

第1節 薬品とその取扱上の注意

1 危険薬品、有害薬品、一般薬品

本学では先導的、独創的な研究、高度の技術教育が行われており、極めて多種の化学物質が実験に用いられている。それらの中には、適切な用い方をしなければ、人命損傷・火災などに結びつく危険薬品や健康障害をきたす有害薬品がある。前者は「消防法」により後者は「毒物及び劇物取締法」によってそれぞれ規定されている。また、特定化学物質の環境への排出管理を目的とした化学物質排出把握管理促進法の PRTR 制度（Pollutant Release and Transfer Register）によって、使用量・排出量の管理・記録が義務づけられている。（これらの各法令の URL は 18 ページ及び下部 URL 参照。）

消防法の URL : <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=323AC1000000186>

薬品の取扱いや保管においては、これら法令を遵守し、実験者はもちろんのこと、監督者も十分に注意を払って、実験者自身、また、周囲の人々が危険にさらされることのないようにしなければならない。本学では、これらの法令に則して効果的な薬品管理をするために、平成 20 年度に **薬品管理支援システム** (IASO) を導入し、オンラインによる管理を行っている。本システムにより、特定毒物、毒物、劇物は 重量管理 で、他の薬品については 単位管理 で、薬品管理をしなければならない。

システムの URL : <http://iaso.nagaokaut.ac.jp/iasor7/fw/FW0000/>

システム利用法の URL :

https://www.nagaokaut.ac.jp/gakunai/designated/jinji_romu/yakuhinkanri/index.html

薬品を使用するときは、事前に、使用薬品の物理的および化学的性状はもちろんであるが、危険性、健康への有害性、環境に対する有害性、万一の時の応急措置などを知らねばならない。これらは **SDS**[※] (**Safety Data Sheet** : 17 ページ「**SDS** の常備について」参照) に記載されているので、薬品を扱う前に必ず読むべきである。**SDS** は、上記の薬品管理支援システム内で閲覧することができるが、薬品メーカーのホームページにも掲載されておりダウンロードできる。万一**薬品事故**で病院などの**医療機関**へ行くときは、**SDS** に記載されている**当該薬品の応急措置のコピーを持参**するのがよい。なお、本学の「安全点検リスト」においても **SDS** の整備と活用を求めている。

注：日本では SDS は平成 23 年度までは MSDS と呼ばれていたが、GHS（化学品の分類および表示に関する世界調和システム：The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals）に合わせて、国内でも SDS に名称変更され、日本工業規格（JIS）でも、SDS と表記されている。（JIS Z7253）

本学における教育、研究の実情から考えて、危険薬品、有害薬品および一般薬品を表 5 - 1 のように分類する。

表 5 - 1 危険薬品、有害薬品および一般薬品

A 危険薬品

| 名 | 称 | 消 防 法 該 当 項 | 労働安全衛生法施行令別表第 1 該当項 |
|-----------|-----------|--|---|
| 発 火 性 薬 品 | 強酸化性物質 | 危険物第 1 類 | 危険物：酸化性の物 爆発性の物の一部 |
| | 自然発火性物質 | 危険物第 3 類の黄りん・水素化物・有機金属化合物および有機金属水素化物の相当数 | 危険物：発火性の物 |
| | 低温着火性物質 | 危険物第 2 類 | 危険物：発火性の物の一部 |
| | 禁水性物質 | 危険物第 3 類、自然発火性の有機金属水素化物の相当数 | 危険物：発火性の物の一部 |
| 爆 発 性 薬 品 | 火薬類 | 危険物第 1 類および第 5 類 | 危険物：爆発性の物の一部 |
| | 分解爆発性物質 | 火薬類および危険物第 1 類の過酸化物その他の不安定な化合物 | 危険物：爆発性の物の一部 |
| | 可燃性ガス | 高压ガスのうちの可燃性ガス・都市ガス・LPG | 危険物：可燃性のガス |
| 引 火 性 物 質 | 特殊引火物 | 危険物第 4 類の特殊引火物 | 危険物：引火性の物 |
| | 高度引火性物質 | 危険物第 4 類の第 1 石油類および同程度の引火性物質 | 危険物：引火性の物 |
| | 中・低度引火性物質 | 危険物第 4 類の第 2～第 4 石油類および同程度の引火性物質 | 危険物：引火性の物 |
| | 一般有機溶剤類 | 多量・常時用いられるから保管方法について注意 | 多量・常時用いられるから中毒対策を要する |
| 酸・アルカリ | | 酸化性液体は危険物第 6 類 | 特定有害業務 |
| 混合危険物 | | 危険物の規制に関する規則（46 条） 実験時および廃液回収・処理の際には重要、運搬・保管時もビンの破損に注意する。 | 該当なし 事故原因となることが多い。 薬品による原因不明の火災・2 種の物質の混合時の爆発・知らぬ間に不安定物質が生成 |
| 放射線物質 | | 放射性同位元素等による放射線 | 障害の防止に関する法律 |

B 有害薬品

| 名 | 称 | 毒物及び劇物取締法 | 公害、環境関連法 |
|---------|--------|---|-------------------------|
| 有害最重点薬品 | 施錠保管薬品 | 文部科学省および監督官庁から保管指示のあった薬品・麻薬・覚せい剤取締法指定薬品および容易に変えうる薬品 | SDS に記された適用法令の項の記載内容を参照 |

| | | | |
|------|---|--|-----------------------------|
| | 有毒ガス・猛毒蒸気 | 多くは毒物・劇物指定 実験室事故原因のうち最多。2 人以上で実験することを遵守 して、事故に即応できるように する。 | 大気汚染物質 各実験室で無害化 |
| | 水銀及び水銀化 合物 | ほとんど毒物。少数が劇物、無指 定薬品はわずか。有機水銀化合物 は1人で取扱わないこと。 | |
| 有害薬品 | 無機有害薬品(該 当元素含有有機 化合物を含む) | SDS に記された適用法令の項 の記載内容を参照 | SDS に記された適用法令の項 の記載内容を参照 |
| | 有機有害薬品(普 通の有機化合物・ 有機金属化合物 などは除く) | SDS に記された適用法令の項 の記載内容を参照 | SDS に記された適用法令の項 の記載内容を参照 |

C 一般薬品

| 名 称 | | 毒物及び劇物取締法 | 公害、環境関連法 |
|------|-------|--|---------------------------------|
| 一般薬品 | 無機薬品 | 上記の法律・規則には関係ない ように思われるが、毒性がある ものもあるから、SDS 及び類 似物の記載事項に注意すること。 | SDS に記された適用法令の項 の記載内容を参照 |
| | 有機化合物 | 同 上 | 本学「実験廃液等処理の手引」 により分類・搬出すること。 |

2 リスクアセスメント

労働安全衛生法では、平成 28 年 6 月から 640 種類を超える化学物質について、薬品を利用する際に**リスクアセスメントの実施が義務化**された。リスクアセスメントとは、実験室の中に存在する様々な潜在的危険源を認識し、それらの危険度に応じて順序付けすることにより、事故や健康障害の発生を効率よく未然に防ぐためのものである。該当物質を使用する際は IASO でリスクアセスメント対象物質であるとの注意書きが表示されるので、必ず必要な安全対策を取ってから使用しなければならない。本学では以下の URL に化学物質のリスクアセスメントに関する対応を掲載している。

https://www.nagaokaut.ac.jp/gakunai/designated/jinji_romu/RA/RA.html

令和 4 年 2 月に労働安全衛生法施行令等が改正され、「物質ごとの個別規制」からリスクアセスメントを中心とした「自律的な管理」を基軸とする規制へと移行が進められている。その対象は当初の 674 物質群から今後も増加する方針が示されている。

化学物質を自律的に管理するということは、化学物質それ自体の有害性、危険性に加え、それらを取り扱う際のリスクについて、個人もしくは組織自らがしっかりと理解した上で、それらのリスクに対する措置を計画的に講じ、発火・爆発などの事故や作業者の健康障害、環境汚染等を未然に防止することである。

国立大学協会では、大学の研究における、少量多品種の薬品を扱う特殊性を踏まえて、合理的な対応として、令和6年1月に「大学の自律的化学品管理ガイドライン—リスクアセスメントと教育を基軸とした自律的管理の構築—（第2版）」を示している。このガイドラインは、今後施行される法令改正などに対応して改訂が行われることとなっている。

<https://www.janu.jp/univ/guideline/>

本学ではこのガイドラインや今後の改定等を参考にして、研究のアクティビティを維持しつつ安全性を考慮した方針について検討が行われている。本章ではこのガイドラインの記述を一部引用して説明を行う。

一般的に、リスクアセスメントでは、化学品の性質（有害性、引火性、揮発性等）の他に、その化学品が使われる作業手順、及び、化学品の有害性、危険性を低減する設備等についても対象となる。作業手順があげられる理由は、同じ物質でも作業内容が変わるとそのリスクも大きく変化するためである。従って、実験の作業手順と合わせ、一連の実験作業中、いつどのようなトラブルが起こりうるか、そしてそのトラブルに対応した実験設備が準備されているか、という視点が重要である。そして、リスクが想定される場合には、対象物にばく露される程度を最小限度にすることも大切である。例えば、i) 代替物の使用、ii) 発散源の密閉、局所排気装置または全体換気装置の設置と稼働、iii) 作業方法の改善、iv) 呼吸用保護具の使用などの対策が考えられる。

また、大学で発生する事故はこの指定された対象物質以外の物質でも起きており、取り扱うすべての化学品等についても生じるリスクは想定しておくことが望ましいとされている。また、使用する化学品のみでなく、反応等によって得られる副生物や廃棄物にも配慮することで、より安全な実験環境を形成できる。

その他、保管の段階でもリスクは存在する。災害（地震、水害、停電等）が起きた場合の漏洩・発火等のリスク、また室内が無人的際に起こる事故のリスク等についても購入や保管時に考慮することが望ましい。

3 薬品取扱上の一般的注意

化学薬品を用いようとするとき、購入に始まり、実験、保管、処理、廃棄に至る全体的な計画をすべきである。対象物質については前述の学内 URL にアクセスしてリスクアセスメントを行う。これによって、発火・爆発などの事故や作業員の健康障害、環境汚染等を未然に防止することにつながる。処理、廃棄については、本学実験廃液等処理に関する規則、指示に従うが、以下薬品取扱上の一般的注意を述べる。

(1) 購 入

ア 消防法で危険物と定められた薬品についての各実験室・研究室または一つの棟に保管可

能な量は、火災予防地方条例で規定されているから、常時使用する有機溶剤類のほかは、必要以上に購入しないこと。

- イ 一般の薬品類でも、常時使う薬品以外は多量に購入しないこと。古くなった薬品を用いたデータは信用し難く、また、薬品によって変質（過酸化物の生成・吸水・風解）することがあるので、用済み後、廃棄のことも考えて最少必要量を購入する。
- ウ 実験計画をよく立てて、必要以上に購入しないこと。
- エ 購入後は、直ちに薬品管理支援システム（IASO）に登録する。
- オ 災害（地震、水害、停電等）が起きた場合の漏洩・発火等のリスク、また室内が無人の際に起こる事故のリスク等も考慮することが望ましい。

(2) 保 管

- ア 施錠保管薬品に指定されている薬品の保管は、有害薬品の当該項の記載事項を厳守すること。
- イ 黄りん、金属ナトリウム、金属カリウム、トリエチルアルミニウムなどの自然発火性薬品、禁水性薬品は所定の方法をもって貯蔵し、できれば金属性薬品庫に保管すること。
- ウ 研究室・実験室単位で薬品棚の区分及び配列方法を考え、危険・火災防止上安全な処置をしておくこと。少なくとも、酸と塩基、酸化剤と還元剤、有機薬品と無機薬品は離して保管する。
- エ 有機過酸化物及び特殊な爆発性物質の取扱いは十分に注意し、他の物から離して低温・暗所に保管すること。
- オ ラベル表示対象物を他の容器に移し替えて保管する場合や、対象物を製造し容器に入れて保管する場合には、ラベル表示、文書、その他の方法で、その危険性・有害性を伝達すること。

(3) 局所排気装置等の使用

実験室では、排気設備等の導入とそれらの適切な使用と維持管理に加え、実験室内に保管する化学物質総量の低減、揮発性化学物質の室内への蒸発を低減する工夫などの対策が必要である。実験室の管理は、これらの設備を有効に活用しながら、実験室内の有害蒸気等の濃度を火災・爆発の危険以下のレベルにとどめ、実験室内に立ち入る者の健康に影響しない環境を維持することである。

排気設備等の能力は一般的に、局所排気装置＞卓上フード＝発散防止抑制措置＞＞全体換気扇、の順である。実験室では、化学物質を用いた作業全てが局所排気装置中で行われることが最も良いが、スペース、コスト、消費エネルギー的に困難な状況が想定される。従って、使用する化学物質の危険有害性や取扱量、作業方法に応じて適切に排気設備を使い分けることが肝要である。

同じ物質であっても、使用量、容器が解放され大気と接触している時間、及び、容器開口部の面積等により蒸発量は変化するため、使用形態（どのような容器でどのように取り扱う

か等)を考慮して使用する排気設備の選定を行う。例えば、有害性が小さい物質を扱う場合でも、解放されたビーカーで扱うと蒸発量が多くなるため、ばく露リスクは高くなると考えられる。手作業が中心の実験作業では、化学物質それ自体の性質に基づいたリスク評価だけでなく、使用形態も考慮して、危険度に応じた適切な排気設備を判断、使用できることが重要である。

(4) 保護具の着用

実験室では、化学物質の飛散、漏洩等による皮膚や眼等への接触事故は極めて多く、特に眼の障害は生涯にわたって視力低下等の影響を及ぼす可能性もある。化学物質の取り扱いにおいて、飛散、漏洩等を完全に防止することは難しいことから、皮膚や眼等への接触事故防止のため、適切な保護具を選定し、着用することは重要である。実験時はもちろん、秤量作業等の実験前、および廃棄、洗浄作業等の実験後にも化学物質と接触するリスクがあるため、保護具を着用することを忘れてはならない。保護具は以下の通りである。

保護眼鏡：化学物質を使用する作業者はその使用量にかかわらず着用する。なお、視力矯正用眼鏡は保護具には該当しない。視力矯正用眼鏡を着用している者はオーバーグラス型の保護眼鏡を着用するなど、眼の回りを覆うことができる保護眼鏡を着用する。

保護手袋：化学物質の取扱者は、保護手袋を着用する。保護手袋は耐透過性、耐熱性、フィット感やグリップなどを考慮し、使用する化学物質に対して接触のリスクを低減する材質を選定する。

保護衣：化学物質の取扱者は、白衣や作業着等の保護衣を着用する。保護衣は化学物質が飛散した時に直接触れないことを想定し、肌の露出を避けられるサイズや形を選択する。火災のリスクが特に高い場合には、耐火性を考慮した保護衣を選択する。

履物：化学物質の取扱者は、足全体を覆う適切な履物を着用する。履物は使用する化学物質に対して不浸透性のものとし、サンダルや通気穴の開いた靴、あるいはヒールの高い靴やスリッパ等は不適切である。

呼吸用保護具：呼吸用保護具は、環境空气中に人体に有害な化学物質が存在する場合、呼吸保護の目的で着用する保護具である。換気等によって作業環境を改善し、環境空气中の有害化学物質を低減することが前提であるが、作業環境改善のみでは防ぐことができない場合は呼吸用保護具を着用し、人体への侵入を避ける。化学物質に関する呼吸用保護具は、ファン付きのもの、面体型、防毒マスク、送気マスク等、多数の種類があり、実施する作業の特性に応じて、有効な呼吸用保護具を選定する。

火災・爆発・破裂等の危険性を有する実験等における保護具：火災・爆発・破裂等により化学物質や破片等の飛散等のリスクがある実験等については、取扱者は眼や頭部、体の防護用の保護具を着用する。必要に応じて、静電気対策の取られた保護具を選定する。また、万が一、事故が発生した場合に備え、被害を最小限にとどめるための防護衝立等の対策を講じる。

(5) 使用・反応時

取扱者が初めて対象物質の化学物質等を取り扱う場合において、その作業の計画時（作業実施前）にリスクアセスメントを行う。本学では、薬品管理支援システム（IASO）に対象物質を入力すると、対象物質であることが示される。約 670 種の物質のほとんどについては学内の web の公表結果によってリスクアセスメントを行うことができる。また、リスクアセスメントの結果に基づいて、局所排気装置等や保護具等を用いて、ばく露される程度を最小限にしなければならない。必要に応じて以下に記したようなリスク低減措置を行って使用する。

- ア 危険な物質を使用するとき、または生成物が危険物質であると予想されるときは、あらかじめ少量で実験を行うこと。
- イ 揮発性の化学物質を取り扱う際、可能な限り大気へ解放した状態で取り扱わないようにすること。例えば、容器の蓋は最低限しか開けない、ビーカーなど開口面積の大きい容器は有機溶剤には使わないなど、揮発性化学物質が蒸発する機会をできるだけ小さくする方法を考えること。
- ウ 危険な物質を使用するとき、または危険な反応を行うときは、前もって災害の防護手段を考え、万全の準備をして行うこと。火災や爆発の恐れのあるときには防護面を付け、消火器を用意して、適宜局所排気装置等を使用し、また毒性のあるときにはゴム手袋・防毒マスクを着用して行うこと。
- エ 化学物質を用いた作業全てが局所排気装置中で行われることが最も良いが、使用する化学物質の危険有害性や取扱量、作業方法に応じて適切に排気設備を使い分ける。より安全サイドで作業できることが望ましいが、発火・爆発などの危険性や、人体にとって有害な蒸気が問題となるレベルで空間内に充満することが無いように管理すること。
- オ 実験によっては、**爆発・火災の発生または急性中毒が起こることがあるので、深夜は当然、日中も 1 人だけで実験を行わないこと。**

