は必ずこて台にセットし、直接机上におくことのないようにする
- ⑤ ハンダづけする周辺部分も高温になるのでやけどには充分注意する
- ⑥ こて台のスポンジには作業前に水を含ませておく
- ⑦ ハンダが不足した場合には早めに担当者に申し出て交換する

###### 2) その他の作業

- ① 作業には適切な工具を使用する
- ② 使用した工具は速やかに工具箱に戻す
- ③ 作業中は作業台に対してまっすぐ着席し足を組んだり、靴をぬいだりしない
- ④ 作業中の私語は慎む
- ⑤ 部品が散らばらないようにしっかり管理する
- ⑥ 作業内容をこまめにチェックする

### 3.1.2 2年総合工学システム実験実習Ⅱ(リンク機構及びマイコン制御)

#### (1)リンク機構についての安全上の注意

##### 1) 一般的注意

- ① 担当者・指導者の説明をよく聞き指示に従う
- ② 指導書や注意書きなどをよく読んで作業を行う
- ③ 不明な点は勝手な判断をせずに担当者に質問する
- ④ 作業中の私語は慎む

##### 2) 作業についての注意(組立作業)

- ① 二人で協力して作業するので工具等を乱暴に操作しない(けがにつながる)。
- ② 組みあがったリンク機構は指を挟む箇所があるので注意すること。

#### (2)マイコン制御についての安全上の注意

##### 1) 一般的注意

- ① 担当者・指導者の説明をよく聞き指示に従う
- ② 指導書や注意書きなどをよく読んで作業を行う
- ③ 不明な点は勝手な判断をせずに担当者に質問する
- ④ 作業中の私語は慎む

##### 2) ライトレーザ組立作業についての注意

- ① 基板上には鋭利な突起部分が多くあるので気を付ける。
- ② ライトレーザ本体は丁寧に扱う。

##### 3) プログラミング作業についての注意

- ① パソコンは丁寧に扱う。
- ② パソコン画面に極度に顔を近づけない。
- ③ 目の疲れを感じたら指導教員に相談する。

### 3.1.3 3年電気機械工作実習(機械系及び電気系)

#### (1) 機械系

##### 1) CAD と RP 装置によるものづくり

本実習では CAD ルームでデータ作成をおこない、CAE 応用実験室での 3D プリンタによる造形をおこなう。主に 3D プリンタ使用時の注意を示す。

- ① やけど防止のため、ノズルに直接触れない。
- ② サポート材除去の際、樹脂の破片が目に入らないように注意する。
- ③ 強アルカリによるサポート材溶解時は皮膚に直接触れないように注意する。(この作業は実習では行っていません。)

##### 2) PLC 実習

- ① 配線は必ず電源 OFF にしてから行うこと。使用機材にはブレーカと電源スイッチの2つがある。ブレーカも含めて OFF とする習慣を身に着けること。
- ② 配線時使用するドライバーは対応するねじに適合するものを使用すること。ねじ山をつぶす可能性があるので確実に対処すること。
- ③ LED を使用するが、LED に直接電源を投入することはしないこと。LED はバイアス用の抵抗を入れる必要がある。

#### (2) 電気系(前期/後期)

1) 電源のショート(=電源のプラスとマイナスが直結される状態)に十分に注意すること。万一、ショートが起きると、発煙発火、配線の熔融、電池の破裂や液漏れ、電源損傷、ブレーカの作動による停電などが発生する。具体的には、以下の点に注意すること。

- ・図 3.1 や図 3.2 のような状態(少しの衝撃や接触でショートする状況)にしないこと。
- ・図 3.3 のように中継部分をむき出しにしないこと。
- ・汗や水を回路に落とさないこと(特に夏場は要注意)。
- ・ブレッドボードの内部配線を十分に理解すること(図 3.4 の回路はショートしている)。

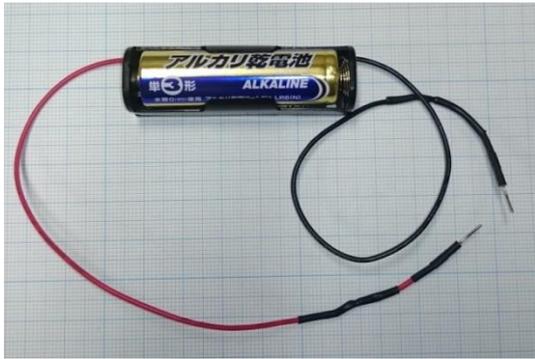


図 3.1

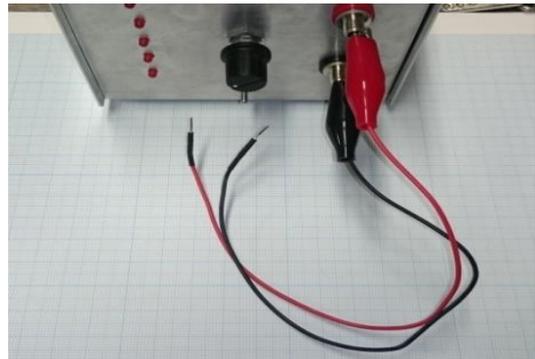


図 3.2

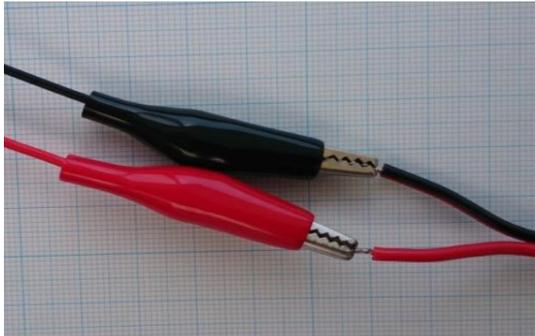


図 3.3

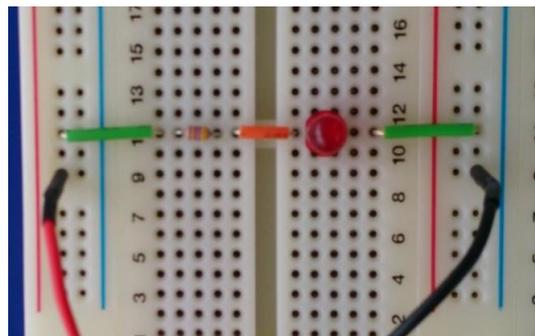


図 3.4

- 2) 配線を行なう際には、電源のスイッチを OFF にし、念のために電源プラグも抜くこと。
- 3) 電源を投入する前に、テスタ(デジタルマルチメータ)を使って配線の最終確認を行なうこと。特に、電源ラインと GND ラインがショートしていないことを確認すること。
- 4) 極性がある部品について極性を間違えないこと。IC は電源と GND を逆に接続すると高確率で壊れる。
- 5) 回路が予期した動作をしない場合は、即座に電源を OFF にすること。
- 6) 電源が ON の状態で座席を離れないこと。

### 3.1.4 4年電子機械工学実験

#### (1) 電力・情報通信実験

メカトロニクスコースでは、4年次に「電子機械工学実験 I」を課しており、前期に「電力・情報通信」に関するテーマで実験を行う。ここでは当該実験科目の履修に際しての注意事項について述べる。

#### 1) ワイヤレス給電実験(電磁誘導方式)

- ① 回路基板に通電すると実装されている各種電子部品が発熱するため、基板のエッジを持つなど、火傷をしないよう扱うこと。
- ② フェライトコアの周辺には常に磁場が存在しているため、時計等、磁場に弱い機器は近づけないこと。
- ③ 回路基板に通電するとコイルからさらに強い磁場が発生するため、時計等、磁場に弱い機器は近づけないこと。

#### 2) ワイヤレス給電実験(電界共鳴方式)

- ① 回路基板に通電すると実装されている各種電子部品が発熱するため、基板のエッジを持つなど、火傷をしないよう扱うこと。
- ② 回路基板に通電するとコイルから長距離に伝播する強い磁場が発生するため、時計等、磁場に弱い機器は近づけないこと。
- ③ 精密計測機器であるオシロスコープは、プローブを含め、慎重かつ丁寧に扱うこと。

#### 3) 光通信実験

- ① ハンダ作業時には火傷に注意し、使用後のハンダごては温度を十分下げてから返却すること。
- ② 回路基板に通電すると実装されている各種電子部品が発熱するため、基板のエッジを持つなど、火傷をしないよう扱うこと。
- ③ 発光しているレーザー、LED を直視しないこと、また、人に向けないこと。
- ④ 回路用電子部品は実験前後で数を確認し、紛失した場合は指導教員に申し出ること。

## (2) オペアンプ・センサ・インバータ実験

### 1) 一般的注意

- ① 担当者・指導者の説明をよく聞き指示に従う
- ② 指導書や注意書きなどをよく読んで作業を行う
- ③ 不明な点は勝手な判断をせずに担当者に質問する
- ④ 作業中の私語は慎む

### 2) 実験についての注意

- ① 感電しないように配線中はスイッチを入れないようにする
- ② 配線を十分に確認し、回路が短絡していないか十分に注意する
- ③ 実験に使用する白熱電球は高温になるのでやけどに注意する
- ④ 測定器の取扱いには十分に注意し、ていねいに扱う

## (3) 材料力学実験

### 1) アムスラー型万能試験機使用上の注意

- ① 電源の On, Off は確実にすること
- ② 治具やチャックは重いものもあるので、運搬には十分注意すること
- ③ 機械の上に工具、材料等を載せてはならない
- ④ 機械が止まった状態で治具や試験物の取り付け、取り替えを行うこと
- ⑤ 試験機ならびに掴み具等の最大許容荷重以上の荷重を掛けないこと
- ⑥ 材料によっては破壊時に試験片の破片が飛び散る場合があるので、防護策を講じること

### 2) 衝撃試験機使用上の注意

- ① 危険度が高いので慎重に実験を行うこと
- ② 実験時は全員防護柵の外で、かつ、振り子の回転面の延長の外に出ること
- ③ 試験片の取り付けと取り外しは、振り子を下げ静止した状態で行うこと

## (4) 制御実験

### 1) PID 制御実験

- ① 装置の電源が OFF になっていることを確認して、電源プラグをコンセントに挿入すること。
- ② 温度発生部は高温になるので、不必要に筐体に触れないこと。

### 2) 周波数応答実験

- ① 実験装置を運搬するときは、重いので十分注意すること。
- ② アンプの接続については慎重を期し、接続が完了するまで、電源プラグをコンセントに挿入しないこと。
- ③ 振動台が振動しているときは指を詰める可能性があるため、可動部には触れないこと。
- ④ センサ部は精密機器のため慎重に扱うこと。

## 3.1.5 5年電子機械工学実験Ⅱ（CAE 実験及び FA システムの構築）

### 1) CAE 実験

情報システム統括室利用ガイドの〈入室心得〉及び〈利用時の注意〉をよく読み実験を行うこと。

### 2) FA システムの構築

制御マイコンにおける注意事項は 2 年生の実験実習の注意事項を参照すること。システムを構築する場合に加工を伴う場合は 1 年生の実験実習の注意事項を参照すること。

なお、AC アダプタは種類が多いので、対象とするものの電圧を電流を確かめて取り付けること。

## 4. 電子情報コースに関する実験・実習を安全に行うために

電気を扱う電子情報系実験において、特に重大な影響を及ぼすのは、電気に直接接触することによる感電災害である。電気火花や電流による火災・爆発災害、電動機・発電機など回転機操作に伴う機械的災害もある。さらに、レーザー光線、紫外線やマイクロ波等による眼や皮膚の傷害、OA機器の電磁雑音による健康傷害なども最近注目されるようになってきた。電子情報系実験を安全に行うために必要な基本的な心構えを以下に示す。

### 4.1 一般的心得

(1) 油断大敵、災いは忘れた頃にやってくる。

油断は禁物である。実験には危険が伴う。

実験者は、自身の安全はもちろんのこと、周囲の人間の安全も十分に配慮することが大切である。

(2) 周到的な準備をする。

事前に実験指導書、マニュアルを読みこみ実験方法や装置の取扱いについて十分理解し、安全に実験する方法を考えておく。準備不足のために、時間がかかって焦ったり、間違った取扱いをしたりすることが事故につながる。

(3) 服装は軽快な動作ができるものを着用する。

身体の露出部の少ない衣服を着用する。また、感電や落下物に対して安全を確保できるような、滑りにくい靴を使用する。

(4) 実験机には実験に必要なものだけを準備し、整理整頓する。

実験台の天板には、実験遂行に必要な物以外は置かない。異常の早期発見や不注意による事故防止のため、実験机や実験装置の周辺は整理整頓しておく。このため、靴やコートなど実験に不用な各自の持ち物は、実験台付近には置かない。雨天の時の傘は、滴で床が濡れ、滑りやすくなったり、感電しやすくなったりするので、実験室にもち込まない。

(5) 異常を認めたら直ちに実験を中断し、指導者の指示に従う。

音や臭いにも注意し、異常が発生したら直ちに実験を中断し、原因を調べるとともに、指導者の指示に従う。

(6) 実験の後片づけをおろそかにしない。

後始末も実験の一部である。使用した器具なども整理整頓し、次の実験が安全に行えるように異常や不良部分のないことを確認する。不良部分がある場合には指導教員に報告し、適切な措置をとること。

