

化 学 実 験 編

I. はじめに

1 化学実験における安全

- 1.1 事前の準備
- 1.2 実験中の注意
- 1.3 実験終了時の注意

2 薬品の安全取扱い

- 2.1 一般的注意
- 2.2 危険性物質
- 2.3 一般試薬類
- 2.4 取扱いの注意

3 事故事例

II. 危険性物質の特徴・性質

1 腐食性物質

- 1.1 酸
 - 1.1.1 硫酸
 - 1.1.2 塩酸
 - 1.1.3 硝酸
 - 1.1.4 フッ化水素酸
 - 1.1.5 過塩素酸
- 1.2 アルカリ
 - 1.2.1 水酸化ナトリウム、水酸化カリウム
 - 1.2.2 アンモニア水

2 発火性物質

- 2.1 強酸性物質
 - 2.1.1 過塩素酸、過塩素酸塩
 - 2.1.2 無機過酸化物
 - 2.1.3 有機過酸化物
 - 2.1.4 硝酸塩
 - 2.1.5 過マンガン酸塩
 - 2.1.6 過酸化水素
- 2.2 強酸性物質
- 2.3 低温着火性物質
 - 2.3.1 黄リン、赤リン
 - 2.3.2 硫化リン
 - 2.3.3 硫黄
 - 2.3.4 金属粉、金属リボン
- 2.4 自然発火性物質
 - 2.4.1 有機金属化合物
 - 2.4.2 還元金属触媒

IV. 放射線の利用

1 放射性同位元素（Radioisotopes、R I）の取扱い

- 1.1 実験に際しての一般的な注意
 - 1.1.1 作業前
 - 1.1.2 管理区域への立入
 - 1.1.3 密封R I使用時の注意
 - 1.1.4 非密封R I使用時の注意
 - 1.1.5 R I 装備機器使用時の注意
 - 1.1.6 退出時の注意
 - 1.1.7 時間外利用の注意
- 1.2 廃棄
- 1.3 汚染の防止と除去
 - 1.3.1 汚染防止
 - 1.3.2 汚染除去
- 1.4 保管
- 1.5 記帳
- 1.6 個人被ばく管理
- 1.7 紛失・盗難の予防
- 1.8 緊急時の措置
- 1.9 主要非密封R Iの安全取扱い

2 エックス線装置等およびE C Dの取扱い

- 2.1 一般的な注意
- 2.2 ECDの使用
- 2.3 エックス線装置等の使用
- 2.4 管理区域に関する遵守事項
- 2.5 廃棄
- 2.6 教育及び訓練
- 2.7 健康診断

V. 特に注意すべき機械、器具の取扱い

1 ガラス器具、ガラス細工

- 1.1 ガラス器具使用上の一般的注意
- 1.2 ガラス細工を行う時の一般的注意

2 オートクレーブ、高圧ガス容器

- 2.1 オートクレーブ使用上の一般的注意
- 2.2 ボンベ使用上の一般的注意
- 2.3 各種高圧ガス取扱い上の注意

3 ドラフト使用上の一般的注意

VI. 事故発生時の応急処置について

1 事故が発生した場合の応急処置

2.5 禁水性物質 3 引火性物質 3.1 可燃性ガス 3.2 引火性液体 3.2.1 特殊引火物 3.2.2 一般の引火性物質 4 爆発性物質 4.1 分解爆発性物質 4.2 火薬類 5 混合危険物 III. 有毒物質の特徴・性質 1 毒性ガス 2 毒物、劇物 3 特定有毒物質 4 腐食性物質 (表－1) 毒物、劇物、その他の一覧表 (表－2) 混合によって激しく反応する物質表 (表－3) 混合によって有毒ガスを発生する物質表 (表－4) 一般溶剤の性質表 (表－5) 宮崎大学で主に使用している農薬とその毒性	救 急 連 絡 保健管理センターの利用 別表【木花キャンパス近くの病院】 【田野フィールド（田野地区）近くの救急病院】 【田野フィールド(大納地区、崎田地区)近くの救急病院】 【住吉フィールド近くの救急病院】 【延岡フィールド近くの救急病院】 2 応急手当 別表【外科的応急手当】 【薬品中毒の応急手当】 3 各種火災時における緊急連絡体制 VII. その他 1 危険物の貯蔵、保管 2 実験廃棄物の取扱い 2.1 実験廃棄物の分類 2.2 排水 2.2.1 排水系統 2.2.2 排水の取扱い 2.3 実験廃液 2.3.1 実験廃液処理のプロセス 2.3.2 分別貯留区分 2.3.3 実験廃液の取扱い上のお願ひ 2.3.4 貯留容器 2.4 個体廃棄物 2.5 排ガス 2.6 回収対象外の実験排液 あとがき
--	---

化 学 実 験 編

I はじめに

1 化学実験における安全

化学実験では、危険・有害・有毒な薬品や器具を使用する。障害、中毒、火災、爆発など、一度発生すると取り返しのつかない事故もある。実験を安全かつ効率よく行うためには、十分な予備知識に加え、常に注意を払い、正しい実験態度で実験に臨むことが要求される。なお、本章は主に学生実験・実習を対象としている。

1.1 事前の準備

- 1) 当日行う実験内容を事前によく予習する。
- 2) 服装は動きやすいものとし、必要に応じて次を着用する。

- ・実験衣
- ・防護メガネ、ゴーグル、防護面
- ・ゴム(プラスチック)手袋

また、長髪は束ね、肌(腕、足)は出来るだけ露出しない。

- 3) 使用する装置や薬品などを点検し、安全を確認したうえで、実験に応じた身支度を整える。
- 4) 消火器などの位置と使用方法を確認する。
- 5) 指導者の指示に従い、無理のない実験計画を立てる。夜間に単独で実験してはいけない。

1.2 実験中の注意

- 1) 実験は、原則として、指導者の監督のもとで行う。
- 2) 実験中は実験室を離れてはいけない。
- 3) 事故が発生した場合は、一人で対応しようとせず、大声で周囲に助けを求める。
- 4) 実験台上には必要な器具や試薬類、ノート、筆記具などの実験に必要な物のみを置き、不要な物はすべて実験の妨げにならないように片付ける。
- 5) 使用する器具類は、指示された形状、大きさ、材質のものか、ピンホールなどの破損が無いか確認してから使用する。
- 6) 高圧、減圧下での実験では、特に目の保護に十分注意し、保護メガネを着用する。
- 7) 有毒あるいは刺激臭のある気体が発生する実験や、長時間可燃性の溶媒を用いる実験は、ドラフト内でおこなう。
- 8) 薬品が皮膚に付着した場合は、すぐに大量の水で洗浄し、必要があれば医師の診察を受ける。

1.3 実験終了時の注意

- 1) 後始末も実験の一部である。器具の洗浄その他責任を持って整理・整頓する。
- 2) 実験廃棄物は大学が定める分類に従って処分し、洗浄液を含めてむやみに下水に流さない。
- 3) ガスや水道の元栓、機器のスイッチなどを確認してから退出する。
- 4) 窓、室内の仕切りドア、出入り口のドアを閉じ、必要に応じて施錠して退室する。

2 薬品の安全取扱い

化学実験に使用する薬品の多くは、何らかの危険性を持っている。しかし、適切に取り扱えば、実験室における作業が特別に危険というわけではない。事故の多くは、危険性に関する知識不足と操作上のミスによって発生している。そのため、事故を防ぐには、薬品に関する正確な知識を持つことが重要である。

2.1 一般的注意

- 1) 取り扱う薬品の性質を事前に調べ、実際の取り扱いについては指導者から指示を受ける。
- 2) ラベルが貼ってない試薬ビンの薬品は、絶対使用しない。
- 3) 試薬ビンにはラベルの貼ってある側を持つ。
- 4) 不要になった薬品や廃液の処分は、指導員の指示に従う。

2.2 危険物質

危険な物質とは火災、爆発、中毒などのおそれのあるもので、その主なものは法令によってその取扱が規定されている。個々の薬品の特徴や性質ならびに取扱法については項を改めて述べるので、ここでは代表的な物質の危険性による類別と法令との関係を示す。

1) 発火性・酸化性物質

酸化性固体～消防法第1類

塩素酸塩類、過塩素酸塩類 等

酸化性液体～消防法第6類

過塩素酸、過酸化水素、硝酸 等

可燃性固体～消防法第2類

硫化りん、赤りん、硫黄、金属粉 等

自然発火性物質及び禁水性物質～消防法第3類

ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、黄りん 等

2) 引火性液体～消防法第4類

アルコール類、灯油、ガソリン 等

3) 爆発性物質：

自己反応性物質～消防法第5類

有機過酸化物、硝酸エステル類、ニトロ化合物、ニトロソ化合物、アゾ化合物、ジアゾ化合物 等

火薬類～火薬取締法

可燃性ガス～高圧ガス保安法

水素、アセチレン 等

4) 有毒物質：

毒性ガス～高圧ガス保安法

ホスゲン、シアン化水素 等

毒物～毒物及び劇物取締法

シアン化ナトリウム、水銀 等

劇物～毒物及び劇物取締法

硝酸、アニリン 等

2.3 一般試薬類

上記以外の薬品でも毒性等のあるものがあるから、関連性のある物質を参考にして注意を払わなければならない。

2.4 取扱いの注意

1) 購入

計画的に、必要なだけ購入する。必要以上の購入は費用や空間の無駄ばかりでなく危険ですらある。また、残って古くなった薬品を使用して得た予期せぬ結果の解析に苦慮することになりかねない。

2) 保管

地震などの災害を考慮して、安全な容器、安全な場所に保管する。薬品の種類や量によっては、施錠して保管しなければならないものや、特別に用意した保管庫や倉庫に保管しなければならないものがあるので、指導者の指示に従う。混合すると危険な薬品相互の保管にあたっては、それぞれの保管場所に留意する。

3) 使用

薬品を使用する前に、それ自体と使用後に生成する物質の性質についてよく調べておくこと。薬品を身体に接触させることはすべて避ける。保護眼鏡を使用することが望ましい。危険な薬品を扱うとき、あるいは危険が予想されるときには、まず少量による予備実験を行う。この際、消火器、衝立、防護面、防護マスクなどを使用するなどして万一の事故に備える。原則として、一人では実験しない。特に夜間は厳禁。

4) 処理、廃棄

薬品の処理、廃棄は、環境汚染や災害の防止に十分配慮し、本学の規定に従って指導者の指示により行う。

3 事故事例

〔事故例：爆発〕

- ◆t-ブチルペルオキシドをシリカゲルで精製し、ブッフナー漏斗でろ過中に爆発した（ろ板に過酸化物が析出したため）。
- ◆アセチレンボンベを運搬中、落下して爆発した。
- ◆エーテル溶液の入ったフラスコを冷蔵庫に入れておいたところ、エーテルの蒸気が漏れて庫内のスイッチの火花で爆発して扉が飛んだ（エーテルは防爆冷蔵庫に入れる）。
- ◆ニトロ化反応物を蒸留中、少なくなった残液が爆発した（蒸留残液には高ニトロ化物が含まれるので留出し

すぎてはいけない)。

- ◆古いエーテルを用いた抽出液からエーテルを留去して得た物質を乾燥器中で加熱乾燥したところ、爆発して乾燥器の扉がこわれた。
- ◆テトラヒドロフランの回収蒸留を、残液を残したまま同じフラスコで繰り返し行ったところ爆発した。(エーテル、テトラヒドロフランの過酸化物の生成による)。
- ◆30%過酸化水素水の瓶の栓を抜く時に爆発した。
- ◆H₂O₂でO₂発生中、MnO₂を入れたところ反応が急激に起こりフラスコが破裂した。

〔事故例：発火〕

- ◆床にこぼれた塩素酸カリウムを踏んで発火した。
- ◆過酸化アセチルをスパチュラで秤量中に発火した。
- ◆過酸化水素濃厚液を密栓して貯蔵中、栓が飛び、内容があふれて発火した(通気栓がよい)。
- ◆熱濃硝酸が衣服にかかり発火した。
- ◆濃硫酸のしみ込んだボロ布を、廃油のついたボロ布といっしょに捨てて発火した。
- ◆黄リンの瓶が棚から落ち、水がこぼれて発火した。
- ◆アルミ粉に火がついたので注水したところ、火勢が強くなった。
- ◆溶剤で希釈したトリエチルアルミニウムの瓶をダンボール箱に入れて運搬中、瓶にひびが入り漏れて発火した。
- ◆還元ニッケルをろ紙上で洗浄後、そのろ紙をごみ箱に捨てて発火した。
- ◆フード内で水酸化アルミニウムリチウム(LiAlH₄)による還元中、LiAlH₄の入ったフラスコにエーテルを注加していて発火した。(静電気による)。
- ◆メタノールで分解した金属ナトリウム(Na)を水中に捨てたところ、分解が不十分のため発火、燃焼した(粘稠なアルコレートの膜が金属Naの表面にできるので分解しにくい)。

〔事故例：引火〕

- ◆エーテルをかご瓶から小分け中、2m離れたバーナーの火から引火した。
- ◆エーテルの少し残ったフラスコを洗浄中、瞬間湯沸器の炎によって引火した。
- ◆トルエンを蒸留中、入れ忘れていた沸石を加えたため、突沸し、引火した。
- ◆溶剤の残った容器をガラス細工し、引火、爆発して負傷した。
- ◆廃ガソリンをたき火に投入して焼却した時、予想外に大きな炎になり、やけどをした。
- ◆フラスコをアセトンで洗浄後、乾燥器の中で乾燥しようとしたところ、残留アセトンが気化して爆発し、扉がはずれて遠くまで飛んだ。
- ◆分液漏斗を用い加熱した水溶液をキシレンで抽出中、コックを開いた際に、キシレンが噴出して引火した。
- ◆潤滑油をガス直火で減圧蒸留し、終了後、直ちに減圧コックを開いたらフラスコ内に空気が入り爆発した。
- ◆オイルバスを高温に加熱中、ガスバーナーを消すために空気ネジを閉じたところ、炎が長くゆらぎオイルバスに引火した(ガスの火は元栓を止めて消す)。
- ◆引火したオイルバスに四塩化炭素をかけたところ、これが油中で沸騰した結果、火のついた油が飛散し、火災を拡大した。

〔事故例：やけど〕

- ◆熱濃硫酸が入った融点測定管が破損し、硫酸が手にかかって火傷をした。
- ◆黄リンを融解し水中に注いで小粒化している時、ビーカーが傾いて発火し衣服を焼いて火傷をした。
- ◆二硫化炭素の廃液を焼却する時、点火と同時に爆発的に炎が広がり、火傷をした（焼却する時は、開放地で点火した木片を遠方より投込む）。

Ⅱ 危険性物質の特徴・性質

1 腐食性物質

1.1 酸

硫酸、塩酸、硝酸、フッ酸は無機強酸、トリクロル酢酸、スルホン酸、ピクリン酸は有機の強酸、またリン酸、ホウ酸、炭酸は無機弱酸、各種有機カルボン酸は有機弱酸として知られている。実験室での事故の原因となるものは、無機酸の硫酸、塩酸、硝酸の濃度の高いものと、特殊の作用をもつフッ酸である。

〔取り扱い上の注意〕

1.硫酸、（無水硫酸、発煙硫酸、濃硫酸、以下硫酸という。）、硝酸（発煙硝酸、濃硝酸、以下同じ）、濃塩酸などは、鉍酸系の強酸性物質であり、皮膚に付着したり、目に入ったりすると薬傷を起こし失明することもある。また分解爆発性物質と接触させると爆発、発火することがある。

2.硫酸、塩酸、フッ酸、クロルスルホン酸、トリクロル酢酸は、腐食性があるから皮膚についたら直ちに水洗いすること。特にフッ酸は、その性質が著しいから取り扱いにはゴム手袋を着用すること。

3.硝酸、塩酸、無水及び発煙硫酸、フッ酸などのように刺激性有毒ガスを発生するものは吸入しないように注意すること。特にフッ酸は呼吸器障害及び眼障害が大きいため、防毒マスクを着用することが望ましい。

4.硝酸は酸化性があり、硫酸は脱水性があり、その際発熱が大きいため有機物と混合するとき発熱、発火することがある。

5.硫酸は、希釈時に発熱が大きく、また他の酸も濃アルカリとの中和の際の中和熱が大きいため、前者は、硫酸の項を参照し、後者のときは、それぞれ希釈溶液を中和するか、薄い溶液に他の濃厚溶液をかきまぜながら少量ずつ加えるようにすること。

1.1.1 硫酸

硫酸 H_2SO_4 （無水硫酸、発煙硫酸を含む）

1) 腐食性、生体作用

種々の金属と反応し、多くの場合水素ガスを発生する。有機物からは脱水作用を示し、その際発熱し発火することもある。生体腐食反応は、濃硫酸、熱硫酸において激しく、組織が破壊され、薬傷を起こし、目に入れば失明することもある。加熱された硫酸、または発煙硫酸の蒸気は、多量に吸入すると肺組織損傷の原因となる。

2) 漏れたときの処置

コンクリート床や金属を腐食し、有機物の炭化を起こすため、ゴム手袋を着用し、動かせるものは水洗いすること。床にこぼれたものはゴム手袋を着用して拭きとるか、または水で希釈し、重曹や石灰で中和後拭きとること。硫酸が衣服に付着したときは直ちに多量の水で洗い流し、希アンモニア水か1～2%の炭酸水素ナトリウム水溶液（炭酸ナトリウムでも可）で中和後、更に十分水洗いすること。

3) 廃棄処理

ごく少量のときは、水洗いしてもよいが、それ以外のときは、本学指定の方法により貯留する（薄めれば他の酸と混合してもよい）。それぞれの研究室で中和し放流する。非化学系研究室においては、実験廃棄液処理施設において中和処理を依頼する。（Ⅶ参照）

1.1.2 塩酸

塩酸HCl（HCl 35～38%）

1) 腐食性、ほとんどの金属を侵すが、プラスチック類は侵されない。皮膚や粘膜に付着すると炎症をおこすが、硫酸より軽度である。むしろ塩酸から発生するHClガスとミストの吸入による危険の方が多である（塩酸ガスの許容量は5ppm）。

