

安 全 の 手 引 き

Version 4

(令和7年3月)

鹿児島大学工学部

環境・安全・衛生委員会

目 次

1章 緊 急 時 対 応	1
1節 事故現場での応急処置	
2節 事故発生時の応急処置と連絡	
3節 医療機関	
4節 学生教育研究災害傷害保険について	
2章 火災・地震災害等	9
1節 火 災	
1) 火災発生の際の処置 2) 火災の予防	
2節 都市ガスによる災害	
1) ガス漏れ発生時の処置 2) ガス漏れ予防	
3節 風水害	
1) 風水害発生時の処置 2) 風水害の予防	
4節 火山災害	
1) 火山災害発生時の処置 2) 火山災害の予防	
5節 地震災害	
1) 地震発生の際の処置 2) 地震災害の予防	
6節 避難	
7節 全学の災害対策との連携	
1) 災害時の対応・体制等 2) 平時の防災対策	
3章 電 気	15
1節 電気機器使用上の一般的注意	
2節 感電防止と感電時の処置	
1) 給電方式・配電方式 2) 電線 3) 絶縁 4) 接地 5) 開閉器 6) 過電流析器	
7) 配線工事 8) その他	
3節 感電防止と感電時の処置	
1) 感電 2) 感電防止対策 3) 感電時の応急処置	
4節 電気火災と爆発の防止	
1) 過熱(オーバーヒート)による火災 2) 電気火花による可燃性ガスの爆発と	
その防止策 3) 休止機器の再使用時の注意 4) OA機器の使用上の注意	
5節 VDT作業時の注意	
6節 事故防止のための点検	
4章 機械加工・溶接・熱処理等	26
1節 作業服および保護具	
2節 整理整頓と災害防止	
3節 手工具(ハンマ、スパナ、レンチ、タガネ、ポンチ、ヤスリ等)による作業の注意	
事項	
4節 グラインダー使用に当たっての注意事項	
5節 卓上ボール盤使用に当たっての注意事項	
6節 ハンドドリル使用に当たっての注意事項	
7節 工作機械使用に当たっての注意事項	
8節 溶接作業における注意事項	

1) ガス溶接作業における注意事項 2) アーク溶接作業における注意事項	
9 節 熱処理作業における注意事項	
10 節 特殊機器使用に当たっての注意事項	
5 章 高圧ガス・液果ガス	29
1 節 高圧ガス	
2 節 液化ガス	
6 章 化 学 薬 品	30
1 節 化学薬品の取り扱い	
1) 危険な化学薬品を使用する際の一般的な注意事項	
2 節 危 険 物	
3 節 発火性物質	
1) 強酸化性物質 2) 強酸性物質 3) 低温着火性物質	
4) 自然発火性物質 5) 禁水性物質	
4 節 引火性物質	
1) 特殊引火物 2) 一般引火性物質	
5 節 爆発性物質	
1) 可燃性ガス 2) 分解爆発性物質 3) 火 薬 類	
6 節 有毒性物質	
1) 毒性ガス 2) 神経作用毒ガスと法規制 3) 毒物, 劇物, その他	
7 節 化学薬品の廃棄	
8 節 管理下でない放射性物質	
7 章 化 学 実 験	42
1 節 一般的注意	
2 節 加 熱	
3 節 蒸 留	
4 節 オートクレーブ	
5 節 危険な器具の取り扱い	
6 節 化学実験における事故と対処例	
8 章 ガ ラ ス 器 具	43
1 節 ガラス器具の使用	
2 節 ガラス細工	
3 節 ガラス器具の廃棄	
9 章 火 災 と 爆 発	44
1 節 ガス爆発	
2 節 分解爆発性ガス	
3 節 爆発性物質	
10 章 放射性同位元素, 放射線発生装置およびエックス線発生装置等	44
1 節 一般的注意	
2 節 放射性同位元素等の取り扱いおよびその場合の自己点検	
3 節 エックス線発生装置等の取り扱い	
4 節 エックス線発生装置等を取り扱う場合の自己点検	

5 節	電子顕微鏡の取り扱い	
11章	レ ー ザ ー	50
1 節	レーザーによる障害	
1)	レーザー光を生体にあてると	2) その他の障害
2 節	最大許容露光量 (MPE) とは	
3 節	「レーザー製品の放射安全基準」のJIS規格について	
4 節	レーザーの危険度	
1)	危険度による分類	2) 危険度の表示
5 節	安全の確保	
1)	目に関する危険性に対する注意事項	
2)	皮膚に関する危険性に対する注意事項	3) 不可視光レーザーの取り扱い
12章	生 物 (実験動物・微生物) 皮膚に関する危険性に対する注意事項	53
1 節	実験動物の取り扱い	
2 節	微生物および細胞株の取り扱い	
3 節	ヒトを対象とする生命科学研究の取り扱い	
13章	学外における学習・研究活動	54
1 節	学外実習 (インターンシップを含む) および工場見学	
2 節	国内でのフィールドワーク	
3 節	国内の学会、研究会等への学生の出張	
4 節	国外でのフィールドワーク	
1)	一般的な注意	2) 健康上の注意
5 節	国外の学会、研究会等への学生の出張	
14章	応 急 処 置 法	57
1 節	薬品による中毒 (各薬品のSDSを確認すること。)	
2 節	一般外傷の処置	
3 節	やけど	
4 節	寒剤などによる凍傷	
5 節	ガラスなどによる外傷	
6 節	電撃傷	
7 節	放射線被曝	
8 節	捻挫・脱臼・骨折	
9 節	フィールドでの事故	
10 節	心肺蘇生法付録	
15章	運搬作業の安全な取扱い	66
1 節	運搬作業における一般的注意	
2 節	台車を用いる運搬作業	
3 節	クレーン・ホイストを用いる運搬作業	
4 節	玉掛け作業	
16章	事故例	67
1 節	爆発	
2 節	発火・火災	
3 節	廃棄物からの火災	
4 節	中毒	

5節 電気による事故

6節 機械による事故

7節 その他の事故

教育・研究などを続けるために知っておくべき法令等……………79

環境・安全・衛生関係法令等

SDS（安全データシート）

水質汚濁防止法

一律排水基準

下水道法

下水道法施行令（特定事業場からの下水の排除の制限に係る水質の基準）

鹿児島市下水道条例

廃棄物の処理及び清掃に関する法律

労働安全衛生法関係 特定化学物質

労働安全衛生法関係 有機溶剤

化学物質排出把握管理促進法（PRTR制度，SDS制度）

PRTR制度 対象化学物質

廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル

遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律

毒物及び劇物取締法

消防法（危険物など）

高圧ガス保安法（圧縮高圧ガス，液体窒素など）

放射線障害防止法（X線，放射性物質，核燃料物質など）

土壤汚染対策法

環境基本法

全学規則等

鹿児島大学職員労働安全衛生管理規則

鹿児島大学放射線安全管理規則

鹿児島大学遺伝子組換え実験安全管理規則

鹿児島大学有害廃棄物及び実験排水管理規則

鹿児島大学動物実験委員会規則

鹿児島大学放射線安全管理委員会規則

工学部・大学院理工学研究科規則等

工学部環境・安全・衛生委員会規則

大学院理工学研究科放射線障害防止委員会規則

大学院理工学研究科動物実験委員会規則

大学院理工学研究科エックス線障害予防規程

1 章 緊急時対応

1 節 事故現場での応急処置（応急処置法については14章に記載）

事故が起こったら、事態を周囲に知らせて協力を求め、手分けして3・4ページの緊急連絡図に従い、担当教員への連絡と所定の通報を行い、同時に以下の応急措置を行う。救急薬品は学生係に常備してある。

1) 初期消火

引 火	・直ちに火元のガス栓，電源スイッチを切る。 ・周囲の可燃物や危険物を安全な場所に移す。 ・消火。少量の溶媒であれば，注意しながら，そのまま燃え尽きるのを待つ。容器や装置の外に火が燃え広がった時は，常備の粉末消火器で火点を制圧。水は周囲にかけて延焼を防ぐ。禁水性物質には乾燥砂をかける。 ・これらの措置によっても消火できず，火勢が大きくなって素人の手に負えないと判断されたら，負傷者を助けて屋外に避難する。
衣類に引 火	・あわてて動き回ると火炎をあおる。火炎を吸い込まないように注意する（気道を火傷して死亡する場合がある。 ・床上に寝て転がる。濡れたタオルでもみ消す。水をかける。

2) 外科的応急手当

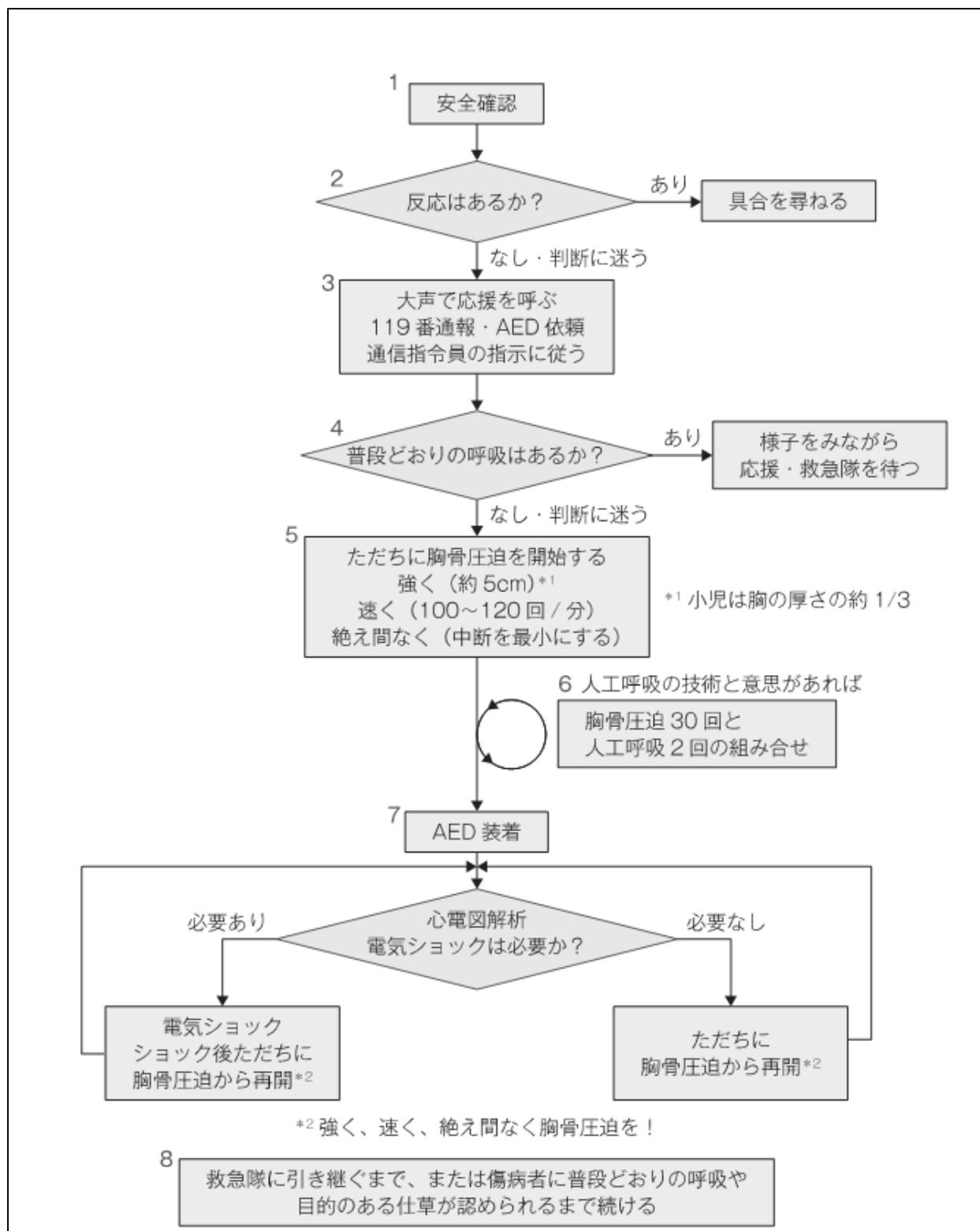
火 傷	・直ちに大量の流水あるいは氷水で十分に冷やす（10～30分）。清潔なタオルやガーゼで覆い，医師の治療を受ける。 ・重症度は火傷の面積と深さから判断する。中度以上の火傷ではショックを起こして手足が冷たくなり，顔面蒼白，嘔吐して，死に至ることもある。 ・安静にして受傷面を清潔なシーツやタオルで覆い，毛布にくるんで保温して病院（外科，整形外科，皮膚科）へ急送する。 ・多量の水を欲しがるときは，水やスポーツ飲料を与える。
切り傷など	・傷口周辺の汚れを水道水でよく洗い流し，傷口からガラス片や異物を出来るだけ除去する。 ・消毒ガーゼで出血点を圧迫して止血する。ガーゼを当てて傷口を保護し，包帯をする。 ・かなりの出血を伴う大きい傷は清潔なタオルや包帯などで巻いて止血しつつ病院へ行き手当を受ける。 ・特に泥などで傷口が汚染されると，破傷風菌やガス壊疽菌に感染し易いので入念に傷口を洗浄して，専門医の指示を受けること。
打撲 捻挫 骨折	・患部を冷やし，副木や弾力包帯で固定して医師の手当を受ける。 ・骨折の場合は，患部が動かないように副木などで骨折部位の上下関節を固定（患部は布などで保護する）して病院へ行って治療を受ける。

3) 薬品による事故の応急処置（各薬品のSDSを必ず確認すること）

事 故 例	薬 品	応 急 処 置 法
衣類を損傷した場合	酸 アルカリ	- 炭酸アンモニウムまたは希アンモニア水で洗浄してから十分に水洗しておく。 - ホウ酸または希酢酸で洗浄した後、十分に水洗しておく。
皮膚に付着した場合	一般的処置	汚染した衣服を脱がせて、皮膚を大量の流水で洗う。衣服が皮膚に付いている時は、無理にはがさない。
	強酸 強アルカリ フェノール	- 十分に水洗、石鹼水で洗浄して乾かしておく。 - 同上。 - 酸・アルカリは中和しないこと。 - 多量の石鹼と水でやさしく洗う。
	一般的処置	- 直ちに流水で洗眼する（5～15分）。洗眼器の常備が望ましい。 - 洗眼に酸あるいはアルカリを使用してはならない。 - 眼に直接触れない。 - 洗眼後に痛みを感じない時でも、専門医に診察してもらう。
薬品を飲み込んだ場合	一般的処置	- 直ちに保健管理センター、救急隊に連絡をとり、薬品の種類、量、発生時刻を告げて指示を仰ぐ。のどや胸の痛みを訴えたり、けいれん、意識の低下に注意する。意識不明の場合は心肺蘇生法を実施する。 - 吐かせる（ただし、酸、アルカリなどの腐蝕性薬品や炭化水素液体などの場合は、吐かせないこと。） - 水や牛乳を胃内希釈目的で使用する。（無理はしない。）
ガスを吸入した場合	一般的処置	- 直ちにその場を離れ、新鮮な空気に触れさせ、安静にして保温し、手当を受ける。 - 状態に応じて人工呼吸、心マッサージを行う。
	シアン 塩素 臭素 アンモニア	- 保健管理センター・救急隊の指示をあおぐ。酸素吸入をする。 - 同上。酸素吸入をする。 - 同上。酸素吸入をする。 - 同上。酸素吸入をする。

意識を失った人の救急蘇生法を次ページに示す。

AED（自動体外式除細動器）の配置については次々ページに示す。



一次救命処置の（BLS）の手順

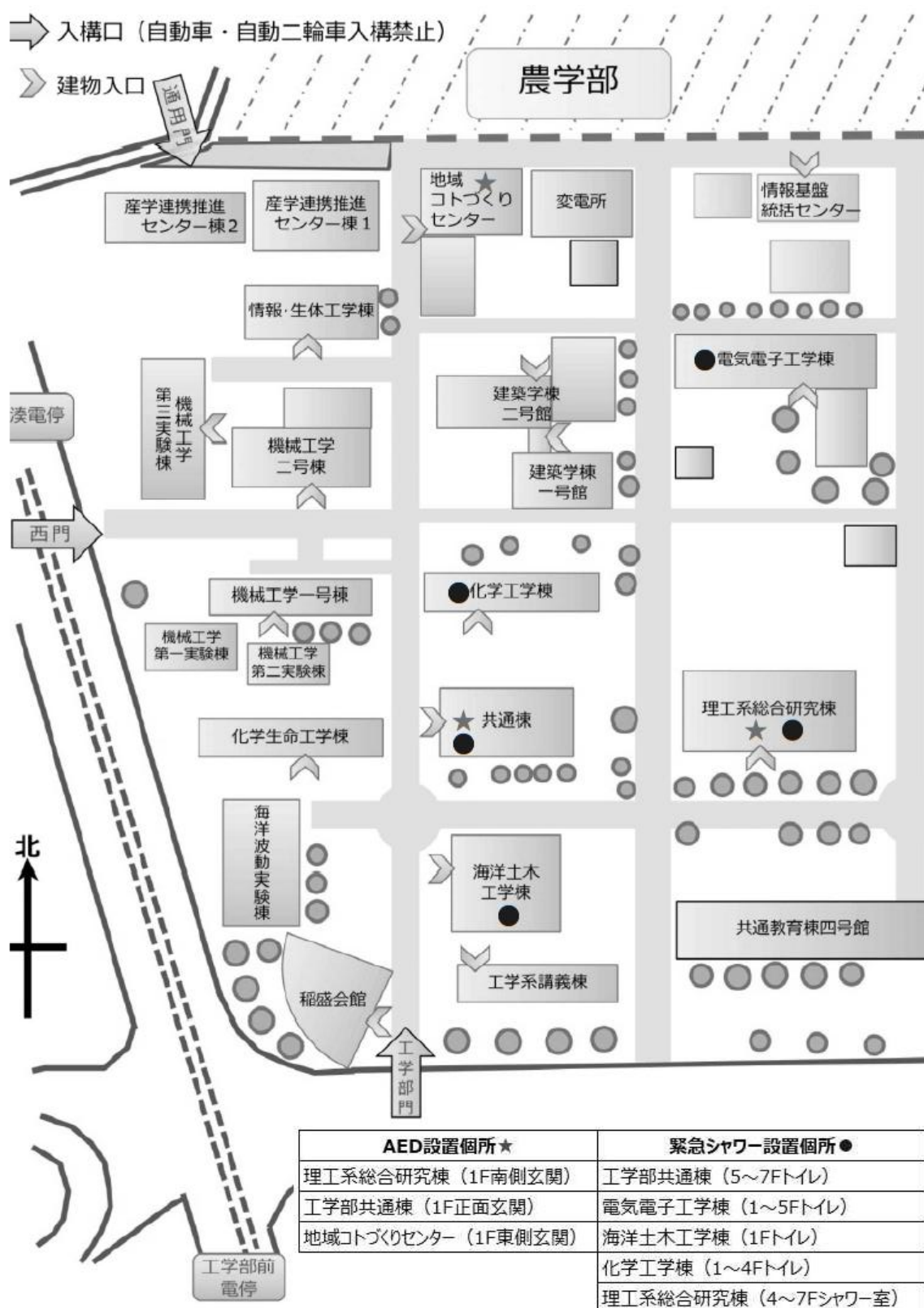
救急蘇生法の指針2020（市民用）より引用

一般社団法人日本蘇生協議会監修：J R C 蘇生ガイドライン2020，p. 20，医学書院，2021より転載

*AED（自動体外式除細動器）は、以下の各建物の外壁に設置してある。なお、設置場所の変更もあることから、普段からAEDの設置場所の把握に努めておくこと。

理工系総合研究棟（南側玄関）、工学部共通棟（正面玄関）、地域コトづくりセンター（東側玄関）

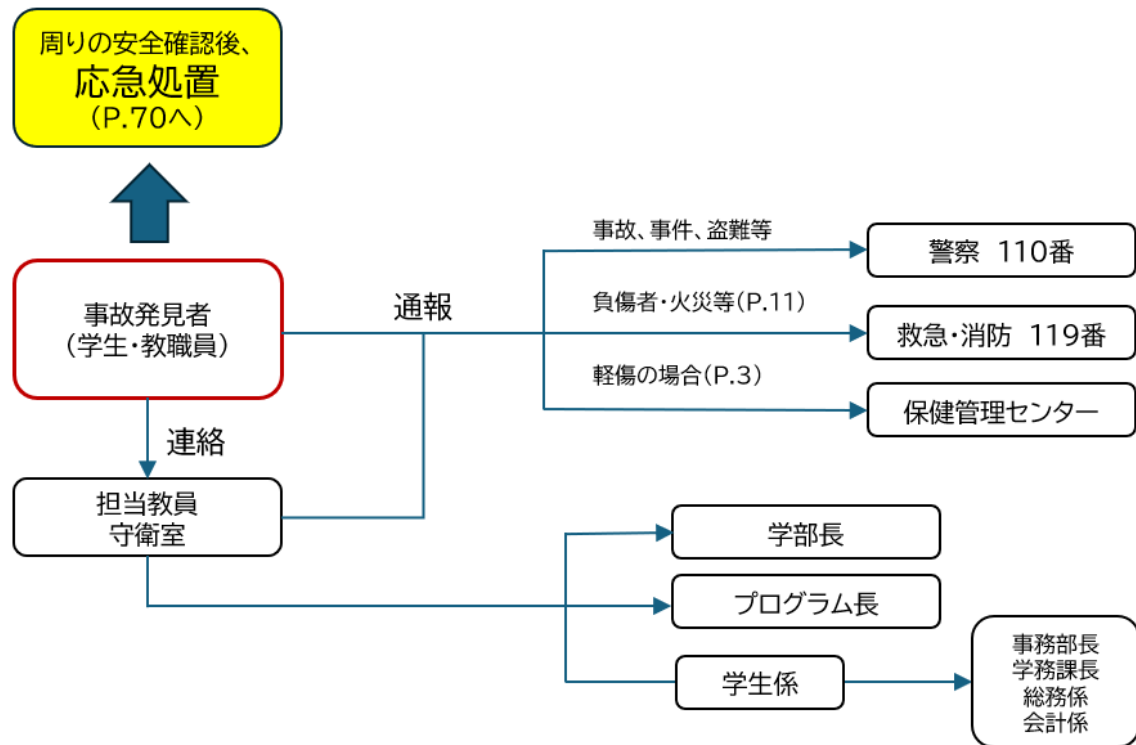
AED 及び緊急シャワー設置箇所



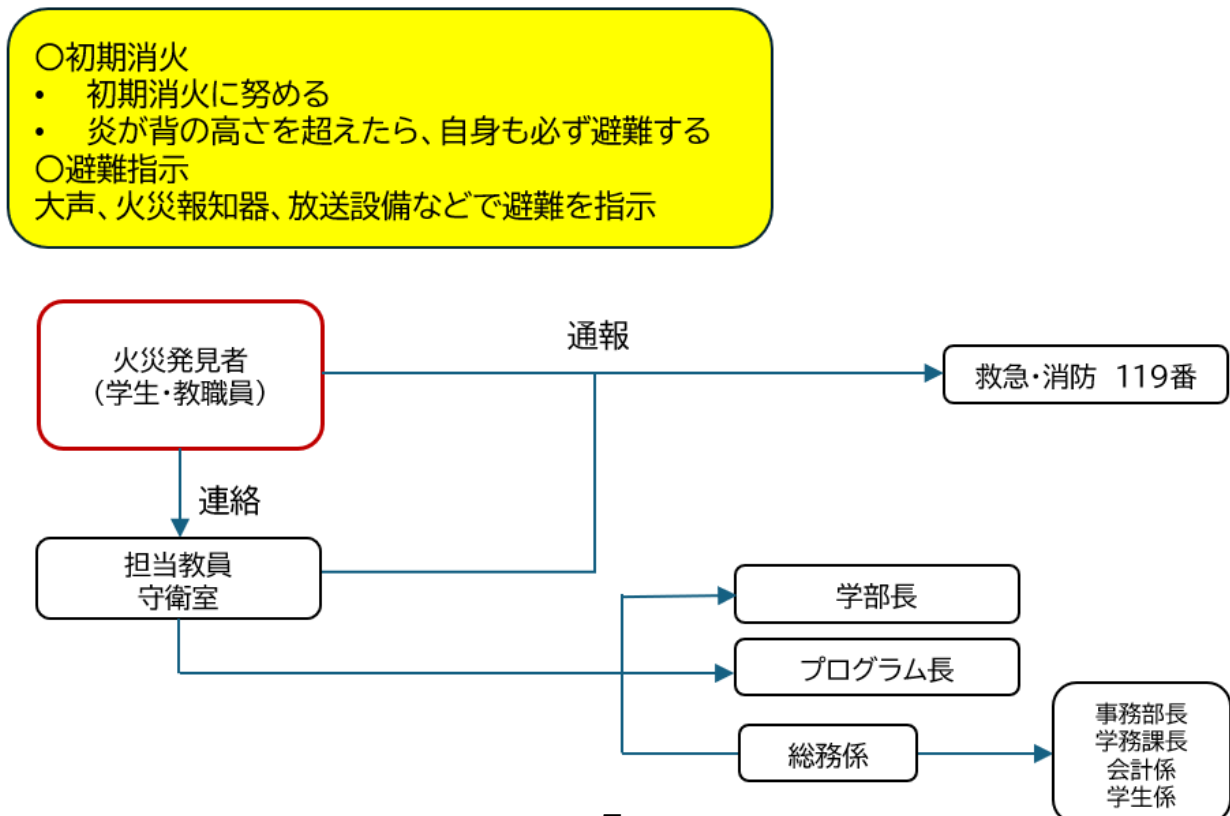
2節 事故発生時の応急処置と連絡

万一、不測の事態が生じた時は、被害や傷害を最小限に止めるために、当事者だけでなく、周囲の人々が協力して、荒てずに状況を正確に把握して、下記に従って事態に即した連絡・通報と的確な応急処置をとること。

緊急時対応フローチャート



火災時対応フローチャート



付表

部署	時 間 内 部 署	
	直 通	内 線
担 当 教 員	職員名簿参照	
プ ロ グ ラ ム 長		
学 部 長		
事 務 部 長		
学 務 課 長		
総 務 係 長		
会 計 係 長		
学 生 係 長		
保健管理センター	2 8 5 - 7 3 8 5	7 3 8 5
中 央 警 察 署 荒 田 交 番	0 9 9 - 2 2 2 - 0 1 1 0	

① 薬品庫の火災の場合

危険物取扱主任者 中島 常憲 内線8337

② X線管理区域または近くの火災の場合

X線作業主任者 前嶋 圭剛 内線8415

各装置X線管理責任者

3) その他の事故

(1) ガス漏れ（次のいずれか）

日本ガス（24時間受付）

24時間受付 250-5119

又は 255-1181

変 電 室

内線 7290

（時間外 南日本総合サービス 224-3505）

会計係長

内線 8224

(2) 電気事故（次のいずれか）

変 電 室

内線 7290

（時間外 南日本総合サービス 224-3505）

会計係長

内線 8224

(3) 給排水

変 電 室

内線 7290

（時間外 南日本総合サービス 224-3505）

会計係長

内線 8224

(4) エレベーター

『エレベーター内より』

非常用ボタンを押してインターホンにより工学系総務係守衛室または各エレベーターメンテナンス会社につながるので指示を仰ぐ

『エレベーター外より』

三菱電機ビルソリューションズ（海洋土木工学棟、情報・生体工学棟、化学生命工学棟、理工系総合研究棟、工学部共通棟、化学工学棟、機械工学2号棟）

（24時間受付）099-226-1912

又は 099-223-1194

日立ビルシステム（建築学棟2号館、機械工学1号棟）

099-258-7555

フジテック（電気電子工学棟）

099-226-9555

会計係長

内線 8224

3 節 医療機関

郡元キャンパス内保健管理センター：センター事務室 内線7385

E-mail:hoken@kuas.kagoshima-u.ac.jp

専任の医師（内科，精神科），産業医，カウンセラー，看護師が医療相談と治療に当たっている。連絡する場合には，所属と姓名を告げ，「いつ，どこで，誰が，どうして，どこを負傷した。」「これから行きますのでよろしくお願いします。」と明確に事態を伝えて，指示を受けること。連絡なしに受診しても構わない。

各医療機関に連絡する時，または救急車を要請する時は，同様に明確に事態を伝えて指示を受けること。また，窓口では当人または付添い者の学生証など身元を証明するものを提示して状況を説明すること。

工学部周辺（鹿児島市郡元1-21-40 ☎099-285-3066 工学部学生係）

病院名をクリックするとGoogleマップが表示されます。

医療分野	病 院 名	電 話 番 号	所 在 地
総合病院	鹿児島市立病院	099-230-7000	市内上荒田町37-1 (市立病院前)
内 科	たちばな循環器科いいやま病院	099-251-2528	市内上荒田町33-5
	松 岡 内 科	099-251-5858	市内郡元1丁目13-6
整形外科	片 平 整 形 外 科	099-206-8899	市内鴨池1-10-7
	増 田 整 形 外 科 病 院	099-257-8100	市内郡元 1 丁目 1
眼 科	川 畑 眼 科 医 院	099-822-1110	市内郡元3-2-1
	坂 元 眼 科	099-213-0555	市内下荒田1-2-26
皮 膚 科	片 平 ひ ふ 科	099-253-7069	市内鴨池1-10-7
	荒田ひふ科クリニック	099-812-1112	市内荒田2-39-16
歯 科	鹿児島大学病院	099-275-5111	市内桜ヶ丘8-35-1

4節 学生教育研究災害傷害保険について

実験実習・フィールドワーク・課外活動中には、万全の注意を払っていても不幸にして不慮の事故により負傷・後遺障害といった災害を被ることがある。

このような正課中、学校行事中及び課外活動中に被った災害・傷害、実験中の火傷、フィールドワーク中の事故に対する補償制度として「学生教育研究災害傷害保険」がある。学年が進むにつれて実験実習や特別研究の時間も多くなるので、未加入者は安心して教育研究活動ができるよう加入することを強く勧める。

また、教員は、保険に加入していることを確認せずに学生に実験実習等を行わせ、学生が傷害等を被った場合、その責を問われる可能性があることを自覚しておくべきである。

保険の概要は次のとおりである。

- 1) 保険金が支払われるのは次の場合の事故による災害や傷害である。
 - (1) 正課中の講義、実験、実習、演習または実技などの授業中と、それらに関する研究活動を行っている間
 - (2) 大学が主催する入学式、オリエンテーション、卒業式など学校行事中
 - (3) 上記以外で、大学施設内にいる間(但し、寄宿舍に在る間は除く)。
 - (4) 大学施設外で大学に届け出た課外活動(クラブ活動)を行っている間

- 2) 保険金の種類と金額、保険料及び保険期間

詳細については鹿児島大学生協同組合の窓口にお問い合わせのこと。

- 3) 加入手続き

加入手続き期間は4月1日から4月30日まで、および10月1日から10月31日までであり、詳細については鹿児島大学生協同組合の窓口にお問い合わせのこと。

なお、保険料の払込票兼受領証は在学期間中、大事に保管しなければならない。また万一に備えてコピーを学生証とともに携帯しておくことが望ましい。

- 4) 傷害を被った場合の措置

医療機関で治療を受けたら領収書などは全て保管し、速やかに学生係に報告して必要な手続きをとる。報告や手続きが遅れると保険金が支払われないことがある。

注：以上の他、任意の諸行事（見学旅行やスポーツ大会など）においても、不慮の傷害に備えて適当な短期の保険に加入することが望ましい。これらの保険についても鹿児島大学生協同組合が相談に応じている。