(1)-(6)の各項目を基本として、電子情報系実験において励行すべき安全項目を以下に記す。さらに、本科・卒業研究および専攻科・工学特別研究においてレーザー光源を扱う機会が増えていることを踏まえ第4.2節に『レーザーの安全な取り扱い』を取上げる。

#### 4.1.1 感電による災害と防止

第1章第1.6節を参照のこと。

#### 4.1.2 火災・爆発による災害と防止

第1章第1.7節を参照のこと。

#### 4.1.3 高周波機器・高電圧機器による災害と防止

電気系実験室には、高圧受電設備が設置されている。高圧受電盤内には受電用変圧器(一次側)が置かれている。また低圧受電盤(200V 配電)は大電流容量なので、受電盤をみだりに開けない。

#### 4.1.4 停電に対する注意

第1章第1.8節を参照のこと。

#### 4.1.5 配電に関する注意

- (1) 電流容量を考慮して電線を選択する。
- (2) 電流回路の配線を先に、ついで電圧回路の配線を行う。
- (3) 配線、接続を終えたら誤りのないよう必ずチェックを行い、確認してから電源スイッチを入れる。
- (4) 配線の変更、計器類の交換および討議の際は、必ず電源スイッチを切って行う。
- (5) タコ足配線は避ける。
- (6) 電線が通路をはうような状況は極力さける。どうしても通路を通す場合は、足でひっかけないようにカバーを掛ける等の配慮をする。
- (7) 電線の端部の処理は適切に行ない、多少の力が掛かっても端子台から外れないようにする。

#### 4.1.6 ハンダゴテの使用に対する注意

実験室では、電気工作にハンダゴテを使用する機会が多い。この場合の事故には、やけどと火災がある。その大半は不注意にコテ先に触れるやけどである。ハンダゴテを使用しない場合は、コンセントから電源プラグを抜いて冷やしておく。長時間電源を入れて放置し、持ち場を離れると、火災の原因になるので注意する。ハンダゴテの保持台(コテ台)は必ず決められたものを用い、机の上に直接置いて、机を焦がすようなことのないよう気をつける。また、作業中にハンダゴテの電源コードに触れてコテが落ちるようなことのないようコード、コテ台、回路基板等の配置に注意する。

### 4.2 レーザの安全な取り扱い

#### 4.2.1 強力な光源の使用に対する心構え

レーザー光は、弱いものでも直視しないこと。レーザー光は、直視しなくとも窓ガラス等に反射することがあるので、反射光でも十分注意する必要がある。紫外線を多く含む水銀灯、アークなども、直視しないこと。このようなときは、安全眼鏡を使用する。

#### 4.2.2 レーザ光の特徴

レーザー光は波面がそろっていて指向性に優れ、ビームの拡がり小さいため高いエネルギー密度のまま伝搬する。レーザー装置から十分離れており安全と思われるところでも直接強い光を受けたり、反射や散乱による二次光を受け危険な場合がある。波長領域は真空紫外、可視、赤外、ミリ波におよぶ。一般に、レーザー光は生体に吸収されやすく、吸収された光エネルギーが過剰な場合にはその熱、光化学反応、イオン化などによって生体組織を破壊する原因となり、主に、眼や皮膚に障害を起こす。可燃物に当たった場合には火災のおそれもあるので、火災防止のためレーザー実験室内では不燃カーテンを使用すること。不要な光の終端処理も重要である。

なお、レーザー光にはX線やガンマ線などの放射線のように生体を透過する性質はなく、光照射積算時間に比例して生じるような蓄積効果もない。

### 4.2.3 レーザの危険性

(1) 眼に対する危険性はレーザー光の出力だけでなく、波長にも大きく依存する。

- ① 炭酸ガスレーザー(10.6 $\mu\text{m}$ )のような遠赤外域のレーザー光は、水によく吸収されるため、眼の角膜表面にやけどを負う。高出力光を皮膚に直接受ければやけどを負うことになる。
- ② 波長が3-1.4 $\mu\text{m}$ の中赤外域のレーザーは、眼の内部まで達するので白内障を生じる。
- ③ 近赤外域および可視域のレーザー(YAGレーザー、半導体レーザー、チタンサファイヤレーザー、YAGレーザーの第二高調波、Arイオンレーザーなど)は、光が網膜まで達するため最も失明の危険性が高い。
- ④ 紫外レーザー(エキシマレーザーなど)は、光が角膜の表面で吸収されやけどを負う。皮膚に直接受けるとやけどの他に皮膚ガンになる可能性も指摘されている。

(2) レーザ本体および電源部には高電圧回路・高電圧コンデンサが使用されているので、感電に気を付けること。スイッチを切ってもコンデンサは未放電状態の場合があるので注意すること。また、エキシマレーザーのように毒性のガスを使用しているレーザーでは、換気・排気を含めて取扱いに十分注意すること。紫外レーザーの場合には空気中でオゾン等が発生するので、実験室の排気の処置が必要になる場合がある。

### 4.2.4 眼に対する障害

レーザーは、きわめて高いエネルギー密度をもつために、人体に対して大きな損傷を与える場合がある。その最も危険な場合が眼に対する障害である。眼をいかに保護するか、実験を行う上で、最大限の注意をはらわなければならない。眼にレーザー光が照射された場合に、光がどの部位に作用して、どのような影響が生じるかを図 4.1 および表 4.1 に示す。

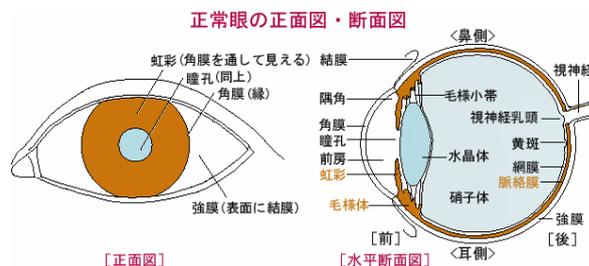


図4.1 眼球の概略図と各部位の名称

表4.1 代表的なレーザーの波長域と眼の吸収部位

波長域	代表的なレーザー	眼に対する作用, 傷害
紫外(100-315nm)	エキシマ, 固体	光化学作用, 熱化学作用による角膜, 結膜の激痛を伴う炎症
近紫外(315-400nm)	He-Cd, 半導体 エキシマ, 固体	熱作用による水晶体混濁 (白内障)
可視(400-700nm)	He-Ne, Arイオン, ルビー, 色素, 半導体	光化学, 熱作用, 衝撃波による網膜損傷
近赤外(780-1400nm)	YAG, ガラス, 半導体	
赤外(1.4-1000 $\mu$ m)	CO <sub>2</sub> , 半導体	熱作用による角膜火傷, 白内障

可視光および近赤外光の場合, 角膜を透過したレーザー光は水晶体のレンズ作用によって網膜上に集光される。その際, レーザ光はその波長程度の小さなスポットに集束されるので, そのエネルギー密度はきわめて大きくなる。そのため, 網膜が破壊されて視力障害を引き起こす。特に注意すべきはQスイッチパルスレーザーで, 数mJ/パルスのエネルギーでも網膜に障害を引き起こす場合がある。YAGレーザーなど, 近赤外光レーザーの場合には, レーザビームの散乱光が見えないので, 光路調整などの際には後述のように十分注意しながら行わねばならない。

日本におけるレーザー眼外傷43例 50眼を検討した報告<sup>1)</sup>によると, ほとんどの事故は, 研究室で実験中に発生し, 事故をおこした人は, 大学関係者(職員, 大学院生および学生)と研究員が多かった。事故は光軸調整の時におこりやすく, 微妙な操作を誤ってレーザー光がずれて, 側壁等に反射して予期せぬ方向に進路を変えて受像していることが多い。事故をおこしたレーザーの種類は, Nd:YAGレーザーが最も多く, その他にチタンサファイヤレーザー, Arイオンレーザーなどがある。

1) 上條由美, 小澤哲磨:「日本におけるレーザー眼外傷」, 眼科臨床医報 97(2),95-100,2003.

#### 4.2.5 レーザのクラス分け (レーザーの危険度による分類)

レーザー機器の安全対策のため, レーザ光の危険度によって被爆放出限界(AEL: Accessible Emission Limit)と称する基準値が定められている(JIS規格C6802「レーザー製品の安全基準」)。このJIS規格が2005年1月20日に改正された(JIS規格 C6802(2005))。従来は, 安全な方からクラス1, 2, 3A, 3B, 4の5段階の分類が採用されていたが, 本改正で, ビーム広がり角の大きなレーザー光(半導体レーザーや光ファイバから出力される光)のため, またはビーム径の大きなレーザー光のため, パワー(エネルギー)密度が最大許容露光量(MPE: Maximum Permissible Exposure)以下になるような低クラスの分類が追加され, クラス1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4の7段階に細分化された。その内容をわかりやすくまとめると表4.2に示すようになる。自分が使用するレーザー装置がどのクラスのものであるかを把握しておく必要がある。

※ 最大許容露光量とは, 通常的环境下で人体に照射しても, その直後あるいは長期にわたり障害を受けずに露光され得るレーザー放射の最大値をいう。

表 4.2 レーザクラスと安全基準

レーザの安全基準	
クラス	危険評価の概要
1	<p><b>本質的に安全</b>                      特別な安全対策不要                      どのような条件でも最大許容露光量を超えない。                      例: He-Neで0.39mW以下(波長400-550nmのCW光)                      例: パッケージングにより光の漏洩を抑えた、レーザプリンタやCDは、この部類に入る。</p>
1M	<p><b>集光しなければ本質的に安全</b>                      普通に使えばクラス1と同じく特別な安全対策不要                      ただし、レンズ系による観測で損傷を受ける可能性があるので、集光光学系を通して直接ビームを見ないこと。                      例: 波長302.5-4,000nmの低出力レーザ</p>
2	<p><b>安全</b>                      可視光(400-700nm)に対して定められているクラスで、レーザ光が偶発的に眼に入っても、通常目の嫌悪反応(まばたき)によって目が保護される(瞬きの時間0.25sに対して網膜が損傷しない安全が確保されている)。しかし、長時間眼に照射した場合には障害が起きるのでレーザ光を直接のぞき込んではいならない。                      例: He-Neで1mW以下(CW光)                      例: 2W以下の単パルス(パルス幅10<sup>-7</sup>s)可視レーザ</p>
2M	<p><b>集光しなければ安全</b>                      可視光(400-700nm)に対して定められているクラスで、通常目の嫌悪反応によって目の保護がなされる。しかし、レンズ系による観察は損傷を受ける可能性があるため、集光された条件化で、直接ビームをのぞき込まないこと。</p>
3R	<p><b>少し危険</b>                      直接のビーム内観察は潜在的に危険                      レンズ系を用いたビーム内観察は危険であり、傷害を引き起こす恐れがある。可視光(400-700nm)では、クラス2の5倍以下、可視光以外ではクラス1の5倍以下(波長302.5nm以上)の出力。                      302.5nm以下は適用外。                      例: 可視CWレーザで5mW以下                      例: パルスYAGで3<math>\mu</math>J以下(10Hz)</p>
3B	<p><b>かなり危険</b>                      直接ビーム内、鏡面反射ビーム内観察は危険                      直接光あるいは鏡面反射光の観察は絶対に行ってはならない。                      また、皮膚への照射も避けること。ただし、拡散反射による焦点を結ばないパルス光である場合、最小観察距離が13cm以上、最大観察時間10s以内であれば安全。                      例: 可視CWレーザで0.5W以下                      例: パルスYAGで約45mJ以下(10Hz)</p>
4	<p><b>とても危険</b>                      拡散反射光でさえ危険                      眼だけでなく皮膚障害をもたらす。                      また、火災を発生させる危険がある。                      例: CWで0.5Wを超える</p>

注1) CW レーザとは一定振幅の出力を連続的に発生するレーザをいう。

#### 4.2.6 施設機器の安全管理

クラス2以上のレーザ装置を使用する実験室・研究室には、レーザが設置されている場所の入口または保護囲いに、警告ラベルを貼ることが義務づけられている。また、レーザビームが戸口の方に向く配置としない。