2) 漏れた時の処置

化学反応性は幾分異なるが、処置は、硫酸の場合とほぼ同じである。また、衣服に付着したときも硫酸の場合と同様に処置する。

3) 廃棄処理

硫酸の場合と同じ。

1.1.3 硝酸

硝酸HNO₃（発煙硝酸も含む）

1) 危険性

硝酸自身には、爆発性、燃焼性、引火性、自然発火性はないが、希硫酸や塩酸などと異なって酸化性がある。1.1の〔取り扱い上の注意〕1)、4)の性質の他、アセチレン、ヒドラジン類、アミン類などとは酸化反応が激しく、混合すると発火または爆発することがある。また、アルコール、グリコール、グリセリンや含酸素化合物、含窒素化合物、含イオウ化合物や木片、紙、紙くず、ぼろなどの多くの有機物質と接触すると、エステル結合や不安定化合物の生成により爆発、自然発火することがあり、また大部分の金属とも反応するので、十分注意する必要がある。

2) 腐食性、生体作用

腐食、酸化作用があり、皮膚、粘膜に付着するとピリピリ刺激し、黄褐色の薬傷となり、目に入ると損傷をおこし、視力を失うこともある。飲み込むと酸性のため胃腸の組織を腐食する。濃硝酸、発煙硝酸からは窒素酸化物ガスを発生し、吸入すると呼吸器を侵すことになる（許容濃度10ppm）。

3) 窒素酸化物ガスによる障害

最も毒性の強いのが二酸化窒素NO₂（赤褐色）と三酸化二窒素N₂O₃（濃青色）である。5ppmのガスを8時間続けて吸入すると、そのときは何でもなくても、5～48時間経過後に、肺水腫の症状をおこすことがある（500～1,000ppmでは一回の吸入で短時間のうちに致死する）。

4) 漏れた時の処置

化学反応性は、硫酸、塩酸と幾分異なるが、処置はおおむねこれらと同様にまず水で希釈すること。この時有害な窒素酸化物に注意し、それを吸入しないようにすること。すぐに炭酸ナトリウムや酸化カルシウムで中和すると、中和熱のため窒素酸化物ガスの発生が多くなる。

5) 衣服に付着したとき

硫酸、塩酸の場合と同じく、直ちに多量の水で洗い流し、その後1～2%の炭酸水素ナトリウム水溶液（炭酸ナトリウム水溶液でも可）又は石灰水で中和、さらに十分に水洗いすること。特に木綿、レーヨン類は、濃硝酸がつくと、ニトロセルローズが生成するため燃焼する恐れがあるので、そのまま放置してはいけない。

1.1.4 フッ化水素酸

フッ化水素酸（フッ酸）HF（普通市販品は40～50%）

ガラスの目盛付け、模様付けやツヤ消し、金属の表面処理剤には、フッ化水素酸を含むものがあるので、これらはフッ化水素酸液が含まれているかどうか確認してから取り扱うようにすること。

1) 危険性、毒性

金及び白金以外のほとんど全ての金属を溶かすので充分注意すること（鉛は、そのフッ化物が水に溶けにくいので、容器又は内張用として用いられる）。二酸化ケイ素、陶磁器、ガラスなどのケイ酸塩を腐食し、揮発性の四フッ化ケイ素を生ずる。

2) 腐食性、生体作用

金属、ケイ酸塩、エナメル、亜鉛鉄のエッチングに用いられるものであるから、人体に対する作用も激しい。皮膚につくと激しい刺激とともに葉傷を生じ、組織内に浸透するため、他の酸より重篤である。許容濃度は3ppm。目に入ると、目やまぶたに強烈な痛みを与え、長時間、あるいは永久的な視力障害を起こし、または失明に至る。呼吸器に入ると、気管や肺に激しい炎症や充血を起こし、ひどい場合は死に至る。飲み込むと、食道や胃に壊疽（えそ）をおこし嘔吐、下痢、循環系統の破綻をお引き起こし、死に至るので注意が必要である。

3) 防護、予防

毒物であり、生体に対する腐食作用が激しいので、必ずゴム手袋を用い、防護マスクも用いた方がよい。また、蒸気、ミストなどを避けるため、ドラフト内で取り扱う。排ガスはアルカリ洗浄し、外部へフッ化水素ガスを絶対放出しないこと。また、ケイ酸塩と触れると毒性の強いケイフッ化水素ガスが発生するから、ガラスのエッチングやケイ酸塩の分析のときは注意が必要である。

4) 漏れたとき

毒物で生体作用が激しいので、床などにもれたときは十分注意しながら水で薄め、炭酸ナトリウムまたはその溶液を少しずつ添加して中和し、腐食作用のないNaFとする。なおガラスなどと反応し、ケイフッ化水素ガスを発生するからそれにも注意する。

5) 衣類に付着したとき

直ちに身体から衣類を離し、多量の水で洗い流し2%位の炭酸水素ナトリウムか炭酸ナトリウム水溶液で中和し、更に十分水洗いする。

1.1.5 過塩素酸

過塩素酸HClO₄（普通市販品は60～70%水溶液）

1) 危険性

鉍酸の中でも特に強い酸性を有する。水と混和する。無水の過塩素酸は強力な酸化力と脱水作用を有し、氷酢酸、エタノール等の可燃性有機物と混合すると、急激な酸化反応により発火または爆発を起こすことがある。濃度70%以下の水溶液は常温では強い酸化力を有しないが、高温では非常に強い酸化力を有し、有機物と爆発的に反応することがある。

2) 毒性

強い腐食性があり、皮膚、粘膜、目等に接触した場合や、誤飲、吸入すると激しい刺激を与える。LD50：1,100mg/kg（ラット、経口）。

3) 防護

目や皮膚に触れないよう、保護手袋や保護メガネを着用して注意して取り扱う。また、可燃性の有機物との接触を避ける。ガラスの実験装置の結合部分には、ゴム管やゴム栓を使用せず、グリースも使用しない。加熱する場合には油浴や直火バーナーを使用しない。

4) こぼしたとき

布等の可燃物で拭き取ってはいけない。大量の水で十分に洗い流すこと。

1.2 アルカリ

研究室でよく使用され、事故につながりやすいものとして、強アルカリ性の水酸化ナトリウム（カ性ソーダ）、水酸化カリウム（カ性カリ）、および弱アルカリ性のアンモニア水がある。

〔取り扱い上の注意〕

1.濃厚な、または加熱した水酸化ナトリウム溶液は強い腐食性を持つ。特にタンパク質を分解し、組織の深部まで浸透するため、皮膚や衣類に付着しないように注意する。

2.濃アンモニア水または加熱したアンモニア水も刺激作用があるが、水酸化ナトリウムほど強くない。ただし、有毒のアンモニアガスを発生するので注意が必要（許容濃度100ppm）。

1.2.1 水酸化ナトリウム、水酸化カリウム

水酸化ナトリウム（カ性ソーダ）NaOH、水酸化カリウム（カ性カリ）KOH

1) 腐食性、生体作用

水溶液は各種金属を激しく腐食し、水素を発生する。身体に対しては浸透性があり、タンパク質を分解して組織を破壊する。特に熔融状態のときは腐食作用が著しい。水溶液が目に入った場合は、視力の低下や失明の原因となる。飲み込んだ場合は、食道や胃壁に炎症を起こし、胃壁穿孔に至ることもあり、重症の場合は死亡する危険がある。

2) 溶解時の注意

固形水酸化ナトリウムを溶解する場合は、激しく発熱し、沸点以上の温度となって飛沫が飛び散ることがあるから注意すること。これを防ぐため、水に少量ずつ加えながら攪拌し溶解する。

3) 漏れたときの処置

多量の水で洗い流すか、希酢酸で中和した後、拭き取る。

4) 衣類に付着したとき

直ちに多量の水で洗い流し、希酢酸（2%）で中和した後、さらに水洗いする。羊毛や絹などの動物性繊維の方が植物性繊維より侵され易い。

1.2.2 アンモニア水

アンモニア水 NH_3aq （市販品通常25～28%水溶液）

1) 腐食性、生体作用

アンモニア水は、銅・銅合金・アルミニウム合金に対しては腐食性がある。アンモニア水が人体に付着したときは、局所的な刺激を生じるが、目に入った場合や、飲み込んだ場合を除けば、重大な障害となることは少ない。特に、注意が必要なのは、発生するアンモニアガスの吸入である。許容濃度は100ppm。また、漏れたとき、衣類についたときは多量の水で洗浄する。

2 発火性物質

発火の危険のある物質は非常に多い。一般に加熱や衝撃で発火するものと、物質同士の接触・混合によって発火するものがある。

2.1 強酸化性物質

主な強酸化性物質としては、過塩素酸、過塩素酸塩、無機過酸化物、有機過酸化物、硝酸塩、過マンガン酸塩、過酸化水素水がある。

〔取り扱い上の注意〕

1. 加熱や衝撃により爆発するおそれがあるため、火気や熱源から遠ざけ、冷暗所に保管し、衝撃を与えない。
2. 還元性物質や有機物と混合すると、酸化熱により発火することがある。
3. 塩素酸塩類は強酸との反応で ClO_2 （酸化塩素）を、過マンガン酸塩は O_3 （オゾン）を発生し、爆発することがある。

4.過酸化物は水と反応してO₂を、希酸と反応してH₂O₂を生じて発熱するため、有機物等の可燃物があると発火することがある。

5.アルカリ金属過酸化物は水と反応するため、防湿に注意する。

6.有機過酸化物は副反応や貯蔵中に生成することがあるため、十分な注意が必要。

(防護法) 爆発のおそれある時は防護マスクを着用し、多量に扱う場合は耐熱保護衣を用いる。

(消火法) 一般には注水消火を行う。ただし、アルカリ金属過酸化物には水は適さず、CO₂消火器または砂を使用する。

〔事故例〕

◆床にこぼれた塩素酸カリを踏んで発火した。

◆過酸化アセチルをスパチュラで秤量中発火した。

◆過酸化水素濃厚液を密栓貯蔵中、栓が飛び、内容物があふれて発火した（通気栓がよい）。

◆t-ブチルペルオキシドをシリカゲルで精製し、ブッフナー漏斗でろ過中爆発した（ろ板に過酸化物が析出したため）。

2.1.1 過塩素酸、過塩素酸塩

過塩素酸イオンClO₄を含む化合物で、塩素の酸素酸塩の中では最も安定しているが、強熱や衝撃により爆発するものもある。有機物などの可燃性物質の存在下で加熱や磨砕を行うと、爆発する危険がある。多くは水に溶けやすく潮解性を示すが、イオン半径の大きいアルカリ金属イオン（K、Rb、Cs）の塩は難溶性であり、他の金属塩にはエタノールやアセトンにも溶けるものが多い。低温では、実用上ほとんど酸化能力を示さない。しかし、高濃度・高温条件では強い酸化力を示す。代表例として、過塩素酸カリウムKClO₄、過塩素酸ナトリウムNaClO₄、過塩素酸マグネシウムMg(ClO₄)₂などがある。

2.1.2 無機過酸化物

アルカリ金属およびⅡ族金属の過酸化物があり、M I 2O₂型（M I = Na、Kなど）およびM II O₂（M II = Mg、Ca、Sr、Ba、Znなど）が知られている。これらの安定性は、金属元素の元素番号の大きさおよび電気陽性度によって決まる。したがって、カルシウム<ストロンチウム<バリウムの順に過酸化物を得やすく、マグネシウムの過酸化物は不純な状態でしか知られていない。酸に溶かすと溶液中に過酸化水素を生じる。

2.1.3 有機過酸化物

有機過酸化物には、過酸化アルキルおよびジアルキル（R-OOH、R-OO-R）、過酸化酸（R-COOOH）、過酸化ジアシル（R-CO-O-O-CO-R）、過酸化エステル（R-COOOR）、過酸化エーテル（R-O-O-OR）およびオゾナイド、過酸化ケトンおよびアルデヒドなどがある。一般的に不安定で爆発性が高いため、爆薬と同様の注意をして取扱う必要がある。一方で、毒性は比較的小さく、急性致死量は500mg～2.5g/kg程度である。しかし、生理的には組織を強く変質させる性質があり、皮膚、粘膜への刺激が強く、特に蒸気の吸入は危険である。

日常的に接する有機過酸化物の中で特に危険なのはエーテル過酸化物である。エーテルの毒性は比較的小さく、3,000～7,000ppmでも著しい障害なしに作業できる場合があるが、自然発火（自然発火温度180～190℃）あるいは引火（引火点-40℃）に加え、過酸化物生成による爆発事故がしばしば発生している。

過酸化ベンゾイルは常温で安定であるが、乾燥状態では摩擦、衝撃、過熱によって爆発することがある。ま

た、酸化されやすい物質と接触すると、火災または爆発を起こすことがある。

2.1.4 硝酸塩

硝酸イオン NO_3^- の化合物。一般に水に溶けやすい。少数の例外を除いて吸湿性があり、通常は含水塩として得られる。無水塩を加熱すると、アルカリ金属塩は酸素を放って亜硝酸塩に変化し、重金属塩は酸素や窒素酸化物などを放出して金属酸化物または金属になる。有機物や酸化されやすい金属と混合すると爆発性混合物となることがある（酸化剤として硝酸カリウムを用いた黒色火薬は、爆燃するが爆発しないのが特徴である）。代表例として、硝酸カリウム KNO_3 、硝酸カルシウム $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、硝酸ナトリウム NaNO_3 などがある。

2.1.5 過マンガン酸塩

過マンガン酸イオン MnO_4^- の化合物。黒紫色の結晶で、溶液は濃度によって淡紅色ないし濃紫色を示す。カリウムや銀の過マンガン酸塩は溶解度が比較的小さいが、他は一般に水によく溶ける。空気中では安定しているが、強い酸化剤であり、還元剤（あるいは有機物など酸化され易い物質）と反応する。アルカリ性、中性、あるいは微酸性では酸化マンガン（IV）を生じ、強酸性ではマンガン（II）イオンになる。代表例として、過マンガン酸カリウム KMnO_4 、過マンガン酸カルシウム $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ などがある。

2.1.6 過酸化水素

過酸化水素、 H_2O_2 （普通市販品は30～35% 水溶性）

高濃度のものは可燃性物質を発火させる危険がある。マンガン、鉄、銅などの微粒子やその塩と接触すると、爆発的に分解することがある。水とは任意の割合で混和する。LD50 4,060 mg/kg（ラット、皮膚）。25%以上の溶液が皮膚や目に触れると激しい炎症を起こす。取り扱い時には、保護手袋、保護面、保護メガネを着用して、ドラフト内でついたてを設置して作業すること。摩擦や火気との接触を避けること。

廃棄時は、大量の水で十分に希釈する。保管はポリ容器に入れ、直射日光を避けた冷暗所に保管する。

2.2 強酸性物質

主な強酸性物質としては HNO_3 （発煙硝酸、濃硝酸）、 H_2SO_4 （無水硫酸、発煙硫酸、濃硫酸）、 HSO_3Cl （クロルスルホン酸）、 CrO_3 （無水クロム酸）などがある。

〔取扱い上の注意〕

- 1.有機物や還元性物質と混合すると、発熱や発火を起こすことがある。容器は破損しないように注意し、冷暗所に保管する。
- 2.無水クロム酸は融点（196～198℃）以上に加熱すると分解し、 O_2 を発生して発火する。
- 3.こぼれた時は、炭酸水素ナトリウムまたは炭酸ナトリウムで覆い、多量の水に溶かす。

（防護法）過熱時の取扱いには、ゴム手袋をする。

（消火法）本物質が原因で起こった火災は、大量の水で消化する。

〔事故例〕

◆熱濃硝酸が衣服にかかり発火した。

◆濃硫酸のしみ込んだボロ布を、廃油のついたボロ布と一緒に廃棄し、発火した。

◆熱濃硫酸が入った融点測定管が破損し、硫酸が手にかかって火傷した。

2.3 低温着火性物質

主な低温着火性物質としては、黄リン、赤リン、硫化リン、硫黄、金属粉、金属リボンがある。

〔取扱い上の注意〕

- 1.加熱すると発火するため、熱源や火気から遠ざけ、冷所に保管する。
- 2.酸化性物質と混合すると、発火することがある。
- 3.黄リンは空気中で発火するため、pH7～9の水中で保管し、直射日光を避ける。
- 4.粉末硫黄は湿気を吸って発熱・発火することがある。
- 5.金属粉は空気中で加熱すると激しく燃焼する。また酸やアルカリと反応して水素（H₂）を発生し、引火するおそれがある。

（防護法）多量に吸う時はマスクと手袋を使用する。

（消火法）一般には注水による消火が有効であり、CO₂消火器も使用できる。多量の金属粉には砂または粉末消火器を使用する。

〔事故例〕

◆黄リンの瓶が棚から落ち、水がこぼれて発火した。

◆アルミ粉に着火したので注水したところ、火勢が強くなった。

◆黄リンを融解して水中に注ぎ、小粒化している時にビーカーが傾いて発火し、衣服が燃えて火傷した。

2.3.1 黄リン、赤リン

黄リン：非常に可燃性が高い物質、酸化剤に接触すると爆発することがある。また、空気に接触して自然発火する。有毒であり、燃焼時に毒性の高い蒸気を発生する。リンが皮膚に付着すると重度の火傷を起こす。化学薬品から隔離して保管すること。大量に保管する場合は、地下の鉄製またはコンクリート製タンク内で水中保管する。

赤リン：反応性は黄リンほど高くないが、塩素酸カリウムなどの酸化剤と接触すると容易に発火する。また塩素ガス中で加熱すると燃焼する。燃焼時には有毒の蒸気を発生する。

2.3.2 硫化リン（P₄S₃）

燃焼速度は遅いが、小さな炎で容易に着火する。湿気の下では自然発熱の危険がある。水と反応して硫化水素を発生する。燃焼すると二酸化硫黄および五酸化リンを生じる。体内に入ると有毒である。