2 章 火災・自然災害等

1 節 火災

1) 火災発生時の処置

- (1) 躊躇せずに「火事だ!火事だ!・・・」と大声で周囲の人に知らせる。
- (2) 可能ならば初期消火に努める。その際、以下の①～③を心がける。
 - ①火元の器具、装置等のスイッチを切り元栓を閉じて、手元の消火器等で消火に努める。消火器の操作を誤らず、適切な消化剤を使用すれば初期の火災は容易に消火できるので、あわてずに落ち着いて行動することが重要である。
 - ②衣服などに火が着けば直ちに水をかぶる、あるいは床に転がる等して消火を試みる。火災が発生する危険性がある実験室の近くには緊急救難シャワーが設置されているので、あらかじめその位置を確認しておくことが望ましい。火だるまになりそうなときは、そのまますぐにシャワー直下に駆けつけチェーンを引いて水を浴びる。劇物が衣服に付着した場合にも有効である。
 - ③燃えやすい物を火元から遠ざける。
- (3) 状況に応じ、現場の1人は火災報知器のボタンを押す(ベルが鳴り、消火栓ポンプが始動する。) 次いで送話器(消火栓内にある)を取りジャックを差し込むと本部に通じるので、火災の場所と状況を知らせる。混乱を避けるため、火災発生階以外の火災報知機は使用しないようにする。
 - ①電源、ガス源は切る。周囲の易燃物はできるだけ速やかに取り除く。
 - ②衣服に着火したら、手またはありあわせの物品でもみ消すか、近くの水をかぶる。廊下などを転がってもみ消す方法もある。
 - ③ドラフト内での火災は、上方の火災の拡大防止と消火の効果からいって、換気を止めるのが普通である。ただし、煙、有毒ガスの発生を伴う場合など、状況によっては換気を続けたほうが良い場合もあるので、燃えている物質および状況によって判断する。
 - ④ボンベからの可燃性ガスの噴出により発火が起こった時は、消火はしないで周囲の可燃物を除去し、ボンベに注水し冷却する。
 - ⑤発火を伴わずに可燃性ガスが噴出している時は、なるべく離れたところから電源、ガス源を切るなど着火源を取り除く操作を行い、次に窓をあけて換気をはかる。できれば、噴出口をふさぐとよい。
 - ⑥有毒ガスの発生を伴うおそれのある火災の場合には、消火に当たって防毒マスク等の保護具を付けるか、少なくとも風上側から消火を行う。
 - ⑦夜間の火災の場合には、昼間と同じ手順で火災時の措置を行うが、人手が少ないことを考えた対処をしなければならない。

1) 火災の予防

- (1) 出火の可能性の高いところには、普段から適当な容器に水を張って準備しておく。
- (2) 消火器、火栓および火災報知器の所在と使用方法を平素から確認・熟知しておく。
- (3) 火気のそばに燃えやすいものを置かない。
- (4) 電気器具、ガス器具等の点検を怠らず、所定の方法で使用する。
- (5) ヒーター、ガスパーナーなどを点火したまま部屋を離れない。退室時には、電源を切り元栓を閉じる。
- (6) 実験室をはじめ建物内の整理整頓に留意し、安全な避難路を平素から確保しておく。
- (7) 喫煙は、大学指定の喫煙場所で火災の発生を招かないように注意する。特に吸殻の始末に注意する。

2 節 都市ガスによる災害

1) ガス漏れ発生時の処置

- (1) 火気を断つ。
- (2) 元栓を閉じる。
- (3) 換気をする。換気扇は始動させない。
- (4) 処置不能の場合は避難する。
- (5) 所定の箇所へ通報する(1章 緊急連絡先を参照。)

2) ガス漏れ予防

- (1) ガス管等の点検を怠らず、所定の使用方法に従う。

(2) 装置等の移動の際には、ガスコックやガス管等を破損しないように注意する。

(3) 元栓の所在と操作方法を平素から確認しておく。

3節 風水害

1) 風水害発生時の処置

(1) 洪水・大雨・ゲリラ豪雨・雷・突風・竜巻などが発生した際は、すみやかに校舎内の安全な場所に一時避難する。窓を閉めて風雨の侵入を阻止し、人的・物的被害を最小限に食い止める。

(2) 台風到来時に学内にいた場合は、台風が通り過ぎるまで校舎内の安全な場所に一時避難する。

(3) 河川の氾濫や斜面崩壊などで帰宅できない場合は、校舎内の安全な場所で待機する。

(4) 実習参加時など、学外で風水害に遭遇したときは、宿泊施設の安全な場所に一時避難する。

(5) 避難後は、同僚・家族・友人等に連絡して住居の安全を確認し、最適な帰宅方法を検討する。また、インターネットやラジオ放送を利用して、風水害の状況を逐次把握する。

2) 風水害の予防

(1) 梅雨期や台風の季節は、窓の開放に注意し、必ず施錠を確認して帰宅する。

(2) 日頃から、インターネットや新聞等を利用して、風水害に関する情報をキャッチしておく。

(3) 本学部の敷地内において、排水溝などの雨水排水能力を定期的に点検・確保する。

4節 火山災害

1) 火山災害発生時の処置

(1) 大量の火山灰が降る場合は、以下の処置を行う。

①速やかに校内の安全な場所に避難する。

②校舎の火山灰の侵入により、実験装置やパソコン等に被害が及ぶので、窓と扉はしつかりと閉める。

③屋外での講義や作業中に大量の降灰があった場合には、速やかに撤収して、校内の安全な場所に避難する。

(2) 火山性の大規模地震が発生した場合、津波が来る可能性があるので大学内の津波避難ビルの3階以上に避難する。

(3) 火山性地震の多発や斜面崩壊などで帰宅できない場合は、校舎内の安全な場所に待機する。

(4) 校外の実習参加時に火山災害が発生したときは、宿泊施設の安全な場所に一時避難する。

(5) 退避した後は、同僚・家族・友人等に連絡して、住居の安全を確認し、最適な帰宅方法を検討する。また、インターネットやラジオ放送等を利用して、火山災害の現状を逐次把握する。

2) 火山災害の予防

(1) 降灰の対策として、日頃からマスクや帽子などを備えておく。

(2) 日頃からインターネットや新聞等を利用して、火山の警戒レベル等の情報をキャッチしておく。

(3) 職場・研究室・帰宅等で、避難時になすべき事項をリストアップしておく。

(4) 避難のための防災グッズは、個人の責任で自宅や研究室、職場などに備えておく。

5節 地震災害

1) 地震発生の際の処置

(1) 火気を断つ。ドアを開け、出口を確保する。

(2) 丈夫な机などの下にとりあえず避難する。倒れやすいものには近寄らない。

(3) 火災が発生したら、周囲の人に知らせ消火に努める。

(4) 怪我人が出たら救出に努める。

(5) 不用意に戸外に避難しない。避難は周囲の状況をよく見て判断する。エレベーターは使用しない。

1) 地震災害の予防

(1) 危険物は、日常的に使用するものでも、倒れたり、落下したり、振動したりしないような状態にして管理する。劇物や発火性の化学薬品等は、地震に耐えられる安全な場所に保管する。

(2) 重い装置や書架などは、床、壁あるいは柱などに固定する。

(3) 消火器、消火栓および火災報知器の所在と使用方法を平素から確認しておく。

(4) 実験室はじめ建物内の整理整頓に留意し、安全な避難路を平素から確保しておく。

6節 避難

火災・自然災害時等の避難に関する一般的注意を以下に示す。

- (1) 火災またはガスの発生が初期消火の手段では手に負えないと判断されたときは、速やかに安全な場所へ避難する。
- (2) 消火器で消火できる火災の限界は状況によるが、壁の内装材が燃えている程度がほぼ限界で、天井が燃え始めると消火は難しい口
- (3) 部屋から避難する際にガス源、電気、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、退室時には出入り口の扉は閉める。
- (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には、煙の動きを見て風上に逃げる。屋内での煙の速度は、縦方向は 3~4m/s、横方向は 0.5~0.8m/s である。
- (5) エレベーターは、火災時の緊急時には停止させることになるので使わない。
- (6) 階段は煙の通路になり、危険が多い。平常から避難経路を考え、建物の構造、非常口などをよく調べておく。
- (7) 煙が多い場合には、手拭などを口に当て、低い姿勢で避難する。煙が床面まで下がるにはかなりの時間がかかる。
- (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、窓からテラスを伝わって避難する。ただし、テラスには手すりが無いので注意する。
- (9) 屋上は比較的安全な避難場所であるが、建物によっては屋上にドラフトの換気口が多い場合もあるので、そのような建物では緊急の場合以外は避難場所としない。
- (10) 廊下の防火扉は、内側に人のいないことを確かめてから閉めるのが原則であるがただし、強く押すか引くことによって再び開けることもできる。防火シャッターは、下を少し開けておくことになっているが、更に開ける必要がある場合には、消火栓内においてある巻上ハンドルを使用する。なお、火災発生等緊急時における避難の際は非常口表示等を参考にする。
- (11) 火災・地震災害時における避難経路については、図 2. 1 を参照。津波の心配がある場合には、大学内の津波避難ビルの 3 階以上に避難する。

7 節 全学の災害対策との連携

ここでは、鹿児島大学防災基本マニュアル(平成 27 年 3 月 13 日)の制定に関連して、全学の災害対策と本学部の災害対策の連携について記載する。以下の項目は、鹿児島大学防災基本マニュアルの目次に対応している。

1) 災害時の対応・体制等

(1) 災害発生時の対応

① 災害発生の認知と通報

本学部で災害が発生したと認められた場合は、身の安全を確保しながら可能な限り状況を把握して、災害が発生した事実を工学部長に通報する。全学の災害発生時の連絡体制は、鹿児島大学防災基本マニュアル別表 1 に明記されている。

② 避難誘導

災害発生に伴って避難の必要が生じた場合には、身の安全を確保しながら避難誘導を行う。特に、大規模地震発生時には、建物内で安全を確認した後、津波の発生を想定して、鹿児島大学防災基本マニュアル表 2 に指定された建物のより高い階に避難する。

③ 初期対応

火災に対しては、1 節、都市ガスに関しては 2 節、風水害に対しては 3 節、火山災害に対しては 4 節、地震に対しては 5 節を参照。その他の災害については、身の安全を確保しつつ情報収集に努め、状況により臨機に対応するものとする。

④ 応急救護

負傷者を発見した場合、当該負傷者の安全を確保のうえ、保健管理センターと連絡をとり、その指示に従う。応急処置は、鹿児島大学防災基本マニュアル別表 3 を参照。AED 設置場所は、鹿児島大学防災基本マニュアル別表 4 を参照。

⑤ 重要物品等の安全確保

本学部においても、予め定めておいた重要物品等を建物外に持ち出すなど安全確保を行う。

⑥ 避難場所

本学部においても、学生、教職員等に対して、避難場所として安全な施設を可能な限り提供する。

⑦ 入学試験実施中において災害が発生した場合の対応策

大学入学共通テストまたは本学の個別学力検査実施中に災害が発生した場合は、別途定められた要領に従って対応する。

(2) 情報の収集と提供

① 情報の収集

本学部においても、建物内の学生・教職員等の安否確認、建物及び設備・備品等の被害状況、電気、通信、水道、ガス等のライフラインの被害状況、その他情報を広く収集する。

② 収集した情報の伝達、提供及び支援要請

情報は一元的に管理する必要があることから、本学部の収集した情報は、総務部総務課に速やかに連絡する。また、本学部において対応しきれない場合には、速やかに関連学部等及び総務部総務課に支援要請を行う。加えて、必要に応じて学内外の関係機関に情報を伝達、提供する。

(3) 災害時における組織体制

① 各学部等における対応

必要に応じて、本学部でも災害対策本部を設置するなどの体制を整備する。(防災基本規則第9条) 災害の状況により甚大な被害等が発生し又は想定される場合には、国立大学法人鹿児島大学としての災害対策本部が設けられる。

② 全学の災害対策本部の設置

災害の発生を受け、必要と判断した場合は、学長は直ちに災害対策本部(本部長は学長)を設置する。(防災基本規則第8条1項) 体制及び担当内容は、鹿児島大学防災基本マニュアル別表5,6を参照。

(4) 災害発生後の対応、復旧対策

① 教務・入試関係事項への対応

臨時休校等の措置、諸行事の日程変更または中止の措置、就職活動中の学生への被災証明書の発行、被災した学生への入学料・授業料免除の措置など、全学の災害対策の方針に従う。

② 学生・教職員へのケア、留学生への対応

災害によってストレスを受けた学生・教職員への対応、被災した留学生への対応、学生・教職員の安否確認、相談窓口の設置など、全学の災害対策の方針に従う。

③ 教育研究活動の早期再開

施設の利用の再開、被害を受けた施設やライフラインの早期復旧、浸水被害を受けた建物の清掃・消毒など、全学の災害対策の方針に従う。

④ 学外との連携等他大学との相互支援、行政機関等との相互支援、避難住民の受け入など、全学の災害対策の方針に従う。

2) 平時の防災対策

平時においても、総務部、財務部、学生部、施設部、保健管理センターは、鹿児島大学防災基本マニュアル別表6の業務に関して対策を講じるが、本学部においても、平時から対策を講じるものとする。

(1) 災害予防対策

① 施設、設備及び土地並びに危険物等についての安全対策

定期的な建物内外の安全点検と補強・修復、ロッカー・書棚の転倒・落下の防止、危険物の保管数量の管理など、全学の災害対策の方針に従う。

② 情報伝達手段の整備

本学部内において、災害に係る情報伝達の体制を整備する。全学の事務局と本学部間の伝達体制、職場と教職員の自宅等との連絡方法、学外関係機関との情報連絡網を整備する。連絡手段は、災害有線電話、ファックス、E-mailなど、複数確保する。自転車やバイクによる情報伝達手段も確保しておく。

③ 避難場所及び避難経路の周知

避難場所は、鹿児島大学防災基本マニュアル別表8を参照。避難場所は、学生・教職員等への周知を徹底する。避難経路は複数確保し、点検する。学生、教職員が開催するイベント等において、起こりうる自然災害や災害発生時の避難場所・避難経路を周知する。

④ 災害時における必要物品の整備と調達対策

全学の災害対策と連携して、飲料水、食料、医薬品等の備蓄と災害時の調達対策を講じる。ロープ・懐中電灯など災害時に必要な物品を常備する。

⑤電源確保のための自家発電装置(発電機)の設置

全学の災害対策と連携して、必要に応じ、適切な個所に設置する。

⑥重要物品等の指定

災害時に持ち出す重要な品を予め定めておく。事業継続に不可欠なデータは、予めバックアップを取っておく。

(2)防災教育、防災訓練等

①防災教育

全学の災害対策と連携して、学生・教職員等に対し、防災関係規則及び防災マニュアルの概要、災害の一般知識、応急救護等について、講習会や研修会を開催する。

②防災訓練

通報・連絡・初期対応、避難・救出救護・安否確認、情報の収集・伝達、火災発生時の対応、全学の災害対策本部との連携などに関して、防災訓練を定期的に行う。

③災害発生時の連絡体制等の周知

災害の発生が迅速かつ適切に報告されるように、本学においても、災害発生時の連絡網を作成し、学生・教職員に周知徹底する。

(3)防災における地域との連携

①防災教育や防災訓練における地域との連携

県や市など、地域で開催される防災関係のイベント(防災教育や防災訓練)に参加し、防災における地域との連携を深める。

②消防署や警察署の防災関係機関との連携

災害が発生したことを想定して、日頃から消防署や警察署等に対して連絡すべき事項や協力を要請する事項について、あらかじめ定めておく。

3 章 電 気

一般的な電気工作物の工事, 維持, 及び運用については, 国立大学法人鹿児島大学自家用電気工作物保安規則 (鹿児島大学規則集を参照のこと。 https://www1.g-reiki.net/kagoshima-u/reiki_honbun/x890RG000000094.html) によらねばならない。以下では, 末端の利用者が留意すべき事項をあげる。

1 節 電気機器使用上の一般的注意

電気機器は実験室で日常的に使用するだけに, 注意が疎かになりがちである。災害や事故は機器の安全装置の故障とか, 不適切な使用方法が原因になっていることが多い。従って, 普段の点検と正しい使用を常に心掛けること。

- 1) 配電盤及び機器に付いているヒューズは, 表示されている電流値のものを使うこと。表示値以上のヒューズは絶対に使ってはならない。配電盤の 2 次側端子の配線には許容電流に見合った太さのケーブル (表 3.1 を参照) を使い, 接続には圧着端子を使用して固くネジ止めすること。

表 3.1 ケーブルの太さと許容電流の早見表

銅 単 線		ビニールコード		
直 径 (mm)	許容電 流 (A)	公称断面積 (mm ²)	より線構成 (本/直径 mm)	許容電流 (A)
1.0~1.2	16	0.75	30/0.18	7
1.2~1.6	19	1.25	50/0.18	12
1.6~2.0	27	2.0	37/0.26	17
2.0~2.6	35	3.5	45/0.32	23
2.6~3.2	48	5.5	70/0.32	35
3.2~4.0	62			
4.0~5.0	81			
5.0 以上	107			

- 2) 電気機器を使用する時は電源コードの容量を超えないようにしなければならない。また, 器具コード, テーブルタップによる「タコ足配線」は危険であるので避けなければならない。通常テーブルタップ。に使われているビニールコードの許容電流は 7 アンペアであることを心得ておくこと (表 3.1 参照)
- 3) ビニールコードは古くなると軟化し, 破裂しやすくなる。絶縁被覆のしっかりしたものを用いること。
- 4) 電気機器および電気材料は, 安全認定証票の表示がある規格品を使用すること。
- 5) 電工ドラムのコードを巻いたまま使用すると, 焼損につながるのを避けること。
- 6) 電気機器には個別の電源スイッチを付け, 使用ヒューズの定格電流値を表示しておくこと。
- 7) ケーブルまたはコードの配線は, 踏みつけたり, 引っかけたりすることのないようにすること。被覆が破れたコード, 劣化したコード類は使用してはならない。
- 8) 薬品やガスを使う環境では, 機器および配線コードが侵されないように注意すること。
- 9) 大電流で励磁中のマグネットは, 漏れ磁界により鉄製品を吸引し, 非常に危険なので注意すること。心臓のペースメーカーをつけている人は絶対に近づいてはならない。
- 10) 電気機器の運転にあたっては, その使用方法・性能を把握することなくスイッチに触れてはならない。
- 11) 電気機器には, 必ずアース (接地) を完全にとること, 水道管およびガス管からは絶対にアースをとってはならない。配電盤または建物に付いているアース端子を使用すること。
- 12) 実験を終了して退室する時は, 使用の終わった電気機器の電源スイッチを切ること。夜間の無人運転の場合は退室する前に安全を十分に確認すること。また, 停電のため実験を中断して退室するときには, 電源を切る操作を忘れがちであるので, 注意すること。また, 夜間の停電の場合に備えて, 懐中電灯を常備しておくこと。

2 節 電気配線

- 1) 給電方式・配電方式

工学部・理工系総合研究棟に供給されている電気は次のルートで供給されている。九州電力から受電した 220V を中央変電室にて 6000V に降圧して各建物の変電室あるいは屋外の変電施設に供給し、そこで 100V あるいは 200V に降圧され、分電盤を通して各研究室・実験室に供給される。100V の供給方式には単相 3 線式で、200V の供給方式は三相 3 線式である。これらの供給方式について簡単に説明する。

(1) 単相 3 線式

単 3 方式と言われ、電力会社から各家庭に供給する、あるいはビルの変電室から分電盤へ給電するときなど通常行なわれている方式で、分電盤からコンセント等へは 2 線で供給されている。

分電盤あるいはスイッチに 3 線で供給されるときは、白色の線(中性線)と赤色、黒色(青色)の線の間が 100V で、赤と黒(青)の間は 200V である。

3 線とも同色で中性線が不明のときには、分電盤のケース等接地(アース)されたところを基準として電圧を測定し、ほぼ 0V を示す線が中性線である。3 線で供給されているときの中性線にはヒューズを絶対用いないで、銅板を取り付けなければならない。中性線にヒューズを取り付け、これが切れると、100V 以上の電圧が機器にかかり、故障あるいは破損の原因になるからである。ただし、2 線式にした後は、両線ともにヒューズを入れなければならない。単 3 の 200V は動力線とも言われ、大型のエアコンディショナー、コンプレッサー、蛍光灯の電源として利用されている。

(2) 三相 3 線式

三相 3 線式には、三相式変圧器を用いるか、単相 2 線式変圧器 3 台を使用して降圧する。三相式は 3 線のうちの任意の 2 線に 100V があるので、接続は簡単である。しかし、輸入品の一部には、2 線とも電圧極で使用するのを嫌う機器があるので注意を要する。大部分のコンセント回路は、1 線をアースした 2 線で供給されている。

2) 電線

電線には、絶縁電線、コード、キャプタイヤコード、低圧ケーブル、高圧ケーブルがある。それぞれの特徴と使い方について簡単に記す。

(1) 絶縁電線

絶縁電線には、600V ビニル絶縁電線(IV)、600V ポリエチレン絶縁電線、600V フッ素樹脂絶縁電線、600V ゴム絶縁電線(RB)、引込用ビニル絶縁電線(DV)等がある。一般的に使用されているのは、ポリ塩化ビニル(PVC)で被覆された絶縁電線である。

(2) ケーブル

ケーブルは、絶縁電線の外側に保護被覆を外装したものである。最も多く使用されているケーブルは、VV-F でビニル絶縁電線をさらにビニル樹脂で保護したものである。正確には、ビニル絶縁ビニルシース平型ケーブルと呼ばれ、F ケーブルと略称されている。その他として、CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)も最近は VV-F に替わって使用されている。

(3) キャプタイヤケーブル

機械、電動工具等の機器の電源線は、屈曲、ねじれ、引っ張り、磨耗、油に浸される等の過酷な状態で使用される。このような状態に耐えられるように作られたケーブルがキャプタイヤケーブルである。外側の被覆がビニル製とゴム製の二つがある。

(4) コード

パソコン、冷蔵庫等の家電機器にコンセントから電気を供給するのに使用されるのがコードである。

主として、ゴム絶縁袋打ちコード、ゴム絶縁キャプタイヤコード等のゴム系と器具用ビニル平型コード(VFF)、ビニルキャプタイヤコード(VCTF)等のビニル系コードがある。

3) 絶縁

電気事故の原因の一つに絶縁不良がある。絶縁抵抗を測定するのに絶縁抵抗計(メガー)を使用する。絶縁抵抗計は、直流 500V を測定する電線等に印加して測定する。工学部では、1 年に 2 回程度の頻度で測定部分を停電させて測定している。通常は、この測定で充分であるが、新たに電線を引いたときには、絶縁測定を行なうように業者に指示することが必要である。

ここまでの絶縁抵抗の測定は、各建物に設置された受電盤から各研究室・実験室の配電盤までに対して行なわれる。しかしながら、研究室・実験室にある機器あるいは装置の絶縁測定は、研究室・実験室の管理者の責任である。これらの装置等については、アースを取ることが必要である。特に古い機器については、ケーブル、コード等の絶縁不良が原因で感電することがあるので、注意が必要である。

研究室で絶縁測定が必要な機器は、通常使用している機器である。長期間使用しなかった機器の操作を再開する前には、絶縁測定を必ず行なうことが肝要である。もし、絶縁不良箇所が発見されたときには、納入した業者を呼び、修理を行なう必要がある。絶縁抵抗測定器は、施設部電気設備係に相談すると貸与してもらえる。絶縁抵抗測定の要領を簡単に説明する。

- (1) 機器の電源スイッチを切る。
- (2) 機器のプラグをコンセントから外す。
- (3) 絶縁抵抗計(メガー)の電源スイッチを入れる。
- (4) 機器の電源プラグの両端にメガーのプロープを接続して線間の絶縁抵抗を測定する。
(線間の絶縁測定)
- (5) 機器の電源スイッチを入れて、機器のアース端子かケースなどの金属部分との間の絶縁抵抗を測定する。(対地間絶縁の測定)

なお、電源プラグのない直結型のときには、機器に一番近い全極が切れる専用スイッチの機器側端子で測定する。また、三相 3 線式の回路は、3 線間の絶縁と 3 線の対地間の絶縁を測定する。絶縁抵抗は、1 MΩ 以上であることが望ましい。

さらに内部にコンデンサがある回路では、最初はコンデンサの充電電流のため、見掛け上絶縁が悪いように見えることがあるので、安定してから測定する必要がある。連続運転等の理由により、メガーによる測定ができないときには、クランプメータを用いてもれ電流がないことを確認する。ただし、クランプメータによる測定は、電源線に限られるので、機器の絶縁抵抗は、機器を停止したときに必ず測定することが必要である。

4) 接地

接地(アース)には保安用とノイズ対策用の 2 種類があるが、ここでは保安用に限って説明する。接地には、表 3.2 に示す A 種、B 種、C 種、D 種の 4 種類が規定されている。

(1) A 種接地

A 種接地は高圧の機器、配管等に使用する。

(2) B 種接地

B 種接地は変圧器が故障して一次側と二次側とが混触して二次側に高圧がかかっても対地電圧が 150V 以上にならないようにする。

(3) C 種接地、D 種接地

C 種接地は低圧の機器、配管等に使用する。D 種接地は、線間電圧が 300V を超える低圧に使用する。

これらの接地工事の方法等について、下表に示した。

表 3.2 機材器具の区分による接地工事の適用

機械器具の区分	接地工事
300V 以下の低圧用のもの	D 種接地工事
300V を超える低圧用のもの	C 種接地工事
高圧用のもの	A 種接地工事

接地を接続する電線は緑色と決められている。キャプタイヤコード、F ケーブル等を使用して接地線を同時に接続するときは、3 線式のときは 4 芯のケーブルを使用すれば、緑色の線が内蔵されている。2 線式のときは、3 芯のケーブルを使用することになるが、このときは緑色の線は内蔵されていない。このときは、白色を中性線に、黒色は電圧線に接続して、残った赤色の線に緑色のビニルテープを巻いて接地線であることを示す。

アース接続上の一般的注意を以下に示す。

(1) ガス管には絶対接続しない。

ガス漏れをしていれば、直ちに爆発する危険性がある。管の接続部には、漏れ防止のためにシール剤がられている。よって、地表まで接続されているとは限らない。また、錆のため、導電性が悪くなっていることが多い。電蝕防止のために絶縁継ぎ手を使用していることがある。

(2) 水道管もアースにしない。

最近の水道管は、塩化ビニル管、ポリエチレン管、エタニット管等非導電性の管を使用しているものが多い。ビニルポリマーのライニング管、絶縁継ぎ手、シール剤、シールテープの使用等も普通に行なわれていることから、水道管はアースには不適である。

(3) 電線管でも要注意

電線を通す管(電線管)でもアースされていないことがある。規則でアースをしなくても良いところがある。よって、電線管もアースとして必ずしも適当とはいえない。

(4) 枠等も不適

鉄筋コンクリートの建物の金属製窓枠でも防蝕加工が施されている。しかし、建物本体の鉄筋と接続されている保証はなく、導電性に問題があることが多い。

(5) 避雷針アースとは分離する。

避雷針のアースと一般のアースは、2m 以上離さなければならない。雷電流は非常に大きいので、これがアース線を逆流して装置等を破壊することがある。

5) 開閉器

開閉器は次のようなところに設置する。

(1) 負荷への電気を開閉するところ。

(2) 故障、点検等のために開閉を必要とするところ。

(3) ヒューズの電源側。

等である。(1)は壁に付けられている照明の点滅用のスイッチである。(2)は分電盤のスイッチ、(3)は分電盤のスイッチ、研究室の壁に取り付けられているナイススイッチ、プレーカである。多くの研究室に取り付けられているナイススイッチの使用上の注意を以下に簡単に示す。

(1) ナイスの刃受けは電源側にする。

(2) 裸のナイススイッチは使用しない(必ず、金属製のカバーを取り付ける)。

(3) 取り付け方向に注意する。壁等に取り付けるときには上下方向を逆にしない。すなわち、スイッチを上にするとき入る方向にし、下げると切れるように設置する。これを逆にすると誤って、切ったスイッチが重さで自然に下がって入り、事故の元になる。

(4) 単3方式の中性線にはヒューズではなく、銅バーを使用する。

6) 過電流遮断器

(1) 過電流遮断器には、ヒューズ式と配電用遮断器(プレーカ)がある。新しい建物は、ほとんど後者であるが、いくつかの建物では前者が残っている。また、電動機用ヒューズ(モーターヒューズ)、電動機用プレーカ(モータプレーカ)は、モータのスイッチを入れてからしばらくは大電流が流れるので、遅延型プレーカを使用する。

(2) コードなどで配線するコンセントの最大定格電流は 15A であるので、20A のプレーカあるいは 15 A のヒューズを使用する。また、最近では、コンセントの一つずつにプレーカが設置されたテーブルタップがあるので、これを使用すると安全である。

(3) 規程より大電流用のヒューズを接続すると、ショートしても遮断せずにコードが過熱して絶縁体が焼失する危険がある。

(4) 糸ヒューズを直接ネジ止めすると柔らかいので変形して接触不良あるいは異常発熱をしてヒューズ取り付け部を破壊することがある。

(5) 漏電遮断器

感電事故を防止するために漏電遮断器を設置することが規定されている。しかし、絶縁不良があるとき、すべての状態で漏電遮断器が動作するわけではない。そのため、漏電遮断器を取り付けたからといって、絶縁抵抗の測定が不必要と言うことにはならない。また、配線が劣化していると、漏電遮断器が働くよりも小さい漏電でも事故になることがあるので、これを過信することは禁物である。

7) 配線工事

資格を持たない一般の人は、法律により壁面のスイッチあるいはコンセントより後の配線しかできない。工学部の学生にとって、このような配線はいつも行なっていることであるが、安全を確保するため、次に示す基本を理解しておくことが必要である。

(1) 電線類

前述のように、用途に応じて各種の電線類があるが、熱の加わらない一般的な用途には次の 3 種類程度で十分である。

- ・ 平行ビニルコードテーブルタップ用
- ・ ビニルキャプタイヤケーブル(2,3 芯) 一般の機器用
- ・ I V 電線(600V, 単芯) 緑色—アース用

電流に応じて、線のサイズ(公称断面積)を決める。

熱器具の配線や機械的強度を要する場合には、用途を明示して電線類を購入すること。

(2) 配線

壁面のスイッチあるいはコンセントから装置までの配線には次の方法があるが、何れもガス管から 10cm 以上離すこと。

・ 床面配線

電線類およびテーブルタップは、床面にころがしておかれることが多い。この場合電線類を保護する必要がある。特に人が通る部分では絶対に必要である。ワイヤプロテクタによる方法が簡単である。

・ 壁面配線

木製壁の場合、ステップルで固定するのが簡単である。ただしステップル留めの場合には、電線としてケーブルを使用すること。コンクリート壁の場合は特別な部品が必要であるので、業者に依頼すること。

・ 頭上配線

ケーブルラックを設置して、その上に載せるのが最善である。やむを得ず一時的に他の構造体を利用して吊り下げる場合には、ケーブルを利用し、適切な間隔で吊り下げて支持する。万一落下したときにもスイッチや端子の接続部に張力がかからないように工夫する。

・ その他

壁や仕切りに穴を開けてその中を通す場合には、電線類が傷つかないように保護する。例えば、ビニルホースを割いて、その中に電線を通す方法などが簡単で効果的である。

(3) 電線相互の接続

電線が必要な長さより短いとき、別な電線を接続することを行なう。単に二つの電線を結んだだけでテープ巻きをするのは危険である。接続部は電氣的・機械的に弱いところであるので、できれば目的にあった長い電線に交換することが望ましい。または接続部がしつかりした延長コードを用いるべきである。その場合にも次のような注意が必要である。

- ・ コードやキャプタイヤケーブルの場合には、コードコネクタ、キャプタイヤコネクタを使用する。
この際、必ず雄(プラグ)と雌(キャップ)を対にすること。
- ・ I V 電線(アース用)の場合、まず互いに巻きつけてから十分な引っ張り強度が得られるようにしてからハンダ付けをする。その上にビニルテープを丁寧に巻いて絶縁を施す。

(4) コンセント

- ・ コンセントは差込口の形状によって、単相、三相の別、電圧、電流容量が定まっている。単相 100 V、15 A が一般的であるが、不明の場合には確認して使用すること。
- ・ コンセントの電流容量が 15A の場合、電源側には 20A 以下のブレーカまたは 15A 以下のヒューズを設置しなければならない。

