

# 安全マニュアル



**2024**

**東京農工大学小金井キャンパス**

Tokyo University of Agriculture and Technology

## 2024年度版「安全マニュアル」の発行にあたって

東京農工大学小金井キャンパスでは、薬品、高電圧、重機械などを用いた様々な実習や実験が毎日行われています。これらは科学技術の生んだ利器である反面、使用法を誤ったり注意を怠ったりすれば、生命にかかわる事故や災害につながります。専門的に高度な知識を修得するだけでなく、危険・災害防止のための知識を身につけ危険と隣りあわせの物質や機材を安全に取り扱い、自分自身ならびに周囲の安全を確保することは、工学技術に携わるものすべてにとっての基本的な常識でありモラルであり、優秀な技術者・研究者が新たな技術を開拓する上での実力の一部です。また、大事故や災害の原因が、熟練者の馴れによる慢心であることも少なくありません。どんなに些細なことであれ、細心の注意を怠らない態度が必要です。この共通認識に立って、全ての実験と実習はカリキュラムに組み込まれています。

1989年の初版以来、「安全マニュアル」は東京農工大学小金井キャンパスにおいて学生・教職員が実施する実験や実習を行う上での危険・災害防止の指針書として利用されてきました。ここに記載されている内容は東京農工大学の中だけの規則ではなく、技術者・研究者の社会的責任でもあります。社会の複雑な変化にともない大学の責任はますます重くなっています。学内での安全管理が犯罪などの社会的事件の防止にもつながります。このたびそのような時代の変化に対応した改訂を行うことになり、今まで以上に利用しやすい安全マニュアルをめざしました。ご協力いただきました教職員の方々に感謝の意を表します。

学生・教職員のみなさんが、工学教育を受ける者としての責任と教育・研究を行う上での責任を深く自覚しつつ充実した活動を行う上で、本「安全マニュアル」が役立てられることを切望いたします。

東京農工大学

小金井地区環境・安全衛生委員会



## 「安全マニュアル」に関連する本学サイトについて

この「安全マニュアル」に関連する事項が、本学のサイトに掲載されています。環境・安全に関わる法令等は毎年のように変更され、それに基づく諸手続き等も修正されていますので、下記サイトを積極的にご覧いただき、最新の情報を入手してください。

- 「環境安全管理センター」サイト
- サイトへの入り方  
東京農工大学トップページの教職員向けサイトより、「環境安全管理センター」サイトへ移動

### ■「環境安全管理センター」サイト内の各項目の内容(一部省略)

項目名	どんなものが記載されていて どういう時に必要となるのか？
安全活動・安全管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全マニュアル この「安全マニュアル」の電子情報版です。「農学部版」も見ることができます。</li> <li>・放射性物質の適正管理 放射線を扱う研究室は必読。各種手続、取扱方法等詳細な説明があります。</li> <li>・特定生物の保管・管理 遺伝子組換え生物実験、病原性微生物実験、外来生物実験等に関わる研究室は必読。</li> <li>・ドラフト定期自主検査 労働安全衛生法より、ドラフトを保有する研究室は風量自主検査を実施していただきます。その検査表及びマニュアル。</li> </ul>
環境活動・環境管理	本学の、「環境活動計画」、「環境報告書」(毎年提出が義務付けられている)等が閲覧できます。
防災活動・危機管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防災要項 地震・火災等の事前・事後対策の要項。</li> <li>・危機管理マニュアル 本学が遭遇する可能性がある「危機」に対応するためのマニュアル。 地震・火災等が発生した時の、教職員・学生の対応法もあります。</li> </ul>
環境安全管理関連法令・ 学内規則とコンプライアンス	環境安全管理に関連する法令や、本学の学内規則について閲覧できます。
申請書・標識等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・申請書 「事故、事件、災害発生報告書」等、各種申請書のフォーマットがあります。</li> <li>・有規則・特化則の標識 労働安全衛生法で定められた、特定の「有機溶剤」並びに「特定化学物質等」を保有する研究室は、定められた方法で標識を掲示しなければなりません。それらの「標識」が入っています。</li> <li>・作業環境測定 作業環境測定の資料等。</li> </ul>
事故、事件、災害 発生時・発見時 緊急連絡先	事故、災害が発生した時の、学内の連絡方法、連絡先、報告のルールについての説明があります。 (全学統一ルールです)
薬品管理システム	化学薬品等を扱う全研究室は登録が義務付けられています。操作方法、登録内容、関連法規(PRTR法、都条例)等の説明も記載されています。

