

実験廃棄物の適切な処理および廃棄のためのマニュアル

第1版

廃棄物の排出方法

【はじめに】

実験（おもに化学系実験）で排出される廃棄物は、適切な処理をおこなわなければそのものが発火する、または他の廃棄物と混合されることで反応し発火あるいは燃焼を促進することで火災の原因となる可能性があります。

本マニュアルでは学内の火災事故をなくすことを目的として、実験廃棄物の適切な廃棄および処理方法を提示いたします。

【廃棄物の確認】

使用している化学物質が、危険物であるかを確認してください。市販の試薬容器には物質に関する危険情報（危険物第〇類、毒物劇物等）や、GHS 絵表示などの危険有害性に関する情報が必ず記載されています。これらを確認し、妥当な分別・廃棄方法を遵守してください。また、その化学物質の安全情報がわからない場合は、わからないまま処理せず研究室の教職員などに確認してください。

【排出基準】

- 分別排出
- 他の廃棄物との混合処理を避ける
- 衝撃防止および静電気防止
- 粉塵性のものについては、調湿等の粉塵防止（禁水性物質を除く）
- 自己反応性および禁水性物質等を使用した実験後は対象物質の失活を確認後に廃棄する
- 少量単位に小分け（長時間保管を防ぐ）
- 家庭用ガスコンロのガス缶や可燃性ガスが充填されていたスプレー缶はガス抜きしてから廃棄する

【研究室における廃棄方法】

- ◆ 自己反応性のあるもの、自然発火が懸念される物質あるいはそれらが付着した廃棄物は、反応性を失活させた後に金属製の耐火容器に廃棄する。
- ◆ 可燃性固体や可燃性液体あるいはそれらが付着した廃棄物は腐食しない密閉性の容器に廃棄し、酸化性物質や自己反応性物質と混合されることを防ぐ。また廃棄物が加熱されないよう高温で放置しないように注意する。
- ◆ 酸化性物質および酸化性液体を含む廃棄物は他の物質を酸化しないように注意し、腐食されない密閉容器に廃棄する。
- ◆ 容器の容量は最大 45L までとし、研究室内に大量に廃棄物を保管しないこと。

- ◆ 家庭用ガスコンロのガス缶や可燃性ガスが充填されていたスプレー缶のガス抜きは、火気の無い風通しの良い屋外でおこなう。ガス抜き後に産業廃棄物として排出する。



図 耐火容器（オイリーウエスト缶）

※（引き続き検討していく事項）

【産業廃棄物回収までの廃棄物保管（中間保管）方法】

類別の産業廃棄物を貯蔵する金属製保管庫を新たに設置（火災が発生しても周囲に影響が大きい場所）し、産業廃棄物の回収時期まで一時保管する。

→第1版では、ここまでの表現とし具体的な方法は引き続き検討していくこととする。

【危険物質ごとの排出方法】

[爆発性を有するもの]

爆発性とは、化学反応によりそれ自体が周囲に対して損害を引き起こすような温度、圧力および速度でガスを発生することが可能なものをいう。

排出物質名	排出にあたっての処置
顔料、トナー類	分別排出、加湿、飛散防止等
ピクリン酸等	少量単位に小分け
爆薬	不活性物質による希釈、小分け
スプレー缶、カセットボンベ等	分別単品排出
リチウム電池	接触防止、雨水にかからないような密閉処置

[引火性を有するもの]

引火性液体とは、危政令で定められた引火点を有する液体（主に引火点が70度未満もの）をいうが、特に処理の過程で問題となるものは、常温ないしそれに近い温度以下で引火性の蒸気を発生するものである

排出物質名	排出にあたっての処置
エーテル、エタノール等	分別排出、保冷車等による低温輸送
アセトン、メタノール等	静電気防止等
低引火点溶剤類	密閉容器収納

[可燃性のもの]

可燃性とは、通常の取り扱いや運搬等の条件下で燃焼しやすいもの、または摩擦により容易に燃焼しまたは発火するあるいは発火を助けるものをいう。

排出物質名	排出にあたっての処置
赤リン	分別排出、加湿
金属マグネシウム	油(重質油等)含浸、小分け、密閉容器に収納
アルミニウム粉	油(重質油等)含浸等
油泥類	分別排出、反応性物質との混触防止
汚泥・廃プラスチック類等	分別排出、蓄熱性物質との混触防止

[自然発火しやすい物質を有するもの]

通常の取り扱いや運搬等の条件下で自然に発熱したり、空気と接触することによって発熱したりしやすく、そのため発火しやすいものを含む廃棄物を排出する場合には、分別以外にも直射日光等による消音防止、水封筒に寄る空気との遮断等の対策が必要である。