(5) テーブルタップ

- ・ テーブルタップは必ずコンセントからとること。壁面のスイッチから直接接続してはならない。
したがって、差し込みとプラグと対になっていること。
- ・ テーブルタップの自作
細いコードは使用しないこと。公称断面積が 1.25mm² 以上の線を使用すること。差し込みプラグ(雄)には、コード用とキャプタイヤケーブル用があるので、必ず専用のものを使用すること。コードの長さは、数メートルにとどめること。もし長尺が必要な場合には、市販のコードリールや延長コードを使用すると便利である。

(6) 0A 機器用テーブルタップ

多数の引き出し口が必要な場合には市販品（OAタップ, パソコンタップ）が便利である。4—6口で10A程度である。電源スイッチ付き, フィルター付などがある。

(7) コードリール, 延長コード

各種あるが, 長さが10m, 電流15Aが汎用的である。コードリールは, コードをドラムからすべて引き出した状態で使用するのが原則であるが, 巻き込んだままで使用するときは, 熱がこもらないように電流を半分程度で使用する。

(8) 圧着端子, バインダー

圧着端子を利用すれば, 電線類の接続が簡単で確実にこなえる。ただし, 端子と専用の工具（圧着プレス, または圧着ペンチ）が必要である。コード, 端子, プレスのサイズが一致しない状態で使用すると, コードが端子から外れることがあり, 危険である。

バインダー（東線バンド, インシュロックとも言う）は, コード類を相互に束ねる, あるいは縛り付けるのに便利である。長さが10～30cmの各種あり, バインドする線にあわせて太さを調節する。

8) その他

(1) 高周波の漏洩

最近の電気製品はシリコン制御整流器（SCR）を使用したもの, あるいはスイッチング方式の直流電源などのように高周波でのスイッチ方式の機器が多くなり, それらが電源側に影響を及ぼし, 他の機器を誤操作させる, または破壊することがある。発生側は漏洩防止のフィルタを電源側に挿入しなければならない。

(2) 防具

電気による事故で感電は極めて多い。作業をするときには事故の防止, 機器の保護のため停電してから行なうのが原則であるが, 状況によっては停電することが困難なときもある。このようなときには, 次のような防具が必要である。防具は, 一般にゴムの手袋である。他にゴ、ムシート, ゴ、ム長靴, 防護服がある。工具は, 金属製が大部分であるので, ショートさせないように十分注意が必要である。その他, ヘルメット安全帯の着用も必要な場合もあるが, これがが必要な工事は業者に依頼するべきである。

3 節 感電防止と感電時の処置

電気災害を大きく分けると, 感電, 過熱による火災, 火花による可燃ガスの着火である。このような災害について, 説明すると同時にその防止対策を述べる。

1) 感電

感電とは電流が体内を通過することにより起こる症状である。その特徴は, 一瞬の出来事であり, 死亡率が高く, 二次災害（転倒, 墜落など）を伴うことが多い。感電時の生理作用の概略を下表にまとめて示す。生理作用は, 体内を通過した電流の大きさ（I）, 体内の経路, 流れている時間（t）によって大きく異なる。電流が脳や心臓など中枢機能を司る臓器を通ると極めて危険である。電流と時間に関しては, おおよそ危険臨界 $= I^2 \cdot t$ の関係があり, 小電流でも感電時間が長いと危険になる。

表 3.3 感電時の生理作用（交流電流, 1 秒間）

電流値 (mA)	生理作用
1—10	感知される。
10—50	衝撃は受けるが, 生命の危険性はない。 筋肉がけいれんし, 自分の意思で離れることができない。 時間が長ければ生命に危険がある。
50 以上	死に至る確率が高くなる。

電圧が高いほど危険であるが、過去の統計から 40～60V 以上は感電死の危険性があるとされている。「死にボルト(42V)」と覚えておくといよい。感電時に体内を流れる電流は電圧と人間の抵抗と回路の抵抗から求められるが、人間や回路の抵抗値は状況によって著しく変化するので、事前に推定することは困難である。それで、危険性を判断する際には、次の値を採用すること。

危険電流値＝10mA

人間の抵抗＝1,000Ω

回路の抵抗値＝0Ω

例えば、地面に素足で立っている人が(回路抵抗値＝0 の、100V に触れたときの電流値は、 $100/1,000=100\text{mA}$ となり、瞬時に離脱できなければ、極めて危険な状態にあると言える。

感電事故で重症の場合は失神、心室細動、心臓停止、呼吸停止を引き起こして死亡する。したがって、救急処置として直ちに人工呼吸、心臓マッサージを行なうことが大切である。人工呼吸を 1 分以内に開始すると 95 %以上蘇生するが、6 分後では 10%に下がる。いち早く、感電している人を救助しなければならない。しかし、あわてて「感電している人に近づいたり、触れたりしてはいけない」。二次感電の危険性が極めて高いからである。まずは、電源を切りアースをして安全を確認してから救助にあたる。あるいは感電している人を乾いた木綿やロープで引き寄せる。

2) 感電防止対策

以下に感電の防止対策について述べる。

(1) 屋内配線および電気機器の感電と対策

配電盤(100V～200V)は必ずしも高い電圧とは言えないが、次のような危険性を持っている。

配電線の回路は、一端がアースされているので、電線の他の一端に触れただけでも電流が流れる。

- ・電気を通しやすい床面(地面、コンクリート、金属製床)での作業は特に注意が必要である。
- ・回路を切り離すまで、大電流を流し続ける能力があり、感電時間が長くなる。
- ・素人が配線する機会が多く、不完全な結線等の危険性がある。
- ・夏は汗ばんだ状態で電気機器に触れることが多い。統計的にも夏の感電事故が多い。

感電は、配電線に直接接触したときばかりでなく、漏電しているところからも起こる。この場合の感電事故を防ぐため、次のような方策を実施すべきである。

- ・電線や端子を露出させない。切り替え抵抗器、トランスなどの端子は露出していることが多いので、カバーをつけて安全を期す。
- ・電気機器の本体やケースをアースする。

少なくとも次のような機器は漏電の可能性が高いので必ずアースをとること。

(a) 水滴、水濡れの恐れのある機器、高湿度の雰囲気で使用する機器、人が濡れた状態で触れる機器

(b) 振動の激しい機器、移動の頻繁な機器。

コードが緩み配線が外れる場合やコードの引出し口の被覆が破損していることが多い。特に可搬式電動器具は注意が必要である。

(c) 老朽化している機器

- ・配線あるいは機器内部に触れる場合には必ず元電源を切ること。切れているか、分からないときにはテスター等で確認すること。
- ・暑いときは半袖シャツ等を着ていて、肌が露出している。手先に注意が集中すると、他の部位への注意がおろそかになる。金属製の時計バンドが電線に接触すると感電するに十分な電流が流れる。大型装置の電源として設置された高圧配電には近づかないこと。

(2) 高電圧機器の感電と対策

高電圧になると次のような点にも配慮することが必要である。

- ・電圧が 300V 以上になると、直接触れなくても放電によって感電する。さらに電圧が高くなると、放電が予想外の距離、経路をたどって人体に飛び込む。
- ・装置によっては、異常電圧の侵入や共振のため定格の数倍の電圧が発生することがある。
- ・高電圧装置はエネルギーが大きく、強力な雑音源であることが多い。そのため、安全装置等に故障が生じ易い。

- ・断線していても火花でつながるので、断線の発見が遅れることがある。この場合、電線の被覆部のゴムあるいはプラスチックが焦げるので、臭いの変化にも敏感でなければならない。
- ・高電圧に適さない絶縁材料がある。フェノール樹脂などは充填材によって高電圧で使用すると相当の漏れ電流が観測されることがある。
高電圧を取扱う場合は次の注意を厳守すること。ただし、小規模装置(電圧=30kV: 3kVA 程度以下)を対象とする。それ以上の機器の取扱いは、工学部ではできないので、設備の整ったところで行なう。
- ・高電圧を取扱う実験は、必ず2人以上で行い、一人は監視を主とすべきである。体調が悪いと注意が散漫になるので実験を行わないほうがよい。
- ・配線が外れて人に接触することがないように、クリップ止めは避け、ネジなどでしっかりと固定して配線すること。
- ・可能な限り高電圧部を露出させない。ケーブルや高圧用コードを使用する。ただし、高圧用コードでも万全でないので、人に対しては裸線を使用すると同じと考えて使用する。また、装置全体のアースをとった金属製のカバーで覆うのが望ましい。密閉できない場合は金属網などで仕切って人が近づかないようにする。
- ・高電圧が発生していることを知らせる警報ランプ、警戒音発生器を設置すると共に、「危険区域」である旨の表示をする。
- ・高電圧部に触れる場合や使用しない場合には必ず高圧端をアースしておく。「アースが命綱」であることを明記し、作業中は絶対に外さない。アース線は丈夫な線か裸線を使用するのが望ましい。
- ・コンデンサが含まれる装置は電源を切っても充電されたままなので、コンデンサを確実にアースし、かつ作業中は絶対にアースを外さないこと。大規模な高電圧装置やコンデンサバンクでは、危険性がさらに高くなるので専門家の指導を受けること。

(3) 電子、情報機器の感電と対策

比較的小容量の機器が多いが、中には高電圧回路が内蔵されている機器がある。感電時の死亡率は低くても、感電時の反射運動によって負傷することがある。

- ・製品に「高電圧危険」と表示されている部分には不用意に触れないこと。
- ・コンデンサは電源を切っても充電されたままであることを注意が必要。
- ・電池といえども多数を直列に接続すると危険である。
- ・電子機器に限らず高電圧の計測を行なう場合には、接続部(プローブ、テスターリード)が外れて人に接触しないかを確認する。

(4) 誤りやすい配線や使用例

感電事故防止の面から配線、実験時に誤りやすい例をあげる。

- ・ナイフスイッチの接続方向
装置のそばにナイフスイッチを設けることがあるが、接続方向を間違えぬようにしなければならない。逆に接続すると、電源を切っている状態の方が刃(電源)が露出するので危険である。また、ヒューズ等の交換時も危険である。
- ・しゅう動電圧調整器(スライダック)などの対地電圧
しゅう動電圧調整器(スライダック)や誘導電圧調整器は1次と2次が直結されているので、2次電圧が0Vを示していてもアースに対して電圧がかかっている。必ず元電源を切ってから配線作業を行なうこと。

3) 感電時の応急処置

感電によるショック(電撃)の強さは一般的に「通電電流の自乗と通電時間の積」で決まるが、そのほか電圧の高低、周波数の波形、電流の体内通過路などによっても異なる。目安としては50~60Hzの交流電源で感電した場合、10ミリアンペアで筋硬直を起こし、100ミリアンペアでは致命的な心障害により電撃死を引き起こす。電撃を受けた人を見つけた場合には次の処置をとる。

- (1)ただちに電源を切ってから、救護活動に入ること。やむを得ず通電状態のまま、感電している電線や電線や電子機器から身体を引き離す

- (2)現場近くの静養に適した場所に移して、着衣を緩め、身体全体を楽にさせるとともに、直ちに救急車を呼んで病院へ運ぶこと。
- (3)ショック状態になり呼吸や心臓が停止している場合に対しては、救急車が来るまで寸刻を惜しんで経験者による人工呼吸、心臓マッサージを続けること。

4節 電気火災と爆発の防止

電気に起因する火災は、過負荷あるいは通常の漏洩電流によるジュール熱で、木材など発火し易い部分の発熱から起こる通常火災と、爆発性のガスや粉塵に電気火花から引火する爆発火災に大別される。

1) 過熱(オーバーヒート)による火災

過熱の原因として、次のようなことが挙げられる。

(1)短絡(ショート)

ショートすると大電流が流れ、ショート点がアーク放電をして数千度になるばかりでなく、コード全体が高温になり絶縁被覆が発火して、直接火災の原因になる。もし、ヒューズ、ブレーカがなければ、確実に火災になる。また、ショートしたときの火花によって可燃物に着火することがあるので電線や機器の周囲にはできるだけ可燃性の物を置かないこと。

(2)過電流による過熱

電線、コードに定格以上の電流を流し続けると発熱する。特に「たこ足配線」は過電流に陥りやすい。現在のパソコンを接続するには、プリンターを含めると4箇所程度のコンセントが必要である。そして、パソコンは各研究室でかなりの台数が使用されているので、コンセントの数は膨大になる。そのため、たこ足配線がやむをえなくなっている。前述したように、どのような場合には取り出し口の一つずつにブレーカがあるOAコンセントあるいはテーブルタップを利用することが望ましい。

(3)接触不良や半断線による発熱

過電流でなくても接触不良や半断線のところは発熱する。コンセントやテーブルタップのはめ込みが緩い接続ネジが緩んでいると接触抵抗が大きくなり発熱する。コードなど屈曲の激しい部分や重量物の下敷きになっているところは半断線になりやすい。半断線は外側から分からないので、発見が遅れることが多く、注意が必要である。

(4)漏電による発熱

上記の2,3の発熱は直ちに火災を引き起こすほどでなくても長時間に及ぶと過熱(漏電)から絶縁劣化を招き、漏電とそれに伴う被覆破壊に至り、ついにはショートして火災の原因になる。事故を起こさないためには、

- ・電線や電気機器に許容量以上の電流を流さないことなど、3章-1節で述べた「一般的注意」の各項を守ること。
- ・電線間がショート(短絡)すると過電流が流れ、ヒューズやブレーカー(遮断機)により電流が断たれるが、ショートしたときの火花によって可燃物に着火することがある。電線や機器の周囲にはできるだけ可燃性の物を置かないこと。また、ショートしたときの発熱量を抑制するため、ヒューズやブレーカ容量を必要以上に大きくしない。
- ・漏電遮断器を設置する。
- ・日頃から研究室の臭いに注意し、塩化ビニル樹脂やフェノール樹脂のこげる臭いを記憶しておくで過熱を直ちに発見できる。
- ・定期的に絶縁抵抗テストをして、電線や電気機器からの漏電の早期発見に努めるとともに、日常の保守点検を充分にすること。
- ・電線の接続部分の接触不良による発熱が発火の原因になる。ネジ止めの場合は、一度加熱するとますます接触状態が悪化するので、定期的に増し締めをする必要がある。特に、配電盤の点検では、配線の緩み、加熱、唸り等の異常音、破損の有無などに注意すること。
- ・火災事故は夜間の無人の状態では起きやすいので、退室時には必ず電源を切る習慣をつけること。
無人運転する場合は退室の前に安全を充分確かめること。

2) 電気火花による可燃性ガスの爆発とその防止策

可燃性ガスが充満していると、小さな電気火花でも着火し、燃料ガスと空気中の酸素が量論比にあると、大爆発を起こす危険性がある。ガス漏れの恐れのあるところでは、次のような注意が必要である。

(1) 爆発防止

- ・機械的接点(スイッチ類)は正常動作をしていても火花が発生する。
防爆スイッチや半導体スイッチの使用が望ましい。
- ・ショート、漏電による火花
適宜点検して事前に異常を発見する。
- ・モータ、発電機のブラシの火花
小型の機械でも火花が出る。密閉構造にするか、ブラシレスモータを採用する。
- ・摩擦帯電による火花
導電性素材の使用で帯電を防止する。
- ・高電圧でコロナ放電が発生する。
尖った導体の先に(高電圧側ばかりでなくアース側でも)放電が生じるので、その部分を丸くする。例えば、先端に金属球やリングを取り付ける。
- ・そのほか、絶縁性の液体や粉体を高速流動させると静電気が帯電して火花が発生し、液体あるいは粉体が可燃性のときには、爆発事故の原因となる。

(2) 消化時の注意

電気火災の消火は、通電、帯電時に至近距離から水をかけたりすると、感電する恐れがあるので注意を要する。速やかに電源を切ると同時に、注水ホースや消火器のノズルをアースしておくことと安全度が増す。場合によっては、粉末消火器や炭酸ガス消火器を用いることが必要である。電源回復時には、安全を確認してからスイッチを入れること。

3) 休止機器の再使用時の注意

長期間使用しなかった機器を再使用する場合にも注意が必要である。保管中の管理の状態にもよるが、潤滑油の欠乏や絶縁体の劣化による絶縁不良の可能性が高い。使用開始に当たっては、次の項目を実行することが望ましい。

- (1) 塵埃などの除去。綿ほこりは可燃性であるので、これを取り去ることが必要である。
- (2) 絶縁テストを行なう。
- (3) 計器、安全装置の点検する。
- (4) 使用開始後はしばらく機器のそばについていて、異常の有無を確認する。

4) O A機器の使用上の注意

O A機器は、それ自身に危険性はないが、電源関係が次のような状況におかれていることが多い。

- (1) 増設や配置換えが激しく使用する電力も小さいので、安易に「たこ足配線」をしがちである。
電源コードやテーブルタップの定格電流を守る。コンセントの電流容量が適切かを確認する。
- (2) 電源にテーブルタップが使用されることが多く、テーブルタップや電源コードが床面にそのままおかれ、踏みつけられるあるいは引っ張られることが多く、損傷しやすい。電源コードを人が通行する床面に直接おかざるを得ないときには、ワイヤプロテクタ等を用いて保護する。
- (3) 電源スイッチのない機器、スイッチを切っても一部が通電状態になっている機器がある。
不在時には元電源を切る。電源スイッチタップを用いると便利で、しかも安全である。

5 節 VDT 作業時の注意

VDT 作業時に長時間従事すると、疲労するのみでなく、目の健康を損ね、視神経に直常的傷害が発生することもあるので、次の注意事項を守るよう気を付けること。

- (1) 連続作業時間が1時間を越えないようにし、次の連続作業時間までの間に10分から15分の休憩時間を設けること。また、連続作業時間内においても1,2回の小休止を取り、目を休ませること。
- (2) CRT は充分余裕のある大きさで、ちらつきの少ないものを用い、明るさやコントラストは作業従事者が、疲れないよう調整して使うこと。
- (3) CRT 画面の明るさと、周辺の明るさの差が小さくなるよう工夫し、場合によっては、見やすいように、CRT にフィルターやフードも利用する。

6 節 事故防止のための点検

専門家の検査のほかに、次の項目を定期的実施することによって事故の大半を防止出来る。

- (1) 装置, 配管などに触れたとき, 「ヒ。リッ」と感じたことはないか。
このような状態では, 漏電をしていて大変危険な状態であるので, 直ちに使用を停止して専門家に連絡する。
- (2) コード類の被覆が破損していないか。
コードの引出し口や古いコード類では特に注意が必要である。
- (3) 接続ネジに緩みはないか
発熱やショートの原因になる。
- (4) コードが変色している, あるいは熱くなっている部分がないか。
接触不良, 半断線, 過電流のために発熱している。特に, 半断線ではコードの一部だけが熱くなるのが特徴である。
- (5) 異常な音がしていないか。
漏電, 放電の発生。モータ類の回転不能があると過電流の原因となる。
- (6) 異臭を発していないか。
漏電, 放電, 発熱で絶縁物が劣化している。
- (7) アース線が外れていないか。
装置を移動させた際の取り付けに注意をする。
- (8) 機器が冠水する, あるいは電源コードが重い機器の下敷きになっていないか。
- (9) 大容量のスイッチ(ヒューズ)あるいはブレーカに直接細いコードが接続されていないか。
ショートしてもコードの抵抗のため, ヒューズ, ブレーカが働かない。

4 章 機械加工・溶接・熱処理等

何よりもまず第一に、自分の体を危険から守るのは自分自身であるということを自覚しなければならない。自分のとる行動にはどのような危険があるかということを事前に予測し、細心の注意を払って作業に取り掛からなければならない。

次に、それでも事故は起こり得る。もし事故を起こしたときには、パニック状態に陥ることなく冷静・沈着に行動し、事故の拡大防止に努め、もし救助が必要なときには助けを求めなければならない。

1 節 作業服および保護具

- (1) 作業服は体に合った軽快なものを着ること。巻き込まれを防止するため、袖口を締め、上着の裾をズボンの中に入れること。大きなポケットのないものが望ましい、白衣は危険なので着用しないこと。
- (2) 頭髮を保護しておいた方がよい環境では作業帽をかぶること。頭部の傷害が起こる可能性のある環境では安全帽もしくはヘルメットをかぶること。
- (3) サンドル、草履、スリッパなど滑りやすい履物で作業しないこと。足の怪我は意外に多いので安全靴を履くことが望ましい。
- (4) 回転部分や高速往復部分をもつ機械では手袋を使用しないこと。
- (5) 防御設備の不十分な回転機械では、回転の接線方向に立たない。
- (6) 引火しやすいものや尖ったものをポケットに入れておかないこと。
- (7) 危険が予測されるときは、それぞれの作業に適した保護具を使用すること。
 - ① 切断作業、研磨作業、粉碎作業などで飛散する切り粉、粉塵、有毒薬液の飛沫などが、目や口に入ることを防止するために、防塵眼鏡、防塵マスク、保護面などを使用すること。
 - ② 溶接作業などで発生する有害光線の遮光のために、遮光眼鏡、遮光面、革製手袋、革製足カバー、革製前掛けなどを使用すること。

2 節 整理整頓と災害防止

作業服の整理整頓は、物品管理や作業能率の向上に欠かせず、また、災害防止にも役立つ。作業室を整理整頓することによって、安全なスペースと通路を常に確保しておかなければならない。

- (1) 使用者全員が協力して常に最良の状態に保つよう管理・運営すること。
- (2) すべての物品の正しい置き場所と置き方を決めておくこと。機械、器具、工具などの置き場と安全なスペースや通路を区分すること。
- (3) 作業スペースは広く取り、作業の障害になるものは取り除いておくこと。加工材料や工具などは足元に置かず、定められた位置に置くこと。

3 節 手工具(ハンマー、スパナ、レンチ、タガネ、ポンチ、ヤスリ等)による作業の注意事項

- (1) 工具の使用法を熟知し、本来の用途以外に使用しないこと。取り扱い説明書のあるものでは注意事項を守ること。
- (2) 工具に欠陥(傷、割れ、まくれ、摩耗、変形、柄の緩み等)がないか使用する前によく点検すること。切れ味などにも注意すること。
- (3) 工具に付いた油をよく拭き取り、滑らないようにすること。
- (4) ドライバー、スパナ、パイプレンチなどは、ねじ、ナット、パイプなどの大きさに応じた形状と寸法のものを使用し、補助具などを使って過大な力を与えないこと。
- (5) レバーなどは、過度の力を入れると破損したり手が滑ったりするので、普通の力で締めること。
- (6) フランジなどのように多くのねじで取り付けるときは、回し締めによって次々と締めていくこと。弛めるときも同様に次々に回しながら行うこと。
- (7) ヤスリ掛けで生じた粉末はできるだけブラシや刷毛で除去すること。やむを得ず口で吹くときは粉末が目に入らないように注意すること。

4節 グラインダー使用に当っての注意事項

- (1)防塵眼鏡, マスクを着用すること。
- (2)粉塵がでるので換気すること。
- (3)衣類が巻き込まれないように注意すること。
- (4)手袋をしないで素手で材料を保持すること。
- (5)手で掴みにくい小物には使用しないこと。
- (6)異常な音や振動がある機械は使用しないこと。
- (7)過度に磨り減った砥石は使用せず, 交換すること。
- (8)砥石の側面での研磨は行わないこと。
- (9)研磨材が加熱するので, 冷却水を準備すること。

5節 卓上ボール盤使用に当っての注意事項

- (1)手袋を使用しないこと。
- (2)ドリルに衣類が巻き込まれないように注意すること。
- (3)加工材は手で固定せず, 必ず作業台にバイスで固定すること。
- (4)ドリルはチャックハンドで確実に取り付けること。
- (5)穴を開ける前に必ずポンチを打つこと。
- (6)穴あけ作業するときだけスイッチを入れ, 使用しないときには必ずスイッチを切ること。
- (7)加工物に対して適切な荷重をかけること。
- (8)使用後はドリルとバイスを取り外すこと。
- (9)切屑はできるだけブラシや刷毛で除去すること。やむを得ず口で吹くときは, 粉末が目に入らないように注意すること。

6節 ハンドドリル使用に当っての注意事項

- (1)被加工物が小さいときには, 治具かバイスに固定すること。
- (2)安定した姿勢で作業すること。足場の悪い場合, 狭い場所, 高所での不安な作業を避ける。
- (3)穴あけの位置にポンチを打つ。
- (4)材質や形状によって押し付ける力を加減する。
- (5)切屑はできるだけブラシや刷毛で除去すること。やむを得ず口で吹くときは, 粉末が目に入らないように注意すること。
- (6)電源コードを不必要に長くしない。
- (7)使用しないときは, 必ずスイッチを切る。
- (8)作業が終わったら速やかに後片づけをする。

7節 工作機械使用に当たっての注意事項

工作機械には, 金工用, 木工用, 石工用の機械および粉碎器などが含まれる。また各種分析機器などに付属した動力機械についても本節の注意事項が当てはまる。

- (1)使用機械の取り扱い説明書を熟読し, 動作原理, 使用方法, 保守方法を熟知し, その注意事項を守ること。
初めて使うときは熟練者の実地指導を受けること。
- (2)電源スイッチを入れる前に機械の状態を点検すること。特にベルトのたるみや回転部分のナットのゆるみに注意すること。空転させてみて異常のないことを確認すること。
- (3)異常な音や振動が起こった場合は管理責任者に連絡すること。
- (4)作業内容に応じた刃物を選択し, 確実に取付けること。
- (5)加工物を確実に取り付けること。とくに回転体では偏心やバランスに注意すること。
- (6)工具や測定具は定められた場所に置くこと。特にチャックの締め具やスパナなどを差し込んだ状態にしておくと, 運転開始時に大事故を引き起こすことになるので細心の注意をはらうこと。
- (7)手袋は使用しないこと。
- (8)手が濡れている場合は, 手を拭いてから電源スイッチを操作すること。

5 章 高圧ガス・液果ガス

1 節 高圧ガス

高圧ガス保安法より保安規則を参考にして述べる。

ボンベは 5 年ごとの耐圧試験が義務づけられている。とくに必要がない限り、業者からレンタルとして借りた方がよい。危険なガスは必ずレンタルにして、使用后あるいは長期間使用しないときは、ガスが残っていても返却した方が安全である。硫化水素のボンベが腐食したため、決死的な処理を行った例がある。

減圧弁の取り付け、その他使用法などについては、必ず習熟者の指図をうけること、絶対に安易な気持ちで使用してはならない。

ガスボンベは普通 15 MPa のガスが充填されていることを承知して必ず壁に固定された架台に立てること。また、40 度以下に保ち、入り口には必ず「高圧ガス置き場」・「毒」・「燃」などの表示をすること。

酸素、可燃性、毒性のガスは取り扱いや設定場所にとくに注意を要する。一酸化炭素はヘモグロビンに強く結合するので、とくに危険があるからドラフト中でのみ扱う。とくに毒性ガスを扱うときには必ず防毒マスクを用意すること。可燃性ガスは換気扇を回すと着火することがあることも承知しておくこと。

不活性ガスの窒素、二酸化炭素、アルゴン、ヘリウム等も酸欠を起こすので、部屋の換気には十分に注意すること。一般に高圧ガス入りの気体は密閉した部屋(冷凍室など)で使用してはならない。ガス漏れを起こした部屋に不用意に入らないこと。万一、ガス漏れを起こしたときには全ての火気を消し窓を開けてすみやかな換気に努める。

ガスの種類はボンベの色で次のように区別される。

水素(赤) 塩素(黄) 二酸化炭素(緑) 酸素(黒) アセチレン(褐)

アンモニア(白) その他(灰)

減圧調整器のネジには右ネジと左ネジがあり、一般に可燃性ガスでは左ネジ、その他は右ネジである。これは混用を防ぐためである。ヘリウムガスも左ネジだが、ネジ山のピッチが、可燃性ガスのそれと異なる。ガスに見合った減圧器を用い、絶対に他のガス用に減圧器を流用しないこと。0.5~1.0 MPa くらいになったらボンベは交換すること。漏れている減圧弁は無理して閉めすぎないこと。元栓を締めて直ちに交換すること。

2 節 液化ガス

液化ガスは気化するとき急冷するから凍傷に注意すること。水で濡れた手袋は使わない。手袋はすぐに脱げるようにしておくこと。

酸素の方が窒素より沸点が高いので、長時間放置後の液体窒素には必ず酸素が混じっている。この様な古い液体窒素を有機物と接触させると爆発する危険性が高い。

液化ガスが気体になると、約 1,000 倍の体積になることを忘れないこと。液体窒素でも酸欠の危険性を秘めていることに注意すること。最近も液体窒素で窒息死した例が報道された。エレベーターも一種の密室であるから、液体窒素の運搬にエレベーターを使用する時は万全の注意を払うこと。

液体ヘリウムの容器はとくに口が狭く、周囲を液体窒素で冷却しているため、入り口に氷がついて詰まることがある。その結果、気化した液体ヘリウムが逃げ場を失い爆発することがある。

ガラス製魔法瓶はショックで爆発することがあるので、注意して使

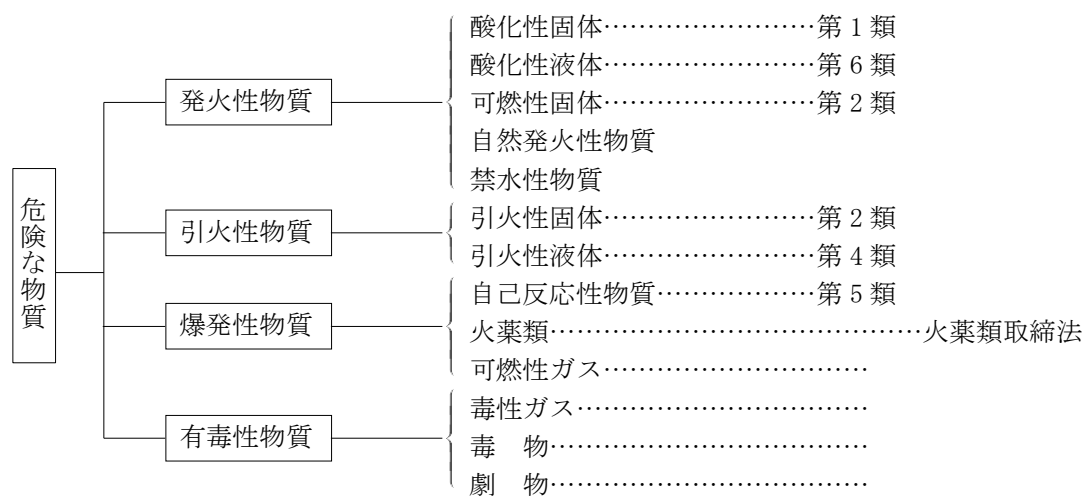
6 章 化 学 薬 品

1 節 化学薬品の取り扱い

化学実験では危険な薬品や器具・装置を使用するので、注意を怠ると災害を引き起こす危険性がある。このような災害を未然に防止し、また、不幸にして災害が起こった場合に冷静に対処するための知識を平生から備えておくことが災害を最小限に食い止める対策となりうる。この節では化学薬品及びその特性について記述する。

化学薬品には、爆発引火性、発火性、毒性、腐食性をもつものが多い。このような危険な化学薬品は消防法、火薬類取締法、高圧ガス保安法、毒物および劇物取締法などの法令によって規制されている。これらの法令は主として産業活動における物質の製造、販売、貯蔵、使用、廃棄を規制するものであり、教育・研究機関の化学薬品の使用を対象として定められたものではない。しかし、貯蔵や取り扱いには規制を受けるので関係のある法令は熟知しておかねばならない。主な法令と危険物質(薬品)との関係を表 6.1 に示す。

表 6.1 危険物質と法令との関係



実験を安全に行うために (化学同人より)