# 目 次

2024 年度版「安全マニュアル」の発行にあたって	
学内における安全と防災 .....	1
緊急時の対応 .....	2
I 連絡方法 .....	2
1. 人身事故の場合 .....	2
2. 火災・爆発が発生した場合 .....	2
II 応急処置 .....	4
1. 共通手順 .....	4
2. 出血の応急処置 .....	4
3. 外傷の応急処置 .....	4
4. 骨折の応急処置 .....	5
5. やけど（熱傷）の応急処置 .....	5
6. 感電の応急処置 .....	5
7. 呼吸の確認および心臓マッサージ .....	5
8. 化学薬品による急性中毒の応急処置 .....	8
9. A E Dの利用 .....	9
III 事後処理 .....	10
事故・事件・災害発生報告書 .....	11
実験・実習における安全 .....	12
I 学生実験における安全 .....	12
1. 一般的心得 .....	12
(1) 実験にのぞむ態度 .....	12
(2) 実験中の安全についての指針 .....	13
(3) 事故が発生したときの措置 .....	14
II 化学・生物系実験 .....	15
1. 一般心得 .....	15
2. 基本操作における災害防止のための注意 .....	16
(1) ガラス器具使用時の注意 .....	16
(2) 薬品類の取り扱い .....	16
(3) 加熱についての注意 .....	17
(4) 冷却についての注意 .....	17

(5) 蒸留についての注意 .....	17
(6) ろ過についての注意 .....	18
(7) 抽出についての注意 .....	18
(8) 乾燥についての注意 .....	18
(9) 融点測定装置の使用法 .....	19
(10) 高圧実験についての注意 .....	19
3. 化学系実験 .....	20
(1) 分析化学実験 .....	20
(2) 有機化学実験 .....	20
(3) 物理化学実験 .....	21
(4) 計算機実験 .....	22
(5) 機器分析実験 .....	22
(6) 物理系実験 .....	23
(7) 化学工学実験 .....	23
4. 生物系・生命工学系実験 .....	24
Ⅲ 物理・電気電子学実験 .....	24
1. 物理系実験における基本的注意事項 .....	24
2. 電気系実験における基本的注意事項 .....	25
Ⅳ 機械系実験 .....	26
学外での実験・調査・実習等における届け出と安全 .....	27
学生教育研究災害傷害保険制度 .....	33
学生教育研究災害傷害保険付帯賠償責任保険制度 .....	36
化学薬品の安全な使い方 .....	37
Ⅰ 一般的な注意事項 .....	37
Ⅱ 危険物の分類 .....	38
Ⅲ 各種の危険物の特性と品名ごとの性質 .....	38
1. 第1類の危険物（酸化性固体）表1 .....	38
2. 第2類の危険物（可燃性固体）表2 .....	41
3. 第3類の危険物（自然発火性物質および禁水性物質）表3 .....	42
4. 第4類の危険物（引火性液体）表4 .....	44
5. 第5類の危険物（自己反応性物質）表5 .....	48
6. 第6類の危険物（酸化性液体）表6 .....	51
Ⅳ 混合すると危険な物質の組合せ .....	52
Ⅴ 危険物屋内貯蔵所 .....	52

毒物・劇物の取扱い	58
実験廃棄物・廃液の取扱い	64
生物系実験における安全	71
I 基本操作における災害防止のための注意	71
II 変異原使用にあたっての注意	73
III 微生物実験における注意	73
IV 動物実験についての注意	73
V 遺伝子組換え実験における注意	73
電気を安全に取扱うために	75
I はじめに	75
II 感電とは	75
III 感電の原因	75
IV 感電を防ぐ対策	76
V 高電圧実験における注意	77
VI 感電時の処置と注意	78
レーザーの安全について	80
I はじめに	80
II レーザーのクラス分け	80
III 人体に与える影響	81
IV 安全予防対策	82
危険性ガスの安全作業について	84
I はじめに	84
II 半導体用危険・有害化学物質	84
1. 半導体用ガスの一般的知識	84
2. 各種半導体ガス	87
III 容器	93
1. 容器	93
2. 容器用弁 圧力調整器	93
IV 液体窒素	93
1. 概要	93
2. 液体窒素の使用方法	93
V 設備上の安全対策、作業上の心得	94
1. 作業室及び容器置場	94
2. パージによる残留ガスの除去	95

