

V 化学物質

V-I 化学物質の上手な使い方

1. 化学物質の危険・有害性について

研究室においては化学物質による爆発や火災、健康障害などが発生する可能性がある。これを防止するためには、化学物質の危険有害性の情報を正しく把握し、事故などの発生の可能性の評価(リスクアセスメント)を実施し、その結果に基づく必要な措置を講ずることが必要である。わが国の労働安全衛生法では、このリスクアセスメントが指定物質(700物質弱)については義務、その他については努力義務となっている。アメリカ化学会で発行している Chemical Abstracts 誌で使用される化合物番号(CAS登録番号)を付与された化学物質の種類は、2016年現在、既に1億を超えている。研究室では少量ではあるが多種多様の化学物質を使用しており、その化学物質は少なからず危険・有害性のために、爆発や火災、異常反応を起こす危険性(リスク)や急性中毒、慢性中毒、薬傷など人体への健康障害をおよぼすリスクをはらんでいる。

1.1 化学物質の危険・有害性の特定

2003年に化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)が国連勧告として出され、わが国ではJISとして規定された。これは化学品の危険・有害性を一定の基準に従って分類し、その結果をラベルや化学物質等安全データシート(SDS)に反映させ、化学物質に関わる災害や健康障害の防止、環境保護を世界的に図る目的のものである。危険有害性は次のように分類できる。

1.1.1 GHSに基づく化学物質の危険・有害性(ハザード)

化学物質の危険性、有害性は次の3分野の各項目について定義されており、該当する化学物質のSDSやラベルには、次ページのような絵表示(ピクトグラム)が掲載されている。

1) 物理化学的危険性

火薬類、可燃性／引火性ガス、可燃性／引火性エアゾール、支燃性／酸化性ガス、高圧ガス、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体、自然発火性固体、自己発熱性化学品、水反応可燃性化学品、酸化性液体、酸化性固体、有機過酸化物、金属腐食性物質

2) 健康有害性

急性毒性、皮膚腐食性／刺激性、眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性、呼吸器または皮膚感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器毒性(単回曝露)、特定標的臓器毒性(反復曝露)、吸引力呼吸器有害性

3) 環境有害性

水生環境有害性（急性、慢性）

【危険有害性を表す GHS 表示】

物理化学的危険性

表示				
意味	爆発物・自己反応性化学品・有機過酸化物を表しており、熱や火花にさらされると爆発するようなもの	可燃性／引火性ガス（化学的に不安定なガスを含む）、エアゾール、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体、自然発火性固体、自己発熱性化学品、水反応性化学品、有機酸化物を表しており、空気、熱や火花にさらされると発火するようなもの	支燃性／酸化性ガス、酸化性液体、酸化性固体を表しており、他の物質の燃焼を助長するようなもの	高圧ガスを表しており、ガスが圧縮または液化されて充填されているもの

健康および環境有害性

表示					
意味	急性毒性を表しており、飲んだり、触ったり、吸ったりすると急性的な健康障害が生じ、死に至る場合がある	金属腐食性物質、皮膚腐食性、眼に対する重篤な損傷性を表しており、接触した金属または皮膚等を損傷させる場合がある	呼吸器感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器／全身毒性（単回または反復ばく露）、吸引力呼吸器有害性を表しており、短期または長期に飲んだり、触れたり、吸ったりしたときに健康障害を引き起こす場合がある	急性毒性、皮膚刺激性、眼刺激性、皮膚感作性、気道刺激性、麻酔作用の健康有害性があるもの	水生環境有害性を表しており、環境に放出すると水生環境（水生生物およびその生態系）に悪影響をおよぼす場合がある

1.1.2 国内法に定める危険・有害性物質（例．表1.1・1.2）

表 1.1 危険性物質

危険性	代表的な物質
発火性	有機リチウム化合物、有機アルミニウム化合物、黄リン、還元ニッケル、還元白金、還元パラジウム、アルカリ金属、カーバイドなど
引火性	可燃性ガス：水素、一酸化炭素、都市ガス、アセチレン、エチレン、アンモニアなど 引火性液体：エーテル、二硫化炭素、アセトン、ヘキサンなどの有機溶剤
爆発性	N-O 結合を持つもの、N-N 結合を持つもの、O-O 結合を持つもの、O-ハロゲン結合を持つもの、LPG、アセチレンおよびその誘導体など
腐食性	強酸、強アルカリ、アンモニア、氷酢酸、無水酢酸、トリフルオロ酢酸など

表 1.2 有害性物質

有毒性	代表的な物質
皮膚障害性	ヒ素、コバルト、希アルカリ液、ピクリン酸、硝酸銀、ヨウ素、タール、ピッチ、酸、ホルマリン、クロム、タリウム、マンガン、セレンなど
粘膜障害性	アルデヒド、アルカリ性の粉塵およびミスト、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、二酸化硫黄（亜硫酸ガス）、三酸化硫黄（無水硫酸）、臭素、塩素、ヨウ素、臭化シアン、塩化シアン、二酸化窒素、ホスゲン、メチル硫酸など
窒息性	二酸化炭素（炭酸ガス）、ヘリウム、一酸化二窒素、一酸化炭素、シアン化水素、硫化水素など
麻酔性	ほとんどの有機溶剤
神経障害性	二酸化炭素、ハロゲン化炭化水素、メタノール、マンガン、水銀など
腎肝障害性	四塩化炭素、四塩化エタン、ジオキサン、カドミウム
血液障害性	ベンゼン、フェノール、クレゾール、鉛、ホスフィンなど
肺障害性	難溶性粉塵、石綿、タルク、遊離ケイ酸、酸化ベリリウムなど
発がん性	コールタール、アスベスト、ニッケル、ベンゼン、クロム酸塩、ベンジジン、オーラミン、マゼンタ、メチル硫酸など

1.1.3 化学物質の危険・有害性に関する法律と学内規則

化学物質の多くは消防法、毒物及び劇物取締法、環境関連法、労働安全衛生法などにより、その取り扱いが規定されている。さらに、特に取扱いに注意が必要な危険物、毒物・劇物、高圧ガス等に関しては学内規則で取扱いを定めている。そのような法令や規則の主旨・精神を理解することは化学物質を取扱う上で非常に大事なことである。次に概要を示す。

(1) 消防法：火災発生の危険性が大きい、火災が発生した場合に火災を拡大する危険性が大きい、火災の際の消火の困難性が高いなどの性状を有する物品、保管・取扱量について、総量規制を定めている。学内規則では、危険物に関しての具体的な取扱いを定めている。

（学内規則）東京工業大学危険物管理規則（平成25年11月1日、規則第85号）

(2) 毒物及び劇物取締法：急性毒性による健康被害が発生するおそれが高い物質、毒性が強く、少量でも身体を著しく害する物質は、特に毒物又は劇物（毒劇物）として法的に指定されている。

注意）学内規則では、これら毒劇物の具体的な取扱いについて定めている。特に平成28年4月1日の改正で、毒劇物の学外への持出・持込が原則禁止となった。特段の理由が認められ事前に総合安全管理部門長の許可を受けた場合を除き、毒劇物の学外への持出・持込を行うことはできない。

(学内規則) 東京工業大学毒物及び劇物管理規則(平成10年4月1日、規則第119号)

- (3) **高圧ガス保安法**: 可燃性ガスは支燃性ガスとの混合や発火源による火災・爆発の危険性、毒性ガスはガス漏れによって健康被害や障害の毒性や危険性があるため規制されている。また、高圧ガスの保管上の安全面から高圧ガス容器(ボンベ)の貯蔵量が規制されている。学内規則では、高圧ガスの具体的な取扱いについて定めている。

(学内規則) 東京工業大学高圧ガス製造施設危害予防規程(平成16年4月1日、規程第3号)

- (4) **労働安全衛生法**: 危険または健康障害を生ずるおそれのある物質について、作業環境の管理濃度の設定、SDSの提供・容器への有害性のラベル表示、リスクアセスメントの実施などを義務づけている。

(学内規則) 東京工業大学安全衛生管理規則(平成16年4月1日、規則第58号)

東京工業大学化学物質等の管理及び化学物質等の取扱いによる健康障害の防止に関する規則(平成16年4月1日、規則第117号)

- (5) **廃棄物の処理及び清掃に関する法律**: 「特別管理廃棄物」に関わる化学物質および一般のごみ廃棄物の適正に分別・処分することによって、化学物質の流し、ドラフト、一般ごみへの混入を防止し環境汚染リスクを低減する。

(学内規則) 東京工業大学廃棄物取扱規定(平成16年4月1日、規定第9号)

- (6) **建築基準法施行令**: 消防法で定める危険物について、1防火区画内で貯蔵・取扱う量について規定している。
- (7) **火薬類取締法**: 硝酸塩、硝酸エステル、雷こう、アジ化鉛、塩素酸カリ、ニトログリセリン、トリニトロベンゼン、トリニトロトルエン、ピクリン酸、トリニトロクロルベンゼン、テトリルなどの爆発性化合物や爆発物、火薬類の製造、販売、貯蔵、運搬、消費その他の取扱を規制することにより、火薬類による災害を防止し、公共の安全を確保する。
- (8) **麻薬及び向精神薬取締法、覚せい剤取締法、大麻取締法**: 同法に定める麻薬、向精神薬、覚醒剤等にあたる化学物質について、盗難や紛失による社会的問題の発生を防止する。使用に当たってはあらかじめ関東信越厚生局、都道府県に申請や届出が必要である。研究室での使用において直接的な危険性はないが、社会問題の発生防止という視点からの化学物質の厳重な管理が必要。
- (9) **危険物船舶運送及び貯蔵規則**: 船舶による危険物の運送基準等を定める告示(大学の研究室の安全管理と直接的な法的規則とは関係はないが、化学物質の安全管理面から参考)
- (10) **航空法施行規則**: 航空機による爆発物等(放射性物質等)の輸送基準を定める告示(同上)

注意) 研究上、本学から化学物質を留学先等に持ち出す場合、又は海外から化学薬品を持ち込む場合は当該物質が上記(9)(10)の規則の対象物質ではないことを確認し、必ず所属部局長の承認を得る。毒劇物については、総合安全管理部門長の許可を受けなければならない。

2. 薬品の適切な使い方

本学では、多種類の化学物質が日常的に使われている。それらを安全かつ有効に使用するため、全ての教職員と学生に共通の注意事項を以下に示す。本来、化学物質の取扱い方法や装置の組み立て等が十分に適切である限りにおいては、化学実験はその他の多くの作業と比べ特別に危険なものではないはずである。化学物質を適切に取扱うことで事故を未然に防ぐことが重要である。

2.1 基本的注意

- (1) すべてのものは危険物質である。我々が実験室、作業場で取り扱う薬品、溶剤等は、発火性、引火性、爆発性、腐食性、有毒性など何らかの危険性を内包しているものであることを忘れない。
- (2) 実験室等における事故の90%以上は、危険性に関する知識の欠如と実験・作業における操作上の不注意すなわちヒューマンエラーに起因している。SDS（化学物質安全データシート）等で危険有害性に関する正確な知識を得て、化学物質の特性を理解してから、注意深く作業する。
- (3) 自己過信はそれ以上に危険である。事故は、やや慣れたところに起き易いものである。
- (4) 以上の人的な要因以外に、事故を防ぐための因子は多々ある。人がミスをしてでも事故に結びつかないような環境を整える（フルプルーフ）、複数段階でのチェック機能を設定する（インターロック、チェックリスト等）、マニュアルの作成と教育、警告表示、相互確認等である。こういった多様な防護手段について研究室内で知恵を出し合い工夫することが大切である。
- (5) 薬品等を取り扱う者はその入手から、保管、使用、廃棄にいたるまですべての責任を持たす。特に「廃棄」は、関連した重大事故事例があるので要注意。
- (6) 研究室の責任者は危険物の保有量、保管状況、使用状況などに関して安全の立場から絶えず観察、監視し、適当でない場合には実験者に注意を与える。
- (7) 保護眼鏡・適切な保護衣（白衣等）を着用し、サンダル履きは禁止。

2.2 薬品等の取扱いの注意

薬品等の使用にあたっては、まずその薬品等の危険・有害性について調べ、経験者の意見をよく聞く。法令や規則の記載のない薬品にも、毒性等のあるものがある。関連した薬品を参考にできる場合もある。保管場所のスペースや保管中の危険性、および最終処理法まで考えておきたい。本項では、以上のような、薬品取り扱いに際し、留意すべき必要最小限のことをまとめた。

2.2.1 購 入

- (1) 消防法で危険物と定められている薬品等は、一つの実験室、作業場、あるいは建物に

ついて保管可能な量が火災防止条例で規定されている（表2.1）ので、必要以上に購入してはならない。

- (2) 使用後の廃棄のことまで考えて、指定されていないものでも必要最少量を購入する。時間、費用、空間の無駄となるばかりでなく、廃棄費用もかかり、さらに研究上も古い薬品による実験は信頼性が低くなることもある。

2.2.2 保 管（IASOに登録すること）

(2.5「毒物・劇物について」、2.6.3「危険物の貯蔵・保管」、2.6.4「危険物の小分けと運搬」を参照)

