

安全 マニュアル

SafetyManual



令和5年4月

国立大学法人北海道国立大学機構

北見工業大学

目 次

第1章	はじめに	
第2章	安全の基本	
2-1	整理整頓	2
2-2	安全標識	4
2-3	安全な服装	5
2-4	安全機器・保護具	5
2-5	火災を防ぐには	8
2-6	安全な運搬方法	10
2-7	健康管理	11
第3章	事故が起こったら	
3-1	緊急時の対応	12
3-2	緊急連絡先	14
3-3	消火器の取扱い	15
3-4	事後処理	16
第4章	救急処置	
4-1	共通手順	18
4-2	心肺蘇生法	18
4-3	出血の応急処置	21
4-4	骨折の応急処置	22
4-5	火傷の応急処置	22
4-6	感電時の応急処置	23
4-7	急性中毒の応急処置	24
第5章	危険な物質	
5-1	化学物質	26
5-1-1	危険物	27
5-1-2	毒物・劇物	32
5-1-3	化学物質（毒物・劇物を含む）の生理的危険性	33
5-1-4	化学物質の管理	33
5-1-5	ドラフトチャンバーの正しい使用方法	34
5-2	粉じん	36
5-2-1	粉じん爆発	36
5-2-2	粉じんの生理的危険性	38
5-3	高圧ガス	38
5-3-1	高圧ガスの種類	38

5-3-2	高圧ガス容器（ボンベ）の取扱い	38
5-4	液化ガス	40
5-5	微生物	41
5-6	ガラス	42
5-7	廃棄物	42
第6章	高温・高エネルギー	
6-1	騒音	48
6-2	振動	48
6-3	有害光線	49
6-3-1	赤外線・紫外線	49
6-3-2	レーザー	49
6-3-3	マイクロ波	50
6-3-4	X線	51
6-4	高電圧・強磁場	52
6-5	高温・低温	52
6-6	情報機器作業	54
第7章	大型機械・装置	
7-1	工作機械の取扱い	56
7-1-1	切断機	56
7-1-2	回転工作機械 （旋盤、フライス盤、ボール盤、研削盤、グラインダー等）	57
7-1-3	溶接・ガス切断	58
7-2	大型実験装置の取扱い	58
7-2-1	高圧装置	58
7-2-2	高周波スパッタリング装置	58
7-2-3	超伝導NMR	59
7-2-4	载荷試験機	59
7-2-5	高電圧機器	60
付	録	
	・学生教育研究災害傷害保険の加入について	62
	・代表的な安全関係法令等	63
	・北見工業大学の安全管理に関する規程	64
	・参考文献一覧	65
	・学内施設配置図	66
	・AED設置案内図	67

第1章 はじめに

第1章 はじめに

本学の教育研究活動において、教職員及び学生等の安全の確保は何にもまして大切なことであり、第一に優先されるべきものである。

優れた研究成果は、適切な安全衛生管理のもとに得られてこそ、真に価値あるものといえる。

本学においても、近年、先端的な学術研究の推進や研究分野の拡大を始めとして、より高度化・多様化した教育研究活動が行われている。これに伴い、実験内容や実験設備もより高機能かつ複雑なものへと変化してきているため、このような状況の変化に対応した安全衛生管理の実施が求められている。

しかしながら、安全衛生管理への対応については、各実験室の教職員や学生等、個人の裁量に委ねられている部分が多い。

本書は本学の教職員及び学生等が、実験・実習を安全に行うために必要と思われる内容について、技術面から書かれたものであるが、あくまでも、安全の一般論を修得するためのものであり、この一冊で安全のすべてを網羅しているものではない。

各実験室は、それぞれ固有の機器や薬品を扱っている。教職員及び学生等は、実験室で取り扱っている機器類の正しい使用方法のみならず、その危険性をよく認識しなければならない。また、使用する化学物質等の種類や使用量、規制対策の有無を十分に把握し、その固有な実験内容に対する安全対策を別途作成し、安全のためのノウハウを構築していく必要がある。

さらに、安全な実験・研究を続けるためには、技術面についての知識はもとより、日常生活での注意力を養い、危険に対する予見が出来るよう安全に対する意識を高める努力も大切である。

教職員及び学生等には、各実験室の実験内容に則した専門的な指導書などと併せて、本書を有効に活用し、より安全で快適な実験環境づくりに取り組んでいただきたい。

北見工業大学安全衛生委員会

第2章 安全の基本

第2章 安全の基本

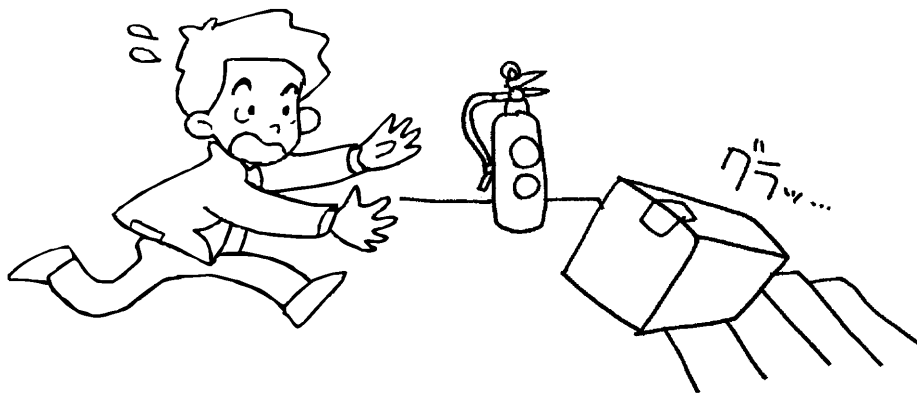
2-1 整理整頓

「安全はまず整理整頓から」といわれるほど、作業場の整理整頓は大切である。不幸に起きてしまった事故も、よく原因を調べてみると整理整頓が不十分であったことに起因していることが多い。よく整理され、整頓された研究室や実験室は気持ちがよく、仕事は能率的に、しかも、楽にできるものである。

整理とは、いらぬものを片付けること。整頓とは、物を定められた場所に、使いやすいようにきちんと正しく置くことである。作業が終わったときはもちろんのこと、作業中でも、いつも自分の回りをきちんと整理整頓し、清潔な状態を保つように心がける。整理整頓の基本はまず、散らかさないよう心がけ、散らからないように工夫することである。いらぬものはすぐ片付け、気がついたらすぐに直す習慣を身につけよう。そして、以下に述べることを参考にして、定められた場所（置くべきところ）に正しい置き方、安全な積み方をして、安全な作業環境づくりを実践しよう。

1) 物を置いてはいけない場所

機械のまわりや、分電盤、消火器、消火栓などの周囲、出入り口や階段、非常口、防火扉の近くには物を置かない。非常の場合に災害を大きくする原因となる。



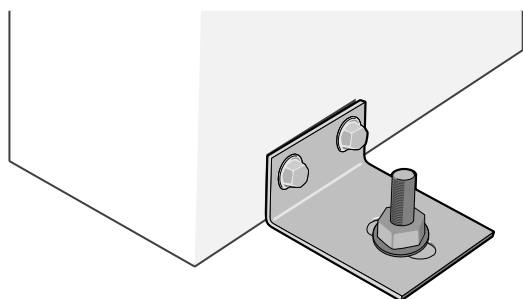
2) 安全な積み方のコツ

- ・形のそろったものは揃えて積む。
- ・すぐ使う予定のものは、下積みにしない。
- ・重いものから軽いものへ、大きいものから小さいものへ積み重ねる。
- ・高さは底の幅のおよそ3倍以下とする。
- ・長いものは横にねかせて積む。
- ・すわりの悪いものはねかせておく。立てかけたときはバンド等で固定する。
- ・転がるものには、必ずストッパーをする。
- ・こわれやすいものは別のところに積む。

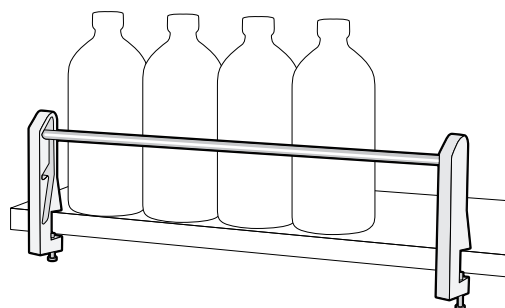
3) 地震に備える

- ・ 棚、戸棚、薬品庫等には、L字止め金具、滑り止めを付ける。
- ・ 上部の棚には、軽い物を置く。
- ・ 機械、装置、器具をしっかり固定する。
- ・ 高圧ガス容器(ボンベ)は二カ所でしっかり固定する。
- ・ 薬品庫の内部の薬品は仕切りトレーに入れ、地震で揺れても薬品同士が接して破損しないようにする。
- ・ 酸性の試薬とアルカリ（塩基）類は離れた場所に保管する。

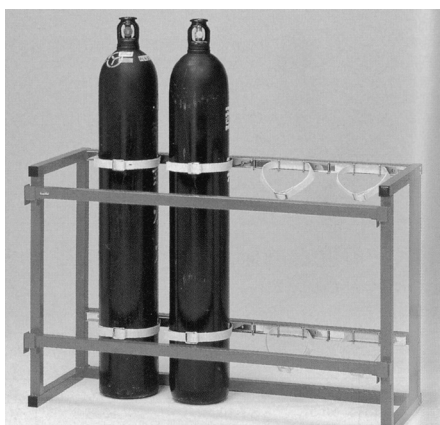
薬品棚の転倒防止金具の例



ボトルストッパーの例



ボンベスタンドの例



2-2 安全標識

安全標識の色と基本形状はJISで定められており、以下に主要な5種類を挙げる。いずれも簡単な文字で必要な注意を与え、またはやってはならない動作を示すものである。危険に陥ることを防ぐための「安全の道しるべ」であり、これを無視してはならない。

- ① 禁止標識 [赤色/白色] 危険な行動を禁止するために用いる。
- ② 指示標識 [青色] 作業に関する指示または修理・故障の場合の表示などに用いる。
- ③ 注意警告標識 [黄色/黒色] 危険な箇所及び行為の警告、安全義務を怠る行動または不注意によって、危険が生じる恐れがあることに注意を促すために用いる。
- ④ 安全状態標識 [緑色] 安全・衛生意識の高揚、救護に関する情報提供、非常口、避難場所などの表示に用いる。
- ⑤ 防火標識 [赤色] 火災発生のおそれがある場所、引火または発火のおそれがあるもの、及びその所在位置並びに防火・消火の設備があることを示すのに用いる。

上記以外にもよく見られる安全標識として、放射能標識 [黄色] がある。これは、放射能による被曝のおそれがある場合に用いる。

主要な安全標識の色と基本形状



実際の安全標識の例



2-3 安全な服装

作業には、それに適した服装・身なりがある。動きやすいものを着用することはもちろんのこと、必要に応じて防護用具を身につけなければならない。安全機器・用具については次節で詳細に述べる。履物は滑りにくく足元の安定する物を用意する。スリッパやかかとの高い靴は使用しない。また、いわゆる‘踏みつけ履き’はつまずきの原因となって大変危険である。その他一般的な注意事項を以下に列挙する。

1) 一般的注意事項

- ・ どんなに暑いとき、暑い場所でも、はだかで作業をすることは絶対にしてはならない。
- ・ 化学系実験などで多用される白衣は、可動部のある機器（例えば真空ポンプなど）に巻き込まれるおそれがあるので注意が必要である。
- ・ ポケットに**危険物（刃物や発火しやすいもの）**を入れない。
- ・ 長髪は髪を焦がしたり機械に巻き込まれることがあるので、後ろに束ねる等の処置をする。
- ・ 飛散物や高温の物体を扱う時は、眼を保護する安全メガネやゴーグル等を使用する。
- ・ コンタクトレンズは事故が起こったとき被害を大きくすることがあるので実験中はメガネを使用する。

2-4 安全機器・保護具

1) ドラフトチャンバー

前面に開閉可能な強化ガラスの扉を付けた半密閉性の箱で、内部の空気を強制的に吸い出して排気している（排気は洗浄して大気に放出している）。有害な粉塵や気体を発生する実験において、外部への汚染や実験者への影響を防ぐことができるが、その能力はファンの性能、排気する気体や粉塵の密度、さらにチャンバー内の位置などによって大きく異なるので確実に排気されているか事前にチェックすることを勧める。HEPAフィルタは搭載されていない。

標準的なドラフトチャンバー



2) 安全キャビネット

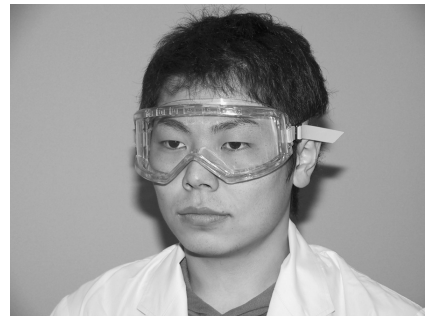
危険な病原微生物を取り扱う実験や遺伝子組み換え実験において、発生するエアロゾルが外部へ拡散しないようにし、人が感染しないようにしたもの。外観はドラフトチャンバーと似ているが、HEPAフィルタを搭載している。バイオハザード対策用キャビネットとも称される。その構造によりクラスⅠ・Ⅱ・Ⅲの3つに分類され、それぞれに特長があるため、バイオハザード対策の設備レベルと扱う生物材料に応じて選定する必要がある。

3) クリーンベンチ

前面に開閉可能なガラス製シャッターを付けた半密閉性の箱で、本体上部から清浄度の高い気流を内部に出し、前面から放出させる。これにより清浄空間が内部に創出され、無菌操作を行うことができる。

4) 保護眼鏡（ゴーグル）

溶接作業や金属溶解作業のとき、有害光線から目を保護する遮光眼鏡、研磨作業の際、粉じんから目を保護する防じん眼鏡などがあり作業に応じて適切に使い分ける。



5) 防じんマスク

空気中に漂う微粉末を除去するマスク。口と鼻を完全に覆うように顔に合わせて装着する。

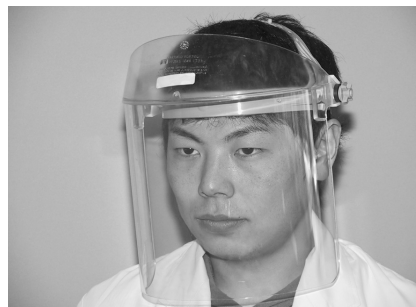
6) 防毒マスク

口と鼻だけを覆う低濃度用のものと、目まで含めて顔全体を覆うフルフェイスのものがあ、製品により連続使用時間や対応可能濃度に差がある。ガスの種類と濃度に適合した吸収缶を使用する。



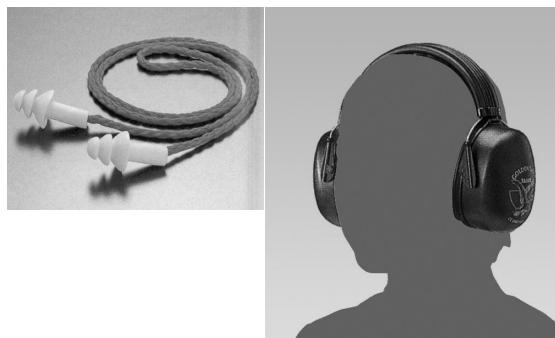
7) 保護面 (フェイスガード)

飛来物、粉体飛沫などから眼や顔面を保護 (防災面)したり、炉前作業などで顔面への幅射熱を軽減(防熱面)する。



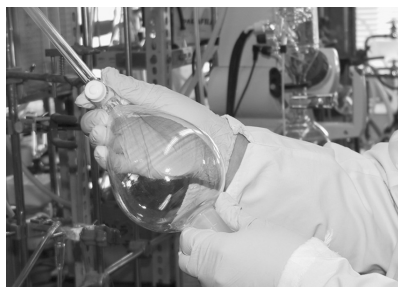
8) 耳せん・耳覆い (イヤーマフ)

騒音による聴力障害の発生を防止するために着用する。



9) 保護手袋

薬液等有害物質が手に付着するのを防ぐ役目をする。用途によっていろいろな材質のものがある。使用する薬品や作業の種類に応じて材質や強度を選択し、作業のしやすさも考えて選定する。ただし、ボール盤、旋盤、フライス盤など高速で回転する工作機械での作業時には、**巻き込まれる危険があるので、使用してはいけない。**



薄手使い捨てタイプ



耐熱手袋



軍手

10) 安全靴

重量物の運搬に際して、足元に重い物が落ちる危険性がある時は鉄芯入りの安全靴等を着用する。

11) 保護帽

保護帽は、危険な作業場所やこれに準ずる場所での作業で、頭部を保護するために使用するもの。保護帽には「飛来・落下物用」、「墜落時保護用」、「電気用」などの種類があり、作業に合った保護帽を使用しなければならない。



