

農学部安全衛生教育テキスト

山形大学

鶴岡地区事業場安全衛生委員会

(最終更新：平成 28 年 4 月)

【目次】

緊急・救急連絡方法

緊急時連絡先（若葉町キャンパス・農場・演習林）

I. 一般編

I-1. 安全の向上	P1
1-1. リスクマネジメント	
I-2. 緊急時の対応	P2
2-1. 緊急時の対応の基本	
2-2. 火災の発生の対応	
2-3. 地震の発生の対応	
2-4. 地震時の心得	
2-5. 化学実験室における防災対策	
I-3. 応急処置	P4
3-1. 人身事故や急病の緊急処置	
3-2. ケガ等の応急処置	
(1) 切り傷（切創）	
(2) やけど（熱傷）	
(3) 雪眼炎（ゆきめ）への対応	
(4) アナフィラキシーショック時の対応	
(5) 薬品による障害	
3-3. 心肺蘇生法の手順	
I-4. 国外における事故防止・安全衛生管理	P8
I-5. 保険関係	P9

II. 専門編

II-1. 野外実習	P11
(1) 服装について	
(2) 携帯品	
(3) 動植物による危険とその対策	
(4) その他注意すべきこと	
II-2. 実験室と環境	P12
(1) 一般的注意事項	
(2) 生物実験	
(3) 化学実験	
II-3. 電気の安全な使用	P13
(1) 電気災害とその防止法	
(2) 感電事故への対応	
(3) 電気に起因する災害	
(4) 実験室における配線	
II-4. 運搬と高所での安全な作業	P14
(1) 運搬作業の安全	
(2) 高所での作業の安全	

II-5. 薬品の上手な使い方	P16
5-1. 一般的注意	
5-2. 薬品の取扱い	
5-3. 発火危険性のある物質	
5-4. 人体に対して有毒な物質	
II-6. ガスの安全な取扱い方	P24
6-1. ガスの分類とその性質	
6-2. 都市ガスの取扱い	
6-3. 不活性ガスの取扱い上の注意	
6-4. 低温液体ガスの危険性と取扱い上の注意点	
6-5. 有毒ガスの取扱い	
6-6. 高圧ガスの取扱い	
6-7. ガスの安全な取扱いのための確認事項	
6-8. 異常時の対応	
II-7. オートクレーブの安全な取扱い方	P30
II-8. ドラフト	P31
II-9. 廃液の安全な管理と処理	P31
9-1. 廃液の発生から処理まで	
9-2. 廃液の取扱方法	
9-3. 廃液の処理依頼手続きと伝票類の記入	
II-10. RI・放射線の安全な取扱いについて	P39
10-1. RI・放射線を使用するにあたって	
10-2. 放射線事故・地震・火災時の対応	
II-11. 実験動物の取扱いについて	P40
II-12. 遺伝子組換え実験等について	P41

はじめに

本テキストは、山形大学安全衛生管理委員会が作成した『安全への手引き』に基づいて、農学部向けに一部手を加えたものである。

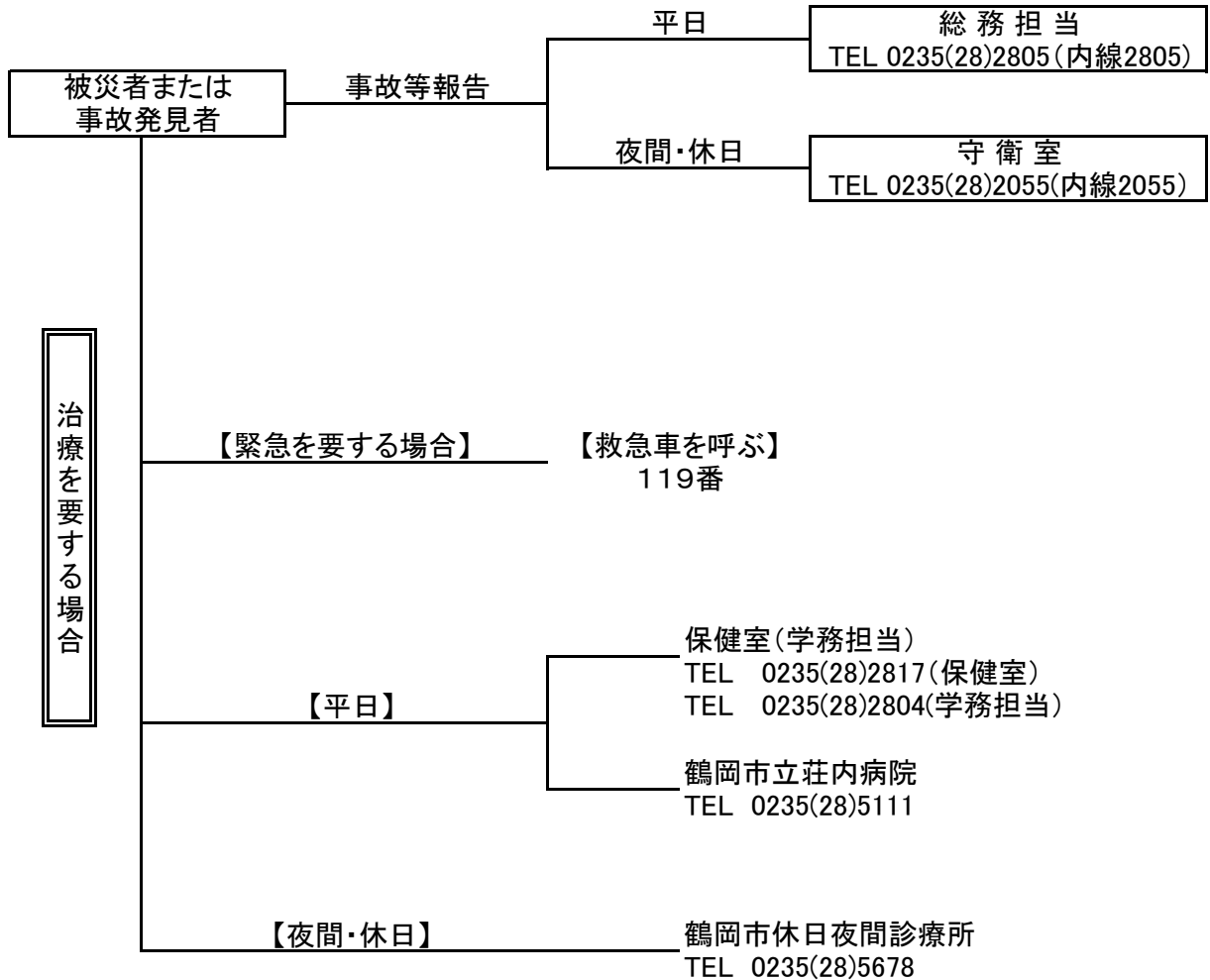
事故及び火災の発生を未然に防止し、教育・研究活動が安全かつ円滑に遂行されることを目的とし、教職員、学生を問わず、すべての者が守るべき注意事項をまとめている。

また、持ち運びの利便性を考え内容を集約してあるので、講義や実習、野外活動や実験等で日頃からご活用いただければ幸いである。

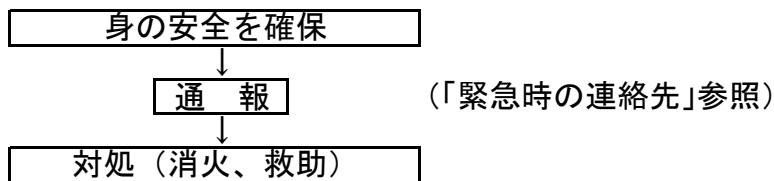
平成28年 4月

鶴岡地区事業場安全衛生委員会
委員長 林 田 光 祐

緊急・救急連絡方法



【緊急時の対応の基本】



緊急時連絡先（若葉町キャンパス）

	すべきこと	連絡先	電話番号	内容
病 気 又 は け が	1. 人を呼ぶ 2. 応急措置 3. 右へ連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 軽傷ならば、保健室へ連れて行く（看護師不在時、夜間・休日は病院へ）	①消防署（救急車を呼ぶ場合）	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部__号館__階__室で負傷者（病人）が出たので救急車をお願いします。住所は鶴岡市若葉町 1-23 です。私は__です。
		②保健室（または学務担当）	内線 2817 (2804) 外線・携帯電話 0235-28-2817	
		③鶴岡市立荘内病院（軽傷で看護師不在時、夜間・休日の場合）	外線・携帯電話 0235-26-5111	
火 災	1. 人を呼ぶ 2. スイッチを切る ガス栓を閉じる 3. 右へ連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 可能なら火を消す 大きな火災なら逃げる （人命第一）	①消防署	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部__号館__階__室で火災が起きたので消防車をお願いします。住所は鶴岡市若葉町 1-23 です。私は__です。
		②総務担当（夜間・休日は守衛室）	内線 2805 (2055)	__号館 __階 __室で火災が起きた。消防車を呼んだので、案内を頼む。
不 審 者 ・ 犯 罪	不審者・犯罪等の内容を右記に連絡	① 総務担当（夜間・休日は守衛室）	内線 2805 (2055)	農学部の__で__を目撃した。
		②警察署（警察を呼ぶ場合）	内線 0110 外線・携帯電話 110	山大農学部の__で__を目撃した。住所は鶴岡市若葉町 1-23 です。私は__です。

【報告】 緊急対応の後、ただちに総務担当（内線 2805）に「事故等の内容」と「とった措置について」報告すること。

緊急時連絡先（農場）

	すべきこと	連絡先	電話番号	内容
病 気 又 は け が	1. 人を呼ぶ 2. 応急措置 3. 右へ連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 軽傷ならば、鶴岡協立 病院へ連れて行く	①消防署（救急車を 呼ぶ場合）	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部附属やまがたフイ ールド科学センター農場で負 傷者（病人）が出たので救急車 をお願いします。住所は鶴岡市 高坂字古町 5-3 です。 私は____です。
		②鶴岡協立病院 （軽傷の場合）	外線・携帯電話 0235-23-6060	農学部の____が____を 負傷したので連れていく。
火 災	1. 人を呼ぶ 2. スイッチを切る ガス栓を閉じる 3. 右の連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 可能なら火を消す 大きな火災なら逃げる （人命第一）	①消防署	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部附属やまがたフイ ルド科学センター農場で火 災が起きたので消防車をお願 いします。住所は鶴岡市高坂字 古町 5-3 です。私は____です。
		②附属施設担当 （夜間・休日除く）	外線・携帯電話 0235-24-2278	_____で火災が起きた。 消防車を呼んだので案内を頼 む。
不 審 者 ・ 犯 罪	不審者・犯罪等の内容を右 記に連絡	①附属施設担当 （夜間・休日除く）	外線・携帯電話 0235-24-2278	農場の____で____を 目撃した。
		②警察署（警察を呼 ぶ場合）	内線 0110 外線・携帯電話 110	山大農学部附属やまがたフイ ルド科学センター農場の____で ____を目撃した。住所は鶴岡市 高坂字古町 5-3 です。私は _____です。

【報告】 緊急対応の後、ただちに附属施設担当（電話：0235-24-2278）に「事故等の内容」と「と
った措置について」報告すること。

緊急時連絡先（演習林）

	すべきこと	連絡先	電話番号	内容
病 気 又 は け が	1. 人を呼ぶ 2. 応急措置 3. 右へ連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 軽傷ならば、眞柄医院 に連れて行く	①消防署（救急車を呼ぶ場合）	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部附属やまがたフィールド科学センター演習林で負傷者（病人）が出たので救急車をお願いします。住所は鶴岡市上名川字早田川 10 です。私は____です。
		②眞柄医院（軽傷の場合）	外線・携帯電話 0235-53-2132	農学部が____を負傷したので連れていく。
火 災	1. 人を呼ぶ 2. スイッチを切る ガス栓を閉じる 3. 右の連絡をする （落ち着いて深呼吸） 4. 可能なら火を消す 大きな火災なら逃げる （人命第一）	①消防署	内線 0119 外線・携帯電話 119	山大農学部附属やまがたフィールド科学センター演習林で火災が起きたので消防車をお願いします。住所は鶴岡市上名川字早田川 10 です。私は____です。
		②附属施設担当（夜間・休日除く）	外線・携帯電話 0235-24-2278	_____で火災が起きた。消防車を呼んだので案内を頼む。
不 審 者 ・ 犯 罪	不審者・犯罪等の内容を右記に連絡	①附属施設担当（夜間・休日除く）	外線・携帯電話 0235-24-2278	演習林の_____で_____を目撃した。
		②警察署（警察を呼ぶ場合）	内線 0110 外線・携帯電話 110	山大農学部附属やまがたフィールド科学センター演習林の_____で_____を目撃した。住所は鶴岡市上名川字早田川 10 です。私は_____です。

【報告】 緊急対応の後、ただちに附属施設担当（電話：0235-24-2278）に「事故等の内容」と「とった措置について」報告すること。

Ⅰ . 一 般 編

1-1. 安全の向上

1-1. リスクマネジメント

通常「事故は起こらない。起こさない。」のが当然の理と考えられてきた。しかし、最近では「事故は起こり得る。」ものとして対処することが重要であるとの考えが定着し、その対策が検討され、安全対策の質の向上に役立てている。

通常の実験、実習において、薬品、装置等の取扱いが不適切であれば、重大な事故につながる可能性がある。危険性に関する知識の欠如や実験作業上の不注意に起因するケースが多い。事前に参考資料を熟読し、実験、作業に従事するよう心掛ける必要がある。

◆ 緊急時に備えて確認しておくこと

- 連絡先：急病、小事故などの非常時を想定して、自宅・大学などの緊急連絡先を確認しておく。所属部署・研究室責任者に自らの連絡先と緊急時の連絡先を伝えておくことが望ましい。
- 避難路：避難経路、非常口、避難場所を確認しておく。
- 防災設備：消火器、火災報知機、消火栓、緊急シャワー、AED（自動対外式除細動機）等の設置場所、作動法を確認しておく。
- 非常用品：非常時マニュアル、懐中電灯、救急セットほか、非常時に必要なものの所在と在庫を確認しておく。

◆ 一般的注意事項

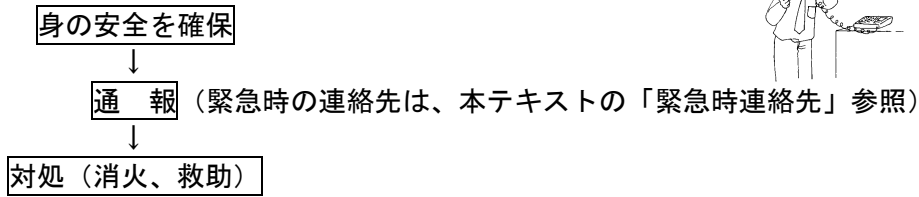
- 常に整理整頓をこころがける。
- 避難経路は2方向を確保し、物品等で塞いではならない。
- 電気系統の配線には、使用電力量と配線やタップの耐電容量の大小をよく検討し、過熱、漏電が起きないように注意すること。危険な“たこ足配線”はしない。
- 帰宅する時は、終夜運転機器以外の電源は切るようにする。
- 暖房機器は耐震性等問題のない器具を使用し、周囲に可燃物を置かない。
- 実験室の出入り口ドアは原則として、常時閉める。
- 居室及び実験室を不在にする場合は、施錠すること。その際、室内の安全を確認する。
- 貸与を受けた鍵は他人に貸してはならない。また鍵を使用して建物内に出入りする時は、見知らぬ者と一緒に入ってはならない。
- ディスプレイ等のVDT機器を使用した作業は連続して1時間を越えないようにし、次の連続作業までの間に10～15分の作業休止時間を設ける。
- 廃棄物・廃薬品・廃液はルールに従い、適切に分類して排出する。（山形大学環境保全センター編「施設の概要と廃液取扱の手引 平成18年版」参照）

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）
2. 東京大学 大学院農学生命科学研究科・農学部版：安全衛生教育テキスト（2007）

1-2. 緊急時の対応

2-1. 緊急時の対応の基本



2-2. 火災の発生の対応

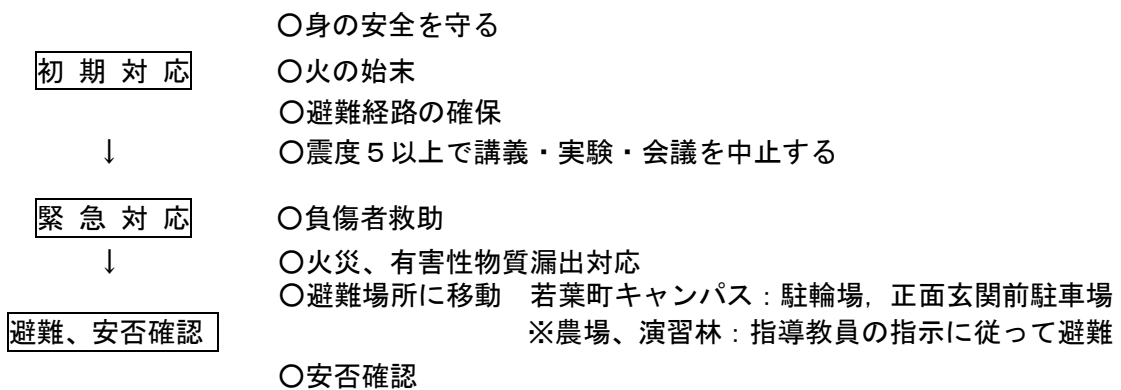
本テキストの「緊急時連絡先」参照

〈爆発時の対応〉

- 周囲を確認し、負傷者がいれば救護する。
- 爆発を起こした装置を危険のない状態にし、爆発の恐れがある時は、速やかに避難する。
- 爆発、飛散物により、付近で2次的な事故が起こるおそれがあるので、爆発した装置だけでなく、付近も忘れずに点検する。