- (1) 地震災害などを考慮し、薬品は他の物品以上に、転倒防止、容器の破損防止策を施す必要がある。できるだけ、プラスチック製のトレイ等の中に置く。特に棚の材質を侵す恐れのあるものは、二重容器にするなどの配慮を要する。
- (2) 実験室では、試薬は原則として30以下の安全な容器に保存する。
- (3) 薬品名が消えないように保護措置をとる。特に小分けした場合には、その場でラベルを貼る。ラベルにはインクなどは消えてしまうため、鉛筆で書き透明な塗料を塗る、印刷したラベルを貼る等、消えないよう工夫する必要がある。**記憶に頼るのは非常に危険である。**
- (4) 施錠保管薬品（法令で施錠保管が指定されている薬品、監督官庁から施錠保管の指示通達があった薬品、麻薬、覚醒剤取締法指定薬品およびそれらに容易に変え得る薬品、および本学で指定した薬品）については法令および指示を厳守する。すなわち錠の掛かる鉄製薬品戸棚に保管し、その鍵は実験・研究室の責任者またはその指定する教員が管理するものとし、紛失したときは部局長および総合安全管理部門に直ちに届け出るものとする。なお、これらの施錠保管薬品については使用簿を常備しておかなければならない（IASOの重量管理記録を使用簿に代えることが出来る）。
- (5) 有機溶剤類は、危険物倉庫に保管し、実験室等には最少必要量のみ置く。
- (6) 発火性薬品等は、金属製の保管庫などに所定の方法で保管する。
- (7) 過酸化物などショックで爆発する恐れのあるものは、ガラス共栓びんに入れてはいけない。
- (8) 混合すると発火、爆発、あるいは有毒物質に変身する薬品の組み合わせがあり、混合危険物と称する。地震などの際混合する危険を避けるため、保管にあたって、区分・配列に十分配慮する。（2.7「混合危険性物質について」・表2.3、表2.4を参照）

2.2.3 使 用

- (1) 使用する薬品およびその生成物についてSDSを熟読し、特に沸点、引火点、爆発限界、許容濃度、致死量などのハザードを洗い出し、リスクアセスメントを適切に実施する。リスク低減策として必要最少量で実験を計画する。

- (2) 薬品が身体に触れることは極力避ける。保護眼鏡、適切な保護着を必ず使用する。万一、薬品が皮膚や目についたときは、まず流水で15分以上洗浄する。その後、必要に応じて病院に行く。
- (3) 危険物質を扱うとき、あるいは危険が予想されるときには、万全の準備をして、まず少量で予備実験を行う。万一、事故が発生しても被害を最小限に食い止められるよう、消火布、消火砂、消火器を用意し、安全衝立、防護面、防護マスクなどを使用する。
- (4) 使用中のものを除いて、原則として、試薬ビンの実験台上に置かない。止むを得ず置く場合には、500cc以上を置かない。

2.2.4 処理、廃棄

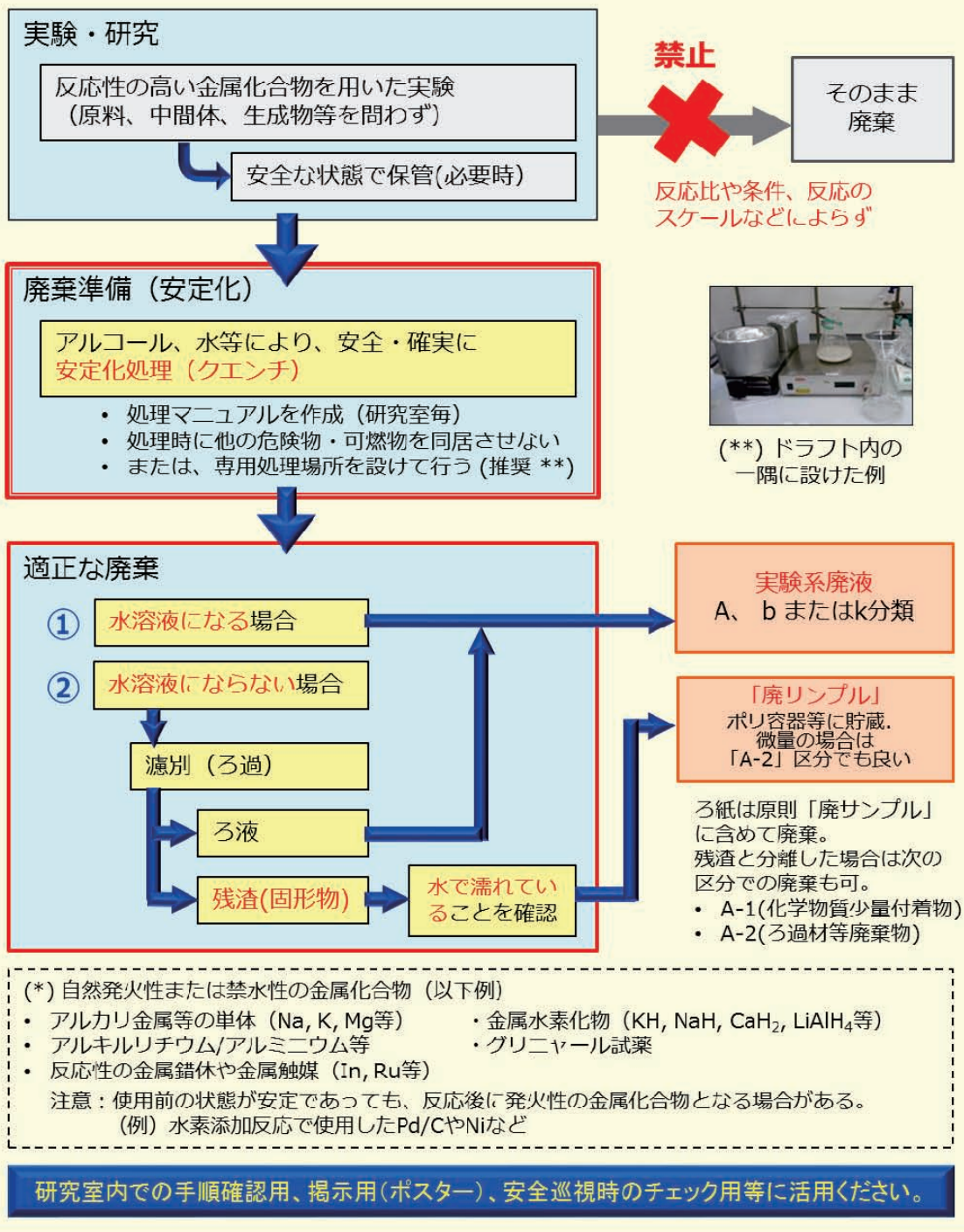
- (1) 危険薬品、有毒薬品および一般薬品の処理、廃棄にあたっては、公害関連法規、災害および火災防止諸条例等の主旨を十分理解・尊重し、また本学の規則、指示に従う。廃棄物の処理に関しては、本学では(学内規則) 東京工業大学廃棄物取扱い規定が定められており、「V-IV廃棄物の処理について」ではその内容が具体的に説明されているので、それに従う。
- (2) **実験で合成された生成物による事故が頻発している。**内容、使途を知っているのは使用した本人だけである。各自の責任において、不活化、廃棄処分などの後始末をする。特に、退職・卒業などで以後、実験室を離れるときには、十分に気をつけないと他の人には分からず、大変な迷惑を掛けることになる。特に、退職教員が残した不明試薬やサンプルによる事故が近年目立っている。“立つ鳥跡を濁さず！！”
- (3) 用済みの薬品、古くなった薬品は迅速かつ適切に処分する。内容物が分からなくなると処理が困難になり大変危険であるため、作成・使用した本人が、できるだけ早く処理する。決して他人任せにしないこと。
- (4) 禁水性の物質（反応性の高い金属化合物等）による火災が頻発している。反応性金属化合物の生成物やサンプル類を廃棄する場合は、その反応比や反応性等の条件に関わらず、全て安定化処理（クエンチング）を確実に行ってから廃棄する。また、それらの生成物やサンプル類を保管する場合は、ガラス等の不燃性の容器に入れ、ビニル袋やプラスチック等の可燃性の容器を使わない。廃棄の手順、「反応性の高い金属化合物による火災防止（フローチャート）」を次ページの図に示す。

2.3 実験室、作業場における安全上の注意

実験室、作業場には薬品だけでなく、いろいろな電気器具、機械類、高圧容器などがあり、それらの相乗作用により、事故が発生する危険性および発生した場合の被害は大幅に増幅される。本学でこのような実験、作業に従事する者は、学生実験・実習によって最も大切な基本は十分学び、あるいは学びつつある筈である。初心を忘れず、基本に忠実に謙虚に実験・作業を行う。

反応性の高い金属化合物(*)による火災防止(フローチャート)

2019年6月 総合安全管理部門



(**) ドラフト内の一角に設けた例

実験や作業は決して一人で行わない。特に夜間は助けを得られないので、化学物質を取扱う実験は可能な限り避ける。休日の実験もこれに準ずる。特に夜間、休日に実験を行う場合は、指導教員の事前承認を得ると共に、緊急時の連絡先(研究室責任者や教員の連絡先を含む)を事前に確認しておくこと。(I-I、1.4「一人実験、深夜・休日実験の注意」参照)

2.3.1 実験を始める前に

- (1) 実験器具、装置、配管、配線などを点検し安全を確認する。電気器具と化学反応装置などの配列もよく考える。なお、電気関係の安全心得「Ⅱ - I 電気を安全に使用するために」も十分理解しておく。
- (2) 消火器、防火用砂、防火布の位置を確認する。
- (3) 装置、特に加熱装置の周辺には余計な物品、特に可燃物を置かない。
- (4) オートクレーブ、ガスボンベ、低温装置など極限に近い条件を作り出す実験、作業では、経験者に相談し、特に安全に気を付けねばならない。
- (5) 化学実験室ではガラス器具の破損による傷害事故も多い。減圧（真空）系の使用、ガラス装置の組み立てなどにあたっては、基本通り慎重に行う。

2.3.2 実験時

- (1) 原則として、実験中は実験室を離れない。止むを得ぬ場合は、同室の者に実験内容や行き先をはっきり伝えておく。
- (2) 蒸留の際の沸騰石の使用など、基本事項は一つずつ確認して先に進む。忘れていたことに気が付いたら、その状態に対応せず、必ず原点（作業開始状態）に戻って出直す。“急がば廻れ”。
- (3) 「少量なら」と油断して、有害蒸気を出す物質をドラフト外で扱うなど、あえて危険を冒すことは絶対にしない。自分だけでなく他人を巻き込むことがある。
- (4) 事故が発生した場合には、一人で処理しようとせず大声で応援を頼む。

2.3.3 終了

- (1) 後始末が完全に終わってはじめて実験が終了したといえる。実験した当事者だけが内容を知っているのであり、器具の洗浄その他責任をもって適切な処置をとる。
- (2) 廃棄物のゼロ次処理・貯留などを規定に従って行う。

2.3.4 退出

- (1) 退出の際、ガス、電気、水道の元栓を締める。週末は特に注意深く確認する。
- (2) 水圧変動、断水、停電が起こることを想定した措置を講じておく。特に、アスピレーターや冷却水などから水圧変動により漏水した例は多く、他に多大の迷惑を掛けることを肝に銘じておくべきである。

2.3.5 終夜実験

- (1) 必ず所定の用紙で届け出を出す。その際、一人で終夜実験は行うべきでない。
※実験が深夜に及ぶ場合（24 時以降を目安）、実験者は必ず事前に文書またはメールで研究室責任者に届けを出し、研究室責任者は安全上の指導、確認をおこなった上で許可する。研究室責任

者がさらに部局長（または部局内で定めたもの）に届け出る必要があるかどうかは、各部局が定める。いずれの場合も、実験者への安全上の指導責任は研究室責任者にある。

- (2) 仮眠をとる際は、暖房器具による事故、ならびに換気に十分注意する。

2.4 化学物質による化学（損傷）熱傷について

2.4.1 原因物質の分類と作用メカニズム

傷害の程度が 1)濃度、2)量、3)接触時間、4)温度、に依存する一次刺激物質は次のように分類される。作用メカニズムは、基本的には化学的作用による蛋白凝固壊死である。

- 1) 酸（塩酸、硫酸、硝酸、フッ化水素酸、リン酸、など）

蛋白質と結合し **acid-albuminate** を作る。要するに蛋白凝固壊死を起こすが、酸は吸水性があり水分を吸収し固い乾性壊死組織となる。

- ① フッ化水素→刺激作用 深部組織まで壊死となる。
- ② 塩酸→灰白色：漂白作用
- ③ 硝酸→黄色：キサントプロテイン反応
- ④ 硫酸→黒褐色：炭化作用

- 2) アルカリ（水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、など）

- ① 吸水作用：細胞内脱水となる。
- ② 鹼化作用：脂肪変性起こし、反応熱を生じる。
- ③ **Alkaline proteinate** 形成：蛋白と反応し **alkaline proteinate** を形成
可溶性 OH⁻イオンを含み深部組織に反応が拡大し、深部組織に達する。