#### 4.2.7 レーザを安全に使用するための原則

前述の事項を念頭において考えると、レーザーを安全に使用するための注意点が明らかになってくる。以下に注意事項を列記する。

- (1) レーザ光の危険度について、十分認識していること。使用にあたっては、マニュアル等をよく読んで、正しい操作を心がけること。
- (2) 使用するレーザーの波長に応じた保護眼鏡を着用すること。保護眼鏡は、レーザー光の波長に対応したものでなければ効果はない。保護眼鏡は、完全吸収型と一部透過型があるが、高出力の不可視レーザーの場合には完全吸収型を使用する。
- (3) レーザビームを直接見ることは厳禁である。低強度であっても、保護眼鏡を着用していても、絶対にレーザー光を直接見てはいけない。
- (4) 直接のビームだけでなく、反射、拡散光も危険であり、これらが目に入らないように注意する。
  - ① 作業時には腕時計、指輪など、光を反射しそうなものは、はずす。
  - ② 可能な限り照明をつけて明るい環境で作業する(暗い場所では瞳孔が開くので、目に入る光量が増加してしまう)。
  - ③ 目をビームの高さにもっていかない。また、レーザーの光路が目の高さを通らないように配置すること。
- (5) レーザの光路およびその延長上には立たないようにする。光路の延長上では、何かの拍子に、ミラーやレンズがずれたり、倒れたりすると、レーザー光が当たってしまう可能性がある。このような潜在的な危険性も、避ける必要がある。可能な場合には、レーザーの光路を、非透光性、難燃性のパイプなどで覆うと良い。
- (6) レーザビームの終端には、吸収性、不燃性の遮蔽物を置く。単発あるいは短時間では、火災などの危険のない場合でも、繰り返しあるいは長時間レーザーが照射されることによって、発火する場合がある。
- (7) レーザの調整や、光路の調整を行う場合には、レーザーの出力や繰り返しを可能な限り低くして行う。
- (8) レーザビームに直接皮膚をさらさないようにする。衣服は皮膚の露出の少ない燃えにくい素材のものを着用する(溶融して玉状になる化学繊維の衣服は好ましくない)。また、紫外レーザー光のある種のもの(KrFエキシマレーザー等)は、皮膚での吸収が大きく、拡散反射光、散乱光でも、「日焼け」等が起こるので、フェイスマスクタイプの保護具を使用し、眼だけではなく、顔などの皮膚の露出も避ける。
- (9) レーザ本体および電源部には、高電圧の端子やコンデンサがあり、感電する危険性が高い。本体および電源部を開けることは、教員または管理責任者の立ち合いのもとでのみ行うようにする。
- (10) レーザ照射によって発生する可能性のある有害物にも注意を払い、適切な予防処置をとる。特に紫外レーザーでは、空気中の酸素からのオゾンの発生に注意する。一部のレーザーは、有害物質、危険物質を使用しているので(エキシマレーザーの場合はハロゲンガス、色素レーザーの場合は色素や溶媒など)、その取扱いにも充分注意する。

#### 4.3 その他注意事項

本科・卒業研究ならびに専攻科・工学特別研究では、課題遂行に向けて各種の工作機械を扱い、化学薬品を用いた実験を行っていくなど、電子情報コースの学生には経験の浅い分野・領域の安全性について注意を払っていく必要がある。そのような場合にこそ、本書を手元におき安全な態勢について十分に理解を進めていくことが大切である。並行して、指導教員のみならず経験豊かな各専門分野の教員、技術教育支援室の専門職員の協力を得るなか実験計画を立て実行に移していくことが肝要である。各所の協力を得たいとする学生諸君は事前の準備として安全性を踏まえた実験計画を策定し、それを原資料として相談をかけていくことを肝に銘じてほしい。

## 5. 環境物質化学コースに関する実験・実習を安全に行うために

### 5.1 一般的心得

実験室における事故は

- (1) 不注意
- (2) 安全に対する認識不足
- (3) 実験対象物(器械, 器具, 薬品など)に対する無知
- (4) 各種操作に対する慣れ

から生ずる。

化学系実験室においては薬品の毒性, 危険性に関する不勉強や無知などからさまざまな事故が発生する。このような知識不足や無知のために, 発生した事故による災害を大きくすることも少なくない。我々は安全の重要性を再認識し, 災害防止のために出来る限りの努力をしなければならない。しかし安全対策は事故の防止措置のみでは十分でない。事故は万全の対策をしても, なお起きる可能性がある。したがって, 万一事故が発生した場合の対策についても考慮を払い, 被害を最小限に食い止めるように努力しなければならない。この「安全の手引」は, このような見地から書かれたもので, 日常の基礎実験, 研究実験を安全に行うための注意事項を整理したものである。学生諸君はこの程度の安全対策を熟知して実験を安全に行うよう強く要望する。

### 5.2 防災安全対策

#### 5.2.1 一般的注意

##### ① 真剣に, 誠実に行動すること

基礎実験であっても真剣に取り組まなければならないことは当然である。実験には必ず危険が伴う。いい加減にやった実験では良いデータが得られないだけでなく, 事故が起りやすい。災害の原因のほとんどは不注意と慣れによる。

##### ② ものを良く知ること

実験に取りかかる前に, 実験装置の操作法, 使用薬品の性質, 実験の意味等を説明書や熟練者の指導によって良く知っておくこと。

##### ③ 整理, 整頓

ごたごたと余計な物があると事故が起きやすく, 事故発生時に災害が大きくなる。実験装置の周辺を整理, 整頓しておくこと。特に出入り口付近に物を置いてはならない。

##### ④ 衣服などの注意

きちんとした服装で実験すること。化学系の場合, 白衣を着用する機会が多いが, 回転機械(モータ, ブロワ, ボール盤など)を扱う場合は巻き込まれる危険がある。油や薬品で汚れた衣服には火が付き易い。長髪やひらひらした衣服も危険である。履物は滑らない, すぐには脱げない靴を履く。特に, はしごや踏み台を利用する場合は注意を要する。

##### ⑤ 保護メガネの着用

身体の他の部位とは異なり, 目に損傷を受けると回復不能(失明)に至ることが多い。万一の爆発や薬品の飛散によっても異物が目にはいらないように, 普段メガネを掛けていない人も実験の操作を行う時には, 必ず保護メガネ(度のないプラスチック製メガネが良い)を使用する習慣を身に付ける。

##### ⑥ 無理はするな

常に体調を整え, 安定した精神状態で実験を行うこと。決して無理をしてはいけない。病気, 情緒不安定の状態の時, 特に事故を起こし易い。

##### ⑦ 飲食の禁止

実験中は飲食をしてはならない。実験に精神を集中して, 気を散らすようなことはすべて避けなければならない。

#### ⑧ 後始末も実験のうち

実験が終了したら必ず後始末をする。すぐに洗えば簡単にきれいになる汚れも、日を置くと取れなくなる。電気、ガス、水道の元スイッチ、元栓を閉めることは勿論である。最終退出者は、それらの確認を行うと共に、戸締まりをする。

#### ⑨ 単独実験の禁止

休日は勿論、それ以外の時でも、一人で実験をしてはならない。小さい事故も一人だと慌てて大事故に拡大させてしまう。

#### ⑩ 救急薬品などの設置場所と使用方法

安全用具の必要な場合は、面倒くさがらずに着用する。消化器、救急薬品置場と取扱方法をよく知っておくこと。

### 5.2.2 薬品類の取扱い

#### ① 薬品類の性質、危険性を知ること

使用する個々の薬品の性質をよく調べておくこと。実験室で使用する薬品はすべてがその使用量・取扱方次第で、事故につながる潜在的危険物質となり得るものと考えて、常に細心の注意を払って取扱うように心掛けるべきである。特に物質の種類毎の共通的な危険性(例えば無機物、有機物を問わず、過酸化物の多くは発火性、爆発性を持つことなど)を知っておくことは、事故を避けるために有効である。

#### ② 爆発物

爆発には、可燃性ガスが空気と混合し爆発限界内の濃度になった時に引火して起きる燃焼爆発と、分解しやすい物質が熱や衝撃で分解し、瞬時に気化する分解爆発とがある。

多くの可燃性ガス(水素、アセチレン等)は前者に属し、後者に属する物質(自己反応性物質)の例として有機過酸化物、硝酸エステル等が挙げられる。また、有機過酸化物は実験・研究の対象として利用する場合に限らず、気付かないうちに反応や蒸留の際の副生成物として生成したり、貯蔵中に自然に発生したりすることがあるので注意が必要である。さらに真空排気用油回転ポンプ中の油が排気される酸化性物質(例えばオゾンや空気中の酸素でさえ)と反応し、有機過酸化物が油中に生成・蓄積し、何等かのきっかけで爆発することがある。

取扱いにおける全般的な注意としては、爆発の危険がある物質は極力少量の貯蔵量・使用量で済ますことが出来るように実験・研究を行うこと。その貯蔵・使用に際しては、必ず指導教員の指示を受けること。尚、爆発物を含め危険な物質全般の詳細な知見・注意事項を身に付けるために安全対策に関する成書を参考することを勧める(参考書図書としては、例えば「実験を安全に行うために」、第4訂、pp. 3-21, 化学同人 1989, や安全工学会のネット上にある(独)科学技術振興機構Webラーニングプラザの「安全」分野を検索すること等が手頃である)。

#### ① 強酸, 強塩基

強酸, 強塩基を素手で扱ってはならない。強酸, 強塩基の水溶液を作る場合は、それらを少量ずつ、多量の水に徐々に加えていくこと。溶解, 混合に際して、絶対に密閉した容器内で振り混ぜてはならない。また、強酸の中に水を加えてはならない。

#### ② 有機溶剤

有機溶剤はすべて毒物であり、引火物であると心得よ。溶剤は呼吸器からだけではなく皮膚からも吸収される。溶剤で手足を洗うな。必要に応じて耐溶剤性手袋, 防毒マスクを着用し, 消火器を近くに用意する。

#### ⑤ 微粉末

必ずマスクを着用する。換気に注意する。

### 5.2.3 ガラス器具の取扱

#### ① ガラス器具

使用前に点検し、傷のある器具の使用は避ける。特に加熱、減圧、加圧する所には使用しない。

#### ② 急激な温度変化

急激な温度変化は出来るだけ避ける。特に肉厚のガラス容器は急激な温度変化に弱く、割れやすいので注意する。溶剤等を入れた容器が割れると火傷や爆発、火災の原因となり、大層危険である。

#### ③ ゴム栓等へのガラス管、温度計等の差込

実験室での事故で最も多いのは、ゴム栓、プラスチック栓、コルク栓へガラス管又は棒状温度計を差し込む時に折れて、手のひらや指に突き刺す事故である。傷が深く、太い血管や大切な神経を切断してしまうことが多い。

差し込む時は、ゴム栓を一方の手に持ち、もう一方の手でガラス管の先端部分に水やアルコールを潤滑剤として塗布したガラス管を出来るだけ短く持って、ゆっくりと栓又はガラス管を回しながら差し込む。この時、両方の手の間隔は出来るだけ短くする。

軍手やタオル等で手を保護して作業をすると、より安全である。無理に押し込まなくても挿入出来る程度でないと危険である。堅い時は穴を開け直すこと。絶対に無理やり押し込んではいけない。取り外す時も注意を怠らないこと。特にガラス管と栓が密着して離れない時は諦めるか、栓を注意して切り取ってしまうほうが安全である。

#### ④ 封管、密栓の開封

ガラスアンプル入りの薬品を開封する際等には、内圧によって噴出することがあるので、注意深く、封止部を人に向けずに行うこと。可燃性ガスが入っていたガラス容器を加熱する時は、残留ガスが残っていると爆発するので、ガス抜きには注意する。ポンプによる排気や不活性ガス(窒素等)による置換等でも完全に除去出来るとは限らない。水による置換、洗浄等確実な除去の方法を心掛けること。

固着した摺り合わせのガラス栓を外す時は、水やアルコール等を潤滑剤として摺り合わせ部分に染み込ませ、軍手等で手を保護して、極ゆっくりと木槌等で栓を周囲からまんべんなく、栓を外す方向に気長に何度も力を加える。それでも外れない時は固着部分を局所的に短時間加熱して、前記の操作をする(温度差によるオス、メスの膨張の差を利用するので、全体が同じ温度になつては意味がない)。ただし溶媒等危険な物質が固着容器内に入っている時は、加熱に直火を使うことは厳禁。温水で試みる。これらの操作は特に危険であるから、まず熟練者に相談することを勧める。経験のない者は勝手に無理やり栓を外そうとははいけない。

### 5.2.4 機械類の取扱い

#### ① 機械工作、木工作業

熟練者の指示に従い、正しい作業方法で行う。特に誰もが比較的よく使うボール盤、グラインダ作業においても、慣れによる不注意による負傷事故例が多いので充分注意しなければならない。作業時には安全メガネを着用する。

#### ② モータ駆動(回転)機器の取扱い

手袋は一切着用してはならない。回転機器の近くでは、回転部に巻き込まれる恐れのある白衣等を着用してはならない。

#### ③ 高所、或いは重量物の実験装置の組立作業

落下物の危険防止策としてヘルメットを、重量物を扱う時は安全靴を着用する。

### 5.2.5 電気の取扱い

#### ① 電線、コンセント、コネクタ、テーブルタップ、スイッチ類

必ず許容電流以下で使用する。床面や湿気のある所ではゴムキャプタイヤコード、コンジエトパイプ等を使用する。投げ込みヒータ、マントルヒータ等ヒータ類には耐熱コードを、白熱灯には袋打や丸打コードを使用し、ビニールコードは使わない。