2-3. 地震の発生の対応



2-4. 地震時の心得

- 地震を感知してから揺れが大きくなるまでにできることを冷静に行動する。
 - ・ 火元の始末
 - ・ 発火や爆発の恐れのある装置類の運転の停止。
 - ・ 出口（脱出口）の確保。避難時は、エレベーターは使用しない。
 - ・ 身の安全を図る。転倒物、落下物（照明器具を含む）、ガラス窓等に注意しながら危険な箇所から待避する。（退避の際は、壁際やブロック塀に近づかない）
- 主要動が終わってから
 - ・ 火元の再確認。ガスの元栓、電源の確認を行う。（後の漏電などによる出火防止のため電源ブレーカーを切る）
 - ・ 火災発生の場合は初期消火に努める。
 - ・ 負傷者の確認や介護を行う。
- 緊急時以外の電話は控え、（家族などの身元確認は、災害伝言ダイヤルNTT171を利用）ラジオ等からの正しい情報の入手に努める。
- 指定されている避難場所に待避する。
 - ・ 避難場所（若葉キャンパス）：駐輪場、正面玄関前駐車場
 - ※ 農場、演習林にあつては、指導教員の指示に従って避難すること。

2-5. 化学実験室における防災対策

1) 実験室

- 廊下・通路は複数の避難路を確保する。（懐中電灯、工具、救急用具は廊下に常備）
- 危険物貯蔵庫（薬品庫）やボンベ管理庫を設置する。

2) ボンベ

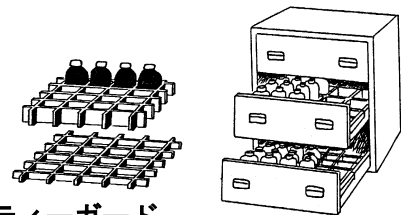
ボンベは重心が高く転倒する危険がある。軽い固定では鎖が抜けたり、支持台ごと転倒し、周囲の物を押しつぶし怪我、圧力調整器やパイプの破損でガス漏洩の危険にもさらされる。

- ボンベは、実験台や壁にチェーンや丈夫なゴムなどで頑丈に固定する。
- 転倒防止には上下2ヶ所を固定し、複数のボンベを並べる際は1本ずつ上下を固定する。
- 使用していないボンベは、必ずキャップを被せておく。

3) 薬品類

薬品戸棚が倒れ、薬品が落下すると火災の危険があり、被害も拡大する。固定措置をした薬品戸棚が地震の揺れで扉が開き中の薬品ビンが落下したり破損したりする場合がある。

- 実験台上の薬品棚は台にしっかりと固定し、試薬ビンの落下を防ぐ棚を取り付ける。
- ビンとビンの間にはパッキングやポリエチレン容器を詰めておく。
- 戸棚の扉は地震の震動で開かないように鍵やストッパーを付ける。
- 薬品類は系統的に保管し、万一落下破損しても混合による発火、発熱の危険がないようにする。
- 硫酸など危険試薬や重量のある物は棚の最下段に置く。
- 禁水性の試薬は別に保管する。



セーフティーガード

薬品保管庫

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）
2. 東京大学 大学院農学生命科学研究科・農学部版：安全衛生教育テキスト（2007）

1-3. 応急処置

3-1. 人身事故や急病の緊急処置

学内で事故が起きたり急病人がでた場合、慌てずに状況を的確に判断する。傷病者が出て治療を必要と判断される場合には、応急処置を行い、直ちに本テキストの「緊急・救急連絡方法」を参考に対処する。

◆医師への連絡や救急車を呼ぶときには、

- 傷病者のいる場所
- 事故あるいは急病の状況、原因、程度、
- 現場での応急処置について知らせる。その時、医師や救急隊の指示があれば従う。

◆早急に医療機関に搬送すべき症状

- 意識がない、またはぼんやりしている。(大声で呼びかけても反応が鈍いなど)
- 呼吸が弱い、または呼吸が荒く速い
- 激しく咳き込んでいる
- 顔面が蒼白、冷や汗をかいている
- 生あくびをしている
- 出血が多く止まらない
- 四肢に麻痺や障害がある
- 骨折や脱臼の可能性がある
- 広い範囲にやけどをしている
- 顔にやけどをおおっている

◆携帯すべき救急薬品

- 消毒液 滅菌ガーゼ 絆創膏・テープ 包帯 ゴム手袋 体温計
- 湿布薬 抗ヒスタミン系軟膏(虫刺されの時) ステロイド系(かぶれ等に使用)
- 三角巾 タオル はさみ・とげぬき 総合感冒剤 解熱剤 整腸剤
- 下痢止め薬 便秘薬

※以下はハチ、ヘビ等の病害動物と接触する危険のある場所での野外活動時に必要

- 毒吸引器(ポイズン・リムーバーとも言う。ハチ刺傷、ヘビ咬傷等の際に使用)
- エピネフリン自己注射(エピペン。ハチ刺傷等でアナフィラキシーショック時に使用)
- 健康保険証(医療機関受診が必要になった場合に有利である。現物が無理ならコピーでもいい。)

3-2. ケガ等の応急処置

(1) 切り傷(切創)

◆重要チェックポイント

- 創が皮膚の下まで達しているか?
- 出血が多いか?
- 創内に土やガラス片等の異物が残っていないか?

◆止血方法

- あわてずに出血部位を確認してその部位を強く圧迫する。
- かなり多量の出血がある場合でも、出血部位をガーゼ等で覆った上から強く圧迫することによって止血効果が期待できる。この際、圧迫しているガーゼ等を頻繁に取り替えると、血液の凝固が起こりにくく、止血しにくくなる。
- 創の痛みが持続したり、痛みが強くなったり、周囲が腫れてきた場合には、細菌感染が疑われるため必ず医療機関を受診すること。

◆注意事項

- 手足が切断されるケガの場合、止血を行いつつ医療機関に急行する。
- この場合、切断された手足を湿ガーゼでくるみ、ビニール袋に入れて密封した上、氷水中に保存して患者とともに病院へ運ぶ。

(2) やけど (熱傷)

- 比較的小範囲のやけどの場合、直ちに流水 (水道水) で局所を冷やす。
- 冷やすことによって、痛みも軽減される (最低10~20分以上冷やす)。冷たいタオルやアイスノン等を用いてもよい。その後医療機関で診察を受ける。

◆注意事項

皮膚に水泡を形成した場合むやみに破ってはいけない。

(3) 雪眼炎 (ゆきめ) への対応

雪面で作業をしていると反射した紫外線により眼の炎症を起こすことがある。通常、直後には発症せず3~8時間経ってから眼の痛み、異物感、流涙、眼の充血等が生じる。1~2日で自然に治癒することが多いが症状が強い場合、眼科を受診すること。

◆予防

雪面での作業時は曇天でも紫外線を遮断するサングラスを着用すること。

(4) アナフィラキシーショック時の対応

ハチを代表とする同部の毒素や植物の産生物等に対して生じる過剰なアレルギー症状であり、血圧低下や呼吸困難をきたし、しばしば死に至る危険な状態である。

- ◆ 症状：皮膚の紅潮、膨疹や頻脈・動悸等
- ◆ 死亡の主な原因：喉頭の浮腫による窒息で急激に発症することもあるが、初めは息苦しさやかすれ声等が現れ、徐々に重篤になる場合もある。

◆ 対処

- 発症したら速やかに医療機関に行く。
- 第一の治療は、できるだけ早くエピネフリンの注射を行う。
現在、エピネフリン自己注射剤 (エピペン) の携帯が可能 (医療機関を受診し、医師の処方を受ける)
- 過去にハチ等の毒性動物の被害にあった人、野生動物等にアレルギーがある人等は、エピネフリン自己注射剤の携帯を勧める。
- ハチなど毒性動物の被害に遭った場合には、医療機関で皮膚テスト等を受けることにより、毒物に対するアレルギー性があるかどうか調べることも可能である。

(5) 薬品による障害

化学薬品による障害は、人体との接触時間が長いほど局所の障害は強くなり、体内に吸収されて中毒症状を起こす可能性も高くなる。したがって、できるだけ早急に薬品を除去することが大切である。

詳細については、本テキスト「II-5. 薬品の上手な使い方」を参照にすること。

・ 酸やアルカリ等の化学薬品を皮膚に浴びた場合

直ちに大量の水 (水道水で可) で15分間以上洗い流す。洗い流すことにより、薬品を除去する効果と局所を冷却して炎症を抑制する効果がある。

多量の水で洗い流すことが重要であり、その後専門医の診察を受ける。



3-3. 心肺蘇生法の手順

□心肺蘇生とは・・・

病気やケガにより突然に心肺停止、もしくはこれに近い状態になった傷病者に胸骨圧迫および人工呼吸を行うことをいう。

手順1 反応があるか確認

- 倒れている人に近づき肩をたたいたり、大声で呼びかけて何らかの応答や体の動きがあるか否かを確認する。

手順2 119番通報とAEDの手配

- 反応がなければその場で大声で叫び周囲の注意を喚起して、心肺蘇生法を開始。
 - ・協力者がきてくれたら「119番通報、AEDの手配をお願いします。」



手順3 呼吸を確認する

- 胸と腹部の動きをみて、普段通りの息があるかないかをみる。
- 正常な呼吸がない場合は、手順4へ

手順4 ただちに心臓マッサージ（胸骨圧迫）を行う。強く！早く！絶え間なく！

- 呼吸がないか、異常な呼吸（しゃっくりをあげつような不規則な呼吸）があるときは、ただちに心臓マッサージ



- 心臓マッサージをする場所は「胸の真ん中」が目安
- 強く：胸が少なくとも5cm沈むように
(小児、乳児は胸の厚さの約三分の一)
- 早く：1分間あたり、少なくとも100回のテンポで
- 絶え間なく：中断は、最小に

〈人口呼吸ができる場合は・・・〉

- 気道を確保する：片手で傷病者の額を押さえながら、もう一方の手の指先をあごの先端に当てて持上げる。



- 心臓マッサージ（胸骨圧迫）を30回：1分間に少なくとも100回のテンポ
+
 - 人工呼吸を2回：1回1秒かけて吹き込む
↓
- これを交互に繰り返す

人工呼吸を行う際には、できるだけ感染防護具を使う。

- ・感染防護具を持っていない場合、
- ・持ってはいるが準備に時間がかかりそうな場合、
- ・口と口が直接接触することに躊躇がある場合等は、人工呼吸を省略して、心臓マッサージ（胸骨圧迫）に進む。

※窒息、溺水、小児の心停止などの場合、人工呼吸を組み合わせることが望ましい。

手順5 AEDが到着したら

- 電源を入れる。
(ふたをあけると電源が入る機種もある)
- 電極パッドを装着
- 音声ガイドに従う。
 - ・除細動ボタンを押すときは「みんな離れて」と声を出し、手振りも使って離れるように指示。
 - ・電気ショック後、ただちに手順4心肺蘇生を再開する。



AEDは、心停止した心臓に電気ショックを与え、心臓の拍動を正常に戻す救命器具です。

〈農学部における自動体外式除細動器(AED)の設置箇所〉

- 農学部正面玄関入口（屋内）
- 附属やまがたフィールド科学センター入口（屋外）
- 上名川演習林管理棟横（屋外）

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）
2. 東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策WG編：野外活動における安全衛生管理事故防止指針(2006)
3. 高知大学農学部編：野外活動における安全衛生管理と事故防止について
4. 山と溪谷社：レスキュー・ハンドブック
5. 日本医師会ホームページ

1-4. 国外における事故防止・安全衛生管理

国外の調査は、治安状況、衛生状況、風土病、危険な生物等、国内とは異なる危険が多い。情報を事前にできる限り収集して健康管理と事故防止・安全衛生管理に国内以上に注意する。

◆ 衛生

- 体力的にも精神的にも国内の調査以上に消耗するので、健康管理には気を遣う。
- 出国前に国内で健康チェックを受け、必要な常備薬を持参する。
- アフリカ、東南アジア、中東、中南米に渡航する場合、マラリア、コレラ、赤痢、破傷風、デング熱、黄熱病、肝炎、日本脳炎等に感染する危険がある。現地の風土病について事前に調べ必要な予防接種を受ける。予防接種は数回に分けて接種することが多いので早めに医療機関に相談する。(参考：<http://www.forth.jp/>)
- 生水は摂らず開封されていないミネラルウォーターを購入して飲む。
- 蚊が媒介する病気(マラリア、黄熱病、デング熱等)があるので、蚊に刺されないように注意する。
- 狂犬病は、海外では一部の地域を除いて全世界に分布する。特に衛生状態の悪い地域に行く際は、予防接種するとともに野犬に注意する。

◆ 事故と犯罪

- 必ず海外旅行傷害保険に加入して、事故の際には保険が求める書類を現地において入手する。(怪我、病気の際は診断書と領収書。盗難等の際は警察の証明書)
- 危険な場所へは立ち入らない、単独行動は避ける、貴重品は身につける、見知らぬ人の誘いにはのらない等、細心の注意を払う。
- 国・地域による危険情報は外務省海外安全のホームページを事前に参照すること。
<http://www.anzen.mofa.go.jp/index.html>

◆ 連絡

- 事前に「海外渡航届出書」、「海外渡航行程表」を学務担当へ提出する。
- 行き先の在外公館の連絡先を調べ事故の際には、連絡、支援を求める。
- 現地の警察、救急、消防の連絡先を確認する。
- 事件・事故が発生した場合、直ちに大学に電話、電子メール等により連絡する。

◆ 注意

- 1 非常時には、渡航先の日本大使館、日本領事館に連絡をとり、助けを求めて下さい。また、学生担当窓口 (TEL:0235-28-2808) (e-mail:nogaku@jm.kj.yamagata-u.ac.jp) に直ちに連絡をしてください。大学では、御家族や外務省等の関係機関と連絡を取り、できる限りの対応を行います。
- 2 国・地域別海外安全情報は、外務省ホームページ (www.mofa.go.jp/mofaj/) 及び外務省海外安全相談センター (TEL:03-6402-2113) で入手できます。
参 考)
 - ・海外安全テレホンサービス {24時間} (03-6402-2469)
 - ・国別・海外安全情報FAXサービス {24時間} (03-3580-3300)
 - ・海外安全ホームページ (www.mofa.go.jp/pubazen)

[参考文献]

- ・東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策WG編：野外活動における安全衛生管理・事故防止指針(2006)

I-5. 保険関係

山形大学では、学生の皆さんを対象とした以下の保険を用意しています。
入学時に、諸会費を全額納付済（郵便振込）の学生は卒業までの4年間、2つの保険に加入しております。

休学、留年した場合（入学時に加入した保険期間が過ぎた場合）は、学務担当で再加入の手続きをとるようにしてください。

◆ 学生教育研究災害傷害保険(略称:学研災)

正課中、学校行事中、課外活動中及び通学・施設間移動中における不慮の災害事故による学生の救済措置として全国的な互助共済制度であり、安心して教育を受けられるよう、全員が加入することになっています。

保険金が支払われるケースは以下のとおりです。

以下の事例に該当する場合は、担当窓口で保険金を請求することができます。

区 分	内 容
正 課 中	講義、実験、実習、実技等の授業
学 校 行 事 中	入学式、オリエンテーション、卒業式等各種学校行事
課 外 活 動 中	授業以外に行う、大学公認の学生団体の文化及び体育活動中
通学・施設間移動中	住居と大学施設の往復、学校行事等による施設間の移動等

<保険金が支払われないケース>

故意、闘争行為、犯罪行為、自殺行為、疾病、地震、噴火、津波、戦争、暴動、放射線・放射能による傷害、無資格運転、酒酔い運転等。

◆ 学研災付帯賠償責任保険(略称:付帯賠償)

「学生教育研究災害傷害保険」に加入している場合は、この付帯賠償責任保険にも加入できます。この保険は、上記の活動中の事故等により他人にケガをさせたり、他人のものを損壊したことにより被る損害賠償金を補填限度額の範囲内で保証する制度です。

◆ 学研災付帯学生生活総合保険

学研災にプラスすることで補償範囲が学生生活全般に拡大されます。こちらは任意加入となっており、加入申告される場合は手続きください。

[参考文献]

・山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）

II . 專 門 編

II-1. 野外実習

自然科学を学び研究する上で、野外に出かける機会が多くある。普段の生活から離れた環境に身を置くということは、普段とは異なる危険にさらされるということを念頭において行動して欲しい。

また、調査等で野外に出かける際には、行き先、行動計画、連絡方法等を明記し、しかるべき人（指導教員、家族等）に知らせておくこと。

(1)服装について — 季節・調査に合わせた服装

- 長袖・長ズボン：出来るだけ肌をさらさないことが多くの危険から身を守ることにつながる。綿100%だと乾きにくい。アンダーウェアは吸湿・速乾性の高い合繊素材が良い。
- 靴：長靴と登山靴を使い分けるのがベスト。長靴は雨の時や濡れやすい場所では万能。安全上でも優れている。登山靴で安全上重要なのは靴底と足首保護と防水。通常の山歩きであれば軽登山靴が手ごろ。
- 帽子：頭からの危険も多い。防水機能があるものがベスト。崖の近く、滑りやすい河川、急傾斜地や山の中等では、ヘルメットをかぶる。
- タオル・手ぬぐい：何にでも使える万能布。薄手のものが良い。
- 軍手：手を護る安価な必須アイテム。傷、漆、虫、汚れから手を護る。