1) 危険な化学薬品を使用する際の一般的な注意事項

- (1) 使用する化学薬品の性状、とくに発火性、引火性、爆発性、有毒性を文献などで調べてから使用する。SDS (Safety Data Sheet) を参照すること。
- (2) 直射日光を避けて冷所に貯蔵し異種薬品の混入がないようにし、火気源から離す。
- (3) 多量の化学薬品の貯蔵には法令によって所定の規格の貯蔵庫に類別に分類して貯蔵し、また毒物・劇物は薬品棚に施錠して保管すること。
- (4) 危険な化学薬品を使用するときはできるだけ少量を用い、また未知の化学薬品については予備試験をする。
- (5) 危険な化学薬品を使用する際には災害の防護手段を考え、万全の準備をしていく。火災や爆発の恐れがあるときは防護面、耐熱保護衣、消火器など、また中毒・負傷の恐れがあるときはゴム手袋、防毒マスク、防毒衣などを準備しておく。
- (6) 有毒な化学薬品およびこれを含む廃棄物の処理は水質汚濁や大気汚染などを引き起こさないように配慮する。7 節化学薬品の廃棄を参照すること。
- (7) 危険な化学薬品の紛失や盗難にあったら、直ちに責任者に届けでること。薬品管理システムへの薬品データの登録をおこなうこと。

2 節 危険物

消防法による危険物は、火災発生につながる危険をもった化学物質(薬品)で、その性質によって表 3 に 1 類から 6 類に分類されている。この表 3 に示した危険物の取り扱いには危険物取扱者免状を取得した

危険物取扱者でなければ行ってはならず、それ以外の者が取り扱う場合には危険物取扱者の立ち会いが必要とされている。本部局では指導教員の立会いのもとに学生の使用が認められているが、危険物取扱者の免状取得を推奨する。

多量の危険物は、「工学部危険物屋内貯蔵所」に貯蔵することが義務づけられている。指定数量の 1/5 以上の危険物の貯蔵及び取扱い並びに貯蔵し、又は取り扱う場所の位置、構造及び設備には技術上の基準が定められている（鹿児島市火災予防条例、消防法）。

ここでは、危険物質を発火性物質、引火性物質、爆発性物質、有毒性物質に分けて取り扱い上の注意事項を記述する。

表 6.2 危険物の品名と指定数量

類	品 名	性 質	指定数量
第一類	1 塩素酸塩類	第一種酸化性固体	50kg
	2 過塩素酸塩類		
	3 無機過酸化物		
	4 亜塩素酸塩類		
	5 臭素酸塩類		
	6 硝酸塩類	第二種酸化性固体	300kg
	7 よう素酸塩類		
	8 過マンガン酸塩類	第三種酸化性固体	1,000kg
	9 重クロム酸塩類		
	10 その他のもので政令で定めるもの		
	11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第二類	1 硫化りん		100kg
	2 赤りん		100kg
	3 硫黄		100kg
	4 鉄分		500kg
	5 金属粉	第一種可燃性固体	100kg
	6 マグネシウム		
	7 その他のもので政令で定めるもの	第二種可燃性固体	500kg
	8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
	9 引火性固体		1,000kg
第三類	1 カリウム		10kg
	2 ナトリウム		10kg
	3 アルキルアルミニウム		10kg
	4 アルキルリチウム		10kg
	5 黄りん		20kg
	6 アルカリ金属（カリウムおよびナトリウムを除く。）およびアルカリ土類金属	第一種自然発火性物質および禁水性物質	10kg
	7 有機金属化合物（アルキルアルミニウムおよびアルキルリチウムを除く。）		
	8 金属の水素化物	第二種自然発火性物質および禁水性物質	50kg
	9 金属のりん化物		
	10 カルシウムおよびアルミニウムの炭化物	第三種自然発火性物質および禁水性物質	300kg
	11 その他のもので政令で定めるもの		
	12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第四類	1 特殊引火物		500
	2 第一石油類	非水溶性液体	2000
		水溶性液体	4000
	3 アルコール類		4000
		非水溶性液体	2,0000
	4 第二石油類	水溶性液体	
		非水溶性液体	
	5 第三石油類	水溶性液体	
		水溶性液体	
第五類	6 第四石油類		
	7 動植物油類		
	1 有機過酸化物	第一種自己反応性物質	10kg
	2 硝酸エステル類		
	3 ニトロ化合物		
	4 ニトロソ化合物		
	5 アゾ化合物		
	6 ジアゾ化合物	第二種自己反応性物質	100kg
	7 ヒドラゾンの誘導体		
	8 ヒドロキシルアミン		
	9 ヒドロキシルアミン塩類		
	10 その他のもので政令で定めるもの		
	11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第六類	1 過塩素酸		300kg
	2 過酸化水素		
	3 硝酸		
	4 その他のもので政令で定めるもの		
	5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		

3節 発火性物質

発火の危険のある物質は、加熱、衝撃で発火するものと、接触、混合で発火するものがある。発火性物質の区分、特徴とその具体例を示す。

1) 強酸性物質

過塩素酸塩 $[\text{MClO}_4]$ ($\text{M}=\text{H}, \text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4$)

塩素酸塩 $[\text{MClO}_3]$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4, \text{Ag}$)

無機過酸化物 $[\text{Na}_2\text{O}_2, \text{K}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2]$

有機過酸化物 [アルキルヒドロペルオキシド, $\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ (t-ブチル-, クミル-)]

[ジアルキルペルオキシド, $\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{R}'$ (ジ-t-ブチル-, ジクミル-)]

[ジアシルペルオキシド, $\text{R}-\text{CO}-\text{O}-\text{O}-\text{CO}-\text{R}'$]

硝酸塩 $[\text{MNO}_3]$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4$)

過マンガン酸塩 $[\text{MMnO}_4]$ ($\text{M}=\text{K}, \text{NH}_4$)

[取り扱い上の注意事項]

(1) 加熱、衝撃で爆発する危険性があるので火気、熱源より離して冷暗所に保管する。

(2) 還元性物質（有機物）と混合すると酸化発熱して発火する。

(3) 塩素酸塩類は強酸で二酸化塩素 (ClO_2) を、また過マンガン酸塩はオゾン (O_3) を発生して爆発することがある。

(4) 過酸化物は水で酸素 (O_2) を、希酸で過酸化水素 (H_2O_2) を生じて発熱し、発火することがある。貯蔵中の防湿に注意する必要がある。

(5) 有機過酸化物は副反応物として、また貯蔵中に生成するので注意が必要である。

2) 強酸性物質

発煙硝酸、濃硝酸 (HNO_3)

無水硫酸、発煙硫酸、濃硫酸 (H_2SO_4)

無水クロム酸 (CrO_3)

クロルスルホン酸 (HSO_3Cl)

[取り扱い上の注意事項]

(1) 還元性物質（有機物）と混合すると発熱し、発火することがある。容器（ガラス）は冷暗所に破損しない

ように貯蔵する。

(2) 無水クロム酸は融点以上に加熱すると分解し酸素 (O_2) を発生し、有機物などがあると発火する。

(3) こぼしたときは炭酸水素ナトリウムなどで覆い、多量の水に溶かしてから処理(中和)する。

(4) 取り扱いにはゴム手袋を使用する。

(5) 本物質が原因で起こった火災は大量注水をする。

3) 低温着火性物質

黄リン、赤リン (P)

硫化リン (P_4S_3 , P_2S_5 , P_4S_7)

硫黄 (S)

金属粉 (Mg, Al, Fe, Zn)

金属リボン (Mg)

[取り扱い上の注意事項]

(1) 熱源があると発火するので、火気から離して冷暗所に保管する。

(2) 酸化性物質と混合すると発火する。

(3) 硫化リンと金属粉は、とくに水分との接触を避ける。

(4) 黄リンは空気中で発火する恐れがあるので水中に保管する。

(5) 粉末硫黄は湿気を吸って発熱発火することがあるので注意する。

(6) 金属粉は空気中で加熱すると激しく燃える。また、酸やアルカリと接触すると水素 (H_2) を発生するので、火気による引火に注意する。

(7) 金属粉の消火には、砂または粉末消火器がよい。

4) 自然発火性物質

有機金属化合物 RM ($\text{R}=\text{アルキル基またはアリール基}$, $\text{M}=\text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Al}, \text{P}, \text{Zn}$)

還元金属触媒 (Pt, Pd, Ni, Cu-Cr)

[取り扱い上の注意事項]

- (1) 空気に触れると発火するので、初めて使用するときは経験者に指導を受ける。
- (2) 有機金属化合物を溶剤で希釈したものは溶剤が揮散すると発火するので、密封保管し、可燃物を近くに置かないこと。
- (3) 酸化剤と混合すると爆発の恐れがある。
- (4) 消火には乾燥砂か粉末消火器、ごく少量のときは大量の水を使用する。

5) 禁水性物質

金属ナトリウム (Na), 金属カリウム (K)

カーバイド (炭化カルシウム, CaC_2)

生石灰 (酸化カルシウム, CaO)

リン化石灰 (リン化カルシウム, Ca_3P_2)

水素化アルミニウムリチウム (LiAlH_4)

ナトリウムアミド (NaNH_2)

[取り扱い上の注意事項]

- (1) 金属ナトリウム, 金属カリウムは水と反応して水素 (H_2) を出して激しく燃える。金属ナトリウムの保存は石油中に密封し、床面より高い乾燥した冷暗所に保管する。
- (2) 金属ナトリウム, 金属カリウムはハロゲン化物と反応して爆発することがある。
- (3) カーバイドは水と反応してアセチレンを発生し引火爆発することがある。
- (4) リン化石灰は水と反応してホスフィン (PH_3) を出し、引火爆発することがあるので注意すること。
- (5) 金属水素化物は水と反応して発火する。廃棄するときは、酢酸エチルの中に少量ずつ加えること。逆は不可。
- (6) 生石灰は水と反応しても発火はしないが、周囲の燃えやすいものを加熱して発火することがある。
- (7) ゴム手袋やピンセットを用い、直接手で触れないこと。
- (8) 消火には乾燥砂などで覆う。炭酸水素塩類の粉末消火器は使用してよいが、注水、水系の消火器は使用しないこと。

4節 引火性物質

可燃性の物質 (薬品) の危険性はおおむね引火点で決められる。引火点が低いほど危険性が高い。引火点が高い物質でも、引火点以上に加熱したときは引火点が低い物質と同じ危険があることを念頭に入れておくこと。

[解 説]

引火点：容器に入った液体の上部に、空気と混合して火を引く濃度の蒸気ができるようになる液体の最低温度をいう。

発火点：可燃物が空気中で加熱されて自然に発火する最低温度をいい、発火点のことを着火温度ともいう。

1) 特殊引火物

1 気圧で発火点が 100°C 以下、または引火点が -20°C 以下で、沸点が 40°C 以下のものをいう。具体的な例を挙げると

ジエチルエーテル, 二硫化炭素, アセトアルデヒド, ペンタン, イソペンタン, ニッケルカルボニル, アルキルアルミニウム

[取り扱い上の注意事項]

- (1) 引火点、発火点が極めて低く引火の危険が高いため、使用時は裸火を消すこと。
- (2) 沸点が低く、爆発限界が広いので、換気を良くして蒸気が滞留しないようにする。
- (3) 光と空気に長時間触れると過酸化物ができて爆発する。
- (4) 布などにしみ込んだものは自然発火することがある。
- (5) 消火のための二酸化炭素または粉末消火器を準備しておく。
- (6) 引火した場合、消火は極めて困難であるので2次災害の防止につとめる。

2) 一般引火性物質

(1) 高度引火性物質 (1 気圧で引火点 21℃未満のもの)

[第 1 石油類]

石油エーテル, 石油ベンジン, ヘキサン, ヘプタン, ガソリン, ベンゼン, トルエン, アルコール類 (メチル〜ペンチル), ジメチルエーテル, アセトン, メチルエチルケトン, ギ酸エステル類, 酢酸エステル類, ピリジン, クロルベンゼン

(2) 中度引火性物質 (1 気圧で引火点 21〜70℃未満のもの)

[第 2 石油類] 灯油, 軽油, テレピン油, ベンズアルデヒド, ギ酸, 酢酸

[第 3 石油類] 重油, スピンドル油, エチレングリコール, ニトロベンゼン

(3) 低度引火性物質 (引火点 70℃以上)

[第 4 石油類] ギヤー油, フタル酸ジブチル

[動植物油類] あまに油, 大豆油, やし油

[取り扱い上の注意事項]

(1) 引火性は特殊引火物ほどではないが, スイッチや静電気による火花, たばこの火も発火源となる。直火での加熱は行わないこと。

(2) 中度引火性物質は開放容器での加熱時に引火が起こりやすいので注意すること。揮発した蒸気の滞留に注意が必要である。

(3) 低引火性物質は高温加熱時の分解ガスに引火が起こりやすい。

(4) 蒸気の比重が大きいものは滞留しやすいので, 換気をよくする。

(5) 小さな火災には二酸化炭素消火器を用い, 拡大したときは大量の水を使用する。

5 節 爆発性物質

過酸化物, オゾニド, 塩素酸, 過塩素酸とその塩およびそれらのエステル, 硝酸エステル, 亜硝酸エステル, ニトロソアミン, アミノオキシド, ニトロ化合物, アミン硝酸塩, 亜アミン硝酸塩, ヒドラジン, ジアゾ化合物, アジ化物, 雷酸塩, アセチリドなどは不安定で, 熱や衝撃によって爆発する。

ジエチルエーテルやテトラヒドロフランのようなエーテル類は空気と触れて過酸化物を生成しやすい。蒸留の際は還元剤で過酸化物を分解してから蒸留する。

単独では安定な物質であっても, 混合すると爆発性を示すものの例を示す。

(1) 酸化物と可燃物 (過塩素酸とジメチルスルホキシド)

(2) アンモニアと硝酸銀溶液

(3) アルカリ金属と四塩化炭素やクロロホルム

爆発は, 可燃性ガスが空気と混合し爆発限界内の濃度になって引火して起こる燃焼的爆発と, 分解しやすい物質が熱または衝撃で瞬時に気化する分解爆発とがある。

1) 可燃性ガス

高圧ガス取締法では, 爆発限界濃度の下限が 10 %以下, または上下限の差が 20 %以上のガスを対象としている。

[C, H の単体または化合物]

水素, メタン, エタン, プロパン, ブタン, エチレン, プロピレン, アセチレン, ブタジエン

[C, H, O の化合物]

一酸化炭素, ジメチルエーテル, アセトアルデヒド, アクロレイン, 酸化エチレン

[C, H, N の化合物]

アンモニア, メチルアミン, トリメチルアミン, シアン化水素, アクリロニトリル

[C, H, X の化合物]

塩化メチル, 塩化エチル, 塩化ビニル, 臭化メチル

[C, H, S の化合物]

硫化水素, 二硫化炭素

[取り扱い上の注意事項]

(1) 発火源があると、もれて滞留した場合に引火爆発をする。ボンベを置く部屋の換気に注意して使用または保管する。

(2) アセチレンと酸化エチレンは分解爆発をするので加熱、衝撃を与えないようにする。

(3) 多量のガスがもれたときは、できればガス源と火気を止め、窓を開いて待避する。余裕のないときは直ちに逃避する。

2) 分解爆発性物質

消防法の第 5 類に分類されている物質で、加熱、衝撃、摩擦、光などによって自己反応を起こし、発熱して爆発する可燃物をいう。

硝酸エステル、ニトロ化合物、アゾ化合物、有機過酸化化物などがその代表的な例である。

[取り扱い上の注意事項]

(1) 加熱、衝撃、摩擦、光などによって爆発する。

(2) 強酸との接触によって燃焼、爆発する。

(3) 種々の反応過程で副生することがあり、予期せぬ爆発が起こる。

(4) 酸、アルカリ、金属、還元性物質などが触れると爆発することがあるので、不用意に混合しないこと。

(5) 防護面、必要によっては耐熱保護衣、防毒マスクなどを準備または着用する。

3) 火薬類

火薬類は分解爆発性物質を配合した爆発を目的とした成形加工品で、火薬類（火薬、爆薬、化学工業製品）は、火薬類取締法で規制されている。

6 節 有毒性物質

実験室で使用されている化学薬品はそのほとんどが有毒性物質と考えてよい。一般の実験や研究に使用する薬品の量は少量であり、非常識な取り扱いをしない限り、通常の薬品で中毒を起こす危険性は少ない。

しかし、毒性の強い薬品の使用を誤ると致命的な障害を受ける。従って、油断は禁物で、あらかじめ取り扱う物質の毒性を知っておくことが大切である。

1) 毒性ガス

高圧ガス取締法では、毒性ガスは、許容濃度が 200 mg/m^3 以下のガスをいう。

[許容濃度 0.1 mg/m^3 以下] フッ素、ホスゲン、オゾン、アルシン、ホスフィン

[許容濃度 1.0 mg/m^3 以下] 塩素、臭素、ヒドラジン、アクロレイン

[許容濃度 5.0 mg/m^3 以下] 二酸化硫黄、フッ化水素、塩化水素、ホルムアルデヒド

[許容濃度 10 mg/m^3 以下] シアン化水素、硫化水素、二硫化炭素

[許容濃度 50 mg/m^3 以下] 一酸化炭素、アンモニア、酸化エチレン、酸化窒素

[許容濃度 200 mg/m^3 以下] 塩化メチル

比較的よく使用し、また実験中の不注意によって発生することが考えられる毒性ガスには次のようなものがある。

(1) 硫化水素ガスや塩素ガス

(2) シアン化ナトリウムやシアン化カリウムなどのシアン化合物は、酸性の廃液貯留容器に間違って投入すると、

シアン化水素（青酸ガス）が発生する。

[取り扱い上の注意事項]

(1) 一般に窒息症状を起こし、毒性の強いものは皮膚、粘膜を腐食する。

(2) 濃厚なガスを吸うと、瞬時に失神し、逃避できないことがある。

(3) 使用に際しては換気装置の中で取り扱う。

(4) 防毒マスクを着用して取り扱う。

2) 神経作用毒ガスと法規制

サリン、ソマン、タブン、VX などの毒性化学物質およびクロロサリン、クロロソマンなどの前駆物質は特定物質

に該当し、これらは微量であっても通産大臣の許可がなければ製造、所持、使用などができない（現実的には所持できない）。

3) 毒物、劇物、その他

有毒性物質は、蒸気や微粒子の形で呼吸器から、水溶液の形で消化器官から、また接触によって皮膚から吸収されるので取り扱いには十分な注意が必要である。有害物質に指定されている物質を知り、その類似物質の取り扱いにも十分な注意が必要である。表 6.3 に毒物および劇物取締法による有害物質の基準を示し、表 6.4 に試薬危険・有害性のシンボルマーク及び表示語を示す。

表 6.3 毒物および劇物取締法による有害物質

名 称	毒 性	備 考
指定毒物	下記の毒物中、特に経皮毒性の強いもの	四アルキル鉛、農薬
毒 物	体重1kgあたり経口致死量30mg以下のもの (皮下注射20mg以下、静脈注射10mg以下)	毒性条件は厳密なものではなく、法令で指定した物質をいう。
劇 物	体重1kgあたり経口致死量30～300mgのもの (皮下注射20～200mg、静脈注射10～100mg)	

また、表 6.5 に毒物（●）、劇物（◎）、一般有毒性物質（○）、特定有害物質（■）、腐食性物質（△）の 4 種類に分類をした無機化合物、有機化合物の具体的な例を示す。

〔取り扱い上の注意事項〕

- (1) 毒物（●）、劇物（◎）は密栓した容器に入れ、内容物を明記し施錠した薬品棚に保管する。
使用に際しては指導教員のもとで用い、その記録を残しておく。もし盗難にあったときは指導教員へ直ちに届ける。
- (2) 一般有毒性物質（○）の中には毒性の強いものもあるので十分注意して使用する。
- (3) 特定有害物質（■）は一般に蓄積毒性のものが多く、長期にわたって使用するときには十分に注意して使用する。
- (4) 腐食性物質（△）を使用した後は、手、顔などを洗い、うがいをする。
- (5) ゴム手袋、防毒マスクなどを着用または準備しておく。

7 節 化学薬品の廃棄

大学における教育・研究などによって排出される廃棄物(固体のものも含む)は多種多様な害廃棄物が含まれている。われわれは、これらの排出によって大学内外の環境や人の健康を損なわないように努めなければならない。法令では、環境基本法によって維持すべき環境基準を示し、これに基づいて、水質汚濁防止法、下水道法、廃棄物の処理および清掃に関する法律、大気汚染防止法、悪臭防止法、特定物質の規制などの法令が施行されている。

有害な化学薬品を一般ゴミの中に混入させたり、流しに放流したり、大気中に揮散させて捨ててはならない。

教育・研究などで生じた実験廃液は、平成 21 年度までは「鹿児島大学無機廃液処理施設の利用の手引」に従って分別貯留し、害化处理をして廃棄していたが、平成 22 年度以降は外注となる。無機系実験廃液の分別貯留区分を表 6.6 に、有機系実験廃液の区分を表 6.7 (分類変更有り。新旧対照表挿入(表 6.8))に示す。無機・有機廃液の処理の案内があるまで保管をする。また、空の薬品ビンを廃棄する場合は、洗浄してフタをはずし、素材(ガラス、プラスチック等)ごとに分別し、透明なポリエチレン袋に入れ、所属 PG、研究室名を明記して特殊廃棄物保管庫に入れること。(注意:一般の不燃ゴミとは区別が必要です)。

8 節 管理下でない放射性物質

本来は一般の研究室などへは存在しないはずのものであるが、現在は放射性物質を使っていなくても、過去に使っていたものが放置されていた事例が全国的に見受けられる。例えば戸棚の奥、人の立ち入らない倉庫の中、最近開けていない金庫の中などから、20～30 年以上前に使っていたものが発見されているので、特に古い荷物を片づけるときには注意が必要である。放射性物質には通常放射能標識(☢10 章参照)が表示されている。もし、放射性物質を見つけた場合、不用意に触ったり、動かしたりせず、直ちに指導教員へ連絡すること。

表6．4 試薬危険・有害性のシンボルマーク及び表示語

シンボルマーク 表示語	危険性の内容	国内関連法規による該当品目
 爆発性	衝撃，摩擦，加熱等により爆発する	火薬類取締法第2条第1項に掲げる火薬および爆薬 高圧ガス取締法第2条に規定する高圧ガス
 極引火性	極めて引火性の強い液体 引火点が -20°C 未満で沸点が 40°C 以下， または発火点が 100°C 以下の液体	消防法の第4類特殊引火物
 引火性	引火性の液体 引火点が 70°C 未満の液体	消防法の第4類第1石油類，アルコール類および第2石油類
 可燃性	火炎により着火しやすい固体または低温で 引火しやすい固体，並びに引火しやすいガ ス	消防法の第2類可燃性固体 安衛法施行令別表第1の第5号に規定する可燃性ガス
 自然発火性	空气中において自然に発火する性質がある	消防法の第3類自然発火性物質 危規則告示別表第6の自然発火性物質の項目の品名欄に 掲げるもの（自己発熱性物質およびその他の自然発火性 物質を除く）
 禁水性	水と接触して発火し，または可燃性ガスを 発生する性質がある	消防法の第3類禁水性物質 危規則告示別表第6のその他の可燃性物質の項目の品名 欄に掲げるもの（その他の可燃性物質を除く）
 酸化性	可燃性との混在により燃焼または爆発を起 こす	消防法の第1類酸化性固体および第6類酸化性液体 危規則告示別表第7の酸化性物質の項目の品名欄に掲げ るもの（その他の酸化性物質を除く）
 自己反応性	加熱や衝撃等により多量に発熱，または爆 発的に反応が進行する	消防法の第5類自己反応性物質
 猛毒性	飲み込んだり，吸入したり，あるいは皮膚 に触れると非常に有害で死に至ることがあ る 参考：LD50：30mg/kg以下（ラット，経口）	毒劇法の毒物 毒劇法に該当していない品目で危規則告示別表第4の品 名欄に掲げるもの（その他の毒物を除く）のうち猛毒性 のもの
 毒性	飲み込んだり，吸入したり，あるいは皮膚 に触れると有害である 参考：LD50：30～300mg/kg（ラット，経 口）	毒劇法の劇物 毒劇法に該当していない品目で危規則告示別表第4の品 名欄に掲げるもの（その他の毒物を除く）のうち毒性の もの
 有害性	飲み込んだり，吸入したり，あるいは皮膚 に触れると有害の可能性があり 参考：LD50：200～2000mg/kg（ラット， 経口）	毒劇法に該当していない品目で危規則告示別表第4の品 名欄に掲げるもの（その他の毒物を除く）のうち有害性 のもの 平成4年2月10日付け基発第51号通達等により公表した変 異原性が認められた既存化学物質等 平成3年6月25日付け基発第414号の3通達等により公表し た変異原性が認められた新規化学物質等 化審法第2条に規定する第2種特定化学物質および指定化 学物質
 腐食性	皮膚または装置等を腐食する	危規則告示別表第3の品名欄に掲げるもの（その他の腐 食性物質を除く）
 刺激性	皮膚，目，呼吸器官等に痛みなどの刺激を 与える可能性がある	関連法規なし

日本試薬連合会発行「試薬危険・有害性のシンボルマーク及び表示語」から引用

6. 5 毒物, 劇物, その他

●: 毒物, ◎: 劇物, ○: 一般有毒性物質, ■: 特定有害物質

△: 腐食性物質 (粘膜を刺激, 組織をおかすもの)

		無 機 化 合 物			
亜硝酸塩類	◎△	酸化セレン	○	チオシアン酸水銀	○
亜セレン酸塩類	○	酸化ベリリウム	○	テトラシアノカドミウム酸カリウム	○
亜テルル酸塩類	○	二酸化二ヒ素	○	テトラシアノ白金酸カリウム	○
亜ヒ酸塩類	○	三酸化ヒ素	■	テルル酸塩	○
アンチモン	◎	三酸化ホウ素	○	ナトリウム	◎△
アンモニア水	△	三臭化ホウ素	○	ナトリウムアミド	△
ウラン	○	シアン化金属類	◎	二クロム酸塩	○
塩化アンチモン	△	シアン化カリウム	●△■	ニッケルカルボニル	●■
塩化インジウム	○	シアン化水素	●	八酸化三ウラン	○
塩化クロミル	○△	シアン化ナトリウム	●△■	発煙硝酸	◎△
塩化水銀	○	シアン酸塩	◎	発煙硫酸	◎△
塩化スズ	△	シアノ金属塩	◎	ヒ酸	●
塩化スルフリン	○△	ジシアノ銀酸塩	◎	ヒ酸塩	●
塩化チオニル	△	ジシアン	○	ヒ酸水素二塩	●
塩化チタン	△	臭化水銀	○	ヒ酸二水素塩	●
塩化バリウム	△	臭化水素酸	◎△	フッ化ウラン	○
塩素酸バリウム	△	重クロム酸塩	■	フッ化水素酸	○△
塩化ベリリウム	○	硝酸	◎△	ベリリウム化合物	○■
過塩素酸	△	硝酸ウラニル	○	無水クロム酸	◎
過塩素酸マグネシウム	△	硝酸銀	△	ヨウ化銀	△
過酸化カルシウム	△	硝酸クロム	○	ヨウ化水銀	○
過酸化水素	◎	硝酸水銀	○	ヨウ化水素酸	△
過酸化ストロンチウム	△	硝酸タリウム	○	ヨウ素	◎
過酸化ナトリウム	◎	硝酸ベリリウム	○	リチウム	△
カドミウム	○	水銀	●	硫化亜鉛	△
過マンガン酸カリウム	△	水酸化カリウム	◎△	硫酸	◎△
カリウム	◎△	水酸化ストロンチウム	△	硫酸インジウム	○
カルシウム	△	水酸化ナトリウム	◎△	硫酸銀	△
クロム酸塩	○■	水酸化バリウム	△	硫酸ストロンチウム	△
ケイフッ化水素酸	◎	水酸化ベリリウム	○	硫酸タリウム	◎
五塩化リン	○△	水酸化リチウム	△	硫酸銅	△
五酸化二ヒ素	○	水酸化カルシウム	△	硫酸ベリリウム	○
五酸化リン	△	水酸化ナトリウム	△	リン	○
三塩化ホウ素	○	水素化ヒ素	○	リン酸	△
三塩化リン	○△	水素化ホウ素	○	リン化亜鉛	◎
酸化ウラン	○	水酸化リチウム	△	リン化アルミニウム	○
酸化塩素	○	水素化リン	○	リン化カルシウム	◎
酸化オスミウム	△	セレン	●		
酸化カルシウム	△	セレン化水素	○		
酸化クロム	△	セレン酸ナトリウム	○		
酸化水銀	○	炭酸ベリリウム	○		

実験を安全に行うために (化学同人より)

		有 機 化 合 物			
アクリル酸エステル	○	アルキルアニリン	◎	エチレンイミン	■
アクリルニトリル	◎■	アルキルトルイジン	◎	エチレングリコール	
アクロレイン	◎	イソプロピルアミン	○	モノブチルエーテル	○
アセトアルデヒド	△	イソホロン	○	エチレングリコール	
アセトニトリル	○	インシュリン	○	モノメチルエーテル	○
1-アドレナリン	○	インドール	○	エチレンクロルヒドリン	○
アニリン	◎	エチルアミン	○△	エチレンジアミン	○
2-アミノエタノール	○	エチル水銀	■	エピクロルヒドリン	◎
アミノビフェニル	■	エチルベンゼン	○	塩化アニル	○
アリルアルコール	○△	エチルメルカプタン	○		

(次頁へ続く)

有機化合物					
塩化エチル	◎	シュウ酸	△	ベンジジン	■
塩化エチレン	○	シュラーダン	○	ベンジルアルコール	△
塩化ビニル	○	ストリキニン	○	ベンゼン	○△■
塩化ビフェニル	■	チオセミカルバジド	●	<i>p</i> -ベンゾキノン	○
塩化ベンジル	○	チオダン	○	ペンタクロルフェノール	◎△■
塩化メチル	◎	テトラエチル鉛	●■	マラソン	○
エンドリン	○	テトラエチルピロホスフェート	●	マロン酸タリウム	○
過酸化尿素	◎	テトラクロルエタン	◎■	無水酢酸	○
過酸化ベンゾイル	△	テトラクロルエチレン	■	無水フタル酸	△
カフェイン	○	テトラニトロメタン	○	メチルオキシド	○
ギ酸	△	テトラメチル鉛	●■	メタノール	◎■
ギ酸タリウム	○	トリエチルアミン	○	メチルアニリン	○
キシリジン	○	トリクロルエタン	■	メチルアミン	○
キニーネ	○	トリクロルエチレン	■	メチル水銀	■
クレゾール	◎	トリクロル酢酸	◎△	メチルスノホナル	◎
クロル酢酸	△	トリクロルプロパン	○	メチルナフチルカルバメート	◎
1-クロル-1-ニトロプロパン	○	トリニトロトルエン	△	メチルパラチオン	○
クロルピクリン	◎	トリニトロベンゼン	△	メチルヒドラジン	○
クロロブレン	○	トリブチルアミン	△	メチルメルカプタン	○
クロロホルム	◎△■	トリプロピルアミン	△	モノクロル酢酸	◎
ケテン	○	トリメチルアミン	△	モノフルオル酢酸	●
コルヒチン	○	トリレンジイソシアネート	○■	モノフルオル酢酸アミド	●
酢酸	△	<i>o</i> -トルイジン	◎	モノホリン	○
酢酸ウラニル	○	トルエン	■	ヨウ化水素	◎
酢酸ウラニル亜鉛	○	テフタレン	○	ヨウ化メチル	■
酢酸水銀	○	β -ナフチルアミン	■	硫化リン	●
酢酸バリウム	△	α -ナフチルチオ尿素	○	硫酸ジエチル	△
酢酸ビニル	△	β -ナフトール	◎△	硫酸ジメチル	○△■
酢酸ヘキシル	○	ϵ -ニコチン	●	硫酸ニコチン	○
酢酸2-メトキシエチル	○	<i>p</i> -ニトロアニリン	○	ロダン酢酸エチル	◎
サリチル酸	△	ニトロクロルベンゼン	■	ロデノン	◎
三塩化ホウ素エテラート	○	ニトロトルエン	○		
三臭化ホウ素エテラート	○	ニトロビフェニン	■		
三フッ化ホウ素エテラート	○	<i>p</i> -ニトロフェニルチオノベンゼン			
ジアセトンアルコール	○	ホスホン酸エチル	○		
ジエチルアミン	○	ニトロプロパン	○		
ジエチレングリコール		ニトロベンゼン	◎△		
モノエチルエーテル	○	パラアルデヒド	△		
四塩化炭素	◎△■	パラチオン	●		
シクロヘキサノール	○	パラトルイレンジアミン	◎		
シクロヘキシミド	○	パラフェニレンジアミン	◎		
2, 2-ジクロルエチルエーテル	○	ピリジン	○△		
ジクロル酢酸	◎	ピロリン酸テトラエチル	○		
ジクロルブチン	◎	フェニル酢酸水銀	○		
ジクロルベンジジン	■	フェニルヒドラジン	○		
<i>o</i> -ジクロルベンゼン	○	フェニレンジアミン	△		
ジケテン	○	フェノール	○△■		
四臭化エタン	○	フェンカプトン	○		
ジニトロクレゾール	●	<i>o</i> -フタロジニトリル	■		
ジブロムエタン	◎	ブチルアミン	○		
ジブロムクロルプロパン	◎	<i>p</i> - <i>t</i> -ブチルトルエン	○		
ジメチルアセトアミド	○	<i>t</i> -ブチルメルカプタン	○		
ジメチルアミン	◎	フルオル酢酸アミド	●		
ジメチルアニリン	○	フルオル酢酸ナトリウム	○		
ジメチルホスファイト	●	ブルシン	○		
ジメチルホルムアミド	○	フルフラール	○		
ジメチル硫酸	◎	プロピレンイミン	○		
臭化エチレン	◎	ブロモホルム	○		
臭化メチル	◎■	<i>n</i> -ヘキサン	■		