排出物質名	排出にあたっての処置
黄リン	空気に触れないように水封
アルキルアルミニウム	密封、窒素ガスシール等
硫化鉄	水封による安定化
廃活性炭	分別排出・失活処置後排出
塗料かす	密封
濃硫酸付着ウエス (紙類含む)	水に浸し密閉容器収納
油ウエス (紙類含む)	小袋に入れ密閉

[水と作用して引火性ガスを発生する物質を有するもの]

水との接触により自然発火しやすくなるか、または危険な量の引火性ガスを発生しやすい廃棄物を排出する場合には、分別以外にも油封等による水との遮断等の対策が必要である。

排出物質名	排出にあたっての処置
金属ナトリウム・カリウム	保護液(石油)で満たした容器に収納
カーバイド	分別排出、密閉容器収納
濃硫酸・発煙硫酸	注水禁の表示

[酸化性を有するもの]

それ自体には必ずしも燃焼性はないが、酸素を発生することにより他の物質を燃焼させ

たり、熱・衝撃・摩擦等によって分解し他の物質の燃焼を助けたりする物質を有する廃棄物を排出する場合は、分別以外に加熱や衝撃を防止する対策を施すこと。

硝酸塩や過塩素酸塩等の危険物第一類および過酸化水素等の危険物第六類に分類されるような物質を含む廃棄物が該当する。

[有機過酸化物を含むもの]

2価の一〇一〇一の構造を含む有機物質は熱的に不安定であり、発熱を伴う加速的な自己分解を行う物質である。有機過酸化物を含むものも加熱・衝撃防止の対策を施すこと。

過酸化ベンゾイル等の危険物第5類に分類されるような物質を含む廃棄物が該当する。

[腐食性を有するもの]

腐食性とは、化学作用により、生態組織に接触した場合に重大な傷害を生じる可能性のある物質、漏洩した場合に他の物品を著しく損傷もしくは破壊する可能性のある物質をいう。これらの特性を有する廃棄物を排出する場合には、耐腐食性を有する容器に収納、絶対に漏洩流出飛散等の起こることのない完全密閉容器を使用等の対策を施すこと。

フッ酸・硝酸・硫酸・塩酸等の無機酸、酢酸・シュウ酸等の有機酸、苛性ソーダ等のアルカリ、アクリル酸類、アリルアルコール、クレゾール等の廃棄物が該当する。

[重合反応性を有するもの]

重合しやすい物質を含む廃棄物を排出する場合には、発熱や固化を防ぐ為に、あらかじめ重合反応を終了させてから排出、重合反応防止剤等を添加し重合を抑止等の対策を施すこと。

排出物質名	排出にあたっての処置
スチレンモノマー	重合防止剤の注入
イソシアネート	分別排出、密閉容器収納、内圧防止
ポリオール	分別排出

参考資料

【危険物の分類】（本学で取扱実績があるものを含む）

危険物とは、消防法で定められているもので、一般的に次のような性質を持った物品をいいます。

- 火災発生危険性が大きいもの
- 火災拡大危険性が大きいもの
- 消火の困難性が高いもの。

危険物は性質に応じて 6 グループに分類されています。下表に類ごとに本学でも取り扱い実績があるものを含む化学物質の例を記載します。

[危険物の分類および例]

類	性質の概要	品名	例
第一類	固体であって、そのもの自体は燃焼しないが、他の物質を強く酸化させる性質を有し、可燃物と混合したとき、熱、衝撃、摩擦によって分解し、極めて激しい燃焼をおこさせる危険性を有するもの。	第 1 種酸化性固体	ヨウ素酸カリウム 亜硝酸ナトリウム 硝酸銀 塩素酸カリウム 過マンガン酸カリウム 臭素酸ナトリウム 過塩素酸ナトリウム
		第 2 種酸化性固体	硝酸アンモニウム 硝酸ナトリウム 硝酸セリウム六水和物
		第 3 種酸化性固体	過塩素酸テトラブチルアンモニウム 硝酸カリウム 硝酸ナトリウム 二クロム酸カリウム
第二類	火炎によって着火しやすい固体又は比較的低温（40度未満）で引火しやすい固体であり、出火しやすく、かつ、燃焼が速く、消火することが困難であるもの。	硫化リン	
		赤リン	
		硫黄	
		鉄粉	
		第 1 種可燃性固体	アンチモン（粉末） インジウム（粉末） 鉛（粉末）
		第 2 種可燃性固体	けい素（粉末） パラジウム-活性炭素 モリブデン（粉末）
		引火性固体	tert-ブチルメチルシリルクロリド アルミニウムエトキシド ナトリウムエトキシド