(6) 処理・廃棄

実験そのものだけでなく、実験終了後の事故率が高い。リスクアセスメントでは廃棄と後片付けを含めて考えるべきである。

- ア 危険薬品、有害薬品及び一般薬品の処理、廃棄にあたっては、災害防止及び火災予防地方条例、水質汚濁防止法、大気汚染防止法、悪臭防止法の主旨を尊重し、各該当項の記載を参考にし、本学の規則・指示に従うこと。
- イ 実験系廃棄物は想定外の事故が発生するリスクがあるため、廃棄・処理・移し替え等の作業時にも保護眼鏡を着用する。また、容器の移動等廃棄物を取り扱う場合も同様に保護眼鏡、保護手袋、保護衣および足全体を覆う靴を着用する。廃棄時には、化学物質の意図しない混合により、有毒ガス等が発生する場合もあるため、必要に応じて呼吸用保護具等を用意しておくことも効果的な安全対策である。
- ウ 空になったビンは直ちに薬品管理支援システム（IASO）で空ビン処理を行い、登録を抹

消する。

(7) 危険物取扱者資格

危険物の取扱いにおいては、原則的に危険物取扱者免状を有していることが必要である。したがって、危険物薬品を頻繁に取扱う課程・専攻・分野に所属している場合は、危険物取扱者免状を取得することが望ましい。なかでも、大学や研究機関においては多種類の薬品を取り扱うので、甲種の取得が必要である。甲種取得の資格は、乙種取得後2年以上の実務経験があるか、高専や大学の化学系学科卒業または化学系科目を所定数履修していることである。

4 危険物の保有・取扱い限度

危険物の貯蔵・取扱いは、消防法及び火災予防地方条例で定められている。消防法では、一定数量以上の危険物の貯蔵または取扱いを一般的に禁止している。この基準となる数量を指定数量という。指定数量とは、危険物の危険性を勘案し、試験により示された性状に応じて危険性にランクを付け、そのランクごとにそれぞれ政令で定められた数量である。

危険物は消防法により、表5-2に示されるように、その性質により、第1類から第6類に分類されており、さらにその危険性に応じて指定数量が定められている。指定数量の0.2倍以上の危険物を保有する場合、消防署に届け出る必要があり、本学では、消防署に届け出ている危険物貯蔵庫を除くと、棟ごとに指定数量の0.2倍未満しか、保有・取扱いができない。(厳密には「防火区画ごとに指定数量の0.2倍未満」である。防火区画は棟の構造により異なるので、ここでは防火区画が最も広範囲である場合を記してある。) それゆえ、実験室における危険物の保有・取扱いは最少必要量にすることを心がけなければならない。それを超える場合は危険物貯蔵庫において保管しなければならない。

複数種類の危険物の指定数量の倍数は、次式で示されるように各危険物の倍数の和によって計算され、その和が0.2を超えてはならない。

$$\sum_i m_i / M_i < 0.2 \quad m_i : \text{各品目の保有量}, \quad M_i : \text{その品目の指定数量}$$

表5-2 危険物類別表 (種別、品名、指定数量は消防法による)

| 類 | 性質 | 品名 | 性質(令) | 指定数量(令) |
|-----|-------|------------|----------|---------|
| 第1類 | 酸化性固体 | 1 塩素酸塩類 | 第1種酸化性固体 | 50 kg |
| | | 2 過塩素酸塩類 | | |
| | | 3 無機過酸化物 | | |
| | | 4 亜塩素酸塩類 | | |
| | | 5 臭素酸塩類 | | |
| | | 6 硝酸塩類 | | |
| | | 7 よう素酸塩類 | 第2種酸化性固体 | 300 kg |
| | | 8 過マンガン酸塩類 | | |
| | | 9 重クロム酸塩類 | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------------|--|--------------------|----------|----------|--------|
| | | <p>10 その他のもので政令で定めるもの（過よう素酸塩類、過よう素酸、クロム・鉛又はよう素の酸化物、亜硝酸塩類、次亜塩素酸塩類、塩素化イソシアヌル酸、ペルオキシ二硫酸塩類、ペルオキシほう酸塩類、炭酸ナトリウム過酸化水素付加物）</p> <p>11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの</p> | 第3種酸化性固体 | 1,000 kg | | |
| 第2類 | 可燃性固体 | 1 硫化りん | | 100 kg | | |
| | | 2 赤りん | | | | |
| | | 3 硫黄（イオウ） | 第1種可燃性固体 | 100 kg | | |
| | | 4 鉄粉 | | | 500 kg | |
| | | 5 金属粉 | | | 第2種可燃性固体 | 500 kg |
| | | 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 | 1,000 kg | | | | | |
| 9 引火性固体 | | | | | | |
| 第3類 | 自然発火性物質及び禁水性物質 | 1 カリウム | | 10 kg | | |
| | | 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 | 20 kg | | | |
| | | 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 | 第1種自然発火性物質 及び禁水性物質 | 10 kg | | |
| | | 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 | 第2種自然発火性物質 及び禁水性物質 | 50 kg | | |
| | | 9 金属のりん化物 | | | | |
| | | 10 カルシウム又は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（塩素化けい素化合物） | | | | |
| | | 12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | 第3種自然発火性物質 及び禁水性物質 | 300 kg | | |
| 第4類 | 引火性液体 | 1 特殊引火物 | | 50 L | | |
| | | 2 第1石油類 | 非水溶性液体 | 200 L | | |
| | | | 水溶性液体 | 400 L | | |
| | | 3 アルコール類 | | 400 L | | |
| | | 4 第2石油類 | 非水溶性液体 | 1,000 L | | |
| | | | 水溶性液体 | 2,000 L | | |
| | | 5 第3石油類 | 非水溶性液体 | 2,000 L | | |
| | 水溶性液体 | 4,000 L | | | | |
| 6 第4石油類 | | 6,000 L | | | | |
| 7 動植物油類 | | 10,000 L | | | | |

| | | | | |
|-----|---------|---|------------|--------|
| 第5類 | 自己反応性物質 | 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 ヒドラジンの誘導體 8 ヒドロキシルアミン 9 ヒドロキシルアミン塩類 10 その他のもので政令で定めるもの（金属のアジ化物、硝酸グアニジン、1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパン、4-メチリデンオキセタン-2-オン） 11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | 第1種自己反応性物質 | 10 kg |
| | | | 第2種自己反応性物質 | 100 kg |
| 第6類 | 酸化性液体 | 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（ハロゲン間化合物） 5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの | | 300 kg |

備考

- 1 酸化性固体とは、固体（液体（1気圧において、温度20度で液状であるもの又は温度20度を超え40度以下の間において液状となるものをいう。以下同じ。）又は気体（1気圧において、温度20度で気体状であるものをいう。）以外のものをいう。以下同じ。）であって、酸化力の潜在的な危険性を判断するための政令で定める性状を示すもの又は衝撃に対する敏感性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものをいう。
- 2 可燃性固体とは、固体であって、火炎による着火の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの又は引火の危険性を判断するための政令で定める試験において引火性を示すものをいう。
- 3 鉄粉とは、鉄の粉をいい、粒度等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
- 4 硫化りん、赤りん、硫黄及び鉄粉は、備考第2号に規定する性状を示すものとみなす。
- 5 金属粉とは、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄及びマグネシウム以外の金属の粉をいい、粒度等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
- 6 マグネシウム及び第2類の項第8号の物品のうちマグネシウムを含有するものにあつては、形状等を勘案して総務省令で定めるものを除く。

- 7 引火性固体とは、固形アルコール、その他1気圧において引火点が40度未満のものをいう。
- 8 自然発火性物質及び禁水性物質とは、固体又は液体であって、空気中での発火の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの又は水と接触して発火し、若しくは可燃性ガスを発生する危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものをいう。
- 9 カリウム、ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム及び黄りんは、前号に規定する性状を示すものとみなす。
- 10 引火性液体とは、液体（第3石油類、第4石油類及び動植物油類にあつては、1気圧において、温度20度で液状であるものに限る。）であつて、引火の危険性を判断するための政令で定める試験において引火性を示すものをいう。
- 11 特殊引火物とは、ジエチルエーテル、二硫化炭素、その他1気圧において、発火点が100度以下のもの又は引火点が零下20度以下で沸点が40度以下のものをいう。
- 12 第1石油類とは、アセトン、ガソリン、その他1気圧において引火点が21度未満のものをいう。
- 13 アルコール類とは、1分子を構成する炭素の原子の数が1個から3個までの飽和1価アルコール（変性アルコールを含む。）をいい、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
- 14 第2石油類とは、灯油、軽油、その他1気圧において引火点が21度以上70度未満のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
- 15 第3石油類とは、重油、クレオソート油、その他1気圧において引火点が70度以上200度未満のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成を考案して総務省令で定めるものを除く。
- 16 第4石油類とは、ギヤー油、シリンダー油、その他1気圧において引火点が200度以上のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成を勘案して総務省令で定めるものを除く。
- 17 動植物油類とは、動物の脂肉等又は植物の種子若しくは果肉から抽出したものをいい、総務省令で定めるところにより貯蔵保管されているものを除く。
- 18 自己反応性物質とは、固体又は液体であつて、爆発の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの又は加熱分解の激しさを判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものをいう。
- 19 第5類の項第11号の物品にあつては、有機過酸化物を含有するもののうち不活性の固体を含有するもので、総務省令で定めるものを除く。
- 20 酸化性液体とは、液体であつて、酸化力の潜在的な危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものをいう。
- 21 この表の性質欄に掲げる性状の2以上を有する物品の属する品名は、総務省令で定める。

5 危険物貯蔵庫

危険物の保有・取扱いは、消防法、危険物の規制に関する政令・規則などで厳格に定められている。それによると、定められた貯蔵所以外の場所で指定数量以上の量の危険物を保管することは禁止されている。本学の各実験棟では防火区画ごとにそれぞれ指定数量の0.2倍未満の量しか保有・取扱いができず、それ以上の量を保管・貯蔵するために危険物貯蔵庫が設置されている。

(70 ページ、「危険物の保有・取扱い限度」の項を参照) 危険物貯蔵庫は危険物の種類、性質などにより保管する部屋が分けられている。

本学の貯蔵庫で保管できる危険物の最大量は、指定数量の24倍であり、その実際の取扱方法は、長岡技術科学大学危険物貯蔵庫取扱要項に定められている。また、本学の危険物貯蔵庫での保管期間は1年と定められており、それ以上の期間保管することは原則として禁止されている。したがって、危険物を購入するにあたっては、実験計画を立てて不必要に多量の危険物を購入することのないよう心掛けるべきである。また、危険物貯蔵庫は不要な薬品を貯蔵するためのものではないので、使用の見込みのない薬品は規則に従い速やかに廃棄すべきである。

6 新しい実験に取りかかるとき

新たな実験に着手するときは、爆発等の不慮の事故が起こる可能性が高くなるので、各実験者及び実験指導者は、実験開始前に次のことを実行しなければならない。

(1) 広範囲に実験例を調査する。

原料、生成物、溶媒、副生成物など関連するすべての物質の危険性・毒性を調査する。17～18ページの「<重要>SDSの常備について」、「参考URL」及び本章の該当箇所を参照。

ア 文献調査

研究報告は実験指導書ではない。危険について記載されているとは限らないことに注意すべきである。

イ 経験者の話を聞く

(2) 事故が発生しないような実験計画を立てる。

(3) さらに通常は起こり得ないような万一の事故(誤操作、異常反応、材質欠陥、不在時停電、断水、周囲の事故からの二次被害、地震など)に対しても、それが人身災害につながらぬよう配慮する。

(4) 研究室において、その実験計画、防災対策について討議する。

(5) 必要な安全保護具を設備する。

(6) 最初に少量で予備実験をする。この際には、必ず保護具、防護壁など十分な対策を立てたうえで実施する。

(7) 一度に多量の実験に移行せず、段階的に移行する。

7 化学実験の一般的注意

化学実験室には薬品、各種の器具、機器があり、それぞれ適切な使用法によらなければならない。薬品の購入、保管、使用、廃棄について、第1節2で述べた取扱上の一般的注意をまずよく読む。特殊な実験室では、そこに適合した安全心得を作っておく必要がある。安全教育、防火訓練をおろそかにせず、必ず体験すること。

(1) 一般的注意

- ア 実験室を常に整頓し、清潔にする。
- イ 消火器、保護具（安全眼鏡、防護面、保護手袋、安全衝立など）、洗眼器、応急処置用道具と薬品（救急箱）を常に整備しておく。
- ウ 電気配線の老化、端子のゆるみ、絶縁不良などを定期的に点検する。
- エ 危険性の予想される物質を取扱う場合は、あらかじめその危険性、毒性などを十分に調査し、経験者に尋ね、万一事故が起こっても被害を最小にとどめるような対策を考えておく。
- オ 薬品には、見間違いのないよう品名を明記する。
- カ 適当な換気なしに、容器、装置などの洗浄を行ってはいけない。
- キ 次のような実験は、特に注意を要する。
 - 未知の危険性を含む操作及び反応
 - 多種多様の危険性を持つ操作や物質の取扱い
 - 発火性と有害性の共存する実験
 - 極限に近い反応条件（高圧、高温、低温、真空）での実験
- ク 危険の予想される実験を行う場合は、あらかじめ周囲の者に知らせ対策を立てさせる。
- ケ 保護眼鏡を使用する。さらに危険が予想される場合は、保護手袋、防護面、防毒マスク、安全衝立などの保護具を使用する。
- コ 薬品、実験後の廃棄物の処置
 - 重金属、シアン化合物、ヒ素を含む溶液、強酸、強アルカリ溶液は、本学実験廃液処理の手引きに従い、容器に貯留する。
 - 有機溶剤を流しに捨てない。回収可能なものはなるべく回収して、使用または廃棄する。
 - ろ紙など可燃性廃棄物は、水にぬらしてから「捨て鉢」に捨てる。
- サ 一般に危険の予想される実験でも、数回繰り返しているうちに馴れと油断により、不注意を起こしやすい。常に使用器具、量的関係、溶媒関係及び反応条件等をよく吟味し、沈着かつ慎重に実験に取りかかる。
- シ 消火器（炭酸ガス、粉末式など）、砂の位置を確認しておく。（消火器の種類と特徴を表5-3、表5-4に示す。）
- ス 皮膚を露出しないよう実験着、作業衣を着用する。軽快な動作がとれるようにする。サンダル、スリッパは好ましくない。

- セ 薬品は、必要以上に購入しない。実験に用いる量以外は、実験台から離れた薬品戸棚に収納する。収納には有機薬品と無機薬品とを離して置く。
実験台の上には必要なものと、必要な量の薬品だけ置く。余分の試薬、溶剤等を近くに置くと事故の拡大につながる。
- ソ 実験を始める前に、実験器具、実験装置、換気設備、配管、配線などを点検し、安全を確認する。

(2) 実験時の注意

- ア 実験をするとき、目一杯の予定を立ててはいけない。予定どおり進まないと思えば、中断する方がよい。急いではいけない。
- イ **実験中は実験室を離れない**。離れるときは、同室の者に実験内容、行先をはっきりさせておく。
- ウ 蒸留などの際、沸騰石を入れ忘れないようにする。忘れたら、一度冷やしてから入れる。
- エ 爆発の危険のある場合、装置を密閉するようなカバーをしてはいけない。装置と実験者を隔てる衝立状のものがよい。
- オ ビンの蓋を開けるとき、栓は人のいない方向に向ける。
- カ 粉砕のとき、摩擦、衝撃で、発火、爆発が起きないように注意する。
- キ 2種以上の物質が混合されたとき、発火、爆発する、いわゆる混合危険物（第2節5、96ページを参照のこと。）があるので、混合には注意する。
- ク 1人で事故を処理しようとしてはいけない。大声を出して応援を頼む。
- ケ **水銀やその化合物を流しで取扱わない**。

(3) 後片付け

- ア 後始末も実験のうちである。
- イ 使用した器具、特にスリ合せ器具は直ちに洗う。洗浄廃液の処理に注意する。後片付けが適切でないと、実験再開までに事故が起きやすい。
- ウ 用済みの薬品は、定められた方法に従って処分する。使いかけの薬品、溶液は容器に内容を明示し、保存方法に十分に注意する。
- エ 薬品ラベルが落ちないようにする。ビンの底にマジックで書いておくのがよい。
- オ 古い薬品の処理は不注意にしがちである。気長に処理する。

(4) 退出時、終夜実験時の注意

- ア 退出時にガス、電気、水道の元栓を閉める。特に、休日の前日は念入りに注意する。
- イ 予想しない水圧変動、断水、停電に対する処置を講じておく。特にアスピレータ（逆流防止ビンをつける。）、冷却水など。処置がとれないものは無人運転禁止。
- ウ 終夜実験は、原則として認められないが、やむを得ず実験をするときは、暖房の使用及び換気に十分注意する。
- エ 2人以上が実験室にいるようにするが、一時的に1人になったときは、1人であること