2.3.3 硫黄（S）

可燃性物質であり、粉末や蒸気は空気と爆発性混合気体を生成する。また、酸化性物質と混合すると爆発性混合物をつくる。燃焼時には有害な二酸化硫黄を発生する。

2.3.4 金属粉、金属リボン

アルミニウム粉末、亜鉛粉末、マグネシウムリボン等は、空気と爆発性の混合物をつくる。

アルミニウム粉末：塩素化炭化水素と激しく反応する。酸や水酸化アルカリと反応して水素を発生する。

亜鉛粉末：酸や水酸化アルカリと反応して水素を発生する。大量の粉末は湿った状態で空気にさらされると、発熱して自然発火することがある。高温下では比較的揮発しやすく、その蒸気を吸入すると金属熱を起こすことがある。

マグネシウム：粉末、薄片は非常に燃えやすい。粉末が空気中に浮遊している状態では、火花により爆発する危険がある。水との接触で水素を発生するため、火災のとき危険である。作業時は目や顔を保護する。

2.4 自然発火性物質

〔取扱い上の注意〕

1. 空気に触れると発火するため、はじめて使用するときは必ず経験者の指導を受けること。
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ことがある。このため、密封保管し可燃物を近くに置いてはいけない。

〔防護法〕 毒性の強い物質を取り扱う場合は、防毒マスクとゴム手袋を使用する。

〔消火法〕 一般には乾燥砂か粉末消火器を使用する。ごく少量の場合は大量の水による消火が有効である。

〔事故例〕

- ◆ 溶剤希釈したトリエチルアルミニウムの瓶をダンボール箱に入れて運搬中、瓶にひびが入り漏れた薬品が発火した。
- ◆ 還元ニッケルをろ紙上で洗浄後、そのろ紙をごみ箱に捨てて発火した。
- ◆ フード内で水酸化アルミニウムリチウム (LiAlH_4) による還元中、 LiAlH_4 の入ったフラスコにエーテルを加えていた際、静電気により発火した。

2.4.1 有機金属化合物

n-ブチルリチウム (n-Butyllithium、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Li}$) (ヘキサン溶液)：無溶媒のn-ブチルリチウムは無色の非晶質固体、酸素や湿気により発火するため、通常は、比較的安定なヘキサン溶液として扱う。ヘキサン溶液はわずかに黄色を帯びた透明液体で空気中では自然発火しない。水、アルコール、酸、アミンなどと激しく反応して引火性のブタンガス (引火点 -125°C 、bp -0.5°C) を発生する。溶媒のヘキサンは引火爆発性がある (引火点 -21°C)。本物質は、脱水性の強塩基で、浸透性が強く皮膚に触れると直ちに薬傷を起こす。

メチルリチウム (Methylolithium、 CH_3Li) (エーテル溶液)：無溶媒のメチルリチウムは白色粉末で、空気に触れると発火する。メチルリチウムのエーテル溶液は無色透明液体、脱水性の強塩基である。皮膚に触れると直ちに薬傷を起こす。空気中の酸素や水と激しく反応・分解して発火することがある。

メチルマグネシウムブロミド (Methylmagnesium Bromide、 CH_3MgBr) (3mol/lエーテル溶液)、メチルマグネシウムヨード (Methylmagnesium Iodide、 CH_3MgI) (2mol/lエーテル溶液)：灰褐色の微濁溶液であり、水、アルコール、酸、アミンなどと反応して、メタンガスを発生する。溶媒のエーテルはきわめて引火性が高い。

フェニルマグネシウムブロミド (Phenylmagnesium Bromide, $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$) (2mol/lテトラヒドロフラン溶液)、ビニルマグネシウムブロミド (Vinylmagnesium Bromide, $\text{CH}_2=\text{CHMgBr}$) (1mol/lテトラヒドロフラン溶液)：前者は暗褐色溶液（低温で結晶が析出することがある）で水、アルコール、酸、アミン等と激しく反応する。後者は黄褐色溶液で水と激しく反応し、光でも分解する。

トリメチルアルミニウム{Trimethylaluminum、 $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$ } (ヘキサン溶液)：無色透明液体 (ヘキサン溶液)：無色透明液体 (ヘキサン溶液及び無溶媒)。無溶媒のものは70℃以上に加熱すると分解し、空気と接触すると瞬時に発火して激しく燃焼する。通常の実験室での取扱いは困難であるため、代わりにヘキサン溶液が使用される。しかし、ヘキサン溶液も空気中では自然発火する危険がある。また、皮膚に触れると直ちにひどい火傷を起こす。酸素、水、アルコール、酸、酸化剤、ハロゲン系溶媒などと激しく反応する。

2.4.2 還元金属触媒

水酸化カルシウム (Calcium hydride, CaH_2)：灰白色結晶又は粉末、目、鼻、皮膚を刺激し、火傷やアルカリ薬傷を起こす。水、低級アルコールやカルボン酸と反応して水素を発生する。湿気により発熱分解し、水素を発生する。

水酸化ナトリウム (Sodium Hydride, NaH)：灰白色微粉末、目、鼻、皮膚を刺激し、火傷やアルカリ薬傷を起こす。湿った空気中で分解する。水と激しく反応して水素と水酸化ナトリウムを生成する。アルコール類と反応してナトリウムアルコラートになる。加熱により約200℃以上で水素とナトリウムに分解し始める。

水酸化ホウ素ナトリウム (Sodium Borohydride, NaBH_4)：白色粉末。吸湿性が強く、空気中の水分を吸って徐々に分解する。水、アルコール類に溶けるが、その際に水素を発生して徐々に分解する。アルカリ性水溶液中では比較的安定であるが、酸性条件下では急激に分解する。可燃性を有する。

水酸化リチウムアルミニウム (Lithium Aluminum Hydride, LiAlH_4)、：灰白色粉末。皮膚、目、鼻などの呼吸器系の粘膜を激しく刺激する。エーテル類には可溶。アルコール類とは激しく反応して水素を発生する。湿気により分解する。乾燥した溶媒中に本物質を加えるが、逆に溶媒を加えると発熱して発火することがある。

2.5 禁水性物質

水に触れると発火の危険性がある物質で、アルカリ金属、カーバイド、リン化カルシウムがこれに該当する。

〔取扱い上の注意〕

1.金属ナトリウム (Na) や金属カリウム (K) は水と反応して水素 (H_2) を発生し、発火、燃焼、爆発することがある。少量ずつ分割して、石油中に密封して保管する。

金属ナトリウムの削りくずは石油中に貯留し、分解する時にはアルコール中に入れ、発生する H_2 に引火せぬようにする。金属カリウムでは第三ブタノール (t-BuOH) で同じ操作を窒素気流中で行う。

2.金属ナトリウムやカリウムはハロゲン化物と反応して爆発することがある。

- 3.カーバイドは水と反応してアセチレンを発生し、引火、爆発の危険がある。
- 4.リン化カルシウムは水と反応してホスフィン（PH₃、猛毒ガス）を発生する。また、不純物として含まれるP₂H₄が自然発火するため、引火、爆発する危険がある。
- 5.金属水素化物類も水（湿気）で発火することがある。廃棄する時は、酢酸エチルの中に少量ずつ加える。（逆の操作は不可）。
- 6.生石灰は水では発火しないが、他の物質を加熱して、結果として発火を引き起こすことがある。

（防護法）ゴム手袋やピンセットを用い、直接手で触れてはいけない。

（消火法）乾燥砂、食塩、ソーダ灰で覆う。注水したり、CO₂消火器を使ってはいけない。

〔事故例〕メタノールで分解した金属Naを水に捨てたら、分解が不十分なため発火、燃焼した。
（粘稠なアルコレートの膜が金属Naの表面にできるので分解しにくい）

3. 引火性物質

引火性物質としては、エチルエーテル、アセトアルデヒド、二硫化炭素、石油エーテルなどが代表例である。これらは換気のよい冷所に保管し、近くで火気の取扱いを禁止する。

3.1 可燃性ガス

〔C、H〕 水素、メタン、エタン、プロパン、ブタン、エチレン、プロピレン、ブテン、アセチレン、シクロプロパン、ブタジエン

〔C、H、O〕 一酸化炭素、ジメチルエーテル、酸化エチレン、酸化プロピレン、アセトアルデヒド、アクロレイン

〔C、H、N〕 アンモニア、メチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン、エチルアミン、シアン化水素、アクリロニトリル

〔C、H、X〕 塩化メチル、塩化エチル、塩化ビニル、臭化メチル

〔C、H、S〕 硫化水素、二酸化炭素

〔取扱い上の注意〕

- 1.漏れて滞留すると、引火、爆発するおそれがある。ボンベは通風の良い室外に置き、直射日光の当たらないように保管する（ボンベの取扱いはV2参照）。
- 2.使用中は窓を開き、通風を良くする。
- 3.アセチレンと酸化エチレンは分解爆発を起こすので、加熱したり、衝撃を与えたりしてはいけない。

（防護法）必要に応じて防護マスク、耐熱保護衣、防毒マスクを準備または着用する。

（消火法）一般消火法による。多量のガスが漏れた時は、できればガス源と火気を止め、窓を開いて退避する。余裕のない時は直ちに逃避せよ。

〔事故例〕アセチレンボンベを運搬中、落下して爆発した例がある。可燃物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大きい、高いものでも引火点以上に加熱した時は危険であり、このような場合の事故も案外多いので注意が必要である。

3.2 引火性液体

3.2.1 特殊引火物

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、酸化プロピレン、ジビニルエーテル、ニッケルカルボニル、アルキルアルミニウム。

〔取扱い上の注意〕

- 1.着火温度及び引火点が低く、非常に引火しやすいため、使用時は近くの裸火を消す。
- 2.沸点が低く爆発限界範囲が広いので、十分に換気を行い、蒸気が滞留をしないようにする。
- 3.一度引火すると爆発的に広がり、消火が困難になる。
- 4.内容物の少なくなった容器でも、引火、爆発の危険がある。

〔防護法〕 毒性のあるものを扱う場合は、は防毒マスク、ゴム手袋を使用する。

〔消火法〕 CO₂消火器または粉末消火器を使用する。水は周辺の可燃物の消火に有効である。

〔事故例〕

- ◆エーテルをかご瓶から小分けしていたとき、2m離れたバーナーの火が引火した。
- ◆エーテルの少量残ったフラスコを洗浄時、瞬間湯沸器の炎により引火した。
- ◆エーテル溶液の入ったフラスコを冷蔵庫に保管しておいたところ、エーテルの蒸気が漏れて庫内のスイッチの火花が引火し、爆発して扉が飛んだ（エーテルは防爆冷蔵庫に保管する）。
- ◆二硫化炭素の廃液を焼却した際、点火と同時に爆発的に炎が広がり、やけどをした（焼却する時は、開放地で点火した木片を遠方より投入する）。

3.2.2 一般の引火性物質

高度引火性物質(引火点20℃以下)

（第1石油類）石油エーテル、ガソリン、石油ベンジン、リグロイン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ペンテン、ベンゼン、トルエン、0-キシレン、アルコール類（メチルー～ペンチルー）、ジメチルエーテル、ジオキサン、アセタール、アセトン、メチルエチルケトン、パラアルデヒド、ギ酸エステル類（メチルー～ペンチルー）、酢酸エステル類（メチルー～ペンチルー）、アセトニトリル、ピリジン、クロルベンゼン。

（引火点20～70℃）

（第2石油類）灯油、軽油、テレピン油、樟脳油、キシレン、スチレン、アリルアルコール、シクロヘキサノール、セロソルブ、ベンズアルデヒド、ギ酸、酢酸

低度引火性物質（引火点70℃以上）

（第3石油類）重油、クレオソート油、スピンドル油、タービン油、変圧器油、テトラリン、エチレングリコール、ジエチレングリコール、アセト酢酸エチル、エタノールアミン、ニトロベンゼン、アニリン、0-トルイジン。

（第4石油類）ギヤー油、モーター油、などの重質潤滑油、フタル酸ジブチル、フタル酸ジオクチルなどの可塑剤

(動物性油類) あまに油、大豆油、やし油、いわし油、鯨油、さなぎ油など。

〔引火点とは〕

引火点とは液体の表面に空気と混合して着火する濃度の蒸気が発生する最低温度をいう。また、発火点(着火温度)とは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う。

〔取扱い上の注意〕

- 1.高度引火性物質は特殊引火物ほどではないが、引火性は強く、スイッチや静電気による火花、赤熱体、たばこの火も発火の原因になる。近傍の火気に注意し、直火による加熱は行わない。
- 2.中度引火性物質は加温時に引火しやすいため、開口容器による加熱時は蒸気の滞留に注意する。
- 3.低度引火性物質は高温加熱すると分解ガスに引火しやすく、また水などの異物が混入すると突沸して高温の液体が飛散し、引火するおそれがある。
- 4.一般に蒸気の比重が空気より重く滞留しやすいため、十分に換気する。
- 5.引火点の高い物質は、引火すると液温が高くなっているため、消火が困難である。

(防護法) 加熱時、多量を取扱う時は防護マスクを準備または着用し、綿製の手袋を用いる。

(消火法) 小さな引火にはCO2消火器を用い、火災が拡大した時は大量の水が有効である。

〔事故例〕

- ◆トルエンを蒸留中、途中で沸石を入れ忘れていたことに気づき、忘れていた沸石を加えたところ突沸して引火した。
- ◆溶剤の残った容器をガラス細工したため、引火、爆発して負傷した。
- ◆廃ガソリンをたき火に投じて焼却した時、予想以上に大きな炎になり、火傷をした。
- ◆フラスコをアセトンで洗浄後、乾燥器の中で乾燥しようとしたところ、残っていたアセトンが気化して爆発し、扉がはずれて遠くまで飛んだ。
- ◆分液漏斗を用い加熱した水溶液をキシレンで抽出中、コックを開いた際にキシレンが噴出して引火した。
- ◆潤滑油をガス直火で減圧蒸留し、終了後、直ちに減圧コックを開いたため、フラスコ内に空気が入って爆発した。
- ◆オイルバスを高温に加熱中、ガスバーナーを消すために空気ネジを閉じたところ、炎が長くゆらぎオイルバスに引火した(ガスの火は元栓を止めて消す)。
- ◆引火したオイルバスに四塩化炭素をかけたところ、これが油中で沸とうした結果、火のついた油が飛散し、火災が拡大した。

4.爆発性物質

有機過酸化物（過酢酸、過酸化ベンゾイルなど）、爆発性のニトロ化合物（ニトログリセリン、ピクリン酸など）が代表例である。これらは冷所に保管し、必要以上多量に置かない。また、酸や金属類など分解触媒となる物質と同じ場所に保管しない。爆発には、可燃性ガスに引火して起こる「燃焼的爆発」と分解しやすい物質が衝撃などで瞬時に分解・気化して起こる「分解爆発」がある。

4.1 分解爆発性物質

化合物	危険度	化合物	危険度	化合物	危険度
N-O 結合		N-N 結合		O-O 結合	
硝酸エステル	A	ジアゾニウム塩	C	ヒドロペルオキシド	B
ニトロ化合物	a	ジアゾオキシド	C	ジアルキルペルオキシド	C
ニトラミン	a	ジアゾイミン	c	ペルオキシ酸	C
アミン硝酸塩	b	ジアゾ無水物	C	ペルオキシエステル	C
ニトロソ化合物	c	ジアゾシアニド	C	ジアシルペルオキシド	C
雷酸塩	B	ジアゾスルフィド	C	オゾニド	B
		ジアゾチオエーテル	C		
N-X 結合		アジ化水素	B	O-X 結合	
ハロゲン化窒素	C	金属アジ化物	B	ハロゲン酸化物	C
硫化窒素	C	ハロゲンアジド	B	アミン過塩素酸塩	B
金属ニトリド	C	有機アジド	B	過塩素酸エステル	B
金属イミド	C	有機酸アジド	c	ペリクロリル化物	B
金属アミド	C			アミン塩素酸	b
				塩素酸エステル	b
				亜塩素酸塩	c

危険度：A = 感度大・威力大 B = 感度大・威力中 C = 感度大・威力小

a = 感度中・威力大 b = 感度中・威力中 c = 感度中・威力小

〔取扱い上の注意〕

- 1.火気、衝撃、摩擦などで爆発する危険があるため、事前に危険性を十分に確認する。
- 2.種々の反応で副生成物として生じることがあり、予想しない爆発を起こすことがある。
- 3.酸、アルカリ、金属、還元性物質などに触れると爆発することがあるので、不用意に混合しない。

（防護法）必要に応じて防護マスク、耐熱保護衣、防毒マスクを準備または着用する。

（消火法）爆発による延焼には、燃えている可燃物に応じた方法で消火する。

〔事故例〕

- ◆ニトロ化反応物を蒸留中、少なくなった残液が爆発した（蒸留残液には高ニトロ化物があるので蒸留しすぎてはいけない）。
- ◆古いエーテルを用いた抽出液からエーテルを留去して得た物質を乾燥器中で加熱乾燥したところ、爆発して乾燥器の扉がこわれた。
- ◆テトラヒドロフランの回収蒸留する際、残液を残したまま何度か同じフラスコで繰り返し蒸留したら爆発した。（エーテル、テトラヒドロフランの過酸化物が生成したため）。
- ◆30%過酸化水素水の瓶の栓を開けた時に爆発した。
- ◆H₂O₂でO₂発生させている途中でMnO₂を加えたところ、反応が急激に進みフラスコが破裂した。

4.2 火薬類

黒色火薬、無縁火薬、推進薬（過塩素酸塩、酸化鉛などを主剤とする）

雷こう、アジ化鉛、硝安爆発、塩素酸カリ爆薬、カーリット、ニトログリセリン、ニトログリコール、ダイナマイト、液体酸素爆薬、芳香族ニトロ化合物系爆薬

〔加工品〕 雷管、実包、空包、信管、導爆線、導火線、信号焰管、煙火

火薬類は分解爆発性物質を配合した成型品で、これらの使用については法令に従い、また指導者の指示によって行わねばならない。

5.混合危険物

一般に2種類以上の物質を混合すると、両者の間で拡散や溶解などによる混合熱が発生し、化学反応によって急激な沸騰、飛散または発火、爆発がおこることがある。このような危険性を持つものを混合危険物という。物理的な例としては、濃硫酸への水の添加、多量の固形苛性ソーダへの少量の水の添加、高温液体と低沸点物質の混合等がある。