(2)携帯品

- 雨具：山の天気は変わりやすいので常に持参する。上下セパレートのものを選ぶ。防水性と通気性を考えるとゴアテックス製が良い（但し高価）。
- 地図とコンパス：初めての場所だけでなく、慣れた場所でも持参。
- 飲み物と行動・非常食：飲み物はどのようなときでも持っていく。水分補給は少しずつこまめに取ることが大事。弁当だけでなく、行動食を持っていけば非常食になる。
- 救急用品：消毒薬、絆創膏、包帯、鎮痛薬、ポケットティッシュ等。
- ヘッドライト・懐中電灯：万一、日が暮れてしまった場合、灯りがないと行動できない。
- その他：ナイフ、ライター、ビニル袋、携帯電話、ツェルト、エマージェンシーシート等。

(3)動植物による危険とその対策

- 熊：万が一遭遇してしまった場合は、慌てず騒がず、そっと距離をおく。熊よけの鈴やラジオを鳴らす等、いち早く熊にこちらの存在を知らせることが肝要。
- 猿：大きな群れにあった場合、見張り役のサルと目を合わさない。襲われることはまず無いが、食べ物を放置すると取られたりするので注意が必要。
- 蜂：スズメバチ、アシナガバチ類に注意。8～10月が危険。黒っぽい服をより多く攻撃するため、白っぽい服を着ることが予防となる。刺された場合は速やかに吸引器で毒を吸い取る。吸引器が無い場合は、傷口を清浄な水で洗う。抗ヒスタミン剤含有のステロイド軟膏を塗布し医者の手当てを受ける。アレルギーショック症状が起きた場合には速やかに医者の手当てを受ける。
- 蛇：触ったり、踏んだりしない。長靴が有効。毒蛇に咬まれた場合、慌てずに医療機関へ行く。吸引器を持っている場合にはかまれた直後に使用する。
- アブ類・蚊類：予防として、防虫網をかぶったり、防虫スプレー、携帯用蚊取り線香を用いる。
- ツツガムシ：風邪に似た症状が出る。刺し口、高熱、発疹が生じたら病院へ行く。
- ウルシ類：肌を出さない。ウルシには近づかないようにする。かぶれた場合は水で洗い、抗ヒスタミン剤含有のステロイド軟こうを塗る。全身に広がった場合は皮膚科へ行く。

(4)その他注意すべきこと

- 雷：早めに察知して避難する。雷雲の接近を察知した場合には、山小屋に逃げるか低姿勢で伏せる。傘、ストック、釣竿などを頭上に振り上げるのは厳禁。

- 荒れた植林地、砂防ダムの堆砂地、湿地、岩、急傾斜地、増水、鉄砲水、工事・碎石現場、土砂崩れ等に注意する。
- 調査地の地権者に対して、事前の了解を得る。

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）
2. 林田光祐：安全・快適なフィールド活動を行うために～テキスト保存版
3. 林田光祐：安全・快適なフィールド活動を行うために～テキスト2012年版

II-2. 実験室と環境

実験には大なり小なり危険が潜んでいる。事故を起こさないよう以下の点に注意を払い実験を行ってほしい。また、学生実験は原則として欠席・遅刻・早退は認められない。やむを得ない事情で出席できないときは、必ず担当教員に届出を提出し、許可を得ること。

(1) 一般的注意事項

- 実験室、実験台および実験に使用する装置、器具の整理・整頓する。
- 実験室では白衣を必ず着用し、名札もつけること。
- 頭髪から靴まで、実験を安全で機能的かつ正確に行えるよう準備すること。マニキュアは有機溶媒に溶けるので使用しないこと。
- 実験室での飲食および食べ物の持ち込みは禁止。
- 安全な換気装置を設置する。
- タコ足配線など、不用意な配線はしない。
- コンセントやプラグのネジの緩み、コードの損傷などないか確認する。
- 電気機器、特にその電源部にゴミやほこりが溜まらないように適宜点検整備する。
- 感電防止のため、実験機器を使用する場合は、アースをしているか確認する。
- 冷蔵・冷凍庫内に可燃混合気を作らないようにする。
- 機器の運転期間、実施責任者、非常時の連絡先などを明記したカードを備えておく。
- 無人運転機器がある場合や機器が故障した場合、安全な状態に停止するよう対策を行う。

(2) 生物実験

- 専用の実験室として整備する。
- 滅菌・消毒の設備を置き、消毒剤を常備する。
- 注射針、刃物、汚物等は専用のごみ箱を設置する。
- 実験動物の飼育に当たっては清潔な環境（飼育室、飼育ボックス等）を整備する。

(3) 化学実験

- 必要以上の量の化学物質を身の回りに置かない。
- 毒物・劇物は、使用后、直ちに所定の保管庫に保管・施錠する。
- 炎、火花のない実験環境を整える（特に、引火性の薬品や溶媒等の第4類危険物の薬品を使用する際、注意を払う）。
- 刺激性の気体を発生、もしくは発生のおそれのある薬品は気体の洗浄が可能なドラフト室内で取り扱う。

[参考文献]

- ・山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）

II-3. 電気の安全な使用

今日の大学では、電気に接する機会は非常に多く、ひとたびその取扱いを誤れば、感電や漏電、あるいは、火災、爆発などの電気災害に遭遇することになる。特に、実験室では、実験者自身が電気の配線、あるいは修理に関わるが多い。

(1) 電気災害とその防止法

- 濡れた手で電気器具に触れない。
- プラグやテーブルタップのプラスチック部分が破損していて通電部が露出しているものは、速やかに取り替える。
- 電気機器のアースを、完全かつ正しくとる。特に水の近くで使用する電気器具や本体が金属の電気器具（電動機、冷蔵庫、洗濯機など）では重要である。
- 水漏れ等の可能性のある実験室では、テーブルタップ等を床に置かないようにする。
- 電気機器のゴミや油を清掃し、漏洩電流が流れないようにする。
- 高電圧や大電流の通電部に接触しないように絶縁物で遮蔽する。
- 危険区域を指定し、立ち入らないように柵などを設け、危険表示（回転灯や表示板）を目のつきやすい場所に設置する。
- 高電圧、大電流を伴う実験は単独で行わず、なるべく複数で行う。
- 高電圧、大電流を伴う実験時は「高圧危険」等の表示をして不用意に人が近づかないようにする。高電圧は接触しなくても接近すると放電により感電する恐れがある。

(2) 感電事故への対応

- 迅速に電源を切つてすぐ電流を止める。
- 電流が遮断できない時は、感電者の身体を乾いた棒で払いのけるか、乾いた布、衣服等を手に厚く巻き付け、感電者の衣服をつかんで引き離す。

(3) 電気起因する災害

(a) 漏電

電気機器や電気設備は古くなると、摩耗や損傷によって絶縁性が次第に低下し漏電を起こす。また、機器内部のほこりや湿気等によっても漏電が起こる。漏電によって流れた電流はジュール熱となって可燃性物質に着火し、ついには火災に発展する。漏電が起きると感電事故も起こりやすい。漏電防止のためには次の点に注意する。

- ACプラグのネジの緩み、コードの折れ曲がり部分の損傷はないか確認する。
- 水気や湿気のある場所で使用する電気機器や電源には、アースの他に漏電遮断器（検出電流30mA以下、動作時間30ms以下）を取り付ける。
- 腐食性ガスの発生しやすい所にはできるだけ電気機器を設置しない。
- 電気機器・設備の絶縁試験を定期的に行い、異常の早期発見に努める。

(b) 過熱

過熱には、発熱体による過熱のほか、電気機器および電線に対する過負荷による過熱および電線接続部の接触不良による過熱がある。過熱の防止には、次の点に注意する。

- 発熱部分がむき出しの電熱器（電気コンロ、電気ストーブ）の使用には必ず誰かがそばについていること。
- 離れる時は、必ずスイッチを切る。
- コードやコンセント、テーブルタップ等は定格電流容量を越えない電流値で使用する。

(c) 電気火花

可燃性ガスが爆発限界の範囲にある時に電気火花が発生すると、爆発や火災を引き起こす。従って、実験や作業内容によってはスイッチの開閉、電線のショート、静電気による電気火花（スパーク）の発生等に注意を要する。

- 引火性や可燃性物質を機器のスイッチ部や電熱器類のそばに置かない。

- 可燃性ガスが充満しないようにする。
- プラスチック等、絶縁性の高い物質は静電気が蓄積されやすいので、導体化や接地によって電荷を逃がすようにする。

(d) 電気火災の発生

- 電気火災が発生した時は、まず、電源を遮断してから消火活動を始める。
- やむを得ず通電した状態で消火活動をする時は、粉末消火器を用いるようにする（水は感電の危険があるので使用しない）。

(4) 実験室における配線

- 電気配線を行う際（容量が不足する場合や大電力を必要とする場合）は管理責任者の下で作業を行うこと。
- 配電盤にはアースの取り付け端子がついているので、必ずアースを取る。万一、電源にブレーカーやヒューズが取り付けられていない場合は、安全装置を取り付けてから利用する。
- 電気配線を固定する場合には、平型ビニル外装ケーブル（Fケーブル）を用いる。通常の平型ビニルコードを用いてはならない。
- 配線を床に這わす場合には、キャブタイヤケーブルを用いる。永続的に使用する場合は、伏せ板または塩ビチューブを用いて、コードを引っかけないように保護する。
- テーブルタップには、たこ足配線をしないことを原則とし、やむを得ない場合は、各電気機器とテーブルタップの許容電流を確認してから通電する。差し込み口が足りない場合には、固定用ケーブル（Fケーブル）を用いコンセントを増設する。
- 電気を熱として利用する電気器具の配線には、ゴムコードを使用する。

[参考文献]

1. 北海道大学安全・防災委員会：安全の手引（2004）
2. 筑波大学：安全のための手引（1998）
3. 青島賢司：安全管理者のための安全工学第7章、オーム社（1974）
4. 化学同人編集部：実験を安全に行うために 新版、化学同人（1993）
5. 東京工業大学総合安全管理センター編：健康・安全手帳（2004）
6. 山形大学工学部編：実験・実習における安全の手引（2002）

II-4. 運搬と高所での安全な作業

(1) 運搬作業の安全

・作業のための準備

作業に先立ち万全の準備をしておくことが安全に運搬作業を行う基本である。

- 運搬用の通路、廊下、研究室、実験室等をよく整頓し、不要物を片付け、安全な通路と作業のためのスペースを十分確保する。
- 作業に必要な資材類を事前に準備し、使用に耐えるかどうかについても確かめておく。
- 作業にふさわしい服装をして、安全帽や安全靴を着用する。

(a) 人力運搬作業

- 傾斜のある場所での運搬作業は、最低2名以上で行う。
- 満18歳以上の女性の重量取扱い制限は、断続作業は30kg、継続作業は20kgである。

(b) 機械類を用いた運搬作業

- 自家用車は、研究や教育上での運搬には原則として用いない。
- 2人以上で使用および乗車するのが望ましい。
- 積荷はできるだけ低く積む。片積みにならないように注意する。
- 危険物や長尺物の運搬には、危険表示をする。
- 確認が必要な時は、見張りまたは合図する者を置く。
- 台車（手押しカート、ワゴン）等による運搬の際、注意が荷にばかり集中しがちであるが、周囲、

特に歩行者に十分な注意を払う。

- 電動運搬車は1人でも操作できるが、安全のために2人以上で使用するのが望ましい。

(2) 高所での作業の安全

(a) 高所からの墜落

- 足場、照明、作業環境等を作業前に十分点検する。
- 必ず監視者を置く。
- 滑りやすい履物は使用しない。
- 無理な姿勢での作業は避ける。
- 安全帽（ヘルメット）を必ず着用する。その際、あご紐をきちんと結んで使用する。
- 安全帯（命綱）をできるだけ着用する（安全帯には、強度が十分で検査に合格したものを使用する）。
- 安全帯は腰より高い位置に着用する。
- 墜落した場合、安全帯をつなぎ止めるロープが長すぎると腹部へのショックが大きくなり内臓破裂で死亡する恐れがある。ロープの長さは1.5m以内とする。
- 足場上で長時間、かがみ込んで作業する際は急に立ち上がらない（貧血でふらつく）。
- 高い場所はもちろんのこと、あまり高くない所での軽微な作業ほど注意を払う。
- 2m以上の高所で作業する場合は、作業床の設置等、何らかの墜落防止措置を講ずる。
- 血圧その他、身体に故障のある者は高所での作業を行わない。

(b) 落下物による事故の防止

- 高所作業者は、工具や器材が誤って落下しないように、それらをロープや紐でしっかり結び、他の一端を自分のベルトあるいは付近のステー等に固定する。
- 下で作業する者は、必ず安全帽（ヘルメット）を着用する。
- 高所作業者の下側に入らないようにする。
- どうしても高所作業者の下方で作業する時は、高所作業者に声をかけて注意を喚起する。

(c) 安全帽

2～3mの高所で作業・実験中、あるいは搭載物を取扱い中、作業者自身がそこから不自然な姿勢のまま墜落した時に頭部への大きな衝撃を防ぐため、安全帽が使用される。安全帽を着用することにより、頭部に受ける衝撃を1/10以下まで軽減できる。

【安全帽の着用方法】

- 作業に適した種類の安全帽を使用する。
- 一度でも大きな衝撃を受けたものは使用しない。
- ヘッドバンドは頭の大きさに合わせて調節する。
- 安全帽はまっすぐに深く被り、後ろへ傾けて被らない。
- あごひもはきちんと締め、着用中は緩めたり外したりしない。
- 安全帽は使用することによって性能が低下するので、使用期間の長いものは新しいものに交換する（2～3年）。

[参考文献]

1. 北海道大学安全・防災委員会：安全の手引（2004）
2. 日本工業規格：産業用安全帽（JIST8131）、日本規格協会（1991）
3. 国際労働事務局（ILO）編集：人間工学チェックポイント、労働科学研究所出版部（1998）

II-5. 薬品の上手な使い方

5-1. 一般的注意

研究および技術教育の高度化、学際的広がりによって、専門分野を問わず日常的に薬品が使われている。それらの薬品のほとんどは潜在的には危険であるが、その性質と危険の程度を知ることによって、安全・適切・有効に使用できる。

- 薬品は基本的には有毒と考慮して取り扱う。
- 薬品の性質と危険の程度を知ることが必要である。
- 事故対策の方法を身につけておく。
- 入手から保管、使用、廃棄に至る全ての責任を自覚する。



5-2. 薬品の取扱い

(1) 購入

- 消防法で危険物に指定されている薬品は、研究室や実験室、あるいは建物に保管できる数量が規定されているので、必要以上に購入しない。(表II-5-1参照)

(2) 保管

- 薬品が盗難、紛失した場合は、直ちに担当教官、管理責任者および部局長に連絡する。
- 保管庫は、盗難等の防止のため、常に施錠しておかなければならない。また、保管庫を設置している部屋は、使用時以外は常に施錠するものとする。
- 常用する薬品でも実験室における保管は必要最小量に留める。
- 薬品棚や保管庫には性質の異なった薬品が混ざらないように、例えば無機物は陰イオン別、有機物は官能基別等に整理する。混合による事故を防ぐには、薬品を危険性によって分類する。
- 毒物・劇物を保管するにあたっては、一般薬品と区別し専用の保管庫に保存する。保管場所には「医薬用外」の文字及び毒物については「毒物」、劇物については「劇物」の文字を表示しなければならない。
- 一般に、直射日光を避けて冷所に貯蔵し、異種物質が混入しないように、火気や熱源から隔離しなければならない。
- 熱的に不安定な薬品の保管には冷蔵庫が用いられるが、洩れた溶剤蒸気が時に着火源になるので注意を要する。防爆式の冷蔵庫を使用するのが望ましい。
- 地震の際には、容器が衝突、転倒、転落して割れることのないように、適当な仕切りや横木をつける等の工夫をする。
- 薬品は薬品名をはっきり表示した安全な容器に保管する。薬品名が消える恐れのある場合には、早めにラベルを貼り替える。

表II-5-1 危険物分類表

類	品名	性質	指定数量	該当物質の例
第1類	①塩素酸塩類、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硝酸塩類、⑦ヨウ素酸塩類、⑧過マンガン酸塩類、⑨重クロム酸塩類、⑩その他政令で定めるもの、⑪前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第1種酸化性固体	50kg	過塩素酸マグネシウム、過酸化バリウム、過塩素酸アンモニウム、過ヨウ素酸カリウム
		第2種酸化性固体	300kg	亜硝酸ナトリウム、サラシ粉、トリクロロイソシアヌル酸
		第3種酸化性固体	1,000kg	硝酸アンモニウム、硝酸鉄、過ホウ酸ナトリウム