がわかるようにする。ドアを開放しておくのも一法である。

オ 夜、休日における実験やデスクワーク及び機器の終夜運転をするときは、それぞれ定められた時間外居残り届、終夜無人運転届に、指導教員から許可サインを得て、決められたところに表示する。(付1、3ページ参照)

表5-3 適応消火器

| 級 | 種 類 | 適 応 す る 主 な 消 火 器 |
|---|---------------|---------------------------------|
| A | 普通火災(木材、紙、繊維) | 粉末(ABC)消火器、強化液消火器、泡消火器、水消火器 |
| B | 油火災(半固体油脂を含む) | 粉末(ABC)消火器、強化液消火器、泡消火器、不活性ガス消火器 |
| C | 電気火災(変電機、変圧器) | 粉末(ABC)消火器、強化液消火器、不活性ガス消火器 |

注) A級 普通可燃物の火災
B級 石油類、油類の火災
C級 電気設備の火災

表5-4 消火器と消防器材

| 消火器・用具の名称 | 薬 剤 | 適応火災 | 特 徴 |
|------------|----------------------------------|-------|--|
| 化学泡消火器 | A剤 炭酸水素ナトリウム溶液 B剤 硫酸アルミニウム水溶液 | A・B | 炭酸ガスを含む泡を放出する。2液の混合方法は、転倒または内びんを割る方法がある。射程5m位で、一度放出すると途中では止められない。感電の危険性があるのでC火災には使用できない。 |
| 粉末(ABC)消火器 | リン酸アンモニウム | A・B・C | 各種の火災に使用でき、消火効力が大きい。射程は4～6m位で放射時間が短い。消火後の汚れがある。 |
| 強化液消火器 | 炭酸カリウム | A・B | 噴霧ノズルを付けるとC火災にも対応できる。強アルカリ性の水系で冷却効果もある。射程距離は4～8m。 |
| 二酸化炭素消火器 | 液化二酸化炭素 | B・C | 不活性ガス消火器。射程が小さく、1～2mで、容器が重いという欠点があるが、消火後の汚れが少ない。廊下に置いてある大型は威力がある。 |
| BC粉末消火器 | 炭酸水素ナトリウム粉末 | B・C | 消火効力が大きい。射程は3～6m、取扱いがやや面倒で、重量も大きい。消火後の汚れがある。 |
| 水消火器 | 乾燥した黒鉛粉末、ソーダ灰、食塩など | A | 霧状に放射するとC火災にも対応できる。湿潤剤を入れて不凍性を持たせている。 |
| 消火砂 | 乾燥した砂 | 金属火災 | アルカリ金属やアルキル金属に有効であるが、立体的な火災の場合には適さない。 |

(5) 火災が起きた場合

- ア 「火事だ」と叫んで周囲に知らせる。
- イ 周囲の可燃物を取り除き、火源を絶つ。
- ウ ガス源、電源などをなるべく離れた源で切る。
- エ 小さい火災は、慌てずに消火する。その手順、方法を誤らぬこと。(火元の人はずぐにそこから離れて、大声で人を呼ぶこと。慌てて自分で火を消そうとすると、衣類に火がついたり、器具をひっくり返したりする結果になる。冷静な他人に任せる方がよい。) 消火器を使用する場合、火災の種類により適応できる消火器が異なるので注意する。消火器には、A級、B級、C級の区別があり、その内容は表5-3に示すようである。また、一般的な消火器の種類と特徴を表5-4に示す。

本学に備えてあるのは、情報処理センター・博士棟の一部のハロン系消火器(不活性ガス消火器、現在は製造されていない。)を別にすれば、粉末(ABC)消火器と二酸化炭素消火器(表5-4の太字の2種類)で、各廊下および部屋に配置されている。
- オ 実験衣に火がついた場合は、慌てず、非常用シャワー(不備の場合はバケツの水)を浴びる。(ナイロン、テロン混紡のものは、万一着火した場合、溶融して皮膚に密着し、大事に至る場合がある。肌に接する衣類は、木綿または羊毛が望ましい。)
- カ ドラフト内での火災は、消火の効果と上方への延焼防止の点から、換気を止めて消火するのが普通である。しかし、有毒ガス、煙の発生を伴う場合など、状況によっては換気を続ける方がよい。
- キ 可燃性ガスボンベから事故によりガスが噴出した場合は、まずバルブを閉じる努力を行う。また、速やかにガスバーナーなどを消して発火源を絶ち、次に窓を開けて室内の換気を良くし、できればボンベを窓の近くに移すとよい。
- ク 可燃性ガスがボンベから噴出し、着火した場合は、すぐに消火しないで、まず周囲の可燃物を除去してから、消火器、水などで消火する。
- ケ 有毒ガスの発生を伴う恐れのある場合や、煙が多量発生する場合には、保護具、防煙マスクなどを付けて消火する。少なくとも、風上側から消火する。
- コ 防毒マスクの使用にあたっては、過信は禁物。防毒マスクは、使用にあたって吸尿管の種類が適当であるか否かを点検する。また、防毒マスクは、有毒ガスの濃度が、ある一定濃度以上の場合には有効でない。防煙マスク、アクアリングのようなものがよい。
- サ 火災、またはガス発生が、上記の手段によっても手に負えないと判断された場合は、速やかに屋外に避難する。
- シ ガス源、熱源、危険物などの処理をできるだけ行ったうえ、逃げ遅れた者がいないかどうか確認する。

8 薬品による障害の応急処置

(1) 皮膚に対する処置

速やかに、大量の清潔な冷水で 15 分以上洗浄する。濃硫酸など水によって発熱するものは、はじめに乾いた布、紙、ティシュペーパーなどでできるだけ早くその大部分を拭きとった後、大量の水で一挙に洗い流す。

酸やアルカリは、皮膚のひだや毛髪の間に残ることが多いので、酸なら炭酸水素ナトリウムの水溶液、アルカリなら 2～3%の酢酸やレモン汁で中和しておく。石炭酸はアルコールで洗った後、炭酸水素ナトリウムで中和する。皮膚の潰瘍の処置は、皮膚科医の処置を受ける。

(2) 眼に対する処置

素早く大量の水で洗う。特にアルカリは眼球を腐食するので、よく水洗いして早急に眼科医の処置を受ける。

洗眼には噴出式の洗眼装置がよいが、無い場合は、清潔な水をオーバーフローさせた洗面器に顔を反復して入れ、はじめは目を閉じたまま、のち目を水中で開閉して洗眼する。蛇口につないだゴム管からの、ゆるやかな流水を用いてもよい。しかし、噴水が強いと顔に付いている酸などの目への圧入や、腐食された皮膚表面をはぎとることになるので注意。

中和剤は適用しない。洗眼が終わったら厚めのガーゼ湿布をあて、眼帯などで固定し、早急に眼科医の処置を受ける。

(3) 呼吸器に対する処置

患者を迅速に新鮮な空気中に移す。汚染衣服は取除き、皮膚は洗浄し、保温、安静にする。重症の場合は、酸素吸入や人工呼吸が必要。

酸ミスト、塩素ガスなどの濃厚曝露では、気管粘膜ばかりでなく肺胞も損傷し、気管支炎、肺炎、肺水腫（血しょうが肺に浸出）を引き起こし、呼吸困難に陥る。ショックを起こすこともあるので医師による治療が必要。

救出の際は、救助者が中毒しないように防毒マスクを用いる。人工呼吸は、本手引第 2 章などを参照のこと。

(4) 誤飲に対する処置

大量の水または牛乳を飲ませ、嘔吐させる。胃、食道の損傷は数分で死を招くので、処置は寸刻を争う。与える水は、飲んだ薬の約 100 倍必要である。酸に対しては生卵、アルカリに対しては果汁、酢なども使える。指でのどを刺激したりして吐かせてもよいが、意識がないときは、窒息する恐れがあるので何もしてはいけない。早急に医師を呼ぶ。保温、安静にし、ショックや呼吸麻痺に注意する。

(5) 中毒したときの処置

有毒ガスを吸引したときは、直ちに新鮮な空気中に移し、衣服をゆるめ、安静にさせる。必要があれば人工呼吸などを行う。ホスゲン、亜硝酸ガス、ハロゲン中毒に対しては、ガス吸入後に強い苦痛を訴えなくとも、数時間は必ず安静にさせる。しかる後、医師と相談する。

薬品などを飲んだときは、大量の温水または食塩水などを飲ませて吐かせる。ただし、意識のない者には何も飲ませないこと。

9 各種薬品に対する処置

IASO または各メーカーの SDS などを参照するとよい。数例を以下に示す。

(1) フッ化水素酸

皮膚を激しく腐食するので、30 分間水洗後、マグネシア泥膏（酸化マグネシウム 20 g、グリセリン 80 g）で覆い、乾いた包帯をする。呼吸器がおかされた時は、絶対安静を保つ。

(2) 塩素、臭素ガス

呼吸器障害に対し、希アンモニア水を湿らせた脱脂綿を短時間ずつかがせる。アルコール、エーテル等量混液の蒸気吸入も、気道の刺激緩和に役立つ。

(3) 一酸化炭素

新鮮な空気中に搬出し（患者を歩かせてはならない）、安静と保温に注意。発熱に対しては氷冷する。5%CO₂ 添加の酸素の吸入がよい。

重症者は、30 分以内に 2 倍以上の交換輸血が効果あるので、早急に医師と血液の手配をする。意識回復後は、2～3 時間絶対安静、数日間は休養が必要。

(4) シアン化水素、シアン化物

新鮮な空気中に救出し、意識があれば亜硝酸アミルを 5 分おきに 3 分間吸入させ、最高血圧が 80 mm Hg になったらやめる。この処置は数分以内にとらなければならない。呼吸停止には 100%酸素による人工呼吸を要する。シアン化水素は経皮呼吸されるから、石けんと水で洗い、患者の保温に注意。亜硝酸アミルによるショックもあるので、速やかに医師の処置を受ける。

(5) 二酸化窒素

曝露後かなり遅れて突然発生する。呼吸器症状が軽度でも酸素吸入を行う。肺水腫を主症状とする。口、鼻、目の粘膜、皮膚を 1%重曹水で洗浄する。

(6) 硫化水素

5%CO₂ を添加した酸素の吸入が有効とされる。目については、洗眼を行い、眼科医の処置を受ける。

(7) ホスゲン

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

(8) 黄りん

治癒困難な第2度または第3度の火傷を生じやすい。水中か大量の流水で洗い流す。火傷には5%重曹水を注ぎ、次いで5%硫酸銅溶液で洗浄、リンを固形の銅塩としてピンセットで取るが、無理にはがさぬこと。

(9) 有機溶剤

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

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

(10) 酸素欠乏

短時間で致命的な状態になるので、速やかに救出し、新鮮な空気中に移す。人間が正常に活動できる気中酸素濃度は16%以上で、10%前後で呼吸困難、悪心、顔面蒼白となり、7%前後で、短時間で意識不明、呼吸停止となる。

救助者が道連れにならないよう酸素呼吸器、命綱などを用いる。防毒マスクは無効。

第 2 節 危険薬品

危険薬品は、それ自身の毒性に起因するものでなく、その物理的、化学的性質による爆発や火災により、二次的に薬火傷、ケガ、人命損傷などをもたらす薬品である。また、危険性及び有毒性の両性質を持つ薬品も、特殊な有毒物質以外は危険薬品として取扱う。

1 発火性物質

一般に加熱や衝撃で発火するものや接触や混合で発火するものなどがある。ここでは、前者に属するものと、後者の場合は、空気や水などの存在で比較的容易に着火し、火災の原因となるものを取扱う。

表 5-5 発火性物質

| 区 分 | 特 徴 | 物 質 例 |
|---------|-------------------------------------|----------------------------|
| 強酸化性物質 | 加熱、衝撃で分解して酸素を出し、可燃物と激しく燃焼し、時には爆発する。 | 塩素酸塩類、過酸化物 |
| 自然発火性物質 | 室温で空気にふれると着火し、燃焼するもので、一部を除き研究用の特殊物質 | 黄りん、ある種の硫化物、ある種の塩の分解で作った金属 |
| 低温着火性物質 | 比較的低温で着火し、燃焼速度が大である。 | 赤りん、金属粉 |
| 禁水性物質 | 水と反応して発火し、時には爆発する。 | 金属ナトリウム、金属カリウム |

(1) 強酸化性物質（薬品）

消防法危険物第 1 類では、「一般に衝撃、摩擦、加熱、強酸類の接触により発火、爆発の危険があるもの」として説明されている。これらは酸素供給剤であり、また、それ自身分解、爆発することもあり、著しく危険である。有機過酸化物は、特に危険である。塩素酸カリウムや過塩素酸カリウムは比較的安定であるが、有機化合物（ごみなども含む）の共存で加熱すると爆発することがある。これに該当する物質（薬品）を、表 5-6 に示す。表中 M は金属、R はアルキル基やアリール基を示す。

表 5-6 強酸化性物質

| 化 合 物 | 一 般 式 | 物 質 (薬 品) 名 | 法 令 等 |
|-------------|-------------------|---|-----------------|
| 塩 素 酸 塩 類 | $M^I ClO_3$ | NH_4ClO_3 、 $NaClO_3$ 、 $KClO_3$ 、Ag、Hg(II)、Pb、 | 消防法危険物 第 1 類 |
| | $M^{II}(ClO_3)_2$ | Ba などの塩素酸塩 | |
| 過 塩 素 酸 塩 類 | $M^I ClO_4$ | NH_4ClO_4 、 $NaClO_4$ 、 $KClO_4$ および Mg、Ba など | 同 上 |
| | $M^{II}(ClO_4)_2$ | の過塩素酸塩 | |

| | | | |
|----------|---|--|--|
| 無機過酸化物 | MO _x または Ox など | Na ₂ O ₂ 、K ₂ O ₂ 、MgO ₂ 、CaO ₂ 、BaO ₂ 、過硫酸塩 [(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ 、Na ₂ S ₂ O ₈]、過ホウ酸ナトリウム、 H ₂ O ₂ 、O ₃ | 同上 H ₂ O ₂ は 第 6 類 |
| 有機過酸化物 | (RCO ₂) ₂ 、RCO ₃ H、 (RO) ₂ | 過酸化アセチル、過酸化ベンゾイル、過酢酸、過 酸化ジエチル、クメンヒドロペルオキシドなどの 分解爆発性物質 | 消防法危険物 第 5 類 |
| 硝酸塩類 | M ^I NO ₃ M ^{II} (NO ₃) ₂ | NH ₄ NO ₃ 、NaNO ₃ 、KNO ₃ 、および Mg、Ca、 Ba、Pb、Ni、Co、Fe などの硝酸塩 | 消防法危険物 第 1 類 |
| 過マンガン酸塩類 | M ^I MnO ₄ | KMnO ₄ 、NaMnO ₄ | 同上 |
| 亜塩素酸塩類 | M ^I ClO ₂ | NaClO ₂ 、KClO ₂ など | 同上 |
| 臭素酸塩類 | M ^I BrO ₃ | NaBrO ₃ 、KBrO ₃ 、Ba(BrO ₃) ₂ など | 同上 |
| ヨウ素酸塩類 | M ^I IO ₃ | NaIO ₃ 、KIO ₃ 、AgIO ₃ など | 同上 |
| 重クロム酸塩類 | M ^I ₂ Cr ₂ O ₇ | (NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇ 、Na ₂ Cr ₂ O ₇ 、K ₂ Cr ₂ O ₇ | 同上 |

〔取扱上の注意〕

- 1) 加熱、衝撃、強酸類の接触により発火、爆発の危険がある。火気、熱源より遠ざけ、冷暗所に密封して貯蔵する。
- 2) 還元性物質や有機化合物と混合すると酸化発熱、発火、または爆発するから、みだりに他のものと混合することなく、また、これらのものと別に保管する。
- 3) 過酸化物は水で酸素 (O₂) を、希酸で過酸化水素 (H₂O₂) を生じて発熱し、時には発火する。
- 4) アルカリ金属及びアルカリ土類金属の過酸化物は、水と反応するので防湿に特に留意する。
- 5) エーテル、テトラヒドロフラン、ケトンなどの古い溶剤は過酸化物が生成していることがあるから、蒸留する時には常法に従ってこれを分解してから行うか、蒸留残液を相当残すようにしなければならない。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 過酸化水素水溶液でガラスロート上の有機物を洗浄しようとする時、ろ過びんの中に過酸化物がたまり爆発することがある。(夏期)
- 2) 過酸化物を蒸留しようとする時爆発する。また、それを含む溶液を加熱すると爆発する。
- 3) 二酸化マンガン (MnO₂) に過酸化水素水溶液を添加して酸素を発生させるとき、添加を急速にすると爆発する。
- 4) クロム酸混液を調製するとき、誤って、重クロム酸カリウムの代わりに過マンガン酸カリウムにすると爆発する。
- 5) 過塩素酸 (HClO₄) 溶液と硫酸で有機化合物を分解するとき、分解の末期に爆発することがある。

