
安 全 の 手 引

鹿 児 島 大 学 理 学 部

2018年版

目 次

は じ め に	4
1 章 緊 急 連 絡 先	5
1 節 事故発生時の応急処置と連絡	
2 節 医療機関	
3 節 事故現場での応急処置	
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	12
1 節 火 災	
1) 火災発生の際の処置	2) 火災の予防
2 節 地 震	
1) 地震発生の際の処置	2) 地震災害の予防
3 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 章 電 気	13
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) 感電防止	2) 感電時の応急処置
3 節 電気火災と爆発の防止	
1) 火災防止	2) 爆発防止
3) 消火時の注意	
4 節 V D T作業時の注意	
4 章 機械工作・溶接作業等	16
1 節 作業服および保護具	
2 節 整理整頓と災害防止	
3 節 手工具による作業の注意事項	
4 節 工作機械使用に当たっての注意事項	
5 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
5 章 高圧ガス・溶液ガス	18
1 節 高圧ガス	
2 節 液化ガス	
6 章 化 学 薬 品	19
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	32
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	34
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	35
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	36
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	39
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)	一般的注意事項	2) 不可視光レーザーの取り扱い

12章 生 物（実験動物・微生物）	42
1 節 実験動物の取り扱い	
2 節 微生物の取り扱い	
13章 フィールドワーク	43
1 節 国内でのフィールドワーク	
2 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
14章 応 急 処 置 法	45
1 節 薬品による中毒	
1) 一般的救急処置法	2) 飲み込んだ場合
3) 吸入した場合	4) 皮膚に付着した場合
5) 目に入った場合	6) 中毒の予防
2 節 や け ど	
1) 重症度の判定	2) やけどの程度
3) 応急処置法	
3 節 寒剤などによる凍傷	
1) 応急処置	
4 節 ガラスなどによる外傷	
1) 緊急的止血法	
5 節 電 撃 傷	
1) 応急処置法	
6 節 放射線被曝	
1) 応急処置法	
7 節 フィールドでの事故	
1) 捻挫・脱臼・骨折	2) 日焼け・熱中症
3) 凍 傷	4) 水におぼれたとき
5) 危険な動物に咬まれたとき	6) 危険な動物に刺されたとき
7) 危険な植物にかぶれたとき	
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	50
付録 教育・研究などを続けるために知っておくべき学内規則等	51
編 集 後 記	52

は じ め に

自然科学の研究と教育に携わる理学部では、理論的分野を除く殆ど全ての分野で、各種の試薬、高圧ガス、高圧電気、放射線、実験動物等、その扱いに注意を要する物質や装置類を取り扱わざるを得ません。幸い、本学部では教員ならびに学生各位のたゆまぬ努力により、創立以来重大な事態を招く事故も無く、無事今日に至っています。しかしながら、不測の事態は常に慣れから来る油断に起因するものであります。従って、今後とも危険物等の取り扱いに当たっては、購入、管理から廃液処理に至るまで、常に細心の注意を払い、人身事故のみならず環境汚染の防止等も含めた広い意味での安全管理に常時努めることが必要であり、またそれが我々大学人の社会的責務でもあります。

最良の安全対策は勿論事故の発生を未然に防ぐことに尽きます。事故を未然に防止するには、先ず使用する試薬類の性質や装置類の使用法を熟知することが肝要です。しかし、物事には全て万全は期し難く、不幸にして事故が発生した場合の対応策も確立しておくことが望まれます。

本冊子には、実験上の一般的注意だけでなく、各種試薬、特に劇毒物、爆発性物質、放射性物質等の取り扱い法から、高圧ガスや高圧電気の使用法、実験動物の取り扱い法、更にはフィールドワークにおける安全対策に至るまで、広範な事項が網羅されております。また、事故発生時における応急処置等の対応策についても、具体的参考例が収録されています。地震等の突発的自然災害は極めて希な事とは言え、決して起こらないとの保証は無く、既に実施済みの事ながら、兵庫県南部地震（1995年）や東北地方太平洋沖地震（2011年）、熊本地震（2016年）を教訓に、実験器具、書架等を含めた研究室内備品類全般の耐震対策を再点検しておくことも必要でしょう。

大学で取り扱う試薬等は、量的には少量に過ぎませんが、劇・毒物、高圧ガス、放射性物質等、その購入ならびに使用に当たっては、法的規制の対象となっているものが少なからず有ります。これは廃液についても同様であり、本冊子収録の関連法規類を参照の上、十分御注意下さい。