第2類	①硫化リン、②赤リン、③硫黄		100kg	
	鉄粉		500kg	
	金属粉、マグネシウム、その他政令で定めるもの、いずれかを含有するもの	第1種可燃性固体	100kg	マグネシウム粉 (150メッシュパス)
		第2種可燃性固体	500kg	マグネシウム粉 (80~150メッシュパス)
	引火性固体		1,000kg	固形アルコール
第3類	①カリウム、②ナトリウム、③アルキルアルミニウム、④あるきるリチウム		10kg	
	黄リン		20kg	
	①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、②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)、③金属水素化物、④金属のリン化物、⑤カルシウム及びアルミニウム炭化物、⑥その他政令で定めるもの、⑦前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第1種自然発火性物質および禁水性物質	10kg	リチウム粉、水素化リチウム
		第2種	50kg	
	第3種	300kg		
第4類	特殊引火物		50ℓ	ジエチルエーテル、アセトアルデヒド
	第1石油類	非水溶性液体	200ℓ	ガソリン、トルエン、酢酸エチル
		水溶性液体	400ℓ	アセトン、メチルエチルケトン
	アルコール類		400ℓ	メチルアルコール、エチルアルコール、プロピルアルコール
	第2石油類	非水溶性液体	1,000ℓ	灯油、軽油、キシレン
		水溶性液体	2,000ℓ	酢酸、ギ酸イソアミル
	第3石油類	非水溶性液体	2,000ℓ	重油、クレオソート油、アニリン
		水溶性液体	4,000ℓ	グリセリン、酪酸
第4石油類		6,000ℓ	ギヤー油、シリンダー油	
動植物油類		10,000ℓ	パーム油、アマニ油、ヤシ油	
第5類	①有機過酸化物、②硝酸エステル類、③ニトロ化合物、④ニトロソ化合物、⑤アゾ化合物、⑥ジアゾ化合物、⑦ヒドラジンの誘導体、⑧その他のもので制令で定めるもの、⑨前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第1種自己反応性物質	10kg	アジ化ナトリウム、過酸化ベンゾイル
		第2種自己反応性物質	100kg	ニトロメタン、硫酸ヒドラジン
第6類	①過塩素酸、②過酸化水素、③硝酸、④その他のもので制令で定めるもの、⑤前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		300kg	過塩素酸、硫硝酸(1:1)、濃硝酸

(3) 使用

□ 使用する前に必ず薬品の性質や生成物の性質をよく調べ、必要な安全対策を講じる。

(参考) 労働安全衛生法関係法令(有機溶剤中毒予防規則や特定化学物質等障害予防規則等)で指定された化学物質を使用する際は、当該薬品の使用が認められた実験室において、適切な実験施設を使用して取り扱うこと。

□ 薬品を取り扱う研究室ごとに「受払簿」を作成し、品名、受払の年月日時、受入・払出量、現在量、使用者名、使用目的を記入する。毒物・劇物に関しては必ず受払簿への記入を行い、取扱いの終了した受払簿は5年間保存しなければならない。

- 受払簿に記録されている残数量については、毎年定期的にも実際保管されている数量と照合し、確認する。
- 特定毒物は政令で指定されている用途と使用者（特定毒物使用者）以外、原則として使用することも所持することも禁止されている。学術研究のために使用する場合であっても、特別に知事の許可を受けた「特定毒物研究者」以外のものは、取扱いが禁止されている。
- 実験は薬品の使用量が目的から見て最小の規模になるように計画する。
- 突発的な事故の危険性があるため、一人で行わないようにする（特に夜間や休日）。
- 薬品が身体に直接触れることのないように注意する。特に、薬液の飛散やガラス破片の飛来から身を守るため、保護メガネ、保護手袋、保護マスク、保護面を必ず着用し、その他安全衝立等の実験用保護具を常備する。
- 不必要な薬品を実験台の上に置かない、使用後は所定の保管場所へ片付けをきちんと行うなどして、実験室内は常に整理整頓に努める。
- 飛散、漏れ、紛失等のないよう十分に注意すること。容器は、こぼれたり、漏れたり、浸み出したり、発散するおそれのない蓋または栓をした堅牢なものを用いる。
- 万が一事故が起きた時に備えて、あらかじめ非常口の場所、救急手当用具や消火器の置き場所、種類、使い方等、事故対策の方法を知っておく。また、緊急時の連絡先を見やすい場所に掲示する。

(4) 処理・廃棄

廃棄物の処理に関しては「Ⅱ.9 廃液の安全な管理と処理」を参照にすること。

(5) 薬品の危険性と不慮の事故に対する対応

薬品に関わる危険としては

- ①火災や爆発を起こす発火危険性、すなわち化学的危険性。
 - ②中毒や職業病等を起こす有害危険性、すなわち生理的危険性。
- が挙げられる。試薬カタログや試薬ビンにはマークによって危険性や取扱いが直感的に判断できるようにしてある（表Ⅱ-5-2）。また、薬品は危険の性質によって消防法、毒物及び劇物取締法、労働安全衛生法等により、その取扱いが規定されている。

表Ⅱ-5-2 試薬カタログのマーク

危	.....	消防法による危険物
毒	.....	毒物および劇物取締法による毒物
劇	.....	毒物および劇物取締法による劇物
注	.....	取扱い上、特に注意を要するもの
遮	.....	遮光貯蔵品
冷	.....	冷蔵貯蔵品
凍	.....	冷凍貯蔵品

- 薬品が飛散、漏れ、流出、しみ出し、地下浸透が発生した場合は、直ちに担当教員、管理責任者および部局長に連絡する。また、事態の発生を周囲のものに知らせ、2次災害に細心の注意を払いながら、周囲のものと一緒に汚染拡散の防止および飛散物の回収・除洗の措置をとる。
- 火災・爆発等が発生した場合は、大声で近隣のものに知らせるとともに、駆けつけた近隣の者と協力して、身の安全を確保しつつ2次災害に細心の注意を払いながら、必要に応じて適当な初期消火に当たる。

5-3. 発火危険性のある物質

物 質	性質・取扱い・消火法など
発火性物質 ・アルキルアルミニウム、黄リン、還元金属触媒 (Pt、Pd、Ni、Cu-Cr)	(性質) <input type="checkbox"/> 発火温度が低いために室温の空气中で発火する。 <input type="checkbox"/> 多くは水との接触によっても発火する。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 空気と接触しないようにするため、水中に保管するもの (黄リン) と不活性ガス雰囲気保管するもの (アルキルアルミニウム) とがある。 <input type="checkbox"/> 保管にあたっては、他の物質と隔離する。 <input type="checkbox"/> 触れると火傷をするので、皮膚には絶対触れないようにする。 (消火法) <input type="checkbox"/> 一般に乾燥砂か粉末消火器を用いるが、ごく少量のときは大量の水がよい。
禁水性物質 ・金属ナトリウム、金属カルシウム、炭化カルシウム、生石灰、水素化アルミニウムリチウム、水素化リチウム、五酸化リン、発煙賞賛、硫酸、クロロ硫酸、無水酢酸	(性質—吸湿または水と接触すると、次の5つのいずれかの性質を示す。) <input type="checkbox"/> 可燃性ガスを発生し、発火する (金属ナトリウム)。 <input type="checkbox"/> 可燃性ガスを発生し、発火するが、普通には発火しない (炭化カルシウム)。 <input type="checkbox"/> 有毒ガスを発生し、ガスは空気と混合すると発火する (リン酸カルシウム)。 <input type="checkbox"/> 発熱だけであるが、付近に有機物があると発火することがある (石灰)。 <input type="checkbox"/> 激しく発熱し、飛び散る (硫酸、クロロ硫酸)。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 直接水に触れないようにする。 <input type="checkbox"/> 保管中には空気中の湿気に気をつける。 <input type="checkbox"/> ナトリウム、カリウムは石油中に保存し、他の薬品とは隔離する。 (消火法) <input type="checkbox"/> 粉末消火器、乾燥砂、食塩等を用いるが、注水したり炭酸ガス消火器を使ったりしてはいけない。
引火性物質 ・(可燃性ガス) 「Ⅱ-6. ガスの安全な取扱い方」参照。 ・(特殊引火性液体) エーテル、二硫化炭素、ペンタン ・(高度引火性液体) ガソリン、ヘキサン、ベンゼン、トルエン、アルコール類、アセトン、酢酸エステル類	(性質) <input type="checkbox"/> 空気が触れただけでは引火しないが、火源があれば容易に着火する。 <input type="checkbox"/> 危険性はおおむね引火点で決められる。特殊引火性液体の引火点は -20°C 、高度引火性液体の引火点は 20°C 未満である。 <input type="checkbox"/> エーテル、二硫化炭素は極めて引火しやすく、数メートル離れた裸火からも引火する。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 実験室には必要以上の量を持ち込まない。 <input type="checkbox"/> 室内での取扱い中は全ての裸火 (暖房器具も含む) を使用しないように注意する。 <input type="checkbox"/> 加熱にバーナーのような裸火を使用しないように注意する。 <input type="checkbox"/> 蒸気の発散するところでは換気に留意する。 (消火法) <input type="checkbox"/> 粉末消火器または炭酸ガス消火器を用いる。実験室で起きる火災では最も多い。
可燃性物質 ・灯油、重油、動植物油、硫黄、赤リン、金属粉	(性質) <input type="checkbox"/> 室温では裸火のような火源があっても着火しないが、加熱すると容易に発火する。 <input type="checkbox"/> 引火点以上であれば、引火性液体と全く変わらない引火の危険性がある。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 引火点の高い場合でも布等に染み込ませると容易に着火する。

	<input type="checkbox"/> 発火温度の低いものは加熱した金属表面に接触すると危険である。 <input type="checkbox"/> 加熱によって発生する蒸気は、空気より重いので、下降し、加熱源によって引火することがある。 (消火法) <input type="checkbox"/> 大量に注水する。または粉末消火器や炭酸ガス消火器を用いる。
爆発性物質 ①爆発性化合物 ・過塩素酸アンモニウム、亜塩素酸ナトリウム、硝酸アンモニウム	(性質) <input type="checkbox"/> それ自身不安定な物質で、熱や衝撃によって爆発する。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 火気、衝撃で爆発するので危険度をよく調べる。 <input type="checkbox"/> 種々の反応で副生したり、保管中に生成したりするので注意が必要である。 <input type="checkbox"/> エーテル類（エーテル、テトラヒドロフラン）は空気中の酸素で有機過酸化物を作りやすい。このため、蒸留には残さを多くする等、取扱いに注意する。 <input type="checkbox"/> 酸、アルカリ、金属、還元性物質に触れると爆発することがあるので、不用意な混合禁止。 (消火法) <input type="checkbox"/> 大量に注水する（爆発しても危険のない場所に人を避難させる）。
②爆発性混合物 ・「表Ⅱ－５－３」参照	(性質) <input type="checkbox"/> ２種以上の物質の混合による反応熱によって、急激な沸騰、飛散、発火、爆発を起こす。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 取扱者の知らないうちに生成する可能性があるので十分な警戒が必要である。 (消火法) <input type="checkbox"/> 大量に注水する。
酸化性物質 ・(酸化性固体) 塩素酸塩、過塩素酸塩、無機過酸化物、過マンガン酸塩 ・(酸化性液体) 過塩素酸、過酸化水素、発煙硝酸、濃硝酸 ・(酸化性ガス) 酸素、オゾン、フッ素、塩素	(性質) <input type="checkbox"/> 化学的に活性で、他の物質と容易に反応して危険な状態を生じ、火災や爆発の原因となる。 <input type="checkbox"/> 固体酸化剤は、加熱、摩擦、衝撃によって酸素を放出しながら分解し、同時に大量の熱を発生する。 <input type="checkbox"/> 分解によって放出される酸素による酸化反応も大量の熱を発生する。 (取扱い) <input type="checkbox"/> 加熱、衝撃、摩擦を避ける。 <input type="checkbox"/> 有機物等の可燃物や強酸との接触を避ける。 <input type="checkbox"/> 日光の直射を避け、熱源から離す。 (消火法) <input type="checkbox"/> 一般に水が用いられるが、アルカリ金属の過酸化物は「禁水性物質」として扱う。
強酸性物質 ・硫酸、硝酸、クロロ硫酸、フッ化水素酸、クロロ酢酸、ギ酸	(危険性) <input type="checkbox"/> 酸化性物質と混合すると発火、爆発するものが多い。 <input type="checkbox"/> 皮膚や粘膜に触れると激しい薬火傷を起こす。また、高濃度の蒸気を吸入すると呼吸を刺激し、肺水腫を起こすことがある。 <input type="checkbox"/> 金属、その他の材料を腐食する。

表Ⅱ-5-3 爆発性混合物（薬品A+薬品B）

薬品 A	薬品 B
硝酸塩、濃硝酸、無水クロム酸、過マンガン酸塩、ハロゲン酸塩（塩素酸塩、亜塩素酸塩、次亜塩素酸塩）	有機物など可燃物
アルミニウム、マグネシウム	含酸素化合物（Fe ₂ O ₃ 、Na ₂ SO ₄ 、Na ₂ CO ₃ 、ZnO）
四塩化炭素、クロロホルム	金属ナトリウム
過マンガン酸塩、ハロゲン酸塩（塩素酸塩、過塩素酸塩、亜塩素酸塩、次亜塩素酸塩）	強酸
不安定なアンモニウム塩（亜硝酸塩、塩素酸塩、過マンガン酸塩）	安定なアンモニウム塩
濃硫酸、発煙硫酸、クロロ硫酸	水、アルカリ

5-4. 人体に対して有毒な物質

- 実験室で使われる薬品のほとんどは有毒である。
 - 毒性の強いものの中には、扱いを誤ると致命的な障害を受けることがあるので、毒性の程度を調べて、細心の注意を払って取扱う。
 - 毒性についてよく知られていない物質も多いが、常にその毒性を予測して扱うこと。
 - 長い間の不注意な取扱いにより慢性の障害を起こす物質もある。
 - ベンゼン、クロロホルム、アニリン等、実験室で頻繁に使われる薬品にも発ガン性が認められているので、注意をしなければならない。
 - 自分が扱っている化合物、反応生成物には慣れにより注意が払われない場合が多いが、毒性の未知なものは全て強力な発癌性をもつ物質と同じ扱いをするべきである。
- (1) 有毒ガス（「Ⅱ-6. ガスの安全な取扱い方」参照）
- (2) 毒物および劇物
- ・取扱い
 - 蒸気や微粒子として呼吸器官から、水溶液として消化器官から、また接触によって皮膚や粘膜から吸収されるので、対応した注意が必要である。
 - 容器は、内容物が外気と接触しないように密栓し、内容物を明確に記入したラベルを貼る。何が入っているか解らないビンは処置に困る。
 - 初めて扱う薬品については、知り得る限り毒性を調べるか、経験者に話を聞くようにする。
 - 皮膚についたら流水で十分に洗い、実験衣等もそのままにせず水洗いする。表Ⅱ-5-4及び表Ⅱ-5-5に代表的な有毒物質を応急処置とともにあげる。また表Ⅱ-5-6及び表Ⅱ-5-7が応急用として役立つかもしれないが、いずれにしても一刻も早く医師の診察を受ける。

表Ⅱ-5-4 無機性毒物・劇物

物質名	毒性	注意	処置
ヒ素とその化合物	亜ヒ酸は特に猛毒。致死量0.1~0.2g。嘔吐、下痢、腹痛などの後、昏睡して呼吸困難、心臓麻痺により死ぬ。	実験室で扱うことは極力避け、やむを得ず扱わなければならない時には細心の注意を払う。	吐かせてから牛乳を500ml飲ませ、2~4lの温水で胃洗浄する。

水銀とその化合物	水銀の蒸気は毒性を持ち、呼吸器を侵す。また、塩化第二水銀（昇こう）は特に猛毒性で消化器を侵し死に至る。	密閉したビンの中に保存する。	スキムミルク、水などでといた卵白を与える。ジメルカプロール (BAL)、硫酸ソーダの水溶液を与える。
リン、リン化合物	黄リンは特に火傷の原因となる。三塩化リンも同じ。また上記はのどや鼻の粘膜を刺激し、腐食作用をもつ。消化器に入ると激しく作用して数日苦しんだ後死に至る。		
強酸類(特に硫酸)、強アルカリ類	触れると皮膚を侵し、重い化学火傷、腐食を起こす。また衣類等は瞬時に腐食される。	机の端や倒れ易い所に置かない。	[強酸] 飲み込んだ時は、200mlの酸化マグネシウム乳濁液、水酸化アルミニウムのゲル、牛乳、水等を飲ませて希釈する。目に入った時も流水で15分以上洗う。 [強アルカリ] 飲み込んだ場合は、食用酢を薄めたもの（水で約5倍に希釈）を飲ませ中和する。皮膚についた時は、ヌルヌルしなくなるまで流水で洗い、さらに薄めた食酢で中和する。目に入った時は、15分以上流水で洗い、できるだけ早く医師の診察を受ける。

表Ⅱ-5-5 有機性劇物

物質名	毒性	注意	処置
アニリン、ニトロベンゼン	皮膚からの吸収、蒸気の吸入により、頭痛、吐き気などを起こし、時には意識不明になる。	芳香族アミン系化合物には強い発癌性を持つものがある。なるべくドラフト中で操作する。	飲み込んだ場合は、吐かせた後胃洗浄し、下剤を用いて除去する。皮膚についた時は、石けん、水で十分に洗い落とす。
フェノール類、ニトリル類	皮膚の腐食、粘膜から吸収され神経を侵す。消化器障害、神経異常の原因にもなる。	特に液体、気体ニトリルに注意。	飲み込んだ場合は、水、牛乳、活性炭を与え吐かせる。胃洗浄する。さらに、下剤（ヒマシ油、硫酸ソーダ）を与える。皮膚についた時は、アルコールで擦り落とし、温水でよく洗う。
二硫化炭素	蒸気を吸うと神経系統が侵される。		胃洗浄するか、吐剤を与えて吐かせる。保温し、換気の良いところで寝かせる。
ベンゼン	蒸気を呼吸すると中毒を起こす。慢性は貧血、急性は神経錯乱。	極めて有毒、発癌性も報告されている。	新鮮な空気のある所へ移す。胃洗浄や吐剤の使用は、大量に飲んだ場合以外、副次的な害があるので極力避ける。
メチルアルコール	1回に30～50mlを飲むと嘔吐、けいれん、呼吸困難、視覚障害を起こし、呼吸麻痺で死ぬ。また、失明することが多い。		1～2%重曹水溶液で十分に胃洗浄を行う。