(2) 自然発火性物質

貯蔵中または取扱中、主に空気中の酸素と反応発熱し、著しいときには自然発火する物質（表5-7）のことである。表中Mは金属、Xはハロゲンを表わす。

表5-7 自然発火性物質

| 化合物 | 一般式 | 物質（薬品）名 | 法令等 |
|----------|---|---|--------|
| 黄りん | P | 黄りん | 危険物第3類 |
| 水素化物 | MH _n MH _n X _{a-n} | BH ₃ 、SiH ₄ 、PH ₃ 、AsH ₃ 、SbH ₃ 、油性 NaH、 油性 KH、BH _n X _{3-n} および SiH _n X _{4-n} | 同上 |
| 有機金属化合物 | R _n MX _{a-n} | M=Li、Na、K、(以上 RM 型)、Mg、B、Al、 P、Zn、Se、An、Sb、Bi、Ag、Ca、Ba | 同上 |
| 有機金属水素化物 | R _n MH _{a-n} | M=B、Al、Si、As、Pなど | 同上 |
| 還元金属触媒 | M | Ni(展開ラネーニッケルを含む)、Pt、Pd、Cu | |
| 微粉金属末 | | シュウ酸塩、ギ酸塩を空気を絶って加熱分解して作った金属（Pb、Ni など）の微粉末、金属カルボニル、有機金属などを空気を絶って加熱分解して作った金属微粉末（Pb、Ni、Cu など） | |

〔取扱上の注意〕

- 1) 空気に触れると発火するので、これを初めて使用するときは、経験者によく聞くか直接指導を受ける。
- 2) 破損、地震などで空気に触れ自然発火するから、それぞれに十分適合した保存容器、保存方法によって貯蔵する。溶剤で希釈したものでも、溶剤が揮発すると発火するので十分注意する。
- 3) 通常、黄りんは禁水性ではないので水を入れたガラスびんに入れ、これをさらに砂の入った金属性の容器に入れ、ふたをして保管する。他の市販有機金属及びその水素化物は、不活性ガス雰囲気下、鉄製容器に納められている。これをフラスコに小分けしたものは必ず金属性容器中におき、それごと密閉金属貯蔵庫中に入れておく。（酸欠となり、火災までには至らない。）
- 4) 容器の移しかえ、容器の洗浄などの際、発火しないよう心掛け、黄りんはアルゴン、窒素などの不活性雰囲気下で、有機金属は不活性溶剤で希釈後、あるいはアルコールなどで処理した後、移しかえ、洗浄などを行う。
- 5) 処理後も有害なものがあるから、これについては本学の規則に従うものとする。

〔処 理〕

- 1) 黄りん、室外で 40～50g ずつ燃やすのが一番よい。五酸化リン（P₂O₅）はすぐにリン酸（H₃PO₄）となり無害化する。このとき、熔融燃焼するので、鉄板上かコンクリート上で行うのがよい。砂や土の上で燃やすと熔融小粒となり、不燃のまま残ることがある。（ゴム手袋、ピンセット使用）

- 2) 燃焼後の酸化物が無害な有機金属化合物、有機金属水素化物は高沸点の石油ナフサ、灯油、デカリンで希釈し（自然発火しなくなる。）、少量ずつ室外で燃焼する。
- 3) 酸化物が有毒性（As、Se）のときは、実験室で無害化し、本学の規則・指示に従うものとする。

〔起こりやすい事例〕

- 1) ラネーニッケル触媒を用いて水素化し、反応液をろ別、溶媒で洗浄後、ろ紙ごとゴミ入れに捨てたりすると乾燥して発火する。
- 2) 有機金属化合物は必ず発火するものと考え、封管を切るときには十分な注意をすべきである。

(3) 低温着火性物質

比較的低温で酸化されやすく、燃えやすい物質で、一般に酸化剤と混合したものは打撃などにより爆発する危険がある。

表 5-8 低温着火性物質

| 化合物 | 物質名 | 法令等 |
|-----|--|--------|
| | 赤りん、硫化りん (P ₂ S ₃ 、P ₂ S ₅)、イオウ | 危険物第2類 |
| 金属粉 | Mg、Al の粉末、粒、箔リボン(写真用せん光粉を含む。)、鉄粉、亜鉛粉、タンゲステン微粉末、ニッケル微粉末など、Mg、Al 以外の粉末 | 同上 |

〔取扱上の注意〕

- 1) 加熱すると酸化、発火するので、熱源、火気より遠ざけて冷所に保管する。
- 2) 酸化剤と混合すると発火し、また、打撃などにより爆発するから、みだりに混合しないこと。（イオウは火薬、マッチとして、赤りんはマッチに使用される。）
- 3) 微粉末イオウは空気中で発熱、発火することがある。
- 4) 金属粉は、空気中で加熱すると激しく燃焼する。また、酸、アルカリで水素ガスを発生し、引火する恐れがある。（鉄粉、亜鉛末を用いての還元では近くの火気にも注意）
- 5) 硫化リンは毒物であるから毒性にも注意。

(4) 禁水性物質

一般に水と容易に反応し、その反応熱のため発熱、発火、爆発するもの（表 5-9）で、多くは水との反応の際、水素や炭素を発生する。

表 5-9 禁水性物質

| 一 般 名 | 物 質 | 法 令 等 |
|-----------------------|--|---|
| 金 属 及 び 金 属 化 合 物 | 金属 Na、金属 K、金属 Li、金属 Ca、CaC ₂ (カーバイド)、Al ₄ C ₃ (炭化アルミニウム)、SiC (シリコンカーバイド)、Ca ₃ P ₂ (リン化石炭)、CaO (生石灰) | 危険物第 3 類など |
| 水 素 化 物 | Li、Na、K、Cs、Ca、Ba、Zr、Cu、Sn などの金属水素化物及び NaBH ₄ 、LiAlH ₄ | 危険物第 3 類 |
| アルカリアミド | NaNH ₂ (ナトリウムアミド)、KNH ₂ (カリウムアミド) | |
| 自 然 発 火 性 有機化合物の一部 | Li、Na、K、Mg、Ca、Ba、Al、Zn の有機金属化合物、たとえば C ₄ H ₉ Li、Al(C ₂ H ₅) ₃ 、Zn(C ₂ H ₅) ₂ | 研究分野特有物質 Al(C ₂ H ₅) ₃ など 2、 3 のものは危険物 第 3 類 |

〔取扱上の注意〕

- 1) 水と激しく反応し、水素や炭化水素を発生するから、水には十分注意すること。禁水性物質を取扱っている近くで、不注意に水道を使ってはいけない。水が飛び散ると発火、爆発することもある。
- 2) 金属ナトリウムの秤量には十分注意して、ろ紙上で表面上の保存溶媒を拭きながら手早く表面酸化層を除去してから秤量する。金属カリウムは、空気中の水分や酸素と迅速に反応して発火することがあるから、広口皿かビーカーの不活性溶剤中で表面酸化層を除去し、あらかじめ秤量しておいた不活性溶剤中に入れ、前後の差から求める。金属リチウムは、空気中で取扱っても安全である。
- 3) 金属リチウム、ナトリウム、カリウムの小片を水浴上のフラスコ中にピンセットで入れるとき、水浴の水中に落とすことのないよう水浴を外すか、板か鉄板で水面を覆う。
- 4) カーバイドは、水と反応するとき爆発することがある。これは、発生時の高度の発熱及び原料カーバイド中の不純物リン化カルシウムの自然発火によるためである。
- 5) リン化カルシウムは、水と反応して爆発することがある。
- 6) 生石灰は、水の存在で発火はしないが、そのときの発熱で他の物質を発火させることがある。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 石油中に貯えた金属ナトリウムの削り屑をアルコールに入れ、反応が終了したと思い、石油を流して捨てたりすると、小粒のナトリウムによって発火する。(環境保全面からも溶剤を流しに捨ててはいけない。)
- 2) 石油中に貯えられた金属カリウムの削り屑の入ったびんを、室外で処理しようとして運搬中に落としたりすると発火する。(ナトリウムより危険である。)
- 3) 古くなって表面が酸化または炭酸ナトリウムになった白色のナトリウムに、不注意に水を加えたりすると爆発する。必ずアルコールで処理する。

2 爆発性物質

爆発には、分解しやすい物質が熱や衝撃で分解し、瞬時に気化膨張する分解爆発と、可燃性ガスが空気と混合し、爆発限界内の濃度（低沸点液状物質でも蒸気圧との関係で起こりうる）、になったときに引火して起こる燃焼爆発とがある。実験・研究ではこの両者とも起こりうる。

(1) 火薬類

火薬類（黒色火薬、無煙火薬、雷こう、アジ化鉛、カーリット、ダイナマイト、火工品）は分解爆発性物質を配合した成形品で、これらの使用にあつては火薬類取締法、消防法に従い、また、指導者の指示によらねばならない。

(2) 分解爆発性薬品〔消防法第5類など〕

これには硝酸エステル、ニトロ、ニトロソ、ニトラミン、有機過酸化物、その他の不安定で分解を起こしやすい化合物が含まれる。

表5-10 分解爆発性薬品

| 結合の種類 | 名称 | 化合物例及び消防法危険物分類 |
|----------------------------|----------------|---|
| N-O C-O-NO ₂ | 硝酸エステル (A) | ニトログリセリン、ニトログリコール、ニトロセルロース（以上火薬類・消危-5）、一価アルコールエステル（消危-4） |
| C-NO ₂ | ニトロ化合物 (A) | トリニトロトルエン、ピクリン酸など（他に付いているニトロ基の数により消危-5、消危-4） |
| C-N-NO ₂ | ニトラミン (A) | 他に付いているニトロ基数などによりトリメチレントリニトロアミン、シクロテトラメチレンテトラニトラミン（火薬）エチルまたはフェニルニトラミン（消危-5） |
| C-NO | ニトロソ化合物 (C) | C ₆ H ₅ NO、CH ₃ C ₆ H ₄ NO、C ₁₀ H ₇ NO など（他に付いているニトロ基、ニトロソ基の数により消危-5、消危-4） |
| M-ONC | 雷酸塩 (B) | Hg(ONC) ₂ 、AgONC 起爆薬 |
| N-N [Ar-N=N] + X | ジアゾニウム塩 (C) | C ₆ H ₅ N ₂ X、HOC ₆ H ₄ N ₂ X など（普通、室温以下で取扱う。） |

| | | |
|---|--------------------|--|
| C-N ₂ | ジアゾ化合物 (A) | CH ₂ N ₂ (ジアゾメタン・有毒ガス) 液体及び濃溶液は爆発性 N ₂ C(COOH) ₂ 、N ₂ C(COOH ₂ H ₅) ₂ 、 N ₂ CHCO ₂ C ₂ H ₅ 、N ₂ CHCO ₂ C ₆ H ₅ ……種類により安全性が異なる。 C ₆ H ₄ N ₂ O (ジアゾフェノール・乾燥状態では爆発) ジアゾニトロフェノール (電気・工業雷管の点火・爆発) |
| MN ₃ | 金属アジド (B) | Ag、Co、Pb、Hg、Cu、Cdなどの重金属アジ化物。アジ化鉛は実用起爆薬。アジ化ナトリウムは初期の自動車エアバックに使用された。 |
| XN ₃ | ハロゲンアジド (B) | XがF、Cl、Br、Iのときは、室温以下でも爆発 |
| HN ₃ | アジ化水素 (B) | 不安定で非常に爆発しやすい。 |
| -CN ₃ | 有機アジド (B) | CH ₃ N ₃ 、N ₃ CH ₂ COOH、C ₆ H ₅ N ₃ 、CH ₃ C ₆ H ₄ N ₃ 、 C ₁₀ H ₇ N ₃ ……物質により安定性は異なる。一般に室温以上に加熱すると分解 (分解点注意)。 |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{C}-\text{N}_3 \end{array}$ | 有機酸アジド (C) | CH ₃ CON ₃ 、C ₆ H ₅ CON ₃ などイソシアナートの原料 (Curtius 転位) |
| MC≡CM | アセチリド (A) | 重金属アセチリドは不安定 (Ag、Cu-アセチリドなど) |
| $\begin{array}{c} \text{O}-\text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{R} \end{array}$ | ヒドロペルオキシド (B) | 第2節、1. (1)強酸化性物質も参照のこと。 イソブチルヒドロペルオキシド、クメンヒドロペルオキシド |
| R-O-O-R | ジアルキルペルオキシド (C) | 過酸化(ジ)エチル、過酸化(ジ)イソブチル、過酸化メチルエチルケトン、シクロヘキサノンペルオキシド |
| RCO-O-O-H | ペルオキシ酸 (C) | 過酢酸、過プロピオン酸、過安息香酸 |
| RCO-O-OR | ペルオキシ酸エステル (C) | 過酢酸 t-ブチル、過セバシン酸 t-ブチル、過安息香酸 t-ブチル |
| RCO-O-O-OCR | ジアシルペルオキシド (C) | 過酸化アセチル、過酸化プロピオニル、過酸化ベンゾイル |
| $\begin{array}{c} \text{O}-\text{O} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \quad \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ | オゾン (B) | オゾンと不飽和化合物の反応による分解しやすい油状物質 |

注) 表中の危険度の表示 A=著しく危険 B=相当に危険 C=危険

〔取扱上の注意〕

- 1) 上記の物質または類似物質を合成したり、原料、重合開始剤として使ったりする際には、その性質をよく調べたうえで実験すること。また、副生が予想される場合も注意し、反応廃液は注意してできるだけ早く処理すること。

- 2) 上記の物質は酸、アルカリ、金属、還元物質などとの接触、衝撃または加熱などによって爆発することがあるから十分注意し、容器、スパークなども適切なものを用いること。
- 3) 爆発により付近の可燃性物質に引火、火災となることがあるから、付近を片付け、消火器なども用意しておくこと。
- 4) 上記の物質には、毒性の大きいものがあるから、防護にも留意すること。

〔起こりやすい事例〕(強酸化性物質の項2～4のこと。)

- 1) 長く放置した塩化銀(アンモニア性溶液中に沈澱した)を回収しようとして、ろ過したものが乾燥すると爆発することがある。(アジ化銀生成のため。)
- 2) アクリル酸塩化物とアジ化ナトリウム(NaN_3)でアクリル酸アジドを作り、Curtius転位後のビニルイソシアナートから塩素化合物を除くときなど(酸塩化物とイソシアナートの沸点が近い)、沈澱銀を加えて蒸留しようとするとき爆発することがある。
- 3) ニトロ化反応物を蒸留するとき、残液が少なくなると爆発する。(高ニトロ化物が副生していたため。)
- 4) エチレングリコールとアルコールと希硝酸の混合物を長時間放置すると、発火することがある。(水、アルコールが蒸発、エステル化が進行)
- 5) Reppe法によるアルキノール合成反応に使った触媒(金属アセチリド)を放置しておくことで乾燥し、わずかな衝撃で爆発する。(湿った状態では安定)

(3) 可燃性ガス

水素 (H_2)、一酸化炭素 (CO)、アンモニアガス (NH_3)、硫化水素 (H_2S)、都市ガス、家庭用 LPG (C_3 、 C_4 炭化水素混合物)

炭化水素類：メタン (CH_4)、エタン (C_2H_6)、プロパン (C_3H_8)、ブタン (C_4H_{10})、エテン [エチレン] (C_2H_4)、プロピレン (C_3H_6)、ブテン (C_4H_8)、アセチレン (C_2H_2)、シクロプロパン (C_3H_6)、ブタジエン (C_4H_6)

アミン類：メチルアミン CH_3NH_2 、ジメチルアミン (CH_3)₂NH、トリメチルアミン (CH_3)₃N、エチルアミン $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$

ハロゲン化アルキル：塩化メチル (CH_3Cl)、塩化エチル ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$)、塩化ビニル ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)、臭化メチル (CH_3Br)

〔取扱上の注意〕

- 1) 装置から漏れて滞留し、爆発限界に入ると引火爆発する。可燃ガスのボンベの使用時、可燃ガスの発生するような実験のときなどは注意。
- 2) ボンベの取扱いの注意事項(第4章、第4節高圧ガス、液化ガスの注意事項参照のこと。)を忠実に守り、都市ガス配管コックも定期的に点検すること。
- 3) ボンベのグランドパッキングや配管途中でのガス漏れ、または都市ガスの漏れに気づいたときは適切に対処する。すなわち、爆発の危険のある実験、有毒ガスの実験には必要に応じて防護面、防毒マスクを着用する。多量のガス漏れには火気、ガス源を止め、

窓を開いて一時退避する。余裕のないとき（水素などの可燃性ボンベの安全弁が飛んだ）は直ちに退避し、様子を見る。

- 4) アセチレンと酸化エチレンは分解爆発するので直射日光や熱源の近くで加熱したり、衝撃を与えてはいけない。

〔起こりやすい事例〕

- 1) アセチレンボンベを運搬中、落下したりすると爆発する。（いずれのボンベでも、運搬時には必ず安全キャップを付けて行うこと。）
- 2) 酸化反応では、混合ガスが爆発限界に入り、また、急激な発熱反応のために爆発することがしばしばある。（防護壁、防烈衝立の設置）

3 引火性物質

可燃物の危険性は、おおむね引火点で決められ、引火点が低いほど危険性が大である。引火点とは、液体の上部に空気と混合して火を引く濃度の蒸気ができるようになる液体の最低温度をいう。引火点の高い物質でも引火点以上に加熱すると危険で、実験室ではこのような事故も案外多い。