実験を安全に行うために（化学同人より）

表6.6 実験廃液の区分表（無機系）

2017年7月 鹿児島大学廃液処理センター

分類	種 類	対 象	備 考	処理方法	容 器
A	無機水銀廃液	無機水銀化合物の水溶液	・ 金属水銀，有機水銀は混合させない。 （金属水銀，有機水銀を含む廃液の回収については廃液処理センターに問い合わせること。） ・ 内容物（物質名・濃度など）を明示する。 ・ シアンを含む場合はその旨明示する。 ・ その他の有害重金属等を含む場合はその組成を明示する。	中和・凝集沈殿（硫化物法）	20Lポリ容器
C	フッ素・ホウ素廃液	1. フッ素化合物の水溶液 2. ホウ素化合物の水溶液	・ 内容物（物質名・濃度など）を明示する。 ・ 対象区分ごとに保管する。 ・ 有機化合物を含む場合はHまたはL分類へ（濃度による）。	中和・凝集沈殿	
D	酸系廃液	1. 硝酸，亜硝酸，およびそれらの無機化合物の水溶液 2. 塩酸，硫酸，リン酸などの無機酸廃液	・ 内容物（物質名・濃度など）を明示する。 ・ 塩酸，硫酸の含有量が5%以下で有害物を含まない廃液は，各研究室等でアルカリ（水酸化ナトリウム等）で中和し，希釈して放流する。硝酸・亜硝酸を含む廃液は希釈・中和処理して放流せずに全量を廃液として回収する。 ・ フッ化水素酸（フッ酸），ホウ酸はC分類へ。 ・ 青酸を含む場合はB分類へ（酸廃液と混合しない）。 ・ クロム酸，その他の有害金属を含む場合はF分類へ。 ・ 有機リン化合物を含む場合はL分類へ。 ・ 有機酸を含む場合はL分類へ。		
E	アルカリ系廃液	水酸化ナトリウム，水酸化カリウム，炭酸ナトリウムなどの廃液	・ 内容物（物質名・濃度など）を明示する。 ・ アルカリ化合物の含有量が5%以下で有害物を含まない廃液は，各研究室等で酸（希塩酸，希硫酸等）で中和し，希釈して放流する。 ・ アミン類，アンモニアを含む水溶液はL分類へ。		
F	有害金属系廃液	Cd, Pd, Cr, As, Se, Cu, Zn, Fe, Mnなどの有害金属を含む廃液	・ 内容物（物質名・濃度など）を明示する。 ・ 放射性同位体元素およびこれで汚染されたものは入れないこと。 ・ フェリシアン，フェロシアンなどの難分解性シアノ錯体はB分類へ。 ・ 有機配位子（EDTAなど）を含む金属キレートはL分類へ。		

表6 . 7 実験廃液の区分表（有機系）

2017 年 7 月 鹿児島大学廃液処理センター

分類	種 類	対 象	備 考	処理方法	容 器
G	可燃性有機廃液Ⅰ (引火点が21℃未満)	1. 水を含まない引火性の有機廃液 (トルエン, 酢酸エチル, ベンゼン, アセトン, アセトニトリル等) 2. 含水率40%未満のアルコール類 (メタノール, エタノール等)	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。 ・爆発性物質(N-O結合のあるもの, アセチレン誘導体など)は, 排出者において別途無害化処理する。 ・含水率40～90%未満のアルコール類はH分類へ。 ・含水率90%以上のアルコール類はL分類へ。	焼却処分	10Lポリ容器*
H	可燃性有機廃液Ⅱ (引火点が21℃以上) (含水率21%未満)	・炭化水素 ・アルコール類 (含水率40～90%) ・ケトン類 ・フェノール類	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。 ・爆発性物質(N-O結合のあるもの, アセチレン誘導体など)は, 排出者において別途無害化処理する。 ・含水率90%以上のアルコール類はL分類へ。 ・ハロゲン化合物を10%以上含む場合はJ分類へ。		20Lポリ容器*
I	廃油	1. 灯油・軽油・テンビン油等 2. 重油・クレオソート油・ スピンドル油 3. タービン油・変圧器油等 4. ギア油・モーター油等 5. 動植物油類混合廃液	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。 ・PCBを含むものは入れないこと。 ・搬出容器については応相談。		
J	ハロゲン系廃液	1. ハロゲン化合物 (クロロホルム・塩化メチル・ジクロロメ タン・四塩化炭素・トリクロロ酢酸など) 2. ハロゲン系有機溶媒を10% 以上含む可燃性有機廃液	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。		
K	ホルマリン廃液	ホルマリン廃液	・固形物は取り除くこと。		
L	難燃性有機廃液 (含水率90%以上)	1. 炭化水素, ハロゲン化合物, 有機酸, 亜硝酸エステル, アミン類の10%未満含有廃液 2. 有機金属系(キレート等) 廃液等 3. シアン化合物を1ppm未満含む もの 4. アンモニア, アンモニア化合物 を含むもの(ただし硝酸アンモ ニウムは除く)	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。 ・pHを明示する。 ・PCBを含むものは入れないこと。 ・水銀を含む廃液はA分類へ。 ・pH2以下の廃液はD分類へ。 ・硝酸アンモニウム廃液はD-1分類へ。 ・臭化エチジウムなど変異原性のある物質を含む場合は使い捨て 容器の使用が望ましい。	電解 →銀回収	10Lポリ容器 または 20Lポリ容器
B	シアン系廃液	1. 遊離シアン廃液 2. 難分解性シアノ錯体廃液, 有機 シアン化合物を含む廃液	・内容物(物質名・濃度など)を明示する。 ・pHを明示する。 ・pH10.5以上で保存する。		
M	写真廃液	1. 現像液の廃液 2. 停止液の廃液 3. 定着液の廃液	・対象区分ごとに保管する ・混合されている場合は明示する		
N	培地廃液	硝酸化合物, 亜硝酸化合物, アンモニア, アンモニウム化合物 を含む培地廃液	・感染性病原体が含まれる場合は感染性廃棄物として別途処理する こと。 ・固形物は取り除くこと。 ・滅菌処理して廃棄すること。 ・貯留中は次亜塩素酸ナトリウムなどを添加して悪臭・ガスの発生 を抑制し, 出来るだけ涼しい場所に保管すること。 ・少量の場合は滅菌処理後, ウェス等に吸収させて固形廃棄物とし て処分する。	焼却処分	

7章 化学実験

化学実験は、危険な薬品を取り扱ったり、操作のミスにより、爆発、火災を引き起こすことがあるので、細心の注意を持って行わなければならない。実験開始時に教員の注意が行われるので、それを良く聞き、従うこと。

休日や夜間に一人で実験をしてはいけない。必ず、教員の指導の下に行うこと。また、ヘッドフォン、イヤフォンは使用しないこと。異常音に気付かず、実験操作への集中が低下する。

「実験を安全に行うために」や「続 実験を安全に行うために」(化学同人)は有用な参考書である。中央図書館に置いてあるので、熟読することが望ましい。

1 節 一般的注意

- (1) 劇物、毒物、引火性薬品が置いてあるので、実験室での飲食、喫煙はしないこと。
- (2) 実験台の上は整頓しておくこと。乱雑に器具を置いたりすると、破損し破片で負傷することになる。
- (3) 有毒ガス、刺激性ガスなどが発生する実験操作は、ドラフト中で行う。
- (4) 爆発などの可能性のある実験を行う時は、防護面をつける。一般の実験においても、反応物が目に入るのを防ぐために、保護メガネをかけること。
- (5) 床が濡れていると滑りやすい。アスピレーター使用、器具洗浄などにより床が濡れた時は、速やかに拭き取る。
- (6) 反応中の容器口をのぞき込まない。急激な反応により、内容物が飛び散り、火傷、眼球の負傷、劇毒物などが口に入り中毒などを起こすことがある。
- (7) 化学実験では加熱操作などで、都市ガスを使用することが多い。実験終了後は必ずコックを閉め、元栓を閉じる。万が一、ガス漏れを起こした時は、ガス爆発の危険があるので、うかつに換気扇などのような電気器具のスイッチを入れないこと。窓を開け、十分に換気をすませて、スイッチを入れる。ガス漏れを感知したらただちに教員に連絡すること。

2 節 加熱

- (1) 加熱する前に、反応装置が密閉系になっていないことを確かめる。
- (2) 大型ガラス器具、引火性の有機溶媒の入った容器は直火で加熱しない。
- (3) 溶液を加熱中に突沸することがあるので、注入口を顔などに向けない。
- (4) 加熱は徐々に行うこと。
- (5) 近くに引火性の有機溶媒(エーテルなど)を置かないようにする。

3 節 蒸留

- (1) 突沸を防ぐために、加熱前に沸騰石を入れておく。いったん沸騰がやんだ時は十分に溶液が冷えてから新しい沸騰石を入れること。
- (2) エーテル類を蒸留する時は、過酸化物が混入していると、最後に爆発することがあるので、残留物を残し、決して乾固させてはならない。

4 節 オートクレープ

- (1) 器具の常用圧力、最高使用温度を確かめ、この範囲内で使用する。
- (2) 安全弁、その他の安全装置は定期的に点検する。配管が詰まると爆発の危険が生じる。
- (3) 容器の内容積の1/3以上の原料を仕込んではいならない。
- (4) オートクレープの蓋を開ける時は、常温・常圧に戻してから行う。

5 節 危険な器具の取り扱い

- (1) 電気器具の取り扱いでは、感電防止に努めなければならない。3章を熟読のこと。
- (2) 電気器具が故障した時には、コードを抜いてから、修理すること。
- (3) 遠沈機は、常にローターを清浄に保つこと。遠沈管のバランスをよく取るとともに、溶液は、遠沈管の内容積の70%以下でなければならない。また、ローターの回転を手で止めようとしないこと。

6 節 化学実験における事故と対処例

- (1) 試験管の中の少量の試料(水)に濃硫酸を入れてかき回し、激しく発熱、沸騰して飛沫が目や顔にかかった。〔瞬時に多量の水で洗い流したため障害を残さないですんだ〕
- (2) 硫酸がこぼれて下脚部にかかった。ストッキングを着用していたため脱ぐのをためらって、軽度の火傷を負った。
- (3) ホールピペットで硫酸を吸っている時、隣から話しかけられ横を向いた瞬間に口に硫酸を吸い込んだ〔幸いに酸の濃度が薄く、水道水で口をすすぎ事なきを得た〕
- (4) 過酸化水素水(市販純度 30%)が手についてそのまま放置して火傷を負った。〔オキシドール(過酸化水素 3 %)〕と同じと軽く考えていた。
- (5) フッ化水素酸が実験中に手についたのに気づかずに、痛くなって初めて火傷の重大さを知った。〔皮膚を切開して事なきを得た〕
- (6) エチルアルコール蒸留中に、加熱を始めてから沸騰石を入れたところ、急に沸騰が起こって、エチルアルコールがあふれ出た。幸いにマントルヒーターを使用していたので引火は免れた。水の蒸留でも加熱途中沸騰石を入れていないのに気付く、高温の溶液に沸騰石を加え、突沸して火傷を負った例は多い。
- (7) エーテル液をウォーターバスで濃縮中に、ガスバーナーの火が引火して火傷を負った。エーテルに限らず引火性液体の常識に欠けた取り扱いである。
- (8) 水酸化ナトリウムの水溶液を作製中に、目の近くで攪拌して目に飛び込んだ。〔すぐに流水で洗浄し、その後、眼科で手当てを受けて事なきを得た〕
- (9) 水酸化ナトリウムを上皿天秤で計って実験に使用し、残った水酸化ナトリウムを薬包紙に包んでズボンのポケットに入れて帰宅し、火傷を負った。水酸化ナトリウムの潮解性があることと、その怖さを知らなかった事例である。
- (10) アセトニトリルを蒸留中に冷却水の流量不足のため冷却器出口付近に充満した蒸気にスライダックのスパークが引火した。幸い、ドラフト内だったために大事には至らなかった。
- (11) ニトロベンゼンに金属スズを入れて塩酸を加えていたところ、急に発熱して突沸し、火傷を負った。
塩酸の滴下速度が早すぎたことと、攪拌が十分にされなかった事によるものと考えられる。
- (12) フェノール溶液が皮膚にかかり火傷した。目に入ると大事に至る。保護メガネの着用をする。
- (13) 沸騰水の入ったウォーターバスを移動しようとして、濡れた床に足を滑らせて転び熱湯をかぶって数週間入院する火傷を負った。実験する際は服装、履き物、実験台周辺の整頓などに気を配る必要がある。
- (14) シアン化ナトリウムの実験廃液を酸の入った廃液貯留溶液に投入し、シアン化水素(青酸ガス)が発生した。〔アルカリ性(pH10)〕にした容器にシアン化水素が発生する化合物は貯留する。

8 章 ガラス器具

化学実験に用いる器具の多くはガラス製である。ガラスは硬度が高いが、脆くて割れやすい。しかも割れ目は鋭利な貝殻状となって、深い切り傷を負うことがある。また、熱伝導度が悪く、部分的な急冷、急加熱により破損しやすい。

1 節 ガラス器具の使用

- (1) 机、棚等につけると簡単に割れて、鋭利な破片が飛び散りやすい。破片を踏んで、足に切り傷を負うことがあるので、破損した場合には、よく掃除をする。
- (2) 穴を開けたゴム栓にガラス管を差し込む時に、管が折れて、手に深い切り傷を負うことがある。ガラス管の端にできるだけ近い部分を持ち、水、グリースなどを塗り、ゆっくり回しながら、少しずつ押し込む。
この時、軍手、タオルなどで手を保護すると良い。小さな穴に強引に太過ぎるガラス管を差し込まぬこと。

(3) 大型のビーカー等を洗う時、流し台にぶつけ、割れた時に手を切ることがある。とくに大型器具は丁寧に静かに洗う。

(4) デュワー瓶の中へ素手を入れないこと。また氷やドライアイスを入れる時は、瓶に傷を付けないように静かに入れること。わずかな傷でも爆発的に破損し、怪我をすることがある。

2節 ガラス細工

(1) ガラス細工で、ガラス管を加熱した時は、相当な高温でも、一見冷たそうに見え、不注意に素手でつかんで火傷を負うことがある。加熱後十分時間をおいてから触れること。

(2) ガラス棒、ガラス管を切断した時は、切断面を熱し良くなめすこと。

3節 ガラス器具の廃棄

破損したガラス器具を廃棄する場合は、回収時に危険がないよう金属製またはプラスチック製の容器に入れ、「破損ガラス器具」と明記すること。フタをするか、透明ポリエチレン袋に入れるなど飛散防止の措置をした後、所属プログラム、研究室名を明記して所定の廃棄場所に出すこと。（化学薬品を入れた容器は特殊廃棄物保管庫に入れること）

9 章 火災と爆発

化学実験室で最もよく起こる災害は火災と爆発である。また地震などに伴い、化学薬品が転倒破損して混合することによる火災や爆発が発生している。これまでの事例を詳細に調べると、ほとんどの災害は不注意によるものが多く転倒防止対策（薬品棚の壁などへの固定）や薬品の区分け（仕切りなどでビンが割れないようにする、混ざることによって発火する薬品を分けて保管する）がされておれば防げたものが多い。

また、都市ガス、LP ガスが使用され、電気器具などの熱源の不用意な取り扱いによる可燃物への引火によるものが多い。ここでは爆発について記述する。

1節 ガス爆発

水素、都市ガス、LP ガス、エーテル類、ガソリン、アルシン、ジボランなどが空気と混合し、爆発限界内の濃度になったとき引火して起こる急激な燃焼現象をガス爆発という。このような危険性を持ったガスなどの取り扱いは指導者のもとで、換気設備の整った実験室で行う。また、長期間使用しないまま放置されている高圧ガスの容器などは早急に業者に引き取ってもらう。

2節 分解爆発性ガス

アセチレン、ジアセチレン、モノビニルアセチレン、酸化工チレンなどは空気や酸素の混合がなくても十分な着火エネルギー（圧力など）があれば分解爆発する。これらのガスの取り扱いは危険をとまなうので、必ず専門家の指導を受けてから使用すること。

3節 爆発性物質

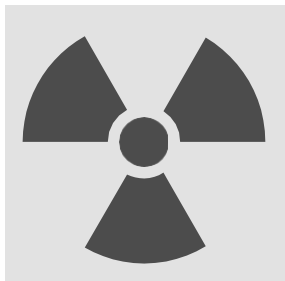
爆発性物質については6章の5節の爆発性物質を参照すること。

10 章 放射性同位元素、放射線発生装置およびエックス線発生装置等

放射性同位元素、放射線発生装置およびエックス線発生装置の取扱いは、「鹿児島大学放射線障害予防規則」に基づいて行うことになっており、同規則にあわせて、理工学研究科では「鹿児島大学理工学研究科エックス線障害予防規程」が、また、学内共同利用放射性同位元素実験室（以下実験室という）では「鹿児島大学学内共同利用放射性同位元素実験室放射線策害予防規程」およびフロンティアサイエンス研究推進センターでは「機器分析センターエックス線障害予防規程」が定められている。

放射性同位元素、放射線発生装置およびエックス線発生装置の使用法を誤れば重大な放射線障害を起こす危険性があり、放射線に汚染した場合には使用者のみならず周囲の人々や環境にも多大な影響を与えることになる。放射線は、人間の五感によって感知することができず、微量であってもそれと対応の影響があるものと考えられる。取り扱いに際しては使用者と周囲の安全の確

保を最優先し慎重に使用する必要がある。管理下でない放射線同位元素等または、核燃料物質が発見された場合は、速やかに下記の担当者に連絡し、その指示に従うこと。
連絡先: フロンティアサイエンス研究推進センター内線 3594, 学内共同 RI 実験室内線 8740, 研究国際部研究協力課研究支援係内線 3240



放射能標識（三葉マーク）

学内の研究室・原子力発電所・病院・工場・研究所などでは、色々な種類の放射性物質を扱っています。それらの保管場所や使用場所には「三葉マーク」が表示されており、関係者以外の立ち入りを禁じています。
また、「三葉マーク」が描かれた機械や容器についても、みだりに触ることが禁じられています。「三葉マーク」を見つけたら、放射能や放射線という言葉を出して下さい。

1 節 一般的注意

放射性同位元素、放射線発生装置およびエックス線発生装置を取り扱う場合の一般的な注意事項は次の通りである

- (1) 使用に先立って取扱者として必ず登録すること。
- (2) 使用に先立って必要な教育訓練を受けること。
- (3) 特別定期健康診断を受診すること。
- (4) 関連法令、規則、各実験室の安全確保を目的とする取り決めに遵守すること。
- (5) 被爆放射線量の低減に努めること。
- (6) 使用経験の豊富な者の直接指導を受け放射線障害の防止に努めること。
- (7) 疑問点があれば放射線取扱主任者または副主任者、エックス線等作業主任者、エックス線管理責任者に尋ねること。

2 節 放射性同位元素等の取り扱いおよびその場合の自己点検

放射性同位元素の取扱いは RI 実験室で行わなければならない。RI 実験室の使用は研究などにおいてとくに必要な場合に限られ、使用に際しては同実験室の放射線取扱主任者または副主任者の指示に従って行動しなければならない。

- (1) RI 実験室の使用に先立って「鹿児島大学学内共同利用放射性同位元素実験室放射線取扱者」の登録をすること。
- (2) 実験室の使用に際しては「鹿児島大学学内共同利用放射性同位元素実験室規則」を遵守すること。
- (3) 実験室および核種・線源の使用に際しては「鹿児島大学学内共同利用放射性同位元素実験室放射線障害予防規程」を遵守し、慎重な取り扱いを行うこと。
- (4) 実験室使用中は毎日その終了後に実験室に定められた自己点検を行い、核種使用量を記帳し、常に安全の確保に努めること。

3 節 エックス線発生装置の取り扱い

エックス線発生装置の使用は実験実習や特別研究などにおいて必要な場合に限られ、エックス線等作業主任者またはエックス線管理責任者の指示に従って行動しなければならない。

ここで該当するエックス線発生装置とは 1 メガ電子ボルト未満のエックス線を発生する装置で定格管電圧 10 キロボルト以上のエックス線発生装置をいう。

実験室の使用に際しては「鹿児島大学理工学研究科エックス線障害予防規程」を遵守すること。エックス線発生装置を使用するためには、「理工学研究科エックス線発生装置等取扱者」として登録し、特別定期健康診断を受診し、所定の教育訓練を受けなければならない。使用の際には各自エックス線用ガラスバッジを必ず胸部に付けなければならない。使用後は各装置に備えられている所定の記録帳に必要事項を記入しなければならない。装置の調整やエックス線カメラの設定などにおいてエックス

線を直接受ける恐れがある場合, また, 装置の使用状況を変更する場合にはエックス線等作業主任者またはエックス線管理責任者に相談し, 安全の確保に努めなければならない。

また, フロンティアサイエンス研究推進センターのエックス線発生装置の使用に際しては「理工学研究科エックス線発生装置取扱者」に準じた取り扱いとし「機器分析センターエックス線障害予防規程」を遵守すること。

エックス線発生装置が設置されている実験室には, それらの装置が作動状態にあるときの実測された線量当量率が表示されている。使用に先立って, 線量当量率の分布を十分に考慮し, 安全な実験計画を立てなければならない。

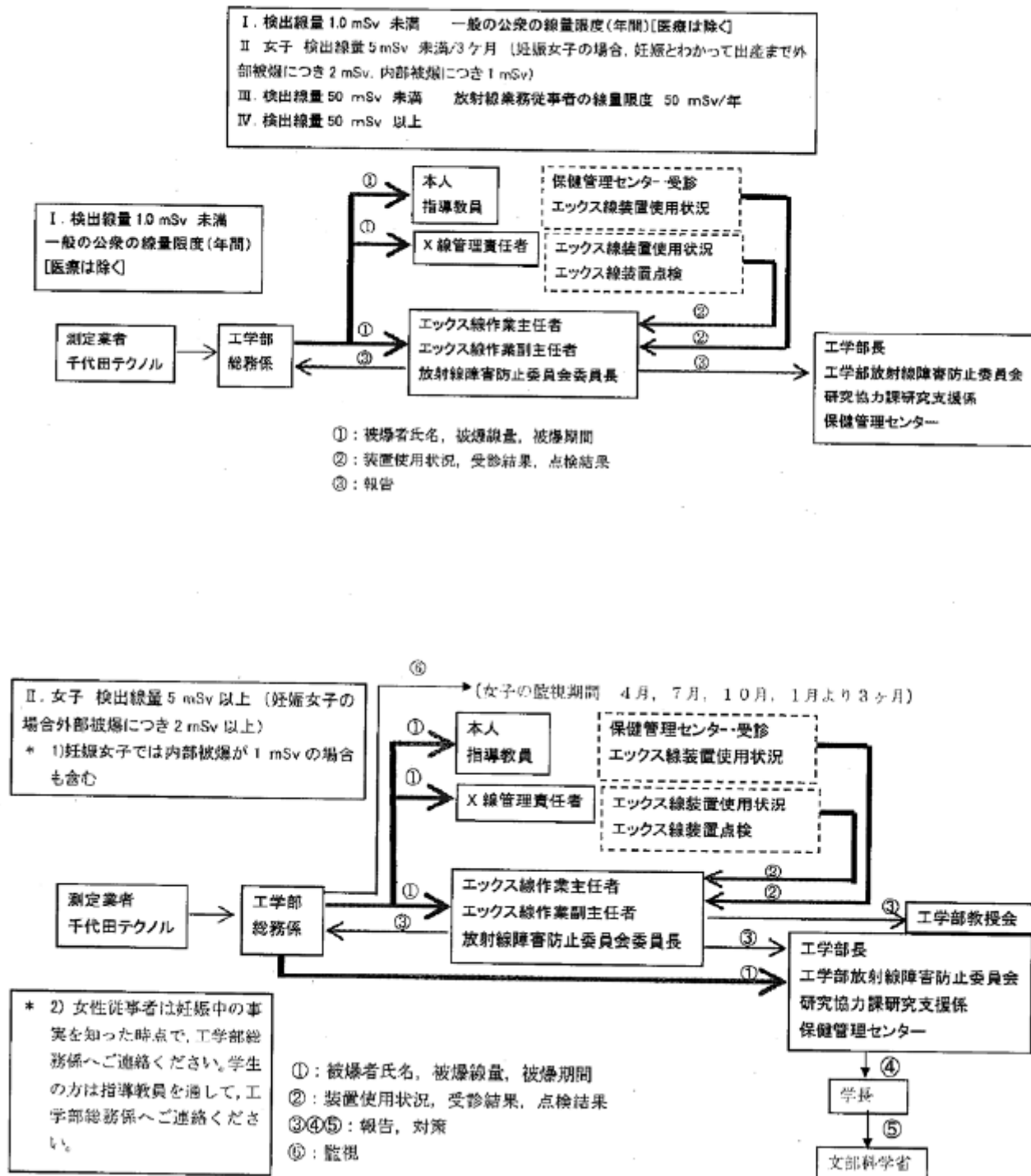
なお, 近年の放射線による被爆事故はエックス線発生装置に関するものがほとんどである。主な注意事項は次の通りである。

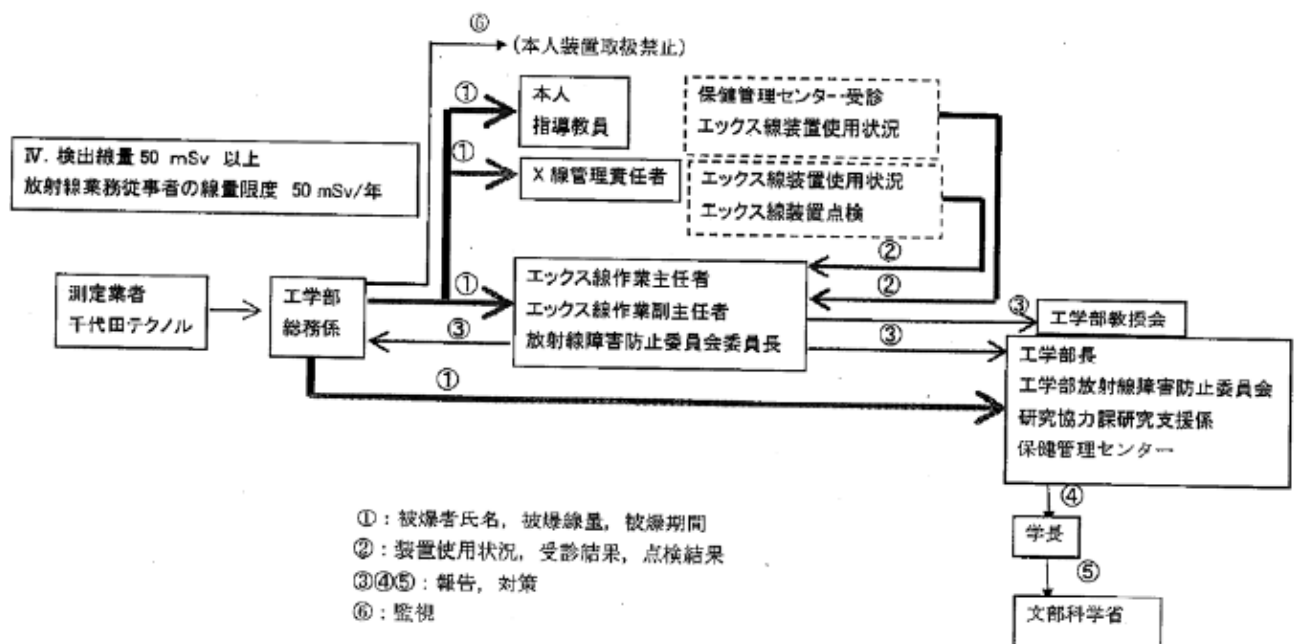
- (1) 對入エックス線管球の取り扱いを十分注意すること。
- (2) エックス線源にできるだけ近寄らないこと。
- (3) エックス線を直線受ける恐れがある場合には保護具を必ず着用すること。
- (4) シャッターの開閉を確認しエックス線照射中の窓をのぞき込まないこと。
- (5) ダイレクトビーム方向には鉛(約 1 mm 厚)の衝立を立てること。
- (6) 2 人以上の共同作業中はエックス線照射を確認し合うこと。
- (7) 普通高電圧部はシールドされているがーシールドされていない場合は接近しないこと。

ガラスバッジ測定で被爆が確認されたときは, 図 10.1 のとおり報告をする。

2007.11.29
2008.2.26
2008.3.10

図10.1 ガラスバッジ個人線量検出対応マニュアル* (規則別表1, 2に基づく)





別表 1 (実効等量線量)

規則第 1 条第 11 号に規定する放射線業務従事者の各組織の一定期間内における線量限度は、次のとおりとする。

1 月 1 日以後 5 年ごとに区分した各期間につき 100 ミリシーベルト
1 月 1 日を始期とする 1 年間ににつき 50 ミリシーベルト
子(妊娠不能と診断された者, 妊娠の意思のない旨を使用者, 販売業者, 賃貸業者又は廃棄業者に書面で申し出た者及次号に規定する者を除く。)については, 前 2 号に規定するほか, 4 月 1 日, 7 月 1 日, 10 月 1 日及び 1 月 1 日を重とする各三月間につき 5 ミリシーベルト
妊娠中である女子については, 第 1 号及び第 2 号に規定するほか, 本人の申し出等により使用者, 販売業者, 賃貸業者又は廃棄者が妊娠の事実を知ったときから出産までの間につき, 人体内部に摂取した放射性同位元素からの放射線に被ばくすること(以「内部被ばくという。)」について 1 ミリシーベルト

別表 2 (等価線量限度)

規則第 1 条第 11 号に規定する放射線業務従事者の各組織の一定期間内における線量限度は、次のとおりとする。

目の水晶体については, 4 月 1 日を始期とする 1 年間ににつき 150 ミリシーベルト
皮膚については, 4 月 1 日を始期とする 1 年間ににつき 500 ミリシーベルト
妊娠中である女子の腹部表面については, 前条第 4 号に規定する期間につき 2 ミリシーベルト

輔足

- ・規則 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則
昭和 35 年 9 月 30 日総理府令第 56 号
最終改正平成 17 年 6 月 2 日文部科学省令第 36 号

実効線量(effective dose)

放射線被ばくによる全身の健康影響を評価するための量である。実効線量は、組織当たりの等価線量に荷重係数を乗じたものを、各組織で加算して出される。単位は、シーベルト(Sv)である。法令で定める実効線量の量限度は、女性を除く放射線業務従事者に対しては、5 年間で 100mSv かつ 1 年間で 50mSv である。一般公衆に対しては 1 年間で 1mSv である。線量限度についてはコラム参照。なお、平成 12 年の法令改正以前は、実効線量は実効線量当量と呼ばれていた。