教員ならびに学生各位には、本「安全の手引」を通読の上手元に置いていただき、実験室、フィールドの別を問わず、今後の安全対策の一助として御活用下されば幸いです。

理学部長

1 章 緊 急 連 絡 先

1 節 事故発生時の応急処置と連絡

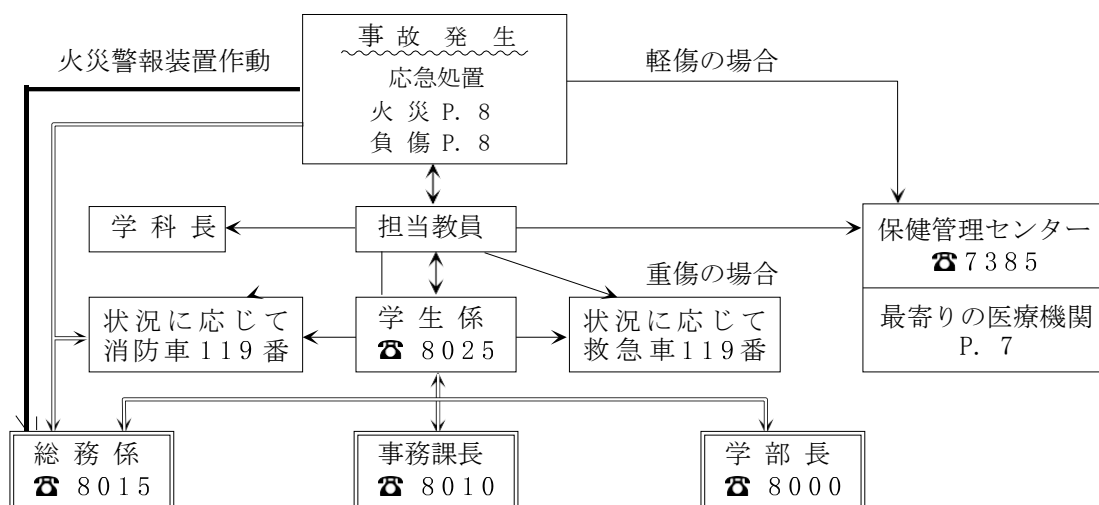
万一、不測の事態が生じた時は、被害や傷害を最小限に止めるために、当事者だけでなく、周囲の人々が協力して、慌てずに状況を正確に把握して、下記に従って事態に即した連絡・通報と的確な応急処置をとること。

1) 火 災

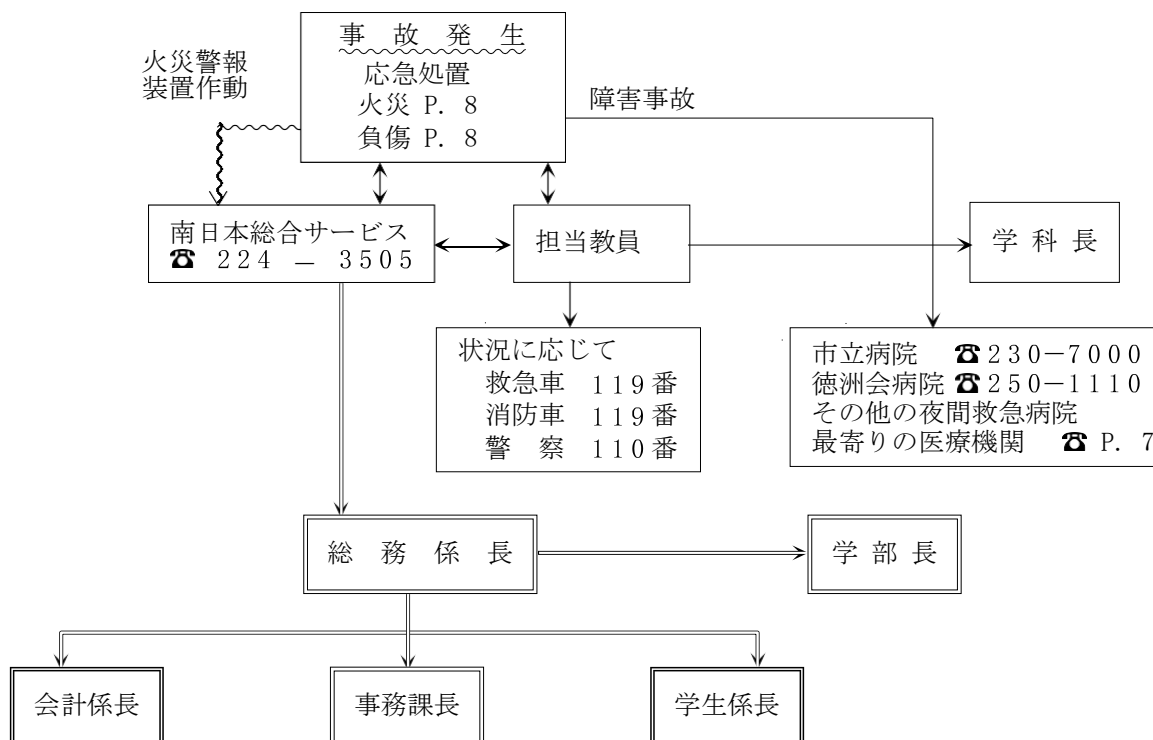
2) 人身事故

緊急連絡と応急措置

時間内 (8:30～17:15)



時間外 (17:15～8:30) , 土, 日, 祝日および夜間の実験は必ず担当教員の許可と指示の下で行うこと。
(別途定める理学部緊急連絡網によること)



付 表

部 署	時 間 内 部 署	
	直 通	内 線
担 当 教 員		
学 科 長		
学 部 長	2 8 5－8 0 0 0	8 0 0 0
事 務 課 長	2 8 5－8 0 1 0	8 0 1 0
総 務 係 長	2 8 5－8 0 1 5	8 0 1 5
会 計 係 長	2 8 5－8 0 2 0	8 0 2 0
学 生 係 長	2 8 5－8 0 2 5	8 0 2 5
保 健 管 理 セ ン タ ー	2 8 5－7 3 8 5	7 3 8 5
中 央 警 察 署	0 9 9－2 2 2－0 1 1 0	
上 荒 田 交 番	0 9 9－2 5 1－4 5 5 4	
吉 野 交 番	0 9 9－2 4 3－2 9 8 4	