12) 安全帯

安全帯は、別名「命綱」とも呼ばれるベルトで、高所作業には不可欠な保護具である。安全帯には各種の構造があり、職種や作業環境によって使い分けが必要である。

13) 救命胴衣

海、川、湖沼などでの実験・実習においては、必ず救命胴衣を着用する。万一、水中に転落した場合も、救命胴衣を着用している人の生存率は圧倒的に高いことが証明されている。

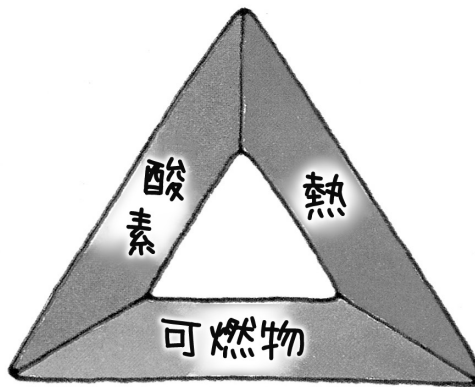
なお、いずれの安全機器・保護具も正しく使用して初めて効果を発揮するものである。取扱説明書などをよく読んで、正しく使用しなければならない。

2-5 火災を防ぐには

火災は、ひとたび発生すると人身事故につながる危険性が極めて高く、建物や設備にも大きな被害を与える。火気を粗略に扱ったり、燃料や設備器具の取扱い方を知らなかったり、また、使用方法を守らなかったなど初歩的ミスによって引き起こされた火災の例は多い。火災を発生させないためには、日頃から火の取扱いに細心の注意を払う必要がある。

1) 火災を起こさないためには

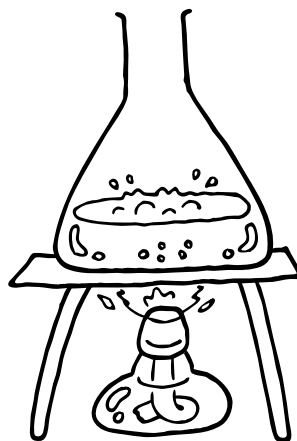
下図は「火の三角形」と呼ばれるもので、火災の三要素を示したものである。火災予防や消火に際しては、この三要素のうちの一つを取り除けばよい。一般に火災は、まず第一に「火源」があって、まわりの物に引火して燃え広がり、火災になる。火災を起こさないためには、燃えやすい物のそばで火源をつくらないことが鉄則である。そのための注意事項として次の事柄が挙げられる。



火の三角形

2) 火災防止のための注意点

- ・「火気厳禁」の標示がある場所では、絶対に火を使用しない。
- ・指定数量を超える危険物を実験室に置かない。
- ・火気使用器具は不燃性の台の上に置き、実験前に必ず点検する。
- ・電気コードはたこ足配線にしたり、床に垂れ下がる配線をしない。
- ・空気が乾燥して静電気が発生しやすい冬季に可燃性ガスを扱う時は、衣服などの摩擦帯電による静電気火花が発生しないようにする。
- ・熱源の近くに引火性、可燃性の物を置かない。
- ・可燃性の溶剤は、必要な量のみを小出しにして使用する。
- ・危険を伴う実験を夜間に行うことは避ける。また、実験は二人以上で行う。



2-6 安全な運搬方法

物を運搬する作業では、ちょっとしたミスでも傷害を受ける。研究室においても器具・装置を運搬する機会が多く、しかも運搬にはボンベ等の重量物が含まれているので、傷害は大きくなりやすい。重量物の運搬における傷害防止の基本は、決して「無理」をしないことである。以下の点に注意して怪我のない作業を行ってほしい。

1) 重量物運搬の準備

- ・安全な作業の基本は作業に先立つ準備にある。まず、運搬通路における不要物をかたづけ、作業のためのスペースを確保することから始める。
- ・段差など作業の障害となる場所を確認し、必要な処置をする。
- ・運搬に必要な用具を揃え、点検する。
- ・作業にふさわしい服装で、必要に応じて手袋、安全帽、安全靴を着用する。
- ・複数人での作業には、指揮者を一人決めて、作業手順を打ち合わせる。

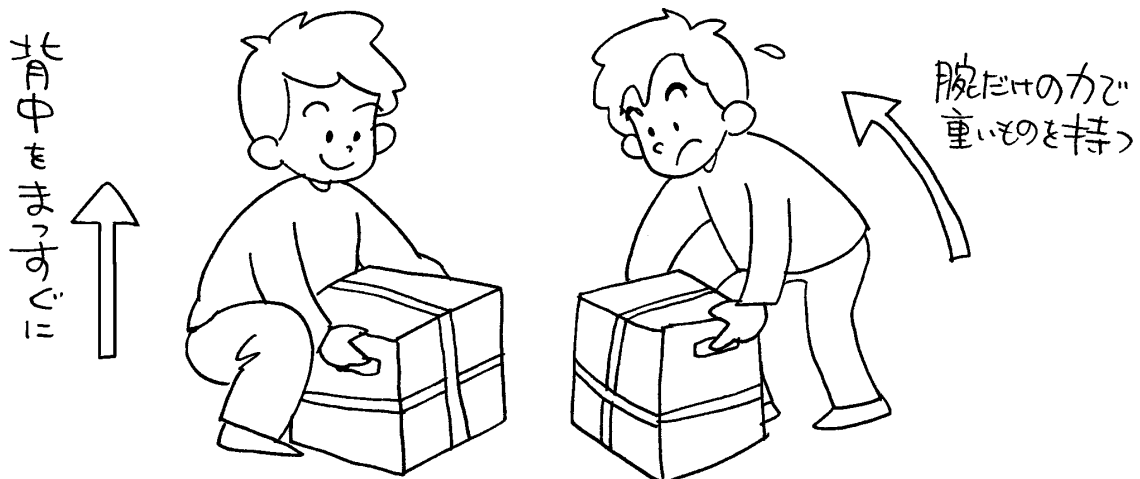
2) 運搬作業

〔人手による運搬の場合〕

- ・無理な姿勢で運ぶと、腰、腕などを痛める。
- ・重いものは、身体の重心にのせる。
- ・足に重心を置き、物を身体に近づけて、背骨をまっすぐに立てたまま脚の屈伸で持ち上げる。
- ・運搬途中に身体の向きを変えるときは、必ず足を踏みかえて行う。
- ・複数人での共同運搬の際は、とかく重量が体力のない者の方へ傾きやすいため体力、身長などがあまり変わらない者同士で組をつくる。
- ・共同作業の場合は、必ずリーダーの指示に従い、呼吸を合わせて作業をする。

○ 良い例

× 悪い例



〔台車、手押し車等による運搬の場合〕

- ・車の積載量に応じて荷を積み、決して積み過ぎない。
- ・荷物の滑り落ち、荷崩れの防止策を施す。
- ・前から引くのではなく、必ず後から押していく。
- ・ボンベの運搬には専用の台車を使用する。

2-7 健康管理

研究・実験等に疲れた時は、スポーツなどによりストレス発散や気分転換することを勧める。体力は年々衰えるので、若い時から常に体力に合った運動を続ける習慣を身につけ、丈夫な身体を保つように日頃から努力することが大切である。

1) 一般的注意事項

- ・規則正しい生活をする事。
- ・睡眠や休養を充分に取る事。
- ・栄養バランスの取れた食事をすること。
- ・自分に適した運動を心掛けること。
- ・気分転換を考えて健全な趣味を持つこと。

2) 喫煙のマナー

本学は喫煙場所が指定されている。ボイラー室裏、体育館裏の2箇所以外は禁煙となっており、喫煙は必ずこの2箇所で行い、くわえタバコや歩行中の喫煙はしてはいけない。また、灰皿の中に紙くず等燃えるものを入れないこと。



ボイラー室裏喫煙コーナー

決められた場所
以外での喫煙は
してはならない



第3章 事故が起こったら

第3章 事故が起こったら

3-1 緊急時の対応

1) 人身事故の場合

学内で事故が起きたときやその場に遭遇したときは、あわてずに状況を的確に把握し、負傷者がいる場合は負傷者を素早く事故現場から安全な場所に移動するとともに、事故が続発しないよう現場の処置をする。ただし、深刻な外傷の場合には、動かすことにより、より病態が悪化する可能性がある。決して動かさず、救急車の手配（119番）と守衛室への連絡（内線9110）を最優先する。

2) 火災、爆発が発生した場合

研究室や実験室で起きる災害で最も被害の大きいのは、火災である。万が一、火災が発生した場合は、

- ① 発生状況を確認し、大声で周囲の者に知らせる。
- ② 負傷者がいれば、すぐに現場から安全な場所に移す。
- ③ 第4章の記述に従い、応急処置を施す。
- ④ 廊下等にある消火栓付属の火災報知器のボタンを押す。
- ⑤ 消火ができる状況にあれば、初期消火に努める。
- ⑥ 火災が広がり、天井に延焼した場合は初期消火は無理と判断し、次節表1「緊急時の連絡方法」に従って消防署等に連絡し、速やかに避難する。

あわてずに指示にしたがう



3) 誤って有害な化学物質を排水口や土壤に流出させた場合

誤って有害な化学物質を排水口や土壤に流出させた場合については、原則として流出元が責任をもって以下の手順に従い対応を行う。

- ① 流出元は流出させた時間、場所、薬品名及び量を部局等の責任者（以下、「責任者」という。）及び施設管理室（内線9144）に速やかに連絡する。
- ② 流出元は、責任者や施設管理室の指示を受け流出薬品等の対応を行う。
- ③ 流出元及び責任者は対応後、施設管理室に報告書を提出する。

4) 誤って有害な物質をこぼした場合

被害の拡大を防止する最低限の処置の後、実験責任者に報告し、対応を協議する。
事故の隠蔽により被害の拡大が生じうるため、必ず責任者に相談すること。

3-2 緊急連絡先

本学における緊急時の連絡先、連絡方法を下記にまとめた。必要な情報を正しく、的確に伝えることができるよう必ず一読しておくこと。

緊急時の連絡方法

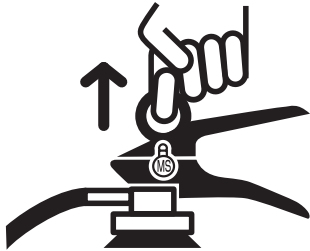
被災者又は火災(事故)発見者	消 防 署	電 話	内 容
		<p>a) 大学構内の電話 0-119</p> <p>b) 携帯電話 119</p>	<p>[火 事] 火災が発生しました。こちらは北見市公園町165番地北見工業大学です。○号館○階○○室から発生しています。 私は○○学科の□□です。</p> <p>[救急車] 救急車をお願いします。こちらは北見市公園町165番地北見工業大学です。○○才くらの男性(女性)で□□□□(おおよその状況の説明)です。 私は○○学科の□□です。</p>
		<p>※119番通報をすると消防署から上記内容を伝える前に状況をたずねられる場合があります。その場合は応じる形で落ちついてはっきりと正確に答えましょう。</p>	
	守 衛 室	<p>【大学構内の電話】内線9110 【直通】0157-26-9110 ※つながらない場合は携帯電話に転送されます。</p>	<p>○号館○階の△△で火災が発生し(負傷者が出)ました。消防車(救急車)出動の連絡をたのみます。 私は○○学科の□□です。</p>

3-3 消火器の取扱い

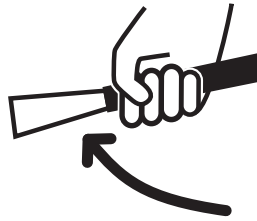
消火器のラベルには適応する火災が表示されている。分類は通常、普通火災（A火災）、油火災（B火災）、電気火災（C火災）の3種類で、本学の廊下等に設置されている消火器はいずれの火災にも対応することができる粉末「ABC」消火器である。普段から消火器の置いてある場所を確認しておくとともにその扱い方も知っておくことが重要である。消火器の基本的な使用方法を下図に示す。消火器本体にも書かれているので一読しておくことを勧める。なお、消火器の周辺には他のものを置かないこと。

消火器の取扱方法

1 黄色の安全ピンを引き抜く



2 ホースをはずしホースの先端を持って火元に向ける



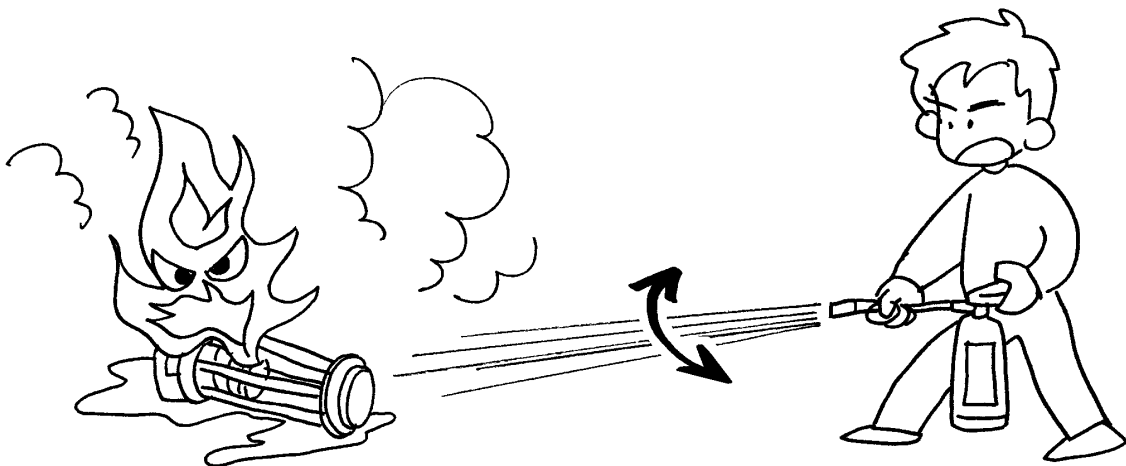
3 レバーを強くにぎる



消火方法

3 m～5 m程度はなれた位置より、炎の下を手前からほうきで掃くようにノズルを左右にふりながら放射し、順次前方に進んで消火する。

放射時間は、粉末消火器で約15秒程度。



3-4 事後処理

事故が発生したら指導教員または担当職員は、遅滞なく学科等の責任者及び安全衛生委員会委員長に連絡しなければならない。責任者は応急処置が終わった後、学長に事故報告書を提出する。

指導教員は事故後なるべく速やかに事故原因を調査し、事故再発防止策を決定し、担当する学生または所属教職員に趣旨を徹底させねばならない。



第4章 救 急 処 置

第4章 救急処置

4-1 共通手順

- ① 被災者をすばやく救出して安全な場所に寝かせるとともに、直ちに救急車、医師の手配を行う。
- ② 被災者の症状をすばやく観察する。
- ③ 被災者に声をかけて意識の有無を確認する。
- ④ 意識があれば、事故の状況や、他の被害・被害者の可能性、痛みや麻痺などの症状を聞く。
- ⑤ 被災者の脈の有無、心臓の鼓動の有無を確認する。もし脈がなければ心肺蘇生法を行う。
- ⑥ 被災者に出血、裂傷、打撲傷あるいは骨折がないかどうかを確認する。出血があれば止血を、骨折があれば副木をあてる。移動困難な骨折であれば救急車を呼ぶ。
- ⑦ 可能であれば、患部にかかる衣服を除去し、体のどこかに異常があるか、体に異物や化学物質が付着していないかどうかを調べる。体温を正常に保つように努め、体温が低下したり、気温の低い場合は、毛布などにくるんで保温する。

4-2 心肺蘇生法

目の前で人が倒れたら、声をかけて意識の有無を確認しなければならない。反応がなく、胸と腹部の動きを見て「普段どおりの呼吸」がなければ（呼吸がない、異常な呼吸、しゃくりあげるような不規則な呼吸）心停止と判断する。脈を確認する必要はない。感電事故を含めて、健常人が突然倒れて死亡する状態を突然死といい、そのほとんどが心室細動による心臓突然死である。心室細動は発生早期に電氣的除細動を行うと救命されるが、10分を超えると救命は困難となる。

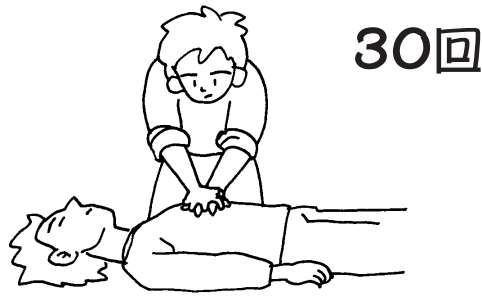
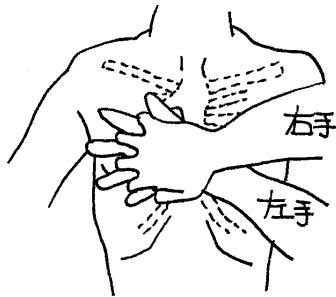
感電事故などの突然死の被災者に出会ったら、大声で回りにいる人に助けを求め、自動体外式除細動器AED※を取りにってもらい、救急車を呼んでもらう（発見者が呼ぶのではない）。発見者はただちに心肺蘇生を始めなければならない。