発火または爆発の原因による分類では、（1）急激な分解や反応のため発熱して燃焼または爆発に至るもの。

（2）爆発性化合物を生成するもの。（3）空気又は酸素と混合し分解又は爆発性の混合物を生成するもの、などに分けられる。

この混合危険物として次のような組合せ例がある。

混合すると爆発の危険性のある薬品の組合せ (A+B)

薬品A	薬品B
アルカリ金属、粉末にしたアルミニウム又はマグネシウムその他	四塩化炭素、その他の塩化炭素、二硫化炭素及びハロゲン(反応)
カリウム、ナトリウム(反応)	四塩化炭素、二酸化炭素、水
銅(アセチリドの生成・分解反応)	アセチレン、過酸化水素
銀(アセチリドの生成・分解反応・雷酸銀・アジ化銀の生成)	アセチレン・シュウ酸、酒石酸、雷酸、アンモニウム化合物
水銀(アセチリド・雷酸・水銀・アジドの生成)	アセチレン、雷酸、アンモニア
塩素(激しい発熱反応・生成物の分解)	アンモニア、アセチレン、ブタジエン、ブタン、メタン、プロパン(他の石油ガス)、水素、ナトリウム、カーバイド、テレピン油、ベンゼン、微粉塵した金属
臭素(激しい発熱反応・生成物の分解)	塩素と同じ
ヨウ素(激しい発熱反応・生成物の分解)	アセチレン、アンモニア(溶液あるいは無水) 水素
フッ素(同上、特に結合エネルギー大のため発熱大)	全ての化合物に対して反応性は著しく大である
二酸化塩素(爆発性混合物の火薬・爆発類似)	アンモニウム塩、酸類金属粉、硫黄、一般に微粉塵した有機物あるいは可燃性物質
過塩素酸(急激な酸化反応)	無水酢酸、ピスマス及びそれらの合金、アルコール、紙、木材
過マンガン酸カリウム(急激な酸化反応)	エタノールあるいはメタノール、氷酢酸、無水酢酸、ベンズアルデヒド、二硫化炭素、グリセリン、エチレングリコール、酢酸エチル、酢酸メチル、フルフラール
過酸化水素(急激な分解反応)	銅、クロム、鉄、多くの金属あるいはそれらの塩アルコール、アセトン、有機物、アニリン、可燃材料、引火性液体、ニトロメタン
アンモニア(無水)(アジ化水銀・銀の生成・激しい発熱反応・生成物の分解)	水銀(例えばマノメーター中の水銀)、塩素、次亜塩素酸カルシウム、ヨウ素、臭素、無水フッ化水素酸、銀化合物
クロム酸(酸化反応・酸素の発生)	酢酸、ナフタリン、カンファ、グリセリン、テレピン油、アルコール類、一般酸化性物質
無水フッ化水素酸(激しい発熱反応)	アンモニア(含水あるいは無水)
硝酸(濃)(酸化反応・発熱)	酢酸、アニリン、クロム酸、シアン酸、硫化水素、引火性液体、引火性ガス
硫酸(遊離塩素酸、過マンガン酸の生成とその分解組酸化反応)	塩素酸カリウム、過塩素酸カリウム、過マンガン酸カリウム(あるいはナトリウム、リチウムのような軽金属の過マンガン酸塩)
炭化水素(ブタン、プロパン、ベンゼン、ガソリン、テレピン油など)	フッ素、臭素、クロム酸、過酸化ナトリウム(激しい発熱反応・酸化反応と過酸化物の生成)
アセチレン(激しい発熱反応と生成物の分解・アセチリドの生成)	塩素、臭素、銅、フッ素、銀、水銀
アニリン酸(酸化反応)	硝酸、過酸化水素
シュウ酸(急激な反応)	銀、水銀
クメンヒドロパーオキシド(急激な分解)	酸類(有機あるいは無機)
引火性液体(酸化反応・過酸化物生成・急激な反応)	硝酸アンモニウム、クロム酸、過酸化水素、硝酸、過酸化ナトリウム、及びハロゲン

○ 内の表示は原因を示す。

Ⅲ 有毒性物質の特徴・性質

実験室にある薬品の多くは有毒性物質である。一般に実験には少量使用するため、通常の取り扱いにおいて薬品によって中毒を起こすことは少ないが、毒性の強い物質では、その取扱いを誤ると致命的な障害を受けることがある。よく使用される薬品で危険度の高いものは法令で規制されている。一般に、実験室では法令で規制されていない毒性物質を使用する場合も多いため、以下に例示した物質を参考にその危険性を判断して、適切に対処しなければならない。

1 毒性ガス

(許容濃度0.1mg/?以下) フッ素、ホスゲン、オゾン、アルシン、ホスフィン
(1.0以下) 塩素、ヒドラジン、アクロレイン、臭素
(5.0以下) 二酸化硫黄、フッ化水素、塩化水素、ホルムアルデヒド
(10以下) シアン化水素、硫化水素、二硫化炭素
(50以下) 一酸化炭素、アンモニア、酸化エチレン、臭化メチル、酸化窒素、クロロプレン
(200以下) 塩化メチル

〔取扱い上の注意〕

- 1.一般に窒息症状を引き起こし、毒性の強いものは皮膚、粘膜を腐食する。
- 2.高濃度のガスを吸入すると、瞬時に失神し、避難できなくなることがある。
- 3.許容濃度の低いものは、わずかな漏えいにも注意し、定期的にガス検知管で確認する。

(防護法) 防毒マスクを準備し、必要に応じて着用する。

〔事故例〕

- ◆塩素ボンベが空になったと思ってバルブをとりはずしたところ、多量のガスが噴出して中毒した。
- ◆プロピレンとアンモニアの混合ガスを加圧反応中、バルブから少しの漏れを発見し修理中、ガス漏れが大きくなり補修できなくなって中毒した（加圧下での補修は危険）。
- ◆手製の容器にアンモニアを充填し帆布で包んで運搬中、溶接個所が切断して破裂し、アンモニアによって凍傷を受け、また呼吸器障害を起こした。
- ◆未反応アンモニアを溶解した反応生成物の臭いを直接かぎ、卒倒してけがをした。
- ◆塩素、硫化水素、二酸化硫黄などの希薄蒸気を長時間吸っているうちに気分が悪くなり、頭痛、吐気をもよおした。

毒性の表示

LD50 (Lethal Dose) ・ ・ 実験動物の半数が死亡する量を示す指標、毒物の体重1kg当たりのmgで表す。体重Wkgの人は $LD50 \times W$ (mg/kg) で換算できる。

TLV (Threshold Limit Value) ・ ・ 最高許容濃度または限界値といい、平均的な健康な人が毎日続けて暴露されても障害の生じない毒性ガスの上限濃度をppmで示したもの、煙や霧ではmg/m³で示す。

2 毒物、劇物

毒物又は劇物は、表－1に掲げる物（毒物●、劇物◎）であって医薬品以外の農薬、化学薬品、染料試薬等の中から、これが摂取され、吸収され、外用された場合に、極量が致死量に近いもの、蓄積作用が強いもの、薬理作用が強く、人又は動物の機能に危害を与えるおそれの大きいものについて指定されている。なお、薬事法による毒薬と劇薬との差異は、危険度の差で区別され、その指定の基準はおおむね次のとおりである。

(1) 急性毒性の強いもの (LD₅₀mg/kg)

区別	方法	経口投与	皮下注射	静脈注射
毒薬		30mg 以下	20mg 以下	10mg 以下
劇薬		300mg 以下	200mg 以下	100mg 以下

毒物又は劇物の表示

毒物又は劇物の容器及び被包のいずれにも「医薬用外」の文字を表示するとともに、毒物の場合は赤地に白色で「毒物」、また劇物の場合は白地に赤色で「劇物」の文字を表示するように定められている。

「毒物」や「劇物」の表示について、単に文字を記載するだけでなく、配色まで規定されている。一般人を含めて毒劇物を取扱う者が、その物が毒物あるいは劇物であることを一目で認識できるようにするためである。目立ちやすい表示をさせ、により、その取扱いに注意を促し、取り扱い上の事故を未然に防止することを目的としている。

3 特定有毒物質

特定有毒物質とは、表－1中に■印を付したものであって、毒物のうち特に作用が強く、人に対する危害の可能性が高いものとして指定されているものである。例えば、シアン化カリウム、シアン化ナトリウムなどがある。

4 腐食性物質

腐食性物質とは、表－1に△印を付したものであって、組織の成分と反応して組織を破壊する性質を持つ物質である。強酸、強アルカリ、硝酸銀、クロル酢酸などが該当する。

表-1 毒物、劇物、その他の一覧表

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

無機化合物 (続き)		
リン酸△ リン化亜鉛◎	リン化アルミニウム○	リン化カルシウム◎
有機化合物		
アクリル酸エステル○ アクリロニトリル◎ ■ アクロレイン◎ アセトアルデヒド△ アセトニトリル○ n-アドレナリン○ アニリン◎ 2-アミノエタノール○ アミノピフェニル■ アリルアルコール△ アルキルアニリン◎ アルキルトルイジン◎ イソプロピルアミン○ イソホロン○ インシュリン○ インドール○ エチルアミン○△ エチル水銀■ エチルベンゼン○ エチルメルカプタン○ エチレンジアミン■ エチレングリコールモノブ チルエーテル○ エチレングリコールモノメ チルエーテル○ エチレンクロロヒドリン○ エチレンジアミン○ エピクロロヒドリン◎ 塩化アリル○ 塩化エチル◎ 塩化エチレン○ 塩化ビニル○ 塩化ビフェニル■ 塩化ベンジル○ 塩化メチル◎ エンドリン○ 過酸化尿素◎ 過酸化ベンゾイル△ カフェイン○	ギ酸△ ギ酸タリウム○ キシリジン○ キニーネ○ クレゾール◎ クロル酢酸△ 1-クロル-1-ニ トロプロパン○ クロルピクリン◎ クロロブレン○ クロロホルム◎△■ ケテン○ コルヒチン○ 酢酸△ 酢酸ウラニル○ 酢酸ウラニル亜鉛○ 酢酸水銀○ 酢酸バリウム△ 酢酸ビニル△ 酢酸ヘキシル○ 酢酸2-メトキシエチル○ サリチル酸△ 三塩化ホウ素エチラート○ 三臭化ホウ素エチラート○ 三フッ化ホウ素エチラート○ ジアセトンアルコール○ ジエチルアミン○ ジエチレングリコール モノエチルエーテル○ 四塩化炭素◎△■ シクロヘキサノール○ シクロヘキサノン○ シクロヘキシミド○ 2,2-ジクロルエチル エーテル○ ジクロル酢酸◎ ジクロルブチン◎ ジクロルベンジジン■ o-ジクロルベンゼン○	ジケテン○ 四臭化エタン○ ジニトロクレゾール● ジプロムエタン◎ ジプロムクロルプロパン◎ ジメチルアセトアミド○ ジメチルアミン◎ ジメチルアニリン○ ジメチルホスフェイト● ジメチルホルムアミド○ ジメチル硫酸◎ 臭化エチレン◎ 臭化メチル◎ ■ シュウ酸△ シュラーダン○ ストリキニン○ チオセミカルバジド● チオダン○ テトラエチル鉛● ■ テトラエチルピロ ホスフェイト● テトラクロルエタン◎ ■ テトラクロルエチレン■ テトラニトロメタン○ テトラメチル鉛● ■ トリエチルアミン○ トリクロルエタン■ トリクロルエチレン■ トリクロル酢酸◎△ トリクロルプロパン○ トリニトロトルエン△ トリニトロベンゼン△ トリブチルアミン△ トリプロピルアミン△ トリメチルアミン△ トリレンジイソ シアネート○ ■ o-トルイジン◎ トルエン■

有機化合物（続き）		
ナフタレン○ β-ナフチルアミン■ α-ナフチルチオ尿素○ β-ナフトール◎△ 1-ニコチン● α-ニトロアニリン○ ニトロクロルベンゼン■ ニトロトルエン○ ニトロビフェニル■ α-ニトロフェニルチオノベンゼンホスホン 酸エチル○ ニトロプロパン○ ニトロベンゼン◎△ パラアルデヒド△ フェニレンジアミン△ フェノール○△□ フェンカプトン○ α-フタロジニトリル■	ブチルアミン○ α-ブチルトルエン○ α-ブチルメルカプタン○ フルオル酢酸アミド● フルオル酢酸ナトリウム○ ブルシン○ フルフラール○ プロピレンイミン○ プロモホルム○ α-ヘキサン■ ベンジジン■ ベンジンアルコール△ ベンゼン○△■ α-ベンゾキノン○ ベンタクロル フェノール◎△■ メチルアミン○ メチル水銀■	メチルスルホナール◎ メチルナフチル カルバメート◎ メチルパラチオン○ メチルヒドラジン○ メチルメルカプタン○ モノクロル酢酸◎ モノフルオル酢酸● モノフルオル酢酸アミド●モルホリン○ ヨウ化水素◎ ヨウ化メチル■ 硫化リン● 硫酸ジエチル△ 硫酸ジメチル○△■ 硫酸ニコチン○ ロダン酢酸エチル◎ ロデノン◎

〔取扱い上の注意〕

1. 有毒性物質は、蒸気や微粒子として呼吸器官から、また水溶液として消化器官から、さらに接触によって皮膚や粘膜から吸収されるため、それぞれに応じた適切な処置が必要である。
2. 毒物●、劇物◎は密栓した容器に入れ、内容物を明記して施錠した薬品棚に保管する。またその出納を記録すること。万一、盗難にあった時は指導者に届出なければならない。
3. 一般有毒性物質○の中には、毒性の強いものもあるのでため、取り扱いには十分注意すること。
4. 腐食性物質△の使用後は、うがい、洗顔などをかならず行うこと。
5. 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、使用する時には十分な注意が必要である。

（防護法）防毒マスク、ゴム手袋、時には防毒衣を準備または着用する。

〔事故例〕 シアン化カリウムを取扱っていて、指についているのを知らずに湯呑みを持って茶を呑んだところ、30秒ほどして目がくらんで視界が真っ暗になり、「青酸カリ」と叫びつつ意識を失った。幸い、近くの者がこれを聞き、直ちに病院に搬送し、胃洗浄を行ったため一命を取り留めた。

表-2 混合によって激しく反応する物質表

主剤	主剤に対する反応性物質
(無機化合物)	
アルカリ金属 (Na, K, Li) アルカリ土類金属 (Mg, Ca)	二酸化炭素、四塩化炭素、塩素化炭化水素 (火災時の消火は乾燥砂を用いる。)
アンモニア (無水)	銀、塩素、次亜塩素酸カルシウム、ヨウ素、臭素、フッ化水素
塩素	アンモニア、アセチレン、ブタジエン、ブタン、石油ガス、水素、テレピン油、ベンゼン、金属粉
塩素酸塩	アンモニウム塩、酸、金属粉、硫黄、可燃物、微粉物
塩素酸カリ	同上 (特に酸)
過塩素酸	無水酢酸、ビスマスおよびその合金、アルコール、紙、木、グリース、油
過塩素酸カリ	同上 (特に酸)
過酸化水素	銅、クロム、鉄、多くの金属またはその塩、可燃物 (液、固)、アニリン、ニトロメタン
過酸化ナトリウム	被酸化物 (エタノール、メタノール、氷酢酸、無水酢酸、ベンツアルデヒド、二硫化炭素、グリセリン、エチレングリコール、酢酸エチル、酢酸メチル、フルフラール)
活性炭	次亜塩素酸カルシウム、他の酸化剤
過マンガン酸カリ	グリセリン、エチレングリコール、ベンツアルデヒド、硫酸
銀	アセチレン、シュウ酸、酒石酸、フマル酸、アンモニウム化合物
クロム酸 (H_2CrO_4) 三酸化クロム	酢酸ナフタレン、樟腦、グリセリン、テレピン油、アルコール、その他の可燃液体
酸化カルシウム (生石灰)	水
酸素	油、グリース、水素、可燃物、(液、固、ガス)
シアン化水素	硝酸、アルカリ
臭素	アンモニア、アセチレン、ブタジエン、ブタン、石油ガス、テレピン油、ベンゼン、微粉金属、ナトリウムカーバイド、無水酢酸
硝酸	酢酸、アセトン、アルコール、アニリン、クロム酸、シアン化水素、二硫化炭素、可燃物 (液、ガス)、易ニトロ化物
硝酸アンモン	酸、金属粉、可燃物 (液)、塩素酸塩、硝酸塩、硫黄、可燃有機粉末
硝酸ナトリウム	硝酸アンモニウム、他のアンモニウム塩
水銀	アセチレン、雷酸 (硝酸とエタノールで生成)、アンモニウム化合物
銅	アセチレン、過酸化水素
ナトリウム	アルカリ金属を参照
二酸化塩素	アンモニア、メタン、ホスフィン、二硫化炭素
二硫化炭素	発煙硝酸、酸化性ガス
フッ化水素	アンモニア、(無水、水溶液)
フッ素	すべての物質から隔離する
ヨウ素	アセチレン、アンモニア (無水、水溶液)
硫酸	塩素酸塩、過塩素酸塩、過マンガン酸塩、
リン	空気、酸素

主剤	主剤に対する反応性物質
(有機化合物)	
アセチレン	塩素、臭素、銅、銀、フッ素、水銀
アセトン	濃酸、(濃硝酸+濃硫酸)
アニリン	硝酸、過酸化水素
酢酸	クロム酸、硝酸、過酸化水素、過マンガン酸塩
シュウ酸	銀、水銀
炭化水素	プロパン、ブタン、フッ素、塩素、臭素、クロム酸、過酸化水素、ベンゼン、ガソリン、テレピン油
ニトロパラフィン	無機塩素、アミン
ニトロベンゼン	かせいカリ
ヒドラジン	過酸化水素、硝酸、その他の酸化剤
無水酢酸	エチレングリコール、含水酸基化合物、過塩素酸、臭素
有機過酸化水素	有機・無機酸、アミン(摩擦を避け冷蔵)