① 薬品庫の火災の場合

危険物取扱主任者 富 安 卓 滋 内線8107

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 廣 井 政 彦 内線8081

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 239－2926）

会計係長 内線 8020

(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 239－2926）

会計係長 内線 8020

(3) 給排水

変 電 室 内線 7290

（時間外 南日本総合サービス 239－2926）

会計係長 内線 8020

(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理学部総務係につながるので指示を仰ぐ

『エレベーター外より』

三菱電機ビルテクノサービス（24時間受付） 099－226－1912

又は 099－223－1194

会計係長 内線 8020

2 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。

理学部周辺（鹿児島市郡元1-21-35 ☎099-285-8025 理学部学生係）

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	鹿児島徳洲会病院 鹿児島市立病院	099-250-1110 099-230-7000	市内下荒田3-8-1 (みずほ通り東へ下る) 市内上荒田町37-1 (市立病院前)
内 科	たちばな循環器科いりやま病院	099-251-2528	市内上荒田町33-5
整形外科	片 平 整 形 外 科	099-206-8899	市内鴨池1-10-7
眼 科	川 畑 眼 科 医 院	099-822-1110	市内郡元3-2-1
皮膚科	片 平 ひ ふ 科	099-253-7069	市内鴨池1-10-7
歯 科	鹿児島大学病院	099-275-5111	市内桜ヶ丘8-35-1

南西島弧地震火山観測所（鹿児島吉野町10681 ☎099-244-7411）

医療分野	病 院 名	電 話 番 号	所 在 地
総合病院	鹿児島徳洲会病院 鹿児島市立病院	099-250-1110 099-230-7000	市内下荒田3-8-1 (みずほ通り東へ下る) 市内上荒田町37-1 (市立病院前)
内 科	内 村 川 上 内 科	099-244-1500	市内川上町2750-18
整形外科	かばやま整形外科	099-243-2572	市内吉野町2286
眼 科	吉野眼科クリニック	099-244-5311	市内吉野町1773-7
皮膚科	下 川 ク リ ニ ッ ク	099-244-1200	市内吉野町2288-2
歯 科	小 田 原 歯 科	099-244-3718	市内吉野町355-58

3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5・6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

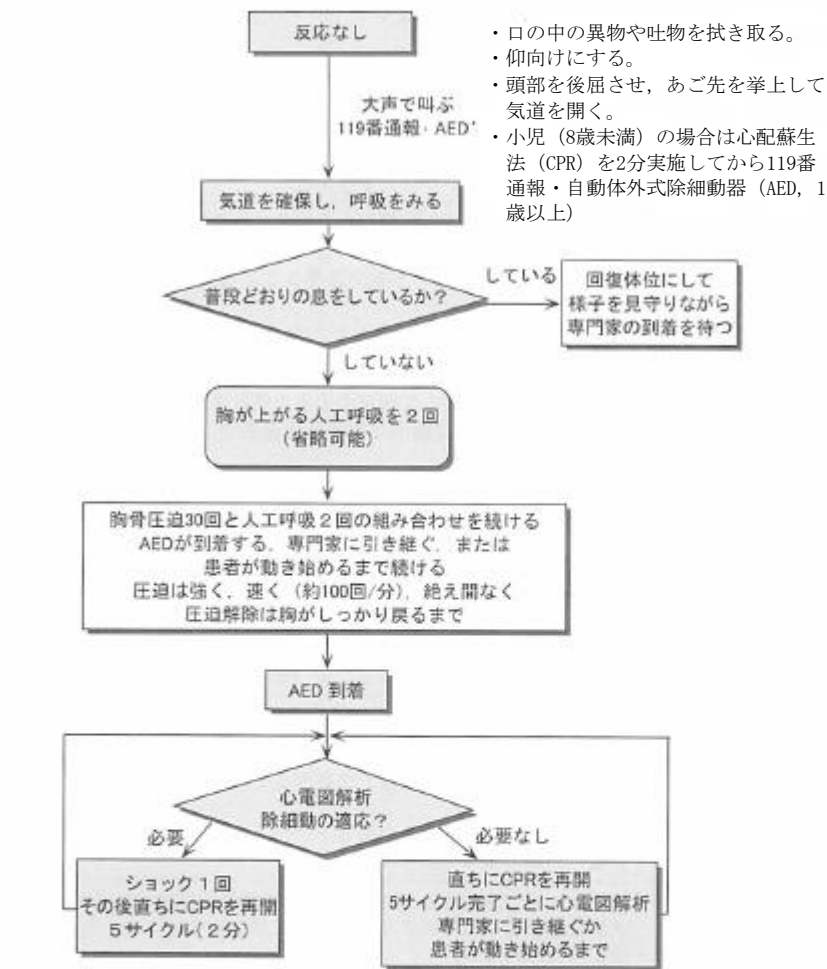
火 傷	・直ちに大量の流水あるいは氷水で十分に冷やす（10～30分）。清潔なタオルやガーゼで覆い，医師の治療を受ける。 ・重症度は火傷の面積と深さから判断する。中度以上の火傷ではショックを起こして手足が冷たくなり，顔面蒼白，嘔吐して，死に至ることもある。 ・安静にして受傷面を清潔なシートやタオルで覆い，毛布にくるんで保温して病院（外科，整形外科，皮膚科）へ急送する。 ・多量の水を欲しがる時は，水やスポーツ飲料を与える。
切 り 傷 な ど	・傷口周辺の汚れを水道水でよく洗い流し，傷口からガラス片や異物を出来るだけ除去する。 ・消毒ガーゼで出血点を圧迫して止血する。ガーゼを当てて傷口を保護し，包帯をする。 ・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MSDS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	- 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。
	フェノール	- 同上。 - 多量の石鹼と水でやさしく洗う。
眼に入った場合	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。

意識を失った人の救急蘇生法（一次救命処置：Basic Life Support）



【胸骨圧迫心臓マッサージ法】



- ・胸骨の中央下半分の部分に手掌を当てて、両肘をのばして体重をかける。
- ・胸が4～5cmへこむ位に押す。
- ・回数は1分間約100回。

【口対口人工呼吸法】



- ・頭を後ろへそらせてあご先を挙上する（気道確保）
- ・鼻を救助者の指でふさぎ、口を大きくあけて救助者の口を覆う。
- ・胸がふくらむのを目で確かめながら、2回大きく息を吸い込み、心マッサージ（左図）を30回行う。