高濃度(pH>11.5)では接触数分後に刺激を感じるが、低濃度では麻酔作用が先行し数時間後まで刺激を感じず治療が遅れる。

- 3) 腐食性芳香族（フェノール、フェニルヒドロキシアミン、フェニルヒドラジンなど）

蛋白の凝固壊死

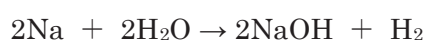
種類により酸あるいはアルカリとして作用

- 4) 脂肪族化合物（ホルムアルデヒド、イソシアネート、酸化エチレン、エチレンイミン、三塩化酢酸、など）

脱脂作用と蛋白変性作用

- 5) 金属およびその化合物（ナトリウム、酸化カルシウム、塩化亜鉛、四塩化チタニウム、炭酸ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウム、ベリリウム塩、バリウム塩、マグネシウム、水銀及びその化合物、など）

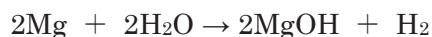
- ①水と反応、強酸と反応熱を発生：



- ②水溶液が酸・アルカリ：



③H₂ ガスを発生：



- 6) 特定の非金属およびその化合物（燐、燐化合物、硫化水素、塩化硫黄、二酸化硫黄、過塩素酸、フッ素化合物、四塩化炭素、臭素、など）
反応性に富み、酸化して自身は強酸となる。

2.4.2 化学熱傷の特徴

1) 損傷の持続時間：

高熱による熱傷では接触開始とともに破壊が始まり、除去されると停止するが、化学熱傷では化学反応とともに進行し、除去されても内部に浸透した薬物が不活化されるまで進行する。

2) 初期に深度が評価できない：

初期に深達度を正確に評価できない。IIs の深度であっても水疱を形成しないことがある。皮膚の色調が変化してしまうため、色調による深度の評価ができない。

3) 他臓器の毒性：

薬物により腎毒性、肝毒性を来すものがある。

4) 熱傷創感染：

二週間以内では細菌が検出されることは少なく、熱傷創感染は少ないと言われている。

2.4.3 化学熱傷の治療方針

1) 出来るだけ早く、大量の水で長時間洗浄：

長時間行うほど有効。6～12時間を目安。中止して局所の熱感、疼痛が再燃するならさらに洗浄。局所に点滴で持続滴下する方法もある。過度の冷却には注意。洗浄の目的は以下のとおり。

- ① 薬物の除去と希釈
- ② 化学反応の停止、緩和
- ③ 組織pHの正常化
- ④ 組織代謝の抑制による消炎効果
- ⑤ 反応熱の冷却
- ⑥ 薬物吸水性の拮抗

2) 原則として中和剤は用いない：中和剤を用いない理由は以下のとおり。

- ① 中和反応による熱の発生
- ② 中和できるくらいなら水洗できる
- ③ 容易に中和できないなら中和剤も大量に必要
- ④ 浸潤した薬剤の中和は出来ない

⑤ 中和剤を常備するのは実際的でない

⑥ 直ぐに使えない

3) 局所の治療は熱傷に準ずる：

IIs～IIIdのことが多い。IIId～IIIと判断されたら躊躇なくデブリードマン、植皮を行う。

2.4.4 特別な処置を要する化学熱傷

1) フッ化水素酸：猛毒性強酸

50%以上では直後より疼痛。20%以下では疼痛出現まで8時間以上要する。

① 大量の水で洗浄

② カルシウム・マグネシウム製剤で中和：

・局所：8.5%グルコン酸カルシウム(カルチコール)を有痛性受傷部周囲に皮下浸潤注射

・動注：カルチコール10ml + 5%ブドウ糖液(or生食)40ml を4時間かけて動注

効果判定は、疼痛の軽減

③ 積極的デブリードマン：爪下の浸潤では躊躇なく抜爪

④ 肝・腎傷害、低カルシウム血症：吸収量が多ければ要注意

2) クロム酸：猛毒性

皮膚からの吸収が速やかで臓器不全となる。

体表面積1%程度でも各種臓器不全が報告されている。5時間までに血中濃度ピークとなる。

① すべての組織を切除

② 血液透析：広範囲か治療開始遅れたら血液透析が必要

3) イソシアネート：水溶液で猛毒シアン酸(HOCN)

発砲樹脂やプラスチックの原料

① 汚染部をイソプロピルアルコールで洗浄：毒性少ないウレタンとなる。

② 大量の水で洗浄

4) ナトリウム・カリウム合金：(含む生石灰)

熱媒体、不安定な個体、水と激しく反応し高熱、強アルカリとなる。

① 可及的に機械的に除去：いたずらに時間を費やすより水洗

② 大量の水で洗浄

2.4.5 誤飲してしまった場合

腐食性食道炎となる。日本では酸性腐食剤、欧米ではアルカリ性腐食剤が多い。最近、農薬、洗剤、洗浄剤によるものが多く報告されている。

1) 酸性腐食剤による傷害：

表面組織が凝固壊死、表面を保護するため深層に達することが少なく、食道より胃病変が中心。

2) アルカリ性腐食剤による傷害：

誘拐壊死を起こし深層までおよぶ。食道病変が中心。いずれも濃度・量・接触時間・胃内容物・嘔吐・逆流などにより傷害はさまざま。

3) 口腔内病変と胃・食道病変は関連しない：

口腔内にも発赤・水疱・潰瘍・痂皮形成起こるが、食道や胃病変の重症度と関連しない。

4) 初期治療方針：

①催吐は禁忌： 逆流により傷害を増強

②胃洗浄： 洗浄剤として牛乳が第1選択

- ・蛋白質の緩衝作用がある
- ・胃管から回収でき、手容易で取り扱い簡単
- ・服用薬品名不明の場合、有効

③急性期合併症： ショック、喉頭浮腫、縦隔炎、食道穿孔、胃穿孔に注意

5) 慢性期合併症： 食道狭窄、幽門狭窄を起こすことがある。

2.5 毒物・劇物について

先に記したように全ての薬品は危険物と考えるべきであるが、毒性が強く、少量でも身体を著しく害するものは、特に毒物または劇物として672物質が法的に指定されている。これらは、事故が発生した場合、不特定多数の人に大きな被害をおよぼす恐れがあり、取り扱い上の注意が義務づけられている。その多くは、既に述べたことと重複するが、事故の未然防止の観点から「毒物及び劇物取締法」、「同施行令」、「同施行規則」に基づき、管理上特に留意すべき事項を以下に記す。

- ① 特定毒物は、毒物のうちで特に急性毒性の程度が著しいものであり、四アルキル鉛、モノフルオール酢酸等であり、学術研究のための製造・輸入又は使用以外には製造・輸入・使用は禁止されている。
- ② 毒物は、シアン化水素、砒素、フッ化水素、水銀等が該当する。
- ③ 劇物は、トルエン、キシレン、フェノール、メタノール、クロロホルム、硫酸、アンモニア等が該当する。
- ④ 表示義務： 毒物および劇物容器および貯蔵・陳列場所には、「毒物及び劇物指定令」で表示が義務づけられており、「医薬用外毒物（赤地に白字）」、「医薬用外劇物（白地に赤字）」と表示する必要がある。別の容器に移し替えたときにも忘れないように。
- ⑤ 毒物は毒物で、劇物は劇物で、それぞれできるだけまとめて保管する。例えばキャビネットの引出しの一つを毒物用、別の一つを劇物用としてキャビネットの正面に表示ラベルを貼る（次図参照）。キャビネットの中で仕切り板や箱等を用い毒物と劇物を区分して保管しても良い。この場合も各仕切り等毎に毒物、劇物を表示するとともに、キャビネットの正面にもそれぞれの表示をする。
- ⑥ 保管庫に施錠し、教員が鍵を管理する。
- ⑦ 毒物については、使用毎に記録（IASOの重量管理記録で行う）を残し、常時、研究室毎に在庫量を把握する。

- ⑧ 劇物については、定期的に（年 1 回以上）在庫量の点検をすることが勧められる。
- ⑨ 毒劇物は、原則、学外へ持出、学外からの持込は禁止。特段の理由で必要な場合は、事前に申請し、総合安全管理部門長の許可を得なければならない。



2.6 危険物について

2.6.1 危険物の分類について

危険物はいろいろな法令で定められている。

1) 消防法で定める危険物：692

火災発生または火災を拡大する危険性が大きく、消火の困難性が高いなどの性状を有する物質で保管・取扱量について総量規制を定めている。その性状に応じて6つに分類される。

- ①第1類（酸化性固体）
- ②第2類（可燃性固体）
- ③第3類（自然発火性・禁水性物質）
- ④第4類（引火性液体）

第1石油類（引火点21℃未満）

第2石油類（引火点21℃以上70℃未満）

第3石油類（引火点70℃以上200℃未満）

第4石油類（引火点200℃以上）

⑤第5類（自己反応性）

⑥第6類（酸化性液体）

火災予防の観点から危険物の貯蔵、取扱い、製造、運搬等について設備、取扱作業、点検等について規制されている。

塩素系有機溶剤以外の洗浄剤として一般に使用されている可燃性の洗浄剤は、危険物第4類のアルコール類に該当する。

2) 高圧ガス保安法で定める危険物

一般高圧ガス保安規則によって、可燃性ガス、毒性ガスが定義されている。

- ①可燃性ガスは、プロパン、ブタン等が該当するが、二硫化炭素、ベンゼン、メチルアミン、メチルエーテル等も取り扱われる状況によっては該当し、火災・爆発の防止の規制等を受ける。
- ②毒性ガスは、原則的に高圧ガスに該当するもののうちACGIHのTLV-TWA値が200ppm以下の

ものとされている。アンモニア、塩素、フッ素等が該当するが、アクロレイン、二硫化炭素、ベンゼン、メチルアミン、ジエチルアミン等も取り扱われる状況によっては該当する。

3) 労働安全衛生法で定める危険物：1,013

本法においても消防法に近い危険物を定義している。安衛法危険物の分類は5分類からなり、

- ①爆発性の物（消防法の第5類にほぼ相当）
- ②発火性の物（消防法の第2、3類にほぼ相当）
- ③酸化性の物（消防法第1類にほぼ相当）
- ④引火性の物（ただし、消防法の引火点の区切りと異なり - 30℃未満、 - 30℃以上0℃未満、0℃以上30℃未満、30℃以上65℃未満の4つに分けられる。）
- ⑤可燃性のガス

2.6.2 引火物の定義について

1) 引火性物質の定義と取扱法

可燃物の危険性はおおむね引火点で決まり、引火点が低いほど危険である。引火点とは、物質が揮発して空気と可燃性の混合物を作ることができる最低温度をいう。可燃性の液体が加熱され引火点以上になった時、その液面のすぐ上部に点火源（裸火、火花など）を近づけると燃焼が始まると考えてよい。引火性物質を使用するときは、室内の換気を良くし、蒸気が空気より重いことを考えて、換気口を床に近く設けるなど排気設備に注意する。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、日照から遠ざけて置くことが大切である。

2) 特殊引火物

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がある。

- 1) 引火点が低く、極めて引火しやすいので、裸火は厳禁である。また、使用時は近くの電気ヒーター、電気炉も電源を切る。
- 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。
- 3) 一度引火すると、爆発的に広がり消火しにくい。従って、他の溶剤などを遠ざけておく。
- 4) 蒸気濃度が非常に高いので、毒性、刺激性のあるものは、防毒マスク、ゴム手袋を着用し、ドラフト中で取り扱う。

表2.1

危険物の類別、指定数量、性質と取扱い

2011.12.21改

類別 (性質)	品名	性 状	指定数量	危険 等級	備 考	貯蔵・取扱方法
第1類 (酸化性固体)	1 過酸素酸塩類					
	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 碲酸塩類					
	7 ヨウ素酸塩類					
	8 過マンガン酸塩類					
	9 重クロム酸塩類					
	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 塩素化インシアヌル酸 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	第1種酸化性固体 第2種酸化性固体 第3種酸化性固体	50 kg 300 kg 1,000 kg	I II II	酸化性固体とは、固体(液体(1気圧において、温度20℃で液状であるもの又は温度20℃を超え40℃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℃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試験において政令で定める性状を示すもの又は衝撃に対する感受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であることをいう。	・強酸と接触させない ・可燃物との貯蔵はさける ・加熱、衝撃、摩擦をさける ・容器の破損による漏出を避ける ・直射日光を避け、換気のよい冷暗所に保存する
	10					
	11	前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの				
第2類 (可燃性固体)	1 硝化リン		100 kg	II		
	2 赤リン		100 kg	II		
	3 硝黄		100 kg			
	4 鉄粉		500 kg	III		
	5 金属粉					
	6 マグネシウム		100 kg	II		
	7 その他のもので政令で定めるもの	第1種可燃性固体				
	8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第2種可燃性固体	500 kg	III		
	9 引火性固体		1,000 kg	III		
	1 カリウム		10 kg			
	2 ナトリウム		10 kg			
第3類 (自然発火性 物質及び禁 水性物質)	3 アルキルアルミニウム		10 kg	I		
	4 アルキルリチウム		10 kg			
	5 黄リン		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	10kg	I		
	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	50kg	II		
	9 金属のリン化物					
	10 カルシウム又はアルミニウムの炭化物					
	その他のもので政令で定めるもの 塩素化けい素化合物	第3種自然発火性物質及び禁水性物質	300kg	II		
	11					
	12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの					