表-3 混合によって有毒ガスを発生する物質表

主剤	副剤	発生有毒物質
亜硝酸塩	酸	亜硝酸ガス
アジド	酸	アジ化水素
シアン化物	酸	シアン化水素
次亜塩素酸塩	酸	塩素または次亜塩素酸
硝酸	銅、真ちゅう、重金属	亜硝酸ガス
硝酸塩	硫酸	亜硝酸ガス
セレン化物	還元剤	セレン化水素
テルル化物	還元剤	テルル化水素
ヒ素化物	還元剤	ヒ化水素(アルシン)
硫化物	酸	硫化水素
リン	かせいアルカリ、還元剤	リン化水素(ホスフィン)

表-4-一般溶剤の性質表

毒性記号 ◎：劇物、○：一般油毒性物質、■：特定有害物質、△：腐食性物質

麻（麻酔性）、頭（頭痛）、目（粘膜刺激）、皮（皮膚炎症）、呼（呼吸器炎症）

	沸点 ℃	引火点 ℃	燃焼限界		自然発火 温度 ℃	蒸気 比重 (空気)	TLV mg/m ³	毒性
			上限 %	下限 %				
ペンタン	30	-49	1.4	8.0	309	2.48	1800	(麻)
ヘキサン	69	-23	1.2	6.9	260	2.97	1800	■(麻)(呼)
ヘプタン	98	-4	1.2	6.7	233	3.45	2000	(麻)(呼)
ベンゼン	80	-11	1.4	8.0	538	2.77	80	○△■(皮)(呼)
トルエン	111	4	1.3	7.0	552	3.14	370	■(頭)(目)
キシレン	138	25	1.1	7.0	496	3.66	435	(麻)(呼)
塩化メチレン	40	—	12.0	19.0	662	2.93	1740	(麻)(目)
クロロホルム	61	—	—	—	—	4.12	50	◎△■(麻)(目)
四塩化炭素	77	—	—	—	—	—	65	◎△■(麻)(呼)
エチレンジクロリド	83	21	6.2	15.9	449	3.35	200	(目)(皮)
トリクロロエチレン	87	—	—	—	410	4.53	535	■(麻)
メタノール	65	18	6.0	36.5	470	1.11	260	◎■(麻)
エタノール	78	16	3.3	19.0	399	1.59	1900	(麻)
イソプロパノール	82	21	2.5	5.2	456	2.07	980	(麻)
ブタノール	118	46	1.7	18.0	343	2.55	300	(頭)(目)(呼)
シクロヘキサノール	161	68	1.2	—	300	3.45	200	○
エーテル	34	-45	1.8	48	180	2.55	1200	(麻)
THF	66	-14	2.3	11.8	321	2.50	590	(麻)(目)
ジオキサン	101	12	2.0	22.0	180	3.03	180	(目)(頭)毒性
アセトン	57	-18	2.6	12.8	538	2.00	2400	(頭)
MEK	79	-6	1.8	11.5	516	2.41	590	(麻)
MIBK	118	23	1.3	8.0	459	3.45	400	(麻)(目)
DI BK	166	49	—	—	—	4.66	250	(麻)
シクロヘキサノン	155	44	1.1	9.4	420	3.38	200	○(目)(呼)
ジアセトンアルコール	168	66	—	—	643	4.00	240	○(麻)(目)
酢酸エチル	77	4	2.7	11.5	482	3.04	1400	(目)(呼)
酢酸ブチル	126	33	1.7	15.0	393	0.88	710	(目)(呼)
酢酸	118	43	4.0	16.0	426	2.07	25	△(目)(皮)(呼)
無水酢酸	140	54	3.0	10.0	380	3.52	20	○(目)(皮)(呼)
アセトニトリル	80	6	4.0	16.0	524	—	70	○(目)(皮)(呼)
ニトロメタン	101	35	7.3	—	418	2.11	250	(呼)
1-ニトロプロパン	132	36	2.2	—	421	3.06	90	○
二硫化炭素	46	-30	1.0	44.0	100	2.64	30	(目)毒性あり
DMSO	189	95	2.6	42.0	215	—	—	不明
DMF	153	58	2.2	15.2	445	—	30	○(目)(皮)(呼)

TLV (Threshold Limit Value) 許容限界濃度

表-5 宮崎大学で主に使用している農薬とその毒性

用途	農薬名	有効成分の含有量	毒性ランク
殺虫剤	DD	D-D 55%	普通
	DD 92	D-D 92%	普通
	DDVP50%乳剤	DDVP50%	劇物
	アードント水和剤	アクリナトリン 3%	普通
	アグロスリン水和剤	シベルメトリン 6%	劇物
	アディオン乳剤(ベルトリン乳剤)	ベルメトリン 20%	普通
	アドマイヤーフロアブル	イミダクロプリド 20%	劇物
	アファーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩 1%	普通
	アブロードエース	フェンピロキシメート 4% + プロフェジン 20%	普通
	エカチン乳剤	チオメトン25%	劇物
	エルサン乳剤	PAP50%	普通
	オリオン水和剤	アラニカルブ 40%	劇物
	オルトラン粒剤	アセフェート5%	普通
	ガードジェット	シュードモナス・フルオレセンス酸 7%	普通
	カスケード乳剤	フルフェノクスロン 10%	普通
	(フルフェノクスロン乳剤)		
	カルホス乳剤	イソキサチオン40%	劇物
	カルホスバツサ粉剤DL	イソキサチオン2% + BPMC 2%	劇物
	キタバツサ粒剤	BPMC 2% + IBP 2%	劇物
	クノヒューム	臭化メチル99%	劇物
	ケルセン乳剤	ケルセン33%	普通
	コクソール	珪藻土 90%	普通
	コテツフロアブル	クロルフェナビル 10%	劇物
	サイハロン乳剤	シフルトリン 5%	劇物
	サッチューコートSセット	MEP15%	普通
	サンヒューム	臭化メチル98.5%	劇物
	サンマイト水和剤	ピリダベン 20%	劇物
	ジプロム乳剤	BRP 50%	劇物
	ジメトエート乳剤	ジメトエート43%	劇物
	スカウト乳剤	トラロメトリン 1.6%	劇物
	スプラサイド乳剤	DMTP36%	毒物
	スミチオン乳剤	MEP50%	普通
	ダイシストン粒剤	エチルチオメトン5%	劇物
	ダニカット乳剤	アミトラス20%	普通
	ディブテックス乳剤	DEP 50%	劇物
	トアロー水和剤CT	BT剤 7%	普通
	ニッソラン水和剤	ヘキシチアゾクス 10%	普通
	ネキリトン粒剤	DEP 1%	普通
	バイジット乳剤	MPP50%	劇物
	バイジット粉剤2DL	MPP2%	劇物
	ハクサップ水和剤	フェンバレレート 10% + マラソン 30%	劇物
	バダンバツサ粒剤	カルタップ3.5% + BPMC 4%	劇物
	バダン水溶液	カルタップ50%	劇物
	ブラックリーフ40	ニコチン40%	毒物
	マクパール水和剤	XMC 50%	劇物
	マラソン乳剤	マラソン 50%	普通
	ミカントップ乳剤	ジメトエート30% + フェンバレレート 4%	劇物
	ランネット水和剤	メソミル45%	劇物
	スピノエース顆粒水和剤	スピノサド 25%	普通
	(スピノサド水和剤)		
	ゼンターリBT顆粒水和剤	BT結晶毒素10%	普通
	ダイアジノン粒剤	ダイアジノン 3-10%	普通
	ダニトロン乳剤	フェンピロキシメート5%	普通
	チェス水和剤	ピメロトジン 25%	普通
	テデオ水和剤	テトラジホン 18%	普通
	デナボン水和剤 50	NAC 50%	劇物
	デナボン粒剤5%	NAC 5%	普通

用途	農薬名	有効成分の含有量	毒性ラック
殺虫剤	テルスター水和剤	ビフェントリン 2%	普通
	トリガード水和剤(シロマジン水和剤)	シロマジン 14%	普通
	トレボン乳剤	エトフェンプロックス 20%	普通
	ナメキール(メタアルデヒド粒剤)	メタアルデヒド 6%	普通
	ネマトリン粒剤	ホスチアゼート 1%	普通
	ビルク水和剤	エトキサゾール 5% + フェンプロパトリン 7.5%	劇物
	フェロディンL(リトルA剤)	リトルA4.55mg + リトルA80.45mg	普通
	ブラックリーフ	硫酸ニコチン 40%	毒物
	ベストガード水和剤	ニテンピラム 1%	普通
	マシン油乳剤	マシン油 95~98%	普通
	モスピラン水和剤	アセタミプリド 20%	劇物
殺菌剤	Zボルドー	塩基性硫酸銅 58%	普通
	アグリマイシン水和剤	ストレプトマイシン硫酸塩 25%	普通
	アグレプト液剤	ストレプトマイシン 20%	普通
	アリエッティ水和剤	ホセチル 80%	普通
	オーソサイド水和剤	キャブタン 80%	普通
	カスミンボルドー	カスガマイシン 5% + 塩基性塩化銅 75%	普通
	カスラブサイド水和剤	カスガマイシン 1.2% + フサライド 20%	普通
	カッパーシン水和剤	カスガマイシン 5% + 塩基性塩化銅 75%	普通
	カタジンP粒剤	IBP 17%	普通
	キノンドーフロアブル	8ヒドロキシキノリン銅 35%	普通
	グリーンヒッター	オキサジキシル 6.4% + TPN32%	普通
	ケミクロンG(炭材消毒)	カルシウムハイポクロライト 70%	普通
	コサイドボルドー	水酸化第二銅 76.8%	劇物
	コサイドボルドー水和剤	水酸化第二銅(銅) 50%	普通
	サンヨール(DBEDC乳剤)	DBEDC 20%	普通
	ジマンダイセン水和剤	マンセブ 75%	普通
	ストロビーフロアブル	クレソキシムメチル 41.5%	普通
	ダイセンステンレス	アンバム 50%	普通
	ダイファール水和剤	ジネブ 72%	普通
	ダイマジン	イミノクタジンアルベシル酸塩 20% + フェンヘキサシド 30%	普通
	ダコニール	TPN 75%	普通
	ダコニール 1000	TPN 40%	普通
	タチガレン液剤	ヒドロキシイソキサゾール 30%	普通
	テクリードCフロアブル	イブコナゾール 5% 水酸化第二銅	普通
	デラン水和剤	ジチアノン 70%	普通
	デランフロアブル	ジチアノン 40%	普通
	トップジンM水和剤	チオファネートメチル 70%	普通
	トモノール	マシン油 95%	普通
殺菌剤	トモノール S	マシン油 97%	普通
	トリフミン水和剤	トリフミゾール 30%	普通
	ハーモメイト水和剤	炭酸水素ナトリウム 80%	普通
	バイレトン水和剤 25	トリアジメホン 25%	普通
	バリダシン液剤 5	バリダマイシン 5%	普通
	ヒノザン乳剤	EDDP 30%	劇物
	フジワン乳剤	イソプロチオラン 40%	普通
	ベフキノン水和剤	イミノクタジン酢酸塩 7% + 有機銅 50%	普通
	ベンレート水和剤	ベノミル 50%	普通
	ボトキラー水和剤	パチルス スズチリス	普通
	ホラインズフロアブル	シモキサニル 30% + ファモキサドン 22.5%	普通
	マンネブダイセンM水和剤	マンネブ 75%	普通
	ラビライト水和剤	マンネブ 50%	普通
	ロブラール水和剤	イプロジオン 50%	普通

用途	農薬名	有効成分の含有量	毒性ランク
殺虫 殺菌剤	ヒノバイジット粉剤	MPP29%+E001.5%	普通
	フジワシカヤフォス粒剤	プロバホス 6% + イソプロチオラン 12%	劇物
除草剤	サターン・バア口乳剤	プロメトリン 5%+ベンチオカーブ 50%	普通
	サンフーロン	イソプロピルアンモニウム=N-(ホスホノメチル)グリシナート 41%	普通
	シーゼットフロアブル	ピリブケカルブ 5.7%+プロモブチド 10%+ベンゾフェナップ 12%	普通
	シマジン	CAT 50%	普通
	シマジン粒剤 1	CAT 1%	普通
	ジョイスター-Lフロアブル	カフェンストール 4.2%+シハロホップブチル 3%+ダイムロン 8%+ペンシルフロノメチル 1%	普通
	トレファノサイド粒剤	トリフルラリン 2.5%	普通
	バサグラン粒剤	ペンタゾン 10%	普通
	バスタ液剤	グルホシネート 18.5%	普通
	バピカ-Lフロアブル	シハロホップブチル 3.6%+テニシクロール 4.2%+ペンシルフロノメチル 1%	普通
	ブリグロックス L	ジクワット 7% + パラコート 5%	劇物
	ラウンドアップ	グリホサート 41%	普通
	リードゾン粒剤	ピラゾレート 4%+プロモブチド 4%+ベンチオカーブ 5%	普通
	2, 4-Dアミン塩	2, 4-DPAジメチルアミン 49.5%	普通
植物成長 調整剤	オキシベロン粉剤	インドール酪酸 0.5%	普通
	ルートン	ナフチルアセトアミド 0.4%	普通
	グラミン	ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル 10%+ジナフチルメタンジスルホン酸ナトリウム	普通
	グリーンナー	ワックス 10%	普通
	マデック乳剤	MCPB 20%	普通
	フィガロン乳剤	エチクロゼート 20%	普通
	マデック乳剤	MCPB 20%	普通
展着剤	アブローチBI	ポリオキシエチレンヘキサン脂肪酸エステル 50%	普通
	クレフノン水和剤	炭酸カルシウム 95%	普通
	スカッシュ	ソルビタン脂肪酸エステル 70%+ポリオキシエチレン脂肪酸エステル 5.5%	普通

IV 放射線の利用

1 放射性同位元素（Radioisotopes、R I）の取扱い

1.1 実験に際しての一般的な注意

1.1.1 作業前

- (1) 専用の実験衣等を準備着用すること。
- (2) 原則として単独で実験を行わないこと。
- (3) 初めて実験する際はR Iを用いない予備実験を行い、予め機器等の操作に慣れておくなど、被ばくを最小限にとどめる工夫を講じること。

1.1.2 管理区域への立入

- (1) 専用のスリッパ及び実験衣等に替えること。
- (2) 各自の被ばく線量測定器（ガラスバッジ、OSL線量計等）を所定の位置に正しく着用すること。
- (3) 放射線取扱主任者及びR I施設職員の指示に従うこと。

1.1.3 密封R I使用時の注意

- (1) 定められた使用室以外では使用しないこと。
- (2) しゃへい壁その他のしゃへい物により、適切なしゃへいを行うこと。」
- (3) 使用前に放射線測定器具により、密封状態が正常であることを確認すること。
- (4) 使用中に密封状態が破れることの無いように、強い力は加えてはならない。
- (5) 遠隔操作装置又はかん子等により密封R Iとの間に十分な距離をとること。
- (6) 放射線に被ばくする時間をできるだけ短くすること。
- (7) 密封R Iを移動して使用する場合には、使用後直ちにその密封R Iの紛失、漏えい等の異常の有無を放射線測定器具により点検すること。

1.1.4 非密封R I使用時の注意

- (1) 定められた作業室以外では使用しないこと。
- (2) 作業室の使用承認核種、最大使用数量を確認し、これを遵守すること。
- (3) 非密封R Iを取り扱う際はゴム手袋等を着用すること。ただし、手袋を着用した状態でむやみに他のものに触れないこと。
- (4) 作業室内での飲食・喫煙・化粧等、R Iを体内に取り込む恐れのある行為を行わないこと。
- (5) 作業中は適宜サーベイメーター等で手や器具の汚染を確認すること。
- (6) 作業終了後は、作業台とその周辺の汚染の有無をサーベイメーターで確認すること。

1.1.5 R I 装備機器使用時の注意

- (1) R I 装備機器及びインターロック等が正常に作動することを確認するとともに、立入を禁止している区域に人がいないことを確認すること。
- (2) しゃへい壁その他のしゃへい物により、適切なしゃへいを行うこと。

- (3) 放射線に被ばくする時間をできるだけ短くすること。
- (4) 照射中は、照射実験室のすべての出入口を閉鎖し、立入を制限すること。

1.1.6 退出時の注意

- (1) 所定の放射性同位元素の使用の記録、保管記録及び、密封されていない放射性同位元素の場合は廃棄記録に必要事項を記入すること。
- (2) 持ち出し物品の汚染の有無を確認すること。
- (3) ハンドフットクロスモニターで身体の汚染の有無を確認すること。
- (4) 汚染が無いことを確認した後、専用のスリッパ及び実験衣等を脱ぎ退出すること。
これらを着用したままみだりに管理区域から出ないこと。
- (5) 汚染が検出された場合は、速やかに管理室に連絡すること。

1.1.7 時間外利用の注意

R I の利用は、原則として平日の午前 9 時から午後 5 時までである。時間外及び休日に利用する者は、あらかじめ放射線取扱主任者及び R I 施設職員の指示に従うこと。

1.2 廃棄

非密封 R I を用いた実験に際して発生した廃棄物の処理は、まず、放射性廃棄物と非放射性廃棄物に区分し、放射性廃棄物については下記の区分に従い、区分毎の専用容器（「放射性廃棄物」と表示されているもの）に廃棄すること。

(放射性廃棄物の分類)

- (1) 可燃物；紙、木片、布等（水分を含んだ物は乾燥させてから廃棄する）。
- (2) 難燃物；プラスチック、塩ビ、ゴム、アクリル類（チューブ、チップ、手袋等）。
- (3) 不燃物；ガラスバイアル、ガラス管、アルミ箔、その他金属、せともの等。
- (4) 注射針専用；注射針（シリンジは外して難燃物に）、針、虫ピン等。
- (5) 無機廃液；核種別に廃棄物保管室のポリ容器に廃棄する。
- (6) シンチレーター廃液；専用の廃液瓶に廃棄する。なお、核種およびシンチレーター組成の異なるものは混合しないこと。
- (7) 動物屍体；動物乾燥装置で乾燥した後、専用の容器に廃棄する。
スラリー・病原体・排泄物等、その他の廃棄物に関しては、R I 施設職員に相談すること。