*（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（正面玄関）、工学部共通棟（正面玄関）、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

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すすめる。

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：講義、実験、実習、演習又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) 学校行事中：入学式、オリエンテーション、卒業式など大学が主催する学校行事中
- (3) 上記の正課あるいは学校行事中以外で、大学施設内にいる間（但し、寄宿舍に在る間は除く）
- (4) 課外活動中：学内または学外で大学の定めた手続きで行っている場合

2) 保険金の種類と金額

	正課中及び学校行事中の場合			学校施設内にいる間、課外活動中及び通学中		
死亡保険金	事故の日から180日以内に死亡した時 2,000万円			事故の日から180日以内に死亡した時 1,000万円		
後遺障害 保 険 金	程度に応じて120万円から3,000万円			程度に応じて60万円から1,500万円		
医療保険金 () 書きは 通学中	治療期間	支払い 保険金	入院加算金 入院1日につき 180日を限度とし て 4,000円	治療期間	支払い 保険金	入院加算金 入院1日につき 180日を限度と して 4,000円
	1日～ 269日	3,000円～ 20万円		14日(4日) ～269日	3万円(6,000円) ～20万円	
	270日以上	限度額 30万円		270日以上	限度額 30万円	

3) 保険料と保険期間

	1年間	2年間	3年間	4年間
理学部学生	1,000円	1,750円	2,600円	3,300円
大学院理工学研究科 博士前期課程・博士後期課程	1,000円	1,750円	2,600円	

4) 加入手続き

加入手続き期間は4月1日から月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、学生部学生生活課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。

5) 傷害を被った場合の措置

医療機関で治療を受けたら、領収書などを全て保存し、また、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学生係が相談に応じている。

2 章 火災・地震災害等

1 節 火 災

1) 火災発生の際の処置

- (1) 躊躇せず「火事だ！火事だ！……」と大声で知らせる。
- (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。
 - 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。
 - ③ 燃えやすい物を火元から遠ざける。
- (3) 消火が困難な場合には 1 章の連絡方法に従い電話連絡する。

2) 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、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・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、ガスバ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。とくに吸殻の始末に注意する。

2 節 地 震

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。

2) 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。
- (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。

3 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 章 電 気

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1を参照）を使い、持続には圧着端子を使用して固くネジ止めすること。

表1 ケーブルの太さと許容電流の早見表

銅 単 線

直 径 (mm)	許容電流 (A)
1.0～1.2	16
1.2～1.6	19
1.6～2.0	27
2.0～2.6	35
2.6～3.2	48
3.2～4.0	62
4.0～5.0	81
5.0以上	107

ビニールコード

公称断面積 (mm ²)	より線構成 (本/直径mm)	許容電流 (A)
0.75	30/0.18	7
1.25	50/0.18	12
2.0	37/0.26	17
3.5	45/0.32	23
5.5	70/0.32	35

- 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のために、懐中電灯を常備しておくこと。

2 節 感電防止と感電時の処置

1) 感電防止

感電による災害は、配線や電気機器の通電部または帯電部への接近・接触などにより、人体を通して大地に電流が流れることにより起こる。また、高電圧の場合、直接接触がなくとも気中放電により感電する。感電防止の方策を以下に述べる。

- (1) 電気機器のアースを完全にする。とくに高電圧・大電流機器に対するアースは数オーム以下にする。
- (2) 高電圧や大電流の通電部あるいは帯電部への接触を避けるため、絶縁物で遮蔽するとともに、危険区域である旨を表示すること。運転時は赤色警報灯を点灯すること。
- (3) 高電圧機器を操作するときには2人以上で行い、手順に関する詳細で分かり易いマニュアルを準備しておくこと。
- (4) 電気機器の通電部・帯電部に直接触れる必要があるときは、電源を切って、アース棒などにより充分放電した後で作業を行うこと。
- (5) 感電を避けるため、濡れた場所や濡れた手で作業しないことはもちろんのこと、必要に応じて、体がアースにならないように安全帽、キズの無いゴム手袋やゴム靴を適宜着用すること。
- (6) 電気機器からの漏洩電流を避けるため、付着したゴミや油を取り去って機器を清潔に保つこと。

2) 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臓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気機器から身体を引き離す場合は、乾燥した木や竹の棒、ゴムの手袋を使用しなければならない。
- (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。（10頁参照）

3節 電気火災と爆発の防止

電気起因する火災は、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) 火災防止

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 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。とくに、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。
- (5) 火災事故は夜間の無人の状態で起きやすいので、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) 爆発防止

可燃性ガス、引火性の液体蒸気及び粉塵が実験室に充満しないように、万全の注意を払わなければなら

い。実験で爆発性ガスを使用する時には、ガス探知機を設置し、安全基準を熟知して行うことが必要である。さらに電源スイッチを入れる時には、正常なスイッチでもスパークやアークを発生するので、防爆型のスイッチ・機器の使用を考慮しなければならない。

最近、各種の高絶縁性の材料が多く用いられるようになってきたが、それに伴い静電気の発生が増大しており、その静電気の放電スパークが爆発の点火源になる危険性も増えてきた。これらの防止のためには、帯電物の遮蔽、絶縁物の導体化、帯電量の減少を図るアースの方法、および除電装置の設置などの対策を取るべきである。

3) 消火時の注意

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。

4 節 VDT (Visual Display Terminals) 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、視神経に恒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) ディスプレイは充分余裕のある大きさと、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。