第三類	空気にさらされることにより自然に発火する危険性を有し、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もの。	カリウム	
		ナトリウム	
		アルキルアルミニウム	トリオクチルアルミニウム
		アルキルリチウム	ブチルリチウム溶液
		黄リン	
		第 1 種自然発火性物質及び禁水性物質	水素化アルミニウムリチウム 水素化カルシウム
		第 2 種自然発火性物質及び禁水性物質	トリクロロシラン トリメチルアルミニウム 水素化カルシウム 水素化ナトリウム 臭化フェニルマグネシウム 水素化リチウムアルミニウム
第 3 種自然発火性物質及び禁水性物質	テトラヒドロほう酸ナトリウム 水素化ホウ素ナトリウム 水素化ホウ素カリウム		
第四類	液体であって、引火性を有するもの。引火点 250 度未満のもの。	特殊引火物	イソプロピルアミン ジエチルエーテル テトラメチルシラン n-ペンタン 二硫化炭素
		第一石油類（非水溶性）	1,2-ジクロロエタン アクリル酸メチル ガソリン シクロヘキサン トリエチルアミン トルエン ヘキサン 酢酸エチル
		第一石油類（水溶性）	1,4-ジオキサン アセトニトリル アセトン テトラヒドロフラン ビリジン
		アルコール類	メタノール エタノール 2-プロパノール

		第二石油類（非水溶性）	1-ブタノール 1-ブロモヘキサン キシレン メタクリル酸エチル オルトけい酸テトラエチル
		第二石油類（水溶性）	1-メトキシ-2-プロパノール N,N-ジメチルアセトアミド N,N-ジメチルホルムアミド ギ酸 酢酸
		第三石油類（非水溶性）	1,4-ジブロモブタン 1,6-ジブロモヘキサン 3-アミノプロピルトリエトキシシラン m-クレゾール オレイン酸
		第三石油類（水溶性）	1-メチル-2-ピロリドン ジメチルスルホキシド ヒドラジン一水和物 プロピレングリコール
		第四石油類	メタンスルホン酸 流動パラフィン
		動植物油類	スクアラン
		第五類	加熱等による分解等の自己反応により、多量の熱を発熱し、または爆発的に反応が進行するもの
第二種自己反応性物質	1,1'-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル 2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル) m-クロロ過安息香酸 硫酸ヒドラジン ヒドロキシルアミン		
第六類	そのもの自体は燃焼しないが、混在するほかの可燃物の燃焼を促進する性質を有する液体		過塩素酸 発煙硝酸 硝酸

類を異にする危険物の同所貯蔵は禁止されていますが、輸送時の混載には下表の組み合わせが認められています。可能な限り保管場所を分けていただき、難しい場合は混載情報を参考に貯蔵してください。

[消防法による危険物の混合危険]

	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類
第一類		×	×	×	×	△
第二類	×		×	○	△	×
第三類	×	×		△	×	×
第四類	×	○	△		△	×
第五類	×	△	×	△		×
第六類	△	×	×	×	×	

○：混載（同所保管）可能

△：法令上混合危険が無いとされるが物質ごとに危険性を確認すべき

×：混載（同所保管）不可能

上記混載可否にかかわらず、実際に同所に保管せざるをえないときは化学物質の危険有害情報を確認して適正に対処してください。

[危険物の混合危険情報]

消防法上の危険物には、それ自体が発火又は引火しやすい危険性を有している物質のみでなく、他の物質と混在することによって燃焼を促進させる物品も含まれています。また可燃物を発火させる、あるいは爆発を発生する可能性もあります。

(1) 酸化性物質と還元性物質

第1類（酸化性固体）及び第6類（酸化性液体）は酸化性物質であり、そのもの自体は燃焼しませんが、他の物質を酸化させ燃焼を促進する性質があります。

また、第2類（可燃性固体）及び第4類（引火性液体）は、還元性物質であり、酸化されやすくそのもの自体が燃焼します。

酸化性物質と還元性物質が混合されないように注意してください。

(2) 酸化性塩類と強酸

塩素酸塩類や過塩素酸塩類などの酸化性塩類は硫酸などの強酸と反応すると、強い酸化力をもつ物質を生成し、可燃物を発火させる、あるいはそれ自身が分解して爆発を起こす可能性があります。

(3) 敏感な爆発性物質が生成される場合

アンモニウム塩の溶液と塩素から生成される三塩化窒素、過塩素酸とアンモニアから生成される塩素酸アンモニウムなどは、極めて敏感な自己反応性の爆発性物質です。

【GHS 対応ラベル情報（火災に関するもの）】


「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 : GHS) は 2003 年 7 月に国連勧告として採択されたものです。