## ② ヒューズ付スイッチ

表示電流以上のヒューズは絶対使わない。使用電流とちょうど同じ電流容量のヒューズを使用する。大電流容量のヒューズの使用は特に危険である。

## ③ 電気器具のアース

配電盤ボックスのアース用ターミナル(E)から取る。ガス管、水道管にはアースしない。特にガス管は爆発の危険がある。また、水道管では水道の使用時に感電することがある。電気作業時には身体がアースとならないよう、器具、道具の周りの乾燥、ゴム盤の利用、手の乾燥、ゴム手袋、ゴム靴の着用を励行する。感応コイル、ネオントランス等の高電圧側は、特に囲いをして感電の危険を防止する。

## ④ 自作エレクトロニクス機器

必ず適正なヒューズとスイッチを組み込むようにする。

## 5.3 学生実験における安全

### 5.3.1 総合工学実験実習 I

#### ① 実験前の諸注意

実験作業は指導教員の指示をよく聞き、指導書を参考にしながら、段取りや器具の使用手順を十分理解してから実施すること。不安定な履物、露出の多い衣服、着火しやすい衣服は避けること。実験室内は白衣または作業着を着用し、薬品を取り扱う場合は保護めがねを着用すること。非常用器具(実験用シャワー、洗眼器、消火器)の位置はあらかじめ把握しておくこと。保健室への移動は指導員を伴って移動すること。

#### ② ガラス細工およびバーナーの使用

ガラス細工をする際、目に見えないガラスの小片が発生する。不意の裂傷や刺し傷を防ぐため、作業台の上は素手でよそわず、清掃具を用いる。ガスバーナーを使う作業では、作業エリアを確保するため、整理整頓する。作業エリアに可燃物を近づけない。ガスバーナーの転倒防止のため、ガスホースの取り回しに注意すること。万が一、衣服着火したとき、初期消火を試みる。衣服はやみくもに脱がず、そのまま水流を浴びる、転がり地面に押しつけるなどして消火したほうがよい場合がある。不用意に走ると火炎が大きくなることもある。

実験台天板保護のため、高温の物品およびバーナーは遮熱板(磁製)の上で取り扱うこと。高温物の徐冷は遮熱板の上で行う。温度は目視で判断できない。加熱物を不用意に他人に手渡ししない。火傷の可能性のあるものを触るとき、熱くないことが明らかな箇所から、徐々に触診箇所を広げるようにする。万が一、火傷をした場合は、水流または氷嚢で速やかに十分に冷やすこと。ガラスの小片、燃えがらは、消火、冷却したことを、確認後、専用容器に回収すること。

#### ③ プラスチックスの加熱

プラスチックなど有機物ポリマーを加熱する場合、発生ガスに注意すること。有害ガスの発生が予測される場合、操作はドラフトチャンバー内で行うこと。チャンバーの扉は、全開せず所定の位置(半開)でとめ、安全上必要な吸引量を確保すること。有害ガスへの被曝を防ぐため、ドラフト内部に顔を入れない。

#### ④ 酸とアルカリの希釈

濃硫酸を希釈する場合、濃硫酸を少量ずつ大量の水に溶かしていく。この際、濃度と温度が偏らないよう、かき混ぜる。手についた濃硫酸は、火傷を防止するため直ちに水を付けず、乾いた布またはペーパーでよく拭き取ってから大量の水流で洗浄する。水酸化カリウムのペレット(粒)を水に溶かす場合、ゆっくり水を加えると、刺激性のミストが発生する。ペレットを一度に水で包み込むように溶かす。薬品の吸入事故は、洗浄操作など後片付けの際の油断に起因して起こりやすい。使用済みの実験具は薬剤が付着しているので油断しない。万が一目に入った場合、廃液は専用の容器に回収すること。

#### ⑤ 実験廃液の処理

実験では、酸・アルカリ、重金属、有機溶媒を含む実験廃液が生じる。これらは、そのまま流しに捨てることのできないため回収しなければならない。担当教員の指示に従って廃棄すること。

### 5.3.2 総合工学実験実習Ⅱ

#### ① 実験前の諸注意

実施する実験実習にふさわしい服装として白衣または作業着を着用する。履物は靴を着用しサンダルは不可とする。薬品を扱う場合には必ず保護めがねを着用すること。また、カバン・飲食物など実験実習に不必要な物は、実習場所には持ち込まないこと。

#### ② 実験中の諸注意

実験は担当教員の注意を守り、決して勝手に実験実習を始めたり、先に進めたりしない。また、実験中は真剣な態度で行い、私語を慎むこと。実験室内での飲食は厳禁である。実験実習を行う場所は常に整理・整頓し作業場所を確保するとともに、所持品は指定された場所に整理して置き、他の者の邪魔にならないようにする。実験実習に無関係な装置、計器、器具などには手を触れない。

強酸、強アルカリ等の薬品類を使用する場合は皮膚を侵食する作用が強いので、身体、特に目に付着しないように注意し、実験中は必ず保護めがねを着用する。特に、濃硫酸を使用する場合は、必ず両手に手袋を着用する。もし、身体に付着した場合は大量の水で洗う。また、ジエチルエーテルやエーテルといった有機溶剤は人体に有害であり、かつ引火性があるため、必ずドラフトチャンバー内で取り扱う。

実験実習中に異常な音や臭気に気づいた場合、また何らかの事故が起きた場合は、直ちに実験実習を中断し、担当教員に報告して指示を受ける。

実習が終了した際は必ず後片付けを行う。その際、実験にて発生した**実験廃液**は、担当教員の指示に従って廃棄する。特に、過マンガン酸カリウムや塩化鉄といった重金属を含む溶液、および有機溶剤を含む溶液を廃棄する場合は、教員の指示に従い、廃液溜へと集めること。

### 5.3.3 環境物質化学基礎実験

#### 無機化学・分析化学実験における安全

実験室内では白衣または作業着を着用し、薬品を取り扱う場合は保護めがねを着用すること。

強酸、強塩基を用いる実験が多いが、これらの試薬が皮膚に付着した場合、直ちに大量の流水(水道水)で洗浄する。水で洗う前に、直ちに中和すれば、中和熱のために更に被害が増大する恐れがある。また、目に入った場合には、洗眼器で 15-30 分間まぶたを広げて目を洗浄する。強酸性の塩酸、硝酸、硫酸や弱酸であっても酢酸等の原液等の取扱は慎重に行うこと。こぼした時は、直ちに拭き取って多量の水で洗い流すか、炭酸水素ナトリウムで覆い多量の水に溶かして流しに流す。硫酸やリン酸は不揮発性のため希薄溶液であっても水だけが蒸発して濃酸となるので取扱には十分注意する。

過酸化水素、二クロム酸カリウム、次亜塩素酸等の酸化剤は相手を酸化分解するので、こぼした時や衣服や手に付いた場合は、ヒドロキシルアミンのような還元剤と共に水で洗い流すか、直ちに多量の水で洗い流す。

重金属を含む溶液は、実験室の前にある廃液溜(ポリタンク)に捨てること。

#### 物理化学実験における安全

実験室内では白衣または作業着を着用し、薬品を取り扱う場合は保護めがねを着用すること。

実験で使われる濃塩酸、水酸化ナトリウム、酢酸等は劇物、腐食性物質のいずれかに当たるので取扱いに注意し、手や皮膚に触れないようにする。

ガラス器具は、割れやすいので取扱いに注意し、破損した場合は必ず届け出ること。尚、破損により怪我をした場合は直ちに指導にあたる教職員に届け出ること。

### 5.3.4 環境物質化学実験Ⅰ

#### 有機化学実験における安全

実験室内では白衣または作業着を着用し、薬品を取り扱う場合は保護めがねを着用すること。

本実験では濃硫酸、濃硝酸を使用するが、希釈する際には、激しく発熱するので冷却しながら加える。誤って濃硫酸、濃硝酸が皮膚に付いた場合は、まず拭き取ってから水洗いする。特に酸及びアルカリが目に入った場合には失明の恐れがあるので直ちに大量の水で洗い、指導教員に報告する。

有機溶媒は殆どが可燃性である。特に沸点の低いエーテル、石油エーテル、アセトン、メタノール等の

使用に当たっては火災に注意する。もし火災を起こした場合は、周りの人が消火器で消火に当たると同時に他の人が指導教員、又は近くの研究室に知らせる。

有機化合物には有害な物が多い。それ故、皮膚や衣服に付いたり、ましてや口に入れたりすることは絶対避けなければならない。もし、そのようなことが起こった場合、直ちに大量の水で洗い、指導教員に報告する。

実験で使用するガラス器具は破損しやすいので、手に布を捲くなど取扱いには特に注意しなければならない。

### 化学工学実験における安全

有機溶剤は全て毒性があり、引火物であると心掛け、取扱いに細心の注意を払う。有機溶剤を用いる実験では換気・排気に注意する。また、有機溶剤廃液は回収し、専用の容器に保管する。決して流しに廃棄してはならない。薬品を用いるテーマは保護めがねを使用すること。

ガラス器具は、割れやすいので取扱いに注意し、破損した場合は必ず届け出ること。尚、破損により怪我をした場合は直ちに指導にあたる教職員に届け出ること。

各テーマは実験書を熟読し、何が原因で事故を起こしやすいか予めよく理解しておくこと。

ボイラー操作は指導教職員の指示に従うこと。

空気恒温槽内部の金属は高温である。また、ボイラーが発生する過熱水蒸気は 120℃程度となる。火傷に注意すること。薬剤を加熱する際は、設定温度に注意すること。蒸気圧によりガラス器具の内圧が高まると危険である。加熱した器具は、その場を離れず、常時監視すること。

他班の実験装置・器具は、絶対触ってはいけない。また、自班においても装置を動かすときは、十分注意すること。

### 5.3.5 環境物質化学実験 II

本実験では、環境物質化学コースの卒業研究で使用する機器分析装置を使用しているため、使用方法等に関しては担当教職員の指示に従うこと。特にフーリエ変換核磁気共鳴装置(NMR)の使用の際には、以下の注意事項を守ること。

- (1) 超伝導マグネットの強磁場内にペースメーカを着用したものは近づかない
- (2) 超伝導マグネットの強磁場内に鉄などの金属を持ち込まない
- (3) 磁気メディアは強磁場では情報消えてしまうおそれがある  
(フロッピーディスク、クレジットカード、キャッシュカード、磁気定期券など)

実験上のその他の注意点に関しては、「5.1 一般的心得」、「5.2 防災安全対策」、「5.3.3 環境物質化学基礎実験」、「5.3.4 環境物質化学実験 I」及び後述の「5.5 実験中の災害防止に関する注意」において全てを網羅しているのでここでは省略する。

## 5.4 研究室における安全

科学技術の進歩と共に、新たな化学物質の開発或いは化学物質の新たな用途への使用が進んでいるが、これらの化学物質には危険有毒性を有する物も多くあるため、これまで想定していなかった新たな潜在危険が増し、これに対応した新たな安全管理が求められている。危険有害性のある化学物質の使用・貯蔵・廃棄等については、次節に説明するように、法令によりさまざまな規制がかかっており、法令に従って化学物質を取り扱うことによる安全確保では、前述した新たに開発された多くの危険有害性のある化学物質やそのさまざまな使用方法への対応には限界がある。またリスクが懸念されるが、その因果関係や定量的影響が明確でない物質に対しては、その対応に遅れが生じることは避けられない。そこで、規制を守らせることで安全を確保するという安全管理の体制に加えて、自主的な安全管理活動の実施を重視することが重要となっている。本来、よりよい管理状態を維持して行くため、実行内容のチェック、改善を継続的に行っていくことが要求される。管理においては、Plan(計画)、Do(実行)、Check(チェック)、Act(改善実施)という四つの事項を実施し、これを繰り返し実行して行く方法を行っている。

改善実施の次に、さらにレベルアップした次の計画を立て遂行し、PDCA サイクルを次々とつなげ、サイクルを回し続けることで継続的な安全確保が実現できる。

## [参考書]

1. 化学同人編集部「実験を安全に行うために」化学同人(正:1993, 続:1987)
2. 日本化学会編「化学実験の安全指針(改訂3版)」丸善(1991)
3. Manufacturing Chemists' Association 編(日本化学会訳編)「化学実験の事故と安全」丸善(1978)
4. 畑一夫, 渡辺健一共著「(新版)基礎有機化学実験—その操作と心得—」丸善(1968)
5. H.J.E.Loewenthal 著(中崎昌雄訳)「有機化学実験法—指針と助言—」東京化学同人(1982)
6. 東京化成工業(株)編「取り扱い注意試薬ラボガイド」講談社(1988)
7. M.Windholz et al.編「The Meruk Index(10 版)」Meruk & Inc(1983)
8. 中西啓二, 加藤俊二共著「化学実験の事故をなくすために」化学同人(1984)
9. 小林義隆「実験室の事故例と対策」大日本図書(1983)
10. E.メーヤー著(崎川範行訳)「危険物の化学」海文堂出版(1979)
11. 日本化学会編「化学防災指針(全7巻)」丸善(1979~1980)
12. 日本化学会編「化学実験セーフティガイド」化学同人(2006)
13. 田中陵二, 松本英之共著「実験室の笑える? 笑えない! 事故実例集」講談社(2001)