救急車や医師の到着を待ってはいはならない。心肺蘇生法は図4-1の要領（①②③）で行う（JRC蘇生ガイドライン2020に準拠）。

【図4-1 心肺蘇生法】

①：Circulation 心臓マッサージ

胸骨下半分の位置に一方の手を置き、その上に他方の手を重ね、両肘を伸ばして1分間に100～120回の速さで30回圧迫する（約5cm沈むように）。



②：Breathing 人工呼吸

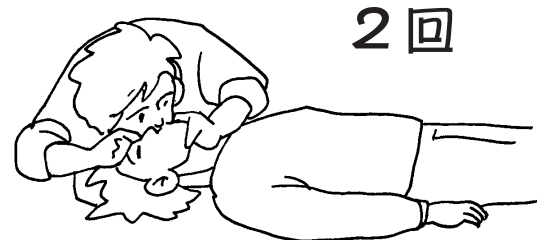
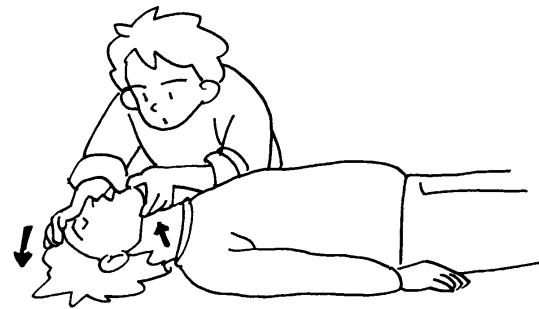
人工呼吸の技術と意思があれば、実施する。

仰向けにして、片手の手で頭部を後屈させ、もう一方の手で顎先を拳上させる。脊椎損傷が疑われる場合は顎先拳上のみ。

相手の鼻をつまみ、口から息を1回あたり1秒吹き込む。2回繰り返す。

心臓マッサージ30回、人工呼吸2回の割合で繰り返す。可能であればマスク等感染防護具を使用する。

人工呼吸ができない場合は、人工呼吸を行わず心臓マッサージのみを行う。



③：Defibrillation 電氣的除細動

自動体外式除細動器（AED）到着後、咳をする、手足を動かすなどの循環のサインがなければAEDを装着する。

AEDを開くと電源が入る。音声指示にしたがって肌に直接電極を貼る。女性であっても、処置をためらってはいけない。AEDが自動解析を行い、除細動が必要な場合に除細動ボタンを押す指示がでる。



不必要な場合は放電されないので危険性はない。



除細動ができない場合は①②を繰り返すよう音声指示がでる。AEDの施行は発見した一般の人が行うのであって、救急車や医師の到着を待ってはいはならない。心肺蘇生とAEDの手順は、救急車や医師が到着するか、何らかの応答があったり、普段通りの呼吸をするまで続ける。

※自動体外式除細動器（AED）

本学では、巻末に記載のとおり10ヶ所に設置されている。各研究室で、もっとも近いAEDの場所を確認しておくこと。また、空港、飛行機、スポーツ施設、病院、学校など人の集まる場所で設置が進められており、適切に使用できる体制が望ましい。

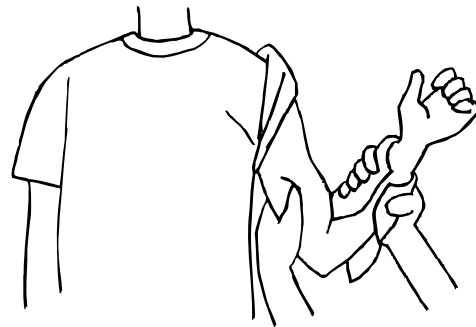
自動体外式除細動器（AED）（例）



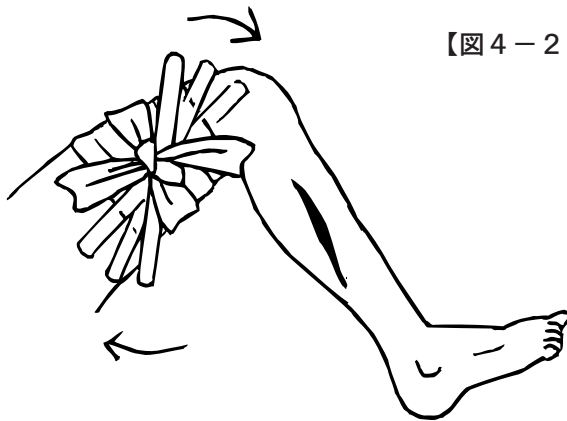
4-3 出血の応急処置

浅い部分の動脈が切れると、鮮紅色のぴゅっぴゅっと拍動性の噴出出血があるのに対して、深い部分の動脈の出血は線状の継続的な出血である。人間の血液量は、成人で約4,600mlであるが、その20%以上の出血では被災者はショックを起こし、50%以上になると死に至る。したがって、止血処置はもっとも優先的に行わなければならない。

- ①**直接圧迫止血法**：最も基本的な止血方法であり、動脈性出血であっても細い血管なら止血出来る。ハンカチ、タオル、ガーゼなどを傷口に当てその上から圧迫する。包帯やシーツを強く巻いて圧迫してもよい。腕の傷の場合は、腕を持ち上げて心臓より高くする。
- ②**間接圧迫止血法**：直接圧迫止血法で止血が不十分な場合、傷口より中枢側の動脈（拍動を触れる部分）を圧迫する間接圧迫止血法を併用する。（図4-2 直接圧迫止血法と間接圧迫止血法の併用を参照）
- ③**止血帯法**：四肢の止血に利用される。傷口が大きくて直接圧迫が難しい場合や太い血管からの出血が対象となる。ネクタイ、スカーフ、ベルト、ストッキングなどを止血帯に用いて、傷口より中枢側を強く縛って止血する。止血できないときは、棒やスパナを止血帯に差し込み、ゆっくり回転させて止血されたところで固定する。（図4-3 棒を用いた止血帯法を参照）その時間をメモしておくことが重要である。30分ごとに1～2分止血帯をゆるめて血流が流れるようにする。その間は傷口は直接圧迫止血とする。なお、止血帯を中途半端に縛ると静脈だけが閉塞されて、逆に出血量が多くなる。また、止血帯として針金や細いひもは筋肉、神経、血管を損傷するので用いてはならない。



【図4-2 直接圧迫止血法と間接圧迫止血法の併用】



【図4-3 棒を用いた止血帯法】

大出血のある外傷の場合、前記の応急処置（止血処置）を行った後、傷の様子を見る。衣服の下傷は、衣服をはぎとるか、切り開いて確かめる。ガラスや金属の破片が入っている場合は、容易に傷口から除けるものは除去する。しかし、内部に深く複雑に入り込んでいるものはそのまま医師の処置に委ねる。

傷口が土砂や油で汚染されているときは、大量の水で洗い流す程度にする。傷口には消毒ガーゼをあてて包帯をし、軽度の出血を抑える。薬などはつけない。

4-4 骨折の応急処置

骨折箇所を確認し、副木をあててその場所の動揺を防ぎ、痛みをやわらげるようにする。副木は骨折部を越える十分な長さが必要で、布などを巻いた棒、傘などを応急的に骨折箇所にそえ、動揺しないよう手拭、包帯などで縛る。上下の隣接する関節をも含めて固定するのがよい。

4-5 火傷の応急処置

火傷は温度が高いほど、また熱の作用時間が長いほど、深い火傷になる。火傷はその程度により1度から3度に分類される。

火傷1度：表皮だけに軽い損傷があり、毛細血管が拡張し、赤くはれ、発熱、熱感があり、軽度の痛みがある。

火傷2度：表皮の下真皮まで損傷され、火傷した部分の周辺の発熱、発赤があり、水疱を生じ、激痛を伴う。

火傷3度：表皮および真皮さらにはその下の皮下組織にまで損傷し、壊死にまでなる。

まず、火傷を負った部分をできるだけ早く、水道水で冷やす。冷却は早く始めるほど効果が大きい。冷却後、保健管理センター等、医療機関を受診する。

4-6 感電時の応急処置

感電事故においては、感電者が帯電部から自力で離脱することができない状態に陥ることがある。この場合の応急処置としては、直ちに電源を遮断した後、帯電部を接地して感電者を離脱させる。また近くに電源スイッチが無い場合は、救助者が絶縁台に乗るか、絶縁靴を着用するかなどして大地から絶縁された状態で自力離脱不能の感電者を帯電部から引き離す。絶縁しないで**不用意に感電者に触れると、連鎖感電するおそれがあるので**、十分注意して行うこと。

帯電部から離脱された感電者が失神状態の場合、以下の処置が必要である。

- ① 感電者の呼吸、脈拍状態を確認のうえ直ちに医師・救急車の手配を行う。
- ② 呼吸、脈拍（心拍）がないときは、呼吸しやすいように首と胸部の衣類をゆるめ、肩の下に衣類などを敷いて寝かせて、首を後方に垂れさせる。その後、「4-2 心肺蘇生法」にしたがって処置する。

感電により失神状態になっていない場合でも、火傷や心身への衝撃が大きいときには、医師の診察を受ける必要がある。この他、感電による衝撃で転倒や転落して、骨折や外傷・打撲傷を負うことがある。この場合には止血や骨折に対する応急処置が必要である。

「4-3 出血の応急処置」、「4-4 骨折の応急処置」を参照する。

沉着冷静に行動すること！



4-7 急性中毒の応急処置

薬品による中毒の処理に対して、何が最も適切かを判断するに十二分な化学的、技術的知識を持っている医師は極めて少ないと思われるが、逆に我々もいろいろな薬品を扱っているにもかかわらず、ほとんど医学的知識を持ち合わせていない。やはり身体の話は医師に頼るしかない。医師への連絡に際しては、どのくらい前に（時間）、何を（薬品の種類と量）、どうしたら（状況）、どうなった（症状）かを要領良く正確に伝えることと、その薬品に関する情報があれば知らせる。薬品を飲み込んだ、吸い込んだ、皮膚に付着した、目に入った等の場合の応急処置法を表4-1「薬品中毒の応急処置」に記した。

1) 薬品を飲み込んだ場合

薬品を間違えて食べたという話はあまり聞いたことはないが、溶液をピペットで空気と一緒に吸い込んだという話はよく聞く。その場合、大抵は希薄溶液でしかも胃袋のなかまでには達せず、すぐ吐き出してしまう。不幸にして胃のなかに入ってしまった場合、しかもそれが毒劇物であったらどうするか？

救急車を手配した後、原則的には以下の順に処置する。

- ① 吐き出させる
- ② 水を飲ませて希釈する
- ③ 吸収を阻止する
- ④ 解毒する

コップ一杯の水を飲ませて指で舌の付け根をさすって嘔吐させ、これを数度繰り返す。保健管理センター、医療機関の受診に際しては、薬品名を明確に伝えられるように準備しておくこと。薬の誤飲等であれば、受診に際してパッケージを持参することも考慮する。

2) ガスを吸い込んだ場合

有毒なガスを多量に吸い込んでしまった者が自分で身体を動かすと、酸素の消費を助長し呼吸困難を増強させるので、介助者が新鮮な空気場所に連れ出す必要がある。塩素やホスゲンのような粘膜刺激性ガスを多量に吸引した場合には、直ちに救急車を呼ぶ。

3) 皮膚に付着した場合

衣服の上からでも多量の流水で洗い、それから衣服をとって皮膚を水で十分に洗う。患部に衣服がくっついた場合、無理して剥がさずその部分をハサミで切り取って医師に処理を委ねる。薬品が皮膚に付着した場合には、とにかく流水で洗うのが原則である（黄リンは例外）。刺激性有機物、とりわけハロゲン化物などには、軟膏を塗るのはさけた方がよい。かえって損傷を拡げる結果となる。

4) 目に入った場合

流水で10分以上洗眼した後、眼科医の処置を受ける。

—薬品に対する抵抗力には個人差がある—

粕漬けを一切れ口にしただけでも酒に酔ってしまう人がいるように、自分にとってはなにもない薬品でも、人によってはそれに対して極めて敏感に反応する者がまれにいる。薬品を扱っていて体調がおかしいと感じたら、直ちにその実験を中止するべきである。

【表4-1 薬品中毒の応急処置】

原因	薬品	処置法
薬品を飲み込んだ場合		専門医に連絡する。 吐かせる（腐食性薬品の場合は禁忌）。 牛乳、とき卵、水、茶、又は小麦粉、デンプンなどの水乳濁液を飲ませる。
	強酸 強アルカリ 水銀 硝酸銀 メタノール	酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、牛乳などの水乳濁液を飲ませる。 1～2%酢酸、レモンジュースなどを飲ませる。 水又はスキムミルクでといた卵白を与える。 食塩水を飲ませる。 1～2%NaHCO ₃ で胃洗浄。
ガスを吸入した場合		新鮮な空気中へ連れ出す。安静にし、保温する。 場合によっては人工呼吸を行う。
	シアン 塩素 臭素 ホスゲン アンモニア	直ちに亜硝酸アミルをかがせる。 アルコールをかがせる。 薄いアンモニア水をかがせる。 酸素吸入する。 酸素吸入する。
目に入った場合		直ちに流水で10分以上洗う。
皮膚に付着した場合		大量の流水で皮膚を十分に洗う。
	強酸 強アルカリ フェノール リン	水洗後、飽和NaHCO ₃ 水で洗う。 水洗後、2%酢酸で洗う。 アルコールでこすり落とす。 水は使わない。1%CuSO ₄ で処理する。
やけどした場合		とにかく流水（10～15℃）で最低30分以上冷やす。

化学同人(2017)『実験を安全に行うために 第8版』114pを参考に編集

第5章 危険な物質

第5章 危険な物質

科学技術はますます飛躍的に進歩を続け、人類が作り出した様々な物質や素材が世界中で使用されている。研究活動においても、基礎研究から応用研究までさまざまな化学物質等が使用されており、学際的な研究の広がりに伴って、専門分野以外におけるそれらの化学物質の使用が増加している。化学物質等の基礎的知識を得ておくことは、それらによる傷害、火災や爆発を回避することにつながる。本章では、傷害及び火災や爆発を引き起こす危険性のある化学物質等の取り扱いについて記述する。

一般的注意事項

- ① 取り扱う化学物質等の危険性・有害性について特定し、それによる影響の大きさや度合等のリスクを見積もり、リスク低減の措置内容の検討及び実施を行うこと。
- ② 上記の検討を踏まえ、実験者の健康を損なわず、事故のないように対策（室内の換気、ドラフトチャンバーの使用、保護具の着用など）を講じたうえで化学物質等を取り扱うこと。
- ③ 事故が起きた場合を想定し、その対策を身につけておくこと。
- ④ 取扱う化学物質等は、その取扱者の責任において使用し、安全に保管、管理して、使用後は適切な処理を行うこと。

5-1 化学物質

化学物質の取扱注意事項

- ・化学物質の入っているビンは、使用するときだけ開けて、使用後は必ず直ちに蓋をする。
- ・炎や火花が散るところには**可燃物を絶対近づけない**。
- ・部屋を留守にするときは実験を中止する。食事などやむを得ず一時留守にするときは、必ず実験室の他の人に、実験内容と緊急時の方策を依頼してからその場を離れること。
- ・化学物質を使った無人の連続運転はしない。
- ・消火器はどこにあるか、何本あるのか、確認しておく。
- ・危険防止のため、できるだけ少量で実験する。
- ・毒物、劇物や労働安全衛生法で決められている有機溶剤や特定化学物質など、慢性中毒を起こす有害物質はドラフトチャンバーの中で実験する。
- ・ほとんどの化学物質は目に入ると危険である。化学物質を扱う時は保護眼鏡を着用すること。特にアルカリの場合は、目に入ると失明することがあるので注意を要する。
- ・化学物質がコンタクトレンズの内側に入ったら、洗っても取れない。保護眼鏡かフェイスガードが絶対必要である。実験時は眼鏡に替えること。
- ・実験衣は木綿製が望ましい。多くの化繊は熱で縮み、皮膚に付着して燃えるため、大火傷になる可能性がある。
- ・必要に応じてフェイスガード、防毒マスク、手袋などの保護具を着用すること。
- ・使用した化学物質は直ちに保管庫に戻すこと。帰宅時には実験台の上に化学物質を放置しないこと。
- ・化学物質の購入時の受け入れ、使用時の払い出し登録は「薬品管理支援システム」を用い、厳密に行うこと。

※「薬品管理支援システム」についての問い合わせ先

環境安全センター化学物質管理グループ(内線9377) E-mail:yakuhin@desk.kitami-it.ac.jp

5-1-1 危険物

火災・爆発を起こす危険な物質は消防法で定められている。第一類から第六類に分類されており、それらの性状及び代表的な物質を以下に示す。詳細な品名、性質については消防法の別表（ウェブサイト「e-Gov法令検索」<https://elaws.e-gov.go.jp>または表5-1「消防法で定められた危険物の種類」）を参照すること。