GHS は化学品の危険有害性を世界的に統一された一定の基準に従って分類し、絵表示等を用いて分かりやすく表示しています。日本では GHS に対応する日本工業規格 (JIS) が定められています。

市販されている薬品で GHS の分類がされている場合、これらの絵表示が記されています。

[それぞれの絵表示の意味と事故の予防策]

絵表示	説明
	<p><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を表しています。</p> <p><事故の予防> 熱、火花、裸火、高温のような着火源から遠ざけること。－禁煙。 保護手袋、保護衣および保護眼鏡／保護面を着用すること。</p>
	<p><意味> 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、水反応可燃性化学品、有機過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を表しています。</p> <p><事故の予防> 熱、火花、裸火、高温のような着火源から遠ざけること。－禁煙。 空気に接触させないこと。（自然発火性物質） 保護手袋、保護衣および保護眼鏡／保護面を着用すること。</p>

	<p><意味> 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を表しています。</p> <p><事故の予防> 熱から遠ざけること。 衣類および他の可燃物から遠ざけること。 保護手袋、保護衣および保護眼鏡／保護面を着用すること。</p>
---	---

[GHS における用語解説]

爆発物：爆発性物質および爆発性混合物 (GHS 第 2.1 章)

可燃性／引火性ガス：常圧 20°Cで空気との混合気が爆発範囲を有するガス (GHS 第 2.2 章)

エアゾール：圧縮ガス等を内蔵する再充填不能な容器に噴射装置をつけたもの (GHS 第 2.3 章)

支燃性／酸化性ガス：酸素を供給し、他の物質の燃焼を助けるガス (GHS 第 2.4 章)

引火性液体：引火点が 93°C以下の液体 (GHS 2.6 章)

可燃性固体：易燃性の固体、または摩擦により発火あるいは発火を助長する固体 (GHS 第 2.7 章)

自己反応性化学品：熱的に不安定で、酸素の供給がなくても強烈に発熱分解する物質 (GHS 第 2.8 章)

自然発火性液体：少量でも空気と接触すると 5 分以内に発火しやすい液体 (GHS 第 2.9 章)

自然発火性固体：少量でも空気と接触すると 5 分以内に発火しやすい固体 (GHS 第 2.10 章)

自己発熱性化学品：上記二つの物質以外で、空気との接触により自己発熱しやすい物質 (GHS 第 2.11 章)

水反応可燃性化学品：水と接触して可燃性／引火性ガスを発生する物質 (GHS 第 2.12 章)

酸化性液体：酸素の発生により、他の物質の燃焼を助長する液体 (GHS 第 2.13 章)

酸化性固体：酸素の発生により、他の物質の燃焼を助長する固体 (GHS 第 2.14 章)

有機過酸化物：過酸化水素の誘導体であって、熱的に不安定で、自己発熱分解を起こす恐れがある物質 (GHS 第 2.15 章)

GHS ラベルには、他にも人体への有害性や環境有害性を示すものもあります。

【危険物火災の事例紹介】

[パラジウム炭素の酸化熱によって発火した火災（名古屋市消防局）]

大学の合成化学研究室で、大学院生がカルボン酸とベンジルアルコールの化合物をカルボン酸とトルエンに加水素分解する実験で、実験器具に残存付着していた水素化触媒のパラジウム炭素をティッシュペーパーで拭き取り、ごみ箱(ポリバケツ)に捨てたところ、ごみ箱から出火し実験室の一部を焼損したものである。

水素化触媒として用いるパラジウム炭素には多量の水素を吸着させる。パラジウム炭素に吸着された水素が放出されると、極めて活性の高い水素となるからである。したがって、水素を吸着したパラジウム炭素自体も活性に富み、非常に酸化され易い状態になっている。本事例は、この酸化熱が出火原因となったものである。

なお、パラジウム炭素はメタノールに混合し、この混合液に水素吸収する方法で用いられていた。

[印刷インキ製造所のウエスから出火した火災（東京消防庁）]

出火原因は、アマニ油や大豆油等を含有するインキを拭き取った多量の使用済みウエスを金属製ボックスに回収し、蓋を被せて長時間放置していたために、ウエスに染み込んだ油分が酸化発熱し出火したもの。製造所の従業員は出勤した際、異臭を感じたため周辺を確認したところ、使用済みウエスを回収する金属製ボックスから煙が出ているのを発見した。