1.3 汚染の防止と除去

1.3.1 汚染防止

非密封 R I による汚染の拡大防止するためには、まず汚染の可能性の高い場所及び器具と、汚染の可能性の少ないそれらとを厳密に区別にして実験を行うことが重要である。具体的には次に掲げる事項に注意する。

- (1) 実験は 2 人以上で行うのが原則であり、1 人が R I を直接取り扱う(hot)操作を、他の者が R I を扱わない(cold)補助的な操作を担当する。
- (2) R I を取り扱う実験台やフードには必ずポリエチレン濾紙を濾紙が上面となるように敷き、R I をこぼ

す恐れのある作業は、更にポリエチレン濾紙を内面に敷いたバットの中で行うこと。

- (3) R I を取り扱う場合は、必ずゴム手袋等を着用すること。また、これを着用したまま不用意に作業室から出てはならない。
- (4) ゴム手袋の外側は常に汚染されているものと考え、着用した手で水道栓、機器類の操作や冷蔵庫、ドアの開閉等を行ってはならない。必要な場合は、ペーパータオルで包む、ゴム手袋の上から更にポリエチレン手袋を着用するなど R I を取り扱った手袋が直接触れない工夫を講じなければならない。
- (5) 実験中に汚染した可能性のある場合は随時、及び実験終了後は必ず、実験台の周辺及び使用した器具等をサーベイメーターを用いて汚染の有無を確認する。
- (6) R I を入れた容器には、全て核種・数量・日時・氏名等を明記しておくこと。
- (7) 作業終了後のみならず作業中も手洗いを励行し、随時サーベイメータで身体の汚染の有無を確認すること。

1.3.2 汚染除去

人体または器物が汚染した可能性のある場合、及びそれらの汚染を発見したときは、直ちに管理室員に通知するとともに、次に掲げる応急処置を行い、その後は主任者の指示に従うこと。

- (1) 目・口などが汚染された恐れのある場合は、直ちに多量の温流水で洗い流すこと。
- (2) 傷口の汚染にあっては、直ちに多量の温流水で洗い流すこと。このとき出血が多くなければ傷口の周辺を圧迫し、出血を促し除染を速やかに行うこと。必要があれば、柔らかいブラシ等で傷口を軽く洗浄する。
- (3) 傷口に塵やタルク粉等が付着している場合は、中性洗剤で洗い流す。
- (4) R I を床や実験台上にこぼしたときは、汚染を広げぬようペーパータオル等で静かに吸い取り、その後、水や中性洗剤を含ませたガーゼ等で汚染の外側から中心に向かって最小範囲で拭き取ること。囲い等をして他の者が触れぬよう注意すること。

1.4 保管

R I を保管する際は次の注意事項を守ること。

- (1) 所定の容器に入れ、所定の貯蔵室又は貯蔵箱に保管すること。
- (2) 機器に装備された R I は装備した状態で保管し、シャッター機構のあるものは保管中容器のシャッターを閉じること。
- (3) 非密封 R I は所定の容器に入れ、標識を付しておくこと。
- (4) R I の保管及び保管中の R I の取り出しは、原則として R I 施設職員の立会いの上で行い、所定の R I の保管記録に必要事項を記入すること。

1.5 記帳

R I を取り扱う者は、R I の使用・保管・廃棄等に関して記帳を行うことが義務づけられている。これらは管理上重要であるとともに、法令で定められた事項でもあるため、記入漏れや誤記のないよう確実に行わなければならない。

1.6 個人被ばく管理

ガラスバッジ、OSL線量計等被ばく線量測定器の取扱い、測定結果の処理等に関しては次の注意を守ること。

- (1) 管理区域に立ち入る際は、必ず被ばく線量測定器を着用すること。
- (2) 被ばく線量測定器は妊娠可能の女子の場合は腹部、それ以外は胸部にネームを前向きにして装着すること。
- (3) プロテクター等を着用の際は、被ばく線量測定器をプロテクターの内側に付けること。
- (4) 使用時以外の被ばく線量測定器の保管には充分注意し、特に、放射線に被ばくする恐れのある場所、高温多湿の場所等に放置しないこと。
- (5) 被ばく線量測定器は、毎月1日に返却し、新しいものと交換すること。

1.7 紛失・盗難の予防

RI及びその他の器具等の紛失、盗難を予防するために次の注意を守ること。

- (1) RIを入手したときは、容器に所属・氏名等を記入し、RI施設職員の立会いの上で定められた保管場所に保管すること。
- (2) 持ち込んだ器具類には、必ず所属・氏名等を明記すること。
- (3) 作業中に一時その場所を離れるときは作業台上に作業中であることを明記し、RIの入った容器には標識を附しておくこと。
- (4) RIの保管の記録と保管量の確認を随時行うこと。

1.8 緊急時の措置

- (1) 単独で処理せず、周囲の者に知らせること。
- (2) 下記の緊急時連絡先に連絡し、指示を受けること。
- (3) 必要に応じて、施設内や付近にいる者を避難させること。
- (4) 放射線障害その他の障害を受けた者、またはその恐れのある者を救出し、応急の処置を取ること。

1.9 主要非密封RIの安全取扱い

3H Tritium (Hydrogen-3)

物理的半減期 12.33年

崩壊形式 β^-

β 線エネルギー 最大エネルギー 18.6 keV

検出器 液体シンチレーションカウンター

毒性(IAEA classification) low

年摂取限度 経口 2.9×10^9 Bq、吸入 2.9×10^9 Bq

最大飛程(空気中) 6 mm

(水中) 6×10^{-3} mm

遮蔽 必要なし

取扱い上の注意 : トリチウムは β 線のエネルギーが低く、直接モニターすることはできないため、実験室は特に清潔に整理整頓を徹底し、定期的に「スミア法」によりモニターする必要がある。

トリチウムの汚染は、外部被ばくの観点からは問題はないが、内部被ばくの原因となるほか、誤った実験結果を導く可能性があるので、できるだけ少なくしなければならない。

^{14}C Carbon-14

物理的半減期 5730年

崩壊形式 β^-

β 線エネルギー 最大エネルギー 156 keV

検出器 液体シンチレーションカウンター

毒性(IAEA classification) medium-low

年摂取限度 経口 8.8×10^7 Bq、吸入 8.8×10^7 Bq

最大飛程(空気中) 24 cm

(水中) 0.28 mm

遮蔽 プラスチック (1 cm厚)、3 mm厚のプラスチック板でも被ばくを十分に減ずることができる。

取扱い上の注意：トリチウムと同じである。

^{35}S Sulfur-35

物理的半減期 87.5日

崩壊形式 β^-

β 線エネルギー 最大エネルギー 167 keV

検出器 液体シンチレーションカウンター

毒性(IAEA classification) medium-low

年摂取限度 経口 2.2×10^8 Bq、吸入 8.1×10^7 Bq

最大飛程(空気中) 30 cm

(水中) 0.28 mm

遮蔽 プラスチック (1 cm厚)、3 mm厚のプラスチック板でも被ばくを十分に低減できる。

取扱い上の注意：トリチウムと同様である。

^{32}P Phosphorus-32

物理的半減期 14.26日

崩壊形式 β^-

β 線エネルギー 最大エネルギー 1711 keV

検出器 ホスホカウンタ、液体シンチレーションカウンター、GMサーベイメーター

毒性(IAEA classification) medium-low

年摂取限度 経口 2.4×10^7 Bq、吸入 3.3×10^7 Bq

最大飛程(空気中) 720 cm

(水中) 0.8 cm

遮蔽 プラスチック (1 cm厚)

取扱い上の注意：通常使用されるR Iの中で最もエネルギーの高い β 線を放出するため、十分な注意が必要である。

バイアル等の取扱いはできる限りピンセット等を用い、指先の被ばく線量を少なくするようにする。
アクリル板の遮蔽器具等を使用してβ粒子を吸収させ、その際発生する制動放射線も必要に応じ鉛等で遮蔽する。

1 2 5 I Iodine-125

物理的半減期 59.41日

崩壊形式 軌道電子捕獲(E C)

γ線エネルギー 35 keV (7%放出、93%内部転換)

検出器 ウェル型シンチレーションカウンタ、キュリーメーター

低エネルギーγ線用サーベイメーター、GMサーベイメーター

毒性(IAEA classification) medium-high

年摂取限度 経口 1.4×10^6 Bq、吸入 2.2×10^6 Bq

遮蔽 鉛 (0.25 mm厚)

取扱い上の注意：ヨウ素の揮発性と甲状腺への取り込みが重要な問題である。ヨウ素イオンを含む溶液を酸性にしたり、冷凍保存したりすると揮発性のヨウ素に変化するため注意すること。またバイアルは必ず密封すること。放射能濃度の高いNaI溶液を不用意に開封すると、微滴が空気中に飛散するので注意すること。

2 エックス線装置等およびE C Dの取扱い

2.1 一般的な注意

2.1.1

業務従事者は、ECD管理担当者、エックス線装置等管理担当者またはエックス線作業主任者の監督のもとでECD又はエックス線装置等を使用しなければならない。

2.1.2

業務従事者は、予防規定の定めるところに従い、放射線障害の発生防止に努めなければならない。

2.1.3

業務従事者は、使用簿に使用日時、使用目的、使用条件、取扱者名等を記入しなければならない。

2.2 E C Dの使用

業務従事者は、ECD管理担当者の指示に従い、次の各号に掲げる事項を守らなければならない。

- (1) 使用経験の少ない者は、単独で作業しないこと。
- (2) ECDは、機器に固定したままで使用すること。
- (3) ECDの管理を適切に行い、紛失のおそれのないようにすること。
- (4) 機器に装備されているECDは、装備した状態で保管すること。
- (5) ECDの具体的な利用方法に関しては、それぞれの装置ごとに操作マニュアルを定めること。

2.3 エックス線装置等の使用

エックス線装置等を使用する場合は、次の各号に掲げる事項を遵守しなければならない。

- (1) 使用経験の少ない者は、単独で作業しないこと。
- (2) シャーペイを確実に行うこと。
- (3) 照射時間を出来る限り短くすること
- (4) 透視撮影等エックス線照射中、撮影室に入るときは、防護衣を着用すること。
- (5) エックス線装置の使用中は、運転中であることを明示すること。
- (6) 使用に際しては、備付けのエックス線照射記録簿または電子顕微鏡使用記録簿に必要事項を記入しなければならない。
- (7) エックス線装置等の具体的な利用方法に関しては、それぞれの装置ごとに操作マニュアルを定めること。

2.4 管理区域に関する遵守事項

撮影等で管理区域に立ち入る者は、次の各号に掲げる事項を遵守しなければならない。

- (1) 定められた出入口から出入りすること。
- (2) 管理区域内に立ち入るときは、所定の用紙に必要事項を記入すること。
- (3) 個人被ばく線量計等を指定された位置に着用すること。
- (4) 管理区域内に不必要な物品を持ち込まないこと。
- (5) 業務従事者等は、主任者が放射線障害を防止するために行う指示、その他、施設の保安を確保するための指示に従うこと。
- (6) 一時立入者は、主任者及び業務従事者が放射線障害を防止するために行う指示、その他、施設の保安を確保するための指示に従うこと。

2.5 廃棄

密封放射性同位元素の廃棄は、法律により指定された廃棄業者等に引き渡すことによって行わなければならない。

2.6 教育及び訓練

取扱等業務に従事する者は、放射線障害の発生を防止するために必要な教育及び訓練を受けなければならない。

- (1) 実施時期は、次のとおりとする。
 - ア 業務従事者として登録する前
 - イ 取扱等業務に従事する者であって管理区域に立ち入らない者に対しては、取扱等業務を開始する前
 - ウ 管理区域に立ち入った後及び取扱等業務の開始後にあっては、1年を超えない期間ごと

2.7 健康診断

業務従事者は健康診断を受けること。

- (1) 実施時期は、次のとおりとする。
 - ア 業務従事者として登録する前
 - イ 管理区域に立ち入った後にあっては、1年を超えない期間及び安衛法に定められた特別定期健康診断の期間ごと

- (2) 健康診断は、問診及び検査又は検診とする。
- (3) 問診は、放射線の被ばく歴及びその状況について行うこと。
- (4) 検査又は検診は、健康管理医が必要と認める場合に実施することとする。

V 特に注意すべき機械、器具の取り扱い

1 ガラス器具、ガラス細工

ガラス器具による事故のほとんどが切傷と火傷である。これらの事故を防ぐにはガラスの性質をよく知っておかねばならない。

ガラスの性質

硬さ	硬度は6～7であるが、もろくて割れ目は貝殻状になり、鋭利な刃物のように危険である
強度	圧縮力には強いが（圧縮強度9000Kg/cm ² ）、引張り力には弱い（400～600Kg/cm ² ）。少しキズを入れると容易に折れる。
耐熱性	熱伝導度が悪く、部分的な温度差を与えともろさと相乗して容易に割れる。肉厚ガラスに熱をかけてはならない。
耐久性	長期保存したガラスはアルカリ分が失われ、熱すると失透・白濁してもろくなる。

1. 1 ガラス器具使用上の一般的注意

- (1) 使用目的に適した器具を使用する（フラスコの耐圧性等）。
- (2) 器具は使用前によく点検し、キズのあるものは使用しない。特に減圧、加圧、加熱するものについては入念に点検する必要がある。試験管の縦にはいった「ひび」は見落としやすいので注意する。
- (3) ビーカー、フラスコ等の肉薄の器具は機械的強度が弱いので取扱に注意が必要である。
ストーンテーブル等の固いものの上に直接置かない。
- (4) 試薬瓶、吸引瓶等の肉厚の器具は急激な加温で破損することがある。硫酸と水の混合のような急激な発熱反応も肉厚容器で行うと危険である。
- (5) ゴム栓やコルク栓にガラス管や温度計を差し込む時に折れて負傷することが多い。小さい穴へ無理にガラス管を押込むことは危険であるから、あらかじめ適切な穴をあけておくべきである。ガラス管の切り口は炎で熱して丸めておく。ガラス管を通す時には管に水、アルコールあるいはグリセリンを塗ってすべりをよくし、できるだけ栓の近くでガラス管を握って栓を回しながら力を加えるようにする。タオルで手の保護をして行えばより安全である。
- (6) 試験管、フラスコ等にゴム栓をする時も無理をして負傷することが多いので注意する。
- (7) 冷却管等をクランプで固定する時は、クランプが冷却水にふれるところは布で巻いておく。
- (8) 封管、密栓を開封する時は内圧がかかっており、噴出や破裂により内液液をあびることがあるため、十分注意して行う。

主なガラス器具の取扱い上の注意

ガラス管	内壁にキズのあるものはガラス細工中によく割れる（外部が加熱され内部が引っ張られるため）。
ビーカー、フラスコ	固形物を入れる時は、落下の衝撃で底を割らないように容器を傾けて固形物を滑らせるようにして入れる。
三角フラスコ	平たい部分のある肉薄の容器は絶対に減圧してはいけない。破裂する危険度が極めて高い。
デュワー瓶（魔法瓶）	わずかなキズで爆発的に破損することがあるので、瓶の中へ素手を入れたり、顔を近づけてはならない。
アンプル	開封はよく冷却した後、雑巾などでしっかり巻いてから、口を前方に向けてヤスリをかけて行う。
試薬瓶	アンモニア水など気体を溶解した溶液の入ったものは、冷却後、雑巾で栓を覆ってから抜く。

1. 2 ガラス細工を行う時の一般的注意

- （1）ガラス細工に際しては技量と設備に応じ、できるだけ加工しやすい材料を使用する。
- （2）南向きの日光のあたる窓際等、極端に明るい場所はガスの酸化炎が見にくいので不適当である。
- （3）加熱されたガラスは一見それと気付きにくいので、触れて火傷することが多い。ガラスの屑入れと安全に冷却できる台を準備しておく。
- （4）どのようなガラスでも、急に強い炎の中に入れると割れて飛散することがある。加熱・冷却は徐々に行う。
- （5）可燃性気体が入っている容器は加熱すると爆発の危険性があるため、気体を十分逃がしてから加熱する。

2 オートクレーブ、高圧ガス容器

2. 1 オートクレーブ使用上の一般的注意

- （1）オートクレーブを操作する時は、指定の場所で取扱いの指示に従う。
- （2）本体に刻示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。
- （3）圧力計の表示圧力の $1/2$ 以下で使うことが望ましい。また、圧力計は定期的に標準圧力計と比較して補正する。
- （4）酸素用の圧力計は、他のガス用のものとの混用を避ける。
- （5）安全弁その他の安全装置は定期的に点検された所定のものをを用いる。
- （6）温度計は確実に反応溶液中に入っているように注意する。
- （7）容器の内容積の $1/3$ 以上の原料を仕込んではいけない。
- （8）容器の内部およびパッキング部は清潔に保つ。
- （9）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、順次に数回に分けて一様に締めるようにする。
- （10）ゲージが破損する時は、ガラス面の前後に破裂するが多いため、そのような危険な場所には設置しない。危険が予想される場合はガラスをはずして使用するのが望ましい。
- （11）ふたを開ける時は容器内の温度が十分下がり、圧力が大気以下になったことを必ず確認する。