3. 排ガス処理及び換気設備 .....	95
4. ガスの漏洩探知警報設備 .....	96
5. 消化及び保護施設 .....	96
VI 緊急時の一般的処置 .....	96
1. 火災時の応急処置 .....	97
2. 漏洩時の緊急処置 .....	97
機械類の安全運転のために .....	99
I 機械運転の前の安全対策 .....	99
II 機械の運転開始以後 .....	100
III ホイスト・クレーンの使用について .....	100
火災及び地震対策 .....	101
I 火災対策 .....	101
1. 火災の予防 .....	101
2. 火災のときの対応 .....	101
3. 避難 .....	103
II 地震対策 .....	104
研究室における安全 .....	105
I 一般的注意事項 .....	105
II 地震及び火災に対する対策 .....	105
III 化学薬品の安全な取扱い .....	105
IV ガスによる災害防止 .....	106
1. 可燃性ガス .....	106
2. 都市ガス・プロパンガスの取扱い .....	106
3. 高圧ガス .....	106
4. 低温液化ガス .....	107
V 電気傷災害に対する対策 .....	107
VI 大型の装置・機械を用いる際の注意 .....	107
VII 回転機による傷害防止 .....	108
VIII 光線、放射線、強磁場等による傷害防止 .....	108
IX 夜間・休日の実験 .....	108
X その他の注意 .....	109
事故・災害 緊急連絡先 .....	111
共通施設利用における安全 .....	112

I 共通機器	112
1. 電子顕微鏡	112
2. 単結晶X線自動解析装置、薄膜材料結晶性解析X線回折装置	112
3. 核磁気共鳴装置	113
4. 複合型表面分析装置	115
5. X線マイクロアナライザー	116
6. 液体窒素貯蔵施設	117
II ものづくり創造工学センター	118
III 放射線研究室	120
1. はじめに	120
2. 放射線研究室について	121
3. 放射線研究室におけるRI及び放射線業務従事者の安全管理	121
IV 危険物の取扱いと薬品庫	121
1. 概要	121
2. 危険物の取扱い	122
3. 危険物	122
4. 薬品庫の使い方	122
V ごみの分別と廃棄	123
1. まえがき	123
2. 可燃ごみについて	123
3. 不燃ごみについて	123
4. 大型廃棄物(粗大ごみ)について	123
5. 実験廃棄物の取扱い	123
廃棄物処理	124
混合すると爆発の危険性のある薬品の組合せ(A+B)	125
本学における禁煙対策	127
付 録	128
参考資料	128
1. 各章にわたって、特に参考にしたもの	128
2. 東京農工大学の安全管理に関する規程	128



## 学内における安全と防災

いかなる場合でも安全の確保は大学にとって基本的な要件である。一日の多くの時間を小金井キャンパスで過ごす学生と教職員は文科系大学の人々と異なり、実験や実習を通して常に事故の危険にさらされていると考えてよい。また実験や実習の時間に限らず、体育実技や課外活動の時間中にも事故が起こり得るが、いずれにしてもこの種の事故は大学の本来の目的である教育研究活動中に発生するものであり大学に特徴的な事故に属するものである。本学における事故の詳しい内容については学務課が主催している教育・学生生活委員会で報告されているが、ほとんどの事故は事故防止のための基本的な注意事項を十分に修得し、それにしたがって行動していれば防げたものと思われる。体育実技や課外活動に関しては、1) 自己の身体状況のチェックと調整、2) 定期健康診断の受診、3) 準備運動の実行、4) 施設や器具及び服装の安全性の確認、5) 十分に検討された遠征日程等の学生生活係への届出等は基本的な安全対策の具体例である。