【表5-1 消防法で定められた危険物の種類】

種別	性 質	品 名	品名に該当する物質
第一類	酸化性固体	1 塩素酸塩類	塩素酸ナトリウム、塩素酸カリウム、塩素酸バリウム
		2 過塩素酸塩類	過塩素酸ナトリウム、過塩素酸カリウム
		3 無機過酸化物	過酸化リチウム、過酸化ナトリウム、過酸化カリウム
		4 亜塩素酸塩類	亜塩素酸ナトリウム、亜塩素酸カリウム、亜塩素酸銅
		5 臭素酸塩類	臭素酸ナトリウム、臭素酸カリウム、臭素酸バリウム
	第二種酸化性固体	6 硝酸塩類	硝酸ナトリウム、硝酸カリウム、硝酸バリウム
		7 よう素酸塩類	よう素酸ナトリウム、よう素酸カリウム、よう素酸亜鉛
		8 過マンガン酸塩類	過マンガン酸カリウム、過マンガン酸ナトリウム
		9 重クロム酸塩類	重クロム酸アンモニウム、重クロム酸カリウム
	第三種酸化性固体	10 その他のもので政令で定めるもの	過よう素酸ナトリウム、無水クロム酸、亜硝酸ナトリウム
		11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	
第二类	可燃性固体	1 硫化りん	三硫化りん、五硫化りん、七硫化りん
		2 赤りん	
		3 硫黄	
		4 鉄粉	
	第一種可燃性固体	5 金属粉	アルミニウム粉、亜鉛粉
		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	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	固形アルコール、ラッカーパテ、ゴムのり	
第三類	自然発火性物質及び禁水性物質	1 カリウム	
		2 ナトリウム	
		3 アルキルアルミニウム	
		4 アルキルリチウム	
		5 黄りん	
	第一種自然発火性物質及び禁水性物質	6 アルカリ金属(カリウム及びナトリウムを除く)及びアルカリ土類金属	リチウム、カルシウム、バリウム
		7 有機金属化合物(アルキルアルミニウム及びアルキルリチウムを除く)	ジエチル亜鉛
	第二種	8 金属の水素化物	水素化リチウム、水素化ナトリウム
		9 金属のりん化物	

第三類	自然発火性物質及び禁水性物質	10	カルシウム又はアルミニウムの炭化物	炭化カルシウム、炭化アルミニウム	
		11	その他のもので政令で定めるもの	トリクロロシラン	
		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	引火性液体		1 特殊引火物	ジエチルエーテル、二硫化炭素、酸化プロピレン	
			非水溶性液体	2 第一石油類	ガソリン、ベンゼン、トルエン
			水溶性液体	3 アルコール類	アセトン、ピリジン
			非水溶性液体	4 第二石油類	メチルアルコール、エチルアルコール、プロピルアルコール
			水溶性液体	5 第三石油類	灯油、軽油、キシレン
			非水溶性液体	6 第四石油類	酢酸、プロピオン酸
			水溶性液体	7 第三石油類	重油、クレオソート油、アニリン
第五類	第一種自己反応性物質		1 有機過酸化物	エチレングリコール、グリセリン	
			2 硝酸エステル類	ギヤー油、シリンダー油、タービン油	
			3 ニトロ化合物	ヤシ油、オリーブ油、綿実油	
			4 ニトロソ化合物	過酸化ベンゾイル、メチルエチルケトンパーオキサイド	
			5 アゾ化合物	硝酸メチル、ニトログリセリン、ニトロセルロース	
			6 ジアゾ化合物	ピクリン酸、トリニトロトルエン	
	第二種自己反応性物質		7 ヒドラジンの誘導体	ジニトロソペンタメチレントトラミン	
			8 ヒドロキシルアミン ^{注1}	アゾビスイソプロチロニトリル	
			9 ヒドロキシルアミン塩類	ジアゾジニトロフェノール	
			10 その他のもので政令で定めるもの	硫酸ヒドラジン	
			11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	硫酸ヒドロキシルアミン、塩酸ヒドロキシルアミン	
第六類	酸化性液体		1 過塩素酸	アジ化ナトリウム、硝酸グアニジン	
			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	ふっ化塩素、三ふっ化臭素、五ふっ化よう素	
			5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		

注 水溶液の濃度が70wt%を超えるものは第一種自己反応性物質に該当する。

性質の概要

第一類	そのもの自体は燃焼しないが、他の物質を強く酸化させる性質を有する固体であり、可燃物と混合したとき、熱、衝撃、摩擦によって分解し、極めて激しい燃焼を起こさせる。
第二類	火炎によって着火しやすい固体または比較的低温（40℃未満）で引火しやすい固体であり、出火しやすく、かつ、燃焼が速く消火することが困難である。
第三類	空気にさらされることにより自然に発火し、または水と接触して発火し若しくは可燃性ガスを発生する。
第四類	液体であって引火性を有する。
第五類	固体または液体であって、加熱分解などにより、比較的低い温度で多量の熱を発生し、または爆発的に反応が進行する。
第六類	そのもの自体は燃焼しない液体であるが、混在する他の可燃物の燃焼を促進する性質を有する。

第一類 酸化性固体

品名：塩素酸塩（塩素酸カリウム）・過塩素酸塩（過塩素酸ナトリウム）・過マンガン酸塩（過マンガン酸カリウム）・無機過酸化物等

性質：それ自体は燃焼せず、他の物質を強力に酸化する性質を有する。加熱、摩擦、衝撃によって酸素を放出しながら分解し、激しく発熱する。可燃物、還元剤、金属粉などとの接触により激しく反応し、火災や爆発の原因となる。

取扱い：加熱、摩擦、衝撃、日光の直射を避ける。

他の物質、特に有機物などの可燃物や強酸との接触を避ける。

消火法：一般に大量の注水によるが、泡消火器、粉末消火器、乾燥砂などを用いることもできる。

第二類 可燃性固体

品名：赤リン・硫黄・金属粉等

性質：火炎があると、低温（40℃未満）でも着火、引火する。赤リン、硫黄などは燃焼すると有毒ガスを発生する。

取扱い：酸化剤との接触を避ける。

金属粉は水や酸と反応するのでこれらとの接触を避ける。

消火法：大量の水、泡消火器、粉末消火器、乾燥砂などを用いる。

第三類 自然発火性及び禁水性物質

自然発火性物質

品名：黄リン・アルキルリチウム・アルキルアルミニウム等

性質：空気中で自然発火する。多くのものは水との接触でも発火する。

取扱い：直接空気と触れないように、水中に保管するもの（黄リン）と不活性ガス（窒素、アルゴン）雰囲気下で保管するものがある。

他の危険物と隔離して保管する。

使用後の処理を正しく行う。

消火法：粉末消火器あるいは、乾燥砂を使用する。

禁水性物質

品名：金属ナトリウム・生石灰・水素化アルミニウムリチウム・五酸化リン・硫酸等

性質：吸湿または水との接触によって発熱または可燃性ガスを発生させて発火するもの、または有毒ガスを発生させるものがある。

取扱い：直接水に触れないようにする。

保管場所の湿度に気をつける。

金属ナトリウムや金属カリウム等は石油エーテル中で保管する。

消火法：粉末消火器あるいは、乾燥砂を使用する。絶対に注水しないこと。また、泡等の水系の消火剤である炭酸ガス消火器は使用しないこと。

第四類 引火性液体

引火性物質

品名：可燃性ガス・特殊引火性液体（ジエチルエーテル）・高度引火性液体（ガソリン、ヘキサン、ベンゼン、エタノール、アセトン）

性質：火元があれば容易に着火する。特殊引火性液体の引火点は -20°C 、高度引火性液体の引火点は 20°C 未満である。その蒸気は空気より重いものが多く、地表を漂うため、遠くの火元からも引火しやすく危険である。

取扱い：火気厳禁（ガスコンロ、電気機器のスパーク、静電気スパーク、タバコ、ライター、その他の発火源）。使用量はなるべく少量にして、必要量以上部屋に持ち込まない。静電気による人体からの放電エネルギーは、帯電電位を3kVとして放電電荷量が $0.3\ \mu\text{C}$ の場合、 $0.45\ \text{mJ}$ となる。このエネルギーは多くの可燃性ガス・蒸気-空気混合気の最小着火エネルギーと同程度かそれ以上であるため着火する。よって、帯電電荷を逃がすようにして着火の危険性を低くする（表5-2「ガス、蒸気の着火危険性」を参照）。また、可燃性蒸気の滞留を防ぐため、窓を開け換気を十分に行う必要がある。

消火法：粉末消火器や炭酸ガス消火器を使用する。

【表5-2 ガス、蒸気の着火危険性】

物質名	爆発限界 [vol%]		引火点[$^{\circ}\text{C}$]	最小着火エネルギー[mJ]
	下限界	上限界		
メタン	5.0	15.0	-187	0.28
エタン	3.0	12.5	-130	0.25
プロパン	2.1	9.5	-104	0.25
ブタン	1.6	8.5	-72	0.25
ヘキサン	1.1	7.5	-22	0.24
ベンゼン	1.3	7.1	-11	0.20
メタノール	6.0	36.0	11	0.14
水素	4.0	75.0	—	0.019
アセチレン	2.5	100.0	—	0.019
二硫化炭素	1.3	50.0	<-30	0.009

可燃性物質

品 名：灯油・軽油・アニリン・ニトロベンゼン・植物油等

性 質：加熱すると容易に発火する。

引火点が高いだけであって、引火性物質と全く変わらない危険性を有している。

取扱い：熱源に近づけない。

使用量はなるべく少量にして、必要量以上部屋に持ち込まない。

消火法：粉末消火器や炭酸ガス消火器を使用する。

第五類 自己反応性物質

品 名：有機過酸化物（過酸化ベンゾイル）・硝酸エステル類（ニトロセルロース）・ニトロ化合物（ピクリン酸）等

性 質：それ自体不安定な物質で、加熱、衝撃、摩擦、光などの刺激により、発火、爆発する。

取扱い：多量に使用しない。

火気を避け、冷暗所に保管し、衝撃、加熱などの刺激を与えない。

酸、アルカリ、金属、還元性物質に接触すると爆発することがあるので、不用意に混合しない。

有機過酸化物以外でも空気中長時間の放置により過酸化物が生成することがある。

エーテル類（ジエチルエーテルやテトラヒドロフラン）の蒸留の際は残さを多くするなどの注意が必要である。

消火法：大量に注水する。

第六類 酸化性液体

品 名：過塩素酸・過酸化水素・発煙硝酸等

性 質：それ自体は燃焼せず、他の物質を強力に酸化する性質を有する。

加熱、摩擦、衝撃によって酸素を放出しながら分解し、激しく発熱する。

可燃物、還元剤、金属粉などとの接触により激しく反応し、火災や爆発の原因となる。

取扱い：加熱、摩擦、衝撃、日光の直射を避ける。

他の物質、特に有機物などの可燃物や強酸との接触を避ける。

消火法：一般に大量の注水によるが、泡消火器、粉末消火器、乾燥砂などを用いることもできる。

混合発火性物質

2種類以上の物質を混合することにより、急激な沸騰、飛散、または発火、爆発したり、有害物質を発生する危険な組み合わせがある。これは非常に多くの組み合わせがあり、危険も様々である。一般的に危険な混合の例を以下に示す。

- 1) 硝酸塩や塩素酸塩と可燃物（有機物）
- 2) アルミニウムやマグネシウムと含酸素化合物(炭酸ナトリウムや硫酸ナトリウム等)
- 3) 四塩化炭素やクロロホルムと金属ナトリウム
- 4) 過マンガン酸塩や塩素酸塩と強酸
- 5) 濃硫酸やクロル硫酸と水やアルカリ

消火法：大量に注水する。

5-1-2 毒物・劇物

毒物及び劇物取締法令や労働安全衛生法などで、急性毒性の強い毒物が定められている。法令の詳細はホームページ「電子政府の総合窓口」<https://www.e-gov.go.jp>から検索することができる。

法律では毒物あるいは劇物として指定する基準を定めていないが、薬事・食品衛生審議会では内規として判定基準を持っている。一般に、実験動物に対する経口の急性毒性（ある量の化学物質を体内に取り込んだ時に、短時間で発現する毒性）の半数致死量が体重1kgあたり50mg以下のものが毒物と指定されている。また、実験動物に対する経口の急性毒性の半数致死量が体重1kgあたり50から300mgまでのものを劇物と指定されている。毒物・劇物の購入は必要最小限にすること。使用責任者は、毒物・劇物の購入や使用の都度、北見工業大学薬品管理支援システムを使用して使用量の管理をしなければならない。毒物・劇物は、一般薬品と区別し、金属製ロッカー等の専用の保管庫に保管し、盗難等の防止のため保管庫には施錠しなければならない。保管庫には、外部から明確に識別できるように「医薬用外」の文字および毒物については赤地に白色をもって「毒物」の文字を、劇物については白地に赤色をもって「劇物」の文字を表示しなければならない。

毒作用：接触した局所の細胞に作用して凝固、崩壊または壊疽を起こさせる（硫酸・塩酸・硝酸・水酸化ナトリウム・アンモニア水・水銀など）。

主として体内に吸収されて、細胞の原形質を侵し、酸素の供給を妨げ、代謝作用に障害を来し、諸種の器官に脂肪変成を起こさせる（黄リン・ヒ素化合物・アンチモン化合物・鉛化合物など）。

血色素を溶解したり、メトヘモグロビンとしたり、あるいは結合力の強いヘモグロビン結合体を作って酸素の供給を不十分とするもの（シアン化合物・塩素酸塩類・ニトロベンゼンなど）。

体内に吸収されて、主として中枢神経と心臓を侵すもの（メタノール、スルホナール、クロロホルムなど）。

体内に吸収されて、コリンエステラーゼを阻害し、神経の正常な機能を妨げるもの（パラチオン、EPN等の有機リン製剤）。

取扱い：蒸気や微粒子として呼吸器官から、水溶液として消化器官から、また接触によって皮膚や粘膜から吸収されるので、それらに対応した注意が必要である。容器は内容物が外気と接触しないように密栓し、内容物を明確に記入したラベルを貼る。

処置：皮膚に接触したら流水で10分以上洗う。それ以外の事故に関しては、医師の診断を受ける。必要に応じて専門医に問い合わせる。その際、事故の詳細な

状況（中毒を引き起こした物質の名称、吸入したのか、眼に入ったのか、皮膚に付着したのか、飲み込んだのか、その量、発生時刻など）を把握しておく。

化学物質等の中毒に関するウェブサイト

（公財）日本中毒情報センター <https://www.j-poison-ic.jp>

5-1-3 化学物質（毒物・劇物を含む）の生理的危険性

- 1) 腐食性物質：人体に接触した時、皮膚や粘膜を強く刺激する、または損傷するもの（アンモニア水・過マンガン酸カリウム・硝酸銀・硫酸・塩酸・硝酸・水酸化ナトリウム・水酸化カリウム・クレゾール等）。
- 2) 有毒性物質：吸い込んだり、飲み込んだりしたときに、死亡することがあるもの（シアン化ナトリウム・シアン化カリウム・亜ヒ酸ナトリウム・酸化ベリリウム・酸化エチレン・ニコチン等）。
- 3) 有害性物質：有毒性物質と同様の性質を有するが、有毒性物質ほど毒性の強くないもの（酸化鉛・クロム酸鉛・臭化カドミウム・トリクロロエチレン・ベンゼン・トルエン等）。
- 4) 発がん性物質：発がん性は慢性毒性の一種であり、発がん性のある、もしくはあると考えられるもの(AF-2等)。
- 5) 放射性物質：原子核壊変により放射線を放出するもの（トリチウム等の放射性同位元素を含むもの）。

5-1-4 化学物質の管理

保管庫は施錠できるものを使用し、転倒防止のために床や壁に金具を用いて固定する。試薬ビンの間にはパッキングやポリエチレン容器を詰め、すき間のないようにして転倒を防ぐ。市販のトレーを用いたり、安全網をかぶせておくことも有効である。

アルカリ金属・有機金属・黄リンなど自然発火しやすい試薬は、仕切りのある升目容器に保管する。あるいは砂を入れたステンレス製箱に納めて保管庫に保管する。保管庫の下部には重いものを置く。試薬類は、できるだけ必要な量だけを購入する。日頃から分類・分離などの整頓をしておき、破損による混合によって危険な化学反応が起きないようにしておく。毒劇物を使用したときは、実験台に放置せず、必ず元の保管庫に戻しておく。特に、ドラフト内に毒劇物を置き去りにしないよう気をつける。鍵の管理責任者となっている教職員は、責任をもって鍵を保管すること。また、盗難にはくれぐれも注意すること。

また、火災、爆発を起こす危険化学物質の保管量については、消防法別表及び危険物の規制に関する政令別表第3で規定されている。

同一の場所（1防火区画内、コンクリートで仕切られた1区画）で貯蔵または取り扱う場合は、それぞれの危険物の数量を当該危険物の指定数量で割って、それらを合計したものは指定数量（1.0）を超えてはならない。