引火性物質を使用するとき、室内の換気を良くし、蒸気が空気より重いことを考えて、換気孔を床に近く設けるなど排気設備に注意する。

表 5-11 引火性物質の分類

| 分 類 | 定 義 | 消防法による区分等 | |
|---------------------------------|--|--|---------------------|
| 特 殊 引 火 物 | 20℃で液体、または 20～40℃で液体になるもので着火温度 ^{*)} が 100℃以下または引火点が-20℃以下で、沸点が 40℃以下のもの | 特殊引火物 | |
| 一 般 引 火 性 物 質 | 高度引火性物質 | 室温で引火性の高いもの〔引火点が 20℃以下（第 1 石油類）と、これと同程度の引火性をもつ消防法危第 4 類の化合物〕 | 第 1 石油類及び、同程度の引火性物質 |
| | 中度引火性物質 | 加熱時に引火性の高いもの〔引火点が 21～70℃（第 2 石油類）と、これと同程度の引火性をもつ消防法危第 4 類の化合物〕 | 第 2 石油類及び、同程度の引火性物質 |
| | 低度引火性物質 | 強熱時に分解ガスによって引火するもの〔引火点が 70℃以上のもの（70～200℃：第 3 石油類、200℃以上：第 4 石油類）と、これと同程度の引火性をもつ消防法危第 4 類のもの〕 | 第 3、第 4 石油類、動植物油など |

注) ※発火点ともいい、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。

引火性物質を貯蔵するとき、ガスまたは蒸気が漏れないように密封し、容器を火気、日照から遠ざけておくことが大切である。

引火性物質を表 5-11 の定義に基づいて 4 種に分類し、特殊引火物以外を一般引火性物質と呼ぶことにする。

(1) 特殊引火物

ジエチルエーテル、二硫化炭素、アセトアルデヒド、ペンタン、イソペンタン、酸化プロピレン、ジビニルエーテル、ニッケルカルボニル

〔取扱上の注意〕

- 1) 引火点が低く、極めて引火しやすいので、使用時は近くの裸火を消し、電気ヒーター、電気炉を切ること。
- 2) 沸点が低く爆発限界が広いので、通風を良くして滞留のないようにすること。
- 3) 一度引火すると爆発的に広がり消火しにくい。したがって、他の引火性物質を遠ざけておくこと。
- 4) 毒性、刺激性のあるものは防毒マスク、ゴム手袋を着用するか、ドラフト中で取扱う。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 特殊引火物は引火点が低いため、取扱中に裸火が近くにあると引火する。
- 2) エーテルは過酸化物になりやすく、蒸留残液を残さないと爆発する。
- 3) エーテル溶液の入ったフラスコを冷蔵庫に入れておくと、エーテルの蒸気が漏れて（庫内でフラスコが壊れることもある。）、庫内スイッチで爆発することもある。（防爆冷蔵庫を使用すること。）

(2) 一般引火性物質

ア 高度引火性物質（引火点 20℃以下）

炭 化 水 素：石油エーテル、ガソリン、石油ベンジン、リグロイン、ジメチルブタン、ヘキセン、ヘプタン、シクロペンタン、メチルシクロペンタン、シクロヘキサン、シクロヘキセン、オクタン、ベンゼン、トルエン、エチルベンゼンなど炭素数8個程度までの炭化水素（特殊引火物を除く。）

エ ス テ ル 類：ギ酸エステル（ブチルまで）、酢酸エステル（プロピルまでとビニル）、プロピオン酸メチル及びエチル、アクリル酸及びメタクリル酸メチル及びエチル、亜硝酸アミル、炭酸メチル、ホウ酸メチル

アルコール類：（プロピルまで）

エ ー テ ル 類：プロピルエーテル、メチラール、ジオキサン、フラン、メチルフラン、テトラヒドロフラン

アルデヒド類：プロピオンアルデヒド、アクロレイン、クロトンアルデヒド、ブチルアルデヒド、パラアルデヒド

ケ ト ン 類：アセトン、メチルエチルケトン、メチルビニルケトン、メチルプロピルケトン

ア ミ ン 類：ジエチルアミン、トリエチルアミン、プロピルアミン、アリルアミン、ブチルアミン、アミルアミン、ピリジン、ピペリジン、メチルモルホリン

ハロゲン化物：塩化アリル、臭化アリル、塩化ブチル、臭化ブチル、塩化アミル、
塩化ビニリデン、ジクロロエタン、クロロプロパン、ジクロロプロパ
ン、クロロベンゼン

酸 塩 化 物：塩化アセチル、塩化プロピオニル

メルカプタン類：エチルメルカプタン、ブチルメルカプタン、チオフェン、テトラヒド
ロチオフェン

イ 中度引火性物質（引火点 21～70℃）

炭 化 水 素：灯油、軽油、テレピン油、クメン、シメン、デカン、ジシクロペンタ
ジエン、ジペンテン、スチレン、メチルスチレン、プロピルベンゼン、
ジエチルベンゼンなど

エ ス テ ル 類：酢酸ブチル、酢酸アミル、プロピオン酸ブチル、クロトン酸エチル、
酢酸エチル、クロロ酢酸メチル、ブロモ酢酸エチル、乳酸メチル、乳
酸エチル、炭酸ジエチル

アルコール類：ブタノール、アミルアルコール、ヘキシルアルコール、メタクリルア
ルコール、シクロヘキサノール、セロソルブ、ジアセトンアルコール

エ ー テ ル 類：ブチルエーテル、アミルエーテル、アニソール

アルデヒド類：フルフラール、ベンズアルデヒド

ケ ト ン 類：メチルブチルケトン、メチルアミルケトン、ジエチルケトン、ジプロ
ピルケトン

ア ミ ン 類：ヘキシルアミン、シクロヘキシルアミン、トリプロピルアミン、
エチレンジアミン、プロピレンジアミン、ジエチルエチレンジアミン、
ピコリン、メチルピコリン、ヒドラジン

ハロゲン化合物：クロロベンゼン、プロモベンゼン、クロロフェノール、エピクロロヒ
ドリン、エチレンクロロヒドリン、プロピレンクロロヒドリン

ニトロ化合物：ニトロエタン、ニトロメタン、ニトロプロパン

ウ 低度引火性物質（引火点 70℃以上）

炭 化 水 素：重油、クレオソート油、スピンドル油、ギヤー油、モーター油などの
潤滑油、変圧器油、テトラリンなどの高級液状炭化水素

エ ス テ ル 類：酢酸オクチル、酢酸フェニル、安息香酸メチル及びエチル、シュウ酸
エチル、マレイン酸エチル、フタル酸ブチル、フタル酸オクチル

アルコール類：オクタノール、ベンジルアルコール、アルドール、フルフリルアルコ
ール、テトラヒドロフルフリルアルコール、エチレングリコール、
ジエチレングリコール、プロピレングリコール、グリセリン、
エチレンシアンヒドリン

エーテル類：ジエチレングリコールジメチル及びエチルエーテル

アミン類：トリブチルアミン、エタノールアミン、アニリン、*N*-モノ及びジ置換
アニリン、トルイジン、フェニルヒドラジン

塩化物：塩化ベンジル

カルボン酸：酢酸、無水プロピオン酸

酸塩化物：塩化ベンゾイル

ニトロ化合物：ニトロベンゼン、ニトロキシロールなどのモノ置換体の液状物

その他：γ-ブチロラクトン、酸化スチレン、ジメチルスルホキシド

動植物油：大豆油、ゴマ油、ヤシ油、イワシ油、アマニ油、鯨油

〔取扱上の注意〕

- 1) 高度引火性物質は特殊引火物ほどではないが、引火性が強く、スイッチや静電気による火花、赤熱体（電熱器など）や、たばこの火も発火原因となるから、近傍の火気に注意し、直火で加熱などをしてはいけない。
- 2) アセトン、石油エーテル、ヘキサン、ベンゼン、メタノール、エタノール、酢酸エチル、テトラヒドロフランなどは溶剤としてもよく使われ、蒸気圧も高く引火性も大きいので、細心の注意を払い取り扱うこと。
- 3) 高度引火性物質は蒸気圧も相当大きく、蒸気密度が大で滞留しやすいので通気を良くすること。（溶剤中毒の予防にも必要である。）
- 4) 中度引火性物質は、加温時に引火しやすく、開口容器による加熱時は、蒸気の停留に注意すること。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 蒸留のとき加熱し、忘れていた沸石を途中で加えると突沸して引火する。（冷却後、沸石を加えること。実験室ではよくある事例である。）
- 2) フラスコをアセトンで洗って乾燥器に入れて乾燥しようとする時、アセトンが気化して爆発することがある。

(3) 有機溶剤類

有機溶剤は実験室で使われる頻度が高く、量も多い。これらは、特殊引火物または高度引火性物質であるので、消防法および火災予防条例でその管理、保管が規制されている。また、衛生上有機溶剤中毒防止によっても取扱いが規制されているので十分注意しなければならない。

〔取扱上の注意〕

- 1) 消防法および火災予防条例により、各実験室に保管できる量が規制されているので、必要最小量を実験室内に保管するようにする。石油缶で購入した際は、必ず危険物貯蔵庫に保管し、必要量をその都度実験室に搬入すること。

- 2) 蒸発性が大きく、引火点が低い特殊引火物、高度引火性物質は、その項の注意事項、事故例をよくみて取扱うこと。
- 3) 水質汚濁防止のための地方条例の一般事項の BOD、COD と重要な関係を有する物質であるので、廃液および処理に際しては、本学の規則、指示に従う。
- 4) 衛生上、急性毒性は必ずしも強くはないが、慢性毒性の点で、その取扱いに注意しなければならない。第4節 1. 5を参照のこと。

4 酸

硫酸、塩酸、硝酸、フッ酸などの無機強酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸、スルホン酸、ピクリン酸などの有機強酸、リン酸、ホウ酸、有機カルボン酸などの弱酸がある。

発煙硝酸 (NO_2 を含む濃硝酸) ……酸化力が極めて強く、ホスフィン (PH_3)、硫化水素 (H_2S)、ヨウ化水素 (HI) を発火して酸化する。酸化剤、ニトロ化剤。発生する二酸化窒素 (NO_2) ガスは非常に有毒。

発煙硫酸 ($\text{SO}_3-\text{H}_2\text{SO}_4$) ……水と激しく反応して硫酸となる。(大きな発熱)
強い酸化剤として働く。スルホン化剤。皮膚を激しくおかす。

クロロスルホン酸 (HSO_3Cl) ……水と激しく反応し、硫酸と塩酸を生成する。スルホン化剤。
皮膚を激しくおかす。

無水硫酸 (三酸化イオウ : SO_3) ……水と激しく反応し硫酸となる。(大きな発熱)
強い酸化剤として働く。スルホン化剤。皮膚を激しくおかす。

濃硝酸 (市販品、 HNO_3 含量 62~70%) ……酸化力強い。硝酸塩の製造、酸化剤、ニトロ化剤。
皮膚粘膜をおかし、吸入すると気管をおかし、肺炎症状。

濃硫酸 (H_2SO_4) ……希釈熱が非常に大きく、濃硫酸中に水を加えると発熱のため爆発を起こす。また、木炭と反応し CO_2 とする。脱水剤として働き、高温では酸化作用もある。
硫酸塩製造、スルホン酸製造など。皮膚をおかす。

無水クロム酸 (三酸化クロム : CrO_3) ……水に溶けるとクロム酸となる。強い酸化剤。毒性が強く腎臓を痛める。

過塩素酸 (HClO_4) ……発煙性の液体 (無水物)。不安定で放置すると分解、加熱すると爆発。
酸化力がある。一水和物の他に二水和物、三水和物もがあるが、市販品は 60%か 70%の水溶液。

塩化チオニル (SOCl_2) ……水と反応し、亜硫酸ガス (二酸化イオウ : SO_2) と塩化水素 (HCl) となる。カルボン酸、スルホン酸からの酸塩化物の製造に用いられる。

塩化スルフリル (SO_2Cl_2) ……水により硫酸と塩酸に分解。

〔取扱上の注意〕

- 1) 上記のものは、危険物第1～5類の薬品であるものと混合すると、酸化、脱水、反応し、その反応熱による発熱、発火、爆発、生成物の分解と爆発、生成ガスの引火と爆発などを起こす。
- 2) 上記のものが貯蔵されている場所の火災の消火は、水でなく、特殊な消火剤を用いること。
- 3) 上記酸による実験、研究室での事故は皮膚、口、目などの薬火傷である。これらは、その対策とともに、第3節 酸、アルカリで詳しく述べる。

5 混合危険物

一般に2種以上の物質が混合された場合、拡散、溶解などによる混合熱、あるいは化学反応に伴う発熱によって急激な沸騰、飛散または発火、爆発が起こることがある。このようなものを混合危険物という。物理的な例としては、濃硫酸中への水の添加、多量の固形苛性ソーダに少量の水の添加、高温液体と低沸点物質の混合などがある。発火または爆発の原因から分類すると、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空気または酸素と混合し、分解または爆発性の混合物を作るときなどに分けられる。混合危険物として、表5-12の組合せ例がある。また、消防法による混載危険を表5-13として示す。薬品の保管、輸送、実験廃液の収集、固体廃棄物の集積時には、表5-13を考慮すべきである。

表5-12 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 | 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、二硫化炭素及びハロゲン (反応) | 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 |
| カリウム、ナトリウム (反応) | 四塩化炭素、二酸化炭素、水 | フッ素 (同上、特に結合エネルギー大のため発熱大) | すべての化合物に対して反応性は著しく大である。 |
| 銅 (アセチリドの生成・分解反応) | アセチレン、過酸化水素 | 過酸化水素 (急激な分解反応) | 銅、クロム、鉄、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 |
| 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 | 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 (たと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 |
| 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 | 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 |
| 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、微粉碎した金属 | 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 |
| 臭素 (激しい発熱反応・生成物の分解) | 塩素と同じ | ブタン、プロパン、ベンゼン、ガソリン、テレピン油などの炭化水素 | 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) |
| 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) | 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 |
| 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 | アニリン (酸化反応) | 硝酸、過酸化水素 |
| 硫酸 (遊離塩素酸、過マンガン酸の生成とその分解と酸化反応) | 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、カリウム、リチウムのような軽金属の過マンガン酸塩) | シュウ酸 (急激な分解) | 銀、水銀 |
| 二酸化塩素 (激しい発熱反応・生成物分解) | アンモニア、メタン、ホスフィン、硫化水素 | クメンヒドロペルオキシド (急激な分解) | 酸素 (有機あるいは無機) |
| 塩素酸塩 (爆発性混合物の火薬・爆薬類似) | アンモニウム塩、酸類、金属粉、硫黄、一般に微粉碎した有機物あるいは可燃性物質 | 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 |
| 過マンガン酸カリウム (急激な酸化反応) | 無水酢酸、ビスマス及びそれらの合金、アルコール、紙、木材 | | |

注) 表中の () の表示は原因を示す。

表 5-13 消防法による混載危険

| | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 第1類危険物 (I 酸化性固体) | | × | × | × | × | ○ ^b |
| 第2類危険物 (II 可燃性固体) | × | | × | ○ | ○ ^a | × |
| 第3類危険物 (III 自然発火性・禁水性物質) | × | × | | ○ ^b | × | × |
| 第4類危険物 (IV 引火性液体) | × | ○ | ○ ^b | | ○ ^b | × |
| 第5類危険物 (V 自己反応性物質) | × | ○ | × | ○ ^b | | × |
| 第6類危険物 (VI 酸化性液体) | ○ ^b | × | × | × | × | |

注) ×は混載禁止 ○混載可
 ○は混載可とされているが
 a : 混載危険ありと考える。
 b : 場合によっては混載危険ありと考えた方がよいもの。

〔混合上の注意〕

- 1) 無機化合物と有機化合物をみだりに混合しないこと。また、混合すると爆発の危険性のある薬品の組合せがあることに常に留意すること。
- 2) 自然発火性物質、酸化性物質、禁水性物質は、他の類の物とみだりに混合してはいけない。
- 3) 消防法第6類の強酸類もI、II、III、V類の薬品類と混合すると、中和熱やハロゲン化水素を発生するものがあるから十分注意する必要がある。
- 4) 消防法で禁水性物質としていない三塩化リン (PCl₃)、五塩化リン (PCl₅)、塩化チオニル (SOCl₂)、塩化チタン (IV) (TiCl₄)、四塩化ケイ素 (SiCl₄)、酸塩化物 (RCOCl)、(Clの代わりに、Br、Iでも同様) は水や、アルコール、アミンなどと激しく反応し、ハロゲン化水素を発生するから注意すること。
- 5) 消防法第4類の化合物には、液状で、種々の性質の化合物があるから (たとえば、アミンとカルボン酸、酸塩化物) 4類同士でも十分に注意し、反応または中和などを起こさないもの同士の混合に留めること。
- 6) 混合危険に注意しなければならないのは、反応がそれほど速くないために、実験廃液の分別貯留中とか、実験廃液の一時貯蔵庫等に搬入途中とか、または貯蔵中に起きる火災や爆発などである。また、固体廃棄物保管所における火災や爆発の発生の原因にもなる。廃棄物、実験液の収集貯蔵、保管には十分注意すること。

第3節 酸、アルカリ

酸、アルカリは実験室でよく使われる。これには無機、有機性の強酸、強アルカリから、弱酸、弱アルカリまで数多くのものがある。事故の原因となりやすい数種のものについて述べる。