一方、通学通勤の途中に起こる交通事故のように日常生活の中でも事故が起こり得るが、この安全の手引書は小金井キャンパスで実験や実習を行う際に各人の不注意により発生し得ると考えられる事故をできるだけ未然に防ぐ事を目的として書かれたものである。例えば、実験を行う際の、1) 適切な服装、2) 機械器具の整理整頓と事前の点検、3) 基本手順の遵守等はどの専門分野においても各人が守るべき基本事項であるから、工学を専攻する学生と教職員はこの「安全マニュアル」を初めから終わりまでよく読み、広く且つ高度の事故にも対応できる防止策と防護を自分自身で検討し日常的に事故防止のために努めてもらいたい。そして不幸にして事故が起きてしまった場合には応急措置や関係部局への通報等、適切な判断と行動ができるように普段から心がけておく必要がある。安全マインドを失わずに物事を見ていると、習練の機会は日常的にあると言われている。安全性に注意を払う習慣を普段から心がけることが大切である。

科学技術の進歩に伴い安全性に対する社会的関心が高まってきた現在、大学が全体として安全対策に積極的に取り組むことは当然であるが、何と言っても事故の原因は各個人の不注意に帰することが多い。安全の基本法則は「原因が除去されない限りいつか災害は発生する」及び「災害、事故、故障などの安全関連事象は大規模なものほど発生確率が小さい」の二つであると言われている。つまり、ヒヤリ・ハットはいつも身の回りに起きているのであるから、それを見逃さずに原因を分析し次の事故を防止するよういつも心がけることが大切である。実際に関する基本的な注意事項や服装等少なくとも本書に記載されていることは常に十分な注意を払い各人で事故防止に向けて努力してもらいたい。現在の研究が高度に、複雑になるにしたがって、事故の原因も多様となるので、本委員会では読者にこのマニュアルの全ページを読むことを勧める。

この手引書は各専攻分野から選ばれた委員を中心に検討した結果書かれたものであるが、不十分な点も多々あると思う。厳しい批判も含めてお気付きの点はどんな細かいことでも本環境・安全衛生委員会にそのご意見をお寄せくだされば幸いである。皆様のご協力により改訂の度にこの「安全マニュアル」がより完全なものへと近づく事を期待する次第である。



# 緊急時の対応

## I 連絡方法

事故が起こったときは、大きな声で事故が起こったことを告げ、みんなを呼び集める。近くにいる教職員に連絡する。一人で何とか処置しようとしてはならない。あとで取り返しのつかないことになりがちである。

### 1. 人身事故の場合

負傷者を素早く事故現場から安全な場所に移動するとともに、事故が続発しないように現場の処置をする。ただし頸部損傷では、損傷部位を固定せずに不用意に移動した場合、四肢麻痺へと重症化する危険があり注意を要する。負傷の状況によって、下表の方法に従い、消防署または保健管理センターに連絡する。専門家の処置が受けられるまでIIの応急処置を行う。

#### 負傷者がでた場合の連絡方法

連絡先	電話	内容
(1)消防署	0-119 (学内内線電話より) 外線119	東京農工大学小金井キャンパス〇〇教室の**で負傷者が出た。救急車をたのむ。私は**です。
(2)保健管理センター	府中地区 042-367-5548 (内線5548) 小金井地区 042-388-7171 (内線7171)	小金井キャンパス〇〇教室の**で負傷者が出た。応急処置をたのむ。
(3)守衛室(小金井キャンパス正門)	042-388-7007 (内線7007) 携帯:070-6474-7007	小金井キャンパス〇〇教室の**で負傷者が出た。救急車の案内をたのむ。
(4)教員室 (5)事務室	学生の場合(学生支援室) 042-388-7011 (内線7011) 教職員の場合(総務室) 042-388-7003 (内線7003)	状況報告

### 2. 火災・爆発が発生した場合

負傷者がいれば、すぐに現場から安全な場所に移して応急処置を施す。廊下等にある消火栓付属の火災報知器のボタンを押す。下表の方法により消防署等へ連絡する。火災を起こした物質名が明らかであり、量も少なく、急に周辺へ危害を及ぼすおそれがないことが確認できれば、適切な消火器(下表)で消火することも可能である。しかし決死的行動をしてはならない。むしろ消火よりも人命の方が大切なので、その建物にいる人たちを全員建物外に避難させる方が先である。現在の鉄筋コンクリートの建物は容易に燃えないので、延焼のおそれは少ないが、避難の遅れが火災にともなって発生する煙による死を招くことがある。