4 章 機械工作・溶接作業等

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) 頭髪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をかぶること。
- (3) サンダル、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) 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。
- (6) 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

作業室の整理整頓は、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) 工具に欠陥がないか使用する前によく点検すること。摩耗、変形、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。

4 節 工作機械使用に当たっての注意事項

理学部における工作機械には、金工用、木工用、石工用の機械および粉砕器などが含まれる。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。とく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。とくにチェックの締め具やスパナなどを突っ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) 作業内容に適した切削油を選び、作業中に発煙するときは排気すること。
- (8) 回転している部分には絶対に手を触れないこと。手袋は使用しないこと。加工物の寸法測定は機械を停止して行うこと。
- (9) 加工時に手が濡れる場合は、手を拭いてから電源スイッチを操作すること。
- (10) 使用後は、切り端および飛散した切り粉や粉塵などを取り除き、清掃すること。とくにベアリングなどの回転部分に付着した切り粉や粉塵を拭き取り、定められた機械油やグリースなどを注入しておくこと。
- (11) 停電したときは、まず電源スイッチを切り、続いてベルトやクラッチ送り装置などを遊びの位置に移すこと。

5 節 溶接作業における注意事項

溶接作業にはガス溶接とアーク溶接がある、理学部ではステンレスや金属チューブの溶接が行われている。とくに、溶液の入った金属チューブを封入する場合は、破裂を防止するため、冷却しながら溶接しなければならない。

1) ガス溶接作業における注意事項

一般に、アセチレン-酸素またはプロパン-酸素による溶接が行われる。点火時と炎の調節時には燃料ガスを優先させること。

2) アーク溶接作業における注意事項

- (1) アーク溶接機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) アーク溶接機、溶接物、被溶接物などを正しく結線すること、とくに1次側、2次側ケーブルの接続、アースの設け方法などに誤りがないか確認すること。
- (3) 溶接機ホルダの絶縁物の破損、ねじのゆるみ、溶接ケーブルの損傷の有無を点検すること。

5章 高圧ガス・液化ガス

1節 高 圧 ガ ス

高圧ガス取締法より保安規則を参考にして述べる。

ボンベは3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、使用後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。

高圧ガスボンベは鹿児島大学薬品管理システム（CRIS, http://yakuhin1.kuas.kagoshima-u.ac.jp/cris_v2_0/login.aspx）に登録して適切に管理し、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。ガスボンベは通常150気圧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、設置場所の気温は40℃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ためとくに危険であることから、ドラフト中でのみ扱わなければならない。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ことにより空気と混合されると、引火して燃焼、爆発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、部屋の換気には充分に注意すること。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。3気圧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ため、長時間放置後の液体窒素には必ず酸素が混じっている。このよう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。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。液体窒素で窒息死した事例も報告されている。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い、昇降中に人が同乗しないようにする。

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、注意して使うこと。

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日頃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、爆発性、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、高圧ガス取締法、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2に示す。

表2 危険物質と法令との関係			
危険な物質	発火性物質	酸化性固体	第1類
		酸化性液体	第6類
		可燃性固体	第2類
		自然発火性物質	第3類
		禁水性物質	
	引火性物質	引火性固体	第2類
		引火性液体	第4類
		自己反応性物質	第5類
	爆発性物質	火薬類	火薬類取締法
		可燃性ガス	高圧ガス取締法
	有毒性物質	毒性ガス	
		毒物	毒物および劇物取締法
		劇物	

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) 全ての化学薬品は鹿児島大学薬品管理システム（CRIS, http://yakuhin1.kuas.kagoshima-u.ac.jp/CRIS_v2_0/Login.aspx）に登録して適切に管理すること。
- (2) 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こと。
- (3) 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、火気源から離すこと。
- (4) 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。
- (5) 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こと。
- (6) 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、万全の準備をすること。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こと。
- (7) 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こと。
- (8) 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。

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と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。

多量の危険物は、「理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。

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3 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	第二種酸化性固体	300kg
	5 臭素酸塩類		
	6 硝酸塩類		
	7 よう素酸塩類	第三種酸化性固体	1,000kg
	8 過マンガン酸塩類		
	9 重クロム酸塩類		
	10 その他のもので政令で定めるもの		
	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 金属のりん化合物		
	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		50ℓ
	2 第一石油類	非水溶性液体	200ℓ
		水溶性液体	400ℓ
	3 アルコール類		400ℓ
	4 第二石油類	非水溶性液体	2,000ℓ
		水溶性液体	2,000ℓ
	5 第三石油類	非水溶性液体	2,000ℓ
		水溶性液体	4,000ℓ
	6 第四石油類		6,000ℓ
	7 動植物油類		10,000ℓ
第 五 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	第二種自己反応性物質	100kg
	5 アゾ化合物		
	6 ジアゾ化合物		
	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) 強酸化性物質

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こと。
- (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こと。
- (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)すること。
- (4) 取り扱いにはゴム手袋を使用すること。
- (5) 本物質が原因で起こった火災は大量注水をする事。

3) 低温着火性物質

黄リン、赤リン (P)

硫化リン ($\text{P}_4\text{S}_3, \text{P}_2\text{S}_5, \text{P}_4\text{S}_7$)

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こと。
- (2) 酸化性物質と混合すると発火するので注意すること。
- (3) 硫化リンと金属粉は、とくに水分との接触を避けること。
- (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こと。
- (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こと。
- (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こと。
- (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 (R=アルキル基またはアリール基, M=Li, Na, K, Rb, Al, P, 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こと。
- (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ので注意すること。
- (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こと。

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こと。
- (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ので注意すること。
- (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ので注意すること。
- (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ので注意すること。
- (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℃以下、または引火点が-20℃以下で、沸点が40℃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こと。
- (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ので注意すること。
- (4) 布などにしみ込んだものは自然発火することがあるので注意すること。
- (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こと。
- (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こと。