表2.1

危険物の類別、指定数量、性質と取扱いは

2011.12.21改

類別 (性質)	品 名	性 状	指定数量	危険 等級	備 考	貯蔵・取扱方法
第4類 (引火性液体)	1 特殊引火物		50リットル	I	引火性液体とは、液体（三石、四石及び動植物油類）にあっては、1気圧において、温度20℃で液体であるものに四る。）であって、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であることという。 特殊引火物：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100℃以下のもの又は引火点が-20℃以下で沸点が40℃以下のもの 一石：アセトン、ガソリンその他1気圧において引火点が21℃未満のもの アルコール（変性アルコールを含む） 二石：灯油、軽油その他1気圧において引火点が70℃以上200℃未満のもの 三石：重油、軽油その他1気圧において引火点が70℃以上200℃未満のもの 四石：キヤー油、シリガー油その他1気圧において引火点が200℃以上のもの 動植物油類：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であって、1気圧において引火点が250℃未満のもの	・火気厳禁 ・引火点より低い温度に保つ ・第1類、第5類から離す ・静電気に気を付ける ・熱膨張による容器の破損を避けるため、容器は満タンにしない
	2 第一石油類	非水溶性液体	200リットル			
	3 アルコール類	水溶性液体	400リットル			
	4 第二石油類	非水溶性液体	1,000リットル			
		水溶性液体	2,000リットル			
	5 第三石油類	非水溶性液体	2,000リットル			
		水溶性液体	4,000リットル			
6 第四石油類		6,000リットル				
7 動植物油類		10,000リットル				
第5類 (自己反応性物質)	1 有機過酸化物			自己反応性物質とは、固体又は液体であって、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であることという。	・加酸、衝撃、摩擦を避ける ・可燃物から離す ・他の製品と接触させない ・冷暗所に保存する ・容器が破損しないようにする	
	2 硝酸エステル類		10kg			I
	3 ニトロ化合物	第1種自己反応性物質				II
	4 ニトロ化合物					
	5 アゾ化合物	第2種自己反応性物質				100kg
	6 ジアゾ化合物					
	7 ヒドラジンの誘導体					
	8 ヒドロキシアルアミン					
	9 ヒドロキシアルアミン塩類					
	10 その他のもので政令で定めるもの 一 金属のアジ化物 二 硝酸ジアニジン 三 1-アリアルオキシ-2,3-エポキシプロパン 四 4-メチレニデオキセタン-2-オン					
	前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの					
11						
第6類 (酸化性液体)	1 過塩素酸			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であるこという。	・他の可燃物、金属から離す ・貯蔵にはガラス製の容器等を用いる ・人体に接触させない ・水分や湿気に注意する	
	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		300 kg			
	5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの					

- ・備考欄の危険物の試験及び性状については、危険物の規制に関する政令、第一条の三から八を参照。
- ・備考欄の危険物から除外されるものについては、省略。消防法別表第一の備考および危険物の規制に関する規則、第一条の三を参照。
- ・表中、複数の性質に該当する物品が属する品目については、危険物の規制に関する規則、第一条の四を参照。
- ・表中、性状に記載された分類は、危険物の規制に関する政令、別表第三の備考を参照。
- ・表中、危険等級による容器については、危険物の規制に関する規則、別表第三（固体用）、別表第三の2（液体用）参照。
- ・表中、「危険物第5類第十号の政令で定めるもの」の三号と四号については、平成22年9月1日より施行。（政令第16号、官報5261号H22.2.26）
- ・表中、「危険物第1類第十号の政令で定めるもの」の九号については、平成24年7月1日より施行。（政令第405号、官報号外276号H23.12.21）

2.6.3 危険物の貯蔵・保管

消防法では「火災発生または拡大の危険性が高い」「火災の際の消火の困難性が高い」などの性質を有する物質を「危険物」として指定し、火災予防上の観点から、その貯蔵、取扱および運搬が規制されている。消防法により危険物として指定された物品の類別と危険性を勘案し規定された指定数量、各級の性質の概要を表2.1に示す（P91～92）。

- 1) 危険物倉庫や実験室等で貯蔵、取扱できる危険物の量は、表2.2に示すように指定数量の倍数として定められている。指定数量の0.2倍以上の場合は、構造等が消防法・地方条例に適合することを確認して消防署に申請または届出を行う必要がある。また、申請および届出した品名以外の危険物の貯蔵、取扱を行う場合は、あらかじめ変更の手続きが必要となる。
- 2) 実験室に保管する危険物はできるだけ少量とし、一斗缶（18ℓ）入りの溶剤類は、危険物倉庫または少量危険物倉庫に保管しなければならない。
- 3) 危険物倉庫および少量危険物倉庫は、それぞれの部局運営規定に従って使用する。
- 4) 危険物倉庫は保安監督者、少量危険物倉庫内は少量危険物管理責任者が、チェックリストを活用し、適切に管理することになっている。
- 5) 危険物倉庫および少量危険物倉庫の利用者は規則を遵守して他研究室の迷惑にならぬよう十分気を付ける。
- 6) 使用予定のないものは、なるべく早期に廃棄処理をする。内容不明になると危険性が著しく増大する。
- 7) 溶剤の空容器に注意する。空容器の内部は溶剤の蒸気で爆発限界範囲になっていることが多い。
- 8) 消防法で定める異なる類に属する危険物について表2.3に示すように混合危険性のある類は混載できない。

表 2.2 危険物の貯蔵・取扱い場所の種類と許容「指定数量」

貯蔵・取扱施設		指定数量の倍数	貯蔵・取扱が可能な範囲	法令又は学内規則に基づく責任者の名称
法令上の名称	用途			
屋内貯蔵所	危険物倉庫	任意(1 倍以上)	法令に基づき申請を行った「危険物の類・品名」「倍数」	保安監督者(法令)
少量危険物貯蔵取扱所	少量危険物倉庫 および 取扱量の多い 実験室	0.2 倍以上、 1 倍未満 (学内規則で 0.6 倍以下に制限)	都道府県条例に基づき届出を行った「危険物の類・品名」「倍数」	少量危険物管理責任者(学内規則)
—	一般の実験室(防火区画)	0.2 倍未満	0.2 倍未満であれば危険物の種類は任意	危険物管理責任者 ＝火元責任者 (学内規則)

表 2.3 消防法による混載禁止

	I	II	III	IV	V	VI
第1類危険物（I 個体酸化性物質）		×	×	×	×	○
第2類危険物（II 個体還元性物質）	×		×	○	○ ^a	×
第3類危険物（III 禁水性物質）	×	×		○ ^b	×	×
第4類危険物（IV 可燃性物質）	×	○	○ ^b		○ ^b	×
第5類危険物（V 爆発性物質）	×	○ ^a	×	○ ^b		×
第6類危険物（VI 液体酸化性物質（強度））	○	×	×	×	×	

×混載禁止（混合危険） ○混載可（混合危険なし）

○は混合危険はないとされているが

a：混合危険ありと考えられる。 b：場合によっては混合危険ありと考えたほうがよい。

- 1) 危険物倉庫や少量危険物倉庫で危険物を小分けする場合、必ず屋外の風通しのよいところで、白衣・作業着など露出の少ないものを着用し、保護眼鏡、保護手袋等、適切な保護具を使用して行う。
- 2) 小分けした危険物（30以下）の運搬は、破損しても**内容物が外へこぼれない**ようにバケツ、トレー等に入れて行う、または容器に破損しにくいソルベン缶等を用いる。運搬は有事に対処するため、必ず二人以上で行う。

2.7 混合危険性物質について

一般に2種以上の物質が混合された場合、混合熱や化学反応によって急激な沸騰、飛散、ときには発火、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。例として、濃硫酸への水の添加、多量の固形水酸化ナトリウムに少量の水の添加、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もの、などに分けられる。混合危険物として、表2.4の組み合わせ例がある。

表2.4にはないが、混合により有毒なガスを発生する組み合わせも少なくない。例えば、シアン化物と酸でシアン化水素を、次亜塩素酸塩（サラシ粉類）と酸、または塩化物と酸化剤で塩素を、硫化物と酸で硫化水素を、アンモニウム塩と塩基でアンモニアを発生する。

表 2.4 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・その他の塩化炭化水素、二硫化炭素及びハロゲン（反応）	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
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	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、フッ化水素酸、銀化合物
銅（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	三酸化クロム（酸化反応・酸素の発生）	酢酸、ナフタリン、カンファー、グリセリン、テレピン油、アルコール類
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	フッ化水素酸（濃）（激しい発熱反応）	アンモニア（含水、あるいは無水）
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（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	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
臭 素（ 〃 ）	塩素と同じ	硫酸（遊離塩素酸、過マンガン酸の生成・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、リチウムのような軽金属の過マンガン酸塩）
ヨウ素（ 〃 ）	アセチレン、アンモニア（溶液あるいは無水）・水素	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、三酸化クロム、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）
フッ素（同上、特に結合エネルギーが大きいため発熱大）	すべての化合物に対して反応性は著しく大	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
二酸化塩素（激しい発熱反応・生成物の分解）	アンモニア、メタン、ホスフィン、硫化水素	アニリン（酸化反応）	硝酸、過酸化水素
塩素酸塩（急激な酸化反応）	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	シュウ酸（過激な分解）	銀、水銀
過塩素酸（急激な酸化反応）	無水酢酸、ビスマスおよびそれらの合金、アルコール、紙、木材	クメンヒドロパーオキシド（急激な反応）	酸類（有機あるいは無機）
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、フルフラル	引火性液体（酸化反応・過酸化物生成・急激な反応）	硝酸アンモニウム三酸化クロム、過酸化水素、硝酸、過酸化ナトリウム、およびハロゲン

注 表中の（ ）内の表示は原因を示す。

2.8 酸素欠乏症・硫化水素中毒について

酸素欠乏症・硫化水素中毒は、致死率が高く非常に危険であるが、作業環境測定、換気、送気マスク等の呼吸用保護具の使用などの措置を適正に実施すれば発生を防ぐことができる。また、酸素欠乏、空気・硫化水素の発生のおそれのある場所の確認と災害防止のための措置・作業方法の点検を行うことが必要である。

1) 酸素欠乏症

空気中の酸素濃度が低下することを酸素欠乏といい、酸素欠乏状態の空気を吸入することで酸素欠乏症にかかる。酸素欠乏症になるとめまいや意識喪失、さらには死に至る場合がある。

酸素濃度	症状等
21%	通常の空気の状態
18%	安全限界だが連続換気が必要
16%	頭痛、吐き気
12%	目まい、筋力低下
8%	失神昏倒、7～8分以内に死亡
6%	瞬時に昏倒、呼吸停止、死亡

2) 硫化水素中毒

硫化水素は自然界の様々な状況で発生している。汚泥等の攪拌や化学反応等によっては急激に高濃度の硫化水素ガスが空気中に発散されることもある。硫化水素ガスは嗅覚の麻痺や眼の損傷、呼吸障害、肺水腫を引き起こし、死に至る場合もある。

硫化水素濃度	症状等
5ppm 程度	不快臭
10ppm	許容濃度(眼の粘膜の刺激下限界)
20ppm	気管支炎、肺炎、肺水腫
↓	
350ppm	生命の危険
↓	
700ppm	呼吸麻痺、昏倒、呼吸停止、死亡

3) 酸素欠乏等の原因等

物の酸化	① 鉄製タンク、船倉などの内部（内壁がさびる） ② くず鉄、石炭、魚油などが入れているタンク、貯蔵施設などの内部（貯蔵又は運搬中の物の酸化） ③ 乾性油を含む塗料で塗装され、その塗料が乾燥する前の通風が不十分な施設の内部（塗料が酸化） ④ 井戸などの内部（土中の鉄分がさびるなど）
穀物、果菜、木材等の呼吸	① 穀物、飼料が入れている貯蔵庫などの内部（牧草、食料品の貯蔵） ② 原木、チップなどが入れている貯蔵施設などの内部（木材の呼吸、発酵など）
有機物の腐敗、微生物の呼吸	① し尿、汚水などのタンク（下水や汚物中の微生物の呼吸） ② 暗きよ、マンホール、ピット等（地表から流入した汚水の中の微生物の呼吸） ③ 醤油、酒など入れたことのあるタンク（密閉されたタンクの内部などでの微生物の呼吸） 微生物の繁殖に伴い、硫化水素が発生するおそれもある。
人の呼吸	内部から開けることのできない冷蔵庫、タンクなど（密閉された環境での酸素消費）
不活性ガスの流入	① 窒素等の不活性ガスが封入されたタンクや貯蔵施設の内部（火災、爆発、酸化防止のため窒素封入等） ② 溶接作業の行われているピットやタンクの内部（溶接作業の際のアルゴンガスなどの滞留）
冷媒に使用されるガスの滞留	冷凍機室、冷凍倉庫、冷凍食品輸送トラックなどの内部（冷却のためのドライアイスの気化ガス充満など）
酸素欠乏空気などの噴出	① 埋立地、トンネル、ガス田地帯の建物基礎坑の内部（メタンガスの噴出）

	② 地下プロパン配管の付近（配管かえの際のガスの噴出） ③ 船室、地下駐車場、可燃物取扱場所 （炭酸ガス消火装置の誤作動、故障） ④ 石油タンカーの油槽内、精油所のタンク内 （石油ガスの遊離、低沸点溶剤の気化）
--	---