等価線量(equivalent dose)

等価線量 $H_{T,R}$ は、臓器または組織の吸収線量に、該当する放射線荷重係数を乗じたもの。

シーベルト(Sv) (sievert)

放射線防護の分野で使われ、主として微量放射線の龍率の影響に関して、人体に対する影響(危険度)を表す放射線量の単位。人体が放射線を受けた時、その影響の度合いを測る物差しとして使われる単位。シーベルトは、スウェーデンの放射線学者 R. M. シーベルトの名からとったもの。1Sv とは、X 線または γ 線を物理的な放射線計測量である吸収線量で 1Gy 受けた場合の影響(危険度)を表す放射線量である。1Sv は非常に大きな放射線量であり、1Sv の 1,000 分の 1、または 100 万分の 1 を意味する(mSv)または(μ Sv)が通常よく使われる。

線量(dose)

人体などが受けた放射線の量を表す一般的な名称。物理的な尺度としては、単位質量あたりの物質が放射線から受け取ったエネルギー量で表す吸収線量を用いる。単位は Gy(グレイ)である。また、生物影響の尺度としては、放射線の種類とエネルギーによる生物影響の違いを考慮した各組織・臓器の等価線量、さらに人体の臓器・組織ごとの放射線感受性の違いを加味した実効線量が使われる。等価線量、実効線量ともに単位は(Sv)シーベルトで表される。

4 節 エックス線発生装置を取り扱う場合の自己点検

エックス線発生装置の使用の際には自己点検を行い、安全の確保に努めなければならない。

- (1) 実験室入口にエックス線発生装置の標識およびエックス線使用室の標識があるか。
- (2) 実験室入口にエックス線装置使用中の表示があるか。定格管電圧 50 ボルト以上の場合は自動警報装置があるか。
- (3) 実験室内に使用上および緊急連絡体制の注意事項が掲示されているか。
- (4) 実験室内に定格使用時の実測された線量当量率が表示されているか。
- (5) 安全装置が正常に作動するか。

(6) 適切な遮蔽状況が保たれているか。

(7) 実験室の出入りおよび装置使用の記録帳が備えられているか。記録帳への記帳が適切であるか。

5 節 電子顕微鏡の取り扱い

電子顕微鏡は多かれ少なかれエックス線を発生するので、定格加速電圧 100 キロボルト以上の電子顕微鏡の取り扱いには、エックス線発生装置と同等の注意が必要である。使用に際しては、担当教員の指導を受け、安全の確保に努めなければならない。

補足: 鹿児島大学には「鹿児島大学放射線安全管理委員会」、理工学研究科には「鹿児島大学理工学研究科放射線障害防止委員会」が設けられている。

11 章 レーザー

1 節 レーザーによる障害

1) レーザー光を生体にあてると

レーザー光は、位相の揃った指向性に優れた電磁波であるために、通常の光源からの光に比べ高いエネルギー密度をもつ。現在使用されているレーザーには、100nm 程度の短波長のものから、mm 域に及ぶ長波長のものまでであるが、いずれも生体に対する透過力は低く、体内に蓄積したりする性質はない。しかし、熱・熱ショック、光化学反応・イオン化などによって、眼や皮膚などに障害を起こすことがある。

表 11. 1 過度のレーザー光にさらされた場合の病理学的影響

レーザーの波長領域		眼 の 症 状	皮 膚 の 症 状	
紫 外 C	200～280nm	角 膜 炎	紅斑（日焼け） 皮膚老化の促進	
紫 外 B	280～315nm		色素の増加・沈着	
紫 外 A	315～400nm	光化学反応による白内障	光線過敏症	色素の黒化
可 視	400～780nm	光化学反応および熱による網膜損傷		やけど
赤 外 A	780～1,400nm	白内障，網膜焼け	やけど	
赤 外 B	1.4～3.0 μm	前房フレア，白内障，角膜焼け		
赤 外 C	3.0～1,000 μm	角膜焼け		

眼以外の生体組織は不透明なので光は内部まで浸透しない。従ってレーザーを生体に当てた場合でもその影響は上皮組織に限られるが、眼の場合は角膜を透過した可視光は水晶体のレンズ作用によって網膜上に集光される。これら生体の影響は波長によって異なるが、同一波長のレーザー光でも発振形態の違いにより障害発生力が異なる(表 11. 1)。例えば、レーザー光が網膜に集中すると、光化学反応や熱により網膜損傷(網膜には再生能力がない)を被るおそれがある。また、角膜や水晶体も紫外光による永久損傷がおこりうる。発振形態でとくに眼に対して注意しなければならないのはパルスレーザーで、中でも Q-スイッチ・パルスレーザーの場合に数 μ J/pulse のエネルギーでも網膜に障害を引き起こすことである。

2) その他の障害

レーザー装置には一般に、高圧電源が用いられているので、感電等の電気災害が起こりうる。また例えばエキシマレーザーにはレーザー媒質としてハロゲンガスが使用され、色素レーザーに

は有害な有機物質が色素として用いられている。これらの有害物質の取り扱いにも十分な注意が必要である。

2節 最大許容露光量(MPE)とは

レーザー障害を防止するにはどの程度の露光量が人体に許されるかを知る必要がある。そのため、国際電気標準会議(IEC)で審議中のレーザー機器の安全基準案では最大許容露光量(MPE;Maximum Permissible Exposure)を設定している。この量はレーザー光による人体障害が起こる確率が50%である放射レベルをレーザーによる障害の研究データから見出しこれに安全係数1/10を乗じた数値で表している。

MPEは、露光量を管理する一応のガイドラインと考えるべきものであって、この値を持って安全と危険をはっきりと分けられるものではないが、レーザー機器の安全基準の根本となるものである。

3節 「レーザー製品の放射安全基準」のJIS規格について

「レーザー製品の放射安全基準」の規格が制定されており、それは、①レーザー安全予防則、②レーザー製品の安全予防策、③使用者の予防策、④これら基準に関する用語-などとなっている。

4節 レーザーの危険度

1) 危険度による分類

前出のMPEを基準にして、JIS規格ではレーザーを危険度に従い次の1~4のクラスに分類している。クラス3は3Aと3Bのサブクラスに分けられる。さらに各グループに対して許容される最大放射レベルを「被爆放出限界」(AEL;Accessible Emission Limit)として限定している。

クラス1 本質的に安全で、どのような条件下でもMPE ($0.39\mu\text{W}$)を越えることがない。

クラス2 可視光(波長400nm~700nm)で、目のまばたきで目が保護されうる程度の出力(1mW)以下のもの。

クラス3 A 5mW以下のレーザーで、双眼鏡などの光学的手段でビーム内観察することは危険。

3A クラス以上のレーザーには鍵がつけられており、鍵を抜いた状態では発振できないようになっている。

クラス3 B 連続波(CW)レーザーで0.5W以下、パルスレーザーで $10^5\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$ 以下のもので、ビーム内での観察は危険であるが、拡散反射による焦点は結ばないパルスレーザー放射の観察は危険でない。

クラス4 クラス3 Bに規定されたAELを越えるもので、皮膚障害や火災が発生する危険性がある。

2) 危険度の表示

レーザー装置には、危険度に応じて警告ラベル、説明ラベル、開口ラベルなどを貼り付けねばならない。ただしクラス1のレーザーには警告ラベルは不要である。警告ラベルの例を図11.1に示す。また、表11.2に、説明ラベルの記載事項をクラス別に例挙する。

メーカーから新品のレーザーを購入する場合には、通常これらのラベルが付いてくる。

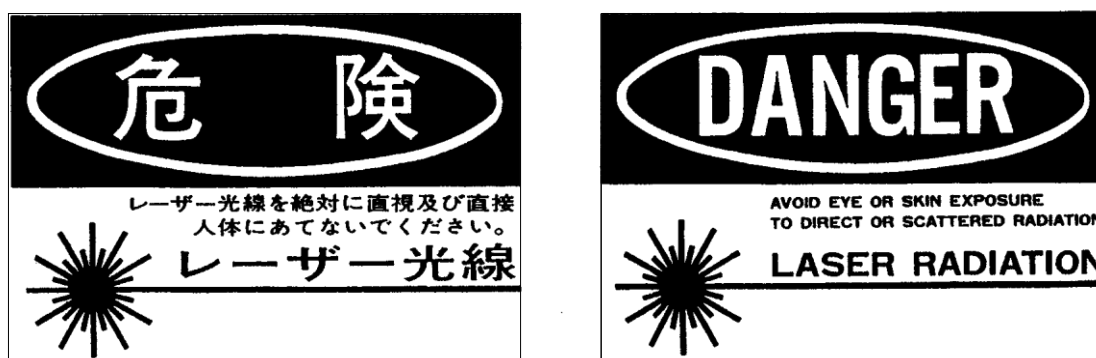


図 11.1 警告ラベルの例

表 11.2 ラベルの記載事項

クラス	警告ラベル	説 明 ラ ベ ル	開 口 ラ ベ ル
1	不要	クラス 1 レーザー製品。	不 要
1 M	必要	光学器具で直接ビームを見ないこと。 クラス 1 M レーザー製品。	
2		ビームをのぞき込まないこと。 クラス 2 レーザー製品。	
2 M		ビームをのぞき込まないこと、また光学器具で直接ビームを見ないこと。 クラス 2 M レーザー製品。	
3 R		目への直接被ばくを避けること。 クラス 3 R レーザー製品。	レーザー光出口注意。 レーザー光が出ます。
3 B		ビームを見たり触れたりしないこと。 クラス 3 B レーザー製品。	
4		直接光も散乱光も危険です。 ビームを見たり触れたりしないこと。 クラス 4 レーザー製品。	

5 節 安全の確保

1) 目に関する危険性に対する注意事項

- (1) レーザーを使用する前に熟練名から安全教育を受け、レーザーのクラス(危険度)、レーザーの構造(とくに光の出口の位置)、レーザーのイ使用方法などについて、十分に知っていなければなら
- (2) レーザー光の行路は目の高さを避ける。また、腕時計やガラス器具など鏡面反射を起こす物体を、行路の近くに持ち込まない。光路調節時に腕時計をはめていたため、その反射光で失明した例がある。
- (3) 予期せぬ方向にレーザー光が飛ばないように、行路の終端には遮蔽物(不燃物で鏡面反射が起こらないもの)を置く。
- (4) 光学調整は、レーザー光の強度を弱めて行う。また、可能な限り明るい場所で行う。これは、暗所では瞳孔が大きく開くため、網膜に達する光量が多くなり危険であるからである。
- (5) クラス 3B、の大出力レーザーを使用する際には、必ずそのレーザーの波長に合った保護眼鏡を着用する。保護眼鏡としては、眼の横や上からレーザー光が入らないように、ゴーグル型のものが望ましい。保護眼鏡には、Optical Density (OD) が 2 程度の一部透過型や、OD が 10 以上の完全吸収型まで種々のものがある。また複数のレーザー光に対応できる保護眼鏡も市販されている。しかし、保護眼鏡を装着しても、絶対にレーザービームをのぞき込んではいけない。
- (6) レーザーを使う実験装置は、専用の部屋または間仕切りの中に置かれることが望ましく、レーザーを意識しないほかの作業者が出入りする場所を避けるべきである。レーザーを使う部屋または間仕切りの入り口にはレーザーの存在を示すステッカーを貼る。
- (7) レーザーを使用する際には、警告のための立て札などを掲げ、周囲の人に注意を喚起する。また、レーザービームが戸口の方に向く配置としない。

2) 皮膚に関する危険性に対する注意事項

大出力のレーザーは、目だけでなく皮膚にも火傷をおこし、また可燃物に火災を起こす危険がある。特に、目に見えない赤外レーザーがこの部類に含まれるので一層の注意を要する。目の場合と同じく、短波長光には障害の蓄積効果があり、紫外光は光化学反応が起こるので、低強度でも長時間の被ばくは避けるべきである。対策は下記の通りである。

- (1) II だけでなく、身体のだの部分もレーザー光にさらさない。
- (2) 衣類は、皮膚露出が少なく難燃性の素材がよい。色素レーザーの有害物質にしては手袋の使用が必要である。
- (3) レーザー光の光路およびその延長上に立たないようにする。
- (4) 不要な反射光をおさえるために、吸収性かつ不燃性の遮蔽物(レンガなど)を置いてレーザービームを終端させる。特に、大出力でもフォトン・エネルギーの低い赤外レーザー光は、可視光に不透明な物質(半導体ウェーハなど)を透過することがあるので注意を要する。
- (5) レーザー本体および電源部の高電圧、停止直後のコンデンサーの帯電により、感電することがあるので注意する。

3) 不可視光レーザーの取り扱い

最近我が国で報告されているレーザーによる事故の大部分は、YAG レーザーによる眼障害である。この原因として、YAG レーザーから放出される光の波長が 1064nm, すなわち不可視光であることが挙げられる。YAG レーザーは大出力であることが多く、その取り扱いには、1) で述べた一般的事項の他に、以下のような注意が必要である。ここでは、エキシマーレーザーなど、紫外光レーザーの取り扱いも併せて述べる。

- (1) 光路の予備的な調整は、弱い可視光を用いて行う。
- (2) レーザー光照射により燐光を発する試験紙を用いて、不可視レーザー光路を調べることができる。赤外光については、IR フォスファカードという試験紙が市販されている。紫外光については上質紙（名刺でよい）にレーザー光を当ててみれば、青色の光が発光し、試験紙として用いることができる。
- (3) 高価であるが、赤外または紫外光を可視像に変換するイメージコンバーターを内蔵した観察装置が市販されている。

12 章 生物(実験動物・微生物)

1 節 実験動物の取り扱い

工学部で研究対象とする実験動物には、種々の野生動物(wild animal)と、人工的に純系化された狭義の実験動物(laboratory animal)とがある。共通する留意点としては、取り扱う動物の性情を熟知しなるべく自然条件下に近い状態での健全な飼育に心がけ、かつ飼育者・研究者の安全を期することである。

実験動物(laboratory animal)の飼育には、それぞれ特有の設備が必要であり、周到的な準備がなされなければならない。これらに関しては、鹿児島大学における動物実験に関する規則(平成 20 年 03 月 26 日規則第 23 号)を遵守しながら、さらにフロンティアサイエンス研究推進センター動物実験施設や農学部獣医学科、家畜生産学研究室などの指導・助言を仰ぐ必要がある。

通常飼育の実験動物については、信用のおける業者を通じて危険なウイルスや細菌感染などのないことが保証されている健全な動物を購入し、それらの動物の健康管理には細心の注意を払わなければならないが、取り扱い者は、清潔さを保って安全に留意する。実験動物の取り扱い法と注意に関しては、それぞれの動物向けの専門書を参照されたい。

なお、我が国においては、昭和 48 年に「動物の愛護および管理に関する法律(法律第 105 号)」が公布され、動物の管理と保護についての基本的概念が確立した。その第 11 条に基づいて策定された「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準(平成 18 年 4 月 28 日環境省告示第 88 号)」が昭和 55 年に施行され、実験動物を取り扱う上での倫理的基準が示されている。関係者は、下記の参考資料を熟読する。

参考資料 動物の愛護および管理に関する法律(昭和 48 年法律第 105 号平成 11 年改正)。
実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準(平成 18 年 4 月 28 日
環境省告示第 88 号)
鹿児島大学動物実験指針(平成 16 年役員会決定)

2 節 微生物および細胞株の取り扱い

工学部で研究対象とする実験微生物には藻類、真菌(酵母等)、細菌(大腸菌等)とウイルス(ファージ等)があり、また哺乳動物系の細胞株も使用される。微生物(ウイルス、リケッチアを含む)の取り扱いには病原性の有無、その強弱に関わらず、常にバイオハザードの防止を念頭に置いて取り扱われるべきである。

ここで言う病原性とは、ヒト、動物、植物に感染して病気を起こす力のことである。毒性の有無に関わらず、微生物を取り扱う実験者は基本的な微生物に関する知識を熟知していることが必須である。また、微生物を取り扱う実験室は常に清潔な環境を保ち、実験終了後は、廃棄物や使用した器具類は必

ず消毒またはオートクレーブ等などの滅菌処理の後、廃棄ないしは洗浄する。また実験者は実験前・後の手洗いを励行、清潔な身なりを心掛けることが必要である。実験にあたっては取り扱う菌の性質をよく知り、他所の汚染の拡大は絶対に避けねばならない。

微生物はその危険度の分類基準に従い、バイオセーフティレベル BSL1～BSL4 が定められている。とくに危険度の高い微生物の取り扱い、それぞれの基準にかなう設備内で行う必要がある。これらの安全管理については国立感染症研究所、病原体等安全管理規定(昭和 56 年決定、平成 21 年改正)に従う。

また昨今、分子生物学のめざましい進歩により、組み替え DNA を取り扱う実験が急速に増加している。組み替え DNA 実験は、前もってその実験計画、実験区域を学内組み換え DNA 安全管理委員会に提出、審査を受けた後、承認されたものについてのみ行うことが可能である。組み換え DNA 実験についての安全管理は遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律(平成十五年六月十八日法律第九十七号)、鹿児島大学遺伝子組換え実験安全管理規則(平成 16 年 04 月 01 日規則第 106 号)に準拠

参考資料 「生物化学実験のてびき 5 バイオハザード防止法(化学同人)」

3 節 ヒトを対象とする生命科学研究の取り扱い

工学部では、ヒトに関連する生命科学研究として、ヒトへの感染性を有する微生物(ウイルス等を含む)に関する研究、ヒトの疾病治療に供するための薬剤開発に関する研究、ヒトの神経生理と脳機能の解明に関する研究等がなされている。特にヒトを対象とする生命科学研究については、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律及びヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律(平成 12 年法律第 146 号)を遵守することが求められ、かつその研究はヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針(平成 20 年 12 月 1 日改正)疫学研究に関する倫理指針(平成 20 年 12 月 1 日改正)遺伝子治療臨床研究に関する指針(平成 20 年 12 月 1 日改正)及び臨床研究に関する倫理指針(平成 16 年 12 月 28 日改正)に基づいて注意深く計画されなければならない。実験にあたっては鹿児島大学におけるヒトを対象とする生命科学研究の取扱いに関する規則(平成 18 年 09 月 29 日規則第 79 号)に基づき、必要に応じて医学部「疫学・臨床研究等に関する倫理委員会及び医学部「遺伝子解析研究に関する倫理委員会」からの助言も得ながら実験することが望ましい。

13 章 学外における学習・研究活動

1 節 学外実習(インターンシップを含む)および工場見学

この二つは、多くの場合学部の 2 年生あるいは 3 年生の休暇期間を利用して行なわれることが多い。これを実施する教員は、次のようなことを考慮した行程的に無理のない計画書を作成して、プログラムでの承認を得るとともに、学生に提示し、学生係に提出しなければならない。

- (1) 学生が授業中及びそれに相当する公務中における事故をカバーする学生保険に加入していることを確認すること。これに加入していない学生は基本的に学外実習等に参加できないことを適時説明すること。
- (2) 移動の手段を教職員あるいは学生の自家用車を使用するときには、同乗者の事故をカバーする任意保険に加入していることを確認する。
- (3) 服装は、その学外研修の目的に応じて変化する。このことを実習等の計画書に明記し、特に工場見学等の場合、相手が不快感を持たないように配慮する必要がある。
- (4) 見学・実習内容によって、参加者に健康診断の受診を義務づけ、事故等に速やかに対処するため参加学生の血液型、連絡先等を記した表を作成し、指導する教員はこれを実習中は携帯すること。

2 節 国内でのフィールドワーク

フィールドにおける調査や研究では学内の場合とは異なった種々の危険に遭遇することが多いので、国内・国外を問わず特別の注意を必要とする。

(1) フィールドワーク全体の行動計画を綿密に作成し、指導教員に連絡しておくこと。また、遭難など万一の事故に備え、日々の行動範囲を自宅や宿泊先などに伝えておくこと。

(2) 最近、フィールドワークで最も多発する事故は交通事故である。無理のない運行計画を立て、慣れない土地での車輛の運転には特に注意すること。事故にあったときは、必ず警察に届けるとともに、学生係および指導教員にも連絡すること。

特に、測量実習では、学内外を問わず路上を使用することが多い。道路交通法を遵守し、歩行者、自転車や自動車との接触・衝突事故を起こさないよう注意すること。そのために、相手から存在が発見されやすい服を着る、予測しにくい衝動的な行動を避ける、共同作業をする者が互いに他のメンバーの動きと周辺交通に注意し、必要に応じ声を掛ける。さらに、通行を妨げることは極力さけること。やむなく停止を求めるときは明瞭に合図し、速やかに作業を終了すること。

(3) 調査中は、危険な場所に立ち入ったり、危険な行動を余儀なくされることもあるので、格段の注意が必要である。

① 炎天下の作業、日焼け防止、熱中症対策のため適切な服装、帽子、履物について指示を与え、実習の開始前にチェックする。危険が予想される場合は、ルメットをかぶること。雨天時には一旦作業を停止する。雷鳴が聞こえたら、落雷から身を護る。

② 小型船舶やゴムボートを利用する場合は、救命胴衣を着用すること。

③ 潜水を行う場合は、水圧変化のため障害を起こす危険があるので、ボンベなど潜水器具の取り扱いに熟知すること。また、必ず二人以上でのダイビングを行って、互いに相手の潜水状況を常時把握し、危険な事態に備えること。海の中の作業では、必ず陸上に監視員を配置すること。また、クラゲなど危険な生物にも注意すること。

④ 海岸や磯での調査、採集では地形や潮流・潮汐の状況を予め調べておき、危険を予測して安全な行動をとること。特に、海底や離岸流の状況は時期により変化していることをよく周知しておくこと。溺れている人間を発見したときは、すぐに 118 番通報すること。また、直接救助するのは危険を伴うことが多いので、浮き輪、ロープ、木の棒などを介して救助すること。

⑤ 鉱山や地下観測室に入る場合は、高湿度のため漏電の危険があるので、ゴム長靴など絶縁性の高い靴を履くこと。

(4) 危険な動植物については、それらの種類、分布、習性などを熟知しておき、予防の方法と事故にあったときの対策（応急手当の方法・病院への移動方法など）を講じておくこと。また、伝染病原菌や寄生性病原などの病原伝播についても注意すること。

(5) 危急の場合でも救急車を呼べないことが多いので、救急医療品を携行するとともに、一応の救急処置は心得ておくこと。

(6) 急激な天候変化や津波による潮汐変化に備え、ラジオなどで気象情報や地震情報に絶えず注意すること。

(7) 夜間の調査では単独行動を避けること。やむを得ず単独行動を行う場合は、携帯電話やトランシーバーも用いて、絶えず関係者と連絡が取れるように心掛けること。

(8) 旅館やホテルなどの宿泊先では、就寝前に火災に備え非常口と脱出方法を確認しておくこと。

(9) 絶えず付きまとう危険のため、傷害保険や生命保険に加入しておくこと。

3節 国内の学会、研究会等への学生の出張

国内で開催される学会あるいは研究会に学生を出張させるとき、当該学生が学部学生の場合は、教職員はその学生に必ず帯同しなければならない。学会等への引率は、学外実習と異なり、学生数が少ないので、苦労は少ないが、逆に油断が生まれる。ここで最も重要なのは、学生を安全に大学に連れて帰ることであり、これを円滑に行なうための方策に引率した教職員は腐心しなければならない。

(1) 公共交通機関を利用しているときの事故の場合、教職員は事故の状況を把握し、これを学部長（研究科長）に報告しなければならない。そのため、連絡先をメモ等に記しておくことが必要である。

(2) 九州内等で開催される学会等で、自家用車を利用するときに事故が発生したときには、教職員はできるだけ現場にとどまり、警察等による現場検証に立ち会わなければならない。さらに、怪我等があるときには、処置を行なっている、あるいは入院をした病院名等を事故の連絡と共に学部長（研究科長）に連絡しなければならない。

- (3) 学生の保険が円滑に降りるように、必要な情報を得るようにする。また、学生には健康保険証のコピーを必ず持参させる。

一方、当該学生が大学院生の場合は、その学生の「承諾書」の提出があれば、単独出張させることができる。大学院生を単独出張させるに当たっては、教職員は出張時の心構えや事故時の対処法など、当該学生に対して十二分な指導を行わなければならない。

4節 国外でのフィールドワーク

国外でのフィールドワークでは、国内での注意事項に加えて、次の事項に留意する必要がある。

1) 一般的な注意

- (1) 渡航先国の民族、宗教、言語。風俗、習慣などの予備知識を十分に得ること。
- (2) 外務省は、戦争、紛争、災害、疾病等を理由にして、外国の国をいくつかのランク分けをしている。この情報 WEB「渡航関連情報」は、頻繁に変化するため、時々ホームページを開いてチェックし、危険が予測されるところには渡航しないようにする。さらに「外務省海外安全ホームページ」、
「在外公館医務官情報」等でも現地情報を確認すること。
- (3) 相手国研究者のみならず、在外の政府機関や商社などから十分な情報を収集した上で、無理のない行動計画を作成すること。
- (4) 政情不安な国においてはクーデターや反乱などのトラブルに巻き込まれないよう注意すること。また、犯罪の多発している国や地域においては事件などのトラブルに巻き込まれないように注意すること。このような国や地域においては、相手国の人を伴って行動することが望ましい。
- (5) すり、ひったくり、盗難などの被害に出会うことが多いので、旅券や金品など身の回りのものに十分注意すること。
- (6) 夜間の外出には、相手国の人を伴い、可能な限り車を使うこと。
- (7) 車の運転は相手国の交通事情を熟知してから行うこと。可能な限り相手国の人に運転してもらうことが望ましい。
- (8) 軍事的理由から駅、橋、港湾などの写真撮影が禁止されている所があるので注意すること。また、習慣の違いから人物の無断撮影がトラブルを引き起こすことが多いので注意すること。
- (9) 絶えず付きまとう危険のため、海外傷害保険や生命保険などに加入しておくこと。
- (10) 万一事故に遭遇した場合には現地の日本大使館または領事館に通報し、協力を仰ぐこと。

2) 健康上の注意

- (1) 食中毒や伝染病などに十分注意すること。生水を飲まないこと。飲料水には煮沸した水やミネラルウォーターを用いること。火の通ってない食物には注意すること。また、伝染病を媒介する動物に注意すること。
- (2) 伝染病などの汚染地域へ渡航する際には、出国前に必要な予防処置を取ること。
- (3) 自然環境(温度、湿度など)や住環境(食物、習慣など)の違いから、ストレスによる疲労が蓄積しやすいので、健康管理に十分注意すること。
- (4) 国内の場合よりも多くの救急および基本的医療品を携行すること。とくに、医療機関における感染を避けるため、注射器と注射針を持参すること。
- (5) “Flying Doctor”制度(数十ドルの年会費を払うと重病のとき医師が飛行機で現地まで迎えに来てくれる一種の保険制度)のある国ではそれを利用することが望ましい。
- (6) 帰国後、時間がたってから発病することもあるので、随時健康診断を受けること。万一発病した場合には最寄りの保健所に連絡すること。

5節 国外の学会、研究会等への学生の出張

博士後期課程の学生数の増加と共に国外で開催される学会等に学生を出張させる機会が増えている。安全に対する考え方は上述の国内の学会の場合と同じである。また、身体的に被害がある事故ではないが、国外では盗難等の被害が予想される。特に、パスポートを紛失すると再発行まで数日間かかることがある。教職員は、出張する学生には、このような事態が起きることを十分に周知しておく必要がある。また、自分の身は自分で守るのが原則であると伝え、単に研究成果の発表の場だけではなく、わが国の常識が通用しない世界があることを理解させることも重要であろう。

- (1) ビザの確認わが国から短期間滞在するためにビザが必要な国は減少している。しかし、いくつかの国ではテロ対策のため、ビザの取得を増やしている。特に、外国人学生が出張するとき、あらかじめ、わが国への再入国が可能か、旅行先の国に入国するためにビザが必要か旅行代理店を通じて確認すること。
- (2) 出張先の危険地域の確認:学会が開催される都市は、大都市からリゾート地まで様々である。一般に大都市には危険と言われている地域がある。アメリカ合衆国では、長距離バス(グレイハウンド)のバスセンターがある地域が危険と言われている。このような地域に近づかないように注意する必要がある。
- (3) セーフティボックスの利用について:国外におけるホテルのセキュリティはわが国よりも劣っているとの情報がある。ホテルの自分の部屋に貴重品を残しておいて、盗難等にあっても保障はしてもらえない。これを防ぐため、ホテルに備え付けられているセーフティボックスの利用方法を教える必要がある。
- (4) 通貨の確認・イギリスを除くヨーロッパ諸国の多くは、EUに参加して、通貨も単一通貨ユーロになったため、以前よりも旅行が簡単になった。これらの国では、日本円から現地の通貨への交換が簡単であるが、アラビア諸国では日本円からの換金が難しい地域がある。これらについても下調べが必要である。
- (5) 国外における交通事故:国外において公共交通機関に乗車中の交通事故は、まだその処置がやさしいが、レンタカーあるいは国外に在住する友人等から借りた自家用車による交通事故では、語学の面で問題が大きい。よって、出張する学生には、公共交通機関を使用するよう指導することが必要である。

14 章 応急処置法

本節では、実験室や野外において不幸にして人身事故が起きてしまった時、直ちに行わなければならない応急処置法について記述する。

1 節 薬品による中毒(各薬品の SDS を確認すること。)

1) 一般的救急処置法

化学薬品の種類、量、中毒状況(飲み込み、吸入、皮膚付着など)および事故発生時刻などを保健管理センター、救急隊と連絡をとり対処する。

2) 飲み込んだ場合

事故者がけいれんを起こしたり意識不明の場合、心肺蘇生法を実施する。石油製品、腐食性薬品、酸・アルカリ以外の場合には次の処置をする。酸に対しては生卵、アルカリに対しては果汁、酢なども使える。

- (1) 咽頭または舌の奥を指かスプーンの柄でこすって胃の内容物を吐かせる。(意識がないときは窒息するおそれがあるので何もしてはいけない)
- (2) 胃の中の薬品濃度を下げ、体内吸収を遅らせ、粘膜保護のために水・牛乳を与える。与える水は飲んだ薬の約 100 倍である。(無理しない。)
- (3) 身体を毛布などで暖める。外部からの熱は避ける。
- (4) 早急に医師を呼ぶ。

3) 吸入した場合

ガスや蒸気の吸入一酸化炭素、シアン化水素、ホスゲン、リン化水素、ヒ化水素、一酸化硫黄、酸化窒素、硫化水素、フッ化水素、ジアゾメタン、アジ化水素、水銀など

- (1) 事故者を直ちに新鮮な空気のところに移し、衣服をゆるめる。
- (2) 呼吸機能が低下しているときは、人工呼吸を行う。
- (3) 救急車の手配をし、保健管理センターと連絡をとる。
- (4) 救出の際、救出者が中毒しないように防毒マスクなどを用いる。

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。ショックを起こすこともあるので医師の治療が必要である。

4) 皮膚に付着した場合

濃硝酸、熱濃硫酸、クロルスルホン酸、強アルカリ類、フェノール、無水酢酸、ピクリン酸、ジクロロ酢酸、フッ化水素酸など

- (1)直ちに水(シャワーなど)で付着した薬品を 15 分以上洗い流す。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ふきとったのち、大量の水で一挙に洗い流す。
- (2)衣服を脱がせながら、皮膚に水を十分にかける。(決して無理に脱がせない。)酸やアルカリは皮膚のひだ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。石炭酸はアルコールで洗ったのち、弱アルカリで中和する。皮膚のかいようの処置は皮膚科の医師による。

5) 目に入った場合

- (1)早急に、まぶたをひろげながら、流水で少なくとも 15 分間洗う。
- (2)特にアルカリは眼球を腐食するので、よく水洗いしてすぐ医者診察を受ける。洗眼には噴水式の洗眼装置がよいが、な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、のち眼を水中で開閉して洗眼する。蛇口につないだゴム管からのゆるやかな流水を用いても良い。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、腐食された皮膚表面をはぎとることになるので注意。
- (3)中和剤は使用しない。洗眼を終わったら厚めのガーゼ湿布をあて、眼帯などで固定し、なるべく早く眼科医の処置を受ける。
- (4)痛み等がなくても、保健管理センター、専門医を受診させる。