油分が染み込んだウエスやタオルなどを多量に積み重ねていると、内部に蓄積した熱が油分の酸化発熱を促進し出火に至る危険性がある。

多量の油分が染み込んだ使用後のウエスは、堆積した状態でボックスやかごの中に放置しないよう注意が必要である。

[無人の実験室におけるゴミ箱火災（川崎市危険物等保安審議会）]

分析担当者が、6 価の金属酸化物を主成分とし 4 価の金属酸化物も少量存在する触媒を取り扱った際に、使用していたゴム手袋をゴミ箱に捨てた。

次に触媒を電子顕微鏡で観察する試料作りのため、液体の樹脂（不飽和ポリエステル、スチレン）に、硬化剤（メチルエチルケトンパーオキシド、ジメチルフタレート）を混合した包埋材を作成し、粒状の触媒を樹脂に固定する包埋作業を行った。その際に使用したゴム手袋、余った樹脂の入ったポリビーカー、硬化剤を計量したスポイトを同じゴミ箱に捨てた。その後実験室を退室した。退室の 30 分後に火災報知機が発報し、隣接する実験室にいた者が火災を見つけた。

メチルエチルケトンパーオキシドが、還元性を有する触媒に接触し、発熱を開始した。断熱状態に近い条件であった為、温度上昇が継続し硬化剤の発火点 197°C を超えて発火し、硬化前の樹脂、ゴム手袋、ゴミ箱に延焼した。

上記事例は自然発火が原因です。総務省が発表した令和3年中に発生した危険物施設における火災事故の出火原因に関係した物質（以下「出火原因物質」という。）についてみると、224件の火災事故が発生しています。発生原因の最多は人的要因です。224件の火災事故の内、危険物が出火原因物質となる火災事故が110件（49.1%）発生しています。また、このうち101件（91.8%）が第4類の危険物で占められています。さらに、第4類の危険物について品名別にみると、第1石油類が56件（55.4%）で最も多く、次いで、第3石油類が25件（24.8%）、第4石油類が8件（7.9%）、アルコール類及び第2石油類が6件（5.9%）の順となっています。

危険物の混合や自己反応性物質に起因する発火だけではありません。危険物の管理ミスが火災につながることもあります。

[危険物施設における火災事故の出火原因物質推移（H29～R3）]

	H29	H30	R1	R2	R3
第一類	0	0	1	0	1
第二類	2	0	6	1	4
第三類	4	3	6	4	3
第四類	81	97	83	82	101
第五類	2	2	1	1	1
第六類	0	0	0	0	0
合計	89	102	97	88	110

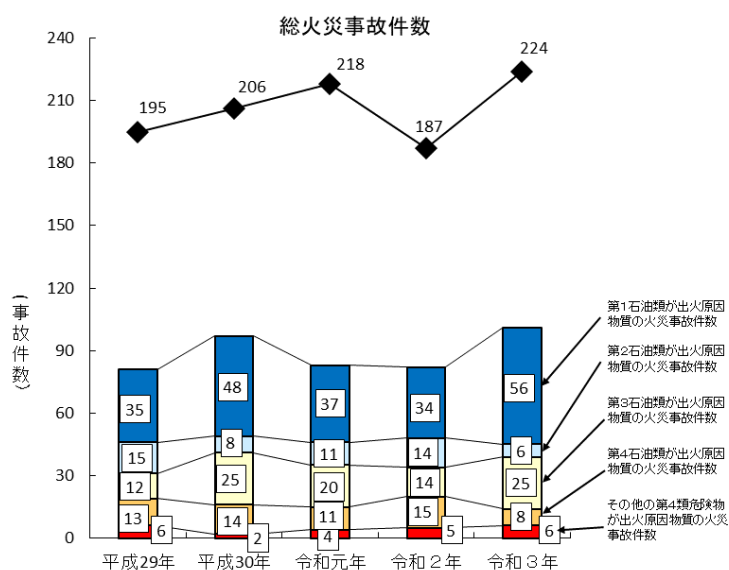


図 危険物施設における火災事故の出火原因物質の推移

【参考】

- 「危険物等事故事例から学ぶ教育資料」 川崎市危険物等保安審議会
- 「危険物の保安管理」 全国危険物安全協会
- 「混合混触危険について」 埼玉県危険物事故防止連絡会
- 「消防法における危険物の取扱いについて」 厚生労働省
- 「大学研究室の火災」 名古屋市消防局
- 「廃棄物情報の提供に関するガイドライン」 環境省
- 「平成 26 年版 火災の実態」 東京消防庁
- 「令和 3 年中の危険物に係る事故の概要」 総務省
- 「GHS 対応ラベルの読み方」 厚生労働省医薬食品局審査管理課化学物質安全対策室
- 「Safety & Tomorrow」 危険物保安技術協会