（厚生労働省資料）

3. 薬品類を使用するにあたっての危険性

3.1 溶剤による事故例

- 1) エーテルをガロン瓶から小出し中、2m離れたバーナーから引火した。
- 2) 分液ロートを用いエーテルで抽出、ロートを使って三角フラスコに移している時、近くのバーナーから引火し、火傷をした（エーテル蒸気が重いため床をはった）。
- 3) エーテル抽出実験中、内圧が上がって吹出し、近くのガス火で引火した（炭酸水素ナトリウム（重曹）などで中和抽出のときなど更に注意）。
- 4) エーテル溶液の入ったフラスコを冷蔵庫で保管中、エーテルの蒸気が洩れて（庫内でフラスコが壊れることもある）、庫内スイッチの火で爆発して扉が飛んだ（防爆冷蔵庫を使用する）
- 5) 蒸留のとき加熱したまま、忘れていた沸騰石を加えたら突沸し引火した（冷却後沸騰石を加える。実験室ではよくある）。
- 6) フラスコをアセトンで洗って乾燥器に入れたところ、アセトンが気化し爆発、乾燥器の扉がはずれて遠くまで飛んだ。
- 7) テトラヒドロフラン蒸留中溶媒蒸気がもれ、近くのバーナーの火から引火。
- 8) フェニルニトロメタンのエーテル抽出液を濃縮中、突沸してガスバーナーから引火。

3.2 有機金属化合物による事故例

- 1) 不注意により、トリエチルアルミニウムの容器を倒し、壊したための発火。
- 2) 注射器で採取中のジエチル亜鉛がもれて近くのチリ紙が発火、消火しようとした時に倒したビーカー中のメタノールに引火。炭酸ガス消火器で消火。
- 3) 不注意により、ジエチル亜鉛の100ml受器を壊し、燃え出す。炭酸ガス消火器で消火しながら砂をかぶせ、徐々に完全燃焼させた。

3.3 過酸化物または酸化剤による事故例

- 1) 過酸化アセチルを重合開始剤として用いるため、スパーテルを用いて秤量中爆発し指を切断した。
- 2) 30% H_2O_2 水溶液でガラスロート上の有機物を洗浄したところ、ろ過びんの中に過酸化物がたまり爆発した（夏季）。
- 3) 過酸化物を用いてエポキシ化を行い、その生成物を蒸留したところ爆発し片眼失明した。

- 4) MnO_2 に H_2O_2 水溶液を添加して O_2 を発生中、添加が急速だったため、ガラスが破れて負傷した。
- 5) 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りに過マンガン酸カリウムを加えたところ爆発した。
- 6) HClO_4 溶液と硫酸で有機化合物を分解していたところ、分解の末期に爆発した。

3.4 自然発火性物質による事故例

- 1) 黄リンの入ったびんを棚に置いたところ、棚から落ち発火した。
- 2) トリエチルアルミニウム（溶剤で希釈したが濃度はまだ濃かった）の入ったビンをボール箱に入れ運搬中、びんにひびが入りもれて発火した。
- 3) ラネーニッケル触媒を用いて水素化後、反応液を濾別、溶媒で洗浄後、ろ紙ごとゴミ入れにすてたところ乾燥発火し、紙くずに燃え移った（このことはよくあることなので十分注意する）。
- 4) トリエチルアルミニウムをフラスコに入れ、鉄製旧型氷冷冷蔵庫に保管したところ、何等かの原因でフラスコがわれたが酸欠のため発火することなくアルミニウム酸化物に変わっただけですんだ。
- 5) 少量の金属水素化物を実験後、不用意に大気中に取り出して発熱させた。驚いて試料をゴミ箱に落してしまいゴミが焦げた（自然発火等の可能性のある試料は確実に不活化する）。

3.5 金属ナトリウムによる事故例

- 1) 石油中に貯えた金属Naの削り屑を、ピンセットでアルコールに入れ反応してしまったと思い、石油を不注意に流しに捨てたら残っていた小粒のNaによって発火し、石油に引火しボヤとなった（環境保全面からも溶剤類を流しに捨ててはいけない）。
- 2) 石油中に貯えられた金属Kの削り屑の入った瓶を、室外で処理するため運搬中に落したところ発火した（Naより危険）。
- 3) 金属Naを反応させたアルコールを、水中に捨てたら分解が不十分であったため発火・燃焼した（アルコールの膜が金属Naの表面に生成するので反応しにくくなる。このようなときはアルコールを加え、上澄層に水を摘下し $\text{RONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ROH} + \text{NaOH}$ とし、反応を促進させる）。
- 4) 瓶の底の少量の、古くなって表面が酸化または Na_2CO_3 になった白色のNaに、不用意に水を加えたら爆発。
- 5) 金属Na片を取扱ったピンセットを流しで洗浄、しばらくして発火した。ピンセットにナトリウム片が残留していたと思われる（Naを取扱った器具は、確実に不活化処理する）。

3.6 酸による事故例

- 1) 希硫酸をピペットで吸うとき、口中にまで吸い込んだ。
- 2) 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した。
- 3) 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。
- 4) 濃硝酸から王水を作るとき、誤って手にこぼして化学熱傷した。

3.7 アンモニアによる事故例

- 1) 夏季、瓶を開けたとき、内容物が吹出し、呼吸困難となった。
- 2) アンモニアボンベのバルブの閉めが不完全で、ガスもれが止らず避難した。
- 3) 手製の容器にアンモニアガスを充填し帆布で包んで運搬中、熔接個所が切断破裂して、アンモニアによって凍傷を受け、また呼吸器障害をおこした。
- 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ぎ、卒倒してけがをした。

3.8 水銀による事故例

- 1) 水銀2.5gを赤熱板上に落とし、気化した蒸気を吸入し急性中毒死した。
- 2) 許容濃度以下であったが水銀蒸気を長時間吸入していたので、水銀中毒特有の現象が出てしまった（研究には同一種類の実験を長時間行うことがある）。

3.9 混合危険物による事故例

- 1) 長く放置した塩化銀（アンモニア性溶液中に沈殿した）を回収するため過したものが乾燥時爆発した（アジ化銀生成のため）。
- 2) アクリル酸塩化物と NaN_3 でアクリル酸アジドをつくり、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ため（酸塩化物とイソシアナートの沸点が近い）沈殿銀を加えて蒸留したところ爆発。
- 3) ニトロ化反応物を蒸留中、少なくなった残液が爆発した（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したところ、発火した（水、アルコールが蒸発、エステル化が進行）。
- 5) Reppe のアルキノール合成反応に使った触媒を放置しておいたら乾燥し、わずかな衝撃で爆発した（湿った状態では安定）。

4. ガラス器具、容器などの使用上の注意

ガラスによる事故は過去10年ほど、毎年10件前後継続的発生しており、本学の実験系の事故の約1/4を占める。ガラスによる事故を防止するために、以下のような点に留意する。

- (1) 圧力のかかるガラス製反応容器を用いる場合（減圧下で用いる場合も同様）。これらの容器が破裂した場合、非常に重大な事故につながる可能性がある。

- ① 万一の破裂に備えて、ガラスと作業者の間に遮蔽板（ポリカーボネート板、ドラフトチャンバーの全面ガラス等）を必ず置く。遮蔽板を超えた位置で作業しない。
 - ② 保護手袋を装着する。
 - ③ 長袖の上着を着る。
 - ④ 必要に応じてフェイスシールドを着用する。
- (2) ガラス器具に力を加える場合（固くなったガラス栓やゴム栓を取り外す等）。これまであまり大きな怪我はないが、発生件数は毎年非常に多い。
- ① 耐切創手袋（図参照）を装着する。
 - ② ガラス器具を扱う研究室では、複数の耐切創手袋を備え、適切に使用するよう学生に周知する。
- (3) 使用前にガラス器具や容器を目視点検し、縁の欠けや割れなどがないか確認する。欠けや割れがあった場合は廃棄する。

耐切創手袋



V-II PRTR法および関係法への対応について

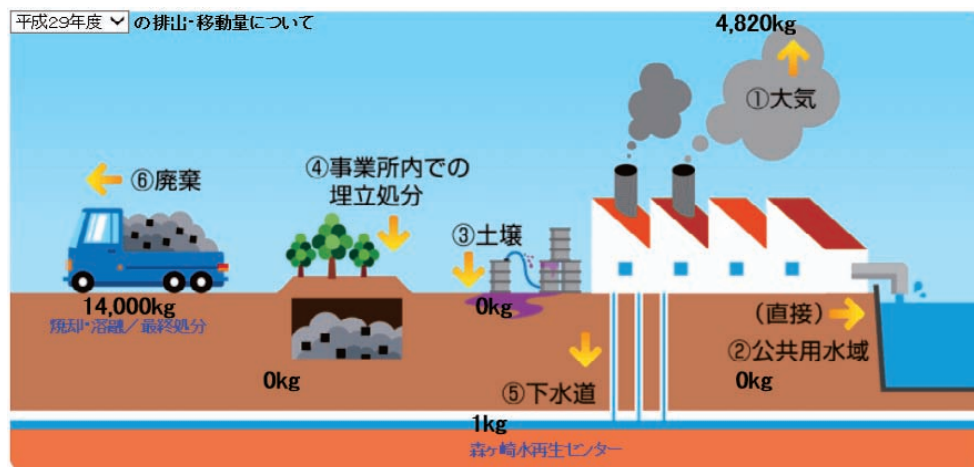
1. PRTR 制度とは

PRTR（Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度）とは、有害性のある多種多様な化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組み。化学物質排出把握管理促進法（化管法）の柱の一つとして、事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的として制定された。

対象としてリストアップされた化学物質を製造したり使用したりしている事業者は、環境中に排出した量と、廃棄物や下水として事業所の外へ移動させた量とを自ら把握し、行政機関に年に1回届け出る必要がある（本学では、大岡山キャンパス、すずかけ台キャンパスの2事業所）。また、事業所のデータは、ホームページ上で公開する。

【ホームページ公開例】

(平成 29 年度大岡山キャンパス)



※ 環境省 PRTR インフォメーション広場 参照：

<https://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>

1.1 対象化学物質

PRTR 制度の対象となる化学物質は、「第一種指定化学物質」として定義されている。具体的には、人や生態系への有害性(オゾン層破壊性を含む)があり、環境中に広く存在する(暴露可能性がある)と認められる物質として、計 462 物質が指定されている。そのうち、発がん性、生殖細胞変異原性および生殖発生毒性が認められる「特定第一種指定化学物質」として 15 物質が指定されている。

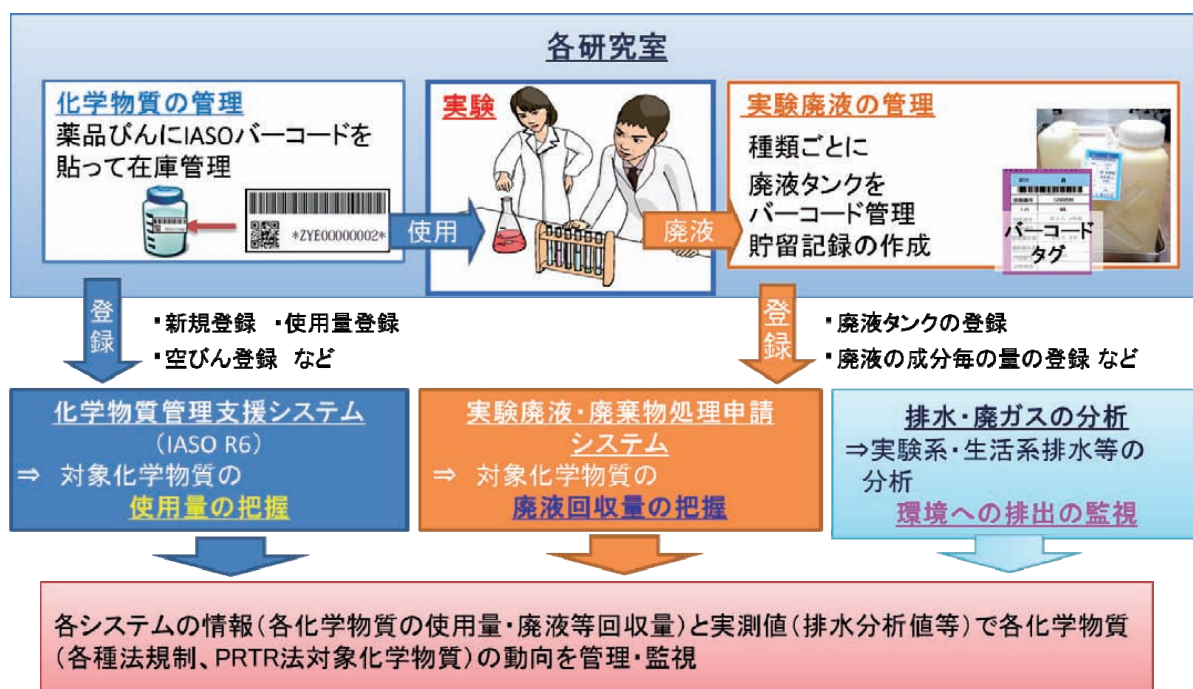
第一種指定化学物質の例

揮発性炭化水素	ベンゼン、トルエン、キシレン等
有機塩素系化合物	ダイオキシン類、トリクロロエチレン等
農薬	臭化メチル、フェニトロチオン、クロルピリホス等
金属化合物	鉛およびその化合物、有機スズ化合物等
オゾン層破壊物質	CFC、HCFC 等
その他	石綿等