6) 各種薬品に対する処置

日本化学会編“防災指針”など参照するとよい。数例を以下に記載する。

(1)フッ化水素酸

皮膚を激しく腐食するので 30 分間水洗後、マグネシア泥膏(酸化マグネシウム 20g、グリセリン 80g)でおおい、乾いた包帯をする。

呼吸器がおかされた時は絶対安静を保つ。

(2)塩素ガス、臭素ガス

呼吸器障害に対し、希アンモニア水をしみこませた脱脂綿を短時間かがせる。アルコール、エーテル等量混液の蒸気吸引も、気道の刺激緩和に役立つ。

(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)、安静と保温に注意する。

発熱に対しては氷冷する。5 % CO₂添加の酸素の吸入がよい。

重症者に対しては救急車を呼ぶ。

(4)シアン化水素、シアン化物

新鮮な空気中に救出し、意識があれば亜硝酸アミルを 5 分おきに 3 分間吸入させ、最高血圧が 800mmHg になったらやめる。この処置は数分以内にとらなければならない。呼吸停止には 100 %酸素による人工呼吸を要する。シアン化水素は経皮呼吸されるから付着した部分を石鹼と水で洗い、息者の保温に注意する。亜硝酸アミルによるショックもあるので速やかに医師を呼ぶ。

(5)二酸化窒素

曝露後かなり遅れて突然発症する。呼吸器症状が軽度でも酸素吸入を行う。肺水腫を主症状とする。

口、鼻、眼の粘膜、皮膚を 1%重曹水で洗浄する。

(6)硫化水素

5%CO₂ を添加した酸素の吸入が有効とされる。眼については洗眼と損傷結膜の感染防止が必要であり、直ちに眼科医の診断を受ける。

(7) ホスゲン

重症の肺水腫を起こす。汚染衣服を除き、2%重曹水で洗う。酸素吸入はできるだけ早く始める。20%アルコールをくぐらせた酸素の吸入は呼吸困難を緩和する。

(8) 黄リン

治癒困難な第二度または第三度の火傷を生じやすい。水中か大量の流水で洗い落とす。火傷には 5%重曹水を注ぎ、次いで 5%硫酸銅溶液で洗浄、リンを固形の銅塩としてピンセットで取るが、無理にはがさぬことが重要である。

(9) 有機溶剤

危険な急性中毒は低沸点溶剤によって起こりやすい。呼吸器からの侵入による中毒が主だが、経皮呼吸もある。一般に麻酔作用があり重症の場合は意識障害、呼吸中枢麻痺を起こす。回復期に狂暴になることがある。

応急処置は一般的方法と同じである。洗浄には合成洗剤と水を用いる。後遺症が残ることがあるので注意する。

(10) 酸素欠乏

短時間で致命的な状態になるので、速やかに救出し新鮮な大気中に移す。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、悪心、顔面蒼白となり、7%前後で、短時間で意識不明、呼吸停止となる。

救助者が道連れにならぬよう酸素呼吸器、命綱などを用いる。防毒マスクは無効である。

7) 中毒の予防

(1) 危険性の高い薬品を取り扱う場合には、SDS 等でそれらの性質と事故防止について調べ、必要な防護具等を準備しておくこと。

(2) 換気効率の高いドラフト内で取り扱うこと。

(3) 実験内容について周囲の人にも予告し不測の事故に備える。

(4) 使用した器具は、必ず分解剤・解毒剤で処理して水洗いする。

(5) 実験の終了後は必ず手を洗うこと。そのまま食物に触れないこと。

2 節 一般外傷の処置

止血、細菌感染防止、苦痛除去の 3 点が重要である。

1) 普通の傷

消毒ガーゼで出血点を圧迫して止血する。リバノール液、希ヨードチンキなどで消毒、リバノールガーゼ(または消毒ガーゼ)で覆う。必要ならば包帯する。

傷口が汚れている時はきれいな水で洗い流す。はれ、疼痛には冷やすことが有効である。

2) 手足・首等の動脈が破れた場合

直に指頭で動脈の傷口より心臓に近い部位を圧迫し、ひき続き止血帯をかける。傷口は心臓より高くする。後述する止血法を参考にする。

「注意事項」

(1) 傷面にはいろいろな手当てをしてはならない。たとえば傷の被服片、ガラスなど取り去ることにより激しい出血を起こすことがある。

(2) 出血は細菌を流し出す作用があるので、止血に専念しすぎて細菌を傷に入れることのないように注意する。

(3) 傷には必ずガーゼを用いる。脱脂綿は不可。直接絆創膏をつけない。皮膚につくようなものは用いない。ガーゼが無いときは洗ったハンカチ等を一時的に使用することもやむを得ない。

3) 止血法

指圧迫法・傷にふれることなく心臓に近い動脈を圧迫する。

[創の位置]

[止血点]

(1) ひたい・こめかみ 耳の中央部の前 0.4～0.5cm の点

- | | |
|---------------|---|
| (2) 後頭部 | 耳の中央部の後 0.8～1.0cm の点 |
| (3) 顔面下部(顎) | 下顎の角から前の方に約 1.0cm の点 |
| (4) 顎の上部 | 下顎骨の中央部で顎の方に約 1.2～1.5cm の点 |
| (5) 腋(肩上腕の上部) | 鎖骨の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る |
| (6) 上腕または前腕 | 上腕の内側で(カコぶのできる内側)骨に向かって強く圧する(前腕の場合肘, 内側の中央部で押さえる) |
| (7) 指 | 指のつけねに近いところで両側から押さえる |
| (8) 大腿 | 股関節の部分にあ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 |
| (9) 下腿 | 膝関節の背面の中央部 |
| (10) 趾 | 足の指のつけねに近く両側 |

止血帯による止血法: 主に大腿部, 上腕部に用いる。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(手拭汰いゴム管, 三角巾なども使える)をかける。

止血帯を用いる時の注意

- (1) 止血帯を直接傷に触れさせてはならない。
- (2) 止血帯の巾は, 10mm 以上にする。
- (3) 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。末端の脈が消失する程度とする。
- (4) 止血帯がない場合はたたみ三角巾を用いる。
- (5) 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ならない。止血帯をかけた時間を書き込んだ荷札様のものをつけて必ず医師に報告する。
- (6) 20 分に 1 分程度ゆるめること。この時, 傷口に十分な消毒ガーゼを当てておく。

4) 頭部損傷

軽い脳震盪は, 安静のみで数秒～数分で完全に治癒する。傷の有無を問わず症状から見て脳挫傷, 脳圧迫が考えられるときは, 直ちに救急車を呼び専門医に転送する。

傷を伴う場合は, 傷内部に触らないように消毒ガーゼで静かに傷を覆う(菌が入ると脳膜炎などになり危険)。

いずれの場合も意思の処置を受ける事が必要である。意識回復後, 再度頭痛, 吐き気, めまい等を訴える場合は要注意である。脳挫傷・受傷直後ショック状態となる。体温異常, 脈搏少, 意識障害(12 時間以上, 顔面神経等の麻痺, けいれん)

脳圧迫症: 受傷後しばらくして(数 10 分～1, 2 日)急に意識不明となる。

3 節 やけど

やけどは種々の原因で起こるが, 処置の原則は化学薬品と同じである。

1) 重症度の判定

処置法を決めるために, 重症度の判定が必要である。次に示す 2 項目と合併症の有無によって総合的に判定する。

(1) やけど面積

全体表面積に占めるやけど面積で表す。身体各部の体表面積を簡便に算定したものに「9 の法則」

がある。これは, 頭部・左上肢・右上肢をそれぞれ 9%, 体幹前面・後面・左下肢・右下肢をそれぞれ 18%, 陰部を 1% で計算する方法である。

(2) やけどの深さ

熱の強さと作用時間から, 深さが決まる。皮膚の症状と痛みから判定する。Ⅰ度, 浅達性Ⅱ度, 深達性Ⅱ度, Ⅲ度があるが, 実際の判断は難しく, 時間の経過とともに深くなることもある。

2) やけどの程度

(1) 軽症のやけど(通院加療)

Ⅱ度で 15 %以下, Ⅲ度で 2%以下, ショックを起こすことはまれである。

(2) 中等症のやけど(入院加療)

Ⅱ度で 15～30 %, Ⅲ度で 10%以下, すべての例でショックの危険性があり, 入院が必要である。

(3) 重症のやけど(総合病院に入院)

Ⅱ度で 30%, Ⅲ度 10%以上, また顔, 手, 足のⅢ度やけど, 気道やけどの疑いがあるもの。電撃傷, 深い薬傷, 軟部組織の損傷, 骨折を伴うもの, 受傷後 2～3 時間内に総合病院に入院, 全身管理を優先させる。

3) 応急処置法

(1) 冷却

応急処置として, 受傷後, その場で直ちに冷却することが最も大切である。衣類が燃えているときは, 周囲にいる者が水などで消す。水道水で受傷部を洗い, 皮膚を傷つけないように衣服を切るか, 脱がす(決して無理に脱がせない。)。最低 30 分～2 時間程度冷やす(水温 10～15 ℃が適温)。洗い流すことが困難な顔などは, 水道水で湿らせた 2, 3 枚のタオルで氷片を包み, これを受傷面にあてる。たえず移動させ, 同一部が冷えすぎないように十分注意する。

重症のやけどの場合は, 清潔なタオル, あるいはシーツで受傷面を覆い, できれば冷却しながら直ちに総合病院に送る。手足は挙上し, 浮腫を防ぐ。

(2) やけど療法の注意

油類, チンク油を受傷面に塗ると, 病原菌に染しやすくなるので, 決して用いてはいけない。醬油などを塗るのはもってのほかである。

4 節 寒剤などによる凍傷

軽度の場合は発赤と不快感があるが, 数時間で回復する。中等度の場合紫紅色となり, 水泡をつくり, 重症では壊死となる。

1) 応急処置

凍った部位を, 40℃ (これ以上の温度は使用しない) に温めた湯の中に 20～30 分間浸す。正常の温度になっても, その部位を高く上げ, 室温で, 包帯もしないで安静に保たせる。温湯がないか, あるいは凍傷部が, 耳などで, 浸すことができない場合は, 体の温かい部分(手, わき)で暖める。湿った衣類は脱がせる。

タバコは血管を収縮するので禁ずる。

〔注意〕運動したり, 雪, 氷水などでマッサージして暖めてはならない。

5 節 ガラスなどによる外傷

救急処置として, まず出血を止める, 多出血の場合はショックの危険性がある。

1) 緊急的止血法

損傷部を直接圧迫して止血する。動脈の損傷でも, 指やガーゼによって直接圧迫することにより, 止血できる。ガラスの破片による外傷の場合は, 水洗浄等でまず破片を除去しなければならない。(無理はしない。)

6 節 電撃傷

直流は交流より危険度は低い。高周波および電圧交流は, 低周波および低圧交流より危険度は低い。しかし, 3 ボルトのような低圧直流でもやけどを生じた例もある。

1) 応急処置法

救助者自身が感電しないように注意しながら, 直ちに感電者を電流から開放する。たとえば, 電源を切る。柄が木製の斧で電線を切断する。電流を別回路へ流す。感電者を電線から乾燥した布とか皮革を用いて引き離す。脈が止まっているときは, 心肺蘇生法を行う。

7 節 放射線被曝

適当な治療法が皆無であり, 予防に万全の注意を払う必要がある。

1) 応急処置法

全身被曝には, 再被曝を避けて安静にし, 栄養を補給する。ラジオアイントープが皮膚に付着した場合には, 直ちに洗い落とし飲み込んだ場合は, 可能な限り体外に排出させる。専門医を受診する。

8節 捻挫・脱臼・骨折

1) 捻挫

関節を何かの拍子で急にねじったりすると捻挫を起こすことがある。関節の周囲に内出血がおき、熱もって青くはれ、痛みを伴う。

〔応急処置法〕

(1)軽度の場合は、冷湿布をするか、湿布薬を貼って包帯を巻く。関節の周囲に内出血がおき、熱を

(2)はれがひどく、痛みが激しいときは、ひびが入っていることもあるので、整形外科医の診察を受ける。

2) 脱臼

手や足が急に引っ張られたり、強い衝撃を受けたりしたとき、骨の関節が外れ、脱臼を起こすことがある。痛みが激しく、局部が飛出して型が変わったり、普段と違った方向に曲がったりする。

〔応急処置法〕

外れたところを元の状態に戻せば簡単に治るが、物に強く当たったりした場合は、骨折と区別しかねることもあるので、整形外科医の診療を受ける。

3) 骨折

骨折には程度や種類により次のようなものがある。

(1)不完全骨折折れてはいないが、骨にひびが入った程度のもの。

(2)完全骨折骨が完全に折れて、折れ目が離れてしまったもの。

(3)単純骨折皮膚には外傷がなく、骨が折れているもの。

(4)開放骨折折れた骨の先端が皮膚の外に突出しているもの。

(5)複雑骨折骨が折れただけでなく、血管が切れて出血し、神経・筋肉なども傷ついているもの。

不完全骨折の場合は、捻挫と区別がつかないこともあるが、その他の骨折では、劇痛が起き、局部がはれ、骨の型が普段と違って見える。

〔応急処置法〕

(1)手足を動かさないようにして、少しでも痛みの楽な位置に固定する。

(2)出血を伴う骨折の場合は、取り敢えず止血の処置をする。

(3)副木をし、病院に行き、診療を受ける。

9節 フィールドでの事故

1) 日焼け・熱中症

(1) 日焼け

日光の強い場合、短時間直射日光に当たるだけでも、ひどい日焼けを起こすことがある。日焼けが進むと、皮膚が赤くなり、痛み、皮膚の白い人は水ぶくれができてくる。

〔応急処置法〕

①軽度の場合は、日焼け用ローションまたはクリームを適量局部に塗布する。

②水ぶくれが破れた場合は、やけどの治療(2節)をする。

(2) 熱中症

高温下で激しい運動または行動をし、身体から水分と塩分が失われることによって起こる病気である。喉の渇き・倦怠感・めまい・目がかすむ・吐き気・頭痛・筋肉のけいれんなどの症状で始まり、さらに病状が悪くなると、嘔吐・顔面蒼白などの症状のはかに皮膚が冷たくなり、時には虚脱状態に陥ることがある。

〔応急処置法〕

①ただちに運動または行動を中止して日陰で休養する。

②喉の渇きが止まるまで冷たい塩分と糖分の入った水またはスポーツ用飲料水を飲む。

③病状が重いときは、病院受診、救急搬送を考慮すること。

2) 凍傷

濡れたままの皮膚を寒気にさらしておくと、凍傷を起こすことがある。指先・耳・鼻の先に見られ、軽度な場合は、赤くはれて、かゆく、ひどい場合は、皮膚が紫色になり、水泡ができることもある。

〔応急処置法〕

- ①軽度な場合は、皮膚を乾かし、マッサージして、血液の循環をよくする。
- ②ひどい場合は、皮膚を乾かし、温めながら、病院に行き、診療を受ける。
- 3) 水におぼれたとき
- 〔応急処置法〕
- ①口の中の泥などを拭き取り、すばやく水を吐かせる。
- ②もし、呼吸、脈が止まっていたら、すぐ心肺蘇生法を施し、救急車を呼ぶ。
- ③呼吸が止まっていなければ、毛布か布団で全身を包み、暖かくして寝かせる。
- 4) 危険な動物に咬まれたとき
- (1) イヌに咬まれたとき
- 〔応急処置法〕
- ①石けん水で傷口を 10 分間位よく洗う。
- ②傷口は開放したまま、保健管理センター、外科医の診療を受ける。
- (2) ヘビに咬まれたとき
- 〔応急処置法〕
- ①体に近い方をしぼる。
- ②血液と一緒に毒を絞り出す。口で吸わない。吸引器があれば使用する。
- ③水で洗って冷やす。病院受診まで続ける。
- ④傷口は塞がず、保健管理センター、病院に行き、診療を受ける。
- (3) その他の動物に咬まれたとき
- 〔応急処置法〕
- 動物によって異なるので、すばやく保健管理センター、外科医の診療を受ける。
- 5) 危険な動物に刺されたとき
- (1) ハチ類に刺されたとき
- 〔応急処置法〕
- ①刺された所をよく見て、もし皮膚の中に小さな黒い針のようなものが見えたら、無理にとらない。で受診すること。吸引器(専用)があれば使用する。
- ②刺された所をよく洗い、冷やして痛みとのはれをやわらげる。傷口は塞がない。
- ③症状が激しい場合は、保健管理センター、外科医の診療を受ける。
- ④呼吸困難、喘鳴、皮膚発赤、気分不良等のアレルギー症状に気をつける。
- (2) その他の動物に刺されたとき
- 〔応急処置法〕
- 動物によって異なる。症状が激しい場合は、素早く外科医の診療を受ける。
- 6) 危険な植物にかぶれたとき
- 〔応急処置法〕
- ①軽度の場合は、毒素を取り除き、抗ヒスタミン薬を使用する。
- ②症状が激しい場合は、保健管理センター、外科医の診療を受ける。
- 10 節 心肺蘇生法
- 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る。したがって、このような呼吸停止の患者が発生した場合には、近くに居るものが速やかに人工呼吸を行い、救急車もしくは医師の到着を待つ必要がある。このためには、平素から、正しい心肺蘇生法を訓練しておくことが必要である。人工呼吸は、次のような手順によって行う。
- 救急隊、医師が到着するまで絶対続けることが必要である。
- 1) 被害者は空気の得られるところに運び、けい動脈の拍動を触れ、脈が触れないときは心肺停止として心臓マッサージと人工呼吸を行う。
- 2) 被災者の衣服をゆるめて呼吸しやすい状態にし、気道をふさぐ異物は指に巻いた布などでふき取る。仮死状態では、舌根が下がって気道を塞ぐので、仰向けで人工呼吸する場合には、首から口が一直線

になるように肩に枕を入れて気道を開く。気道を開くだけで呼吸を回復することもある。心マッサージを行うに当たっては背中に板等硬いものを入れるとよい。

3) 気道をひらいても呼吸を回復しないときは、人工呼吸に移る。

(1) 口～口法(mouth to mouth 法)

実施するものはまず深く空気を吸い込み、口を患者の口に当て、患者の胸が膨張するまで息を吹き込む。患者に吹き込まれた空気は、肺の自然の収縮力で吐き出される。吹き込みの回数は毎分 12 ～15 回。

(2) 胸拡法

患者の上半身を立て、実施者は背後から片膝立ての姿勢で、膝を患者の背中に、両手を胸にあて、胸部が十分広がるように後ろにそらせ、次いで胸部が縮小するように上体を前に曲げさせる。この操作を毎分 12～15 回で繰り返す。

(3) 用手法

古くから行われ、改良されたいくつかの方法があるが、シルベスター法(腕挙上、胸部圧迫法)とニールセン法(腕挙上、背部圧迫法)が換気量大ですぐれている。シルベスター法は心停止に対処し得る仰向けで行うことと、長時間続けても実施者の疲れの比較的少ないこと、換気量が特に多いことなどの利点がある。まず仰向けに寝かせて、後頭部を下げ、気道を開いた後に患者の両腕を水平になるまで上げ、空気を吸い込ませる。次いで静かにその腕を胸部に戻し、胸を圧迫して空気を押し出す。回数は毎分 10～12 回でよい。

4) 心臓マッサージ

心臓停止は酸素欠乏による窒息、一酸化炭素、硫化水素、塩素化炭化水素などによる中毒でしばしば起こる。心臓停止では、同時に呼吸停止も起こる。停止した心臓は、胸の中央を上からリズムカルに圧迫すれば血液の圧送が行われ、脳の血流の回復によって死から一步遠ざかる。この際、血液に酸素を与えなければ意味が無いので、必ず合わせて人工呼吸を行う。

心臓マッサージは次のような方法で行う

(1) まず、患者を硬い平らな場所に仰向けに寝かせる。

(2) 実施者は自分の両腕を伸ばし、手のひらの部分を重ねて患者の心臓部に当て、両手に体重をかけて毎秒 1 回ぐらいの速度で圧迫を繰り返す。胸骨が 3 ～ 4cm へこむぐらいであれば効果がある。圧迫は 1 回毎に手の力を完全に抜いて胸かくを復元させる。

(3) 心臓マッサージと並行して行う人工呼吸は、マッサージ 5 回に対して 1 回とする。

(4) 心臓マッサージの効果は唇や皮膚にやや紅色を帯び、まぶたを開けると瞳孔が小さくなることでわかる。心拍が回復し始めると、頸動脈に弱いながら拍動がわかるようになる。

5) AED (Automatic External Defibrillator : 自動体外式除細動器)

(1) AED とは

AED は、「突然心臓が止まって倒れてしまった人」の心臓のリズムを、心に電気ショックを与えることにより再び正しいリズムに戻し、蘇生するための治療機器である。

「突然心が止まって」しまう心停止の原因として、心臓の筋肉がけいれんを起こし、心臓から血液が全身に送り出せなくなる危険な不整脈、心室細動や心室頻拍がある。この心室細動に対して電気ショックを与える(除細動する)機械が AED である。

心室細動は、急性心筋梗塞やボールが強く胸に当たって発症する心臓振盪などのときにみられる非常に危険な不整脈であり、唯一 AED によって治療が可能である。

(2) AED の有効性

心停止の原因は心室細動以外にもあるが、この場合には AED は有効ではない。また心室細動か否かの判断は AED が「自動」的に行う。

心停止により突然倒れた人すべてに対して、必ずしも有効ではない。AED が有効に働くのは心室細動による心停止に対してのみである。

しかし、倒れている人が心室細動かどうかは AED を装着してみないと分からない。もし AED が作動しない時には AED の指示に従って人工呼吸、心臓マッサージの心肺蘇生を続ける必要がある。

(3) AED の設置場所

AED は以下の場所に設置してある。

- ・工学部共通棟(正面玄関)
- ・理工系総合研究棟(正面玄関)
- ・中央実験工場(西側玄関)
- ・学術情報基盤センター(正面玄関)
- ・理学部 2 号館(正面玄関前)
- ・共通教育棟 3 号館(4 号館との渡り廊下側入口)
- ・附属図書館(正面玄関)
- ・保健管理センター(正面玄関)
- ・総合教育研究棟(北側入口)
- ・教育学部第 2 体育館

15 章 運搬作業の安全な取扱い

1 節 運搬作業における一般的注意

重量物の運搬を行う場合には台車、クレーン等を使用する事が多いが、手作業で行わなければならない事もある。また、一人でなく複数の作業者の共同作業となることも多い。以下に一般的注意事項をまとめておく。

- (1) 服 装：危険を避けるため、作業に適した服装で行う。例えば、作業服、ジーンズ等を着用する。白衣、背広のままでの作業は好ましくない。手袋を着用し、更に安全靴、安全帽（ヘルメット）を着用するとよい。
- (2) 取 扱 い：品物は丁寧に取扱う。投げ積み、引き落とし等をしてはならない。
- (3) 荷 積 み：荷を積み際はできる限り低く安定に積む。転倒しやすいものは予め当て物で支えるか、壁に縛り付けるなどの対策を講じる。また、荷崩れしないように大きい物の上に小さい物を載せる、重い物の上に軽い物を載せる等、積み方の順序を守る。小物の場合は、容器に入れるなどするとよい。
- (4) 運搬重量：人手で運ぶ場合、無理して重いものを運ばない。一人で運べる重量は 15～20kg 程度（女性の場合は 10kg）である。
- (5) 運搬要領：人手で重量物を持ち上げる場合の要領を説明する。
 - (a) 手を深く掛け、腰をできるだけ低くし、背骨をまっすぐにする。
 - (b) 足と肩に力を入れ、肘を伸ばしながら、ゆっくりと持ち上げる。
 - (c) 品物の重心を、できるだけ身体につけ、バランスを取る。
- (6) 意思疎通・連絡：複数の作業者が共同で作業を行う時は、指揮者を一人決め、その指示で行動することを心がける。また、作業者間の意思疎通が確実に行えるよう、声を出すなど合図を必ず行う。

2 節 台車を用いる運搬作業

服装、荷積みの要領、合図等、前節で説明した一般的注意を基礎とする。以下に、追加の注意事項を示す。

- (1) 運搬物の重量、寸法を確認し、運搬に適した台車を使用する。また、使用前に台車を点検する。
- (2) 荷崩れしやすい積み方をしてはならない。また、積荷が台車からはみ出さないように注意する。不安定なものを台車で運搬することを避ける。
- (3) 長尺の積み荷を運搬する場合は、積み荷の先端に目に付きやすい目印を付けるとよい。
- (4) 台車で運搬する場合は、前方に常に注意しながら作業を進める。また、十分な作業面積を確保する。
- (5) 台車は所定の位置に置く。放置は禁止である。
- (6) 停止時に台車が動く事がないよう、車輪止めを用意する。

3 節 化学物質の運搬作業

- (1) 化学物質を運搬する場合は、適切な保護具（白衣・手袋・保護メガネ等）を着用する。
- (2) 化学物質を手で運搬する場合は、適切な二次容器（耐薬品性のケースやバケツ等）を使用する。必要に応じて運搬中の転倒や破損を防ぐための梱包材を使用する。
- (3) 化学物質をカートで運搬する場合は、可能な限り振動を吸収・抑制する機能の付いたものを使用する。
- (4) 化学物質の運搬において、可能な限りエレベーターの使用を避ける。エレベーターを使用する必要がある場合は、同乗を避ける。
- (5) 圧縮ガスボンベを運搬する際は、必ず適切なガスボンベ運搬車を使用し、ボンベを荷台に固定する。絶対に圧縮ガスボンベを転がしたり引きずったり、調整器を付けたまま移動したりしない。
- (6) 極低温の液体を運搬する場合は、凍傷を防ぐため乾いた革手袋を着用する。
- (7) 極低温の液体は、容器の転倒などにより漏れた場合に酸素欠乏事故が発生する可能性があるため、一緒にエレベーターに乗ってはいけな。エレベーターでの運搬は原則として 2 名以上で協力して行う。

- A) 1 名が容器のみをエレベーターに搬入する。
- B) 途中階で人が乗ってこないよう、極低温液体運搬中である旨をわかるようにする。
- C) もう 1 名が到着階で容器を回収する。

4 節 クレーン・ホイストを用いる運搬作業

一般クレーン作業は、運転者講習を受け、資格を有する者が運転する。ここでは、これ以外の小型のクレーン、ホイスト等の使用上の注意をまとめる。

- (1) 指名された者がクレーンを操作する。
- (2) 作業時には手袋、安全靴、安全帽の着用を心がける。
- (3) 使用前にクレーン、フック、ワイヤー止め金、ワイヤーを点検する。また、スイッチの動作を確認する。
- (4) クレーン操作者と玉掛け者の連絡を十分に行う。
- (5) 定格荷重を越える重最を吊り上げない。
- (6) 吊り上げの際、フックが吊り上げ物の重心の真上に来るよう、ゆっくりと吊り上げ、ワイヤーが確実に掛かっていることを確認する。
- (7) クレーンを走行させるときは、吊り荷が横振れしないよう、ゆっくりと動かす。また、大きくたわむ物、長尺物を運ぶときは、膝位の高さに吊り、同じく、ゆっくりと運ぶ。滑り易い物、液体を運ぶ場合も同様である。急激な起動停止は禁物である。
- (8) 吊り荷の下には人が居ないことを確認する。荷を吊って走行する場合、操作者は荷の後から歩いていく。また、常に前方に注意する。
- (9) 荷を下ろす時は、床上約 10cm の位置でいったん止め、それから徐々に下げる。荷を吊ったまま放置してはならない。
- (10) 作業終了後、クレーン、スイッチ、ケーブル、ワイヤー等を所定の場所に戻す。

5 節 玉掛け作業

クレーンによる運搬作業の注意事項に加え、以下の注意が必要である。

- (1) 指名された者が玉掛け作業に当たる。
- (2) 玉掛けの合図は定められた方法で行い、クレーン操作者に確実に伝わるようにする。
- (3) ワイヤーロープは必ず健全なものを使用する。また、吊り上げ重量より約 20%許容重量の高い物を使用する。また、吊り具、補助具を使うときも適切な物を使用する。
- (4) 吊り荷の重心の位置を正しく判定して吊り上げ、高さ約の位置でいったんとめて、フックが重心の真上にあるか、荷が傾かないか確認する。
- (5) ワイヤーロープの吊り角度は 60 度を原則とする。止むを得ない場合でも 90 度を越えてはならない。また、ワイヤーロープ一本吊りをしない。吊り荷が回転して危険である。
- (6) 角張った荷を吊る時は、当て物をして、ワイヤーが損傷しないようにする。
- (7) 荷下ろしの時は床上約 10cm の高さで止め、地形を確認してから下ろす。荷下ろし後は、必ず、ワイヤーが完全にはずれたことを確認する。空荷でクレーンを移動させる時、ワイヤーをフックにかけたままにしない。
- (8) 100℃以上の高温物を運搬する時は、ワイヤーロープでなくチェーンを使用する。

16 章 事故例

大学等の研究室で発生した化学物質、電気、機械、その他に関連した代表的事故例を以下に示した。これらの事故を教訓として、事故の再発の防止に努めることが重要である。

1 節 爆発

1) アジ化酢酸の爆発

【事故の概要】

アジ化酢酸(約 30 グラム)を油浴で真空ポンプにより加温減圧乾燥中、突然フラスコが爆発した。

【被害】

実験者及び近くにいた1名(いずれも大学院生)が、飛来するガラスにより負傷。実験者は額に切り傷を負い、近くに居たものは右腕と顎にかなり深い切り傷を負った。両名とも保護めがねを着用していたために視力には異常はなかった。

【原因と対策】

原因は混入していた微量の不純物によるものの可能性が高いと考えられる。アジ化酢酸は、熱に対しては比較的安定で 250℃においても爆発しないが、微量の不純物が混入すると不安定になる場合があることが知られている。たとえば、微量の鉄もしくは鉄の塩が存在する場合には 90℃において爆発が起きることが報告されている。このような事故を防ぐためには、取扱う物質について、不純物の影響も含め事前に十分確認しておくことが必要である。また、この事故で目の負傷をまぬがれたことからわかるように、保護具の着用は大変重要であり必ず行わなければならない。

2) 触媒調製中の爆発

【事故の概要】

触媒調製中の操作として、過塩素酸水溶液に酸化タリウムを加えて過塩素酸タリウムを合成し、それを活性炭に担持させ、水洗後、磁製蒸発皿にいれ、水を除くのにゆっくり加熱している時、白煙が生じたので加熱を止めたところ、10 秒後に爆発した。

【被害】

4 人が磁製蒸発皿の破片および爆発音により被災、うち 1 人は入院。

【原因と対策】

過塩素酸タリウム合成中に使用した過塩素酸が操作中に完全に水洗されず、相当量残存していたか、過塩素酸タリウムが一部の活性炭表面に局在していたため、爆発反応が起こったと思われる。

3) 過塩素酸系廃液誤投入による爆発

【事故の概要】

内容積 1 リットルのガラス製ナス型フラスコ内でアミノアルコールの臭化水素塩と=臭化リンを混合し湯浴中で加温反応させていたところ突然爆発が起こった。

【被害】

受験者は左手と胸部にフラスコ破片の直撃を受け、病院にてガラス片の摘出手術を受けた。また、3 名の同室者はガラスをかぶったが、かすり傷程度の軽傷。

【原因と対策】

アミノアルコールの中和に用いた臭化水素酸が、実は過塩素酸を含む金属の廃液であったため、中和濃縮の際に過塩素酸塩が蓄積され、三臭化リン(還元剤)の共存のため爆発したと考えられる。濃縮すれば危険になる廃液は、はっきり誰にでも判るようにする。

4) 錯体合成中の爆発

【事故の概要】

エチレン Hg (NO₃)₂ 錯体水溶液を調製し、水をエバポレーターにて除去して錯体を単離しようとしたところ、かなり水がなくなった時、大音響と共に爆発。天井まで吹き上げ、容器は粉微塵になった。