例：ある防火区画内で保有している危険物は、アセトン20L（指定数量400L）、ガソリン20L（指定数量200L）、灯油40L（指定数量1000L）、それにアセトンの廃液が20L（指定数量400L）とする。

計算式 $20/400+20/200+40/1000+20/400=0.24$ →この合計数が1.0を超えてはならない。

指定数量限度内でも、実際に火災になったら小さな消火器数本では、とても消火できない。大量の薬品を貯蔵、保管することなく、最小限の必要量を、その都度購入するようにする。特殊引火物等（ジエチルエーテルなど）沸点の低い物質は電気スパークで簡単に引火するので、必ず防爆冷蔵庫に保管する（家庭用冷蔵庫は冷蔵庫の内外で火花が散っている）。

なお、化学物質の危険有毒性・取扱い上の注意・緊急時の措置などの情報を物質ごとに記したものがSDS（safety data sheet）であるが、現在、（社）日本試薬協会のウェブサイト（<https://www.j-shiyaku.or.jp>）から試薬販売メーカーごとに検索することができ、pdf形式でダウンロードすることができる。

参考：化学物質に関するウェブサイト

化学物質データベース

<https://www.nies.go.jp/kisplus/>

国際化学物質安全性カード

<http://www.nihs.go.jp/ICSC/>

安全衛生情報センター

<https://www.jaish.gr.jp>



5-1-5 ドラフトチャンバーの正しい使用方法

化学物質等を使用するときは、多少にかかわらず、ドラフトチャンバー内で使用することが望ましい。特に有機溶剤や特定化学物質等を使用する場合は必須である。ドラフトチャンバー（以下、「ドラフト」）を正しく安全に使用するためには、幾つかの点に注意する必要がある。

1) 法令上の規制

労働安全衛生法、有機溶剤中毒予防規則（有機則）、特定化学物質による障害予防規則（特化則）等により、排風能力が定められている。

・有機則：ドラフトのフード開口面で制御風速が0.4m/s以上

・特化則：ドラフトのフード開口面で制御風速が0.5m/s以上

※制御風速とは、フードの開口面における最小風速のことである。

2) 使用前の確認

まず、ドラフトの前面に柵、ラック等の障害物があれば移動させておく。電源を入れ、ドラフトが正常に作動していることを確認する。異常音がしないか、空気が吸引されているかを確認する。感覚ではわかりづらいので、簡易的な風速計を常備しておくといよい。

3) 使用中の注意

フード内に頭を入れて使用してはならない。また、装置等を出し入れする場合を除き、全開で使用してはならない。全開では風速が弱くなるからである（流体力学の原理により、開口面積が大きいほど、風速は小さくなる）。必ず法令で定められた制御風速が得られる高さまで扉を下げて使用しなければならない。

また、フード内に装置等の障害物があると、空気の通り道が妨げられ、制御風速が小さくなる。その結果、障害物がない場合と比較して扉をさらに下げる必要が生じる。よって、装置等は必要最小限のものを置くように心がけること。さらに、配置を工夫し、できるだけ気流を妨げないことが重要である。

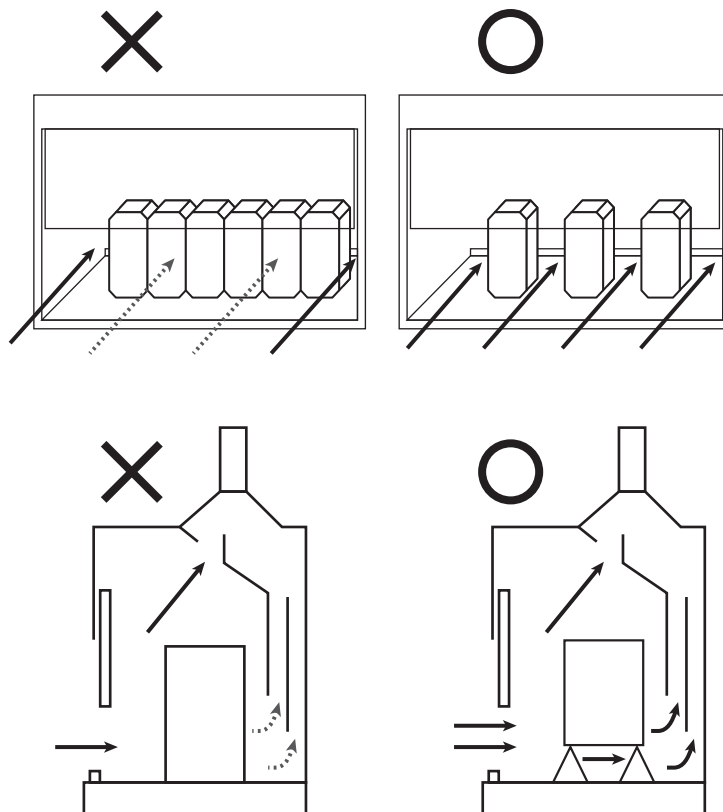
4) 使用後及び日常における注意

使用後は電源を切り、必ず扉を閉めておく。これには、ねずみ、昆虫類や異物の混入を避ける意味がある。なお、普段からフード内に実験に関係のない物品等を入れないう（物置代わりに使用しないよう）に心がけること。

5) その他

ドラフトは、屋上の排風機等も含め、年一回の定期自主検査の実施が労働安全衛生法等で義務付けられている（主に夏季休業期間に本学技術職員が対応）。点検作業の際は、検査の妨げにならぬよう、フード内に不要な物品を入れておかないよう協力をお願いしたい。

フード内の気流を妨げない装置等の置き方



5-2 粉じん

5-2-1 粉じん爆発

可燃物が粉体となると比表面積が増加して空気との接触が良くなる。それが空気中に分散浮遊して粉じんとなり、ある濃度範囲で着火源があると爆発する（表5-3「粉体の着火危険性」参照）。粉じん爆発は「粉じん濃度」「最小着火エネルギー」「限界酸素濃度」の3条件がすべてそろった瞬間に発生する。

粉 じ ん 濃 度：粉じん・空気混合物の爆発を発生させる粉じん濃度で、爆発下限濃度以上でないと爆発しない。一般に、20mg/L以下では粉じん爆発はない。

最小着火エネルギー：粉じん層に放電させて発火できる最小エネルギー。

限 界 酸 素 濃 度：粉じん・空気・不活性ガスの混合物での酸素濃度。一般的には、酸素が8%以下では爆発しない。

1) 爆発の恐れのある粉じん

アルミニウム、鉄粉、エポキシ樹脂、コーンスターチ、チタン、微粉炭、マグネシウム、その他の可燃性粉じん

2) 発火・爆発の恐れのある工程

石炭の粉砕、乾燥時と石炭粉の充填時。

木粉の除去時と集じん機などへの輸送時。

プラスチック、薬品、穀物、砂糖等の有機製品の粉砕、混合、機械的輸送時。

有機製品のスプレー乾燥時。

軽金属及びその合金の粉砕時。

金属粉の生産と加工時。

3) 化学的性質と組成

酸化反応によって生成する気体量や発熱量が非常に大きい場合、粉じん爆発の規模が増加し、さらに揮発成分が多く含まれているほど爆発し易い。

4) 粒度と粒度分布

平均粒子径が小さく、密度の小さいものほど比表面積は大きくなるので、より小さい粒子を含む粉じんの方が爆発性は高い。ただし、粒度が小さすぎると、粉じんの種類によってはお互いに引き合って分散が不良となって爆発性が低くなることもある。

（表5-4「粉体の粒径と最小着火エネルギーの関係」参照）

5) 粒子の表面

摩砕や粉砕等の工程で生成する粉じんは、粒子の表面が新鮮なために活性が高く危険性も大きい。

6) 浮遊性

一般に粒子が小さく、軽いものは空気中に散乱、浮遊しやすい。浮遊性の大きいものは、それだけ空気中に滞留する時間が長く危険性も増加する。

7) 水分

一般に粉じん中にある水分は粉じんの浮遊性を抑えたり、帯電性を減少させたり、水蒸気が不活性ガスとして爆発を抑制する効果があるが、アルミニウムやマグネシウム等は水と反応して水素を発生し、かえって危険性を増加する。

粉じん爆発防止対策

- ・粉じん濃度を下げる。
- ・限界酸素濃度を下げる。
- ・着火源をなくす：高温表面の断熱、機械的スパークの防止、静電気スパークの防止、化学反応の防止

【表5-3 粉体の着火危険性】

物質名	爆発下限界濃度 [g/m ³]	最小着火エネルギー [mJ]
アルミニウム	30	10
硫黄	35	15
石炭	40	30
エポキシ樹脂	20	9
合成ゴム	30	30
ポリエチレン	20	10
ポリプロピレン	20	25
小麦	40	40
砂糖	35	30
木材	20	20

【表5-4 粉体の粒径と最小着火エネルギーの関係】

粒径[μm]	最小着火エネルギー[mJ]
710~1680	>5000
355~709	250~500
180~354	50~250
105~179	<10
53~104	<10

5-2-2 粉じんの生理的危険性

不溶性あるいは難溶性の粉じんを吸収することによって起こる肺繊維症をじん肺という。じん肺になると、元の健康な状態に戻ることはないとされている。

自覚症状：せき、痰、呼吸困難、心悸亢進、胸痛、熱感、脱力感、寝汗等

合併症：肺結核、結核性胸膜炎、続発性気管支炎、続発性気管支拡張症、続発性気胸

起因物質：石英、アスベスト、珪藻土、カオリナイト、アルミニウム、アルミナ、珪酸、酸化鉄、硫化鉄、黒鉛、カーボンブラック、活性炭、石炭粉等

予防対策：密閉、局所排気装置の使用

屋内全体換気

呼吸保護具の適切な使用

5-3 高圧ガス

5-3-1 高圧ガスの種類

高圧ガス容器（ボンベ）は安全のため、高圧ガス保安法により取扱いが規制されている。主なガスボンベの色分けを危険性ととも表5-5にまとめて記載した。

【表5-5 ボンベの色分け及びガスの性状】

ガス名		色	毒性	可燃性	主な危険性
毒性ガス	アンモニア	白	有	有	毒性、窒息性
	塩素	黄	有		窒息性、腐食性
	一酸化炭素	灰色	有	有	毒性、燃焼性
	ホスゲン	灰色	有	無	毒性、窒息性
一般ガス	酸素	黒	無		反応性
	水素	赤	無	有	燃焼性、窒息性
	二酸化炭素	緑	無	無	窒息性
	アセチレン	褐色	無	有	燃焼性、窒息性
	アルゴン	灰色	無	無	窒息性
	窒素	灰色	無	無	窒息性
	メタン	灰色	無	有	燃焼性、窒息性
	L Pガス	灰色	無	有	燃焼性、窒息性
	エチレン	灰色	無	有	燃焼性、窒息性

5-3-2 高圧ガス容器（ボンベ）の取扱い

1) 運搬

- ・容器バルブ（元栓）が確実に閉まっていることを確認する。
- ・容器頭部にバルブ保護用キャップを必ずつける。

- ・必ずボンベ運搬用の手押し車を使用して移動すること。

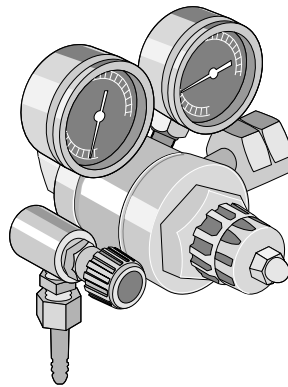
2) 設置

- ・直射日光をさけ、40℃以下の場所に直立固定する。
- ・転倒防止策として、ボンベは上下2箇所を固定する。
- ・水素や可燃性ガスボンベをスパークの起こりやすい場所に置かない。
- ・水素や可燃性ガスボンベのそばに、自然発火性または引火性の強い薬品を置かない。

3) 圧力調整器の取付け

- ・必ず使用するガス専用の圧力調整器を使用すること。二次圧力は通常、調整器のハンドルを右回しに締め込むことで上昇する。ボンベに接続する際は必ず圧力調整器のハンドルをゆるめて「全閉」の状態に接続すること。
- ・圧力調整器接続口は「右ねじ」と「左ねじ」がある。一般に不燃ガス容器は「右ねじ」、可燃ガス容器は「左ねじ」であるが、例外も多いのでよく確認すること（例えばアンモニア用は「右ねじ」、ヘリウム用は「左ねじ」となっている）。
- ・ボンベの元栓を開けるときは細心の注意を払う。圧力調整器の圧力計が破裂することがあるので調整器に顔を近づけないこと。
- ・ボンベの元栓がスピンドルタイプのバルブの場合（例えば塩素、アンモニア、アセチレン、酸素など）は専用の開閉器具を使用する。また、開閉器具は緊急時に対応できるように、使用中はボンベに取り付けたままにしておくことが望ましい。

圧力調整器



4) ガス漏れチェック

- ・ボンベと圧力調整器との接続部、配管接続部等からのガス漏れの有無は石けん水やガス漏れ検査スプレーを用いてチェックする。

5) 使用後の処置

- ・容器バルブ（元栓）を閉めて、圧力調整器を緩める。

6) ボンベの交換

- ・大気圧より少し高めの残圧を残した状態で使用を中止する。
- ・容器バルブ（元栓）を完全に閉め、圧力調整器内のガス圧をゼロにしてから取り外す。
- ・容器バルブ（元栓）保護用キャップは必ずつけること。

7) 保管・貯蔵

- ・充填容器及び残ガス容器にそれぞれ区別して指定された容器置き場に置く。
- ・容器置き場の付近においては、火気の使用を禁じ、引火性または発火性のものを置かないこと。
- ・充填容器は常に40℃以下に保つことが必要である。
- ・充填容器には、転倒等による衝撃及びバルブの損傷を防止する措置を講じ、粗暴な取扱いをしないこと。

8) その他

- ・スプレー缶にはL Pガスやエーテル類など可燃性ガスが多く使用されているので、直射日光下や火気の近くに置かないこと。

5-4 液化ガス

1) 液体状態

- ・接触すると極低温のため凍傷を起こす。
- ・一般に金属は低温になると脆くなる。特に鋼は低温に接触する部分に用いてはならない。
- ・液体水素と液体酸素、液体酸素と油脂類または炭化水素燃料などの組み合わせは、激しい爆発を引き起こす。

2) 気化状態

- ・液化ガスが気化すると常温、常圧で650～900倍の体積になるので、密閉容器中では圧力が上昇し、容器が破裂する危険性がある。必ず気化ガスの逃げ口をつくっておくこと。
- ・室内で多量に気化すると、酸欠を引き起こす危険性がある。大気中の酸素濃度が通常21%から12%に減少するだけで行動の自由を失い、生命に危険が及ぶことを認識すること。

3) 注意事項

- ・事故に備えて二人以上で取り扱う。
- ・液化ガスが直接接触しないように保護具を着用する。
- ・液体窒素や液体ヘリウムは不活性であるが、酸欠の危険性があるので、換気の良い部屋で使用し、大量に使用する場合は酸素濃度計を設ける。
- ・液化ガス容器は断熱真空容器となっており、衝撃に弱いので慎重に扱う。
- ・液化ガスを密閉容器に入れてはならない。
- ・ガラス製魔法瓶は割れやすいので、顔を容器の真上に近付けない。

5-5 微生物

微生物の及ぼす危害は、人・動物・植物に対する病害性と器具・試薬等の実験環境の汚染に大別される。通常使用される微生物は、病害性を持たないものが選ばれる。病害性を持つものは、特別な管理のもと特殊な設備で熟練した実験者が扱わなければならない。危険性があったり、安全性が十分に確認されていない生物（遺伝子組み換え体等）を扱う場合には、バイオハザードマークを取り扱っている場所や保管場所に貼り付けることが必要である。

バイオハザードマーク



1) 微生物の特色

- ・ 巨大集団としては見えても個々には肉眼では見えない（不可視性）。
- ・ 条件により一日で莫大に増える（増殖性）。
- ・ 様々な化学反応を引き起こすことができる（潜在力）。
- ・ 加熱処理や紫外線照射によって死滅し無害化できる（脆弱性）。

2) 安全対策

- ・ 基本的な無菌操作や滅菌処理を習得する。
- ・ 実験の前後に実験台はもちろん実験室全体を清掃する。
- ・ 実験中は風のない状態を保ち、人の出入りを避ける。
- ・ エアロゾルを発生させない。誤って汚染した場合には直ちに洗浄滅菌処理をする。
(70%アルコールやオスバン等)
- ・ 実験に使用した器具・試薬は使用後速やかに煮沸・オートクレーブなどの滅菌処理をする。
- ・ 菌株の保管場所・保管器具・保管量・責任者を明確にする。
- ・ 微生物実験室では一切の飲食を行わない。

5-6 ガラス

ガラスはもろくて割れ目は貝殻状となり、鋭利な刃物のように危険である。化学系の実験においてはガラス細工が日常的に行われるが、その際起こる大きな事故は可燃性の気体が残っている容器を不用意に加熱して引火し、爆発することで発生する。容器の内部を空気あるいは不活性ガスで完全に置換してから細工を始めなくてはならない。また、初心者は細工中にガラスを破損させることが多いので必ず安全メガネを着用すること。以下、ガラス製機器を使用する際の注意事項を列挙する。