※ 詳細は、経済産業省の HP 内 PRTR 制度を参照：

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/

1.2 本学の PRTR 対象物質管理の仕組み（排出量等の算出方法）



※上記システム情報、実測等により PRTR 対象物質の動きを把握し、行政への報告に利用

2. 化学物質等安全データシート (SDS)

事業者が、対象化学物質等を他の事業者に移譲・提供する際には、その有害性や取扱いに関する情報(SDS、Safety Data Sheet、安全データシート)の提供を義務付けるとともに、ラベルによる容器の表示が定められている。SDS の提供義務対象となる化学物質は、労働安全衛生法（厚生労働省）では 673 物質（※平成 30 年 7 月 1 日現在）、化学物質排出把握管理促進法（化管法、経産省）では 562 物質である。

研究者は、自ら取り扱う化学品の適切な管理のために、事前に SDS を良く読みその有害性や取扱い上の注意等について把握しておく。研究室が保有している化学物質の多くについては、化学物質管理システム (IASO R6) の中で SDS を見ることができる。

V-III 化学物質管理支援システムについて

1. 化学物質管理支援システムの概要

1.1 目的

本学における化学物質等の管理及び化学物質等の取り扱いによる健康障害の防止に関する規則第5条に「化学物質等を取り扱う職員は、当該化学物質等について、IASO（東工大化学物質管理支援システム）に登録しなければならない。」と規定されており、化学物質使用の際には「IASO」システムに登録して、適正管理を行うことが重要である（図1参照）。また、実験廃液・廃棄物は、「実験廃液・廃棄物処理申請システム」により回収を行っている（V-IV参照）。この2つのシステムで「学内の全化学物質を登録し、その使用、廃棄までを管理する」ことができる。

本学では、平成13年12月にIASOの前身のシステムである「TITech ChemRS」を本格稼働させ、平成26年度に、現在の「IASO」に移行した。本学では、この「IASO」のデータから全学の化学物質の使用量、「実験廃液・廃棄物処理申請システム」のデータから化学物質の廃液回収量を集計することによって、PRTR法に基づく、化学物質の環境中への排出量および移動量の国への報告に利用している（図2参照）。

1.2 主な機能

IASOシステムで在庫量・使用量の管理（研究室ごとに管理）

1. 保管場所ごとに、薬品ビンID（IASOバーコード）に薬品ビン情報（薬品名・内容量・保管場所等）を登録
2. 薬品ビンID単位で在庫管理（毒物は、使用毎に重量を管理）

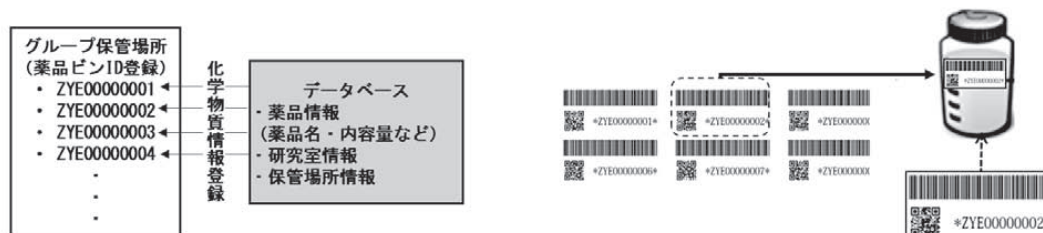


図1 IASOの仕組み（IASOバーコードによる登録管理）

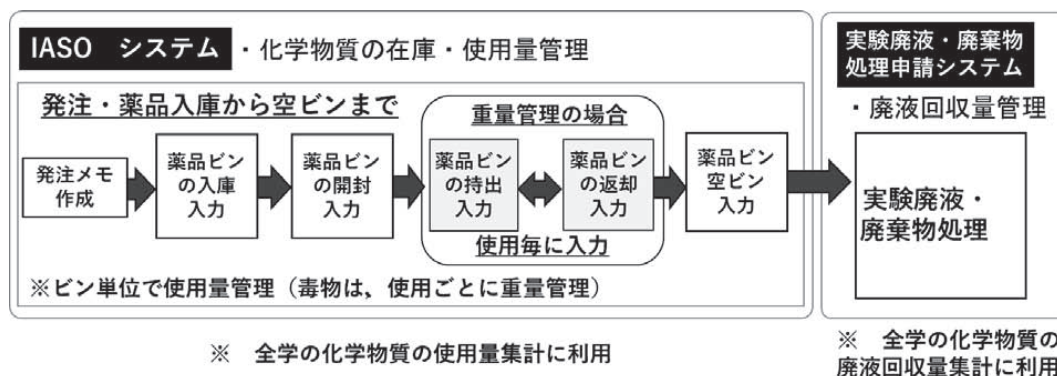


図2 本学の化学物質管理の仕組み（IASO、実験廃液・廃棄物処理申請システム）

2. 化学物質管理支援システムの利用

2.1 利用申請

利用開始にあたっては「IASO 使用許可願」を提出し、グループID、ユーザーIDを取得する必要がある。使用許可願は、以下の環境・安全推進室のウェブサイトからダウンロードできる。

- ・マニュアル・申請書等（ダウンロード）：<http://www.envpro.titech.ac.jp/download.html>

2.2 利用方法

IASO システムにアクセスして、グループ ID とパスワードを入力してログインする。システムの URL は、以下のとおりである。

- ・単位管理サーバー（単位管理で利用申請した場合はこちら）

<http://iaso-t.envpro.titech.ac.jp/iasor6/>

- ・重量管理サーバー（重量管理で利用申請した場合はこちら）

<http://iaso-g.envpro.titech.ac.jp/iasor6/>

また、利用方法のうち導入マニュアルは起動画面の Help（下図（左）を参照）に、操作方法はログイン後の各画面の Help（下図（右）を参照）に掲載している。



図3 IASO R6 起動画面

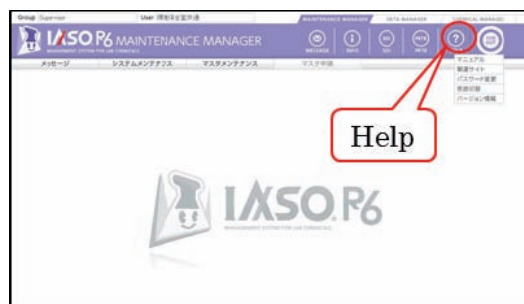


図4 操作マニュアル掲載画面

2.3 利用上の留意点

1) 薬品の発注と「発注メモ」機能

本学の発注書として「発注メモ」機能で作成した薬品の発注メモを利用できる。ただし、薬品マスターに登録されている価格は参考であるため、薬品の購入価格を手入力する必要がある。余白に、支出財源等の予算情報および予算詳細責任者のサインを記載する。「発注簿」への記載を忘れずに。

2) 薬品の入庫、空びん情報等の速やかな入力

本学では IASO システムの登録データを利用して、学内の危険物・毒劇物管理状況の把握や、使用量の把握を行っている。また、これらのデータは薬品の環境への排出量の算出根拠となっている。したがって、薬品の登録や空びん登録等は速やかに適正に行う。

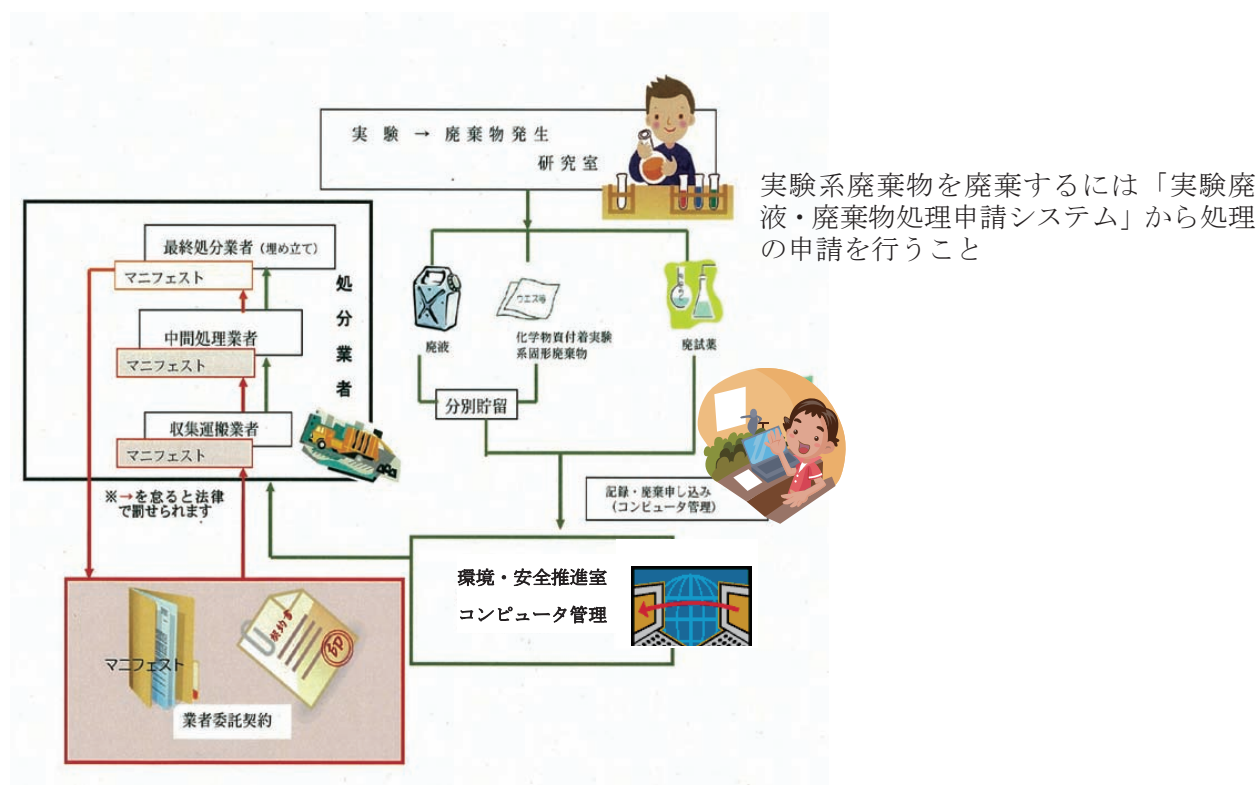
3) 毒劇物・危険物の保管・管理の徹底

近年の社会情勢を鑑み、特に犯罪に利用される可能性のある毒劇物や危険物については本システムの「棚卸」機能を利用して保管状況の管理を定期的に行うことを推奨する。また、これらの薬品を研究室外に持ち出す等不正使用が無いよう周知徹底する。

V-IV 廃棄物の処理について

【廃棄物の処理】

- 廃棄物の管理・保管・処理は、排出者の責任である
- 実験廃液および化学物質付着物は「実験系廃棄物」として回収すること
実験特有の理化学製品は、未使用で化学物質の付着が全くない安全なものであっても実験系廃棄物とすること（廃棄後の処理工程では、使用・未使用の判断がとても困難である）



【廃液の管理、保管】

- 沈澱物の濾過をすること（固形残渣物は、有害物質が含まれていない場合は、化学物質付着実験系固形廃棄物として申込む）
- ポリタンクごとに「貯留記録用紙」を用意して実験廃液をポリタンクに投入するたびに記入し、廃液回収時に提出すること。ポリタンク内は多様な成分の混合廃液なので同じ廃液区分でも反応を起こしたり、発ガスする可能性があるので注意が必要である。正確な貯留記録は、良好な実験室環境を保つために必要である。
- 廃液貯留用の丈夫なポリ容器（10L、20L 等）を研究室で用意すること
- 正しく分類をすること

廃棄物処理の原則

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により、事業場活動（研究活動等）に伴って生じた廃棄物は、自らの責任において適正に処理しなければならない。本学ではこの法律および法律に準拠して定めた学内規則（廃棄物取扱規程）に基づき、ブロック（廃棄物取扱規程参照）ごとに廃棄物管理責任者を選出し、対処することとしている。

実験流しからの排水（2次洗浄水までは廃液として回収）も産業廃棄物として規定されるので法や条例に基づき対処することが重要である。

1. 実験系廃棄物の取扱いと処理方法

実験系廃棄物の処理は「国立大学法人東京工業大学廃棄物取扱規程」（2004.4）および総合安全管理部門環境・安全推進室ホームページ(www.envpro.titech.ac.jp)に掲載の取扱方法に従って行う。

なお、法律等の改正に伴い、実験系廃棄物の処理法を改訂する場合は環境・安全推進室ホームページに記載する。

本学から出る実験系廃棄物は適正処理のみならず再生資源として再利用の拡大を図り、表1（P113）のように分類して適正な管理を行わなければならない。

実験系廃棄物のなかでも特に有害物質といわれる化学物質は爆発性、火災危険性、混合危険性、人体の健康に影響を与える毒性、感染性およびそれらの可能性のある物質で、これらは排出者の責任において管理を行い適正に処分しなければならない。

廃棄物は学内廃棄物取扱規程（平成16年制定国立大学法人東京工業大学廃棄物取扱規程）により、次のことを遵守し、適正な処分を行わなければならないので、廃液および廃棄物の処理を各研究室で独自に業者委託せず、環境・安全推進室に指導・助言を受けることが望ましい。