[注]環境物質化学コースでは、実験に当たって学生には次の「**実験中の災害防止に関する注意**」を配付して注意を喚起している。

## 5.5 実験中の災害防止に関する注意

化学実験は各種の危険を伴う。ある程度馴れた時期に注意を怠って思わぬ事故を招くことが多い。実験に際しては、次ぎに挙げる事項を最低必要な注意として、常に守るよう心掛けることを希望する。

### 5.5.1 一般常識

化学薬品の中には、爆発事故や火災の原因になったり、皮膚を侵し、吸入により中毒を起こすような危険な物質が多い。それらの危険性の種類や程度を十分知った上で実験を行う必要がある。そのためには適当な指導書(例えば、日本化学会編「化学実験の安全指針」(丸善)、化学同人編集部編「実験を安全に行うために」(化学同人))を何時も側に置くこと。また、安全工学会のネット上にある(独)科学技術振興機構 Web ラーニングプラザの「安全」分野を検索するとよい。

### 5.5.2 保護メガネの着用

実験中に薬品類やガラスの破片が飛散して眼を傷つけることが多い。場合によっては失明を招くなど極めて重大な結果を生ずる。この予防のため、実験時は何時も保護メガネを着用すること。

### 5.5.3 爆発などの危険がある場合

- ① 実験装置を防壁(例えばアクリル板のつい立)で囲み、実験衣、手袋のほか顔面をカバー出来る防護マスク(例えばプラスチック製顔面シールド)を着用して行う。
- ② 危険の程度を予測し、操作上の注意事項を十分認識して行う。
- ③ 前もって指導教員に申し出て、その指示に従う。また、周囲の者にも危険性を知らせておくこと。

### 5.5.4 高圧ガスボンベの取扱い(詳細は 1.5 節を参照)

- ① 接触や地震などでも転倒しないように、ベルトや鎖で実験場所に固定するか、底面の広いスタンドに立てる。
- ② 可燃性ガスは排気の放流箇所を十分注意して火災を防ぐ。
- ③ ボンベの取扱いや運搬は特に慎重にする。

### 5.5.5 電気関係の危険防止

- ① 消費電力を十分上まわる電気容量を持つコードを使用して配線する。
- ② コンセントの容量をオーバーする“たこ足配線”は絶対にしない。
- ③ スイッチその他結線箇所の露出は感電事故のもとになる(特に夏期)。必ず絶縁被覆やカバーをほ

どこす。

- ④ 高圧電線にはむやみに接近できないように柵などを設ける。

### 5.5.6 環境の保全（公害対策）

少なくとも化学を志す者は、地域の環境保全に十分配慮する必要がある。そのため、実験で使用した全ての試薬廃液（酸、塩基、及び塩類、有機溶媒）は専用の容器に回収する。有機溶媒は有機相と水相とに分けて回収する。

### 5.5.7 事故に対する処置

- ① 応急処置に関する常識を、機会あるごとに確実にしておくことが非常に大切である。
- ② 傷害や中毒による事故が起こった場合は、すぐに指導教員に報告し、必要な応急処置をした後、保健室で指示を受け、早期治療の時期を失しないようにする。

### 5.5.8 休日の実験

- ① 休日における実験は原則として認めがたいが、実験を行う場合は必ず教員が付き添うこととする。この場合でも1人で実験しないように心がけ、2人以上で互いに安全を確認しながら行うこと。（学生便覧学生生活注意事項）
- ② 実験を許可された場合でも、実験室が無人になることは絶対に避けるようにする。

## 5.6 環境物質化学コースにおける事故例

### 5.6.1 ガラス容器・器具による負傷

- ① グラスフィルターをゴム栓から引き抜こうとして破損し怪我をした。
- ② 洗い物をしている時、口の欠けたビーカーで手を裂傷した。
- ③ 学生実験中、ガラス棒でかき混ぜていた時、ガラス棒が突然折れて怪我をした。
- ④ ゴム栓にガラス管を通そうとして途中で折れ、手に刺さった。

### 5.6.2 実験中の火傷

- ① バーナーの火に直接手が触れて皮膚から煙が出る程の火傷をした。
- ② ガラス細工中に、まだ熱いガラス管に直に手を触れて火傷をした。
- ③ バーナーの火で髪の毛を燃やした。
- ④ 三角フラスコに入れたメタノールを急いで暖めようとして、バーナーの直火で加熱したところ、メタノールが突沸して手にかかり、火が引火して火傷をした。

### 5.6.3 薬品による皮膚や眼の損傷

- ① ビーカーで水酸化ナトリウムを水に溶かすためかき混ぜている時、底を突き破って、アルカリ水がジープンの上に大量にかかった（水酸化ナトリウム等のアルカリ溶液やフェノール等の劇薬は皮膚を侵す。眼に入ると失明の恐れがあるので、必ず保護メガネを着用して実験すること）。
- ② フラスコに栓をして反応溶液を加熱中、顔を近づけた途端栓が飛んで中の溶液が吹き出して顔にかかった（フラスコに栓をして加熱してはいけない）。
- ③ ホールピペットで溶液を吸っていて口に入ったが、すぐ吐き出してうがいをしたので大丈夫だった（溶液の種類によっては口が腫れ上がる物もあるので注意が必要である）。
- ④ 濃硫酸に水が入って突沸し、しぶきが顔や身体にかかった。顔は大量の水で洗ったので大丈夫であったが、服は穴が空き、ぼろぼろになった（実験用白衣、ズボン、靴を身に付ける）。
- ⑤ フェニルイソシアナート等の目や鼻の粘膜を刺激する薬品をこぼし、それが揮発したため、眼・鼻・のどがひりひりし、涙が止まらず息苦しくなった。部屋の外に出てうがいをし、眼を洗ったら直った（取扱はドラフト内で行う）。

### 5.6.4 火災事故の例

- ① 有機溶媒の蒸留をしていて、途中で沸石を入れるのを忘れたことに気づき、急いでフラスコの中に沸石を入れたところ、溶媒が吹き出し、バーナーの火が引火した（室温に温度が下がって

から沸石を入れる)。

- ② 給湯器のそばの棚に置いてあったアセトン等の有機溶媒の入った洗浄瓶が、気温の上昇により、中の溶媒が給湯器に吹き出し引火した(洗浄瓶を給湯器から離すこと)。

#### 5.6.5 爆発事故の例

- ① エーテルを蒸留中、うっかり完全に蒸発乾固させてしまい、爆発を起こした(エーテルは過酸化物を作り易く、加熱により起こすので、途中で蒸留を止めるのがコツである)。
- ② 試験管を溶封した封管中で加熱しながら反応を行っていたところ、突然爆発し、内容物と共にガラス破片が飛び散った(ガラス器具の爆発ではガラスの破片が勢いよく飛び散るので極めて危険である。危険が予想される時は防護壁等で囲うなどの用心が必要である)。

#### 5.6.6 最近の事故例

- ① ゴム栓から温度計を抜こうと強く引いたところ温度計を折り、勢い余って温度計で自分の顔を突いてしまった。
- ② アルカリ溶融研磨を行った後、アルカリを中和しようと硫酸を加えたところ突然内容物が飛び散り、顔や身体にかかった。
- ③ 試験管に硫酸を入れていた時、硫酸を漏らしていることに気が付かず、指を火傷してしまった。
- ④ 気液平衡関係の測定実験において、反応釜の液漏れに気づかず空炊きしてしまい、そこへ釜を十分冷まさず、次の溶液を加えてしまったため、温度差で釜を破損してしまった。幸い怪我はなかった。

### 5.7 関係する主な法令

この手引に関連する法令について、研究室の保安上必要と思われる条文のみを抜粋した。各法律にはそれぞれ法の主旨と政策の大綱が述べられていて、その詳細な規則は制令や告示によって示されている。ここでは、規制の主なものは本文に示されているので省略したが必要な時は他書で全文を確かめたい。また地域によってさらにきびしい規制を必要とする時は、都道府県や市町村の条例として示されている。地域ごとにこれらの条例も確かめておくことが必要である。

#### 5.7.1 消防法

この法律は火災予防や消火活動などにより、国民の生命や財産を火災から守るとともに火災や地震などによる災害被害を軽減することで、社会の安全を保ち、社会公共の福祉の増進を図ることを目的として昭和 23 年に制定された。

火災予防条例には、化学実験にかかわる火災防止上の措置の条項が「化学実験等」や「化学実験室」として定められている。

#### 5.7.2 毒物及び劇物取締法

この法律は、第 2 条で定める毒物、劇物および特定毒物について製造から流通、販売、使用、消費、保管、廃棄にいたる過程での事故防止のため、保険衛生上の観点から必要な取締りを行うことを目的として昭和 25 年に制定された。

化学薬品を取り扱う実験で、本法で定義する毒物や劇物を取り扱う場合は、「業務上取扱者」としての規制を受ける。

#### 5.7.3 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律

この法律は、環境保全に関する化学物質管理での国際的協調の動向(経済協力開発機構:OECD の 1996 年の PRTR 制度導入の勧告)に配慮し、化学物質に関する科学的知見や化学物質の製造、使用などの状況を考慮して、事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境保全上の支障を未然に防止することと国民の理解を得ることを目的として、平成 11 年に制定され、おもに次のことを定めている。

- ① 環境への排出量および移動量を把握し、届出する制度(PRTR 制度)  
特定の化学物質(第一種指定化学物質 354 物質)の環境への排出量および移動量を把握し、届

- 出する制度(第5条). なお, PRTR とは Pollutant Release and Transfer Register の略である.
- ② 事業者による化学物質の性状および取扱いに関する情報提供の制度(MSDS 制度)  
事業者による特定の化学物質(第一種および第二種指定化学物質 435 物質)の性状および取扱

いに関する情報を提供する制度(第 14 条). なお, MSDS とは Material Safety Data Sheet の略である.

- ③ リスクコミュニケーションの推進  
事業者は特定の化学物質が人の健康や環境への影響(環境リスク)の恐れがあることを認識し, 努力義務として, 自主的に化学物質管理を行い, その状況について国民の理解を得るようコミュニケーションを図ること(第 4 条).

#### 5.7.4 労働安全衛生法

この法律は, 昭和 47 年に制定され, 労働基準法と関連しながら, 労働災害の防止のための危害防止基準の確立, 責任体制の明確化および自主的活動の促進の措置を実施して, 労働災害の防止に関する総合的かつ計画的な対策を推進することにより, 職場における労働者の安全と健康を確保して, 快適な職場環境とすることを目的としている.

多くの法人化された大学などは事業者として本法の適用を受け, キャンパスなどの事業場での安全衛生の確保の責務がある.

## 6. 都市環境コースに関する実験・実習を安全に行うために

### 6.1 作業服および保護具

#### 6.1.1 作業服装

##### (1) 作業服

- ① 実験実習中は原則として作業服を着用し、上着のぼたん(特に袖先)をとめること
- ② 作業服の上には何も着ない。寒い時は作業服の中に着込むこと
- ③ 上着の裾が長い場合、機器へ巻き込まれることのないように、裾をきちんとズボンの中に入れること

##### (2) 手袋

- ① 刃物、工具、加工品などが回転する機械を取り扱う時は、絶対に手袋をはめて作業はしないこと
- ② 手や指先を痛めやすい材料を取り扱う時は、作業に適した手袋、手のひらの当て物など使用するとよい

##### (3) はきもの

下駄履き、草履履きは禁止する。靴ひもは確実に結ぶこと。

##### (4) その他

- ① ネクタイ、マフラー、腰手ぬぐいなどはしないこと
- ② ポケットの中には、とがった物や爆発や引火しやすい物を入れないこと
- ③ 電気を取り扱う時は、ぬれた作業服・手袋・はきものを着用しないこと

#### 6.1.2 保護具

##### (1) 保護眼鏡

目を保護するための保護眼鏡には、グラインダやバリ取り作業の場合に飛散する切り粉や粉塵、または有害薬液の飛沫が目飛び込むことを防止するための防塵眼鏡と作業に応じた適切な物を使用すること。

##### (2) 保護衣

作業に適した保護衣を使用すること。

### 6.2 整理整頓と災害防止

#### 6.2.1 整理整頓

- (1) 工具、材料などは、それぞれ置き場、置き方を定め、必ず決まったところに正しく置くこと。使用済みの工具は速やかに元の場所に戻し清掃を行うこと
- (2) 消火器、消火栓の付近には物を置かないこと
- (3) 実験器具を動かす場合は周囲の状況をよく確認すること

#### 6.2.2 災害防止

##### (1) 重量物の扱い

- ① 重量物(30kg程度以上)を扱うときは安全靴を着用すること
- ② 重量物は単独で持ち運びまたは積みおろしをしないこと
- ③ 量物の運搬には原則としてリフターを使用する。ただし、やむを得ず人力によらなければならない場合は手袋を着用し、お互いに声を掛け合い周囲の安全を確認しながら、重量物を足に落としたり、重量物に手を挟まれたりしないように注意する