火災が発生した場合の連絡方法

連絡先	電 話	内 容
(1) 消防署	0-119 (学内内線電話より) 外線119	119番を回す *火事です。 小金井市中町2-24-16東京農工大学 小金井キャンパス *〇〇〇号館〇階〇〇室が燃えています。
(2) 保健管理センター	府中地区 042-367-5548 (内線5548) 小金井地区 042-388-7171 (内線7171)	小金井キャンパス〇〇教室の**で 火災が起こり、負傷者が出た。 応急処置をたのむ。
(3) 守衛室(小金井キャンパス正門)	042-388-7007 (内線7007) 携帯:070-6474-7007	小金井キャンパス〇〇教室の**で 火災が起こった。 消防車の誘導をたのむ。
(4) 事務室(会計室)	小金井地区会計室 042-388-7004 (内線7004)	状況報告

消火器の種類と能力

種 別	種 別(作 動 方 式)	能 力 例(概算)	運 用 可 能 物 質
不燃性ガスを放射するもの	回転バルブ式 液化炭 引金式 酸ガス 把握式	容量 2.9 kg 距離 2~3 m 時間 25 秒	引火性液体
粉末を放射するもの	ドライケミカル消火器 A・B・C消火器 金属火災消火器 蓄圧式 圧縮ガス筒式	容量 7.5 kg 距離 6~8 m 時間 20 秒	引火性液体 可燃性ガス 金属(金属燃焼用)
ハロゲン化物を放射するもの	四塩化炭素 一塩化一臭化メタン 二臭化フッ化エタン 蓄圧式 回転バルブ 把握式	容量 31 kg 距離 6~9 m 時間 60 秒	引火性液体 電気火災

## II 応急処置

救急車を呼んでも到着までに時間がかかる。この間に応急処置を行う。

### 1. 共通手順

- a) 先ず被災者をすばやく救出して安全な場所に寝かせる。
- b) 被災者の症状を素早く観察する。
  - ・被災者に声をかけて意識の有無を確かめる。呼びかけに反応がなければ「意識なし」と判断する。大声で人を集め、「119番に通報してください」「AEDを持ってきてください」などと具体的に指示を出す。
  - ・意識があれば、症状は軽いこと、すぐに救急車や医師の手当てを受けられることを話し、被災者のショックを少しでも和らげる。
  - ・手の指で脈の有無、または被災者の心臓部に手を触れて、心臓の鼓動の有無を確認する。もし脈が止まっていれば、心臓マッサージをし、呼吸がなければ人工呼吸を行う。
- c) 被災者が出血しているかどうか確かめる。また裂傷、打撲傷あるいは骨折がないかどうか確かめる。出血があれば止血を、骨折があれば副木をあてる。
- d) 被災者の呼吸が楽になるようにする。体温を正常に保つように努め、体温が低下したり、気温の低い場合は、毛布などにくるんで保温する。
- e) 体に異物や化学物質が付着している場合は、水で洗い流すことにより除去する。

### 2. 出血の応急処置

浅い部分の動脈が切れると、鮮紅色の拍動性の噴出出血であるのに対して、深い部分の動脈の出血は、線を引いた継続的な出血である。人間の血液量は、成人で平均 5,700 ml であるが、その 10% までの出血なら影響は少ない。しかし、10% 以上の出血では被災者はショックを起こし、50% 以上になると死に至る。したがって、大出血には傷口の手当より、大血管の圧迫による止血を優先させる。

- a) 止血は、出血箇所より心臓に近い各止血点で、動脈を指頭で圧迫する。ほとんどの出血はこれで止まる。手足ではこの方法は使えないので、三角巾、包帯等で手足の止血点付近を強く縛って血流を阻止する。
- b) 緊迫が弱いと静脈うっ血だけで終わり、かえって出血を多くする。
- c) 細いひもなどによる血流阻止は、筋肉、神経、組織などの裂傷を招くおそれがあるので、使用できない。また、血流阻止は長時間続けると、組織の壊死を起こすので、2時間以上続けてはならない。
- d) 出血で皮膚が濡れている場合は、指頭やゴム管による圧迫はすべるので、幅広い布を用いるのがよい。さらに細い棒で万力のように縛り上げるのが有効である。ただし、出血が止まれば、それ以上は締めてはいけない。