1 酸

硫酸、塩酸、硝酸、フッ酸は無機強酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸、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、特殊な作用をもつフッ酸である。

〔取扱上の注意〕

- 1) 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。）、濃塩酸などは鉱酸系の強酸性物質で皮膚についたり、目に入ったりすると薬火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、硝酸、フッ酸、クロロスルホン酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ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有毒ガスを発生するものは、吸いこんだり、皮膚に触れたりしないように注意すること。特にフッ酸は、呼吸器障害及び目に入ったとき障害が大きいから、防毒マスクを着用すること。
- 4) 硝酸には酸化性があり、硫酸は脱水性があり、その際発熱が大きいから、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から、前者は硫酸の項を参照し、後者のときは、それぞれ希薄溶液を中和するか、薄い溶液に他の濃厚溶液をかき混ぜながら少量ずつ加えるようにする。

(1) 硫酸 H_2SO_4 （無水硫酸、発煙硫酸を含む。）

ア 危険性

単独では爆発性、引火性もないが、「取扱上の注意」1)、2)、5)の性質があるから注意。

イ 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し、有機物からは脱水、その際発熱して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、薬火傷を起こし、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収すると肺組織の損傷の原因となる。

ウ 使用上の注意

- 1) 強酸化性物質、分解爆発性物質、金属粉及び有機物と接触、混合すると、発火、爆発することがあるから、これらと離れた安全な場所で取扱う。
- 2) 薬火傷の原因となるから身体各部に触れないようにする。
- 3) 比重が大きいので、大きなガラスビーカーに入れて取扱うときは、両手で底を支え持つこと。上部や縁などを持つと割れる。
- 4) 無水硫酸 (SO_3)、発煙硫酸を希釈する時は、できるだけ濃い硫酸を用いること。
- 5) 使用後の空びんは、洗浄して定められた場所に保管すること。

エ こぼれたときの処置

コンクリート床や金属を腐食し、有機物の炭化が起きるから動かせるものは水洗いし、多量の水で希釈し、ゴム手袋をして拭きとるか、水で希釈し、重曹や石灰で中和後、拭きとる。

オ 濃硫酸が衣類に付着したときは、直ちに多量の水で洗い流し、希アンモニア水か1～2%の重曹（炭酸ナトリウムでも可）で中和後、さらに十分水洗いする。希硫酸の場合も時間が経つと濃縮されて布地をおかすから、中和水洗する。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 希硫酸をピペットで吸うとき、口中に吸い込みやすい。
- 2) 希硫酸を作るとき、濃硫酸に水を加えると、発熱、飛沫が目に入ることがある。ビーカーが急熱によって割れ、硫酸がこぼれやすい。
- 3) 有機物の融点測定で、熱濃硫酸が入った融点測定管が破損し、硫酸が手や顔にかかって火傷になることがある。
- 4) 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捨てると発火の危険がある。

(2) 塩酸 HCl (市販品 35～38%)

ア 危険性

塩酸自体では危険性は少ないが、「取扱上の注意」2)、3)の性質、各種金属と反応し、水素を発生することに注意。

イ 腐食性、生体作用

塩酸はほとんどの金属をおかすが、プラスチック類はおかさない。皮膚や粘膜に付着すると炎症を起こすが、硫酸より低度である。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大きい。塩酸ガスの許容度は5 ppm。

ウ 使用上の注意

密栓したビンを開くときは内圧が高くなっており、内容物が吹き出すことがあるので、顔を十分に離し、ビンの口を外方向に向けて開けること。腐食性が大きく、塩化水素ガス、ミストは有毒であるからこれらに対しても注意すること。

エ 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。

オ 衣類に付着したとき

硫酸の場合と同じ。

〔起こりやすい事例〕

夏季、塩酸の新しいびんを開けると、内圧のためにガスが吹き出し、これを身体に浴びることがある。

(3) 硝酸 HNO_3 (発煙硝酸も含む)

ア 危険性

硝酸自身は爆発性、燃焼性、引火性、自然発火性はないが、硫酸や塩酸と異なって酸化性がある。「取扱上の注意」1)、2)、3)、4)の性質のほか、硫化水素、二硫化炭素、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、含イオウ化合物や木片、紙、紙くず、ボロ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る。また、大部分の金属とも反応する。

イ 腐食性、生体作用

腐食、酸化作用があり、皮膚、粘膜に付くとピリピリ刺激し、黄褐色の薬火傷となる。目に入ると損傷を起こし、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おかす。許容濃度 10ppm。

ウ 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 NO_2 (赤褐色)と三酸化二窒素 N_2O_3 (濃青色)である。5 ppm のガスを8時間続けて吸入すると、そのときは何ともなくとも、5～48時間経過した後肺水腫の症状が起こることがある。500～1000ppm では1回の吸入で短時間内に致死する。

エ 使用上の注意

硝酸は消防法第6類の危険物である。有毒な NO_x ガスを発生し、また、そのもの自体も酸化性があるから、硫酸の使用上の注意1)、2)、5)及び塩酸の使用上の注意が必要である。

オ こぼれた時の処置

化学反応性は硫酸、塩酸といくぶん異なるが、処置は概ねこれらと同じように、まず水で希釈。この時、有害酸化窒素に注意し、それを吸入しないようにする。すぐにソーダ灰や石灰で中和すると、中和熱のため酸化窒素ガスの発生が多くなる。

カ 衣類に付着したとき

硫酸、塩酸の場合と同じく、直ちに多量の水で洗い流し、しかる後、2%重炭酸ナトリウム水（炭酸ナトリウム水溶液でも可）または石灰水で中和、さらに十分水洗する。特に木綿、レーヨン類は濃硝酸がつくと、ニトロセルロースが生成するため燃焼する恐れがあるので、そのままおいてはいけない。

キ 衛生上の注意

窒素酸化物ガス発生の可能性のある場所はよく換気する。ガスを発生させてしまったときは直ちに部屋から退去し、換気を十分に行った後でなければ入ってはいけない。

〔起こりやすい事例〕

濃硝酸を誤って手にこぼしたりすると、黄色化し、のち火傷となる。

(4) フッ化水素酸（フッ酸）HF（普通市販品は40～50%）

注意：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から、これらはフッ化水素液が入っているかどうかを確かめてから取扱うこと。

ア 危険性、毒性

金および白金以外のほとんどすべての金属を溶かす。（鉛は、そのフッ化物が水に溶けにくいので、容器また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。

イ 腐食、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。皮膚に付くと激しい刺激とともに薬火傷を生じ、組織内に浸透するため、他の酸よりひどい。許容限度3ppm。目に入ると、目やまぶたに強烈な痛みを与え、長時間、あるいは永久的視力障害を起こし、または失明する。呼吸器に入ると、気管や肺に激しい炎症、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）を起こし嘔吐、下痢、循環系統の瓦解を起こさせ、死に至る。

ウ 防護、予防

毒性であり、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、ドラフト中で取扱う。排ガスはアルカリ洗浄し、外へフッ化水素ガスを絶対出さないこと。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。

エ こぼれたとき

毒性で生体作用が激しいので、床などにこぼれたときは十分注意しながら水で薄め、炭酸ソーダかその溶液を少しずつ添加、中和し、腐食作用のないフッ化ナトリウム（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。

オ 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%位の重炭酸ナトリウム（重炭酸ソーダ水溶液）で中和し、さらに十分水洗いする。

2 アルカリ

研究室でよく用いられ、事故をよく起こすものは、強アルカリ性の水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）と、水酸化カリウム（苛性カリ）と、弱アルカリ性のアンモニア水である。

〔取扱上の注意〕

- 1) 濃厚及び加熱水酸化ナトリウム溶液は腐食性が大きく、特にタンパク質を分解し、組織の深部に浸透していくから皮膚、衣類に付かないようにすること。
- 2) 濃または熱アンモニア水も刺激作用があるが、水酸化ナトリウムよりも弱い。しかし、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) 水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）NaOH、水酸化カリウム（苛性カリ）KOH

ア 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、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、胃壁に炎症を生じ、胃壁穿孔することもあり、死に至ることもある。

イ 溶解時の注意

固形水酸化ナトリウムを溶解する場合は、非常に発熱して沸点あるいはそれ以上の温度となり、飛沫となって飛び散るから注意すること。これを避けるためには、水に少しずつ攪拌しながら投入し、溶解する。

ウ こぼれたときの注意

水で洗い流すか、薄めてから希酢酸で中和後、拭きとる。

エ 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容易におかされる。

(2) アンモニア水 NH₃ aq (市販品 通常 25~28%水溶液)

ア 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。アンモニア水が身体に接したときは、局所に刺激作用があるが、目に入ったとき、あるいは飲み込んだとき以外はそれほど問題はない。注意しなければならないのは、発生するアンモニアガスの吸入である。許容濃度 100ppm。

イ 使用上の注意

密封したビンの栓を取るとき、室温が高いと容器内の圧力が高くなっていて、内容物が吹き出すことがある。開栓時は、顔を栓の上に近づけてはならない。ビンの口を遠方に向けて開く。

ウ こぼれたとき、衣類に付いたとき

多量の水で洗浄することで足りる。

[起こりやすい事例]

- 1) 夏季にびんを開けるときの、内容物が吹出し、これを顔にまともに受けて呼吸困難となる場合がある。
- 2) アンモニアポンベのバルブの閉めが不完全で、ガス漏れが止まらず避難が必要となる場合がある。
- 3) 手製の容器にアンモニアガスを充てんし、布で包んで運搬中、溶接箇所が切断破裂して、アンモニアによって凍傷を受けたり、呼吸器障害になったりする。
- 4) 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ぐと、卒倒などの恐れがある。

第4節 有毒、有害薬品

実験室や研究室で使用する薬品は、その多くが有毒、有害物質である。シアン化合物や有毒ガスなど猛毒のものもあるが、一方よく知られている薬品、たとえば、ベンゼンやトルエンのように急性毒性は強くないが慢性毒性の点で取扱いに注意しなければならない薬品もある。したがって、実験に用いる薬品および反応によって生成する化学種について、あらかじめ、有毒性、有害性の有無、強さ、許容濃度などをよく調査し、有毒性、有害性のある場合はそれが経口毒か皮膚侵入毒かなどを十分認識する必要がある。また、有毒性の強い薬品の場合には、その薬品を用いないで済むような他の方法の有無を調査し、やむを得ず使用する場合は、使用量をできるだけ少なくするよう実験方法を検討する必要がある。

有毒性、有害性薬品を使用する場合は、事故を起こさないよう十分注意するとともに、指導教員や周囲の人達への連絡を徹底し、万一事故が起きた場合の対応も十分にしておく必要がある。不用意な取扱いは自分のみならず他人にも重大な害を及ぼすことを認識すべきである。また、排出、廃棄においては十分無毒化するよう、実験計画に組み入れる必要がある。

有毒薬品は、悪用された場合はいうまでもなく不注意な取扱いや管理のずさんさにより、結果的に人を死に至らしめるなど重大な結果を引き起こす懸念がある。したがって、特に**盗難、紛失の防止を図り、有毒薬品の保管、管理には十分注意を払う**必要がある。本節の2で述べるように、毒物、劇物の保管、管理の方法は法律によって定められており、本学においてもそのための「長岡技術科学大学における毒物及び劇物等に関する管理規程」が制定されている。これら法律と規定に従って有毒薬品の保管、管理をしなければならない。

表5-14 に有毒物質の区分（法律で定められた毒物、劇物については本節の2を参照）、表5-15 に有毒薬品の人体への障害性を示す。

表5-14 有毒物質の区分

| 区 分 | 特 徴 | 代 表 的 物 質 |
|------|------------------------------------|---|
| 有毒ガス | 許容濃度*が 200 mg/m ³ 以下のガス | ヒ素、フッ素、ホスゲン、シアン化水素 |
| 毒 物 | 経口致死量が体重 1 kgにつき 30 mg 以下のもの | 亜ヒ酸、シアン化カリウム(青酸カリ)、黄りん、ニッケルカルボニル、四アルキル鉛(特定毒物) |
| 劇 物 | 経口致死量が体重 1 kgにつき 30～300 mgのもの | 硝酸アニリン、クロロピクリン、ジメチル硫酸、メタノール |

注1) 毒薬、劇薬（指定された医薬品：医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律に規定）及び毒物、劇物（医薬品及び医薬部外品以外：毒物及び劇物取締法に規定）の場合は経口致死量か皮下注射最低致死量で、毒ガス、蒸気、ヒューム、粉塵では許容濃度または一定時間致死濃度で示す。

2) *毎日正常に作業して、急性あるいは慢性的症状が現れるまでの最低濃度で、一定時間致死濃度とは必ずしも比例しない。

表 5-15 有毒物質の人体への障害

| 種 類 | 代 表 的 物 質 |
|----------|--|
| a 皮膚障害性 | 皮膚角質化：ヒ素、コバルト、希アルカリ液など 皮膚着色：ピクリン酸、硝酸銀、ヨウ素など 色素異常：タール、ピッチ、ヒ素など 急性皮膚炎及び湿疹：酸、アルカリ、クロロジニトロベンゼン、ホルマリン、タール、ピッチなど 潰瘍：クロム、ニッケル、酸、アルカリなど 毛髪及び皮脂腺の病変：鉱油、タール、クロロナフタリンなど 毛髪の病変：タリウム、マンガンなど 爪甲及び周囲の病変：セレン、タリウム、フッ素など |
| b 粘膜障害性 | 主に上気道をおかす：アルデヒド、アルカリ性の粉じん及びミスト、アンモニア、クロム酸、エチレンオキシド、塩化水素、フッ化水素、亜硫酸ガス、無水硫酸など 上気道、肺組織をおかす：臭素、塩素、酸化塩素、臭化シアン、塩化シアン、ジメチル硫酸、フッ素、ヨウ素など 終末気道部及び肺胞をおかす：三塩化ヒ素、過酸化窒素、ホスゲンなど |
| c 窒息性 | 単純性窒息：炭酸ガス、エタン、ヘリウム、水素、メタン、窒素、亜酸化窒素 化学的窒息：一酸化炭素、シアン、シアン化水素、ニトリル、芳香族ニトロ化合物（ニトロベンゼン、ジニトロベンゼンなど）、芳香族アミン化合物（アニリン、メチルアニリンなど）、硫化水素など |
| d 麻酔性 | ほとんどの有機溶剤ならびに多くの脂溶性固体には、程度の差はあるが、麻酔作用あり |
| e 神経系障害性 | 二酸化炭素、ハロゲン化炭化水素、メタノール、チオフェン、テトラエチル鉛、マンガン、水銀など |
| f 肝、腎障害性 | 四塩化炭素、四塩化エタン、ヘキサクロロナフタレン、トリニトロトルエン、ジオキササンなど、特に腎臓に関してはウラン、カドミウムなど |
| g 血液障害性 | ベンゼン、鉛、放射性物質、ホスフィン、ヒ素など |
| h 硬組織障害性 | 酸ミスト、黄リン、フッ素など |
| i 肺障害性 | 肺胞刺激性物質（肺浮腫、肺炎）、難溶性粉じん（ジン肺）、遊離ケイ酸（ケイ肺）、石綿（石綿肺）、タルク（タルク肺）、ロウ石（ロウ石肺）、アルミニウム（アルミニウム肺）、石炭粉（炭肺）、黒鉛（黒鉛肺）、溶接ジン（溶接肺）、ベリリウム（ベリリウム肺）など |
| j 発がん性 | 膀胱がん：β-ナフチルアミン、ベンジジン、4-アミノビフェニル、オーラミン、マゼンタ 皮膚がん：コールタール、ピッチ、ケツ岩油、スス、カーボンブラックなど 肺がん：アスベスト、クロム塩酸、ニッケル、コールタール、ピッチ、放射性粉じんなど 鼻腔及び副鼻腔がん：ニッケル 白血病：放射性物質、ベンゼン |
| k その他 | アレルギー性：金属酸化物とヒュームなど 循環機能障害性：ニトログリコール、ニトログリセリンなど |
| l 放射性 | 放射性鉱石、ラジウム、ウラニウム、プルトニウム等の塩、放射性アルゴン |

1 毒性、毒性対策、公害対策

(1) 毒性対策

個々の毒性と対策については1. 1以下で述べられるが、毒性物質を用いた実験には、注意すべき最低限の共通事項がある。

- ア 実験の前に、使用薬品および生成する化学種の有毒性と対策及び実験方法について十分調べる。万一の事故に備えて、排気、身体の洗浄、洗眼、連絡等の方策を考えておく。
- イ 猛毒物質の蒸気、ヒューム、粉塵を吸収しないようにする。必要に応じて防毒マスクや粉塵用マスクを着用する。
- ウ 皮膚刺激性物質、特に薬火傷を起こす薬品にはゴム手袋、防護マスクを着用する。
- エ 皮膚浸透性有毒薬品を取り扱うときはよく注意し、必要に応じてゴム手袋を着用する。
- オ 液状有毒薬品および有毒薬品の溶液の秤量には、毒薬ピペットまたはゴム球付き毒物専用ホールピペットを用い、絶対に口で吸い上げない。
- カ 薬品アレルギーと考えられる場合は、その薬品の特定を含め医師に相談する。