##### (2) 不測の事態

- ① 学生は事故、機器の故障および不測の実験挙動などを認知した場合、担当教職員に直ちに報告し指示を受けること

- ② 停電した場合は直ちに実験を中止し、機器のスイッチを必ず切る。機器類を可動状態で放置しないこと

### (3) 廃棄物の処理

- ① 実験実習で生じた廃棄物は、自然環境や生活環境を汚染しないように十分な注意をはらって廃棄しなければならない
- ② 学生が廃棄物を廃棄する場合は、担当教職員の指導、指示を受けること

## 6.3 手工具による作業上の注意事項

### 6.3.1 手工具を使用する前の注意

(1) ハンマーは頭が抜ける危険があるので、事前によく点検し注意して使用すること

- ① サビ付いたものを打つ際は保護眼鏡を必ずかけること
- ② ハンマーを使う際は手袋をつけてはならないこと
- ③ 人に危害を与えたり、物を破損したりするおそれのある行為は絶対にしないこと。

### 6.3.2 手工具を使用する時の注意

(1) よい工具を使うこと

- ① 工具は長期間使っているうちに、欠けたり、曲がったり、ひびが入ったりする物である。このような工具を使用するとケガにつながりやすい。工具を使う時は必ず点検し、悪いものは使わないこと
- ② ハンマーのクサビのないもの、首の抜けそうなもの、あるいは柄の折れそうなものは使わないこと
- ③ スパナはボルトナットに合ったものを使うこと
- ④ ドライバーは、曲がったものや先の丸くなったものは使わないこと

(2) 手工具はその目的以外の用途には使わないこと

(3) 手工具は正しく優しく使うこと

#### ハンマーについて

- ① ハンマーは最初から力を入れて打たないこと
- ② 最初から力を入れて打てば打ちはずししやすい。最初はあまり力を入れず調子が出てから強く打つようにする
- ③ さび付いたものを打つ時は注意すること

#### スパナについて

- ① スパナは小刻みに使うこと。スパナは十分にボルトナットに掛けて使うようにする
- ② スパナの柄にパイプなどを継いで使うことはしないこと
- ③ スパナとボルトナットとの間には、絶対噛ませものはしないこと
- ④ スパナは手前に引いて使うこと

#### その他の手工具について

- ① ドライバーはミズに合ったものを使用すること
- ② たがねを使ってはつり作業をする時は、保護眼鏡を使うこと

### 6.3.3 機械工具を使用する時の注意

#### (1) 電動鋼材カッター

- ① 起動する際は周囲の安全を確認する. 特に可燃物のあるところでは作業しないこと
- ② 回転部分には手を触れないこと
- ③ 鉄粉が眼に入らないように注意する. 必要な場合は保護眼鏡をかけること
- ④ 原則として屋外で使用する

#### (2) ボール盤

- ① 手袋を着用して作業を行ってはならないこと
- ② ドリル刃は確実に取付け, しっかり締め付けること
- ③ 起動の際は周囲の安全を確認すること
- ④ 回転部分には手を触れないこと
- ⑤ 材料を確実に固定して作業を行うこと

#### (3) グラインダ, サンダー, 帯鋸盤

- ① 手袋を着用して作業を行ってはならない
- ② 起動の際は周囲の安全を確認すること
- ③ 回転部分には手を触れないこと
- ④ 眼に鉄粉等が入らないように, 保護カバーを着用すること
- ⑤ 熱をとまなう場合, 火傷をしないよう注意し, 可燃物のそばで作業しないこと

#### (4) 3Dレーザー加工機

- ① 操作を行う際には, 必ず教職員など経験者の指導・指示を受けること
- ② トランスの電源, (加工対象データが保存され接続されている) パソコンの電源, レーザー加工機の電源の順に起動し, 排気装置の管を窓外に出すこと
- ③ レーザーの露出は火傷や失明など重大な障害の原因となる恐れがあるため, 安全の手引きの「3.7 レーザーの安全な取り扱い」を熟読し, 細心の注意を払うこと
- ④ レーザー加工中は, 本装置から離れないこと
- ⑤ 操作後, 材料を本装置の中に放置せず, 周辺清掃も含め, 初期状態の環境を維持すること

#### (5) その他

- ① 器具を取り扱うときは周囲に注意し, 他人に危険を及ぼさないように心掛けること
- ② 回転, 振動等の運動する機器は, 周囲の安全を確認してから起動すること
- ③ 鋸やのみ等の刃物を使用する場合は, 細心の注意を払うこと
- ④ 電気機器の場合, 電源プラグをコンセントに差し込む前に, 機器の電源スイッチがオフになっていること, 電気コードが他の物に挟まれたり巻きついたりしていないことを確認すること
- ⑤ 電気機器の電源プラグは, 必ず右手でコンセントに差し込むこと (左利きの学生も心臓に近い左手で作業をしない)
- ⑥ 電気計測機器の場合, 電源スイッチを入れる前に適切にアースを取り, 配線が間違いないことを十分に確認すること

## 6.4 ホイスト・チェーンブロックなどによる吊り下げ作業

- (1) 初めて操作するときは, 必ず教職員など経験者の指導・指示を受ける
- (2) ホイスト・クレーン使用時にはヘルメットを着用する
- (3) クレーンなどを使用することを付近の人たちに必ず伝える
- (4) 吊り上げ用ワイヤーロープなどが破損していないことを確認してから使用する

- (5) 物を吊り上げる場合、まず、ほんの少しだけ吊り上げてロープなどの取り付け位置・バランスがよいことを確認した後、更に吊り上げる
- (6) 物を吊り上げながら移動させるときは、吊り上げ物が振動しないように軽く押さえて慎重に行う
- (7) 万一ロープなどが切断して物が落下しても怪我などをしないような体勢で作業を行う。特に、吊り上げた物の真下に入らない
- (8) 無負荷で移動する場合にもフック先端が踊って人や物に接触し、思わぬ事故を引き起こす可能性がある。物を吊っていないときでも慎重に操作する

## 6.5 測量実習における安全にかかる注意事項

- (1) 作業は主に野外で行うので、夏には暑さ対策、冬には寒さ対策を講じる。特に、夏は日射病にかからぬよう、十分に注意する
- (2) 作業は校内で行うが、時々自動車が通行するので、校舎の陰などからとび出したりしない。交通安全も忘れてはならない
- (3) スチール製巻尺は薄いので、手など切らぬよう取り扱いに注意する。またポール、三脚は先端が尖っているの、自身および他人を傷つけないよう気をつけて使用する
- (4) 平板測量で待ち針を用いるとき、針を紛失すればケガに至ることがあるので、十分注意して管理する
- (5) 三脚上に測量機器を装着したとき、転倒や機器の落下があれば、足などが打撲を受ける
- (6) 機器の装着は慎重に、また装着後の機器の扱いや管理に注意を払う
- (7) オートレベル等機器の装着の際、オートレベル等機器のカバーは適切な場所に置くようにし、作業に取り組む
- (8) 測量された基準点(測量杭)は、大切に扱い、壊さないよう細心の注意を払う

## 6.6 コンクリートミキサおよび ビービーコンシストメーターにおける注意事項

### 6.6.1 コンクリートミキサ

コンクリートミキサの使用時の注意事項は、以下の通りである。

- (1) 使用時
  - ① 主電源とミキサとの電源コードを接続する
  - ② ミキサの電源をオフにして、ミキサを停止した状態で材料を投入する
  - ③ コンクリート排出時は不慮の事故に備えて、電源をオフできる体勢をとる
- (2) 清掃時
  - ① ミキサの電源をオフにして、ミキサを停止する
  - ② 主電源とミキサとの電源コードを必ず切断する

### 6.6.2 ビービーコンシストメーター

ビービーコンシストメーターのテーブル振動機部分についての、使用時の注意事項は以下の通りである。

- (1) コンクリートを詰めた容器は重量があるので、テーブル振動機の上に載せるときおよび撤去するときには十分に注意する
- (2) 試験時は異常事態に備え、機械から少し離れる

## 6.7 各種試験装置における注意事項

### 6.7.1 万能疲労試験装置

オンラインハイブリッド弾塑性地震応答実験システムの加振装置の使用時の注意事項は、以下の通りで

ある。

- (1) 供試体の据付け時および撤去時は試験装置の電源をオンにした状態にあるので、装置を緊急停止できる体勢をとる
- (2) 供試体の据付け時および撤去時には、必要に応じてヘルメットを着用する
- (3) 試験時は異常事態に備え、装置から少し離れる

### 6.7.2 圧縮試験装置および万能試験装置

圧縮試験装置および万能試験装置の使用時の注意事項は、以下の通りである。

- (1) はり供試体の据付け時および撤去時には、油圧リフトを使用する
- (2) 油圧リフトを使用するときには、床および周囲の障害物を確認する
- (3) 試験時は異常事態に備え、装置から少し離れる

### 6.7.3 遠心载荷実験装置

本装置は、実物の  $1/n$  縮尺模型に  $nG$  の遠心力を負荷して実験する装置である。そのため  $188\text{cm}$  のドラムの中で模型を取り付けた  $150\text{cm}$  のアームを  $500\text{rpm}$  で回転させ ( $200G$  の加速度を発生することができる) ている。したがって、実験中は操作を誤れば大事故となる恐れがあり、以下の注意が必要である。

- (1) ドラム内で作業する際にはヘルメットを着用して、入り口や上面カバーに頭を当てないようにすること
- (2) 模型が入った試料容器のボトル・ナットをきっちりと締結し、容器を回転アームに正しく設置すること
- (3) 容器を設置して扉を閉める際には、忘れ物がないかを確認すること
- (4) 試験後は、しっかり回転が停止したことを確認して扉を開けること

なお、本装置には以下の安全機能が設けられている

- (1) 上面と側面には厚い防護カバーが設置されている
- (2) 模型設置時の安全対策として、扉が開いているときには、回転起動不能機構が作動する
- (3) 高速回転中は、飛散物に対する駆動モータ電気回路遮断機構が作動して緊急停止する
- (4) 「エマージェンシースイッチ」により緊急停止できる

### 6.7.4 傾斜水路実験装置

- (1) 怪我の防止、および実験中は水に濡れることもあり、また室内は水で滑りやすいので、必ず靴を履くこと
- (2) 衣服は、薬品が付着するなどの恐れがあるため作業服を着用すること
- (3) 携帯電話など、小物を水中へ落とすことがあるため実験中は持ち歩かないこと

## 6.8 環境デザイン実習における注意事項

- (1) カッターナイフの扱いには細心の注意を払うこと。たとえ作業机の上でもカッターマットを使用し、不要な力がかからぬようにすること。
- (2) 熱線カッター(スタイロカッター)使用時は、ニクロム線が高熱となるため、火傷に注意すること。また破断時は張力によりニクロム線が跳ねるため、作業中は顔を近づけすぎないようにすること。ハンディタイプの場合は電池が消耗すると切れ味が落ちるため、無理に続行して線を破断させ、怪我をしないよう早めの電池交換を心掛ける。
- (3) 誤って瞬間接着剤が皮膚に付いた場合は、ぬるま湯と石鹼を用いて丁寧に除去すること。とくに皮膚同士を接着してしまった場合は無理にはがそうとせず、慎重に行うこと。

- (4) 接着ならびに着色用のスプレーを用いる際は十分な換気を行うこと。また、スプレー用ブースを用いて周囲への飛散を防ぐこと。

### 6.9 校外での実習における注意事項

- (1) 実習地への往復移動時は、交通安全をしっかりと心掛けること。交差点ではたとえ歩行者用信号が青であっても右左折車両に注意して横断する。また歩道通行時には列を整え、原則車道から遠い側を歩行すること。寝屋川沿いのサイクリングロードを通行する際は、歩行者用レーンを確認して通行すること。
- (2) 夏場はもちろん、他の季節でも熱中症を予防するため水分補給を怠らないようにすること。水分補給は吸収効率を考えて少量ずつ回数を多く行うこと。また「喉が渴いた」という状況はすでに体が脱水症状を起こしているサインであるため、早めの補給を心掛けること。
- (3) 公園での調査時、池に落水しないよう十分に注意すること。調査のためという名目で、欄干を乗り越えて水際に近づくことがないようにする。
- (4) 打上川治水緑地の東側には、デッキ状の橋が存在している。デザインを重視して欄干が無いため、むやみに通行せぬようにする。調査のため通行する場合は十分に注意し、絶対に単独で渡らないように。
- (5) 打上川治水緑地は、寝屋川・打上川増水時に河川から水が流入するように造られている。その可能性がある場合はあらかじめ実習を中止するが、もし想定外の豪雨が降り、サイレンが鳴った際は速やかに公園内から退去すること。

## 7. 実習工場における各種装置及び設備を安全に使用するために

総合工学実験実習 I, II, 機械システム実習, 機械システム実験 I, II, 基礎研究, 卒業研究等では実習工場の装置及び設備を使用する場合がある。これらの装置及び設備を使つての作業には多くの危険が潜んでいる。しかし、安全に十分注意して作業を行えばいろいろな加工ができ、物作りの楽しみを十分味わうことができる。以下の事項に注意して実習工場の装置及び設備を使用すること。寝不足等がないよう体調を万全にし、時間に余裕をもって作業に臨み、体調不良のときは担当者に申し出ること。実習等で実習工場の装置及び設備を使用する学生は担当者の指示に従うこと。また、実習工場での注意事項を十分に守って行くこと。