### 3. 外傷の応急処置

- a) 大出血のある外傷は、その応急処置を行う前に上記の止血を実施する。
- b) 傷の様子を見る。衣服の下の傷は、衣服をはぎとるか、切り開いて確かめる。
- c) ガラスや金属の破片が入っている場合は、容易に傷口から除けるものは除去する。しかし、内部に深く、複雑に入り込んでいるものは医師の処置に委ねる。
- d) 傷口が土砂や油で汚染されているときは、大量の水で洗い流す程度にする。

e) 傷口には消毒ガーゼをあてて包帯をし、軽度の出血を抑える。

#### 4. 骨折の応急処置

- a) 骨折箇所を確認し、副木をあててその場所の動揺を防ぎ、痛みを和らげるようにする。その後の処置は医師に任せる。
- b) 副木は骨折部を越える十分な長さが必要で、幅約 19 cm の枝、棒、傘などを応急的に骨折箇所にそえ、動揺しないよう手拭、包帯などで縛っておく。このとき、上下の隣接する関節をも含めて固定するのがよい。
- c) 骨折による激痛はショックを誘発するので、これに対する処置も必要である。このため、手拭、布、フェルトなどを介して副木をあてるようにするのが効果的である。

#### 5. やけど(熱傷)の応急処置

やけどは温度が高いほど、また熱の作用時間が長いほど、深いやけどとなる。やけどはその程度により1度から3度に分類される。

- ① 熱傷1度: 表皮だけに軽い損傷があり、毛細血管が拡張し、赤くはれ、発熱、熱感があり、軽度の痛みがある。
- ② 熱傷2度: 表皮の下の真皮まで損傷され、やけどした部分の周辺の発熱、発赤があり、水疱を生じ、激痛を伴う。
- ③ 熱傷3度: 表皮および真皮さらにはその下の皮下組織にまで損傷し、壊死にまでなる。

これまで体表面積の3分の1以上のやけどは助からないとされてきたが、今日では適切な治療によって、80%前後のやけどでも助かるようになった。

- a) やけどを負った部分をできるだけ早く、水道水、冷水、氷水で冷やす。
- b) 冷却は早く始めるほど効果が大きく、最低 30 分、できれば2～3時間痛みを感じなくなるまで冷やし続ける。
- c) 熱傷1度の場合は、やけどの面積が小さければ冷却後創面を消毒し、清潔なガーゼで覆うか、湿布するだけで治療する。しかし、2度以上の火傷は冷却しながら後の処置は医師に任せる。

#### 6. 感電の応急処置

感電は心臓の心室細動を引き起こし、心静止をきたすことがあり、高電圧では呼吸停止を起こすことがある。

- a) 二次災害を防ぐために、まず電源を切る。被災者を電源から離す。
- b) 自発呼吸か脈拍がなければ、直ちに人工呼吸および心臓マッサージを行う。感電では体の硬直を伴うことがあるので、死後硬直と誤って救急処置を放棄することが多い。AED(自動体外式除細動器)を用いる場合は、その音声指示に従い処置を行う。人工呼吸を継続しつつ救急隊到着を待つ(人工呼吸は4～5時間、ときにはそれ以上続ける必要がある)。

#### 7. 呼吸の確認および心臓マッサージ

- a) 被災者の意識がない場合、「普段どおりの呼吸」をしているかどうかを確認する。

被災者のそばに座り、10秒以内で傷病者の胸や腹部の上がり下がりを見て、普段どおりの呼吸をしているか判断する。次のいずれかの場合には「普段どおりの呼吸なし」と判断する。