ジメチル硫酸	皮膚・粘膜の炎症、壊死、致命的な肺障害を起こす。	無色、無臭で皮膚からの吸収が非常に早い。	
--------	--------------------------	----------------------	--

表Ⅱ-5-6 薬品中毒の応急処置

原因 処置	薬品を飲み込んだ場合 専門医に連絡する。吐かせる(酸やアルカリ等の侵食性の薬品や炭化水素液体は吐かせない) 牛乳、とき卵、水、茶、またはメリケン粉、デンプン等の水懸濁液を飲ませる。 強酸：酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、牛乳等の水懸濁液を飲ませる。 強アルカリ：1～2%酢酸、レモンジュース等を飲ませる。 水銀：水またはスキムミルクでといた卵白を与える。 硝酸銀：食塩液を飲ませる。 メタノール：1～2%炭酸水素アンモニウム液で胃洗浄する。
原因 処置	ガスを吸入した場合 新鮮な空気中へ連れ出す。安静にし、保温する。場合によっては人工呼吸を行う。 シアン：直ちに亜硝酸アミルを嗅がせる。 塩素：アルコールを嗅がせる。 臭素：薄いアンモニア液を嗅がせる。 アンモニア：酸素吸入をする。
原因 処置	目に入った場合 直ちに流水で15分間洗う。
原因 処置	皮膚に付着した場合 フェノールやリンの場合を除いて大量の流水で皮膚を十分に洗う。 強酸：水洗後、飽和炭酸水素アンモニウム液で洗う。 強アルカリ：水洗後、2%酢酸で洗う。 フェノール：アルコールで擦り落とし、次いで石けんを使って水で洗う。
原因 処置	火傷をした場合 とにかく冷水(10～15℃)で30分間以上冷やす。

表Ⅱ-5-7 特殊胃洗浄液

毒物	洗 浄 液
アルカロイド	0.02%過マンガン酸カリ水溶液
漂白剤(次亜塩素酸塩)	5%チオ硫酸ナトリウム水溶液
銅	1%フェロシアンカリ水溶液
鉄	10%重曹を加えた生理食塩液100mlに5～10mlのデフェロキサミンを加えたもの
フッ化物	5%乳酸ないし炭酸カルシウム水溶液、牛乳
ホルムアルデヒド	1%炭酸アンモニウム水溶液
ヨード	デンプン水溶液
フェノール	植物油(鉱物油はいけない)
リン	1%硫酸銅水溶液100ml、必ず排出させる
サリチル酸	10%重曹水溶液

その他、どのような場合にも、活性炭に水を加えてよく振ったものや、ぬるま湯を用いることができる。

(3) 発癌性物質(表Ⅱ-5-8)

表Ⅱ-5-8 発がん物質（医薬品を除く）

<p>第1群（人間に対し発がん性のある物質）</p> <p>塩化ビニル、クロムおよびある種の化合物、スス、タール、鉱物油、石綿、2-ナフチルアミン、4-ニトロピフェニル、ビス（クロロメチル）エーテル、ヒ素及びある種の化合物、4-ビフェニルアミン、ベンジジン、ベンジジントリクロリド、ベンゼン、硫化ジクロロエチル（マスタードガス、イペリット）</p>
<p>第2群A（人間に対し発がん性があると考えられる物質） 確度の高いもの</p> <p>アクリロニトリル、アフラトキシン類、エチレンオキシド、o-トルイジン、ニッケル及びある種の化合物、ベリリウム及びある種の化合物、ベンゾ [a] ピレン、硫酸ジエチル、硫酸ジメチル</p>
<p>第2群B（人間に対し発がん性があると考えられる物質） 確度の低いもの</p> <p>アミトロール、エチレンチオウレア、エピクロロヒドリン、塩化ジメチルカルバモイル、オーラミン、カドミウム及びある種の化合物、クロロフェノール類、クロロホルム、酸化エチレン、四塩化炭素、1, 4-ジオキサン、3, 3'-ジクロロベンジジン、3, 3'-ジメトキシベンジジン、ダイレクトブラウン95、ダイレクトブラック38、ダイレクトブルー6、DDT、2, 3, 7, 8-テトラクロロベンゾ-p-ジオキシン（ダイオキシン）、塩化ビフェニル類（PCB）、ホルムアルデヒド</p>

(4) 女性労働基準規則による女性労働者の就業を禁止する業務（平成24年10月1日施行。ただし、エチルベンゼンは平成25年1月1日施行。）

妊娠や出産・授乳機能に影響のある25の化学物質を取り扱う職場では、女性労働者を以下の業務につかせることは禁止となります。

- 労働安全衛生法令に基づく作業環境測定を行い、「第3管理区分（作業場所での気中での有害物質の濃度の平均が、管理濃度を超える状態）」となった屋内作業場での全ての業務
- タンク、船倉内などで規制対象の化学物質を取り扱う業務で、呼吸用保護具の使用が義務づけられているもの

対象化学物質

<p>塩素化ビフェニル、アクリルアミド、エチルベンゼン、エチレンイミン、エチレンオキシド、カドミウム化合物、クロム塩酸、五酸化バナジウム、水銀及びその無機化合物（硫化水銀除く）、塩化ニッケル(II)（粉状に限る）、砒素化合物（アルシンと砒化ガリウム除く）、ペータープロピオラクトン、ペンタクロルフェノール及びそのナトリウム塩、マンガン（マンガン化合物は対象外）、鉛及びその化合物、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノメチルエーテル、キシレン、N, N-ジメチルホルムアミド、スチレン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、トルエン、二硫化炭素、メタノール</p>

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）
2. 東京大学院農学生命科学研究科・安全衛生管理室編：安全衛生教育テキスト（2007）

II-6. ガスの安全な取扱い方

可燃性ガスや毒性ガスに対しては、ほとんどの人が細心の注意を払い実験を行っているが、爆発性や毒性等がなく安全であると思っている窒素ガスによってさえ、死に至る酸欠事故は起こり得る。一般に、事故が起きた後で調査をしてみると、「無理をした」「油断をした」「知らなかった」「教わらなかった」等、安全に対する心構えの不備な事例が意外に多い。

この章では、事故を防ぐために、ガスに関する基本的な取扱い方法について述べるが、大学の研究室で使用されているガスのすべてを取り上げることはできない。各実験室において実験内容、実験室の状況等に則したマニュアルを作成することが必要である。それによって、安全に対する心構えができる。

6-1. ガスの分類とその性質

- (1) 可燃性ガス：H₂、CO、NH₃、H₂S、メタン、プロパン、都市ガス等。
- (2) 支燃性ガス：空気、O₂、O₃、Cl₂、NO、NO₂等の酸化力のあるガス。

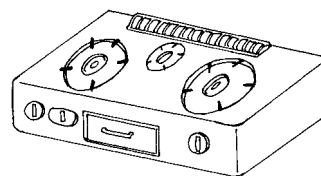
- (3) 爆発性ガス：可燃性ガスと支燃性ガスの混合ガス。特に、シラン類、アルキルアミン類、金属水素化物等のガスは空気と混合しただけで爆発する。
- (4) 不活性ガス：液体窒素、液体ヘリウム、アルゴン等。無害であるが酸欠を起こす。
- (5) 液化・固化ガス：N₂、He、LPG、ドライアイス等。凍傷、爆発、酸欠を起こす。
- (6) 有毒ガス：CO、CO₂、NH₃、ハロゲンガス、ハロゲン化水素（HF、HCl）、硫化水素、シアン化水素、オゾン等。毒性の強いと、希薄ガスをひと呼吸しても死に至る。
- (7) 腐食性ガス：塩素ガス、塩化水素、オゾン等。これらは、金属、プラスチック、ゴム等を腐食し、その結果思わぬ災害を招く。また、皮膚粘膜に障害を起こす。
- (8) 高圧ガス：多くのガスは高圧充填されており、ポンベの不用意な取扱いは重大事故を招く。（例：ポンベが転倒して口金が折損すると、ロケットのように飛び回る）

6-2. 都市ガスの取扱い

(1) ガス使用上の注意事項

ガス事業法によって、都市ガスの濃度が0.1%で人間が感知できるように臭いをつけることが義務づけられている。しかし、空気より軽いガスが多く含まれているためガス漏れに気づくのが遅れることもある。ガス漏れによる火災、爆発を防止するために、次のような対策を講じておくことが必要である。

- ガスの種類にあった安全なガス器具や接続具を使用する。
- 立ち消え安全装置付き器具や自動ガス遮断装置を設置する。
- ガス漏れ警報機を設置し、定期点検を行う。
- ガスホース、接続箇所の点検と早めの取替えを行う。
- ガスを使用しない時には元栓を閉める習慣をつける。
- 点火、消火の目視確認の習慣をつける。
- ガス器具の正しい取扱い方法を守る。
- ガス器具のこまめな手入れを行う。
- ガス器具周囲の安全性（天井、壁等の可燃物からの十分な距離）に注意する。



(2) 不完全燃焼についての注意

都市によって使用されているガスの成分は多少異なるが、主成分は水素であり、COガスも約4%含有している。さらに、不完全燃焼した場合には、炭化水素からもCOガスが発生する。COガスは無色、無臭であるため発生に気付くのが遅れがちになるので十分な注意が必要である。不完全燃焼は、ガス器具の不良（ホコリ詰まりなど）が原因として起きるほか、ガス器具が新しくても排気設備が不十分であれば起きる。

- 換気の習慣をつける。
- 十分な能力のある排気設備を設置し点検を行う。
- 不完全燃焼防止装置付きのガス器具を購入する。

(3) ガス漏れ、不完全燃焼が起きた時

- 直ちにガスの使用を中止する。
- 窓や戸を大きく開ける。
- ガスの元栓やメーターコックを閉める。
- 火気や電気器具は絶対に使用しない。
- 付近の人へ危険を知らせ、財務会計担当（夜間・休日は守衛室）に連絡する。

6-3. 不活性ガスの取扱い上の注意

不活性ガスはそれ自身は無害であるが、室内に充満すると酸欠を引き起こす。大気中の酸素濃度は約21%であるが、酸素濃度の低下に伴って表Ⅱ-6-2に示すような酸素欠乏（酸欠）症状が現れる。体内で酸素を最も必要としているのは脳細胞であり、血液中の酸素濃度の低下によっていち早く影響を受け、脳機能が低下する。この機能障害は不可逆的なものであるため、一度酸素欠乏症になると酸素

濃度が正常値に戻っても後遺症が残ることが多い。

表Ⅱ-6-2 酸素濃度低下の人体への影響

酸素濃度	症 状
21%	(正常な酸素濃度)
12~16%	脈拍、呼吸数の増加。頭痛、めまいが起きる。精神集中に努力がいる。
9~14%	判断力が鈍る。不安定な精神状態。当時の記憶がなくなる。体温上昇、チアノーゼ。
6~10%	意識不明。中枢神経障害。痙攣、チアノーゼ。
6%以下	昏睡、呼吸停止、心臓停止。酸素濃度0%のガスは一息で意識不明となる。

酸欠者を発見した時は、救助者も酸欠になる二次災害を念頭に適切な判断が要求される。救助者は、まず大声で人を呼び、呼吸を止めて酸欠者を室外に引き出す。救助に数分を要する状況では、二次災害の危険があるので、単独で行動してはいけない。

6-4. 低温液化ガスの危険性と取扱い上の注意点

低温液化ガスには、液体窒素（常圧における沸点 -196°C ）、液体ヘリウム（同 -269°C ）等があり、極低温、超高真空を得るための寒剤として実験室でもよく使われるが、表Ⅱ-6-3に示すような危険性があるので、その取扱いには熟練と細心の注意が必要である。

表Ⅱ-6-3 低温液化ガスの危険性

液化状態	(a) 極低温のため凍傷を起こし、ひどい場合には壊傷（えそ）になる。 (b) 容器の材質は低温で脆性破壊されやすく、二次災害を起こす。 (c) 液体水素と固体酸素、液体酸素と油脂類または炭化水素燃料等の組合せは火薬と同様、激しい爆発反応を起こす（凝相爆発）。
気化状態	(a) 液化ガスは気化すると常温・常圧で800~900倍の体積になるので、密閉容器中では圧力が上昇し、容器が破裂する危険性がある。また、室内で多量に気化すると空気を置換し、酸欠を引き起こすことがある。 (b) 過剰の熱により爆発的に気化する（蒸気爆発）。 (c) 一酸化炭素は猛毒、二酸化炭素は呼吸器に影響、水素・不活性ガスは単純窒息剤、フッ素・オゾン毒性と腐食性が強い。 (d) 可燃性ガスの場合は火災や爆発の危険性が大きい。

- 液化ガスの取扱いには熟練を要するので、二人以上で実験をする。初心者は必ず経験者の指導のもとで実験を行う。
- 液化ガスが直接皮膚、目、手足などに触れないように、必ず保護服、保護面、保護メガネ、皮製手袋等を着用する。
- 液体窒素や液体ヘリウムは不活性であるが、密閉された部屋で使用すると酸欠になる恐れがある。液化ガスを扱う部屋は換気をよくする。また、大量に使用する場所には酸素濃度計をつけることが望ましい。
- 液化ガス容器は、日光が直射しないよう風通しのよい場所に置く。
- 低温液化ガス貯蔵容器は断熱真空容器となっているので衝撃に弱いので慎重に扱う。
- 液化ガスを密閉容器に入れてはならない。必ず気化ガスの逃げ口を作る。液化ガスが可燃性の場合には、ガラス綿等で栓をし、爆発と引火の危険を防ぐ。
- 寒剤容器、特にガラス製魔法瓶は新しいものほど割れやすいので注意を要する。顔を容器の真上に近づけないこと。
- 液化ガスが皮膚についたらすぐに水で洗い落とす。衣服にしみ込んだ時は衣服を脱ぐ。
- 凍傷がひどい時は専門医に診せる。
- 実験者が窒息したら、すぐに新鮮な空気の所に運び出し、人工呼吸を行い、救急車を呼ぶ。

6-5. 有毒ガスの取扱い

有毒ガスは、微量でも重大事故になるので取扱いには細心の注意を必要とする。有毒ガスは種類が多く、性質・毒性も多様なので、ここでは一般的な注意と一部のよく使われるガスについてのみ述べ

る。使用するガスの毒性の有無、吸い込んでしまった時の解毒剤・応急処置等について、日頃から熟知し訓練する努力が必要である。

(1) 有毒ガスを漏らさないことが基本

漏れた時の対処法・手順を日頃から話し合うように心掛けたい。実験容器、配管、終末処理方法等について、使用するガスについて事前調査を十分に行い、万全を期すことが必要である。解毒剤・有効なガスマスク・除外中和剤等も準備すべきである。使用する毒性ガスのガス漏れ探知・警報機の設置は最も有効である。



(2) 有毒ガスの許容限度と性質

有毒ガスの許容限度を表Ⅱ-6-4に示す。特に、水素化物ガス（AsH₃、H₂S、SiH₄、GeH₄等）は毒性の強いものが多いので、必要ならば専門書、文献をよく調査する。主なガスの毒性と応急処置を表Ⅱ-6-5に示す。

有毒ガスを吸う可能性がある時には、必ずそのガスに有効な防毒マスクを着用し、わずかな異常でも察知できるように実験に集中し、常に細心の注意を怠ってはならない。安全第一とし、安全を確信できない時には事故の発生を周囲に知らせ、被害の発生を防止する。

表Ⅱ-6-4 有毒ガスの許容限度

ガス名	許容限度 (ppm)	ガス名	許容限度 (ppm)
アンモニア	25	オゾン	0.1
一酸化炭素	50	二酸化イオウ	5
塩素	1	アセトアルデヒド	100
フッ素	1	ホルムアルデヒド	5
臭素	0.1	フッ化水素	3
酸化エチレン	50	硫化水素	10
塩化水素	5	一酸化窒素	5

表Ⅱ-6-5 主なガスの毒性と応急処置

ガス名	毒性	注意	処置
一酸化炭素	血液中のヘモグロビンと結合し、めまい、頭痛、顔面紅潮して昏睡に陥り死に至る。	不完全燃焼、ガス漏れの際に発生するので、換気に注意する。	新鮮な空気の中で安静に寝かせ保温する。酸素吸入を行う。
硫化水素	ガスを吸うと胸苦しくなり意識を失う。濃いガスは特に危険。腐った卵に似た独特の臭いを持つ。	臭いに慣れると危ないの で、僅かな臭いでも見逃さない。	新鮮な空気の中で安静にする。目の粘膜が侵された時は、暗室で冷湿布を施す。
アンモニア	濃いアンモニアガスを吸うと呼吸困難になる。		新鮮な空気の所に移し、酸素吸入を行う。
塩素、臭素	ガスが目に入ると粘膜を侵しチカチカする。喉に入ると咳がでる。臭素が皮膚につくと重い化学火傷を起こす。	広い、空気の流通のよい場所 で実験をする。	新鮮な空気の所に移して、安静にし、塩素の場合はエーテルとアルコールの1対1混合蒸気を、臭素の場合は濃いアンモニア水を嗅がせる。