- (1) 事業場ごとに廃棄物管理責任者（特別管理産業廃棄物管理責任者を兼ねる）を選出し、大岡山・田町地区は都知事に、すずかけ台地区は横浜市長に、所在地の知事等に届け出ること。
- (2) 有害廃棄物はブロックごとに適正な管理のもとに収集・保管し、外部への委託処分を行なう。搬出する際には各ブロックの廃棄物管理責任者が必ず立ち会うこと。
- (3) 外部委託処理を行なう際、ブロックの廃棄物管理責任者は委託業者の許可証および中間処理場・最終処分場の現場確認を行うこと。
- (4) 外部委託処理を行なう際、搬出者の所属するブロックの事務担当者は委託業者と書面による契約を結び、管理票(マニフェスト)の交付をしなければならない。
- (5) 契約書、管理票(マニフェスト)及び委託業者の許可証は5年間保存すること。

1.1 実験廃液

1.1.1 実験廃液の分類と保管方法

実験廃液は無機廃液と有機廃液に分け、外部業者に処理委託されている。両者とも安全に貯留、処理される為には適切に分類して保管することが重要である。表2（P114）に分類方法と注意事項を示す。

研究室内に保管されている実験廃液は室内の有機溶媒濃度を上昇させる主要な発生源となる。化学物質のばく露を低減するため、できるだけ有機溶剤を揮散させないように、蓋を必ず閉める、換気のよい場所に置くなどの対策を講じる。

万一、ポリタンクに割れや亀裂等が発生し液体が漏れる場合に備え、ポリタンクの下にはステンレス又はプラスチック等のトレーを必ず敷く。

1.1.2 廃液の貯留内容物の記録

廃液の貯留容器（ポリタンク）ごとに「貯留記録用紙」を用意して実験廃液を貯留容器に投入するたびに記入、この記録用紙は廃液回収時に提出する。貯留容器内は多様な成分の混合液体なので同じ貯留区分でも反応を起こしたり、発ガスする可能性があるので、注意が必要である。正確な貯留記録は良好な実験室環境を保つためにも必要である。

1.1.3 注意事項

(1) 無機廃液についての注意

下記表に掲げる廃液イ～ニは処理方法が異なる為、実験が終了した時点で指定された成分を取り除いて貯留し搬入する。特にイは有毒なシアンガスが発生する危険性があるので、直ちに分解処理ができない場合は pH10 以上のアルカリ性水溶液として貯留する。

イ	シアン化合物および含シアン化合物を含む廃液	シアン
ロ	有機物を含む廃液	有機物
ハ	硫化物を含む廃液	硫 黄
ニ	含フッ素化合物を含む廃液	フッ素

(2) 有機廃液についての注意

- ・有機廃液は貯留、運搬、処理工程でより大きな単位に混合される、混合による反応等の事故を防止するため pH に対する受入条件を設定している。表2に従い pH の調整を行うこと。中和方法等不明な点は環境・安全推進室に相談する。

- ・実験室内に保管できる消防法の危険物の量は決まっている。実験・研究に使用する試薬品だけでなく廃液等も危険物に該当するのでこまめに廃棄することが大事である。

表2における f、f-N、j、g、p、h-L 分類の廃液は危険物第4類第一石油類に、f-OH は第4類アルコール類に相当する。

1.1.4 廃液の搬出の仕方

ホームページに掲載してある回収予定表に従って、環境・安全推進室に次頁の要領で申し込む。「実験廃液・廃棄物処理申請システム」の「次回 回収予定」に掲載された申込内容及び搬出時間を確認して搬出する。

① 申込手順

搬出日の6日前までにweb上の「実験廃液・廃棄物処理申請システム」を使用して申し込む。

但し、「実験廃液・廃棄物処理申請システム」を使用するには事前の登録が必要なので、ホームページから実験廃液・廃棄物処理申請システム登録申請書をダウンロードして記入・捺印後、環境・安全推進室へ学内便で送付する。

② 搬出および空容器の回収

廃液容器には必ず「容器識別カード」を添付する。廃液の受付時、容器返却時に必要となる。識別カード一式は「実験廃液・廃棄物処理申請システム」を利用して作成する。

また、搬出時には下記事項を確認する。

- ・沈殿物はろ過してあるか
- ・廃液量は適切であるか
- ・二層分離していないか
- ・キャップはしっかり閉まっているか
- ・容器に破損はないか

搬出日には指定された時間内に搬出場所で「実験廃液分別貯留記録用紙」（web上の「実験廃液・廃棄物処理申請システム」からダウンロードしてタンクに実験廃液を投入するたびに投入者がその内容物を正確に記入しておく）を添えて環境・安全推進室職員に手渡す（その際必ず研究室の教職員が1名立会う）。搬出された廃液を適正処理する為の分析を行ない、処理できない物質が検出された廃液は研究室に返却する。

空容器は次回搬出日に指定した場所に返却するので、必ずその日の内に容器を回収する。

1.2 化学物質少量付着物（毎月回収）

化学物質付着実験系廃棄物は実験系廃棄物の分類（表1）に具体的に挙げたような廃棄物を行い、各処理法ごとに以下の注意点に留意して分類・保管・管理して産業廃棄物として搬出する。申込み方法は「1.1.4 廃液の搬出の仕方」準じて行う。廃液搬出との相違は「容器識別カード」に代わる「廃棄物収集予定済みリスト」の提出である。

また、特別管理産業廃棄物に相当する有害物質付着廃棄物は「廃サンプル」として廃棄すること。洗浄操作を行えば基準以下になる有害物質付着廃棄物は下記 A-3 に示した洗浄操作を行えば搬出が可能となる。

産廃A

定義：焼却→熔融2段階処理される廃棄物

属性：A-1～6とする

A-1 化学物質少量付着物	紙類（キムワイプ・薬包紙・その他実験で使用した紙類） アルミ類（アルミホイル・アルミ TLC プレートに限る） デスポ手袋（PE 製・ゴム製）プラスチック類（チップ・チューブ・試薬容器など）化学物質使用デスポ注射筒
---------------	---

	※但し、溶媒等が付着したチップは容器（プラスチック製空容器等）に入れ、その他のプラスチック類とともに容器ごとにビニール袋に入れる。試薬容器の洗浄は不要、ただし試薬を使い切っていること
A-2 ろ過材等廃棄物（有害化学物質と接していないもの）	ろ過で発生した廃棄物のうち有害化学物質と接していない、ろ紙、キムワイプ、ガーゼ類、プラスチック網、綿類および残渣はビニール袋に入れる
A-3 水洗浄ろ過材等廃棄物（有害化学物質と接したもの（但し Hg および Hg 化合物含有廃液に使用したものは除く））	有害化学物質をろ過して発生した廃棄物（ろ紙、キムワイプ、ガーゼ類、プラスチック網、綿類および残渣）は洗ビンで十分に洗い流すか、ビーカー等内で水洗いする（固形廃棄物の重量が 10% になるように水を加える）等の洗浄操作をろ液が水質汚濁法の排水基準を満たすまで行なうこと。洗液は 60mesh でろ過し（ろ液は廃液処理施設へ）水洗浄ろ過材等廃棄物としてビニール袋に入れる。
A-4 廃ポリタンク	開蓋して搬出 (Hg および Hg 化合物含有廃液に使用したものは除く)
A-5 無菌並びに薬物による滅菌寒天・ゲル類	プラスチック製シャーレ、バイアルビン等に入ったままで可。ただし、保管・搬出中に袋が破損しないように厚手のビニール袋を使用する。抗生物質、環境ホルモン等を含むものは必ず焼却処理が必要。
A-6 ろ過困難沈澱含有水系廃液	ろ過が困難な沈澱廃液（ろ過に数日要するようなもの）の中で有害化学物質を含まない水系廃液に関しては産廃 A 扱いにできる。ただし、ポリタンクは返却されず、廃棄処分となる。搬出時はポリタンクに水和性、難燃性と明記する。

産廃 B

定義：溶融処理工程のみで処理される廃棄物

属性：B-1～2 とする

B-1 ガラス類	ガラス瓶・ガラス器具類・化学物質使用のガラス製注射筒・ガラス TLC プレートを指す。ガラス瓶は搬出直前に開蓋し（臭気がある場合は蓋をしたまま手渡し）、蓋は A-1 で出すこと。試薬ビンの中で引き取り制度があるメーカーのものについてはできるだけその制度を活用する。
B-2 シリカゲル類	溶媒をできるだけ大気中・水中に放散しないように循環式アスピレーター、またはトラップ付吸引ろ過により除去し、一作業ごとにビニール小袋に入れて密閉し、蓋付き容器で保管する。搬出時には大きめのビニール袋に小袋ごと入れて出すこと。二重のビニール袋に入れる。法律で定められた有害化学物質に相当する溶媒を使用したカラムは、例えばメタノール等で洗浄除去すればこの分類で出せる。なお、使用溶媒について溶媒名、およその残留量を申込用紙に必ず明記する。（注：一斗缶では搬出できない）。

産廃C (生物系実験廃棄物)

定義：焼却→溶融 2 段階で処理される廃棄物（疑似感染性廃棄物として処理される）

属性：C-1～2とする

C-1 注射針・シリンジ	生物系の実験に使用した注射針はプラスチック容器に入れて出す。生物系の実験に使用した注射筒もビニール袋で密閉して出す。 化学系シリンジ針はプラスチックの容器に入れ、容器表面に「化学系シリンジ針」と明記して安全性を確認して搬出する。
C-2 ゲル、寒天培地等	滅菌処理をしていないゲル、寒天培地等は産廃 C として申し込み、周囲が汚染されぬよう厚手の専用ビニール袋に密閉して保管管理を行う。抗生物質、環境ホルモン等を含むものは必ず焼却処理が必要

1.3 廃試薬 (年 1 回 回収)

各研究室で不用となった試薬は、まず、IASO で廃試薬登録する。

IASO の「廃試薬登録リスト(CSV 形式)」をメールに添付し申請する。詳細は環境・安全推進室ホームページ（申し込み受付開始のお知らせ等）を参照する。

1.4 廃サンプル（本学での定義は下記のとおり） (随時回収)

(定義 1) 実験により合成、生成、混合した化学物質

(定義 2) ラベルのはがれた試薬、容器を入替えた試薬、製品サンプル等

化学物質の安全な適正処理には正しい化学物質情報の提供が必須である。そのために内容物が不明のサンプル類は、分析により廃棄方法の検証を行い、廃サンプル処理申請する。その際、教職員・学生たちが研究のために作成した化学物質等の中には非常に不安定でかつ危険性の高い物質もあることから、分析依頼の際には少ない情報でも研究室管理者として把握していることは必ず提供する。また、封印または不活性ガス充填された廃サンプル類は内容物が不安定であることが多い。それらを廃棄するには内容物の性状を認識している指導教員の立会いの下、開封して安定化処理をした後、その旨を申請用紙の備考欄に明記して申請する。

1.5 水銀廃棄物 (不定期 回収)

以前は定期回収していたが発生量が少なくなってきたので、不定期に回収になった。

また、処理費についても受益者負担としている。回収時には部局等経由で回収案内をするので、「水銀廃棄物処理申請書」をメール添付して申込む。

その他、詳細については環境・安全推進室ホームページや各種通知を参照する。

1.6 内容物が不明な廃試薬・廃サンプル・廃液

内容物が不明な廃試薬・廃サンプル・廃液は回収・処理をすることができない。

処理業者に委託するためには廃棄物の性状等の情報が判別していなければならないと法律「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）」で定められている。

廃棄するための判定（種類、性状、有害等）が必要となるため、内容不明廃棄物を廃棄した場合は環境・安全推進室に連絡し、相談すること。（空気中で反応するもの、爆発性のものは安定化後でなければ処理の受付をしない。）

その後、環境・安全推進室からの指示にもとづき処理申請等を行うこと。また、廃液として廃棄する場合は、貯留記録用紙の代わりに環境・安全推進室発行の文書を提出すること。

内容物が不明な廃棄物・廃サンプル・廃液を発生させないためには、卒業・移動等の際に、廃液・廃サンプルを必ず処分し、後任者に委託する場合は、必ず内容物がわかるように記録を添付するよう注意する。

2. 実験流しの使用についての注意

本学の実験流しおよび局所排気装置の湿式スクラバーは法令上の特定施設となっている。そのため下水道法等の排水規制を受けている。実験で使用した化学物質等を実験流しから流した場合、容易に下水排除基準を超えてしまう。この場合、大学全体が排水停止処分等を受けることにもなるので十分に注意する。また、ドラフトチャンバー内だからという判断で有機溶剤等を大量に揮発させるとスクラバー洗浄水へ化学物質が大量に移動することになり、下水排除基準を超えてしまう上にスクラバー洗浄水を産業廃棄物として処理しなければならず、手間と経費がかかるので、注意する。



化学物質を流しちゃダメ!!