- ・使用前によく点検し、**きずのある容器は絶対に使用しないこと。**
- ・ゴム栓、コルク栓へのガラス管、温度計を差し込む場合、折れて怪我をすることがある。手袋をはめ、ガラス器具に水などを付け、滑りやすくしてから差し込む。
- ・温度計をかき混ぜ棒代わりに使用しないこと。
- ・加熱容器として使用する場合は、丸底フラスコのように底の丸い器具を使用するのが安全である。三角フラスコ、ビーカー等は肉薄のため強度が低く、加熱用容器として使用するには注意を要する。また、可燃性の有機溶媒等を取り扱う場合には、口の広いビーカー等を使用してはならない。
- ・減圧に使用する容器は、底の丸い丸底フラスコ、ナスフラスコを使用する。
- ・三角フラスコ等平底ガラス容器は底が抜ける危険がある。
- ・洗浄の際は器具の形や大きさにあったブラシを使用する。また、洗浄液が入って重くなったガラス容器はちょっとした衝撃でも破損するので注意すること。
- ・洗浄後のガラス器具は、振って水をきらないこと。落としたり、物にぶつけるなどの事故のもととなる。
- ・汚れがひどいときは、薬液に数日つけておく。薬液は特別な場合以外は加温しないこと。

5-7 廃棄物

大学で発生する実験廃液や廃有機溶剤、コンクリート、土砂等は産業廃棄物であり、事業者責任で処理することが義務付けられている。一方、紙くずやプラスチック、空き缶、空きビン等は事業系一般廃棄物と呼ばれ、事業者責任で処理することが原則となっている。産業廃棄物、一般廃棄物のいずれも、分別収集の上、処理業者に処理を委託しているが、排出者の細かな分別が必須である。これら廃棄物や廃液の不適切な取扱いは、有害な廃棄物や廃液による人身事故等安全上の問題や、有害化学物質等による環境汚染を招くことになるので、十分な注意が必要である。

1) 廃棄物処理の基本的な考え方

- ① 第一に、有害物質及び環境汚染物質の排出は法律及び条例で定められた排出基準以下でなければならない。環境基本法によって国民の健康を保護し、生活環境を保全するために環境基準が設けられ、この基準を確保するため水質汚濁防止法によって排出基準が定められている。表5-6に示した物質を含む廃液は必ず排出基準以下になるように処理しなければならない。多量の水で希釈し規制値以下の濃度にして排出した場合には、一応、法的には許されるとしても、環境容量を考慮すれば決

して満足すべき処理法とはいえない。

- ② 実験室廃液は、実験者がその都度個別に処理することが望ましい。一般に実験室からの廃液は、量的には少ないが種類が多く、経時的に変化する場合もある。このような発生状況の特殊性を考えると、各部局、各実験室など廃棄物の発生原点で安全化処理の方策を考えることが特に大切である。廃棄物処理のためには少なからぬ手間や費用が必要である。無害化処理の対策を新たに考案しなければならない場合もある。いずれにせよ、実験計画の立案段階で、その実験によって発生することが予想される廃棄物の処理対策を検討し、そのために必要な時間や経費をあらかじめ計上しておくことが必要である。
- ③ 資源の有効利用を図り、有害物質や汚染物質を極力排出しないよう努めなければならない。多量に使用する有機溶媒は反復再使用し、廃溶媒などは焼却処理の助燃剤として、また廃酸、廃アルカリは中和剤として用い、クロム酸混液などの有害物質は無害な代替品を使用し、さらに薬品の購入は必要最小量にするなどして、極力処理に要する負担を軽減すると同時に、資源を有効に利用するよう心掛けるべきである。[参考 化学同人「実験を安全に行うために」]

【表 5-6 処理しなければならない廃液の最低濃度】

■有害物質

有害物質の種類		許容限度
カドミウム及びその化合物		0.03mg Cd/L
シアン化合物		1mg CN/L
有機燐化合物(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びEPNに限る。)		1mg/L
鉛及びその化合物		0.1mg Pb/L
六価クロム化合物		0.5mg Cr(VI)/L
砒素及びその化合物		0.1mg As/L
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物		0.005mg Hg/L
アルキル水銀化合物		検出されないこと。
ポリ塩化ビフェニル		0.003mg/L
トリクロロエチレン		0.1mg/L
テトラクロロエチレン		0.1mg/L
ジクロロメタン		0.2mg/L
四塩化炭素		0.02mg/L
1,2-ジクロロエタン		0.04mg/L
1,1-ジクロロエチレン		1mg/L
シス-1,2-ジクロロエチレン		0.4mg/L
1,1,1-トリクロロエタン		3mg/L
1,1,2-トリクロロエタン		0.06mg/L
1,3-ジクロロプロペン		0.02mg/L
チウラム		0.06mg/L
シマジン		0.03mg/L
チオベンカルブ		0.2mg/L
ベンゼン		0.1mg/L
セレン及びその化合物		0.1mg Se/L
ほう素及びその化合物	海域以外の公共用水域に排出されるもの:	10mg B/L
	海域に排出されるもの:	230mg B/L
ふっ素及びその化合物	海域以外の公共用水域に排出されるもの:	8mg F/L
	海域に排出されるもの:	15mg F/L
アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量:	100mg/L
1,4-ジオキサン		0.5mg/L

■その他の項目

項目		許容限度
水素イオン濃度(水素指数)(pH)	海域以外の公共用水域に排出されるもの：	5.8以上8.6以下
	海域に排出されるもの：	5.0以上9.0以下
生物化学的酸素要求量(BOD)		160mg/L (日間平均 120mg/L)
化学的酸素要求量(COD)		160mg/L (日間平均 120mg/L)
浮遊物質(SS)		200mg/L (日間平均 150mg/L)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量(鉱油類含有量)		5mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質含有量(動植物油脂類含有量)		30mg/L
フェノール類含有量		5mg/L
銅含有量		3mg/L
亜鉛含有量		2mg/L
溶解性鉄含有量		10mg/L
溶解性マンガン含有量		10mg/L
クロム含有量		2mg/L
大腸菌群数		日間平均 3000個/cm ³
窒素含有量		120mg/L (日間平均 60mg/L)
燐含有量		16mg/L (日間平均 8mg/L)

2) 有機廃液・固形物

有機溶媒などはできるだけ回収して再利用することが望ましい。回収再利用ができない有機廃液は適切な方法で一時的貯蔵後(表5-7「集約処理のための収集貯留区分」参照)、5)の「産業廃棄物の処分方法」に従って、できるだけ速やかに処理すること。有機廃液の貯蔵にあたっては、含水系廃液、非含水系廃液、含ハロゲン系廃液、及び重合性廃液に分類し、さらに重金属、過酸化物、ニトロ化合物(ジニトロ化以上)など、有害・危険な化合物を含む有機廃液は別途保管する。有機溶剤は絶対に排水口に流さないこと。

3) 無機廃液・固形物

無機廃液等については、むやみに混合することなく、表5-7に従って適切な処理をすること。重金属や有害物質を含むもの、酸・アルカリを排水口に流さないこと。実験で使用した器具の洗浄に用いた、3次洗浄水までは廃液用ポリタンクに捨てること。

【表5-7 集約処理のための収集貯留区分】

無機系廃液^注

貯留区分	成分	貯留上の注意	処理法
水銀系廃液	1 無機水銀 2 有機水銀	1 有機水銀系廃液は酸化分解して無機水銀に変えておく。 2 金属水銀、アマルガムは除く。	一般の処理施設では完全処理困難、個別に活性炭吸着法やキレート剤などで処理することが望ましい。
シアン系廃液	1 遊離シアン 2 シアン化合物 3 シアン錯化合物	1 酸性廃液はpH12以上にする。 2 難分解シアン錯体(黄血塩、Fe、Co、Niなど)は分解処理してシアン化物に変えるか、難溶性沈澱として除去しておく。 3 有機シアン化合物は除く。	NaOClなどで酸化分解したのち、一般重金属廃液として処理。

6価クロム系廃液	1 Cr (VI) 化合物 2 重クロム酸混液	1 H ₂ SO ₄ を加えpH3 以下にしておく 2 重クロム酸混液は10倍 以上に希釈しておく。	NaHSO ₃ などで還元、 Cr (III) としたのち、一 般重金属廃液として処理
一般重金属系廃液	1 有害物質 (Cd、Pb、 Asなどの化合物) 2 汚染物質 (Cu、Zn、 Fe、Mn、Cr (III) な どの化合物) 3 その他の重金属化合 物	1 Be及びその化合物は除 く。 2 放射性元素は除く。 3 フッ化ホウ素は除く。 4 有機金属化合物は無機 化しておく。 5 貯留中沈殿物ができな いようにする。	1 アルカリで水酸化物に し、凝集沈澱剤を用い 共沈させる (水酸化物 共沈法)。 2 FeSO ₄ などを加えフェ ライト化して磁気分離 する (フェライト法)。 6 価クロム系廃液も同 時に行う。
酸類廃液	鉍酸溶液 (5%以上)	5%以下の鉍酸は中和後 排出。	1 酸液とアルカリ液を混 合中和したのち、希釈 して排出。
アルカリ類廃液	アルカリ溶液 (5%以上)	5%以下のアルカリ液は 中和後排出。	2 アルカリ液は処理施設 において使用すること もある。

注 貯留区分は上位のものを優先する。

有機系廃液

貯留区分		成分	貯留上の注意	処理法
可燃性廃液	有機溶媒廃液	炭化水素系溶媒	ヘキサン、ベンゼン、 ガソリン、灯油など	1 噴霧焼却し、廃ガスを アルカリ洗浄する。 2 燃焼の難易によって燃 焼室への添加量を加減 する。酸、アルカリ、 金属を含むときは装置 の破損が大きい。 3 特に含ハロゲン系溶剤 は不完全燃焼のまま大 気中に放出されないよ う注意が肝要。
		含酸素系溶媒	アルコール、エーテル、 ケトン、エステルなど	
		含窒素系溶媒	ピリジン、アミド、ニ トリルなど	
		含硫黄系溶媒	スルフィド、スルホキ シドなど	
	機械油類	軽油、潤滑油、工作油、 焼入油、ワセリンなど	溶剤廃液で粘度を下げ ておく。	
	動植物油類	大豆油、アマニ油、魚 油など		
難燃性廃液	含ハロゲン系溶剤	四塩化炭素、クロロホ ルム、トリクレンなど	含ハロゲン化合物とし て5 vol %以下にしてお く。ただし、PCB などの有害物質は除く。	
	含水廃溶媒	水溶性溶媒、エマル ジョンなど		
含金属系廃液	有機含金属廃液	キレート剤、有機酸の 塩類など	1 分解処理して、CO Dを下げ、金属を無 機化しておく。 2 少量のときは天日乾 燥して固形廃棄物と してもよい。	1 廃液は重金属廃液とし て処理する。 2 定着液は業者委託して もよい。
	写真関係廃液	現像液、定着液		

「新版実験を安全に行うために」化学同人 p32～33参照

4) 容器の廃棄

試薬の空きビンや空き缶などの実験廃棄物は、内容物を除去した後、水あるいはアセトン等で十分に洗浄し、乾燥させた後、産業廃棄物として廃棄する。なお、容器のふたは取り外して廃棄すること。

たとえビンに残っている内容物が無害な物質だとしても絶対ごみ箱には捨てないこと。

5) 産業廃棄物の処分方法

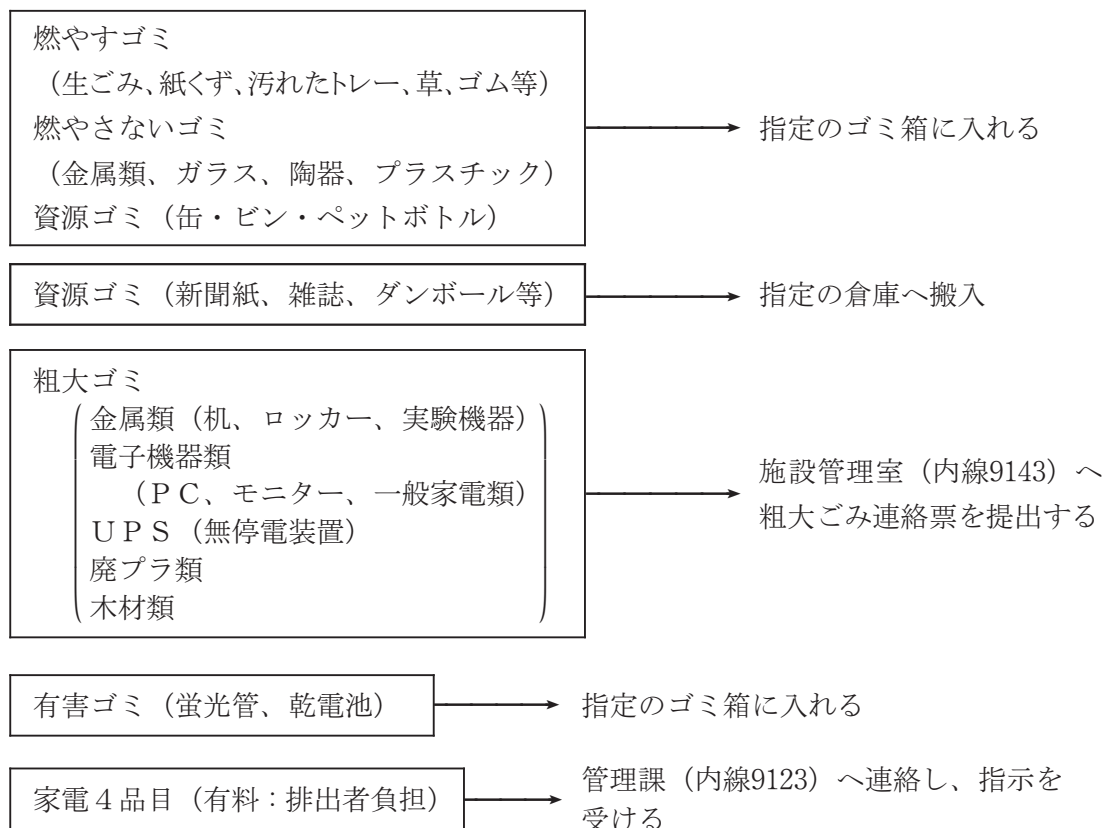
実験系廃棄物（固体・液体）は容器に内容物の名称と重量を明記して、漏れないよう厳重保管して施設管理室（内線9142）に連絡し、その指示に従う。施設管理室で取り扱えない場合は、専門業者に引き取りを依頼することとなるので、管理課（内線9123）に連絡し、その指示に従うこと。

図5-1に一般廃棄物と産業廃棄物の種類別の対処方法を記したので参考とすること。

【図5-1 廃棄の手続き】

一般廃棄物

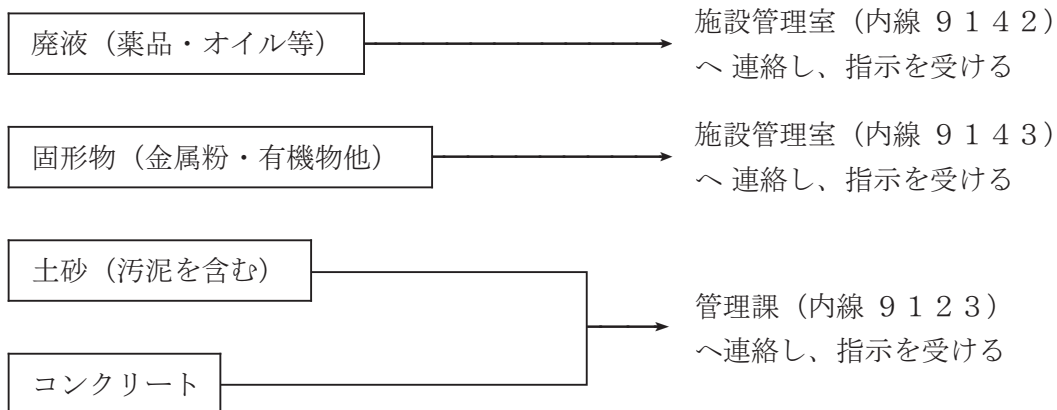
一般廃棄物は次のとおり分別して排出すること。



※4品目：冷蔵庫・冷凍庫、エアコン類、洗濯機・衣類乾燥機、テレビ
家電リサイクル法により、適切に処分することが定められており、リサイクル料金が発生します。対象品目を廃棄する際は、製造メーカーや、品番を確認し、搬出方法の指示を受けてください。

産業廃棄物

産業廃棄物の排出：いずれの廃棄物も分別し飛散、漏れのない容器に入れて排出すること。



第6章 高温・高エネルギー

第6章 高温・高エネルギー

6-1 騒音

騒音とは望ましくない不快な音のことで、一定レベル以上の騒音を聞いていると難聴が生ずる。騒音による聴力障害には、急性のものと慢性のものがある。聴力が受ける障害は音の大きさのほかに音の高さによっても違い、普通、90dB(A)で目の前の人と話ができず、130dB(A)程度で耳の疼痛感を感じるようになる。