(3) ガス中毒を起こした者を発見した場合の一般的注意

- 第二の被災者にならないように自分の身の安全を確保することが必要である。
密閉された部屋の空気は危険と考えるべきである。単独で行動せず、大声で救援を求める。
- 適切な処置がとれるように、曝露ガスの種類を確認する。人工呼吸が必要と判断される場合でも、毒性の強いガスの場合には口対口人工呼吸は避けるべきである。

6-6. 高圧ガスの取扱い

大学では、高圧に充填されたガスボンベを使用することが多い。ここでは、高圧ガスボンベの取扱い方法に関する注意事項について述べる。

(1) ボンベの弱点は口金である

地震などで転倒しないように、ボンベを必ずしっかりと固定する。

ボンベを実験機に固定する専用金具（丈夫な布バンド付き）は安心で便利だが、工夫すれば、太いネジ釘とロープ・鎖・布ベルト等で自作できる。この時大切なことは、力の掛かる方向に垂直にネジ釘を打つことである。また、運搬する時及び使用していない時は必ずキャップをつける。

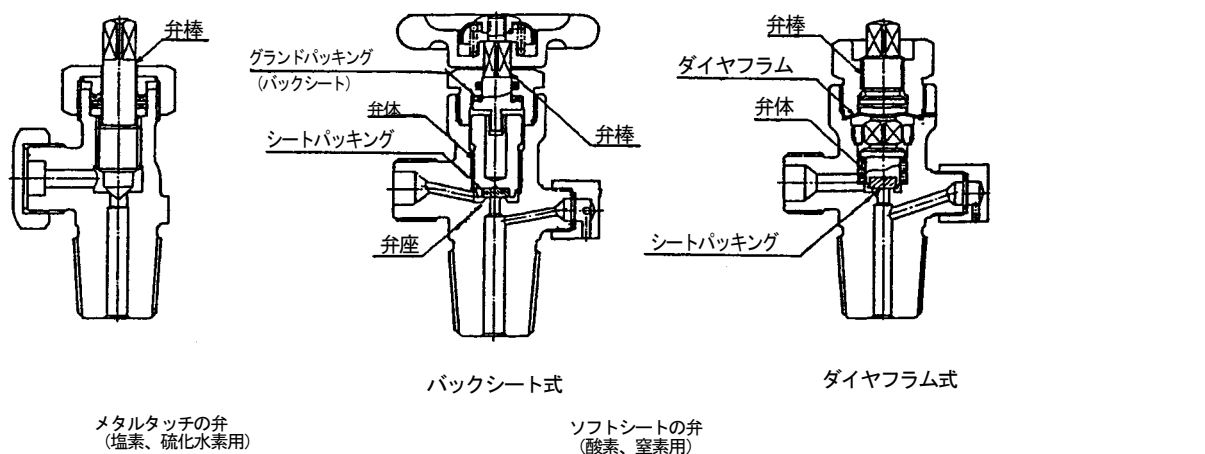
(2) ボンベの元栓にはメタルタッチとソフトシートの2種類がある

アセチレンガスや低圧で毒性のある液化ガスの塩素、硫化水素はメタルタッチである。酸素、窒素、アンモニア等には、メタルタッチとソフトシートのものがある。

メタルタッチの場合、締め過ぎは弁棒の当たり面にリング状の傷をつけ、次回使用時に大きな力で締めることになる。容器弁を閉めてガスを流すと調整器の一次圧は下がり、二次側のガスの出口弁を閉めて一次圧が上がらなければ容器弁は確実に閉じている。

その他のガスは、ソフトシートが一般的である。ソフトシートの弁の多くはバックシート式であり、弁座とのシールは弁体で行い、弁体を弁棒が上下する構造である。弁を開けるとガスの圧力でバックシートが効くようになる。酸素や窒素のガスでは、開閉時に瞬間的に若干のガスが漏れることがあるが異常ではない。漏洩が続く時はバルブ不良である。

容器弁は、ハンドル付きのものと専用スパナで開閉するものがある。（図Ⅱ-6-1参照）



図Ⅱ-6-1 高圧ガス容器弁

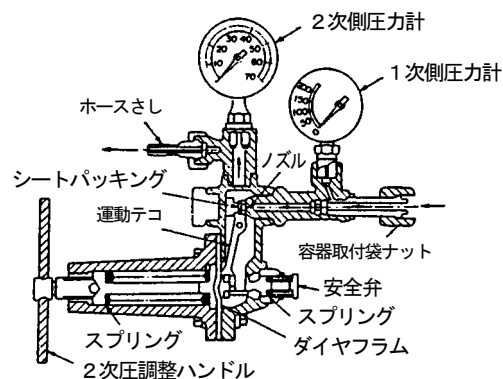
(3) 圧力調整器のハンドルの回転方向に注意

圧力調整器（図Ⅱ-6-2）のハンドルは、右に回すと2次圧が高圧になるので、初心者は注意が必要である。

閉めたつもりで右いっぱい回した状態で元栓を開くと、2次側圧力計の設計基準を超え、これに調節機構の作業の遅れも加わり、2次側圧力計のブルドン管歯車の故障や、最悪、ブルドン管自体が破裂し、メーター前面のガラスが吹き飛び、顔に当たれば運が悪いと失明する。

ボンベに圧力調整器を取りつけた時には、元栓を開く前にハンドルは左に回し切り、正面ではなく側面に立って元栓を操作するように心掛ける。

なお、水素と酸素の配管を間違えないように、水素の圧力調整器の取り付けナットは逆ネジ（左ネジ）になっている。



図Ⅱ-6-2 圧力調整器

(4) ガス配管からの漏れを実験開始前に点検

高圧配管ならば、高い圧力をかけて一夜放置する。ガラス部分を含むような常圧・低圧配管では真空引きして一夜放置すれば、安全を確認できる。ガス漏れ部分の検出には、加圧のときには泡立ちのよいシャンプーや洗剤の希薄液をかけると泡ができる。また、聴診器のようなイヤホンで漏洩音を探すのも一つの方法である。真空引きの時には、エーテル・アセトン・アルコール等をかけると、急激に圧力が上昇して検出できる。

表Ⅱ-6-6 おもな高圧ガスの諸性質と容器

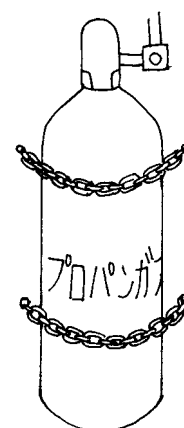
	名称	分子式	気体比重 (空気=1)	沸点℃	可燃性	毒性	腐食性	容器 の色	ねじの 方向
圧縮 ガス	水素	H ₂	0.07	-252.7	有	無	無	赤	左
	酸素	O ₂	1.11	-182.9	無	無	無	黒	右
	窒素	N ₂	0.97	-195.8	無	無	無	灰	右
液化 ガス	二酸化炭素	CO ₂	1.54	-78.0	無	無	無	緑	右
	エチレン	C ₂ H ₄	0.97	-104.0	有	無	無	灰	左

6-7. ガスの安全な取扱いのための確認事項

安全に実験を行うための必要最小限の安全確認事項を以下にまとめる。各研究室の実状は様々であり、研究室独自の安全マニュアルを作成する必要がある。

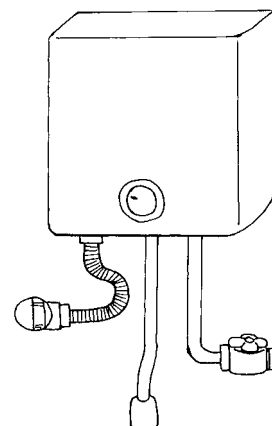
(1) 基本的確認事項

- 使用するガスの毒性、引火性、爆発性等の性質について知っているか。
- ガス漏れ等の検査は常時行っているか。
- 換気装置、ガス漏れ警報機等の安全装置は完備しているか。
- ガスボンベ、ガス漏れ警報機等の検定期限は過ぎていないか。
- 装置、器具、部屋の状態等安全性について専門家に相談したか。
- 解毒剤、中和剤、ガスマスク等の非常用備品は完備しているか。
- 実験装置の操作手順をよく理解しているか。
- 万一、事故が起きた時の対処の方法を理解しているか。



(2) ガスボンベ等を移動、移設する場合の確認事項

- 元栓は確実に閉まっているか。
- 圧力調整器等に残留ガスが残っていないか。
- 口金の状態は大丈夫か。
- 安全キャップをしているか。
- 移動には適正な運搬器具を使用しているか。
- 移動経路に障害物等の危険物はないか。
- 移動場所の安全性（直射日光、湿気、火気等）に問題はないか。
- 移動後、ガスボンベ等をしっかり固定したか。
- 配管は正しく行われ、漏れのないことを確認したか。



(3) 実験操作に入る前の確認事項

- 換気は十分か。
- 使用するガスの種類および配管系統に間違いはないか。
- ガスボンベ等の固定及び口金、圧力計などに異常はないか。
- 配管の接続は確実で、漏れはないか。
- 配管、実験装置・容器等の状態に異常はないか。
- 実験装置の周囲に引火しやすい物、爆発しやすい物等はないか。
- ガスの終末処理は万全か。

- (4) 実験操作中の確認事項
- 換気装置は正常に作動しているか。
 - ガスの計器等に異常はないか。
 - 実験装置・容器の様子に異常はないか。
- (5) 実験終了後の確認事項
- ガスの元栓は確実に閉めたか。
 - 実験装置・容器に異常はないか。
 - すべての最終安全確認を行ったか。

6-8. 異常時の対応

異常や事故が起きた時、あるいはそれを発見した時

- 自分一人で処理しようとせず、大声を出す等して救援を求め、近隣に危険を知らせる。
- 財務会計担当（夜間・休日は守衛室）に連絡する。
- 安全処置を十分行ってから、防災対策を行う。
- 不用意に無防備で汚染環境に入らない。
- ガス漏れの場合には、特に火気に注意し、余裕があれば元栓を閉めて窓を開く。

[参考文献] 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）

II-7. オートクレーブの安全な取扱い方

有機合成化学や医学、生物学の研究において、オートクレーブを使用することがあるが、この作業は高圧、高熱の作業となるので危険が伴う。作業を行う場合、オートクレーブを使用する作業の危険性を十分に認識して取り掛かる事が大切である。

- 学生が用いる場合には管理責任者の下で作業を行う。
- 説明書は十分に読んでから作業を始める。
- 本体に刻印されている耐圧試験圧力、常用圧力、最高使用温度を確認し、その範囲内の条件で使用する。
- オートクレーブを操作する時には、指定の場所で行う。
- 温度計が正常に作動する事をはじめに確認した後、確実にオートクレーブの温度計設置場所に設置する。
- 容器およびパッキンの傷がない事を確認する。
- 容器の内部およびパッキンはいつも清潔に保つ。
- フランジ式の蓋を閉める際、ボルトは対角線上にあるものを1対とし、順次に均等な力で閉めるようにする（偏った閉め方は危険）。
- 圧力、温度の点検はきちんと行うが、その他、反応中は出来るだけ近づかない。
- 反応終了後、蓋を開ける際に容器内の温度が室温、圧力が大気圧まで下がっていることを確認してから開ける。
- 容器内の推量を確認し、決して空だきをしない。
- 運転後には必ず温度・圧力の確認を行う。
- 滅菌した物はまだ高温状態のため、耐熱手袋等を用いて火傷をしないように取り扱う。

[参考文献]

1. 大阪府立大学工学研究科 実験・実習における安全のためのてびき（2005）
2. 北海道大学大学院地球環境科学研究科安全管理委員会編 安全マニュアル

II-8. ドラフト

ドラフトは、実験で取り扱う人体に有害な気体や粉じん、揮発性の高い有機溶媒などを吸い込まないように、実験者を保護するための排気装置である。スイッチを入れると、屋外にあるファンが働き、内部の空気を排気する。

- ドラフト内に不必要な物（薬品、器具等）を置かない。火災や混合危険の原因になる物品の留置には特に注意する。
- 定期点検を実施し、ドラフト内がよく吸引されているかを確認する。
- エアコンや扇風機等の使用は、ドラフト内の気流を変化させ規定の風速が出なくなることがある。ドラフト使用時は電源を切るか風向きを変えるなど、注意が必要。
- サッシは所定の位置で使用すること。規定の風速を維持できない場合がある。
- サッシの開閉は、ゆっくり行うこと。乱流を起こすことがある。また、不使用時はサッシを閉めること。
- 手だけを入れて作業し、顔をいれてはいけない。
- 作業後すぐにファンを止めると、ガスが排気しきれないことがある。

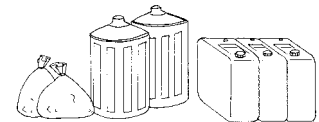
[参考文献]

1. 北海道大学: 安全の手引 (2004)
2. 東京工業大学: 健康・安全手帳 (2004)

II-9. 廃液の安全な管理と処理

大学から発生する廃棄物の種類は、一般の工場等に比べて、極めて多種多様である。一般生活系のいわゆるゴミから、感染性医療廃棄物や放射性物質を初めとする様々な化学物質が排出される。未処理のまま環境中に排出されれば、ヒトを始めとし生態系に対する影響が懸念される物質も少なくない。

廃液を取り扱う際に必要な事項の詳細については、山形大学環境保全センター編集・発行の「施設の概要と廃液取扱の手引」(平成18年版)を参照して願いたい。



9-1. 廃液の発生から処理まで

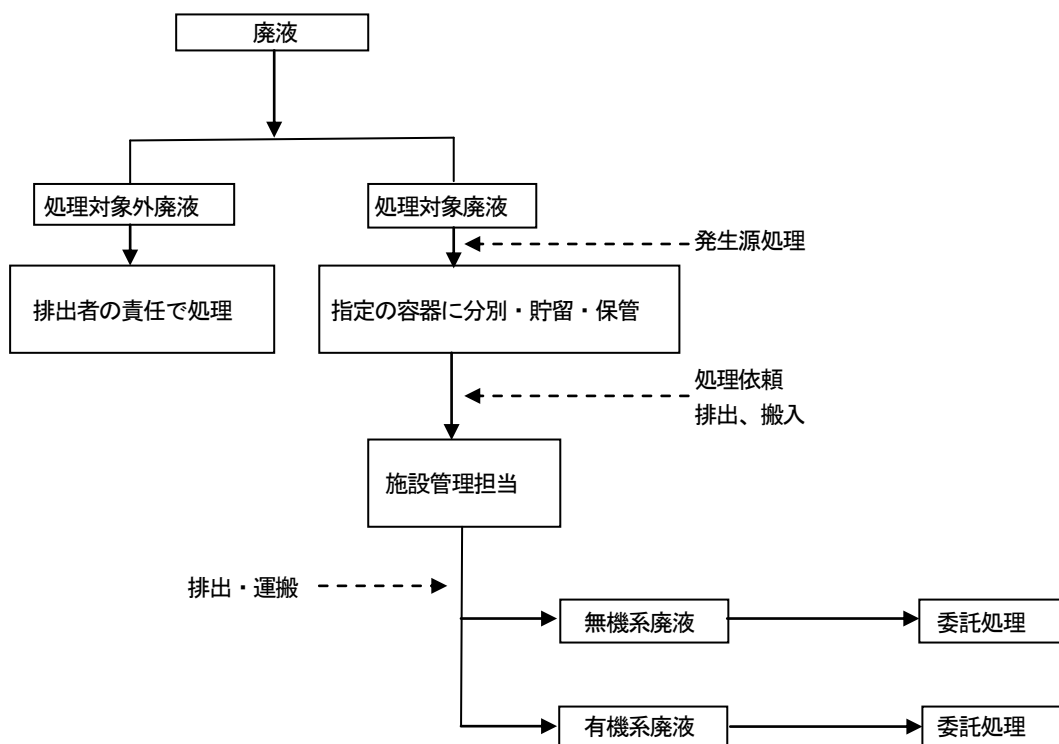
このテキストでいう廃液とは、実験・研究活動等により排出される有害物質を含んだ濃厚な液状の廃棄物（放射性物質は除く。）のことである。

研究室等で発生した廃液は、その内容成分によって分類し、指定の容器に貯留する。廃液の内容によっては、処理時の安全性や技術的問題等から貯留時に所定の前処理等が必要な場合もある。また、人体への有害性や防災上の必要があれば、適切な処理を加えてから貯留する必要がある。特に、実験廃液は発生原点で排出者自身が責任を持って適切な分別と必要な前処置を行い、安全な貯留と処理依頼を心掛けなければならない。

廃液の発生から処理までの過程は、図II-9-1の通りである。農学部では、貯留廃液は規定量に達したときに排出・搬入を行う。排出・搬入する際には、「廃液処理依頼伝票」を施設管理担当（1号館1階・内線2845）に提出する。また、「廃液貯留容器カード」を記入し、容器ごとに括りつけておく（有機廃液—ピンク色、無機廃液—緑色）。搬入場所は、ゴミステーション南側の保管庫となっている。なお、「廃液処理依頼伝票」、「廃液貯留容器カード」及び廃液を貯留する容器（ポリタンク）については、財務会計担当にあるので、排出者が取りに行く。

排出者（実験担当者）の責任で分別・貯留・保管をすることが原則であることを忘れてはならない。

図Ⅱ-9-1 廃液の発生から処理まで



無機系廃液及び有機系廃液については、運搬上の危険があるため、すべて外部委託処理である。使用残農薬および使用期限切れの農薬は外部委託処理する。河川等に流してはいけない。