【被害】

実験装置の破壊のみ

【原因と対策】

脱水過程で硝酸エステルが生成し、温度が比較的高かったため爆発したと考えられる。同様な実験を行っている者の実験台のまわりをポリエチレンのシールをして万に備えた。

5) NiS 単結晶合成中のアンプルの爆発

【事故の概要】

NiS 単結晶をブリッジマン法で合成中、アンプルが爆発した。

【被害】

実験中の学生がガラス片で頬に切り傷、またガラス装置の一部が破損した。

【原因と対策】

NiS の原料中に残った未反応イオウをよく除かずにガラス(バイコール)管に封入し、約 1050℃まで加熱したため、内部のイオウの圧力が上昇し爆発したものと思われる。

6) 濃硫酸と過マンガン酸カリウムの混合による爆発

【事故の概要】

ガラス器具の洗浄のため洗浄液(硫酸酸性重クロム酸溶液)を調製しようとしたが、その際重クロム酸カリウムが見つからなかったため、代わりに過マンガン酸カリウムを使用して調製中、400g の過マンガン酸カリウムに濃硫酸を徐々に注入し 2～3 分経過後に大音響と共に爆発が起こった。

【被害】

調製していた学生は、前面に調製中の混合物および反応物を浴び、目を負傷。同室の学生は背中に同飛沫を浴び、入り口近くを歩行していた学生は、側面に若干の飛沫を浴びた。また、床が一部抜けたほか、爆発物は部屋中に飛散、付着した。

【原因と対策】

多量の過マンガン酸カリウム(固体)に濃硫酸を混合させたため、発熱・蓄熱条件が整い、内部の温度が爆発の起こりうる温度 30～70℃まで上昇したためと考えられる。

7) 液体酸素の爆発

【事故の概要】

低温下における球状黒鉛鑄鉄の脆性引張破壊試験のため、木製、内部に 0.35mm の亜鉛鍍金鉄板を張った冷却槽をアムスカラー試験機に装着し、槽内に液体酸素を注入した。注入を開始してから約 30 分後に試験機の運転を始め、試験片を液体酸素に浸して引張荷重をかけたところ、材料の切断と共に冷却槽が閃光を伴う相当大きな音を出して爆発した。冷却槽は小さな木片となって飛散し、内張りの亜鉛鍍金鉄板も切断された。

【被害】

負傷者 4 名、器具などが若干破壊した。

【原因と対策】

球状黒鉛鑄鉄は組織中の黒鉛を球形化するため、浴湯にマグネシウム(0.04～0.08%)を添加しており、偏析があったかまたは静電気磁場の発生が考えられるが、その点明確ではない。しかし、発火源については材料切断時のショックによるものと考えられえ。対策としては、低温下における試験には従来、液体空気を使用していたが、温度のバラつきが大きいため、液体酸素に代えたものである。今後は安全のため、液体窒素を使用することとした。

8) 金属ナトリウムの爆発

【事故の概要】

約 10 年間保存してあった金属ナトリウム塊約 10g を処分している際、爆発が起こった。

【被害】

直接処理を行っていた学生は中毒症状(薬物性結膜炎角膜上皮剥離)を起こし、他 2 名は軽症(爆発による裂傷及び熱傷)

【原因と対策】

処分中に金属ナトリウムは保護液が蒸発し、表面が炭酸ナトリウムに変化していたため炭酸ナトリウムに変化している部分をドライバーではがして水に流していたが、残りが少なくなったので瓶の中に水を入れたため、金属ナトリウムが急激に反応して爆発した。

9) エーテル・空気混合ガスの爆発

【事故の概要】

一酸化タングステン触媒を用いてエーテルを酸化し、アセトアルデヒドを精製する反応に関する実験を行う際に、エーテル・空気混合ガスをガス貯蔵タンクから塩化ビニール管(内径 9mm、長さ約 7m)を通してエーテル酸化反応管に流速ほぼ 10min で流し始めたところ、突然ガス貯蔵タンクが大音響と共に爆発、貯蔵タンクの可動蓋(125kg)が飛散し、前面の高さ約 17m の壁を飛び越えて、貯蔵タンクより約 90m 離れた校舎の屋根の一角に落下し、一部これを破損し、続いて近くの地面に落ちた。

【被害】

人的被害はなし。窓ガラス破損(274 枚) , 実験室内器具, 校舎の屋根の一部およびガス貯蔵タンクの可動蓋などの破損。

【原因と対策】

反応装置出口温度を反応装置内の温度として制御していたが, 実際には反応装置内の温度が反応装置出口温度よりも予想以上に高くなっていてエーテル・空気混合ガスの発火温度を上回っていたためと考えられる。対策としては, 大形タンク内に多量な原料ガスを貯蔵しなくてもすむようにし, 反応装置のなるべく直前において混合する方法を採用する。やむを得ず今回のような多量の原料ガスを貯蔵する場合には, 絶えずそのガス濃度を測定し, それが爆発範囲外にあることを確認するか, 不活性ガスの添加などの方法によって爆発範囲外であることを確認した後, はじめて操作に移ること。ガス貯蔵タンクには爆発ガス放出孔およびタンクと反応装置の間には火災伝播措置装置を設置する。

10) 酸素ポンベの爆発

【事故の概要】

ガラス細工に使用する酸素ポンベに取り付ける圧力調整ゲージが老朽化して使えなくなったため, アルゴンガス用の流量調節弁付き圧力ゲージ(A1-Mg 合金)を取り付けておいた卒業研究の学生がポンベの元栓を開いた瞬間, ボーンという音響と同時に発火し, ポンベに隣接している木製実験台が燃え上がった。驚きのあまり元栓を閉めなかったため, 酸素ガスが噴出し, 実験台およびその周囲(約 1m×2m, 高さ 1.5m) が燃えた。消防車が出動し, 消火器を使用して消火した。

【被害】

人的被害なし。木製実験台及びその周辺が燃えた

【原因と対策】

発火原因として考えられるのは, 元栓付近に金属粉(鉄など)があり, 摩擦または静電気によるスパークにより着火。元栓の急激な開放により着火あるいは計器, 付属品, 配管などに油脂などの有機物が付着していたために着火の 3 原因のうち, 有機物の付着であったと考えられる(アルゴン用の計器は, 油を使って油圧テストをすることがあるため)。対策としては, 酸素ポンベやバルブ調整器, 圧力計および継ぎ手などには酸素専用のものを使用し, 油・グリースなどは絶対に使用しないこと。バルブを開く際にはゆっくりと開くこと。油のついた手袋, 衣服で酸素ポンベを取扱わないこと。酸素ポンベと不用の可燃性ガスポンベとを一緒に置かないこと。酸素ガスを空気の変わりに, すなわち塗料の吹きつけなどに使わないことなどが考えられる。

11) 実験室における冷蔵庫の爆発

【事故の概要】

理化学実験室で実験に使っている古い家庭用冷蔵庫で爆発が起こり, 冷蔵庫のドアが 7~8m 吹き飛んで, 窓ガラス十数枚が割れ, 室内に煙が充満した。

【被害】

人的被害なし。ビーカー, フラスコなどの実験器具と窓ガラスが破損。

【原因と対策】

ニンジン色素の抽出液(アセトン溶液)をビーカー(内容積 400mD)に入れ, アルミ箔でビーカー全体を包んで冷蔵庫に入れておいたが, 包んだ箔のすきまからアセトンが蒸気となって発生して冷蔵庫内の空間に充満し, さらに下に抜けて, サーモスタットの火花に引火し爆発を起こしたものと推定された。対策としては, 防爆型の冷蔵庫を使用することとした。

12) ノルボルナンとトリクロロシランの混合による爆発

【事故の概要】

ノルボルナンとトリクロロシランをフラスコ内で混合し, -20℃でケイ素化合物を合成する実験を行っていたが, 反応が遅かったので手で温めたところ, 反応が急激に進行しフラスコが爆発した。

【被害】

飛散したガラス片で軽傷 2 名。ドラフトのガラスの破損。

【原因と対策】

加温により反応が急激に進行したためであり、事前調査などで反応をよく理解してから実験を行う。

13) 有機金属の加熱化合実験中の爆発

【事故の概要】

真空にした 500ml のフラスコ内で複数の有機金属を加熱して化合させる実験を行ったところ、加熱後の冷却中に爆発した。フラスコ内には有害物質は含まれていなかった。

【被害】

飛散したガラス片で軽傷 2 名

【原因と対策】

学生 2 人で行っていた。実験法を十分予習し、指導者とも連絡取りながら行う。

14) 湿式酸化実験装置に酸素を注入中に爆発

【事故の概要】

研究所のバイオ実験施設で湿式酸化実験装置に酸素を注入中に爆発した。装置に酸素を送り、漏れの点検中に漏れが見つかったため酸素の注入部分をレンチで締めたところ爆発した。

【被害】

重傷 1 名、軽傷 4 名(研究所職員 1 名が肺に熱気が入り重体、実験中の大学教員、学生の計 4 名がやけど)

【原因と対策】

注入部分をレンチで締めた時に装置内の何かの可燃物に着火し爆発した可能性が高い。

15) 過マンガン酸カリウムと濃硫酸の混合による爆発

【事故の概要】

大学生 A 君は研究室の清掃中、実験器具の洗浄液をつくろうとして過マンガン酸カリウムの固体に直接濃硫酸を混合してしまい、それによって起こった爆発で両眼を失明した。

【被害】

両眼を失明

【原因と対策】

A 君にはそれまで過マンガン酸カリウムと濃硫酸の混合した経験が無かった。指導者に十分納得するまで指導してもらい、危険な操作の場合は最初は立ち会ってもらう。指導者も十分留意する。

16) 磁気分光学実験における爆発

【事故の概要】

火薬の爆発を利用した極強磁場下におけるゼーマン効果の磁気分光学の実験を行なうため、その準備作業をしていたところ、円筒形爆縮セットに充填されていた爆薬が突然爆発した。

【被害】

顔面挫砕骨折により即死

【原因と対策】

脚線と起爆ケーブルとの偶然接触や火薬放電などによって生じた。実験者および指導者は自ら危険を十分吟味検討し、要員を増やすことを含めた安全措置を十分に講じるとともに、万一の場合の安全対策も用意しておく。

17) 油拡散ポンプの爆発

【事故の概要】

高真空装置において、油回転ポンプで真空槽中の少量の酸素ガスを排気しながらグロー放電を行うべきところを、操作を誤り油拡散ポンプで大量の酸素ガスを排気しながらグロー放電を行ったために、高温の油拡散ポンプの油が爆発的に燃焼した。

【被害】

実験操作を行っていた学生が破損したガラス製の真空槽で足に切り傷を負った。

【原因と対策】

実験操作と装置の取扱いの不慣れにより起こった人為的なミスである。実験操作と装置の取扱いを十分に訓練し熟知させるとともに、大量の酸素ガスの危険性を理解させる。

18) ガラス器具の取扱い時の負傷

【事故の概要】

ゴム栓のついたガラス器具(冷却管)をセットする際にガラスが折れて両手を負傷した。

【被害】

両手を 10 針縫う負傷

【原因と対策】

接続する部分から離れた所を持って無理な力をかけたためであり、手袋をつけ、無理に装着しない。

19) 金属ナトリウム屑による小規模爆発

【事故の概要】

金属 Na の屑入り瓶の中味を流しに捨てたために、小さな爆発が起こり眼を負傷。

【被害】

破片が目に入って負傷。

【原因と対策】

金属 Na などが残っている可能性のあるときは十分注意する。空瓶を洗浄や廃棄するときはその履歴を良く調べて対処法を吟味する。

20) 1,4-ジオキサンとホスゲンダイマーによるプラスチック原料合成中の中毒

【事故の概要】

有機工業化学実験室で、[1,4-ブタンジオールのビスクロロホルメート化]に関する実験をしていた。実験はドラフトチェンバー内で 1L 三口フラスコ内に 1,4-ジオキサン 200m, ホスゲンダイマー150ml を入れ、 かくはんしながら滴下ロート内の試薬(1,4-ジオキサン 100ml, ピリジン 80g , 1,4-ブタンジオール 50g 混合物)をこの中に滴下し、プラスチック原料を合成するものであった。ロート内液を急激に加えたところフラスコの内容物がテフロン製かくはんシールを押上げ、霧状に噴出した。学生 3 名がこれを浴びた。

【被害】

死者 1 名(大学院生二名はまもなく回復したが、実験をした学生は約 1 日後肺水腫で死亡)

【原因と対策】

3 年生が滴下ロート内の液体を一滴/三秒程度滴下すべきところを滴下コックの調整を誤り、一度に約 2ml を加えたことによる。そばで見ていた大学院生が急いでコックを締めたが、その時は既にフラスコ内で反応が急激に進んでいた。

21) 低温実験室内における低酸素血症

【事故の概要】

大学院生と助手が、低温実験室内に液化窒素を流下させ、気化した窒素の吸入により低酸素血症に陥って二人とも死亡。

【被害】

死者 2 名

【原因と対策】

実験者および指導者はその操作に対して自ら危険を十分吟味検討し、安全措置を十分に講じるとともに、万一の場合の安全対策も用意しておく。

2 節 発火・火災

1) 実験者不在時の火災

【事故の概要】

化学発光法による大気中のオゾン、二酸化窒素などの連続測定装置を終夜無人運転中、午前 4 時頃(推定) 火災になり、5 時頃まで燃え続けた。消防署からポンプ車がかけつけて消火に当たった。

【被害】

人的被害なし。室内のものは全部焼失し、損害額は約 3,000 万円。

【原因と対策】

エチレンボンベから測定装置の反応部にエチレンガスを供給するパイプの接続部に漏れがあったらしく、それがボックス内に充満して、ある時間で爆発範囲の濃度となり、何らかの着火源によって爆発し室内の可燃物に着火して、火災になったものと推定される。

2) 高分子化学実験室の火災

【事故の概要】

高分子化学実験室から出火, 同室 52m² を全焼。

【被害】

顔や両手に 2 週間の火傷を負った学生が 1 名。

【原因と対策】

有機化学反応の実験中に大学院生の 1 人が 12 入りのフラスコを誤って床に落としたところ, このエーテルに実験台から約 3m 離れたところにあったガスバーナーの火により引火し, またたくまに燃え広がった。

3) アセトン洗浄器具による火災

【事故の概要】

口の細い試料管 10 本を洗浄後, 早く乾燥させるため, アセトンで水の置換を行なった。その後, アセトン除去せず, 90℃に電熱線で加熱された乾燥器に入れたところ, しばらくして乾燥器から火災が起こった。

【被害】

実験を担当していた学生は, 試料管を乾燥器から取り出そうとして軽いやけどを負った。

【原因と対策】

アセトンのしずくを十分に取り去る前に多量の試料管を導入したため, かなりの量のアセトンが残っていた。対策としては, 乾燥させるとき, ビーカーのように底があるものをやめて, 試験管たてを用いることにした。

4) 重質油に含まれる水分の突沸によるやけど

【事故の概要】

水分をわずかに含む重質油 1 リットルを還流用の冷却管が設置されたセパラブルフラスコ型反応器に入れて 400℃付近で熱分解反応を行っていたところ, 還流冷却管に濃縮された水分が反応装置内に落下し, 突沸した水蒸気が還流冷却管から飛び出した。

【被害】

実験を担当していた学生は, 頭に軽いやけどを負った。

【原因と対策】

重質油に含まれていた水分はわずかであったが, 使用量が多かったため, 還流冷却管内で濃縮し, これが一度に 350℃以上に加熱されていた反応器内に落下したため, 突沸し, 水蒸気が外に出た。この実験を行う際には, 一度反応器を 120℃程度に保ち, 水分を除去した後反応温度まで上昇させることにした。

5) ベンゼンの引火

【事故の概要】

ベンゼンの誘電率を測定する学生実験で, ベンゼンをビーカーに入れて電気コンロで加熱中に引火して燃え上がった。ぬれた雑巾をビーカーに被せて消したが, みな慌てていて, ビーカーの上にふたになりそうな大きなものを載せようとしたりして, もしビーカーが割れていたら非常に危なかった。部屋には教員は不在で, 黒いすすが舞う中でみんな慌てていた。(この事故は 2 度あった)

【被害】

なし

【原因と対策】

加熱方法を引火の恐れが無いものに変える必要がある。慌てると被害を大きくするようなことをしがちだ。事故への対応を指示できる人が必要。

6) 実験乾燥機器による火災

【事故の概要】

B4 学生が定温恒温乾燥器による蒸気滅菌済みプラスチックの乾燥を行っていたところ, ポリカーボネート製容器及びポリプロピレン製チップが過熱・溶融しその液滴が下部の電熱線に落下・接

触して発煙ののち発火。機器内部の圧力が高まり音響とともに開閉扉が開いた。炭酸ガス消火器による消火後も再発火したため水(約 1 リットル)をかけて最終的に消火。

【被害】

人的被害なし。定温恒温乾燥器 1 台破損。

【原因と対策】

同学生が別の 70℃設定の機器で乾燥すべきところを、勘違いし 250℃設定の機器を用いてしまった。上回生に使用法を確認した際口頭のみで現場確認しなかったため上回生はガラス製品と思い込み了承した。

また当該学生はタイマーをセットしたことで温度上昇を確認せず帰宅し、上回生も他実験のため別棟へ移動したため監視者が不在になった。

危険機器の使用に際しては当該機器の前で詳細に説明し理解度の確認ができるまで過熱実験は行わない。上回生による現場での監督・点検を強化する。実験中は帰宅せず頻繁に巡回するよう使用者の明示と専用タイマーの携帯を義務づける。類似機器の混同を防ぐため隣接設置を避け別室に分ける。

3 節 廃棄物からの出火

1) 学校のゴミを積んだゴミ回収車の出火事故

【事故の概要】

小学校から出たゴミを回収して、約 20m 走行したとき、ゴミ収納部分から爆発的燃焼を起こし、炎は約 3m に達しさらし粉およびポリエチレン製袋が周囲に飛び散った。

【被害】

人的被害なし。爆発的燃焼により、ゴミ回収車(3t)の後部ゴミ収納部を焼失。

【原因と対策】

学校の職員が不注意にさらし粉(次亜塩素酸カルシウム)約 30～40kg をゴミとして一緒に廃棄したため、ゴミ回収車は生ゴミとして回収した。当該収納室は水分が多量にあり、また収納室へ収納する際は 90～95kg/cm² の圧力で圧縮するため、収納時の摩擦も考えられ、これらの条件の相乗作用で爆発したものと考えられる。

4 節 中毒

1) 硫化水素による急性中毒

【事故の概要】

非鉄冶金実験室にて大学院生が硫化水素ポンプを使って鉱石の分析実験を行っていた。しばらく実験を続けるうちに硫化水素が漏れているのをにおいて気づき、担当教授に連絡した。同教授がかけつけ、そのポンプを強力換気扇のある窓際に運び、ポンプの元栓を閉めようとしたところ、突然硫化水素が噴出した。大学院生と技官の二人は逃げろという教授の声で室外に逃げて無事であったが、教授はポンプを抱くようにして床に倒れた。

【被害】

教授は死亡

【原因と対策】

教授はポンプを固定する装置がなかったため、手でポンプを抱えながら元栓を締めようとしてガスの逆噴射を受けたもののようである。対策としてポンプを固定する必要がある。

2) 赤外分析室における二硫化炭素中毒

【事故の概要】

27 歳の女性が赤外分析に従事するようになって 2 年経過してから種々の中毒症状に悩まされるようになった。

【被害】

従事するようになってから 2 年後に流産、その半年後に急性甲状腺炎。また、精神状態は集中力困難、全身倦怠感、音に敏感、常に頭重感があり、全体として精神衰弱状態であった。なお、貧血の他、肝機能検査で中毒等の肝障害が認められた。

【原因と対策】

患者は、この症例の発生した実験室において、一硫化炭素 100～150ppm のもとで、1 日 4～6 時間、約 1 年間働いていた。予防対策としては、二硫化炭素の発散を防ぐこと、労働時間を規制すること、やむを得ず室内環境の汚染のはなはだしいところで作業しなければならない場合には、保護具を使用すること、作業員の選択を考えること、予防薬を服用すること及び環境条件のチェックと作業員の健康診断などである。

5 節 電気による事故

1) 200VAC 電源による通電火傷

【事故の概要】

右手で 200VAC 電源に接触したため、右手親指から手首にかけて約 15cm の火傷を負った。

【被害】

直ちに病院救急処置室において治療、30 分冷水浸漬後、湿布。2～3 週間作業不能。

【原因と対策】

通電している電線がむきだしのままであった。電線が被覆されていることを確認してから通電することにした。

2) 古い蛍光灯器具による火災

【事故の概要】

都内デパートにて天井の蛍光灯より出火。

【被害】

不明

【原因と対策】

蛍光灯中の安定器のコイルの一部がショートしていたが、蛍光灯自身は点灯していたので気がつかなかった。ショートによる加熱で出火に至ったものである。この事故の後にメーカーはカタログに蛍光灯器具に寿命は 7～8 年であることを注意書きとして表示するようになった。

3) 電線のショート

【事故の概要】

第二種接地と第三種接地の間に 100V の電位差が発生。

【被害】

不明

【原因と対策】

コンクリート内埋設の電線管の中で電線が電線管とショートしていた。ショートの原因は不明であるが、後に行われた工事で鉋打ち銃で鉋を打たれたものと推定される。

4) 碍子の落下

【事故の概要】

廊下の天井に電線を留めている碍子が落下した。

【被害】

なし。

【原因と対策】

碍子を留めている木ねじが腐り、外れた。

5) スイッチ、電線の焼損

【事故の概要】

室内に照明器具を交換してから数年したら、スイッチ、電線が焼損した。

【被害】

スイッチ、電線の焼損。

【原因と対策】

配線は以前のままなので、台数が増加して電流が増加し、過負荷となった。

6) ハンダゴテによる火傷

【事故の概要】

部屋の真中あたりで眠いと思いながら回路を組んでいた所、同じ研究室の学生が来て、「ハンダゴテの火が入ってるよね、ちょっと使わせて」との事で承諾した。学生は立ったままを持って来た何かをハンダ作業して、「ありがとう」と言って立ち去ったが、ハンダゴテの置き台に担当者が置いて使っていたのとは反対向きに置いて立ち去った。眠い状況だったのでその事に気づかず、手をのばしてハンダゴテの熱い方をつかみ、やけどをした。この際、ハンダゴテを放り投げたため、机に落下した。このため、机の書類を巻き込んで床に転がり、煙を出してその書類を焦がした。

【被害】

軽い火傷

【原因と対策】

眠いと思いながら作業したため確認を怠ったことが原因である。眠気が来たときには、作業を中止して、眠気を払ってから再度仕事に取り掛かることを実行している。

7) ハンダゴテによる火傷

【事故の概要】

ハンダ付け作業中に、机の上の台に置いたハンダゴテが何かのはずみで机から落下したので、とっさに捕まえようとして、コテ先を持ってしまい火傷をした。

【被害】

軽い火傷

【原因と対策】

落下するような位置にハンダゴテを置かない

8) 高圧コンデンサによる感電

【事故の概要】

高圧コンデンサを含んだ装置を使って実験して、装置を配線し直すときに、蓄積した電荷を放電しなかったために 2000V の電圧に感電した。

【被害】

不明

【原因と対策】

コンデンサの特性を理解させて、あらかじめ事故の可能性を熟知させておく。

9) 古い電気器具から出火

【事故の概要】

電気ストーブを使用し、本体スイッチを切って部屋を離れた。その後、ストーブから出火した。

【被害】

床面が焼ける。

【原因と対策】

本体電源コードのブッシング部で被覆が経年屈曲劣化によって、絶縁が破壊され心線が短絡し発火に至る。電源コードを動かすと通電したり、通電しなかったりする場合は、直ちに電源プラグを抜いて電源を切ること。

6 節 機械による事故

1) フライス盤操作時の事故

【事故の概要】

4 年生がフライス盤を用いて合成樹脂板を切断中に左手を負傷した。

【被害】

左手第一指に 15 針縫合する切り傷。

【原因と対策】

フライス盤が完全に停止しないうちに、被加工物の状態を見ようとして手を伸ばし、切削用の刃に巻き込まれた。ただちに救急センターに電話の上、出向いたが、最終的に処置が開始されたのは事故発生後 2 時間半も経過してからであった。

2) 油圧プレス操作時の事故

【事故の概要】

学生が、電気・油圧式 10t プレスを使って粉末試料をベレットに形成中、左指を挟む。

【被害】

中指は大きく腫れ上がったが、骨には異常がなかった。内出血により爪がはがれた。

【原因と対策】

プレス機のステージに手を置いたまま作動させたことおよび安全装置にもなるリミットスイッチをセットしていなかったことが原因である。出血は少なかったが直ちに病院にて処置を受けた。

3) ボール盤操作時の事故

【事故の概要】

ボール盤により黄銅板に穴を開けていたとき、キリが黄銅に食い込み、黄銅板がキリと共に回り、左手親指に挫折傷を受けた。

【被害】

左手親指 3 針を縫う。

【原因と対策】

黄銅板の固定が不十分であったため。外科において処置した。

4) ボール盤による裂傷

【事故の概要】

ボール盤による薄いステンレス板に穴あけ加工をするときに、加工物をバイス等で固定せず、手で押さえて加工した結果、板が回転して指を傷つけた。

【被害】

不明

【原因と対策】

薄い金属板の切り口は、カミソリと同じ状態になることを理解していなかった。必ず、バイス等で固定してから加工するように改めた。

5) 重量物落下による事故

【事故の概要】

チェインブロックにて、下段にタンクを降ろす作業中、2.3m 上の架台床に置いてあった木製滑車(約 3kg) がずり落ち、中腰で作業中の学生の頭に滑車の一部が当たり、裂傷を負った。

【被害】

頭頂部の裂傷(3 針の治療)、レントゲン検査の結果、骨には異常は認められなかった。

【原因と対策】

滑車を十分に安定した位置においておくか、落ちないように固定しなかった。また、チェインブロックのチェインが架台に当たり、振動を起こして滑車の落下を容易にした。

6) スパナ落下による事故

【事故の概要】

頭上約 1m からスパナ(長さ 25cm , 重さ 245g)が落下、頭の上部に裂傷を負った。

【被害】

頭上部に 1cm の裂傷。

【原因と対策】

防爆ゲージ(高さ 2m)上にあったスパナが紐に触れて落下、腰掛けていた被害者の頭上部に鋭利な角が当たった。高所に工具を置く場合は容易に落ちないように十分注意することが必要である。

7) ベビコンの事故

【事故の概要】

ベビーコンプレッサーのサージタンク鏡板部についていた空気取り出し口がバルブと鏡板との間で破損、バルブが近くの流量計用、マノメータに当たり、マノメータ(封液は水)は破損した。

【被害】

マノメータの破損、実費約 1 万円。人身被害はなし。

【原因と対策】

コンプレッサーが昭和26年製造のものであり、空気取り出し口のパイプ内部が腐食していた。事故当時の使用圧力は規定どおり(100psi)であった。このコンプレッサーは廃棄処分とした。

7 節 その他の事故

1) 冷却水の漏水による実験室の浸水

【事故の概要】

高分解能 NMR 装置の電磁石冷却用水道水のゴム管が装置の入り口の所で抜けて出水し、NMR 室(内外)、磁気化学室、ESR 室、地階廊下、IR 室が浸水した。

【被害】

IR 室自記記録湿度計は午前4時から、湿度上昇を記録している。NMR 室は水深10cm、外部は7cm、廊下の非常口から水は流れ出ていた。滞水総量は推定3m³。

【原因と対策】

水道ゴム管が金具によって締め付けて無かったため、夜間に水圧が上昇した際に、圧に耐えかねて抜けた。そのまま出水を続けたため、浸水地域が広がった。

2) ドラフト内での皮膚炎症

【事故の概要】

ドラフト内アングルの掃除を行ったところ、学生1人が皮膚に炎症を起こした。

【被害】

一週間以上、両手に炎症を起こしていた。

【原因と対策】

ドラフト内で湿度が高く、かつジピリジン、アミンなどを扱いその蒸気で鍍金が有機金属化合物になり皮膚に浸透しやすくなって炎症を起こした。配位子となるような有機窒素、リン化合物が長い間研究室のアングルなどと反応し、その鍍金が有害物質を伴っていたための事故であり、このような不測の事故を避けるためには日頃の研究室の清掃が特に重要である。

3) 直射日光による煙の発生

【事故の概要】

12月中旬の快晴の日の昼ごろ、木製の実験台の上に水道水を満たした300mlの三口丸底フラスコをコルクの台座にのせて放置しておいたところ、実験台から煙が出ているのをたまたま入室した学生が発見した。

【被害】

なし。発見が遅ければ火災事故につながる可能性もあったと考えられる。

【原因と対策】

丸底フラスコ(ほぼ球形)がレンズの役割を果たして実験台が焦げたものであった。

4) レーザー光による網膜の損傷

【事故の概要】

レーザーにより物質の光学的性質を調べていたが、試料(有機結晶)を入れた筒のガラス窓を通して、レーザー光が試料に当たっているかどうかを脇のほうから覗いたところ突然目に痛みを感じ、視野に黒い汁が流れ、一部視野がかけていた(出血による)。

【被害】

病院での治療により視野欠損は治癒したが、視力は0.1以下に減退した。

【原因と対策】

レーザー光がまともに目に入れば重大な傷害を生ずるが、この場合はレーザー光のガラス窓での表面反射光(通常数%)を目に受けたものである。対策として、レーザーと試料を結ぶ光路をトンネルとして、レーザー光そのものはもちろん反射光も見えないようにした。最近、エネルギーの高いレーザーを利用する研究が増加しつつあるが、これらのレーザー光の人体に及ぼす影響について基礎的な調査、研究を進める必要がある。

[付録]

教育・研究などを続けるために知っておくべき法令等

以下に示す法令名をクリックすると総務省Webサイト「e-GOV」の法令検索等、関係するWebページからの検索結果が表示される。

【SDS（安全データシート）情報】

[職場のあんぜんサイト](#)（厚生労働省HPより）

【政府によるGHS分類結果】

【環境・安全・衛生関係法令等】

- ① [環境基本法](#)
- ② [水質汚濁防止法](#)
[一律排水基準](#)
- ③ [下水道法](#)
[下水道法施行令（特定事業場からの下水の排除の制限に係る水質の基準）](#)
- ④ [鹿児島市下水道条例](#)
- ⑤ [廃棄物の処理及び清掃に関する法律](#)
- ⑥ 化審法関係 [特定化学物質等①](#)
- ⑦ 労働安全衛生法関係 [有機溶剤](#)
- ⑧ [化学物質排出把握管理促進法①](#)（PRTR制度、SDS制度）、②
[PRTR制度 対象化学物質](#)
- ⑨ [廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル](#)
- ⑩ [遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律](#)
- ⑪ [毒物及び劇物取締法①、②](#)
- ⑫ [消防法](#)（危険物など）
- ⑬ [高圧ガス保安法](#)（圧縮高圧ガス、液体窒素など）
- ⑭ [放射線障害防止法](#)（X線、放射性物質、核燃料物質など）
- ⑮ [土壌汚染対策法①、②](#)
- ⑯ [大気汚染防止法](#)

【全学規則等】

- ① [鹿児島大学職員労働安全衛生管理規則](#)
- ② [鹿児島大学放射線安全管理規則](#)
- ③ [鹿児島大学遺伝子組換え実験安全管理規則](#)
- ④ [鹿児島大学有害廃棄物及び実験排水管理規則](#)
- ⑤ [鹿児島大学動物実験委員会規則](#)
- ⑥ [鹿児島大学放射線安全管理委員会規則](#)

【工学部・大学院理工学研究科規則等】

- ① 工学部環境・安全・衛生委員会規則
- ② 大学院理工学研究科放射線障害防止委員会規則
- ③ 大学院理工学研究科動物実験委員会規則
- ④ 大学院理工学研究科エックス線障害予防規程

工学部環境・安全・衛生委員会

委員長	木	方	十	根
委員	高	梨	啓	和
	駒	崎	慎	一
	西	川	健	二郎
	安	達	貴	浩
	水	田		敬
	金	子	芳	郎
	王		鋼	
	曾	我	和	弘
	安	田	和	義
	中	村	喜	寛