等価騒音レベル85dB(A)以上の騒音に長時間暴露され、聴覚の疲労が回復しないうちに長期間暴露を繰り返すと慢性の聴力障害を起こす。聴力障害は4000Hzの音の聴力低下から始まるが、これは普通の会話の音域よりも高いために初期には聴力障害に気付かないことが多く、注意が必要である。一度、難聴が発生してしまったら投薬を行っても、騒音環境を離れても聴力は回復しにくい。

グラインダー作業、エンジン、プラズマ発生機、混練機などは著しい騒音を発する。これらの機器の取扱いにあたっては聴覚を騒音の暴露から保護し、聴力障害の発生を防止するために防音保護具を着用する。保護具には耳栓、耳覆い（イヤーマフ）があるが、どちらを選ぶかは作業の性質や騒音の性状で決まり、非常に強烈な騒音に対しては両者の併用も有効である。

6-2 振動

かつて人力に頼っていた多くの作業が、効率的な新しい機械・工具の開発で長時間の作業量を短時間でこなせるようになった。しかし、ドリル、ジグソー、ドライバー、グラインダー、インパクトレンチなどの振動を伴う電動・エア駆動の手持ち作業工具は、これらによる振動障害が懸念されている。振動障害としては手腕系の血行障害や神経麻痺などの現象が現れる白ろう病などは有名である。電動・エア駆動手持ち作業工具の取扱いに関する一般的注意事項を以下に示す。

- ① ハンドル等以外の部分は持たないこと。なお、ハンドル等は軽く握り、かつ、強く押さないこと。
- ② 下向きのさく孔、掘さく等を行うときは、軽くひじを曲げ、できるだけ力を抜いて工具を保持するようにすること。
- ③ ハンドル等を強く握る作業方法、手首に強く力を入れる作業方法、腕を強く曲げて工具の重量を支える作業方法等の筋の緊張を持続するような作業の方法は避けること。
- ④ 肩、腹、腰等手以外の部分で工具を押すなどして振動が直接身体に伝わる作業方法は避けること。
- ⑤ 1日における振動業務の作業時間は2時間以内とすること。
- ⑥ 振動業務の一連続作業時間はおおむね30分以内とし、一連続作業の後5分以上の休止時間を設けること。なお、作業の性質上、ハンドル等を強く握る場合または工具を強く押える場合には、一連続作業時間を短縮し、かつ、休止時間の延長を図ること。
- ⑦ 作業にあたっては防振手袋の着用を勧める。

6-3 有害光線

6-3-1 赤外線・紫外線

赤外線は、生体に照射されると組織の深部まで透過し、吸収されて熱になり、その部分を暖めるので熱線とも言う。灼熱しているものから放射され、皮膚への局所的暴露が著しい場合は熱性紅斑と呼ばれる皮膚異常を起し、目では白内障が問題になる。

紫外線は非常に刺激が強いので、強いものに照射されると照射された場所や全身の障害をきたす。長期間の紫外線暴露は皮膚ガンの原因ともなり、また、目に対する有害性も大きい。

ガスバーナーを使った金属加工、ガラス加工、プラズマ発生機、アーク溶接・切断、紫外線蛍光灯、水銀ランプからの光を直視するのは大変危険である。これらの機器からは大量の赤外線、紫外線が放射しており、皮膚を露出しない、適切な保護眼鏡を使用するなどの注意が必要である。

6-3-2 レーザ

レーザー光は、通常の光とは異なり容易に一点に集中できる。そのため、眼に入った場合には網膜に損傷を与え、場合によっては失明する恐れがある。また波長の範囲も紫外光から可視光・赤外光にわたり、大出力の眼に見えない光を出すものも多い。レーザーは光線の強度と目の障害の危険性の程度に応じて、機器はクラス1（影響のないもの）からクラス4（極めて危険性の高いもの）までに分類されている（表6-1）。使用する機器がどのクラスに属するかあらかじめ確認の上装置の正しい操作をする必要がある。以下に、一般的な注意事項を示す。

- ① レーザ光を決して直視しないこと。また、散乱光も極力見ないように心掛ける。
- ② 赤外や紫外のレーザーで実験を行う場合は、思わぬ所から反射する光に気付かないことがあるので、安全保護のためにそのレーザー波長に適合した保護眼鏡を着用する。
- ③ 大出力のレーザーを使用する場合には、散乱光も極めて危険であるので、そのレーザー波長に適合した保護眼鏡を必ず着用する。
- ④ パルスレーザーは瞬時パワーが大きいので、特に注意が必要である。
- ⑤ レーザ光散乱を防ぐため、使用器具や部屋の壁などは無反射の黒色とすることが望ましい。
- ⑥ レーザの励起光源も直視しないこと。
- ⑦ クラス3B、クラス4のレーザー機器に関しては、他の区域と区画し、警告表示や、使用中の警報表示等を行うこと。
- ⑧ 駆動用の高圧電源による感電にも注意すること。

レーザー標識



【表 6-1 レーザの分類】

クラス	危険評価の概要
クラス 1	設計上本質的に安全である。
クラス 1 M	低出力 (302.5~4,000nmの波長)。 ビーム内観察状態も含め、一定条件の下では安全である。 ビーム内で光学的手段を用いて観察すると、危険となる場合がある。
クラス 2	可視光で低出力 (400~700nmの波長)。 直接ビーム内観察状態も含め、通常目の嫌悪反応によって目の保護がなされる。
クラス 2 M	可視光で低出力 (400~700nmの波長)。 通常目の嫌悪反応によって目の保護がなされる。ビーム内で光学的手段を用いて観察すると、危険となる場合がある。
クラス 3 R	可視光ではクラス 2 の 5 倍以下 (400~700nmの波長)、可視光以外ではクラス 1 の 5 倍以下 (302.5nm以上の波長) の出力。 直接ビーム内観察状態では、危険となる場合がある。
クラス 3 B	0.5W以下の出力。直接ビーム内観察すると危険である。 ただし拡散反射による焦点を結ばないパルスレーザー放射の観察は危険ではなく、ある条件下では安全に観察できる。
クラス 4	高出力。危険な拡散反射を生じる可能性がある。 これらは皮膚障害をもたらし、また、火災を発生させる危険がある。

6-3-3 マイクロ波

赤外線よりさらに波長の長い1mm~1mの電磁波をいう。通信機器、熱接着加工、マイクロ波発生装置、高周波炉、電子レンジなどで被曝のおそれがあり、赤外線よりもさらに体内の深層に到達するので、これらの機器の取扱いには注意を要する。



6-3-4 X線

人体がX線の照射を受けた場合（被曝という）、急性（皮膚障害など）、晩発性（発ガンなど）、遺伝障害が生ずる。X線は五感に感じないため、自分では気づかぬうちに被曝する可能性が高く、X線を利用して実験、分析等を行う者は、十分な注意と安全の確保を行い、被曝を最小限にするための義務と責任が課せられている。

本学に設置されているX線発生装置のほとんどは、X線回折装置、蛍光X線分析装置など試料にX線を照射することによって分析を行う装置である。そのためX線の光路上に試料を置かなければならないが、様々な安全装置によって試料交換中はシャッターを閉じるなどしてX線が出ないようにしたり、X線発生中は試料の交換ができないようにしている。しかし、装置を正しく使わないと安全装置が働かなかったりして被曝することがある。

X線や放射線被曝事故に限らず、手間を惜しんで作業を簡略化した結果、重大な事故につながった例が多い。万一安全装置が働いた場合には、もう一度作業手順や装置の操作方法を見直して安全装置が働いた原因を突き止め、再び安全装置を作動させることがないよう細心の注意を払って作業を再開しなければならない。

なお、共用設備センターのX線分析装置を初めて使用するものは、年度当初に開催される「エックス線障害予防のための教育及び訓練」を受講しなければならない。

X線回折装置



6-4 高電圧・強磁場

高電圧・大電流機器の危険性は、言うまでもなく感電である。感電とは身体の一部を電流が流れることで、最も直接的な電気災害であり、しばしば死をもたらす。感電は配電線や電気機器の通電部、帯電部への接触、接近によって、人体を通して大地または線間に電流が流れることによって起こる。感電の人体に及ぼす影響は電流の流れる部位、電流の大きさ、被害者の体質、年齢、性別、体調などによって異なるが、比較的低い電圧においても予想以上の影響を受けることがあるので注意が必要である。

各研究室、共同利用実験室等には工作用機器、学生実験装置、研究用設備、分析用設備として手作りに近いものから商品として完成の域に達した高価な装置に至るまで、種々の高電圧・大電流・強磁場機器が設置されている。これらの装置の安全性は露出部の有無及び安全装置の有無などによって千差万別である。一旦取扱いを誤ると致命的な危害を被るので、慎重かつ注意深い取扱いが要求される。

- ① 高電圧や大電流の帯電部、通電部に接近や接触しないように絶縁物で遮蔽すること。また、MRI等の強磁場装置では危険区域を指定し安全距離以内に立ち入らないような対策を行う。
- ② 電気機器にはアースを必ず接続すること。
- ③ 帯電部、通電部に直接触れる場合は、ゴム靴、ゴム手袋などの防護具を着用すること。コンデンサーなどは、電源を切っても帯電している場合があるので注意が必要である。
- ④ 高電圧、大電流を伴う機器の使用は単独では行わず、二人以上で行うこと。
- ⑤ プラズマ装置、レーザ装置、X線装置など、装置内部に高電圧を発生している装置は多い。装置故障点検等で不用意な取扱いはしないこと。
- ⑥ 高電界内における人体への影響については不明な点が多い。高電界に近づくことはできるだけ避けた方がよい。

6-5 高温・低温

1) 高温

溶接・溶断・ろう付けでのプラズマ、アーク、ガスの使用、材料の熱処理、炉前作業、ガラス加工など高温環境下で作業を行うに際しては、皮手袋、耐熱手袋を着用しなければ火傷の恐れがある。特に、溶接・溶断では高温のスパッタ、飛散溶融金属などにより火傷の危険性は増す。溶融金属、溶融塩など高温流体を取り扱う場合には靴などにも留意する。むやみに材料に触れないこと。火傷を生じるほどの高温でも熱く見えないことが少なくないので、一層の注意が必要である。

高温を取り扱う実験を行う際には実験の性質に最も適した消火設備（例えば粉末、泡、炭酸ガス消火器など）を備えておく。なお、高温実験には水は禁物である。高温物体に水が混入すると、水は急激に気化していわゆる水蒸気爆発を起こす。高温の物体は水中に落下すると同じように爆発的に多量の水蒸気が発生し、周囲に飛散して思わぬ災害が生じることがある。

2) 低温

共同利用施設及び研究室によっては大型の低温室が設置されている。低温室の使用にあたっては単独では行わず、二人以上で連絡を取り合って使用する。扉の開閉に異常がないことを必ずチェックし、万が一にも中に閉じこめられないことがないように十分注意すること。また、使用前に警報機の位置を確認しておくこと。ガス濃度計・探知器等が設置されている場合は、使用前のチェックを忘れないこと。室内は気密性が高いので、有毒性ガスや酸素欠乏を発生する薬品類を持ち込んで서는ならない。低温室では防寒具を着用し、素手で物に触らないよう注意する。低温室から出た後も、体が気温に慣れるまでは防寒具を脱がないこと。低温環境下では、通常より感覚が鈍り、判断力も低下することや、防寒具の着用が行動を不自由にすることに留意して作業すること。長時間にわたり低温室内に留まらないようにし、1回の連続作業は2時間以内を目処にすること。

学内には、液体窒素の大型貯蔵タンクが2基設置されており（うち1基から全学供給）、そこから小型容器に分けて使用している。タンクや小型容器は、圧力上昇による容器の破裂を避けるために、気化した窒素ガスを少しづつ逃がす構造になっている。従って、タンクや小型容器からは、常に窒素ガスが漏洩していることに注意すること。学生実験等で液体窒素を使用する場合には、実験容器からガスが漏洩できることを事前に確認すること。

液体窒素は、素手で触れると（低温）やけどをするばかりでなく、気化したガスが密閉空間に満たされると酸素欠乏状態を発生させるので、取扱いには特殊手袋の着用や換気への配慮等が必要である。特に、タンクから小型容器への汲出は突沸を伴い危険なので、学生の作業を禁じている。真空断熱された小型容器は、衝撃に弱く壊れ易いため、取り扱いには注意すること。

他の階に液体窒素を運搬するために、エレベーターを利用せざるを得ない場合がある。エレベーター室内は狭いため、地震、停電、故障などにより、閉じ込められた場合に漏洩した窒素ガスにより窒息の危険性がある。エレベーター利用の際には容器のみを搬入し、運搬者は同乗しない。エレベーターへの搬入者、目的階での搬出者など、二名以上で行動すること。また、途中階で人が乗って来ないように、液体窒素の運搬中であることがわかるよう表示すること。



液体窒素の大型貯蔵タンク
3号館



同乗禁止の表示（例）

6-6 情報機器作業

ハードウェア及びソフトウェア双方の技術革新により、職場におけるIT化はますます進行している。これに伴い、ディスプレイ、キーボード等により構成されるVDT機器のみならずタブレット、スマートフォン等の携帯用情報機器を含めた情報機器が急速に普及し、これらを使用して情報機器作業を行う労働者の作業形態はより多様化している。

具体的には、

- ① 情報機器作業従事者の増大
- ② 高齢労働者も含めた幅広い年齢層での情報機器作業の拡大
- ③ 携帯情報端末の多様化と機能の向上
- ④ タッチパネルの普及等、入力機器の多様化
- ⑤ 装着型端末（ウェアラブルデバイス）の普及

等の変化が起こっている。

情報機器作業の健康影響が作業時間と拘束性に強く依存することを踏まえ、作業管理の対策を優先的に行うこと。作業管理とは、労働者の健康に配慮して、労働者の従事する作業を適切に管理することである。

- ・ 作業時間について、情報機器作業を過度に長時間にわたり行うことのないよう注意すること。一連続作業時間が1時間を超えないようにし、次の連続作業までの間に10分～15分の作業休止時間を設け、かつ、一連続作業時間内において1回～2回程度の小休止を設けるようにすること。
- ・ 作業姿勢について、座位のほか、時折立位を交えて作業することが望ましい。座位においては、椅子に深く腰をかけて背もたれに背を十分にあて、履き物の足裏全体が床に接した姿勢を基本とすること。
- ・ ディスプレイについて、おおむね40cm以上の視距離が確保できるようにすること。ディスプレイの画面の上端が眼の高さとほぼ同じか、やや下になる高さにすることが望ましい。ディスプレイに表示する文字の大きさは、小さすぎないように配慮し、文字高さがおおむね3mm以上とするのが望ましい。

「情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドライン」（基発1201第7号）に様々な対策が掲げられている。実際の作業を行う労働者の個々の作業内容、使用する情報機器、作業場所等に応じて必要な対策を拾い出し進めること。



第7章 大型機械・装置

第7章 大型機械・装置

各研究室、共同利用施設においては、多くの機械が教育・研究のために備えられている。これらの機械の使用に際しては、正しい使用方法を熟知していることは当然のことながら、使用中に起こりえる事故を防ぐための知識が必要とされる。個々の機械・装置の使用に際しては、使用説明書を良く読み、事故防止のための注意事項を守ることが必要である。特に、大型、高速、高出力化された機械は使用に際し危険度が高いので細心の注意が要求される。

7-1 工作機械の取扱い

7-1-1 切断機

1) 丸のこ盤、帯のこ盤、糸のこ盤

これらの機器は切断機としては研究室等で最も頻繁に用いられているが、事故防止のために以下の注意が必要である。

- ・この刃先が露出することなく、また切断された材料小片の飛来を避けうる防護カバーあるいは防護ガイドを取り付けること。
- ・機械の設置場所はできるだけ加工する材料が壁や他の機器に触れないように、十分な空間的余裕を持たせ、室内の通路など、人が頻繁に通る場所近く、あるいは狭い場所に置かないこと。
- ・しっかりと台に固定し、振動で機械が動かないようにすること。

2) 高速切断機、精密切断機

丸型砥石の高速回転による切断機は、砥石が割れて飛び散る危険があり、使用に際しては次のような注意が必要である。

- ・砥石を使用する前に、割れ、傷などが無いことを確認する。
- ・切断作業に入る前に一度空転させ、砥石の横揺れ、偏心の有無、冷却水のかかり具合を確認すること。
- ・切断する材料は切断作業中に動かないようにしっかりと固定し、作業中は安全カバーを付けること。