〈分別貯留時に注意すべき一般的事項〉

- 廃液の分類や貯留法が不明の場合は、財務会計担当に相談すること。
- 廃液は分類表の分類番号で指定された色調の容器に貯留すること。
- 指定された容器が欠損している場合や不足した場合は、財務会計担当の指示に従い、勝手に適当な容器を流用しないこと。
- 廃液を貯留しておく時は、指定の容器に約10分の1以上の空間を残すこと。
- 貯留廃液中には、異物（金属やガラスの破片、布切れ等）を混入させないこと。
- 沈殿物の生成及び廃液の相（層）分離をできるだけ避けること。
- 沈殿物は除去し、相（層）分離した場合は、別容器に分けて、各々の内容を明示すること。
- 病原微生物等によって汚染されている廃液は、滅菌処理を行ってから貯留すること。
- 著しい悪臭または刺激性物質は、適切な処理を施すことにより、可能な限り無臭または刺激性のない物質に変えておくこと。
- 揮発性の物質、特に可燃性物質は、ガスが揮散しないように蓋をしっかりと閉めること。
- 一気に処理するのではなく、こまめに処理するようにすること。

〈消防法上の留意点〉

廃液保管庫や研究室等に有機系廃液を貯留する場合は、消防法や市町村の火災予防条例による規制を遵守することが必要である。指定数量以上の危険物を貯蔵・取り扱う場合、消防法は危険物の貯蔵・取扱場所の位置、構造及び設備等の技術上の基準を定めている。

指定数量未満の場合は、鶴岡市火災予防条例に従うこと。以下、抜粋しておく。

指定数量未満の危険物の貯蔵及び取扱いの基準（第30条）

法第9条の4の規程に基づき危険物の規制に関する政令で定める数量（以下、指定数量）未満の危険物の貯蔵及び取扱いは、次に掲げる技術上の基準によらなければならない。

- (1) 危険物を貯蔵し、又は取り扱う場所においては、みだりに火気を使用しないこと。
- (2) 危険物を貯蔵し、又は取り扱う場所においては、常に整理及び清掃を行うとともに、みだりに空箱その他不要な物件を置かないこと。
- (3) 危険物を貯蔵し、又は取り扱う場合においては、当該危険物が漏れ、あふれ、又は飛散しないように必要な措置を講ずること。
- (4) 危険物を容器に収納して貯蔵し、又は取り扱うときは、その容器は、当該危険物の性質に適応し、かつ、破損、腐食さけめ等がないものであること。
- (5) 危険物を収納した容器を貯蔵し、又は取り扱う場合においては、みだりに転倒させ、落下させ、衝撃を加え、又は引きずる等粗暴な行為をしないこと。
- (6) 危険物を収納した容器を貯蔵し、又は取り扱う場合においては、地震等により、容易に用意が転落し、若しくは転倒し、又は他の落下物により損傷を受けないよう必要な措置を講ずること。

研究室等に貯留保管できる薬品の量は、消防法に定める指定数量の0.2未満でなければならない。指定数量の0.2以上の危険物を貯蔵し、または取り扱う場合には届出が必要である。さらに、貯蔵または取り扱う場所に危険物を貯蔵または取り扱っている旨の標識と危険物の種類、品名、最大数量、防火に必要な事項を掲示した掲示板を設置しなければならない。

9-2. 廃液の取扱方法

表Ⅱ-9-2 廃液の分類及び貯留時の注意等について

種類	分類番号	内容成分	対象物質及び対象外物質	貯留時の注意
I 無機系 廃液	I-1	6価クロム系廃液	(対象物質) 重クロム酸カリウム、クロム酸-硫酸混液等	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。 <input type="checkbox"/> 3価クロム化合物は、重金属系廃液に分類する。 <input type="checkbox"/> クロム酸-リン酸混液は、リン酸廃液に分類する。 <input type="checkbox"/> クロム酸-硫酸混液の原液は、比重が高く重いいため、ポリタンクへの貯留量は10ℓ程度にする。 <input type="checkbox"/> クロム酸-硫酸混液は、強い酸化力があるため皮膚や衣服等に触れないよう注意する。 <input type="checkbox"/> クロム酸-硫酸混液は、有機物等と混ぜるとガスの発生や発熱が起きることがあるので注意する。
	I-2	水銀系廃液	(対象外物質) 金属水銀及びアマルガム水銀	<input type="checkbox"/> 有機水銀化合物(メチル水銀、エチル水銀、フェニル水銀)の場合は、過マンガン酸カリウムを加え、硫酸酸性にして2~3時間、100℃以上に加熱して酸化分解し、無機水銀に変えておく。この際、酸化分解処理過程で水銀の蒸気が発生することがあるので、十分気を付ける。 <input type="checkbox"/> 農業にも水銀を含むものがあるので注意する。 <input type="checkbox"/> 濃度規制が厳しいので、廃液の回収と貯留は特に厳重に行う。 <input type="checkbox"/> 金属水銀及びアマルガムは、処理対象外なので、実験廃液の貯留容器には入れない。 <input type="checkbox"/> 金属水銀及びアマルガムは、学部で廃棄試薬・不要試薬の処理をする時に出す。

I-3	重金属系廃液	(対象物質) 亜鉛、カドミウム、銅、鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、鉛、錫、3価クロム等の廃液 (対象外物質) オスミウム、タリウム、セレン、テルル、ベリリウム及びこれらの化合物を含む廃液	<input type="checkbox"/> 沈殿を防ぐため、重金属廃液は酸を加えてpHを下げることを望ましい。 <input type="checkbox"/> EDTA、クエン酸・酒石酸等の有機酸、アンモニア等の錯体を含む場合は、廃液を出す際にそれらの情報を詳細に記載する。 <input type="checkbox"/> できるだけ他の廃液と混合しない。
I-4	シアン廃液	(対象物質) カリウム、ナトリウム、亜鉛、カドミウム等との不安定なシアン化合物廃液	<input type="checkbox"/> 酸性にすると猛毒性のシアン化水素ガスが発生し危険なので、必ずアルカリ性(水酸化ナトリウムを加えてpH10.5以上にして貯留する。 <input type="checkbox"/> 含まれる重金属名を明示する。
I-5	難分解シアン廃液	(対象物質) 銅、鉄、ニッケル、銀等との安定なシアン錯化合物の廃液	<input type="checkbox"/> I-4と同様の方法でpH10.5以上にして貯留する。 <input type="checkbox"/> 重金属を含む場合は明示する。
I-6	ヒ素廃液	(対象物質) 三酸化二ヒ素、ヒ化ガリウム、ヒ化亜鉛、ヒ化ニッケル、カコジル酸等の廃液	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。 <input type="checkbox"/> カコジル酸の廃液は処理困難な廃液であるため、他の廃液と混合してはならない。 <input type="checkbox"/> 酸性の場合とアルカリ性の場合で処理方法が異なるので、必ずpH値を貯留容器カードに記入する。
I-7	フッ素廃液	(対象物質) フッ化水素酸、フッ化カリウム等の廃液	<input type="checkbox"/> フッ素系廃液は、水酸化カルシウムを加え中和しておく。 <input type="checkbox"/> できる限り重金属類の混入を避ける。 <input type="checkbox"/> 強酸を混入させると、フッ化水素ガスが発生するので特に注意する。 <input type="checkbox"/> 酸性の溶液は皮膚への浸透性が強いので、取扱には注意する。 <input type="checkbox"/> 重金属を含む場合は、処理依頼伝票に明示する。 <input type="checkbox"/> ホウフッ化物(フルオロホウ酸塩)は、他のフッ素化合物とは分けて、単独で貯留する。
I-8	リン酸廃液	(対象物質) リン酸、五酸化リン、リン酸ナトリウム、次亜リン酸ナトリウム等の廃液	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。
I-9	ホウ素廃液	(対象物質) ホウ酸、ホウ酸ナトリウム等の廃液	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。

	I-10	酸及びアルカリ廃液	(対象物質) 塩酸、硝酸、硫酸等の無機酸、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、水酸化カルシウム等の廃液	<input type="checkbox"/> 酢酸及びギ酸廃液は、燃焼性によりII-2またはII-5に分類する。ただし、重金属類を含む場合はII-6に分類する。 <input type="checkbox"/> 有害物質を含まない低濃度・少量の塩酸、硫酸、硝酸等の廃酸及び水酸化ナトリウム、水酸化カリウム水溶液等の廃アルカリは、原点で処理してから排出することができる。廃酸と廃アルカリ等を適当に組み合わせて中和処理後、その塩濃度が5%以下になるまで水で希釈した後、下水道に排出する。
II 有機系 廃液	II-1	特殊引火性物質含有廃液	(対象物質) ジエチルエーテル、アセトアルデヒド、プロピレンオキシド、二硫化炭素、ペンタン、ジオキサン、テトラヒドロフラン、ジメトキシエタン等の廃溶剤	<input type="checkbox"/> 当該物質は、引火点が-20℃以下の溶剤であり、引火等の危険性が非常に高いため、火気には特に注意する。静電気により、着火する場合もある。 <input type="checkbox"/> 当該物質の廃液は、他の有機溶剤で10%以下の濃度に希釈して貯留する。 <input type="checkbox"/> 長期または大量の貯留は避ける。 <input type="checkbox"/> 「火気厳禁」の表示をする。
	II-2	可燃性廃液	(対象物質) ヘキサン、ベンゼン、トルエン、キシレン、アセトン、メチルエチルケトン、アルコール類、酢酸、酢酸エステル類、ピリジン、アニリン、アセトニトリル等の廃溶剤	<input type="checkbox"/> ここでいう可燃性とは、綿棒に廃液をつけて炎の中に入れた時に燃焼するものとする。 <input type="checkbox"/> そのまま貯留する。 <input type="checkbox"/> 「火気厳禁」の表示をする。 <input type="checkbox"/> 水溶性のアルコール及びケトンは、少量の場合水で希釈して下水道に放流することが可能。
	II-3	廃油	(対象物質) 灯油、軽油、重油、潤滑油、動植物油等 (対象外物質) PCBを含むもの	<input type="checkbox"/> 各廃油は混合しないで貯留する。 <input type="checkbox"/> 「火気厳禁」の表示をする。
	II-4	ハロゲン系廃液	(対象物質) クロロホルム、ジクロロメタン、ジクロロエタン、四塩化炭素、クロロベンゼン、ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、塩化ベンジル等の廃溶剤	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。 <input type="checkbox"/> ハロゲン系の有機溶剤の大部分は、有毒性、発ガン性を持っており、取扱に際しては注意する。
	II-5	難燃性廃液	(対象物質) 水を含み可燃性でなくなった廃溶媒、ホルマリン、有機酸、アミン等	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。

	II-6	重 金 属 含 有 有 機 廃 液	(対象物質) 重金属を含む有機廃液	<input type="checkbox"/> そのまま貯留する。 <input type="checkbox"/> 重金属の混在する有機系廃液は、各自で適正な処理を行い、有機系廃液または無機系廃液として出せる状態にすることが望ましい。また、水銀を含むものや金属錯体については金属を水相に抽出するか、溶媒を蒸留して分離することが望ましい。 <input type="checkbox"/> 水銀及び有機水銀化合物を含む廃液は、他の重金属含有廃液と混合しない。 <input type="checkbox"/> 排出者の責任…重金属が混在する有機系廃液は、処理業者に委託して燃焼処分を行っている。焼却後の配分は、処理業者の産業廃棄物として最終処理されるが、排出者の責任は、最終処理過程まで付いて回る。
--	------	-------------------------	----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*** 無機系廃液の取扱方法**

廃液は、原則として2次洗浄水まで回収、貯留すること。

水銀系廃液の場合は、濃度により3次～4次洗浄水まで回収、貯留すること。

混合廃液の場合は、含有量にかかわらず含有物質によって、次の優先順位で分別すること。

- ①シアン → ②水銀 → ③6価クロム → ④ヒ素 → ⑤フッ素・リン酸
→ ⑥ホウ素 → ⑦重金属系 → ⑧廃酸・廃アルカリ

(参考) 名古屋大学廃棄物処理施設における廃酸及び廃アルカリ液の中和処理方法

1. 安全メガネ及び実験用の服装（実験着、長靴、ゴム手袋等）を着用する。
2. ドラフト内あるいは風通しの良い場所で処理する。
3. 処理容器として、大きめのポリバケツと、攪拌用のプラスチック棒等を用意する。
4. 処理液のpHを測るためのpH試験紙、指示薬、pHメーターを用意する。
5. 処理容器の2～3割の容量範囲で処理を行う。
6. 希釈された酸・アルカリ溶液の場合は、直接容器に入れて処理を行う。
7. 濃酸あるいは濃アルカリを中和処理する場合、あらかじめ水を入れた処理容器に廃酸・廃アルカリを攪拌しながら、少量ずつ、ゆっくりと流し込み、濃度を10倍程度に希釈してから中和処理を行う。希釈する際に発熱や突沸の恐れがあるので、十分に注意する。
8. 廃酸・廃アルカリの容器をよくすすぎ、すすぎ液も処理容器に入れる。すすぎは、すすぎ液が中性になるまで繰り返し行う。
9. 処理容器内の酸・アルカリ溶液に中和剤を少量ずつゆっくりと加え、適宜攪拌しながら中和反応の進行を確認する。中和剤は反応（発熱、CO₂の発生等）が終わった後に追加する。中和剤として利用できる廃酸・廃アルカリがない場合、酸としては、塩酸、アルカリとしては炭酸ナトリウムを用いることが望ましい。
10. 少量の中和剤を加えても反応が起こらなくなったら、pHを測定する。溶液のpHが5.5～8.5の範囲に入れば、中和処理が終了したと見なすことができる。
11. 廃液に重金属等が含まれていない場合は、中和した廃液は下水に放流することができる。放流の前後、及び放流中には大量の水を流し、水とともに放流する。
12. 処理終了後、処理に使用した容器や攪拌棒を十分洗浄し、実験場周囲を清掃する。

*** 有機系廃液の取扱方法**

混合廃液の場合は、含有量にかかわらず含有物質によって、次の優先順位で分別すること。

- ①ハロゲン系物質含有 → ②重金属含有 → ③特殊引火物含有
→ ④可燃性 → ⑤廃油 → ⑥難燃性

*** 農薬**

- ・ 貯留時の注意事項

- 毒物・劇物に指定されている農薬は、一般農薬と区別し、施錠可能な保管庫に保管する。
- 残った農薬は誤用および誤飲等为了避免のため他の容器に移さない。

9-3. 廃液の処理依頼手続きと伝票類の記入

排出者が廃液を排出・搬入する際には、「廃液処理依頼伝票」に必要事項を記入して提出することが必要である。また、廃液貯留ポリ容器毎に、「廃液貯留容器カード」を貼り付けなければならない。以下、「廃液処理依頼伝票」と「廃液貯留容器カード」について説明する。

(1) 廃液処理依頼伝票の記入方法と留意点

廃液処理依頼伝票は4枚綴りで構成されている。伝票には次のような点に留意して記入すること。

- 「排出講座名」の欄には、排出講座名をフルネームで記入する。
- 「実験担当者名」の欄には、“真の担当者名”を記入する。
- 「容器番号」の欄には、排出する容器のすべてに、算用数字で通し番号を付ける。
- 「廃液の種類」の欄には、“分類番号”を記入する。(表Ⅱ-9-2参照)
- 「廃液内容明細(含有薬品名・錯体の有無・濃度)」の欄には、
 - ① 容器中に含まれるすべての化学物質名を、フルネームで記入する。
 - ② 錯体の有無を記入する。
 - ③ 濃度は原則として“%”で記入する。
 - ④ 混合液の場合は、可能な限りそれぞれの濃度を記入する。
 - ⑤ シアン系廃液など、酸性で危険なものは、pHを追加記入する。
- 「廃液量」の欄には、リットル単位で記入する。
混合液の場合は、できるだけ個々の量を記入する。
- 「処理上の注意事項」の欄は、廃液を処理する際に参考になることであれば、どんなことでも書き留めておく。

(2) 廃液貯留容器カードの記入方法と留意点

廃液貯留容器カードは2種類あり、無機系のカードは黄緑色、有機系はピンク色の用紙を用いて区別している。無機系及び有機系とも、記載すべき項目は同一である。このカードが付いていないと、廃液の内容が不明になり、処理が不可能になることがあるため、しっかりと取り付けておくことが重要である。カードには次のような点に留意して記入すること。