(2) 公害対策

有毒物質、有害物質をそのまま廃棄あるいは排出すれば、それは公害物質となるので、以下の厳守が必要である。

- ア 毒性ガスには大気汚染特定物質に指定されたものも多く、指定されていなくとも大気を汚染することは確かであるから、ガスの種類に応じ、適切な吸収剤で吸収し、あるいは酸化剤、燃焼などで無害化する。
- イ 無臭物質も悪臭防止法の趣旨に沿い、アルカリ吸収、酸化無害化する。
- ウ 水質汚濁有害物質指定元素及び化合物については、それらの水可溶性塩および実験廃液ともに本学の取扱規程を厳守すること。
- エ 上記の元素及び化合物のうち、水不溶性固体で、しかも少量の場合は、塩化物、硫酸塩、硝酸塩などの水可溶性塩の形に変え、水溶液の形にして実験廃液の一時貯蔵庫等に搬入処理すること。多量の場合は、「実験廃液等処理の手引」に従うこと。
- オ 水質汚濁有害物質を机上または床にこぼしたときは、可能な限り集め、水可溶あるいは不溶によって前者はウと同じに、後者は可溶性塩に変え溶液の形でエと同じに取扱う。
- カ 水質汚濁有害物質以外の元素の水可溶性塩及びこれを含む廃液もまた、「実験廃液等処理の手引」に従うこと。
- キ 上記の水溶性固体で少量の場合は、塩化物、硫酸塩、硝酸塩などの可溶性塩の形に変え、水溶液として同施設に搬入し、多量の場合はエと同じようにすること。
- ク 禁水性、発火性、皮膚浸透性猛毒有機金属化合物は、実験廃液等処理従事者の安全のため、間違っても混入しないこと。ただし、有機リン化合物、有機鉛化合物などで無害化され「実験廃液等処理の手引」に従って十分希釈されたものはこの限りではない。

1. 1 毒性ガス、有毒蒸気

実験室、研究室でよく取扱われる毒性ガスには次のものがある。

◇毒性ガス 許容濃度

1.0 mg/m³ 以下： ヒ素、ホスフィン、フッ素、臭素、オゾン、ホスゲン、塩素、
アクロレイン、ジアゾメタン

10 mg/m³ 以下： 亜硫酸ガス、フッ化水素、塩化水素、ホルムアルデヒド、
シアン化水素、ケテン

50 mg/m³ 以下： 一酸化炭素、エチレンオキシド、臭化メチル、アンモニア、
酸化窒素

100 mg/m³ 以下： 塩化メチル

◇有毒蒸気 許容濃度

0.1 mg/m³ 以下： 有機水銀化合物、水銀

1.0 mg/m³ 以下： ニッケルカルボニル、ヒドラジン、アクロレイン

10 mg/m³ 以下： 二硫化炭素

ガス状で猛毒のものが多いから、急性中毒例が多い。注意事項を厳守すること。

(1) 毒性、公害対策

ア 毒性の大きいガス、薬品を用いる実験はドラフト中で、しかも専用（または適合）防毒マスクを着用して行う。さらに室内の通気を良くし、時々濃度を検知器で調べ防毒マスクの脱着および対応策の検討を行う。刺激性の大きいガスときはガス漏れの認知は容易であるが、無刺激性のシアン化水素、一酸化炭素、ニッケルカルボニル、水銀及び有毒水銀のときは特に注意しなければならない。時には抵抗力の小さいカナリアを室内において実験することもある。

イ 急性中毒などがあるから、絶対に1人で実験しないこと。

ウ 毒性ガス、蒸気は公害物質であるから、適切な吸収剤で捕集するか酸化などの反応によって無害化、燃焼させる。燃焼の場合は N₂ をキャリアーガスとして用い、バーナー上に導き燃焼させる。

注 「防毒マスク」は適切に使用しなければ、かえって非常に危険である。専用または適切な防毒マスク（表 5-16）を用い、吸収剤の能力の十分あるものを用いなければならない。

〔起こりやすい事例〕

- 1) 塩素などの腐食性ガスボンベでは、バルブが腐ってしまうことがある。このような時、無理に開けると、ガスの放出が止まらなくなることがある（バルブが開かないボンベは、業者に処理を依頼する。）

- 2) 毒性ガス、有毒蒸気を扱う場合、思わぬガス漏れのための急性中毒にかかることがある。
- 3) 毒性ガス、有毒蒸気を扱う場合に、防毒マスクを着用していても急性中毒にかかることがある。(防毒マスクの吸収剤が古い場合、ガス濃度が高く、吸収不完全な場合がある)
- 4) 塩素、酸化窒素、硫化水素、亜硫酸ガスなどを扱う実験では、中毒で気分が悪く吐気を催すことがある。

表5-16 防毒マスク用吸収缶と適応ガス

| ガスの種類 吸収缶の種類 | 吸収缶の色 | 四塩化炭素 | ベンゼン | クロロピクリン | 臭化メチル | 四アルキル鉛 | 二硫化炭素 | メチルエチルケトン | アクリロニトリル | トリクロロエチレン | パラチオン | 塩化水素 | ホスゲン | フッ化水素 | 塩素 | 酸化窒素 | 硫化窒素 | 亜硫酸ガス | シアン化水素 | 一酸化炭素 | アンモニア | 鉛・亜鉛 |
|-----------------|-------|-------|------|---------|-------|--------|-------|-----------|----------|-----------|-------|------|------|-------|----|------|------|-------|--------|-------|-------|------|
| 有機ガス用 | 黒 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | △ | △ | × | △ | × | △ | × | × | × | × | △ |
| 普通ガス用 | | △ | △ | △ | × | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | △ | ◎ | ◎ | × | △ | △ | △ | × | × | × | × | △ |
| 煙気用 | 白/黒 | △ | △ | △ | × | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | × | △ | △ | △ | × | × | × | × | ◎ |
| 酸性ガス用 | 灰 | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | ◎ | ◎ | ○ | △ | △ | × | × | × | × |
| 亜硫酸ガス用 | 橙 | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | △ | × | ○ | ○ | ◎ | △ | ◎ | × | × | × | × |
| 硫化水素用 | 黄 | × | × | × | × | × | × | × | △ | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ◎ | ○ | × | × | × | × |
| 青酸ガス用 | 青 | × | × | × | × | × | × | × | △ | × | × | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ◎ | × | × | × |
| アンモニア用 | 緑 | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | △ | × | △ | × | × | × | ◎ | × |
| 一酸化炭素用 | 赤 | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | × | ◎ | × | × |
| 消防用 | 白/赤 | △ | △ | × | × | × | × | × | × | × | × | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | × | △ | × | × |

注) ◎○：適切 △：避けたほうがよい ×：使用できないもの

1. 2 水銀、水銀化合物

注意事項：猛毒、中毒注意

◇無機化合物

毒物：液状(Hg)、固体 $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$ 、 HgO 、 $\text{Hg}(\text{CN})_2$ 、 HgCl_2 、 Hg_2Br_2 、 HgBr_2 、 HgI_2 、 $\text{Hg}(\text{NO}_2)_2$ 、 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ 、 Hg_2SO_4 、 HgSO_4

劇物： Hg_2Cl_2

指定外： Hg_2I_2 、 HgS

◇有機水銀化合物

猛毒：液状 $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Hg}$ 、その他の低級ジアルキル水銀、固体 CH_3HgCl 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$ 、 $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Hg}$ 、 $\text{CH}_3\text{HgOCOCH}_3$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{HgCl}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{HgOCOCH}_3$ 、マーキュロフェン、アフリドール、メチルザリル、マーキュロクロム

無機水銀化合物は水への溶解度が極めて小さい2、3の化合物以外はほとんど毒物である。有機水銀化合物は残留毒性のため現在製造中止になっており、使用許可されているものは少ない。

水銀および水銀化合物は水質汚濁有害物中、永久毒でしかも規制値が小さいから最も留意しなければならない。水銀およびその化合物を含む実験廃液、温度計、水銀マンオメーター、水銀電池、蛍光灯など、水銀およびその化合物を含むものの取扱い、処置については、以下の処理対策を忠実に実施すること。

使用にあたって、水銀および水銀化合物の購入、使用記録簿と残高の定期的チェックをすることとする。

(1) 水銀及び水銀化合物の毒性

水銀中毒の症状（水銀蒸気を吸入、または水銀を飲み込んだ場合）

ア 急性 口内の炎症（歯、のどの痛み）

呼吸、循環器系障害（胸の苦しき）

腎臓障害（尿が出なくなる）

イ 慢性 全身の疲労感

歯ぐきからの出血

精神症状（興奮、短気、不安、小心）……無機水銀

神経症状（手足のふるえ）……………有機水銀

(2) 毒性、危険性対策

ア 水銀蒸気は猛毒（許容濃度 0.1 mg/m^3 ）である。室温での蒸気圧は表 5-17 に示すように、許容濃度の 100~200 倍にも達するので、換気を良くし、水銀容器、廃水銀溜めは表面を水で覆い、密閉する。

イ 無機水銀化合物は、一般に加熱によって比較的低温で分解して遊離水銀蒸気を発生するものが多いので、加熱の際は注意する。

ウ 有機水銀化合物は、さらに猛毒（許容濃度 0.01 mg/m³）なものもあり、皮膚から浸透するから、液状物及び蒸気圧の高いものはドラフト中で、ゴム手袋、ときには防毒マスクを着用して取扱う。

表5-16 水銀の蒸気圧

| 温度(°C) | 水銀蒸気圧(mmHg) | 空气中水銀飽和量(mg/m ³) |
|--------|-------------|------------------------------|
| 10 | 0,00049 | 5.5 |
| 15 | 0,00077 | 8.6 |
| 20 | 0,00120 | 13.2 |
| 25 | 0,00184 | 19.6 |
| 30 | 0,00278 | 29.6 |
| 35 | 0,00414 | 43.4 |

エ 水銀化合物の溶液の計量には、

毒物専用ホールピペットを使用し、絶対に口で吸い上げてはならない。

オ 水銀は比重が 13.55 と大きく、小容量でも重い。また、蒸気が猛毒であるからポリエチレン製容器か、またはガラスびんに入れたものをさらにポリエチレン製容器中に入れ保管する。

カ 水銀を机上や床にこぼしたとき、大きい水銀球は水銀スポイトで吸い集め、さらに羽根箒や卓上箒で紙上に塵芥とともに集め、大きなビーカー中で水洗いし、水銀だけ集める。（くぼみ、隙間に落ちこんだ水銀は、注射器で吸い集めるか、酸で表面処理した銅線、銅板でアマルガムとして水銀を集める。水銀が排水管に流れ出さないよう、大きなビーカーあるいはバットで行う。）

キ 水銀化合物を机上や床にこぼした場合、固体の場合は集め、水溶液の場合はぞうきんで拭きとり、ともに水溶液の形にして「実験廃液等処理の手引」に従うものとする。

ク 水銀化合物には爆発性物質（雷こう、アセチリド、アジド、第2節、2. (2) 分解爆発性薬品（88 ページ参照））があるから、それが生成することのないよう注意すること。

(3) 公害対策

ア 金属水銀は、排水鉛管、また、他の多くの金属とアマルガムを作り、構内排水溝中に汚泥として溜まる。さらに汚泥は、排出されると酸化剤によって（表面が）酸化され酸化溶液となるから、酸性排水によって溶解し、また一部は有機水銀となる。したがって、こぼれた水銀は決して流しに捨ててはならない。

イ 水銀温度計には 1 g 前後の水銀が使われているから、破損したら 1. 2 (2). カのように集め、廃水銀溜めに入れること。リレーなどに使った廃水銀なども同様に取扱うこと。

ウ 水銀化合物は排水溝内の還元性物質との反応で金属水銀となり、これは上記アの挙動をとる。そのため水銀含有廃液はもちろんのこと、容器、沈殿の洗液 5 回までを集め、実験廃液の一時貯蔵庫等に持ち込むようにする。

エ 水銀化合物が机上や床にこぼれたときは、1. 2 (2). キと同様に処理すること。

オ 有機水銀化合物は各自下記の方法で酸化、無機化し、水溶性の形に変え、ウと同様に取扱うこと。廃液（Hg0.025 mg/m³ 以下）1ℓに濃硝酸 60mL、6%過マンガン水溶液 20mL を加え、2 時間加熱還流する。過マンガン酸カリウムの色が消失するときは液温 60°C 以

下に下げ、さらに 20mL の過マンガン酸カリウム水溶液を加え、再加熱する。

カ 水銀電池、水銀ランプ及び蛍光灯の使用不能なものなど、水銀公害を発生させるものは本学の指定場所に搬入すること。

キ 有機水銀化合物をドラフト中にこぼしたときは、ケイソウ土やみがき砂にしみ込ませ、フラスコ中に水とともに入れ、硫酸酸性とし、過マンガン酸カリウム水溶液を少量ずつ加え、酸化硫酸水銀とし、ろ液を洗液とともにウと同様に取扱う。取扱いにはゴム手袋を必ず着用すること。

[起こりやすい事例]

- 1) 間違って水銀を赤熱板上に落とすと、水銀蒸気を多量に吸入する恐れがある。この場合、急性中毒死することがある。
- 2) 許容濃度以下の水銀蒸気でも、長時間吸入すると水銀中毒になることがある。

1. 3 シアン化合物

シアン化合物は毒性が大であり、公害指定物質である。

◇毒物： シアン化カリウム (KCN)、シアン化ナトリウム (NaCN)、シアン化水素 (HCN)、シアン化カドミウム [Cd(CN)₂]、シアン化銀 (AgCN)、シアン化金 (AuCN)、シアン化銅 [CuCN (第一)、Cu(CN)₂ (第二)]、シアン化第一金カリウム [KAu(CN)₂]、シアン化第二金カリウム [KAu(CN)₄]、シアン化ニッケル [Ni(CN)₂]、シアン化ニッケルカリウム [Ni(CN)₂・2KCN]

◇無指定： フェロシアン塩とその錯塩：Na₄ [Fe(CN)₆]、K₄ [Fe(CN)₆] とそれらの錯塩
フェリシアン塩とその錯塩：Na₃ [Fe(CN)₆]、K₃ [Fe(CN)₆] とそれらの錯塩

(1) 毒性対策

- ア シアン化カリウム (KCN) とシアン化ナトリウム (NaCN) は有毒性薬品であるから、安全を考慮した所定の場所に保管すること。
- イ シアン化水素 (HCN) は毒性ガスであるから、取扱いは十分に注意を払うこと。
- ウ 溶液の採取は、1. (1). オの事項を守り、毒薬ピペットまたはゴム球付毒物専用ホールピペットを用い、口で吸い上げないこと。
- エ 万一、誤って飲み込んだら多量の水を飲み、指をのどに差し込んで吐き、これを 3 回繰り返し、直ちに医師の手当を受ける。

(2) 公害対策

- ア シアン化水素、ジシアンは大気汚染特定物質であるから、アルカリ吸収、酸化無害化してから放流する。

イ 重金属を含むシアン化合物（黄血塩、赤血塩、フェロシアン金属錯塩等）は、実験廃液の一時貯蔵庫等に持込む。その他のシアン化合物は、原則として原点処理であるが、未経験者や分解に必要な安全設備のない場合は一時貯蔵庫等に持ち込める。いずれにしても「実験廃液等処理の手引」に従うこと。

ウ 机上や床にこぼれたときは、1. (2)、オに従って貯留し、イと同様に処理する。

1. 4 その他の無機有毒・有害物質

本学において、使用頻度の少ない化学物質の中にも毒性のあるもの、環境保全上十分な注意を要するものが多い。それらの主なものを列挙すると、カドミウム化合物、鉛及び鉛化合物、クロム化合物、ヒ素、アンチモン、ビスマス化合物、リンとその化合物などである。表5-18に無機薬品類をまとめて示した。これらの有毒・有害物質を取扱う必要が生じた場合は、適切な資料を熟読し、指導者から詳細に指示を受ける。