東工大の流しは、直接下水につながっている“特定施設”です

どろどろ、べたべた

○ウエスで拭き取り、化学物質付着実験系固形廃棄物[A-3]へ
○拭き取った後の容器は、「さらさら、液体」へ⇒



さらさら、液体

○原液、一次・二次洗浄水は水洗浄の場合[k]へ
○一次・二次洗浄水は少量で有効
例：100mLの容器の場合5～10mLで充分

化学物質を回収して環境に優しく、廃液を減らして経済にも優しく



3. 環境・安全推進室の利用について

環境・安全推進室は、学内共同利用施設として環境保全に関する教育・研究を行い、本学の研究教育活動に伴って発生する環境汚染を未然に防止することを目的としている。また、次のような問い合わせに対しても随時、指導助言している。

- 1) 処理困難な廃液の取扱
- 2) 化学物質の有害性・危険性に関する情報
- 3) 実験系廃棄物の処理の仕方および関連法令について
- 4) 環境汚染が生じる恐れがあるか、または生じた場合の指導・助言及び対応
- 5) 環境保全に係わる教育・指導
- 6) IASOR6 及び IASO-G の利用方法およびデータの活用方法
- 7) 実験室の作業環境管理に必要な測定等

【環境・安全推進室連絡先】

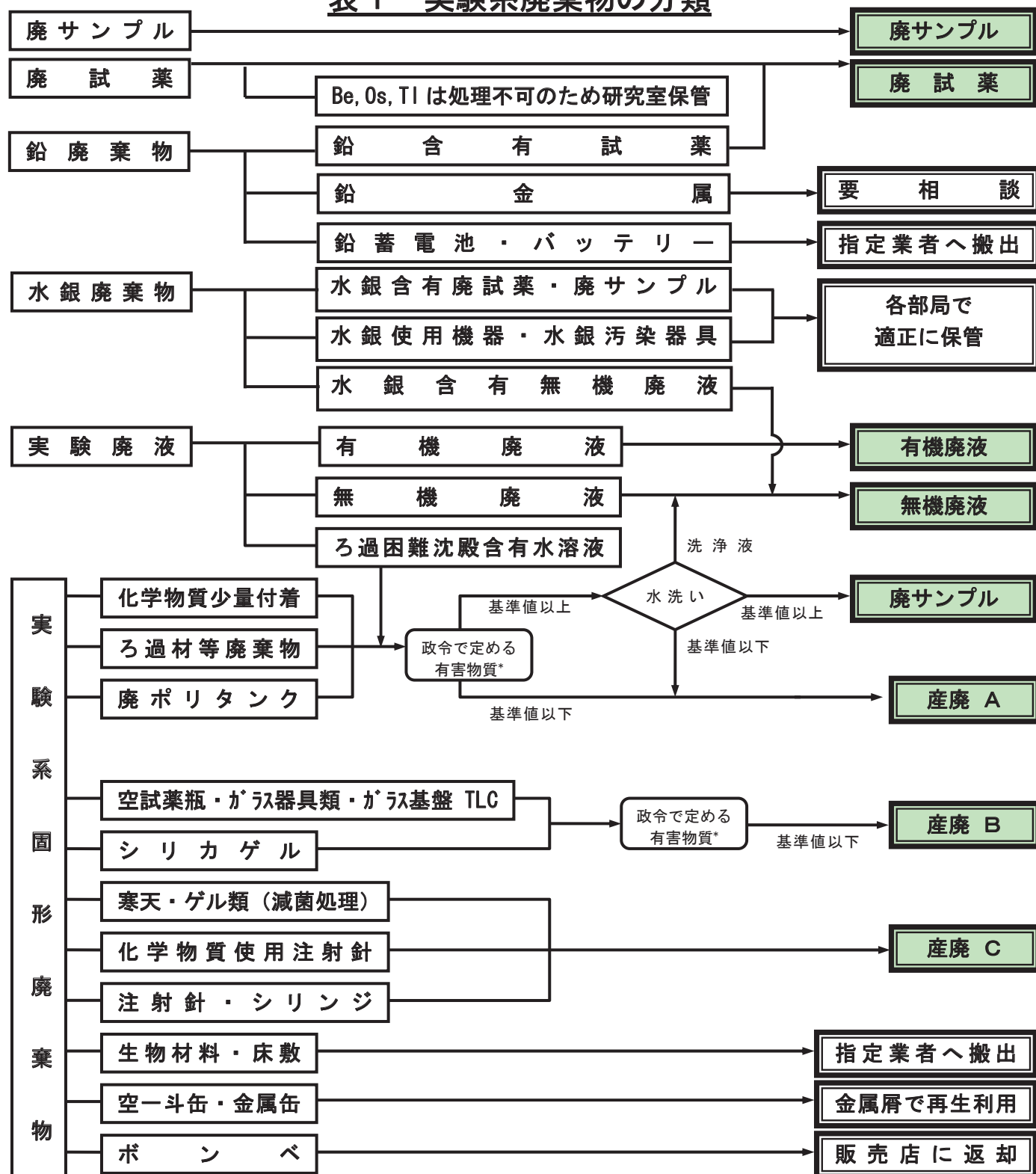
内線： 3040 (3313)

メールアドレス：

waste@envpro.titech.ac.jp (実験系廃棄物に関する問合せ)

centerhp1@envpro.titech.ac.jp (その他に関する問合せ)

表 1 実験系廃棄物の分類



【注意事項】

- ・ 化学物質付着廃棄物であり、上記に記載された項目以外の処理方法等については環境・安全推進室にお問合わせください。
- ・ 廃掃法および条例の遵法上、廃液および廃棄物の処理を各研究室で独自に業者委託しないで下さい。また、各事業場で個別に回収・処理を実施する場合、事前に環境・安全推進室にご相談ください。

表 2 廃液分類の概要と注意事項

分類記号	概要・注意事項	受入条件	
		ポリ容器	pH
a	法律上の有害重金属（Cd、Pb、Cr、As）を含む無機廃液	10or20L	特になし
a-Hg	水銀を含む水溶液。ポリタンクは返却されない。	10or20L	特になし
b	法律上の有害重金属以外の重金属含有無機廃液	10or20L	特になし
b-f	フッ素化合物含有水溶液。	10or20L	特になし
b-p	リン化合物含有無機廃液	10or20L	特になし
d	硫酸、塩酸、硝酸などの酸性無機廃液	10or20L	特になし
e	アルカリ性溶液	10or20L	特になし
c 現	写真現像液	10or20L	特になし
c 定	写真定着液	10or20L	特になし
f	アセトン、メタノール、トルエンなどの一般有機溶媒、および揮発油類 pH7以上に中和し、10L ポリ容器で搬出	10L	7 以上
f-N	ピリジン、ホルムアミドなどの含窒素廃液。pH7以上に中和し、10Lポリ容器で搬出	10L	7 以上
f-OH	含水有機廃液・有機酸（酢酸、プロピオン酸など）含有廃液。pH3以上に中和し、10Lポリ容器で搬出	10L	3 以上
g	ジメチルスルフィド、ジメチルスルホキシドなどの含硫黄有機溶媒。pH7以上に中和し、10Lポリ容器で搬出	10L	7 以上
h-a	トリクロロエチレン、クロロホルム、四塩化炭素などの有機ハロゲン系溶媒を含有する水溶液。pH7以上にして搬出	10or20L	7 以上
h-L	トリクロロエチレン、クロロホルム、四塩化炭素などの有機ハロゲン系溶媒。10Lポリ容器で搬出pH7以上にして搬出	10L	7 以上
i	重油、潤滑油、切削油、シリコンオイルなどの鉱物油、又は植物油。pH7以上にして搬出。	10or20L	7 以上
j	灯油、軽油、ガソリンなどの揮発油。pH7以上に中和し、灯油、軽油は10Lポリ容器で、ガソリンは専用の金属容器で搬出	10L	7 以上
k	錯化合物・有機金属化合物を含む水溶液、アンモニウムイオン・硝酸イオン・有機物を含む水溶液	10or20L	3 以上
p	含リン有機溶媒。pH7以上に中和し、10Lポリ容器で搬出	10L	7 以上
シアン系	フェリシアン・フェロシアン、その他シアン含有廃液など、 <u>pHは必ず 10 以上にすること</u> ポリタンクは返却されない	10or20L	10 以上
培養液	主成分が培養液、適正な滅菌処理済みであること。化学物質を含む場合は、内訳として明記すること	20L 以下	特になし
スクラバー排水	スクラバー水の分析結果が、基準値を超過したもの	10or20L	特になし

廃液搬出時における注意事項

チェック項目		概 要
①	内容物の分類と合致する容器識別カードが添付されているか	容器識別カードが不備、内容物の分類と違うものは受入不可
②	廃液の漏れ、容器の破損、劣化、内蓋の不良はないか	容器を傾けて廃液が漏れる場合は受入不可
③	廃液量は適正か	容器容量（8 分目程度）以上は受入不可
④	二層分離は無い	3cm 程度までの二層分離は受入可
⑤	溶液の pH は適正か	分類表に記載された pH にすること
⑥	固形物の混入や沈殿物はないか	中和により析出した結晶塊は可
⑦	貯留用紙の不備はないか	各ポリタンクに貯留用紙が添付されていること。記載内容に不備があるもの、責任者の印鑑が無いものは受入不可

表 3 化学物質付着実験系固形廃棄物（産廃 A・B・C）

A-1 化学物質少量付着物	
対 象 物	紙類（キムワイプ・薬包紙・その他実験で使用した紙類）、アルミ類（アルミホイル・アルミ基盤 TLCに限る）、デスポ手袋（(PE 製・ゴム製）、プラスチック類（チップ・チューブ・試薬容器など）、化学物質使用デスポ注射筒※など
荷 姿	半透明のビニール袋
注 意 事 項	金属類および食品の容器や袋などの一般廃棄物を混入させてはならない。チューブは 50cm 以下に切断し、試薬容器の蓋は外して廃棄すること
A-2 ろ過材等廃棄物（有害化学物質と接していないもの）	
対 象 物	ろ過で発生した廃棄物のうち有害化学物質と接していない、ろ紙、キムワイプ、ガーゼ類、プラスチック網、綿類および、ろ過材に付着した少量の残渣
荷 姿	半透明のビニール袋
注 意 事 項	可燃性のものに限る。ろ過物が大量に付着しているものは、ろ過物を分離させる（ろ過物は廃サンプル扱い）
A-3 水洗淨ろ過材等廃棄物（有害化学物質と接したもの）	
対 象 物	有害化学物質をろ過して発生した廃棄物（ろ紙、キムワイプ、ガーゼ類、プラスチック網、綿類および残渣）で、洗ビン等で十分水洗いしたもの
荷 姿	半透明のビニール袋
注 意 事 項	可燃性のものに限る。ろ過物が大量に付着しているものは、ろ過物を分離させる（ろ過物は廃サンプルとして処理）
A-4 廃ポリタンク	
対 象 物	廃ポリタンク
荷 姿	バラ
注 意 事 項	蓋を外し、少量の液体が残留している場合は、ウエスを詰めて吸収させる
A-5 → C-2 に統合（今後 A-5 は使用しない）	
A-6 ろ過困難沈澱含有水系廃液	
対 象 物	ろ過が困難な沈澱廃液の中で、有害化学物質を含まず、かつ水系または水和性廃液
荷 姿	ポリタンク
注 意 事 項	搬出時はポリタンクに水和性、難燃性と明記。ポリタンクは返却されない
B-1 ガラス類	
対 象 物	試薬ビン・ガラス器具類・化学物質使用のガラス製注射筒※・ガラス基盤 TLC
荷 姿	一斗缶、ペール缶など搬入運搬時の安全が確保でき、かつ廃棄時に移し替えがしやすい容器
注 意 事 項	飲料ビンなど試薬ビン以外のものについては搬入不可。試薬ビンの蓋は、外すこと（臭いの強い廃液が入った空ビンを除く。プラスチック製の蓋は A-1 として廃棄）。また、試薬ビンの IASO R6 バーコードラベルは剥がさないこと（IASO R6 未登録薬品の空ビンは搬入不可）。特に洗淨する必要はないが、強酸、強アルカリ性の付着したものは、軽く水洗いしてから搬出する
B-2 シリカゲル類	
対 象 物	シリカゲル、アルミナ、無機繊維類（アスベストを除く）
荷 姿	ビニール袋
注 意 事 項	ビニール袋を二重にし、袋が破損しないようにする。
C-1 注射針・シリンジ	
対 象 物	注射針※、シリンジ※
荷 姿	注射針：プラスチック製容器、シリンジのみ：専用のポリ袋（緑色）
注 意 事 項	注射針は安全が確保できるプラスチック容器に入れ搬出。一体型以外は注射針とシリンジを必ず分ける
C-2 ゲル・寒天培地等	
対 象 物	ゲル、寒天培地等
荷 姿	専用のポリ袋（緑色等）
注 意 事 項	ビニールを二重にする。また箱に入れるなど保管・運搬中に袋が破損しないようにする。カルタヘナ法に該当するもの、微生物、ウイルス等が付着したものは、必ず滅菌処理後に廃棄する

※注射器の分類

使用目的	部位・材質		廃棄区分	荷 姿
化学物質使用	針（または針とシリンジ一体）		C-1 注射針・シリンジ	プラスチック容器
	シリンジ	ガラス製	B-1 ガラス類	一斗缶など
		プラスチック製	A-1 化学物質少量付着物	ビニール袋
生物材料使用	針（または針とシリンジ一体）		C-1 注射針・シリンジ	プラスチック容器
	シリンジ		C-1 注射針・シリンジ	専用ポリ袋（緑色）

※搬出に関する注意点：環境・安全推進室 HP「実験系固形廃棄物処理」http://www.envpro.titech.ac.jp/solid_waste.html 参照