### 7.1 服装

- ① 定められた帽子, 作業服, 靴を正しく着用すること。
- ② 上着のすそ, 袖口は引き締め, 上着のボタン等はみだりにはずさないこと。
- ③ タオルを首に巻いたり, 腰にぶらさげたりしないこと。
- ④ 作業中はポケットに手を入れないこと。
- ⑤ 手袋は許可されたとき以外は絶対に使用しないこと。

### 7.2 保護具

- ① 保護具は着用するように決められた作業には必ず確実に着用すること。
- ② 保護具の取扱いは丁寧にすること。
- ③ 保護具が不具合なときは担当者に申し出ること。

### 7.3 整理・整頓

- ① 工具などは, すぐ使えるよう, 定められた所に整理・整頓して置くこと
- ② 工具や測定治具等を機械の上など, 落下しやすい所に置かないこと
- ③ 工具や測定治具等を使用したあとは, 必ず元の場所に戻すこと
- ④ 機械等を使用したあとは, 機械, 工具及びその周辺をよく清掃すること

### 7.4 安全作業

- ① 作業前には周辺を整理し, 異物が巻き込まれないようにすること
- ② 作業前には必ず点検, 注油して機械の調子を確認すること
- ③ 作業の内容, 順序, 機械等の取り扱いについては, よく注意を聞き, 充分理解をしてから作業にかかること
- ④ 作業中は自分の持ち場から勝手に離れないこと。特に機械を運転しているときは絶対に離れないこと
- ⑤ 作業中の人に不意に近寄り驚かさないこと
- ⑥ 作業中に異常があれば直ちに担当者に申し出ること
- ⑦ 停電のときには直ちにスイッチを切ること

## 7.5 各種装置及び設備等使用上の安全心得

### 7.5.1 基本心得

- ① 工作物及び工具の取り付け, 取り外し時には必ず電源スイッチを切ること
- ② 加工直後の工作物及び刃物は熱いので注意すること
- ③ 加工後の工作物には返り(バリ)があるので注意すること

- ④ 加工中の工作物の寸法測定は必ず、装置を止め、電源スイッチを切ってから行うこと
- ⑤ 切粉等はブラシ、手ボウキ等で払い、素手でさわらないこと。

### 7.5.2 旋盤（図 7.1 に示すような工作機械）

- ① 回転部分には手を置かないこと
- ② 布切れ等(ウェス)を回転部分に近づけないこと
- ③ 加工物の取り付け、締め付けは確実にすること
- ④ チャックハンドルは使用后必ず取り外すこと
- ⑤ バイト等の取り替えは機械を止めてから行うこと
- ⑥ 無理な送りをかけないこと
- ⑦ チャック部回転中は、作業物が飛んでも安全な位置で作業すること。
- ⑧ また、作動中、近辺の人や物への安全に留意すること。

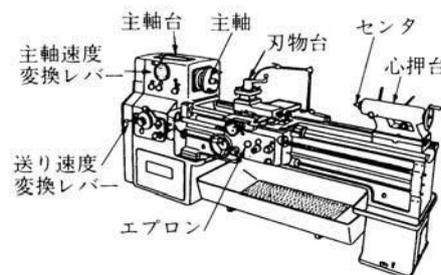


図 7.1 普通旋盤 (JIS B 0105)

### 7.5.3 ボール盤（図 7.2 に示すような工作機械）

- ① 工作物はテーブルまたは万力(バイス)に固定し、確実に取り付けること
- ② 回転しているドリルには、手をふれたり、顔を近づけたりしないこと
- ③ ドリルの取り付け、取り外し後はチャックハンドルを必ず取り外すこと
- ④ 穴あけの終わり近くや、ドリルを戻すとき工作物が振り回されやすいので気をつけること
- ⑤ 回転中はドリルや工作物が飛んでも安全な位置、距離を確保すること
- ⑥ ハンドルに無理な力を加えないこと
- ⑦ 加工穴には返り(バリ)があるので注意すること。

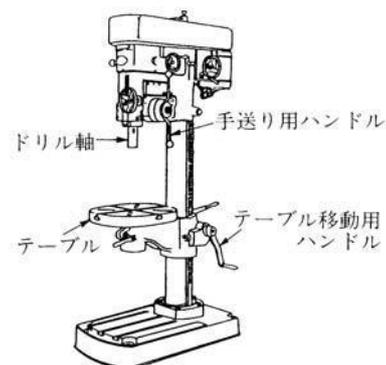


図 7.2 直立ボール盤 (JIS B 0105)

### 7.5.4 フライス盤（図 7.3 および 7.4 に示すような工作機械）

- ① 工作物は確実に取り付けること
- ② 回転しているカッターには、手をふれたり、顔を近づけたりしないこと
- ③ 穴あけの終わり近くや、カッターを戻すとき工作物が振り回されやすいので気をつけること
- ④ 回転中は、カッターや工作物が飛んでも安全な位置、距離を確保すること

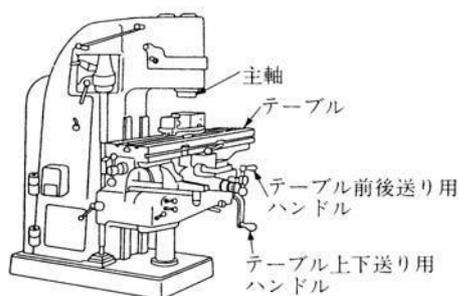


図 7.3 ひざ形立てフライス盤 (JIS B 0105)

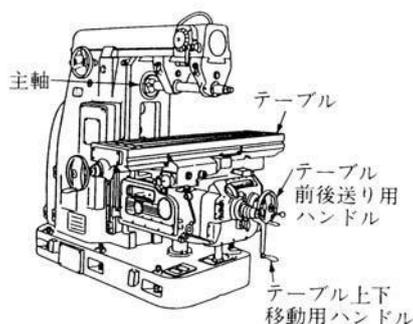


図 7.4 ひざ形横フライス盤 (JIS B 0105)

### 7.5.5 形削盤（図 7.5 に示すような工作機械）

- ① 工作物は確実に取り付けること
- ② ラムが往復運動する範囲内に障害物がないことを確認すること
- ③ ラムの正面に立って作業しないこと

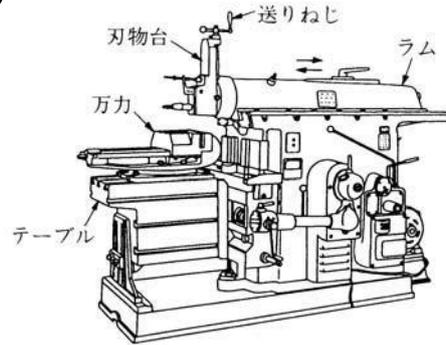


図7.5 形削り盤  
(JIS B 0105)

### 7.5.6 グラインダおよび研削盤

- ① 電源を入れたあと、しばらく砥石の空運転を行うこと
- ② 保護眼鏡・防塵マスクを着用し、作業は砥石の正面を避けて行うこと
- ③ 砥石は特殊作業を除き、砥石の周面で研削すること。側圧を加えないこと
- ④ 無理に押し付けたり、衝撃を加えたりしないこと
- ⑤ 砥石に顔を近づけないこと

### 7.5.7 精密切断機（ファイン・カッター）

- ① 上部アクリルカバーをして使用すること
- ② 砥石正面には立たないこと
- ③ 無理に押し付けたり、衝撃を加えたりしないこと。

### 7.5.8 切断機（シャーリングマシン）

- ① 一人で使用する事が望ましい
- ② 複数の者で作業する時は、必ず互いに声を掛け合って安全を確認すること
- ③ 回転中のハズミ車には近づかないこと
- ④ 機械後部からの寸法合わせのときは特に注意すること

### 7.5.9 帯のご盤

- ① 加工物はバイスで確実に取り付けること
- ② 回転中のノコ刃にウェス、手袋等を近づけないこと
- ③ 異常音が発生したら直ちに機械を止めること

### 7.5.10 立型帯のご盤（コンターマシン）

- ① 手袋等は使用しないこと
- ② 加工物を無理に押し付けて切断しないこと

### 7.5.11 溶接作業の安全心得

#### ガス溶接・ガス切断

- ① 火口先を工作物にあてたり、接触させたりしないこと
- ② 作業員および見学者はガス溶接専用の保護眼鏡(サングラス)をかけること
- ③ 作業後、工作物は素手で絶対触らないこと。必ず鉄ハシを使用すること
- ④ 作業員および見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服、作業帽はしっかり着用すること
- ⑤ 逆火が起こった場合、直ちに吹管のバルブを締めて、担当者に報告すること

### エアープラズマアーク切断

- ① 作業者および見学者は、プラズマアーク光を遮蔽する保護面(ハンドシールド)を着用すること
- ② 作業者および見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服、作業帽はしっかり着用すること。また、作業者は皮エプロン、皮手袋を着用すること

### アーク溶接

- ① 作業者および見学者は、溶接機の裏側には絶対に立ち入らないこと
- ② 被覆アーク溶接およびCO<sub>2</sub> ガスアークを使用する場合、作業者は紫外線等の有害光より皮膚を守るために、必ず皮エプロン・皮手袋および防塵マスクを着用すること
- ③ 見学者は、飛散する火の粉から身を守るために作業服・作業帽はしっかり着用し、必ず、皮エプロン・皮手袋を着用すること
- ④ 被覆アーク溶接作業者は作業終了後、直ちに電源を切り、溶接棒をホルダーから離脱させてから、ホルダーを所定の場所へ置くこと
- ⑤ 被覆アーク溶接作業者は作業終了後、工作物に顔を近づけないこと。スラグが飛散し、目に入ることがあり、危険である。見学者ももちろん近づかないこと
- ⑥ 作業者はスラグ除去作業を行うが、スラグが飛散し、目に入ることがあるので、必ず保護メガネを着用すること
- ⑦ 溶接後の工作物は大変高温になっているので、皮手袋で直に持つとやけどを負う恐れがある。必ず鉄ハシを使用すること

### 抵抗溶接(スポット溶接)

- ① 薄板を使用するため、角(エッジ)で手を切っけがをしたり、また、熱の伝わりが速いのでやけどを負ったりするので、必ず手袋を着用すること
- ② 溶接時に溶融した金属粉が飛散してくるので、必ず保護メガネを着用すること
- ③ 溶接時に加圧をかけるので、工作物を持っている手が下降する電極に挟まれないように気を付けること

## 8. 材料分析部門における各種分析装置を安全に使用するために

### 8.1 熱分析システムにおける注意事項

#### (1)「ボンベの運搬に関して」

窒素やアルゴンなどの不活性ガスのボンベを1階から3階まで運搬する際は、ダムウエアを使用し、落下による傷害のないように注意すること

#### (2)「ボンベの操作に関して」

窒素やアルゴンなどの不活性ガスを使用する際は、高圧ガス取締法や労働安全衛生法等の安全対策の基準に準じて、配管の接続やバルブの操作を行うこと

#### (3)「分解ガスの処理に関して」

熱重量天秤(TG/DTA)使用時に発生する分解ガスは、換気扇の電源を入れ、強制的に排気すること

### 8.2 X線分析装置付走査電子顕微鏡(SEM)における注意事項

#### (1) 試料室の真空排気時に指をはさまないように注意すること

#### (2) 液体窒素使用時は、その取扱いに十分注意すること

#### (3) 試料室内部や試料を素手で触って汚さないようにすること

#### (4) 試料室はなるべく真空排気状態に保ち、使用終了時は必ず排気すること

#### (5) 液体や飛散しやすい粉末状試料の使用はなるべく避けること

#### (6) イオンスパッタ装置の使用後は試料室内を洗浄し、必ず排気して終了すること

### 8.3 X線構造解析装置(XRD)における注意事項

(1) X線装置の取扱いに関しては法令や政令による義務や制約があり、一般の実験以上に周到な準備と細心の注意が必要である

(2) X線装置は加速電圧も低く、装置も小型で運転も簡単なため、最も一般的に使用されている

(3) 実験に際しては、実験者本人のみならず、周囲の人に被爆を与えないように心掛け、装置を管理している「材料評価室長」または機器担当者の指示に従うこと

(4) 決して安易に取扱ってはならない

### 8.4 万能材料試験機における注意事項

#### (1) 電源の On, Off は確実にを行う

#### (2) 治具やチャックは重いものもあるので、運搬には十分注意すること

#### (3) 機械の上に工具、材料等を載せてはならない

#### (4) 機械が止まった状態で治具や試験物の取り付け、取り替えを行うこと

#### (5) 試験機ならびに掴み具等の最大許容荷重以上の荷重をかけないこと

#### (6) 材料によっては破壊時に試験片の破片が飛び散る場合があるので、防護策を講じること

### 8.5 高周波プラズマ発光分析装置(ICP)における注意事項

#### (1)「燃焼ガスの処理に関して」

ICP 使用時に発生する燃焼ガスは、換気扇の電源を入れることにより、強制的に排気する必要がある。換気扇が回っているか、必ず確認すること。

#### (2)「ボンベの管理について」

ICP は、測定に常時アルゴンガスを用いる。1.5 節の「高圧ガスボンベの管理について」の項を必ず熟読すること。特にボンベを交換する際には経験者の指導を受けること。