2. 2 ポンベ使用上の一般的注意

ポンベ取扱上の一般的注意

確認事項	容器証明書、再検査期間、容器の刻印
運搬	バルブを点検、保護用キャップを必ずつける。ポンベ運搬用の手押し車を使用。運搬中は転ぶ落ちたりしないように固定する。積み降ろしは静かに丁寧に。一人でかつぎ上げたりしない。
貯蔵	ガスの種類によって区別して貯蔵。酸素と水素、可燃性ガスを一箇所に貯蔵してはいけない。ポンベは立てて固定する。液化ガス、アセチレンは必ず立てて保管。酸素および可燃性ガスポンベの近くには自然発火性や引火性の強い薬品を置かない。貯蔵室内は火気厳禁。ガスが漏れても滞留しないよう換気に注意。ポンベは常に40℃以下、-15℃以上の所に保管。直射日光、風雨の当たる所、湿気の多い所、腐食性薬品の近くには置かない。電線、アースの近くにポンベを置かない。重量物の落下などのおそれのない場所を選ぶ。
使用	ポンベが倒れたり、移動したりしないようにしっかりと固定して使用。バルブの開閉は常に静かに注意深く、急激に開いたり、無理な力で開いてはいけない。安全弁には絶対に手を触れない。調整器、導管はそのガス専用のものを使用。導管の接続は必ず締付金具を用いる。接続部分のガス漏れは石けん液をつけて検査し、ガス漏れの無いことを確認した上で実験を行う。バルブからガス漏れのある時は、ポンベを屋外に持ち出し、室内での爆発、中毒を防ぐ。ポンベからポンベへガスの移替えは絶対にしてはいけない。弁を暖める必要のある時は、40℃以下の湯温、熱い湿布などを用い、決して直火などを用いてはならない。ガスの使用を一時中止する時は、調整器の操作だけでは不完全。必ずバルブを閉じ、かつ実験装置と調整器の接続をはずしておく。使用後はバルブを完全に閉じ、キャップをかぶせる。
その他	ガスを使い終わって容器を返済または詰替えをする時は、必ずバルブを閉じ、ガスが若干残った状態で業者に渡す。ガスを完全に消費してしまうと、再充填の際に空気が混入するおそれがある。長期間放置し容器検査に出しえないポンベ、容器検査に合格しなかったポンベを廃棄する場合は、勝手に放棄せず、必ず高圧ガス取扱い業者に処分を依頼する。

2. 3 各種高圧ガス取扱い上の注意

酸素	酸素は油脂類にふれるだけで酸化発熱し、燃焼、爆発に至る危険性があるので、容器、器具類に油分をつけたり、付近にこれらを置かないように十分注意する。調整器などは酸素専用のものを用いる。圧力計は「禁油」と表示された酸素用を使用し、接続部分に可燃性のパッキングを用いない。酸素を空気と同じと考えてはいけない。機械、器具、配管内または油分があるので危険である。また酸素を大気中に放出する場合には、付近に火災などの危険性のないことを確認してから行う。水素などの可燃性ガスポンベとは隔離しておく。
水素	水素を急激に放出すると、火源がなくても発火することが多い。水素と空気の混合物の爆発範囲は、水素：4.0～75.6 vol%で広範囲である。換気の良い場所を使用するか、導管で室外の大気中に放出するなどの配慮が肝要。漏れ試験は石けん水などで行い、火災などを近づけてはならない。火気厳禁。水素を使用した設備は使用後窒素ガスなどの不活性ガスで置換し、保全する。酸素ポンベといっしょに貯蔵しない。
塩素	塩素は微量でも目、鼻、のどを刺激する。換気の良い部屋、ドラフトチャンバーなどで使用すること。調整器などは専用のものを使用。水分があると腐食がひどいので、使用の都度水分をふきとる。それでも腐食が進むから、6ヶ月以上充瓶のまま貯蔵しない。
アンモニア	アンモニアも目、鼻、のどを刺激する。凍傷にかからぬよう留意。アンモニアはよく水に吸収されるので、注水のできる場所で取扱い、貯蔵する。
アセチレン	アセチレンは非常に燃えやすく、燃焼温度が高く、時には分解爆発もする。通風の良い場所に起き、容器は使用中、貯蔵中ともに必ず直立させておく。火気厳禁。漏れに注意。調整器出口で圧力が1 K g / c m ² 以上にならないようにして使用。バルブは1.5回転以上あけない。調整器などは専用のものを使用。空気と混合した時の爆発範囲はアセチレン：2.5～80.5 vol%である。
可燃性ガス	火気厳禁。消火設備を設ける。換気の良い部屋で使用し、火災、爆発に対し、十分に配慮しておく。ガスの漏洩の無いことを必ず確認する。スパークなどによる引火、爆発を防ぐため、電気設備は防爆型のもので使用。また静電気の除去を行う。可燃性ガスの使用の前には、装置内を不活性ガスで置換する。可燃性ガスと空気との混合物の爆発範囲は広い範囲にわたるものが多いので十分注意する。また、ガスの空気に対する比重を考慮し、換気などに配慮する。
毒性ガス	毒性ガスに対する十分な知識を持って取り扱う。防毒マスクを用意し、防毒設備や避難などの措置についても万全を期する。換気の良い場所を使用し、ガスの滞留を検知する措置を講じておく。毒性ガスと大気中に放出する時は完全に無害な状態にしてから放出する。毒性ガスにはポンベの腐食、さび、劣化を招きやすいものが多いので、ポンベの管理には十分注意する。毒性ガスポンベの長期間の貯蔵は避け、業者に引取らす。
不活性ガス	不活性ではあるが、高圧のため、一般的注意を守り、慎重に取扱う。大量に使用する時は室内の換気に注意する。密閉された部屋での使用は避ける。

3 ドラフト使用上の一般的注意

- (1) 排気用ファンを必ず使用し、前面のガラス戸を下げておく。
- (2) 排気用ファンが十分機能しているかどうかを確認する（必要な面風速は、有機溶剤の場合で 0.4 m/s 以上、特定化学物質の場合で 0.5 m/s 以上）。
- (3) 各ドラフトの排気能力を考慮して反応を行う。
- (4) 予期せぬ停電・故障の事態を考慮しておくべきである。

VI. 事故発生時の応急処置について

1. 事故が発生した場合の救急処置

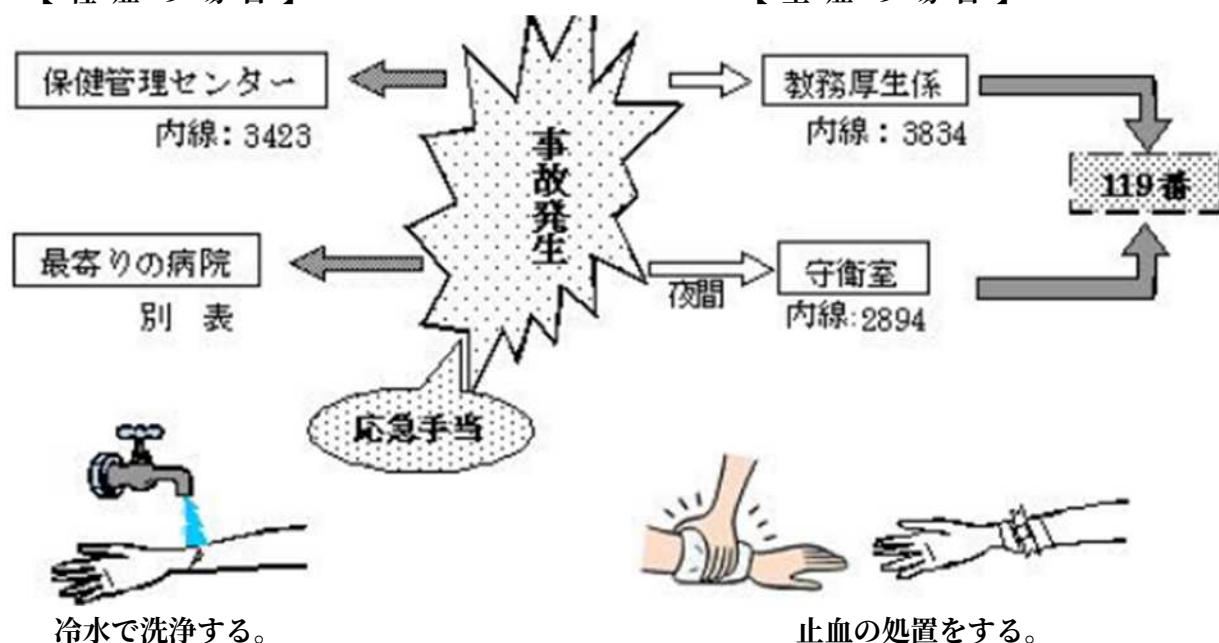
実験・実習中に事故が発生したとき又はその場に遭遇したときは、慌てずその状況を的確に判断し、応急手当を施すとともに、保健管理センター（内線3423）、又はもよりの病院（別表）へ連絡をし、診察を受けること。

重症の場合は、担当教員又は教務厚生係（内線3834）へ連絡し、「119番」で救急車を呼ぶこと。
時間外（17時15分以降）及び夜間の場合は、守衛室（内線2894）に連絡し、救急車を呼ぶこと。

救 急 連 絡

【 軽 症 の 場 合 】

【 重 症 の 場 合 】



【保健管理センターの利用】

・連絡先

センター事務室	・・・・・・・・	内 線 3423
学生なんでも相談室	・・・・・・・・	内 線 7935

連絡する場合は、「いつ、どこで、だれが、なにで、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。」とはっきり告げ、指示を受けること。保健管理センターには、選任の保健管理医、カウンセラー、看護師がいます。

【木花キャンパス近くの病院】

別表

夜間救急病院	宮崎市郡医師会病院	77-9915	午後7時より翌朝7時まで 宮崎県宮崎市大字有田1173番地
救急病院	南部病院	54-5353	平日 8:30～18:00 土曜 8:30～12:00 宮崎市大字恒久891-14 (宮崎南警察署の南側)
	宮崎大学医学部	85-1510	時間外 (85-1220) 清武町大字木原5200 (宮崎大学正門より西へ車で5分)
最寄りの病院	このはな生協 クリニック	58-1222	内：宮崎市大字熊野1613 (南バイパス入口北側)
清武町の病院	城山病院	85-0036	内：清武町大字船引238 (清武町役場前)
	前田整形外科	85-1125	整：清武町正手1-99 (役場交差点を西へ269号線入口近く)
	坂本医院	85-0065	内：清武町大字今泉甲7020-15 (清武小学校北側)

【田野フィールド（田野地区）近くの救急病院】

宮崎市立田野病院	86-1155	内・整・リハビリ・耳・鼻・放・尿 宮崎県宮崎市田野町南原1丁目6番地2
----------	---------	--

【田野フィールド（大納地区、崎田地区）近くの救急病院】

串間市民病院	(0987)72-1234	内・小・外・整・眼・皮・放・尿 宮崎県串間市大字西方7917番地
--------	---------------	-------------------------------------

【住吉フィールド近くの救急病院】

市民の森クリニック	0985-39-7630	内・リウマチ 宮崎市大字塩路江良の上2783番地37
-----------	--------------	-------------------------------

【延岡フィールド近くの救急病院】

県立延岡病院	(0982)32-6181	総合病院 (内・小・外・整等) 延岡市新小路2丁目1-10 (南延岡駅より北へ10分)
医療法人伸和会延岡共立病院	(0982)-33-3268	総合病院 (内・小・外・理等) 宮崎県延岡市山月町5丁目5679-1

2. 応 急 手 当

万一、事故に遭い外傷や薬品等による障害を受けた場合は、必ず担当教員に報告し、適切な処置を施した後、必ず医師の手当を受けること。小さなケガや火傷でもきちんと手当をするか医師にみてもらうようにすること。そのままにしておくと、後で大事になることがある。

なお、救急薬品（消毒液、ガーゼ、包帯等）は、教務厚生係の窓口に常備してある。

外 科 的 応 急 手 当

外 傷 	・表面の砂や土などの汚れを水道水で洗い流す。 ・消毒ガーゼで出血点を圧迫して止血する。 ・リパノール液あるいはオキシドールで傷口をふく。 ・マーキュロ液かヨードチンキで消毒する。 ・消毒ガーゼで覆い、必要ならば包帯をする。
打撲・捻挫 	・冷湿布をし、副木、弾力包帯で患部を固定すること。 ・骨折の場合は、患部が動かぬように副木等で骨折部位と上下関節を固定（患部と副木の間には布綿等をあてること。）し、医師の処置を受けること。
や け ど 	・軽症の場合は、冷水や氷水で冷却するとよい。 ・15～30分間流水下で冷やし、消毒ガーゼまたは清潔な布で包む。 ・重症の場合は、清潔なシーツやタオルで覆い、毛布にくるんで保温し、病院（外科・整形外科・皮膚科）に急行すること。 ・多量の水を欲しがるときは、水や塩水を与えるとよい。
咬 傷  刺 傷 	・ヘビに咬まれたら、すぐ傷口を吸って毒を吸い出す。また、傷口を刃物で十字切開し、まわりから強く圧迫して毒血を絞り出す。 ・手や足を咬まれた場合は、傷口より心臓に近い所を紐できつく縛り、足を咬まれたら、絶対に歩かないようにして病院に運ぶ。 ・ムカデに咬まれたら、心臓に近いほうを縛り傷口を食塩水で洗ったのち、アンモニア水、重曹水をぬり、患部を冷やすとよい。 ・虫（ハチ、ブヨ等）に刺されたら、針が残っていないか調べ、針が刺さっていたら、トゲ抜きで針を抜き取り、圧迫し出血させて毒を出す。その後、石鹸水で洗い流し、アンモニア水、重曹水をぬって患部を冷やすとよい。 ・クラゲやカツオノエボシ等に刺されたら、局所を水で十分に洗い流し、タンニン酸、アルコールを塗るとよい。

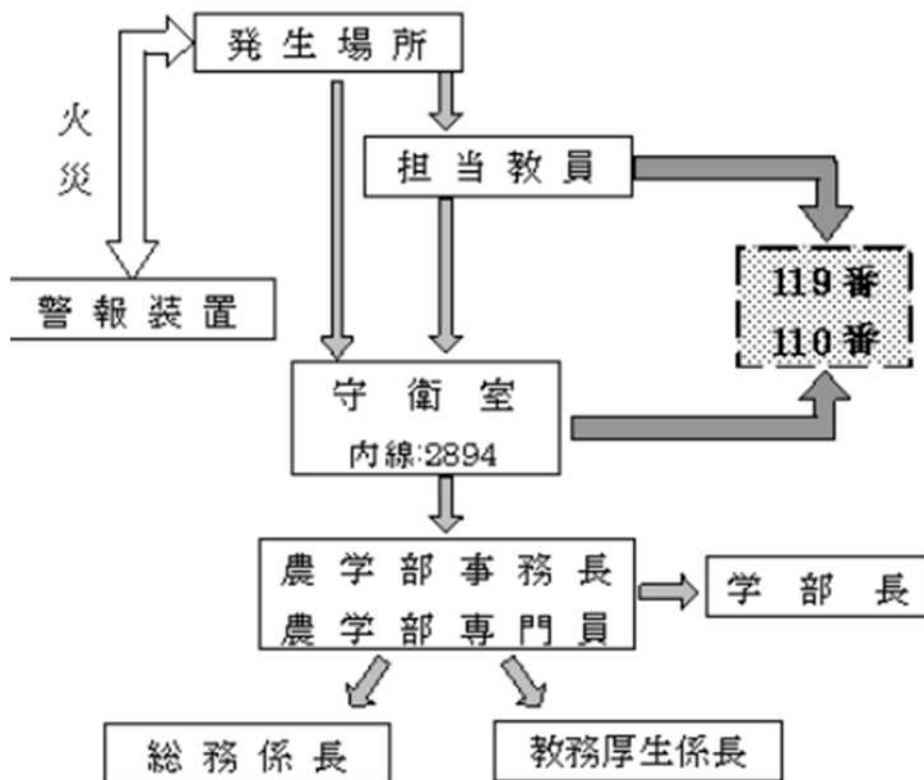
薬品中毒の応急手当

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。 牛乳、とき卵、水、茶、またはメリケン粉、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%の酢酸、レモンジュースなどを飲ませる。 水またはスキムミルクでといた卵白を飲ませる。 食塩水を飲ませる。 1～2%重曹（炭酸水素ナトリウム）で胃を洗浄。
ガスを吸入した 場合	-	新鮮な空気中へ連れだす。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15分間洗う。
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	水洗後、飽和重曹（炭酸水素ナトリウム）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。

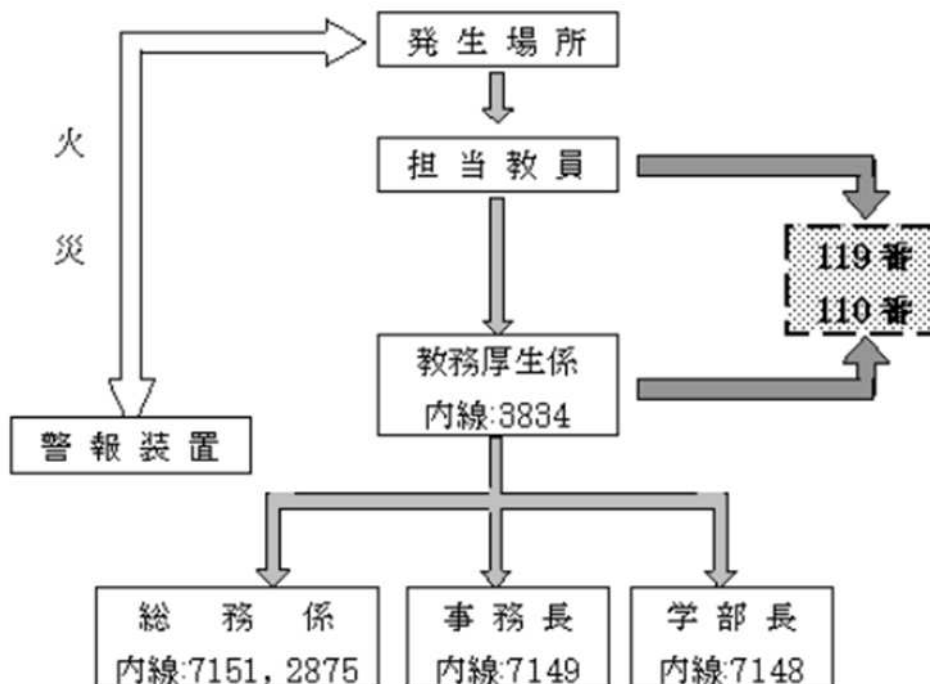
3. 各種災害時における緊急連絡体制

- 119番（実験・実習の事故、火災・地震・風水害等）
- 110番（盗難・交通事故等）

【時 間 外】 AM5:15～PM8:30



【時 間 内】 AM8:30～PM5:15



VII その他

1. 危険物の貯蔵、保管

火災等の災害発生のおそれがある危険物は消防法で指定されている数量を超えて一般実験室等に貯蔵、保管してはならない。

危険物の品名ごとの指定数量は次のとおりである。危険物貯蔵所は南研究棟の西に別棟として設置されているので、実験施設等運営委員の指示にしたがって危険物を貯蔵、保管すること。