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ので注意すること。
- (4) 蒸気の比重が大きいものは滞留しやすいので、換気をよくすること。
- (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こと。

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ので注意すること。
- (2) 強酸との接触によって燃焼、爆発するので注意すること。
- (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ことがあるので注意すること。
- (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こと。

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 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 以下のガスをいう。

[許容濃度 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 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 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以下] 塩素、臭素、ヒドラジン、アクロレイン

[許容濃度 $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 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 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下] シアン化水素、硫化水素、二硫化炭素

[許容濃度 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 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 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 以下] 塩化メチル

比較的良好に使用し、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えて投入すると、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、粘膜を腐食するので注意すること。

(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ので注意すること。

(3) 使用に際しては換気装置の中で取り扱うこと。

(4) 防毒マスクを着用して取り扱うこと。

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4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5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4 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に毒物（●），劇物（◎），一般有毒性物質（○），特定有害物質（■），腐食性物質（△）の5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）は多種多様な有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が示され，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，「鹿児島大学廃液等処理規則」に従って分別貯留し，無害化処理をして廃棄する。無機系実験廃液の分別貯留区分を表7に，有機系実験廃液の区分を表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，所属学科，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）

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5 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 高压ガス取締法第2条に規定する高压ガス
 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	空気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

表6 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	○	二酸化ニヒ素	○	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	●
塩化スルフィン	○△	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	△
五酸化ニヒ素	○	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	○
ε-アドレナリン	○	インドール	○	エチレンクロロヒドリン	○
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	■	エピクロロヒドリン	◎
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	◎△	メチルスノホナール	◎
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	◎	モノホルン	○
酢酸ウラニル	○	トルエン	■	ヨウ化水素	◎
酢酸ウラニル亜鉛	○	デフタレン	○	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	○	<i>t</i> -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	○	ビリジン	○△		
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	◎	プロモホルム	○		
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7 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8 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・テンピン油等 2. 重油・クレオソート油・スピンドル油 3. ターピン油・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。		
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	電解 →銀回収	10Lポリ容器 または 20Lポリ容器
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, ウエス等に吸収させて固形廃棄物として処分する。	焼却処分	

* 金属を腐食させる恐れがない場合は一斗缶等の利用も可

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、それをよく聞き従うこと。

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。

「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、実験室での飲食などはしないこと。
- (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、破損して破片で負傷することになる。
- (3) 有毒ガスや刺激性ガスなどが発生する実験操作はドラフト内で行うこと。
- (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。アスピレーターの使用や器具洗浄などにより床が濡れた時は、速やかに拭き取ること。
- (6) 反応中の容器口をのぞき込まないこと。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、元栓を閉じること。万が一、ガス漏れが起こった場合、うかつに換気扇などの電気器具のスイッチを入れると爆発の危険がある。ガス漏れに気づいたら窓を開け、十分に換気をすませてから電気器具のスイッチを入れること。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こと。
- (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こと。
- (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こと。
- (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こと。

3節 蒸 留

- (1) 突沸を防ぐために、沸騰石は必ず加熱前に入れておく。いったん沸騰がやんだとき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とき、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 オートクレーブ

- (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こと。
- (2) 安全弁、その他の安全装置は定期的に点検すること。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) オートクレーブの蓋を開ける時は、常温・常圧に戻してから行うこと。

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が、着用していたストッキングを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、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（突沸）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。水酸化ナトリウムに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。（目に入ると失明の恐れがあるので、保護メガネの着用が必要である。）
- (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。〔シアン化水素を発生する化合物は、アルカリ性（pH10）にした容器に貯留する。〕
- (15) ガラス器具洗浄用のピラニア液（濃硫酸と過酸化水素水の混合物）の容器を密閉したため、発生したガスが容器内に充満して爆発した。（気体を発生する物質を保管する場合は、ガスの排気経路を確保しなければならない。）

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) ガラス器具を机や棚等にぶつけると、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してガラス片を除去すること。
- (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。このとき、軍手やタオルなどで手を保護するとよい。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こと。
- (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ときは、相当な高温でも一見冷たそうに見えるため、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、よくなめすこと。

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、所属学科、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）や薬品の区分けがされていれば防げたものが多い（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）。

また、電気器具などの熱源の不用意な取扱いによって、都市ガスやLPガスに引火する場合も多い。

1節 火 災

火災については2章の1節の火災を参照すること。

2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。高圧ガスボンベは鹿児島大学薬品管理システム（CRIS, http://yakuhin1.kuas.kagoshima-u.ac.jp/cris_v2_0/login.aspx）に登録して適切に管理し、長期間使用しないまま放置されているガスボンベは早急に業者に引き取ってもらう。

3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、酸化エ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。

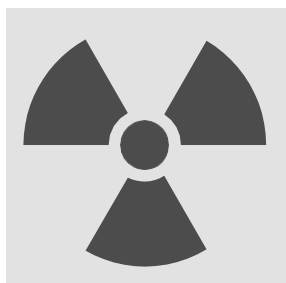
4節 爆発性物質

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り扱いは，「鹿児島大学放射線安全管理規則」に基づいて行うことになっており，同規則にあわせて，理学部では「鹿児島大学大学院理工学研究科エックス線障害予防規程」が，また，自然科学教育研究支援センターアイソトープ実験施設（以下アイソトープ実験施設という）では「鹿児島大学自然科学教育研究支援センターアイソトープ実験施設放射線障害予防規程」および自然科学教育研究支援センター機器分析施設では「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，放射性同位元素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相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。