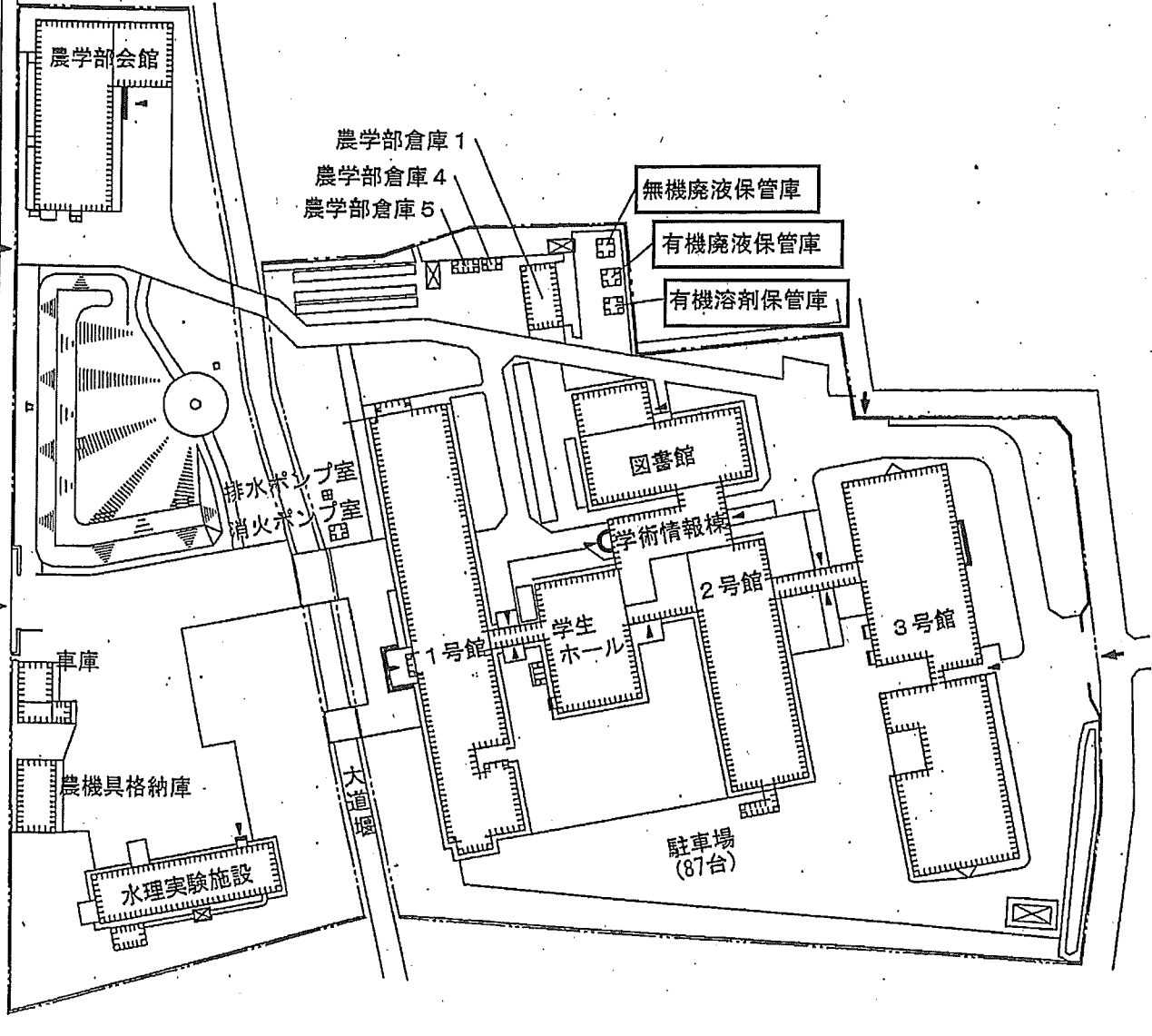
- 「分類番号」の欄には、表Ⅱ-9-2の分類番号を記入する。
- 「排出者所属名」の欄には、所属部局名を略さずにフルネームで記入する。
- 「氏名」の欄には、実験担当者名を記入し、押印する。
- 「連絡先」の欄には、廃液の内容等について問い合わせる場合があるため、実験担当者が所属する研究室の内線番号を記入する。
- 「内容明細」の欄は、廃液処理依頼伝票の記入方法に準じて記入する。

廃液の搬送及び処理を行う際には、伝票類に記載された廃液の種類や内容に応じて、最も安全な搬送対策と処理方法の選択が行われる。誤った分類や含有薬品の記載漏れは、環境汚染や爆発・火災、搬送・処理担当者の障害などを引き起こす恐れがある。

[参考文献]

1. 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き(2006)
2. 山形大学環境保全センター編「施設の概要と廃液取扱の手引」(平成18年版)
3. 名古屋大学廃棄物処理施設HP (<http://www.esmc.nagoya-u.ac.jp/>)

県道332号線



山形大学農学部配置図

II-10. RI・放射線の安全取扱いについて

10-1. RI・放射線を使用するにあたって

(1) 法令及び学内規則

本学部で放射性同位元素（RI）の取り扱いが出来る施設は「農学部放射性同位元素実験室」（以下RI実験室）があり、「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」に基づき、RI実験室の「放射線障害予防規程」（以下規程）を定めている。

RI・放射線を取り扱う人は、これらの法令及び規則を守らなければならない。

また、RI放射線取扱主任者が任命され、放射線の取扱いに関して監督を行っている。

(2) 放射線業務従事者登録

RI及び放射線発生装置の取扱い、また、それらを取り扱う施設に立ち入るためには、事前に、健康診断の受検、教育訓練の受講、ガラスバッジの取得を行い、放射線業務従事者として登録する必要がある。登録手続きの詳細はRI実験室の規程に定められている。

登録は年1回受け付けているので、登録に関する通知・連絡に注意すること。

なお、健康診断と教育訓練は、最初に管理区域へ立ち入る前及びその後は毎年行うことが義務づけられている。

(3) いかにして放射線障害を防止するか

RI・放射線を取り扱う人は、次の点に注意して放射線障害を防ぐこと。

- 利用するRI・放射線の性質について正確な知識を持つ。
- 安全取扱いに十分配慮した使用を心掛ける。
- 本学部のRI実験室で定められている規程を守る。

10-2. 放射線事故・地震・火災時の対応

放射線事故は実験者本人のみならず、一般の人や環境へも影響を及ぼす恐れがあるので、決して単独の判断での対応や隠ぺいをしてはならない。

- 事故発生：ただちに周囲の人に知らせ、放射線取扱主任者へ通報し、指示に従う。
- 火災発生：出来る限り消火または延焼の防止に努める。水による消火は汚染を拡大させる可能性があるので行わない。時間的余裕がある時はRIを安全な場所に移して一時的に保管する。その後、放射線取扱主任者へ通報し、その指示に従う。
- 地震発生：まず、実験者本人が退避・避難することが先決である。その後、放射線取扱主任者へ被害状況などを通報する。

[参考文献]

- ・ 山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）

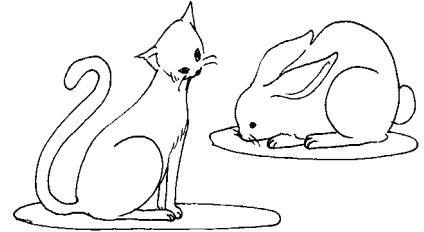
II-11. 実験動物の取扱いについて

動物は、様々な病原体に自然感染しているために、この飼育を通じて感染源となり感染事故等の危険な役割を果たすことになる。また、遺伝子組換えマウスなどが逸走した場合の影響は甚大であり特に危機感を持って管理する必要がある。さらに実験動物を用いた実験は必要最小限とし、可能な限り、代替法を検討する。

◆実験動物の一般的な取扱い

動物の飼育管理は以下の原則に従って行う。

- 実験動物は、衛生的な管理の下で苦痛を可能な限り排除し、飼育管理をする。
- 飼育室には、消毒済みの着衣や専用の覆物と交換してから出入りし、また出入りの時には必ず手指の消毒と洗浄を励行する。
- 動物を扱う場合には、消毒済みのマスクと手術用手袋を着用する。
- 動物を興奮させると咬みついたり、暴れたりするので正しく保定し、保持者が外傷を受けないように注意する。受傷した場合は適切な応急処置を行い、場合によっては医療機関を受診する。
- 実験動物の室外脱走と野生鳥獣の侵入を徹底的に防止する。



◆動物実験の処置

動物実験を行う場合は、他の動物実験群の汚染や人畜共通伝染病の人への感染を避けるために採血や採材、糞尿および死体の処理は隔離した施設で適切に行い、着衣や手指、手術器具の消毒は徹底して行い、安全対策を徹底する。

[参考文献]

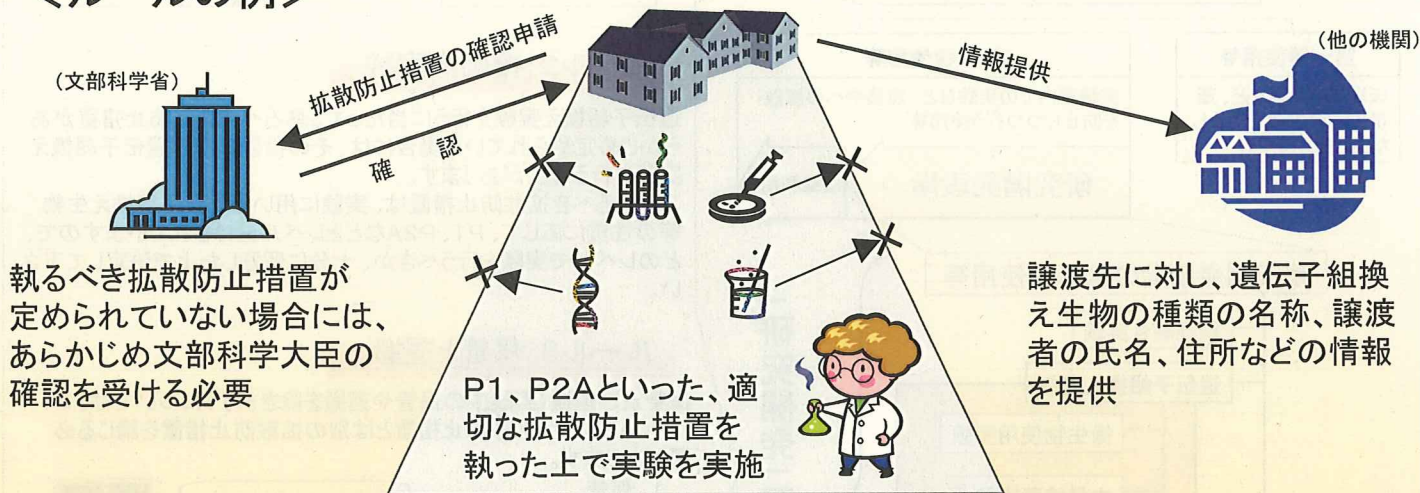
- ・山形大学安全衛生管理委員会編：安全への手引き（2006）

大学、研究所などで遺伝子組換え実験を行う皆様へ

文部科学省 研究振興局 ライフサイエンス課
生命倫理・安全対策室

遺伝子組換え実験を行う際には、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（いわゆるカルタヘナ法）」で定めるルールに従う必要があります！

＜ルールの例＞



○ カルタヘナ法って何？

1993年、① 生物多様性の保全、② 生物多様性の構成要素の持続可能な利用及び、③ 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正な配分、を目的とした「生物の多様性に関する条約」が発効しました。

条約では、「バイオテクノロジーの取扱い及び利益の配分」とする条文(第19条)を設け、生物多様性の保全及び持続可能な利用に悪影響を与える可能性のある遺伝子組換え生物の移送、取扱い、利用に関する手続きを定めた議定書について検討することを求めています。

こうして、2000年、遺伝子組換え生物に関して、生物多様性の保全及び持続可能な利用に対する悪影響の防止について国際的な枠組みを定めた、「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書(いわゆるカルタヘナ議定書)」が採択されました。

カルタヘナ議定書は2003年に発効し、我が国も同年に締結しました。我が国では、カルタヘナ議定書に基づく義務を履行するため、同年(平成15年)6月に、議定書の的確かつ沿革な実施を確保することを目的とした、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律(いわゆるカルタヘナ法)」が公布され、翌年(平成16年)2月に施行されました。

＜法律の目的＞

○ 国際的に協力して生物の多様性の確保を図るため、遺伝子組換え生物等の使用等の規制に関する措置を講ずることにより、カルタヘナ議定書の的確かつ円滑な実施を確保。

＜主務大臣(※)による基本的事項の公表＞

○ 遺伝子組換え生物等の使用等による生物多様性影響を防止するための施策の実施に関する基本的な事項等を定め、これを公表。

※ 文部科学省の他、財務省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、環境省の6省庁

＜遺伝子組換え生物等の使用等に係る措置＞

遺伝子組換え生物等の使用等に先立ち、使用形態に応じた措置を実施

「第一種使用等」

＝環境中への拡散を防止しないで行う使用等

新規の遺伝子組換え生物等の環境中での使用等しようとする者(開発者、輸入者等)等は事前に使用規定を定め、生物多様性影響評価書等を添付し、主務大臣の承認を受ける義務。

「第二種使用等」

＝環境中への拡散を防止しつつ行う使用等

施設の態様等拡散防止措置が主務省令で定められている場合は、当該措置を執る義務。
定められていない場合は、あらかじめ主務大臣の確認を受けた拡散防止措置を執る義務。

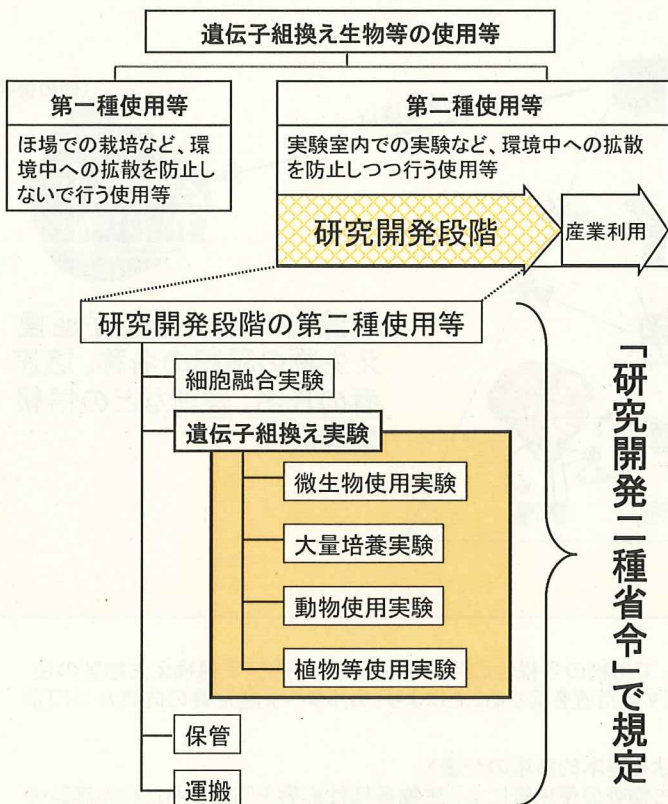
未承認の遺伝子組換え生物等の輸入の有無を検査する仕組み、輸出の際の相手国への情報の提供、科学的知見の充実のための措置、国民の意見の聴取、違反者への措置命令、罰則等

○ 遺伝子組換え実験を行う際に守るべきルール

研究開発段階の第二種使用等についてのルールを定めたものが、いわゆる研究開発二種省令(※)です。この研究開発段階である第二種使用等から、細胞融合実験、保管及び運搬を除いたもの、これが「遺伝子組換え実験」です。

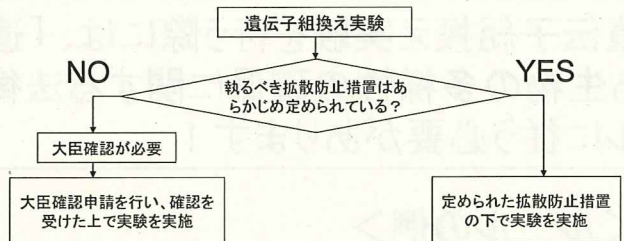
よって、遺伝子組換え実験を行う場合には、研究開発二種省令で定めるルールに従う必要があります。

(※) 研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令



ルール1:大臣確認実験

遺伝子組換え実験を行うに当たって、執るべき拡散防止措置が定められていない場合には、文部科学大臣の確認を受けた拡散防止措置を執る必要があります。

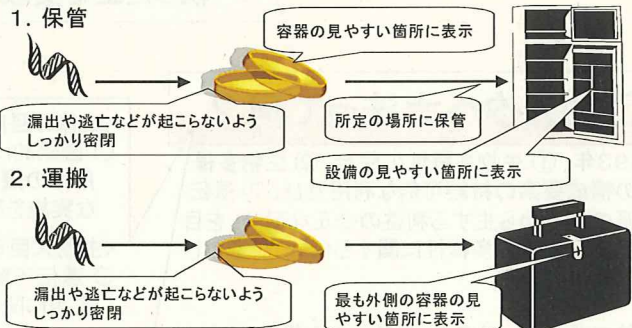


ルール2:機関内実験

遺伝子組換え実験を行うに当たって、執るべき拡散防止措置があらかじめ定められている場合には、その措置の下で遺伝子組換え実験を行う必要があります。この執るべき拡散防止措置は、実験に用いる遺伝子組換え生物等の性質に応じて、P1、P2Aなどとレベル分けされていますので、どのレベルで実験を行うべきか、十分に留意した上で決定して下さい。

ルール3:保管と運搬

保管及び運搬(実験中の保管や運搬を除きます)については、P1やP2Aといった拡散防止措置とは別の拡散防止措置を講じる必要があります。



その他のルール

研究開発二種省令で定めるルールに加えて、法では、さらに

- ① 第二種使用等に関する事故時の措置(第15条)
- ② 情報の提供(第26条)
- ③ 輸出に関する措置(第27条～第29条)

などについて定めていますので、十分に注意して下さい!

ここに掲げた情報はあくまでも概要です。詳細な情報については文部科学省ライフサイエンス課HPから入手して下さい。

同HPでは、さらに、

- ・「研究開発二種省令解説書」
- ・「拡散防止措置チェックリスト」
- ・「大臣確認申請マニュアル」
- ・「Q&A」

などの盛りだくさんな情報が満載です。

ぜひ御覧下さい!

<お問い合わせ先>

文部科学省 研究振興局 ライフサイエンス課
生命倫理・安全対策室

http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/seimei/index.htm

E-mail: kumikae@mext.go.jp

TEL: 03-6734-4108 FAX: 03-6734-4114