#### (3)「測定に関して」

ICP は溶液中の微量元素を定量するための装置であり、測定元素や他の溶解成分の濃度・溶液の pH・沈殿の残留などによって正確な分析ができなくなる可能性がある。分析するサンプルの性質を十分に理解した上で測定に臨むこと。

また、測定開始時には装置内部およびドレーンに前回測定したサンプルが残存している可能性を十分に

留意すること。特に、フッ酸やシアン化合物など、特殊な薬品を用いて溶液化を行った際は、測定前に必ず装置管理者に連絡を取ること。

(4) 「測定が終了したら」

測定中にトラブルが起こった際は、必ず装置管理者に連絡すること。その際、原因究明のためトラブル発生時の測定試料・状況などについて詳細に報告すること。また、報告のため、毎回使用時に必ず使用記録簿を付けること。

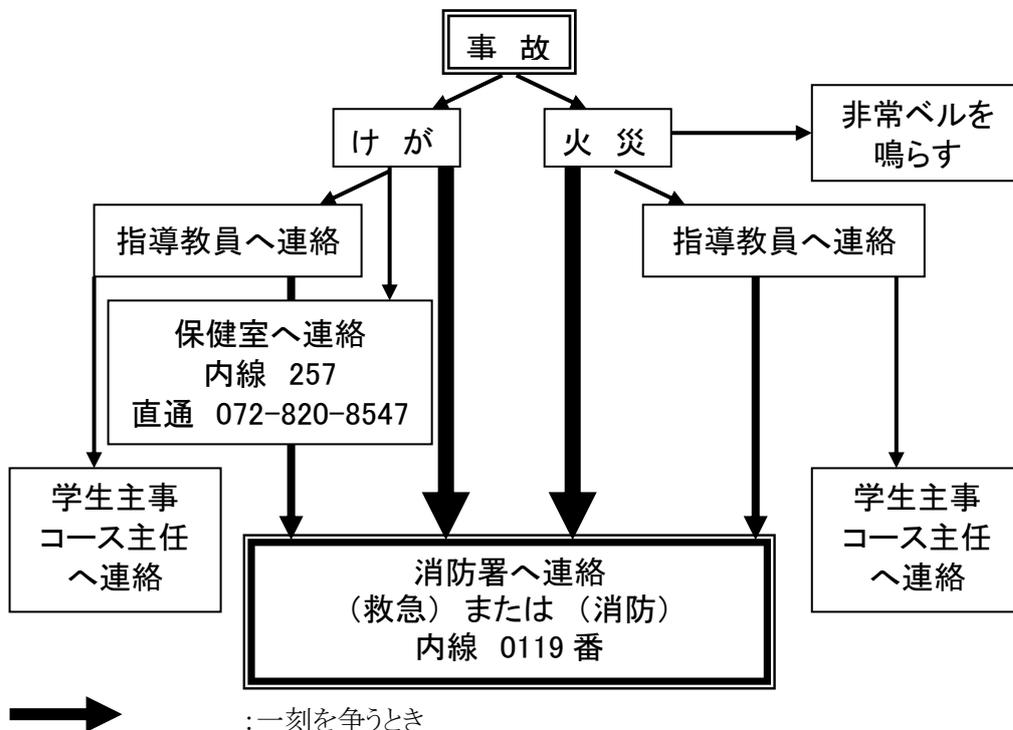
## 8.6 蛍光엑クス線分析装置(XRF)における注意事項

- (1) 蛍光엑クス線分析装置の取扱いにあたり、装置使用者は엑クス線の人体に与える影響、関連法規（電離放射線障害防止規則、労働安全衛生法）を熟知したうえで、当該蛍光엑クス線装置の取扱いについて訓練を受ける必要がある。
- (2) 엑クス線装置の取扱いにあたって、装置使用者は、使用中はその場を離れず、他人にみだりに装置に触れさせないように、十分注意すること。
- (3) 蛍光엑クス線分析装置は、異常時に装置を緊急停止するインターロック機構が備えられている。インターロックのはたらきにより엑クス線が照射されない場合、みだりにインターロック機構を解除したり、不用意に改造を加えるなど絶対に行わないこと。インターロック機構がはたらく原因が不明な場合は、機器担当者に報告し指示を仰ぐこと。
- (4) 蛍光엑クス線分析装置は、十分に遮蔽された照射ボックスを有し、엑クス線照射中に身体の一部または全部がボックス内部に入らないように設計されている。そのため当該装置は、外部に放射線管理区域は存在しないとして法令上、取り扱ってよいが、必要に応じ個人被曝線量計を貸し出すのでこれを着用してもよい。
- (5) 装置使用者は、使用後に整理整頓、清掃を行い、使用記録簿を付けること。
- (6) 装置使用は計画性をもち、被曝管理と装置保守の観点から、使用時間を最小化するよう努めること。

## 9. 事故時の対応について

### 9.1 平日の 19 時までにおける事故

事故が生じた場合は、次の行動をとる。(保健室は、17 時 15 分まで)



### 119 番通報メモ

1. なるべく携帯ではなく、内線電話から「0119」で通報する
2. 火事ですか、救急ですか？  
火事です ・ ( 救急です )
3. 住所は？ さいわいちょう  
寝屋川市 幸 町 26-12 大阪府立大学高専です
4. 燃えているものは？ (救急ならケガなどの状態)  
 [火災のとき] ( 棟、 室 ) で が燃えています  
 [救急のとき] ( 誰 ) が ( どんな状態 ) です
5. あなたのお名前と電話番号は？  
(通報者名) (電話) 821-6401 です
6. 火災のときは、通報したら急いで自分も避難すること

### (A) 保健室での応急処置だけでよいと判断される場合

保健室を事務局のマスターキーで開け、救急箱を使用して応急の処置をする。その際、帰宅後も症状が続くか悪化するときは、至急に病院に行くよう、学生に指示しておく。

### (B) 病院で治療を受ける必要があると判断される場合

下記(1)～(6)に従って処理する。

### (C) 傷害の程度が重く緊急の処置を要すると判断される場合

速やかに 119 番に電話して、救急車を呼ぶ。また、状況に応じて下記の(2), (4), (5), (6)の処置をする。

#### (1) 病院への連絡

＜外科関係の傷害の場合＞ 上山病院 (825-2345) に電話で診療を申し込む。

＜眼科関係の傷害の場合＞ 加賀眼科 (822-0852) に電話で診療を申し込む。

#### (2) 学生票のコピー

学生主事室(または学生課)で当該学生の学生票のコピーを受け取る。このコピーを病院まで持参し、受付時に提示する。学生票コピーの取り扱いには十分注意する。

#### (3) 学生の病院への搬送

学生を病院に連れて行く。タクシーが必要なときは、日本タクシー (827-5151) を呼ぶ。タクシーチケットは学生主事室(または学務課・総務課)で 2 枚受け取る(不要分は速やかに返納して下さい)。

#### (4) 病院での措置

受付、診療、薬の受領、診療費の支払い手続等を行う。また、事故および治療の概要を保護者に電話するとともに、学生主事室 (072-820-8555) へも経過の状況等を連絡する。

#### (5) 学生の帰宅措置

学生が一人で帰宅できないようであれば、可能な限り保護者に病院(または学校)まで来ていただき、保険証とお金をもって来てもらう。

学生が一人で帰宅できず、また保護者が迎えに来られない場合は、タクシーで帰宅させる。付き添う必要があるときは同乗する。

#### (6) 学生への指示

翌日に保険証と代金を病院へ持って行くよう指示する。また、保健室へ事故の概要と治療内容を報告し、独立行政法人日本スポーツ振興センターの災害給付の手続をするよう指示する。

## 9.2 休日および平日の 19 時以降における事故

基本的には「9.1 平日の 19 時までにおける事故」の場合に準じた対処をして下さい。

### (A) 保健室での応急処置だけでよいと判断される場合

守衛室からマスターキーを借りて保健室を開け、救急箱を使用して応急の処置をする。その際、帰宅後も症状が続くか悪化するときは、至急に病院に行くよう学生に指示しておく。また、次の勤務日に使用した物品について保健室に報告する。

**(B) 病院で治療を受ける必要があると判断される場合**

上記(1)～(6)に従って処理する。次の勤務日に学生主事室に経過を報告する。

**(C) 傷害の程度が重く緊急の処置を要すると判断される場合**

9. 1 節の図に従って、速やかに 119 番に電話して、救急車を呼ぶ。また、状況に応じて上記の(4), (5), (6)の処置をする。

なお、(C)の場合は学生担当副校長(携帯)へ至急状況等を連絡する。また、保護者へは必ず事故発生状況と学生の状態を連絡する。タクシーチケットが必要な場合は、教員名を言って守衛室で2枚受け取る。不要分は速やかに学生主事室に返納する。

**9.3 診療機関一覧**

※必ず受診前に医療機関に連絡し、受け入れ可能かどうかの確認をしてください。

病 院 名	診療科	電話	受付及び診察時間		
上山病院 (秦町 15-3) (救急は 24 時間対応)	内科 整形外科 外科 脳外科	072- 825-2345	【午前診】(月～金曜日)  (土曜日)	受付 8:00～11:30  受付 8:00～12:00	(診察 9:00～12:00)  (診察 9:00～12:30)
小松病院 クリニックこまつ (川勝町 11-6)	内科 外科 整形外科 耳鼻科 眼科 歯科 口腔外科 皮膚科	072- 823-1521	【午前診】(月～土曜日) ※皮膚科(火)(土)は休診  【夜 診】(月～金曜日) ※内科・耳鼻科・皮膚科のみ)	9:00～11:30  17:30～19:30	
寝屋川ひかり病院 (石津元町 12-20) (救急は 24 時間対応)	内科 外科 整形外科	072- 829-3331	【午前診】(月～土曜日)  【夜 診】(月～金曜日)	診察 9:00～12:00 内科：月～土 外科：火、土 整形外科：月、水～土  診察 17:00～20:00 内科：月～金 外科：火 整形外科：月、水～金	
加賀眼科医院 (早子町 21-6)	眼科	072- 822-0852	【午前診】(月～土曜日)  【午後診】(月～金曜日)  (水曜日除く)	9:00～12:00 (受付 11:30 まで) ※コンタクト受付は午前 11:00 まで、 16:00～19:00 (受付 18:30 まで) ※コンタクト受付は午後 18:00 まで	



## 10. 学生教育研究災害傷害保険

本校の学生は、入学時に独立行政法人日本スポーツ振興センターに加入しており、学校管理下(授業, 学校行事, 課外活動および通学)において負傷等をした場合に、下表の通り医療費その他の給付金を受けることができる。

災害の種類	災害の範囲	給付金額
負傷	その原因である事由が学校の管理下で生じたもので、療養に要する費用の額が 5,000 円以上のもの	医療費 ・ 医療保険並の療養に要する費用の額の 4/10(そのうち 1/10 は、療養に伴って要する費用として加算される分) ただし、高額療養費の対象となる場合は、自己負担額(所得区分により限度額が異なる。)に療養に要する費用の額の 1/10 を加算した額 ・ 入院時食事療養費の標準負担額がある場合は、その額を加算した額
疾病	その原因である事由が学校の管理下で生じたもので、療養に要する費用の額が 5,000 円以上のもののうち、文部科学省令で定めるもの ・ 学校給食等による中毒 ・ ガス等による中毒 ・ 熱中症 ・ 溺水 ・ 異物の嚥下又は迷入による疾病 ・ 漆等による皮膚炎 ・ 外部衝撃等による疾病 ・ 負傷による疾病	
障害	学校の管理下の負傷又は上欄の疾病が治った後に残った障害(その程度により第 1 級から第 14 級に区分される。)	障害見舞金 4,000 万円～88 万円 〔通学中の災害の場合 2,000 万円～44 万円〕
死亡	学校の管理下において発生した事件に起因する死亡及び上欄の疾病に直接起因する死亡	死亡見舞金 3,000 万円 〔通学中の場合 1,500 万円〕
	突然死 運動などの行為に起因する突然死	死亡見舞金 3,000 万円 〔通学中の場合 1,500 万円〕
	突然死 運動などの行為と関連のない突然死	死亡見舞金 1,500 万円 〔通学中の場合も同額〕

初 版発行日 平成 20 年 3 月

第 3 版発行日 平成 24 年 4 月

改訂版発行日 平成 28 年 4 月

改訂版発行日 平成 29 年 4 月

改訂版発行日 令和 3 年 4 月

編集発行

大阪府立大学工業高等専門学校 危機対策委員会

〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 26-12

大阪府立大学工業高等専門学校

TEL 072-821-6401

FAX 072-821-0134