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思い出して下さい。

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) 電離放射線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) 被ばく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り扱いはアイソトープ実験施設で行わなければならない。アイソトープ実験施設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施設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) アイソトープ実験施設の使用に先立って「鹿児島大学自然科学教育研究支援センターアイソトープ実験施設放射線取扱者」の登録をすること。
- (2) アイソトープ実験施設および核種・線源の使用に際しては「鹿児島大学自然科学教育研究支援センターアイソトープ実験施設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。
- (3) アイソトープ実験施設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、電離放射線健康診断を受診し、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外部被ばく線量計を男性は胸部へ、女性は腹部へ必ず付けなければならない。使用後は各実験室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、自然科学教育研究支援センター機器分析施設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ばく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) 封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1mm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、シールドされていない場合は接近しないこと。

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150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」，理学部には「鹿児島大学理学部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9 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 μ m	前房フレア，白内障，角膜焼け		
赤 外 C	3.0～1,000 μ m	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。これら生体へ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9）。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JIS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一などとなっている。

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1は1と1M、クラス2は2と2M、クラス3は3R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1M: 集光したとき、危険となる場合がある。他はクラス1と同じ。

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2M: 集光したとき、危険となる場合がある。他はクラス2と同じ。

クラス3R: ビーム内での観察は潜在的に危険。可視光はクラス2の5倍以下の出力。その他の波長はクラス1の5倍以下の出力。

クラス3B: 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。3B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4 : クラス3B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1に示す。また、表10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。

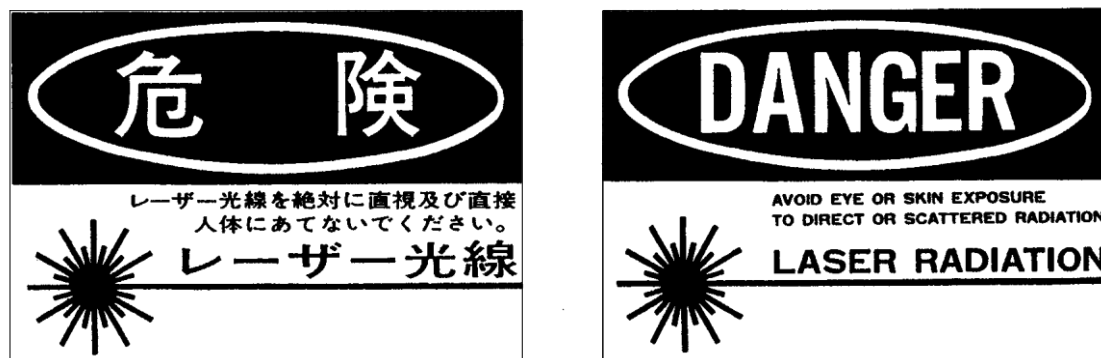


図1 警告ラベルの例

表10 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1M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2M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3R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3B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) 一般的注意事項

レーザーを使用するに当たり、次のような注意が必要である。

- (1) レーザーを使用する前に熟練者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）、レーザーの使用方法などについて、十分に知っていなければならない。
- (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。
- (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3R（400nm～700nmの波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器に限る。）、3B、4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。

2) 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。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

理学部で研究対象とする実験動物には、種々の野生動物（wild animals）と、人工的に純系化された狭義の実験動物（laboratory animals）とがある。前者には脊椎動物と無脊椎動物の両者を含む。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 animals）のうち、理学部で通常飼育可能なものは、ウサギ、モルモット、ラット、マウス、アフリカツメガエル、ショウジョウバエ、カイコなど少数の動物種に限られる。その他の実験動物、例えばサル、イヌ、ネコ、ウマ、ヒツジ、ブタなどの中・大型の哺乳類などの飼育には、それぞれ特有の設備が必要であり、周到な準備がなされなければならない。これらに関しては医学部附属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「動物の保護及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「実験動物の飼養および保管等に関する基準（総理府告示第6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こと。

参考資料：動物の愛護及び管理に関する法律（昭和48年 法律第105号 平成24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 環境省告示第88号、平成25年改正）

鹿児島大学における動物実験に関する規則（平成20年 規則第23号）

2節 微生物の取り扱い

微生物（ウイルス、リケッチアを含む）の取り扱いは病原性の有無、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し、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、他所へ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（クラス1～クラス4）の分類基準に従い、物理的封じ込めレベルP1～P4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は、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22年改正）に従うこと。

また、昨今の分子生物学のめざましい進歩により、組換えDNAを取り扱う実験が急速に増加している。組換えDNA実験は、事前にその実験計画および実験区域を学内組換えDNA安全管理委員会に提出し審査を受けた後、承認されたものについてのみ行うことが可能である。組換えDNA実験についての安全管理は、文部科学省の発行する組換えDNA実験指針および鹿児島大学組換えDNA実験安全マニュアルに準拠する。

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）」

13章 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節 国内でのフィールドワーク

- (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とくに注意すること。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。
- (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 危険が予想される場合は、ヘルメットをかぶること。
 - ② 水面上（小型船舶やゴムボートを利用する場合など）や、水面への転落のおそれのある場所（防波堤など）で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。
 - 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。
 - 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) 国立公園などでの植物や土壌試料の採取は許可が必要となるので、必ず許可を得てから行動に移すこと。
- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 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たえず注意すること。
- (8) 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。
- (9) 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。
- (10) た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。

2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WEB「渡航関連情報」、「海外安全ホームページ」、「在外公館医務官情報」等で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) 採取した試料の持ち出しや、日本国内への持ち込みには十分な情報収集と準備（例えば土壌試料などは日本国内に持ち込むためには植物防疫所に輸入許可申請を行う必要がある。また生物多様性条約ABS問題など関連国際条約についても熟知する必要がある。）をすること。
- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 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。
- (8) 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。
- (9) 軍事的理由から駅、橋、港湾などの写真撮影やGPSの持ち込みや使用が禁止されている国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。
- (10) た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。
- (11) 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。