表5-18 無機有毒・有害薬品類の人体への影響

| 薬品 | 影響 | 直接影響 | 慢性影響 |
|--------|----|--|--|
| シアン化合物 | | シアンが作用することで、生体は組織内窒息の状態を起こし、死亡する。 普通数秒ないし数分で中毒症状が現われ、頭痛、めまい、意識障害、けいれん、体温下降を起こし、死亡する。 量が少なければ、めまい、頭痛、耳鳴、嘔吐、呼吸増加、脈拍増加、さらに意識障害、けいれんなどがみられ死亡する。 致死量は、KCNとして150~300mg。 | 少量ずつ長期間にわたって摂取すると、慢性中毒を起こす。 頭痛、はき気、胸部・腹部の重圧感などがみられる。 |
| アルキル水銀 | | 大量に摂取すると、はき気、嘔吐、腹痛、下痢、口内炎、手のふるえなどの兆候を来す。 | 長期間にわたって摂取すると、記憶力不良、意志集中不能、頭痛、不眠、味臭の異常、神経痛、総体として神経衰弱様症状等中枢神経障害（水俣病の原因） |
| 総水銀 | | 大量に摂取すると、歯ぐきが腐り、血便がでる。（無機水銀中毒） | |
| 有機りん | | 軽度：（全身倦怠、頭痛、めまい、多量発汗、悪心、嘔吐） 中症：（異常の流涕、瞳孔の縮小、筋の線繊維の緊縮、言語障害、視力減退） 重症：（意識が強くおかされ、全身のけいれん、し尿の失禁等を示し、死亡する。） | |
| カドミウム | | 腎尿細胞の再吸収が阻止され、カルシウムが失われ、体内カルシウムの不均衡が起こり、ついで骨軟化症を起こす。妊娠や授乳、更年期や老化による骨の変化ならびにカルシウムやタンパクの不足が骨変化を増加させる誘因として働いているものと思われる。（イタイイタイ病の原因） | |

| | | |
|-------------|--|--|
| 鉛 | 大量の鉛が体内に入ると急性中毒を起こし、腹痛、嘔吐、下痢、尿閉などがあり、激しい胃腸炎と、その結果起こるショックのため死亡することがある。 | 少量の鉛が長期にわたって体内に入ると食欲不振、便秘、疲労、全身倦怠、貧血、関節炎、腹痛、四肢のマヒ、さらに視力障害、けいれん、昏睡などが起こる。鉛の体内蓄積は、毎日0.5mg以上吸収すると起こるとされている。 |
| クロム (6価) | 大量のクロムを摂取すると嘔吐、尿閉、ショックけいれん、昏睡、尿毒症等を起こし死に至る。 皮膚にふれると皮膚炎、浮腫、潰瘍等が起こる。100ppm以上の濃度であれば、皮膚への影響がみられる。 経口的摂取では0.1ppmを超えると、嘔吐などの症状がみられる。 致死量は約5gである。 | |
| ヒ素 | 大量にヒ素を摂取すると急性中毒を起こす。多くは摂取1時間以内に悪心、嘔吐、下痢、脱水状態、さらに腹痛、ニンニク臭の呼気、流涕、渴、尿量減少を来す。 さらに量が多いと、激しい胃腸炎症状、血便、体温低下、血圧低下、けいれん、昏睡、循環障害により死亡する。 致死量は約120mgであるが、20mgでも危険なことがある。 | 少量ずつ長期にわたって摂取すると、手や足の知覚障害が発生し、皮膚は青銅色となり、浮腫を生じ、手のひらや足の裏が角質化する。 悪心、嘔吐、腹痛、流涕、さらに肝臓肥大、腎炎が起こり、循環障害で死に至る。慢性中毒量は飲料水で0.2～0.4ppm程度である。 |

1. 5 有機有毒、有害物質

市販されている有機薬物のうち毒物、劇物に指定されているものを表5-19にまとめた。平常ごく普通に取扱われているトルエン($C_6H_5CH_3$)、メタノール(CH_3OH)、クロロホルム($CHCl_3$)、などが含まれている。その他に、ヨウ化メチル(CH_3I)、アセトニトリル(CH_3CN)、アクリロニトリル($CH_2=CHCN$)、四塩化炭素(CCl_4)なども同様である。

一般に有機化合物の計量は、固体の場合重量で行う。また、液体の場合、重量で指定されているときには、計量前後の差か比重で割り出した容積から求める。容量で指定されている場合は、メスシリンダー、ゴム球付メスピペット、注射器などで計量する。

また、反応は密閉反応器中や還流下で行うから、原料に用いる薬品の毒性はあまり問題にならない。むしろ生成物の毒性が大きい場合は、その抽出、濃縮、蒸留、結晶化などに長時間かかり、その間蒸気を吸い込んだり、皮膚に付いたりするから注意する必要がある。すなわち、水銀や有機水銀のような猛毒蒸気を与える物質と四エチル鉛、リン農薬、硫酸ジメチルなどの皮膚浸透する物質の場合に、特にその毒性に注意する必要がある。

さらに留意すべきことは廃棄についてであり、水銀化合物以外は適当な溶媒を用いて廃液とし実験廃液の一時貯蔵庫等に搬入すること。そのとき、担当職員の健康安全を考え、次の事項を守ること。

- ア 第2節、1.(2)の自然発火性物質、第2節、1.(4)の禁水性物質は発生源で処理すること。
(アルミニウム化合物のように、ひどい薬火傷を起こすものがある。) どうしても依頼する場合は、教職員の指示に従い、物質名を明記のうえ、搬入すること。
- イ 四エチル鉛、四メチル鉛、硫酸ジメチル、リン農薬など、皮膚侵入性毒物、劇物の場合も、できる限り発生源処理を励行のこと。搬入する場合は、不活性溶剤で下記ウのように希釈し、含有化合物の種類、濃度、量を明記し、搬入すること。
- ウ 一般的希釈基準としては、普通溶剤(毒、劇物に指定されていない溶剤)で毒物は1%、普通劇物では10%以下に希釈すること。このようにすれば、アクリロニトリル、アセトニトリルのような比較的沸点の低い化合物でも蒸気圧は通常の1/10程度以下になる。
- エ 刺激臭薬品は程度に応じて希釈し、搬入すること。
- オ 適当な溶媒がなく、酸化物、水酸化物が有害である場合は、燃焼または酸化分解後、鉍酸などで処理し、塩水溶液として搬入すること。
- カ 白金属元素、金、銀は溶液の場合も、ホルマリンなどの適当な還元剤で還元するか、イオン交換を利用し、金属として回収すること。
- キ 水銀化合物は、第4節、1.2を参照のこと。
- ク 有機過酸化物の処理は、第2節、1.(1)を参照のこと。

表5-19 主な有機溶剤と毒性

| 有機溶剤名 | | 主な有害作用 | | | | | 備考 | |
|--------|----------------|--------|----|-----|-----|-----|----|--|
| | | 肝臓 | 腎臓 | 造血器 | 神経系 | | | 皮膚粘膜 |
| | | | | | 麻酔 | その他 | | |
| 炭化水素 | 石油エーテル | | | | △ | | △ | 混在するベンゼンに注意 " |
| | 石油ベンジン | | | | △ | | △ | |
| | ● n-ヘキサシクロヘキサン | | | | △ | | △ | 白血球、赤血球、血小板減少 嗜癖を生ずることがある。 混在するベンゼンによる嗜癖を生ずることがある。 |
| | ● ベンゼン | △ | △ | ◎ | ○ | ○ | ○ | |
| ● トルエン | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| アルコール | ● メタノール | △ | △ | | ◎ | ○ | △ | 視神経障害、体内でホルムアルデヒドが生成することにより失明 |
| | エタノール | △ | △ | | ○ | | △ | |
| | シクロヘキサノール | △ | | | | | | |
| エーテル | エーテル | △ | △ | | ◎ | ○ | △ | 嗜癖を生ずることがある。 |
| | テトラヒドロフラン | △ | △ | | ○ | | ◎ | |
| | ● ジオキサン | ○ | ○ | | △ | | △ | |

| | | | | | | | |
|---------|---|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|---|
| ケトン | アセトン メチルエチルケトン ●フルフラール | | | | ○ ○ ○ | △ △ | |
| 塩素化炭化水素 | 二塩化メチレン ●クロロホルム ●四塩化炭素 三塩化エチレン (トリクレン) クロロベンゼン | △ ◎ ◎ △ △ | ○ ○ ○ △ △ | | ◎ ◎ ◎ ◎ ○ | ○ △ △ △ △ | 末梢神経系 多発性精神病 嗜癖の症例あり。 |
| エステル | 酢酸メチル 酢酸エチル | | | | ○ ○ | ○ △ | 視神経障害、失明の危険もある。 |
| その他 | ピリジン ●ジメチルホルムアミド ジメチルスルホキシド ●二硫化炭素 | ○ ◎ ◎ ○ | ○ △ ○ ○ | | ○ ○ ○ ◎ | △ ◎ ○ △ | 中枢神経性の運動障害 毒物を溶かした溶液は危険（浸透） 精神分裂症様症状、多発性神経系 |

注 1) ◎>○>△の順で毒性の強さを示す。

2) 有機溶剤名の左に●を付したものは、日本産業衛生学会「許容濃度等の勧告」（2023年度、産業衛生学雑誌,2023,65,268-300, <https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.S23001>）の表 I-1で「皮膚と接触することにより、経皮的に吸収される量が全身への健康影響または吸収量からみて無視できない程度に達することがあると考えられる物質」とされている。

2 毒物、劇物の保管、管理

有毒物質は人を死に至らしめる危険性があるため、悪用や不用意な取扱いの防止に万全の注意を払わなければならない。そのために、「毒物及び劇物取締法」（以下「法」という）が制定されており、それに従って有毒物の適正な管理をしなければならない。「法」では有毒物を、「毒物」（「法」別表第1に掲げるものであって、医薬品及び医薬部外品以外のもの）、「劇物」（「法」別表第2に掲げるものであって、医薬品及び医薬部外品以外のもの）及び「特定毒物」（「法」別表第3に掲げるもの）の3つに分類している。毒物は劇物よりも毒性が強いものであるが、あとで述べるように保管に当たってはラベルの表示以外に差違はない。

これら毒物劇物の一覧及び関連した情報は下記のホームページ及びその関連サイトに掲載されている。

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

(厚生労働省国立医薬品食品衛生研究所ホームページ)

<http://www.nihs.go.jp/law/dokugeki/dokugeki.html>

(毒物及び劇物取締法、毒劇物データベース)

そのうち比較的よく実験室で使用される毒物および劇物を、それぞれ表5-20 および表5-21に掲げる。また、毒物や劇物は薬品の容器や試薬カタログ中にも記載されている（日本の試薬

会社の場合) ので、一般薬品との見分けは容易である。

「法」で定められた毒劇物は、社会的状況や薬品の流布等をも考慮して定められているため、すべての有毒物が掲げられているわけではない。たとえば、トルエンは指定されているがベンゼンは指定されていない。また、塩化メチルや塩化エチルが劇物であるから塩化プロピルや塩化ブチルも劇物に準ずると考えた方がよい。すなわち、毒物、劇物に指定されていなくてもこれらの近隣または類似化合物は毒性が大きいとして取り扱うのが間違いない。

本学においては、「法」に準拠した「長岡技術科学大学における毒物及び劇物等に関する管理規程」が制定されており、「法」で指定された毒劇物及び学長が別に定めた薬品はこの規程に従って保管、管理をしなければならない。以下にその骨子を記す。

1. 毒劇物の購入、使用、廃棄にあたっては、購入後は直ちに薬品管理支援システム (IASO) に登録し、重量管理により量を管理しながら使用し、使い切ったら薬品管理支援システムの空ビン処理により廃棄手続きを行い、登録を抹消する。(第1節. 1)
2. 毒劇物の保管は、地震等による転倒防止の措置を講じた金属製の専用ロッカーで、一般薬品とは別に施錠保管する。保管庫や容器には、「医薬用外」の文字及び毒物については赤地に白字で「毒物」と、劇物については白地に赤字で「劇物」と表示する。
3. 万一、毒劇物の盗難、紛失等があれば直ちに毒物等管理者 (指導教員等) に報告する。
4. 廃棄においては、十分無毒化し、その後廃棄物処理の規定に従って処理する。たとえ微量であっても毒性によっては重大な結果を引き起こすことがあるので、指導教員等の指示に従うこと。

また、毒物、劇物でなくても他の法律等によって以下のものは施錠管理する必要がある。

危険物：塩素酸カリウム、塩素酸ナトリウム等

麻薬：モルヒネ、アヘン、コデイン、ヘロイン(ジアセチルモルヒネ)、コカイン、マリファナ、ハシシュ、LSD (リセルギ酸ジエチルアミド) 等

覚醒剤：塩酸フェニルアミノプロパン、塩酸フェニルメチルアミノプロパン、塩酸エフェドリン、アドレナリン、アンヘタミン、ベンゼドリン、デキシドリン、デキサメイル、メザドリン、メタンヘタミン、ビヘタミン等

毒物、劇物は、有毒物であると同時に消防法でいうところの危険物であることが多い。したがって保管にあたっては第1節と第2節で述べられた指定数量や混載防止規定等を勘案し、爆発や火災についても十分注意する必要がある。また、毒劇物が放射性物質である場合は第8章で述べられる取扱いもしなければならない。

表5-20 「法」で指定された「毒物」のうち、実験室で比較的良好に使用されるもの

-
- *アリルアルコール
 - *塩化ホスホリル
 - *黄リン
 - *クラーレ

- *五塩化リン、三塩化リン、三フッ化リン
- *三塩化ホウ素、三フッ化ホウ素
- *ジアセトキシプロペン
- *四アルキル鉛 (特定毒物)
- *無機シアン化物、シアン化水素、シアン化ナトリウム
- *ジニトロクレゾール、ジニトロクレゾール塩類
- *四フッ化硫黄
- *ジボラン
- *水銀、水銀化合物
- *ストリキニーネ
- *セレン、セレン化合物
- *ニコチン、ニコチン塩類
- *ニッケルカルボニル
- *ヒ素、ヒ素化合物
- *フッ化水素
- *ホスゲン
- *メチルホスホン酸ジクロリド
- *メチルメルカプタン
- *モノフルオロ酢酸、モノフルオロ酢酸塩類、モノフルオロ酢酸アミド (特定毒物)
- *リン化アルミニウム/促進剤 (特定毒物)
- *リン化水素
- *硫化リン
- *チオセミカルバジド

その他農薬に分類されるものが多い。要注意。

特に、パラチオン、メチルパラチオン、シュラーダン、メチルジメトン、TEPPなどは特定毒物

表5-21 「法」で指定された「劇物」のうち、実験室で比較的良好に使用されるもの

- *アンモニア
- *ヒドロキシルアミン、その塩類
- *塩素、臭素、ヨウ素
- *塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素
- *過酸化水素、過酸化ナトリウム、過酸化尿素
- *カリウム、ナトリウム、カリウムナトリウム合金
- *ケイフッ化水素酸、ケイフッ化水素酸塩
- *ホウフッ化水素酸、その塩類
- *シアン酸ナトリウム
- *硫酸、発煙硫酸、硝酸
- *水酸化ナトリウム、水酸化カリウム
- *無機亜鉛塩類
- *無機金塩類
- *無機銀塩類
- *無機スズ塩類
- *無機銅塩類
- *重クロム酸、無水クロム酸、クロム酸塩類
- *硝酸タリウム、酢酸タリウム、硫酸タリウム
- *アンチモン化合物
- *カドミウム化合物
- *バリウム化合物 (硫酸バリウムを除く)
- *鉛化合物
- *可溶性ウラン化合物

- *塩素酸塩類
- *亜塩素酸ナトリウム
- *亜硝酸塩類
- *トリクロロシラン
- *一水素二フッ化アンモニウム
- *五酸化バナジウム
- *リン化亜鉛
- *亜硝酸メチル
- *ジメチル硫酸
- *塩化チオニル
- *水酸化トリアリールスズ、水酸化トリアルキルスズ、その塩類、その無水物
- *アクリロニトリル、アクリルアミド、アクリル酸、メタクリル酸
- *アクロレイン
- *アニリン、アニリン塩類、*N*-アルキルアニリン、2-クロロアニリン
- *エチレンオキシド
- *エピクロロヒドリン、エチレンクロロヒドリン
- *ギ酸 (90%以上)
- *シュウ酸
- *ホルムアルデヒド
- *メタノール、トルエン、キシレン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、二硫化炭素
- *塩化メチル、塩化エチル、クロロホルム、四塩化炭素
- *臭化メチル、臭化エチル、ジクロロブチン、1, 2-ジブromoエタン、ジブromoクロロプロパン、1-クロロ-1, 2-ジブromoエタン
- *ヨウ化メチル
- *ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、モノクロロ酢酸、クロロ酢酸ナトリウム
- *モノフルオロ酢酸パラブromoアニリド、モノフルオロ酢酸パラブromoベンジルアミド
- *クロロアセチルクロライド
- *メチルアミン (40%以上)、ジメチルアミン、シクロヘキシルアミン
- *2-アミノエタノール
- *フェノール、クレゾール、 β -ナフトール
- *ニトロベンゼン、2, 4-ジニトロトルエン
- *ジクロロジニトロメタン、テトラクロロニトロエタン
- *トルイジン、*N*-アルキルトルイジン、トルイジン塩類
- *キノリン
- *ピクリン酸、その塩類
- *クロロピクリン
- *有機シアン化合物 (長鎖ニトリル化合物、*m*-, *p*-フタロニトリルを除く)
- *トリフルオロメタンスルホン酸
- *ヒドラジン-水和物、ヒドロキシエチルヒドラジン
- *クロロプレン
- *アセチレンジカルボン酸
- *エマメクチン
- *クロロスルホン酸
- *2-クロロエチルトリメチルアンモニウム
- *ジ (2-クロロイソプロピル) エーテル
- *2, 4-ジクロロ-6-ニトロフェノール、その塩類
- *シクロヘキシミド
- *3, 5-ジブromo-4-ヒドロキシ-4'-ニトロアゾベンゼン

- * 5-ジメチルアミノ-1, 2, 3-トリチアン、その塩類
- * スルホナール
- * 2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸、そのエステル
- * トリブチルトリチオホスフェート
- * 2-ヒドロキシ-4-メチルチオ酪酸
- * プラストサイジンS
- * ヘキサメチレンジイソシアナート
- * ペンタクロロフェノール (PCP)、その塩類
- * メチルスルホナール
- * メチルチオカルバミン酸亜鉛
- * メチルホスホン酸ジメチル
- * N-メチル-1-ナフチカルバメート
- * 硫酸パラジメチルアミノフェニルジアゾニウム、その塩類
- * ロダン酢酸エチル
- * ロテノン
- * シキミの実

その他農薬類 (ホスホネート、ジチオホフェート、チオホスホルアミド、イミデートなどの置換基名がある場合には要注意) または、それらしき名称の薬品