- i) 胸や腹部の動きがない場合
- ii) 約10秒間確認しても呼吸の状態がよくわからない場合
- iii) しゃっくりをあげるような、途切れ途切れに起きる呼吸がみられる場合(心停止が起こった直後には、呼吸に伴う胸や腹部の動きが普段どおりでない場合や、しゃっくりをあげるような途切れ途切れに起きる呼吸がみられることがある。)



b) 被災者に普段どおりの呼吸がないと判断したら、直ちに胸骨圧迫を開始し、全身に血液を送る。



胸骨圧迫



胸骨圧迫の姿勢

### 胸骨圧迫の方法

胸の真ん中を重ねた両手で「強く、速く、絶え間なく」圧迫する。

i) 胸骨圧迫の圧迫位置は、胸の真ん中である。(下図 1)

ii) 圧迫位置に片方の手の付け根を置き (下図 2)、他方の手をその手の上に重ねます。両手の指を互いに組むと、より力が集中します (下図 3)。

図 1

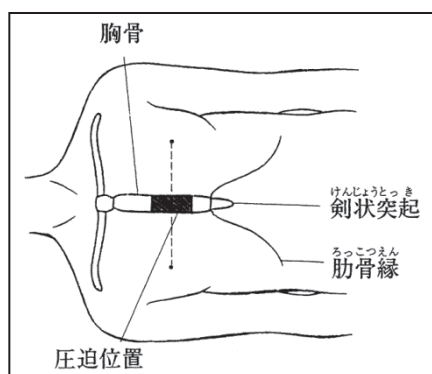


図 2

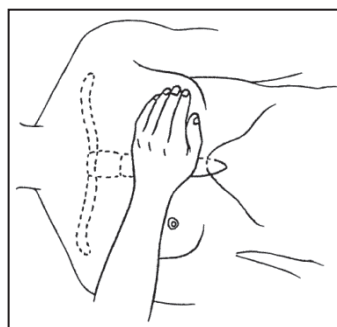
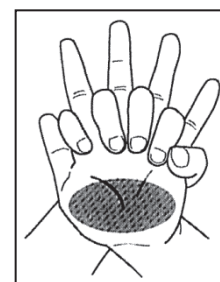


図 3



iii) 肘をまっすぐに伸ばして手の付け根の部分に体重をかけ、傷病者の胸が少なくとも 5cm 沈むほど強く圧迫する。

iv) 1分間に少なくとも 100 回の速いテンポで 30 回連続して絶え間なく圧迫する。

圧迫と圧迫の間（圧迫を緩めるとき）は、胸がしっかり戻るまで十分に力を抜きます。

c) 30 回の胸骨圧迫終了後、口対口人工呼吸により息を吹き込む。

※ CPR を習熟していない市民救助者は人工呼吸はやらなくても良い

訓練を受けた救助者の場合でも人工呼吸の為の胸骨圧迫中断は最小にすべきとしている

ただし、小児や乳児は窒息の場合が多く、溺水の場合と合わせて人工呼吸を優先する

i) 気道確保（とうぶこうくつ 頭部後屈あご先挙上法）

傷病者の喉の奥を広げて空気を肺に通いやすくします。

片手を額に当て、もう一方の手の人差し指と中指の 2 本をあご先（骨のある硬い部分）に当てて、頭の後ろにのけぞらせ（頭部後屈）、あご先を上げます。

ii) 人工呼吸

気道を確保したまま、額に当てた手の親指と人差し指で傷病者の鼻をつまみます。

口を大きく開けて傷病者の口を覆い、空気が漏れないようにして、息を約 1 秒かけて吹き込みます。傷病者の胸が持ち上がるのを確認します。

いったん口を離し、同じ要領でもう 1 回吹き込みます。

・ 2 回の吹き込みで、いずれも胸が上がるのが理想だが、もし胸が上がらない場合でも、吹き込みは 2 回までとし、すぐに胸骨圧迫に進む。

・ 人工呼吸をしている間は胸骨圧迫が中断するが、その中断時間はできるだけ短くなるようにする。

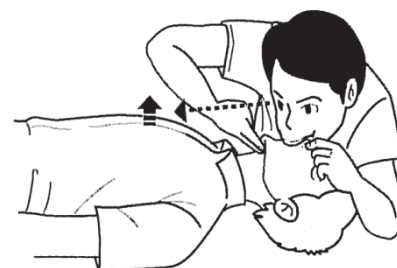
・ 傷病者の顔面や口から出血している場合や、口と口を直接接触させて口対口人工呼吸を行うことがためられる場合には、人工呼吸を省略し、胸骨圧迫のみを続ける。