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MSDS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。

- (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。（無理はしない。）
- (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。（無理はしない。）
- (3) 身体を毛布などで暖める。外部からの熱は避ける。

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、二酸化硫黄、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) 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。）

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) 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) 中毒の予防

- (1) 危険性の高い薬品を取り扱う場合には、MSDS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 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) やけどの深さ（皮膚の状態）

熱の強さと作用時間から深さが決まる。皮膚の外見と痛みから判定する（外見、痛みの目安として、Ⅰ度…赤い・ひりひり痛む Ⅱ度…水ぶくれ・強い痛み Ⅲ度…白っぽい、または炭化して黒・痛みはさほど感じない）。実際、その判定は難しく、時間の経過とともに深くなることもある。

(2) やけど面積

全体表面積に占めるやけど面積の割合。身体各部の体表面積割合を簡便に算定する方法として、傷病者の片手の手のひらの面積を体表の1%として見積もる「手掌法」、頭部9%、胸腹部、背部、両腕、両足を18%、陰部1%とする「9の法則」（乳児の場合は異なる）がある。

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度のやけど、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、病原菌に感染しやすくなるので、決して用いてはいけない。醤油などを塗るのはもってのほかである。

3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。

4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。）

5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。

6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。ラジオアイソ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。

7節 フィールドでの事故

1) 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、熱をもって青くはれ、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。
- 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。

2) 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ほ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塩分と糖分の入った冷たい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。

3) 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。

4) 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。

5) 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。

6) 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。

7) 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。

[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。

- ① [水質汚濁防止法](#)（昭和45年 法律第138号）
[一律排水基準](#)
- ② [下水道法](#)（昭和33年 法律第79号）
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](#)
- ③ [鹿児島市下水道条例](#)
- ④ [廃棄物の処理及び清掃に関する法律](#)（昭和45年 法律第137号）
- ⑤ 労働安全衛生法関係 [特定化学物質](#)
- ⑥ 労働安全衛生法関係 [有機溶剤](#)
- ⑦ [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](#)
- ⑧ [廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル](#)
- ⑨ [カルタヘナ法](#)（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）
- ⑩ [毒物及び劇物取締法](#)
- ⑪ [消防法](#)（危険物など）
- ⑫ [高圧ガス保安法](#)（圧縮高圧ガス、液体窒素など）
- ⑬ [放射線障害防止法](#)（X線、放射性物質、核燃料物質など）
- ⑭ [土壌汚染対策法](#)
- ⑮ [環境基本法](#)
[別表 1 人の健康の保護に関する環境基準](#)

教育・研究などを続けるために知っておくべき学内規則等

以下に示す規則名をクリックすると学内規則のWebページからの検索結果が表示される。

- ① [鹿児島大学における動物実験に関する規則](#)
- ② [鹿児島大学大学院理工学研究科エックス線障害予防規則](#)

編 集 後 記

理学部および大学院理工学研究科では多様な実験・実習が行われている。また、卒業研究や大学院博士前期・後期課程における研究活動の一環としての多くの実験やフィールドワーク等が行われている。従来、各学科や各専攻課程および附属施設である南西島弧地震火山観測所（2018年4月から大学院理工学研究科附属施設から所属変更）においてそれぞれ学生のための安全教育を行ってきた。しかし、理学部全体の安全に関する手引き書の必要性が求められ、1996年3月、「安全の手引」が発行され、実験・実習等における安全の指針として活用されてきた。その後、理学部の教育体制の変更，法人化に伴う労働安全衛生法の適用などがあり、大きく改訂されたが、その後も法規の改正に伴う修正が必要となり、毎年最新版を発行することとなった。特に、2018年度版からは、冊子体を廃止しWeb版に変更した。これに伴い、各種法令等へのリンクを整備し、最新の法令、規則等が参照できるようになった。

「安全の手引」では、特に寸刻を争う必要がある緊急時の連絡先と応急処置を1章にあて、2章から13章までを各事例別に記載した。さらに全体的な応急処置法を14章にまとめてある。本書の目的は事故防止対策、実験などの作業環境、安全教育に主眼がおかれ、多くの事例について事故防止の方法を具体的に明示している。さらに、万一の事故発生時における緊急処置法を具体的に示した。本書が理学部の研究・教育活動上の一助となることを期待する。

実験・実習の安全教育のための手引き書は全国の大学や研究所等で作成されているが、本書の作成に当たっては、それらの中から、主に京都大学理学部安全委員会の「安全の手引」、山口大学理学部の「理学部における安全の手引」、鹿児島大学農学部の「実験・実習安全の手引」、鹿児島大学工学部の「安全の手引」などを参考にさせていただいた。また、鹿児島大学自然科学教育研究支援センターの関係各位からは多くのご助言をいただいた。ここに謝意を表したい。

2018年3月

安全マニュアル作成委員会

安全マニュアル作成委員会

委員長	岡村	浩昭
委員	西田	詩
	重田	出
	神長	暁子
	北村	有迅

安 全 の 手 引 き

1996年 3 月 発 行
2008年 3 月 改 訂
2009年 3 月 改 訂
2010年 3 月 改 訂
2011年 3 月 改 訂
2012年 3 月 改 訂
2013年 3 月 改 訂
2014年 3 月 改 訂
2015年 3 月 改 訂
2016年 3 月 改 訂
2017年 3 月 改 訂
2018年 3 月 改 訂

鹿 児 島 大 学 理 学 部