3) シャーリングマシン

本学ではものづくりセンターに設置されているが、学生単独では使用してはならない。必ず担当教職員立ち会いのもとで使用すること。

この機械では手指をなくす事故が最も多く、取扱いには細心の注意が必要である。一般的注意事項を下記に示す。



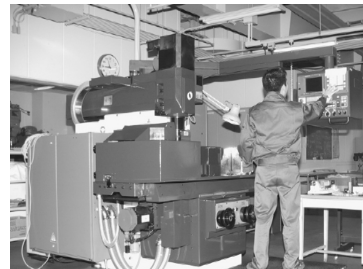
シャーリングマシン
担当教職員立ち会いのもとで使用する

- ・共同作業をする場合は、必ず合図をしてから切断すること。
- ・切断作業は十分に回転数が上がり、フライホイールに力がついてからにする。
- ・切断の際には必ず工作物押さえより手前に手を引いてから足踏みスイッチを踏む。

7-1-2 回転工作機械（旋盤、フライス盤、ボール盤、研削盤、グラインダー等）

工作機械は、刃物あるいは加工物を高速回転させたり、移動させることによって切削加工を行う。工作機械作業は、安全な服装と正しい操作方法で行う限り危険なものではない。ものづくりセンターでは旋盤、フライス盤などの大型工作機械、各研究室においては卓上ボール盤や電動工具類などの工作機械が設置されているが、操作が簡単な工作機械ほど事故が起きやすい。事故を防ぐために以下の点に注意して作業を行う。

- ・ものづくりセンターに設置されている大型工作機械は、学生単独では使用してはならない。必ず担当教職員立ち会いのもとで使用する。
- ・刃物や工作物の取り付け、取り外しは工作機械が停止しているときに行う。
- ・刃物や工作物はしっかりと取り付ける。卓上ボール盤の作業においては加工物が回される危険があるのでバイスやクランプを使用して固定する。
- ・急激に刃物や工作物を押しつけない。
- ・回転（駆動）体に手を出さない。回転体あるいはしゅう動部分に手を出せば、単なる負傷に止まらず、切断、骨折さらには機械に巻き込まれて重大な事態を引き起こす可能性があるため、危険性の高い**回転（駆動）体には絶対に手を出さないこと。**
- ・工作機械が動いているときは、切り屑には絶対に触らない。
- ・切削加工では切り屑が飛散するため、必ず保護眼鏡、保護面を着用する。
- ・研削盤、グラインダー作業は粉じんを伴うので必ず防じんマスクを着用する。
- ・巻き込みを防止するため、軍手などの手袋は使用しない。



CNCフライス盤



普通旋盤



ボール盤

7-1-3 溶接・ガス切断

アーク溶接、ガス溶接・切断は資格が必要な作業である。有資格者以外の使用は禁ずる。有資格者といえども下記に示す注意が必要である。

- ・作業によっては、強烈な紫外線、熱、騒音、粉じんを伴うものがあり、作業に応じた適切な保護具を着用する。
- ・作業中は換気装置、集じん機などで必ず換気を行う。
- ・酸素容器、圧力調整器、吹管、ノズルは、油、グリースなどの付着した手・手袋で操作してはいけない。
- ・可燃性、引火性、発火性、爆発性の危険物は付近に置かないこと。

7-2 大型実験装置の取扱い

7-2-1 高圧装置

高圧装置が破壊すると、高速で飛散する破片・急激に放出されるガスの衝撃波によって人及び設備に大きな損傷を与えるとともに、使用ガスや周辺に存在する薬品などによる爆発や火災といった、大きな二次災害を伴う場合が多い。そのため実験に安全な場所を確保している場合でも、事故が発生した場合に被害を最小限に食い止めるための十分な配慮が必要である。

実験室の高圧実験で最も広く用いられているのにオートクレーブがある。危険度が高いため操作をする時には安全が配慮された指定の場所で行う。本体に刻印されている耐圧試験圧力、常用圧力、最高使用温度を確認し、その範囲内で使用する。通常、ゲージの表示圧力の2/3以下、加圧容器の耐圧の1/2以下の圧力で使用することが望ましい。また、容器の内容積の1/3以上の原料を仕込んではいけない。フランジ式のふたを閉める時は、ボルトは対角線上にあるものを一対として数回にわけて順次、一様に締めるようにする。ゲージが破損するときはガラスカバーも破壊する場合が多いので、ゲージの正面には位置しないこと。

7-2-2 高周波スパッタリング装置

スパッタリング装置は低電流ではあるが高電圧のマイクロ波発生装置、プラズマ発生用コイル、水冷ユニットなどが組み込まれている。このため電流漏れによる感電の危険性がある。また、観察用窓からは高周波電磁波が洩れているので観察時以外は閉じておくことが望ましい。

オートクレーブ



7-2-3 超伝導NMR

超伝導NMRは高い磁場と電磁波を発生している。測定室内では心臓ペースメーカーの動作に障害を発生し、ペースメーカーの使用者は深刻な損傷を受けたり、最悪の場合は死亡することもある。入室前に必ず安全性について指導者に相談し、その指示に従うこと。

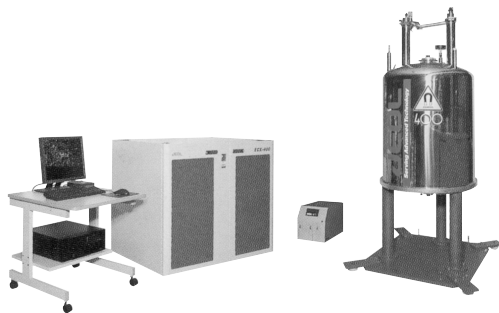
鉄製工具・器具・クリップ・ピンなどは持ち込まないようにする。

クエンチングが発生した場合、酸欠による事故の危険性があるのでただちに避難する。

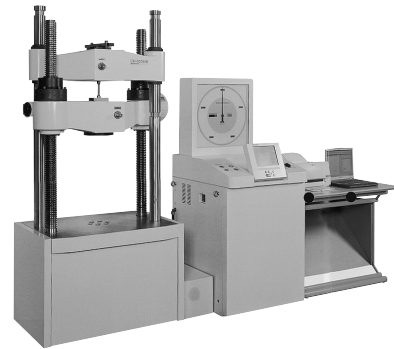


NMR使用風景
16号館(共用設備センター)

NMR



万能試験機



7-2-4 载荷試験機

大型の試験機の取扱いには次のような注意が必要である。

- ・ 载荷試験を行う時には、供試体に適した载荷器具を用いること。
- ・ 载荷試験機は、非常に大きな力（万能試験機では、1 MN）が作用するので、試験機を操作する人は、試験機の周りの安全を確保してから载荷すること。
- ・ 载荷荷重を増加している時には、試験機の周りに近付かないこと。
- ・ 試験機及び载荷器具の特徴を良く把握しておき、载荷の際に、試験機及び载荷器具のどこに、どのような力が作用するかを把握し、危険を予測すること。
- ・ 供試体への载荷は、慎重に行うこと。例えば、50 k Nという荷重は、非常に大きな力であり、これにより事故が生じた場合には、人力では防ぎようがないということを認識すること。
- ・ 载荷目盛り盤を常に監視し、荷重が急激に変化しないように注意すること。

7-2-5 高電圧機器

高電圧機器を取り扱う上で注意すべきことは、感電と蓄積エネルギーが大きいことによる測定器類の破損である。安全確保の要点は、接地、絶縁及び隔離距離である。

高電圧コンデンサでは、両端子間を一度短絡して放電させても、その後開放にしておくと再び電荷がたまり、高電圧になることがある。接地棒で短絡して作業を行い、実験休止中も短絡しておくことより安全である。高電圧機器に近づく時は必ず接地した後に近づくこと。接地端子は実験開始前に点検して接地の不備に気をつける。

高電位部は絶縁物でおおって、不注意な接触が万が一にも起こらないようにする。

高電界による絶縁破壊や放電の発生、静電・電磁誘導の影響を避けるため、更に実験中の転倒等の最悪の状況を考えて、安全隔離距離をとること。高電圧実験は、安全確保及び万一の事故時の応急措置のため、必ず複数人で行うこと。

付 録

付 録

学生教育研究災害傷害保険の加入について

この保険制度は、大学に学ぶ学生の被る種々の教育研究活動中の災害に対する被害救済のためのものである。本学でも、学生諸君に安心して教育研究活動ができるよう加入をすすめており、学生諸君はこの保険制度の趣旨を理解し、全員が加入することを希望する。

学生教育研究災害傷害保険のしおりと払込用紙は、学生支援課にあるので、希望者は申出ること。

代表的な安全関係法令等

- (1) 消防法（昭和23年7月24日法律第186号）
- (2) 高圧ガス保安法（昭和26年6月7日法律第204号）
- (3) 労働安全衛生法（昭和47年6月8日法律第57号）

労働安全衛生法において化学物質について規定されている各分類の記載箇所及び品名リストを以下に示す。

化学物質に関する記載箇所および品名参照箇所

区 分	記 載	品名など
危険物		施行令別表第1
製造等が禁止される有害物等	法第55条	施行令第16条
製造の許可を受けるべき有害物	法第56条	施行令第17条 施行令別表第3第1号
名称等を表示すべき有害物	法第57条	施行令第18条
特定化学物質等	特定化学物質等障害予防規則	施行令別表第3
有機溶剤	有機溶剤中毒予防規則	施行令別表第6の2

- (4) 火薬類取締法（昭和25年5月4日法律第149号）
- (5) 毒物及び劇物取締法（昭和25年12月28日法律第303号）

本マニュアルに記載した各法令などは、「e-Gov法令検索」というウェブサイトですべてを見ることができると。

e-Gov法令検索 (URL <https://elaws.e-gov.go.jp>)

The screenshot shows the e-Gov法令検索 website interface. At the top, there is a search bar with the URL <https://elaws.e-gov.go.jp> and a search button. Below the search bar, there are several filter options: 法令名のみ, 全文, 憲法, 法律, 政令, 勅令, 府省令, 規則, 金選訳, 金解群, and 詳細検索. The main content area is titled 'お知らせ' (Notice) and contains several notices with dates and descriptions. At the bottom, there are three columns of links for '登録法令情報', '法令データの取得', and '他の法令情報を参照する'.

北見工業大学の安全管理に関する規程

1. 北海道国立大学機構職員安全衛生管理規程 (令和4年4月1日機構規程第51号)
2. 北海道国立大学機構安全衛生委員会規程 (令和4年4月1日機構規程第23号)
3. 北見工業大学施設環境委員会規程 (平成16年4月1日北工大達第95号)
4. 北海道国立大学機構電気工作物保安規程 (令和4年4月1日機構規程第105号)
5. 北見工業大学エックス線障害予防規程 (平成16年4月1日北工大達第122号)
6. 北見工業大学防火・防災管理規則 (平成16年4月1日北工大達第124号)
7. 北見工業大学毒物及び劇物管理要領 (平成16年4月1日北工大達第152号)
8. 北見工業大学放射線障害予防規程 (平成16年4月1日北工大達第169号)
9. 北見工業大学工学部核燃料物質計量管理規程 (平成16年8月31日北工大達第169号)
10. 北見工業大学環境安全センター規程 (平成19年3月14日北工大達第32号)
11. 北見工業大学化学物質管理規程 (平成22年5月31日北工大達第13号)

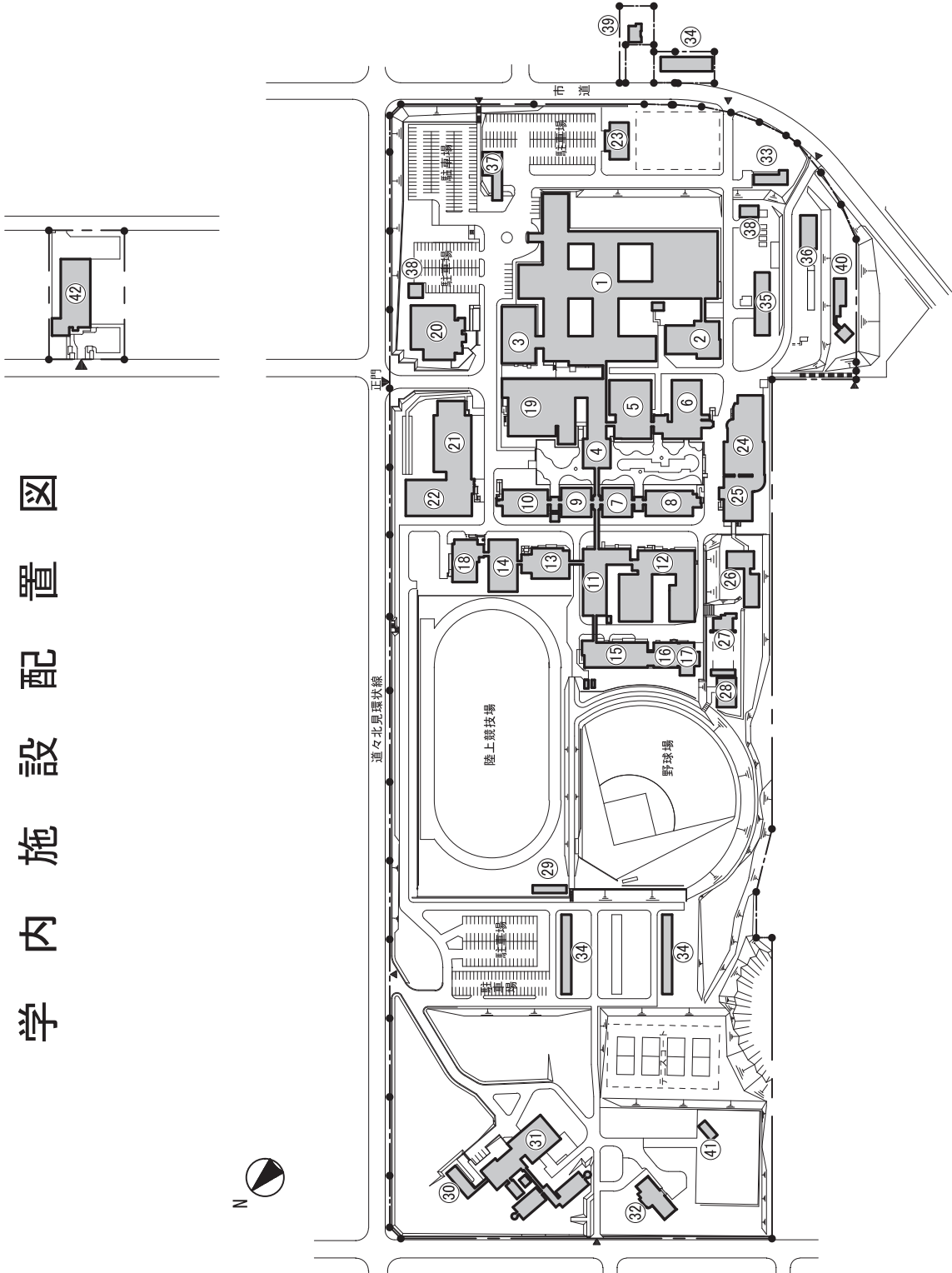
※ これらの規程等は、以下のリンクから読むことが出来る。

https://education.joureikun.jp/nuc_hokkaido/

参考文献一覧

1. 北海道大学安全・防災委員会：安全の手引き
2. 弘前大学毒物劇物管理委員会：毒物劇物取扱い手引き
3. 秋田県立大学システム科学技術部：安全マニュアル
4. 金沢工業大学：実験・研究のための安全指針（平成21年度版）
5. 埼玉工業大学工学部：実験・実習における安全の手引き（平成18年度版）
6. 早稲田大学大久保構内安全衛生委員会：安全の手引き
7. 名古屋大学環境・安全関連規定等
8. 中央労働災害防止協会：新衛生管理者
9. 化学同人：新版実験を安全に行うために
10. 丸善出版：化学便覧 応用化学偏 第7版
11. 中央労働災害防止協会：新訂新入者安全衛生テキスト

学内施設配置図



配置図番号	施設名称
①	1 号 館
②	2 号 館
③	3 号 館
④	4 号 館
⑤	5 号 館
⑥	6 号 館
⑦	7 号 館
⑧	8 号 館
⑨	9 号 館
⑩	10 号 館
⑪	11 号 館
⑫	12 号 館
⑬	13 号 館
⑭	14 号 館
⑮	15 号 館
⑯	16 号 館(共用設備センター)
⑰	17 号 館
⑱	情報処理センター
⑲	図書館
⑳	講堂
㉑	第1体育館
㉒	第2体育館
㉓	武道館
㉔	食堂・売店
㉕	学生会館・健康管理センター
㉖	文化系サークル共用施設
㉗	弓道場
㉘	合宿研修施設
㉙	屋外運動場附属施設
㉚	国際交流会館
㉛	学生寄宿舎(北苑寮)
㉜	学生寄宿舎(北桜寮)
㉝	研究者交流施設
㉞	職員寄宿舎
㉟	ボイラー室
㊱	受水槽室
㊲	守衛室・車庫
㊳	物品庫
㊴	公園町倉庫
㊵	自然エネルギー実験室
㊶	ハイブリッド植物実験棟
㊷	社会連携推進センター



北見工業大学