類	品 名	性 質	指定数量
第 一 類	1. 素酸塩類 2. 塩素酸塩類 3. 無機過酸化物 4. 亜塩素酸塩類 5. 臭素酸塩類 6. 硝酸塩類 7. よう素酸塩類 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	第一種酸化性固体	50kg
		第二種酸化性固体	300kg
		第三種酸化性固体	1,000kg
第 二 類	1. 硫化りん		100kg
	2. 赤りん		100kg
	3. 硫黄		100kg
	4. 鉄粉		500kg
	5. 金属粉 6. マグネシウム 7. その他のもので政令で定めるもの 8. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第一種可燃性固体	100kg
	9. 引火性固体	第二種可燃性固体	500kg
			1,000kg
第 三 類	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 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 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。） 8. 金属の水素化物 9. 金属のりん化物 10. カルシウム及びアルミニウムの炭化物 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	第一種自然発火性物質 及び禁水性物質	10kg
		第二種自然発火性物質 及び禁水性物質	50kg
		第三種自然発火性物質 及び禁水性物質	300kg

類	品 名	性 質	指定数量
第 四 類	1. 特殊引火物		50 ㍑
	2. 第一石油類	非水溶性液体	200 ㍑
		水溶性液体	400 ㍑
	3. アルコール類		400 ㍑
	4. 第二石油類	非水溶性液体	2,000 ㍑
		水溶性液体	2,000 ㍑
	5. 第三石油類	非水溶性液体	2,000 ㍑
		水溶性液体	4,000 ㍑
	6. 第四石油類		6,000 ㍑
	7. 動植物油類		10,000 ㍑
第 五 類	1. 有機過酸化物 2. 硝酸エステル類 3. ニトロ化合物 4. ニトロソ化合物 5. アゾ化合物 6. ジアゾ化合物 7. ヒドラジンの誘導体 8. その他のもので政令で定めるもの 9. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第一種自己反応性物質	10kg
		第二種自己反応性物質	100kg
第 六 類	1. 過塩素酸 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		300kg

2. 実験廃棄物の取扱い

実験廃棄物の取扱いの基本的考え方

排出者の責任と義務

大学における業務の特殊性から排出される実験廃棄物は多種多様な有害廃棄物の発生源となっている。大学は大学内外の環境や周辺住民の健康をそこなうことのないよう、これらを排出する責任と義務を負っている。

2.1 実験廃棄物の分類

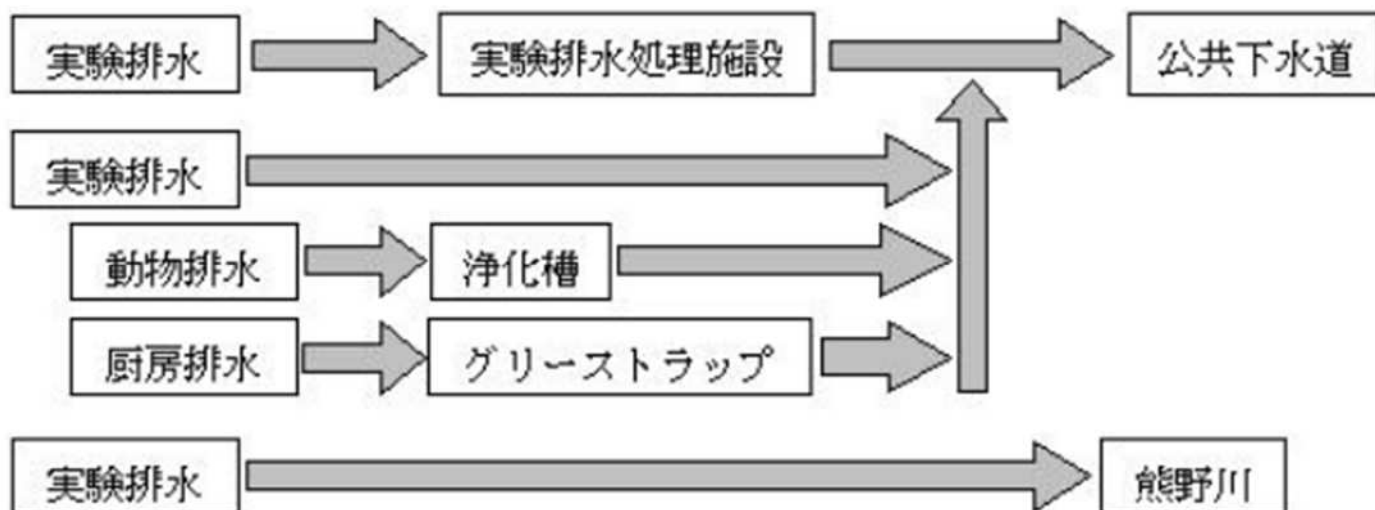
本学において実験廃棄物とは、次のように分類します。

- (1) 排水・・・・・・・・・・実験排水・生活排水
- (2) 実験廃液・・・・・・・・・・無機系廃液・有機系廃液
- (3) 有害個体廃棄物・・・・・・・・有害物質が付着した布等
電池類・温度計・蛍光管等重金属を含む製品
- (4) 排ガス・・・・・・・・・・実験による有害ガス

2.2 排水

2.2.1 排水系統

本学（木花団地）の排水系統は次に示す通りです。



2.2.2 排水の取扱い

本学の各実験室に設置されている流しには、実験排水流しと、生活排水流しが混在しています。それを区別するため生活排水流し下部の配管には「生活」と明示しています。

排水は以下の指針に沿って流しに排出して下さい。

(1) 実験排水流し

通常の実験で生じる排水を排出しますが、規制物質を含む排水は、廃液として別途貯留容器に貯留して下さい。

又、高濃度の規制物質を扱った容器の洗浄水は2回までのものは廃液として別途貯留し、3回以降の洗浄水は、実験流しに排出して下さい。

排出された排水は実験排水処理施設の調整槽（200m³）に一旦貯留し、そこで水質検査を行います。基準値を上回った場合は、中和、凝集沈殿処理を経た後公共下水道へ放流されます。

ただし、その場合は原因を確かめるため、一時実験流しの使用を止めることがありますので十分注意の上排出して下さい。

もし誤って高濃度の廃液を排出した場合は、直ちに実験排水処理施設（内線7587）に連絡して下さい。

(2) 生活排水流し

一般家庭で生じる排水を排出します。生活排水は、そのまま公共下水道へ放流されますので規制物質を含む排水は一切排出しないで下さい。

2.3 実験廃液

2.3.1 実験廃液処理のプロセス



2.3.2 分別貯留区分

- (1) 実験廃液は、発生源において表1のように区分して貯留して下さい。区分を誤ると、廃液処理の際危険を伴うことがあります。
- (2) 分別貯留上の優先順位は次のとおりとします。
 1. 水銀 2. シアン 3. 重金属、有機溶媒とします。水銀を含む廃液は水銀が微量であっても、すべて水銀系に優先区分して下さい。

2.3.3 実験廃液の取扱い上のお願い

実験廃液は発生源において次の①～⑧に十分留意のうえ分別貯留し、廃液貯留庫に搬入して下さい。それらは回収後、学外処理として専門業者に引渡します。

- ① 危険な事故発生の恐れのある有害実験廃液及び爆発性の実験廃液等は取り扱わないので、発生源で処理するか③により処理して下さい。
- ② 表1に掲げる物質を扱った容器の洗浄水は2回までを実験排水として取り扱います。
- ③ ①に定める有害あるいは爆発性の実験廃液等については「実験排水処理施設運営委員会」に相談のうえ、検討処理して下さい。

2.3.4 貯留容器

貯留容器は原則として、20リットル、ポリエチレン製の容器とします。

なお、容器の耐用年数は、原則として4年以内として下さい。

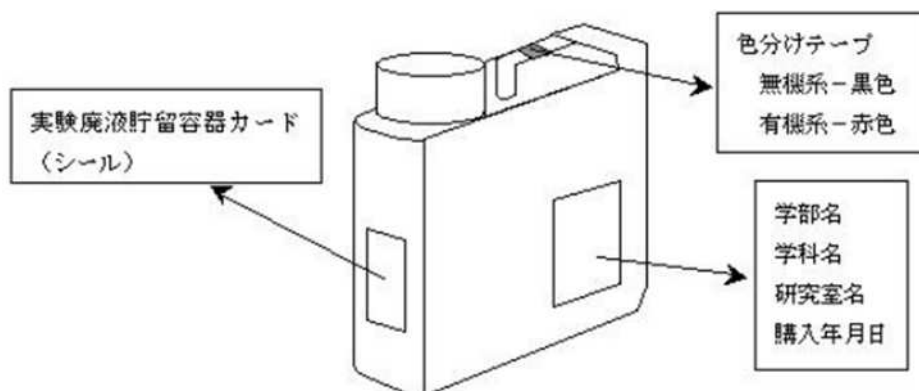


表1 分別貯留区分

分類	種 類	対 象	適 用
A	水銀系廃液	1. 水銀系廃液 2. 有機水銀系廃液 3. 混合（無機・有機）水銀廃液	・シアンを含む場合は、その旨を明示する。 ・その他の重金属を含む場合は、主な含有重金属を明示する。 (注) 沈殿物があればろ過するか溶解しておく。
B	シアン系廃液	1. 遊離シアン廃液 2. 難分解性シアン錯体廃液（フェリシアン塩・フェロシアン塩等）	・遊離シアン廃液は、pH0.5以上で保存する。 ・重金属を含む場合は、その重金属を明示する。 ・難分解性シアン錯体廃液はK分類へ (注) 沈殿物があればろ過するか溶解しておく。
C	フッ素・リン酸系廃液	1. フッ素含有廃液（フッ化水素・フッ化アンモニウム溶液等） 2. リン酸化合物廃液	・安定なカルシウム塩を沈殿するグループなので、フッ素系とリン酸系の区分を明示する。 ・有機リン化合物を含む廃液はL分類へ
D	クロム酸系廃液（六価クロム）	1. クロム酸含有廃液 (注) 三価クロム含有廃液は重金属系廃液に入れる。	・三価クロム含有廃液はF分類へ
E	酸及びアルカリ廃液（酸化系・還元系を含む）	1. 無機酸系廃液（硫酸・塩酸等） 2. アルカリ系廃液（水酸化ナトリウム等） 3. 酸化系廃液（過酸化水素等） 4. 還元系廃液（亜硫酸ナトリウム等）	・内容物を明示する。 ・フッ素、リン酸を含むものはC分類へ ・青酸を含むものはB分類へ ・クロム酸その他の重金属を含むもの又は水酸化マグネシウム系廃液はF分類へ ・有機酸を含むもの又はアミン酸水溶液はK分類へ (注) 沈殿物があればろ過するか溶解しておく。
F	重金属系廃液 ※水銀・六価クロム・フッ素は除く	1. 重金属系廃液（Cd・Mn・Ni・Cu・Zn・Pdなどの重金属廃液） 2. ヒ素（As）系廃液 3. セレン系廃液	・内容物を明示する。 ・フェリシアン、フェロシアンなどの金属錯体はK分類へ ・水銀、六価クロム、フッ素は除く ・有機金属系（キレート等）廃液はK分類へ (注) 沈殿物があればろ過するか溶解しておく。
G	写真廃液	1. 現像液 2. 停止液 3. 定着液	・内容物を明示する。 ・対象区分をして保管する。
H	可燃性有機廃剤（水の含有量の少ないもの）	1. 可燃性有機廃液（脂肪族化合物、芳香族化合物などの廃溶剤）	・内容物を明示する。 ・対象区分〔脂肪族（H-1）、芳香族（H-2）、廃溶剤（H-3）〕をして保管する。
I	廃油	1. 灯油、軽油、テレピン油、重油、クレオソート油、ギヤー油、モーター油、動植物油類（液）などの廃油	・内容物を明示する。 ・PCBを含むものを入れないこと。PCBは別途厳重に保管すること。 ・対象区分をして保管する。
J	ハロゲン系廃溶剤	1. ハロゲン系廃溶媒	・内容物を明示する。 ・PCBを含むものを入れないこと。PCBは別途厳重に保管すること。 ・対象区分をして保管する。
K	難燃性有機廃液（水の含有量の多いもの）	1. 溶剤に水を含むもの 2. その他の水を含む有機化合物（有機酸、アミノ酸など） 3. その他の廃液（水溶性切削油など）	・内容物を明示する。 ・pHを明示する。 ・PCBを含むものを入れないこと。PCBは別途厳重に保管すること。 ・対象区分をして保管する。
L	その他の廃液	1. 有機リン化合物を含む廃液（pH5～9） 2. フェノール等芳香族アルコールを含む廃液（pH5～9） 3. その他の廃液	・内容物を明示する。 ・対象区分をして保管する。

※ 水銀系廃液関連の実験においては、3回までの洗浄水を貯留する。

※ 毒性・有害性の高い物質に着眼し、最も毒性の高い廃液区分に分類すること。

2.4 個体廃棄物

次の有害物質を含む個体廃棄物は各部局ごとに分別収集処理又は貯留して下さい。ただし④については、発生源で焼却処理して下さい。

- ① 表1に定める有害物質が付着したろ紙、布、吸着材等
- ② 電池類
- ③ スイッチ、リレー、温度計、蛍光管等の重金属を含む製品等
- ④ 生物個体、微生物類

2.5 排ガス

実験に伴う廃ガス、及び焼却による排ガスは、有害成分を排出しないようにして下さい。

ドラフトチャンバーにより排気する物質は、排気に先立って実験者が吸収、吸着、燃焼などの処理を行って排出して下さい。又洗浄装置付ドラフトチャンバーの洗浄水は実験廃液として別途容器に貯留して下さい。

2.6 回収対象外の実験排液

下記のような危険物質は原則として排出者の責任で原点処理し、分別貯留区分に混入させないで下さい。ただし、処理によっては安全化した実験廃棄物が分別貯留区分に該当する場合は回収対象とします。

(1) 放射性物質（放射性同位元素・放射性汚染物質など）

「放射線障害予防規定」の適用を受けるため、絶対に混入させないこと。

(2) 発火性、引火性物質

・特殊品火物：「消防法・危険物第四類特殊引火物」

(エーテル・二硫化炭素・クロジオン・アセトアルデヒド・酸化プロピレン・アルキルアルミニウムなど)

・過酸化物をつくり易いもの

(エーテル・ジオキサン・イソプロピルエーテル・アセトアルデヒド・テトラリン・テトラヒドロフランなど)

・その他

(金属ナトリウム・リチウム・ナトリウムアミド・ホウ水素ナトリウムなど)

(3) 爆発性物質

・N-O結合（爆発性のニトロ化合物・硝酸エステルなど）

N-N結合・N-X結合・O-O結合（有機過酸化物など）

O-X結合（過塩素酸塩類など）

・アセチレンとその誘導体などを含むもの

・混合すると爆発する危険性のある薬品の組合せのもの

(4) 作業中に健康障害を引き起こす化学物質

(「労働安全衛生法」・「毒物及び劇物取締法」・「人事院規則」・日本化学会防災委員会編・防災指針など参照)

- 1) 四アルキル鉛Ⅰ
- 2) パラチオン等の有機リン剤Ⅰ
- 3) モノフルオン酢酸及びモノフルオン酢酸アミドⅠ
- 4) アルキル水銀化合物Ⅱ
- 5) アクリロニトリロⅡ
- 6) トルイレンジイソシアナートⅡ・メチレンジフェニルジイソシアナート
- 7) O-フタロジニトリルⅡ
- 8) 塩素Ⅱ・シアン化水素Ⅱ・フッ化水素Ⅱ
- 9) 二硫化炭素Ⅱ
- 10) α-ナフチルアミン及びその塩類Ⅱ・β-ナフチルアミン及びその塩類Ⅱ
- 11) オーラミン・O-トリジン及びその塩類Ⅱ・ベンジジン及びその塩類Ⅱ
- 12) マゼンタⅡ・ジアニシジン及びその塩類・ジクロルベンジジン及びその塩類Ⅱ
- 13) エチレンイミンⅡ
- 14) ニッケルカルボニルⅡ・アルキルアルミニウム
- 15) フェノール類・ベンゾトリクロリドⅡ
- 16) ベリリウム（発ガン性物質）Ⅱ・タリウム（神経系障害物質）・オスミウム（粘膜障害物質）
- 17) その他
 - Ⅰ：特定毒物「毒物及び劇物取締法」
 - Ⅱ：特定化学物質「労働安全衛生法」

- (5) PCB「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」の適用を受けるため対象から除く。
- (6) 病原性微生物による汚染物質
- (7) その他

あとがき

引用文献・参考文献

本書の作成に際し、引用並びに参考にさせていただいた文献等を下記に記し深く御礼申し上げます。

引用文献

化学同人編集部編（1985）実験を安全に行うために、化学同人（本書21-26の表について改変の上引用）

参考文献

- | | |
|-----------|---------------------------------------|
| 堀口 博 | （1981）公害と毒、危険物（無機編）、三共出版 |
| 井上 敏 他 | （1953）岩波理化学辞典、岩波書店 |
| 中西啓二、加藤俊二 | （1984）化学実験の事故をなくすために-100%安全な生徒実験、化学同人 |
| 日本化学会編 | （1984）化学実験の安全指針、丸善 |
| 東京化成工業編 | （1989）取扱い注意試薬ラボガイド、講談社サイエンティフィック |
| 徂徠道男 他 | （2004）学生のための化学実験安全ガイド、東京化学同人 |