頭部後屈あご先挙上法



鼻をつまみ、口を覆う



胸が持ち上がるのを確認する



d) 心肺蘇生（胸骨圧迫と人工呼吸）の継続

胸骨圧迫を30回連続して行った後に、人工呼吸を2回行います。

この胸骨圧迫と人工呼吸の組み合わせ（30：2のサイクル）を、救急隊に引き継ぐまで絶え間なく続けます。

・胸骨圧迫を続けるのは疲れるので、もし救助者が二人以上いる場合は、1～2分間程度を目安に、胸骨圧迫の役割を交代するのがよい。

・心肺蘇生を中止するのは次の場合である。

① 救急隊に心肺蘇生を引き継いだとき（救急隊が到着してもあわてて中止せず、救急隊の指示に従う。）

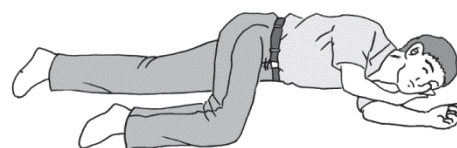
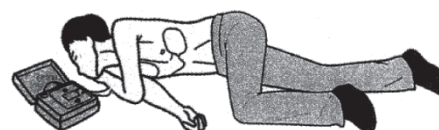
② 心肺蘇生を続けているうちに傷病者が目を開けたり、普段どおりの呼吸をし始めた場合

▼回復体位

e) 回復体位

i) 反応はないが正常な呼吸（普段どおりの息）をしている場合は、気道の確保を続けて救急隊の到着を待つ。吐物等による窒息の危険があるか、やむを得ず傷病者のそばを離れるときには、傷病者を回復体位にする。

ii) 下あごを前に出し、上側の手の甲に傷病者の顔をのせる。さらに、上側の膝を約90度曲げて、傷病者が後ろに倒れないようにする。



<参考文献>

救命処置の手順（BLS） 総務省消防庁 <http://www.jlisa.jp/pdf/oukyu2.pdf>

8. 化学薬品による急性中毒の応急処置

1) 一般的事項

化学薬品による急性中毒は、薬品の種類により毒性及び刺激性も異なるが、生体に侵入したり、皮膚、粘膜に触れること、揮発性薬品を肺から吸入することなどにより起こる。基本的な処置は、化学薬品を体外に排出することである。

2) 皮膚の汚染

まず皮膚に付着した物質を大量の水で洗い流す。衣服も汚染している場合は、直ちに脱がせて皮膚に水をかけて洗い流す。化学系の教室では、廊下や洗面所にこのためのシャワーが備えてあるので、これを使うとよい。;

3) 目の汚染

目に薬品が入った場合は、大量の水で素早く洗い流すことが大切である。まぶたを開いて洗顔用噴水、ホース、あるいは水道蛇口からのおだやかな水流で十分に洗う。強いのは目によくない。清潔な水をオーバーフローさせながら、洗面器に顔を繰り返して入れ、目をばちばち開閉するのがよい。

#### 4) 吸入した場合

被災者をできるだけ速やかに新鮮な空気のある場所に移し、絶対安静を保ち、できるだけ早く酸素吸入を始める。酸素が間に合わず、呼吸が困難であれば、人工呼吸をする。このとき救助者が被災者に付着(または吸入)した有害物質を吸い込み、自らも被災することのないように注意する必要がある。化学薬品を吸入したときは、一刻を争って医師の治療を受けるようにする。

#### 5) 飲み込んだ場合

薬品類を誤って飲み込んだ場合、吐かせたほうが良いときと、吐かせてはいけないときがある。吐かせる場合は、水や牛乳、卵白を飲ませて吐かせる。何を飲んだのかわからない場合は、急いで医療機関を受診させる。・強アルカリ・強酸の原液や粉末または濃厚なもの、腐食性物質を飲み込んだ場合は、吐かせてはいけない。口の中をよく洗い、牛乳や卵白、卵白水(卵の白身 1 個をコップ 1 杯位の水で溶いたもの)を飲ませてすぐに医療機関を受診する。この処置は一刻を争う。胃や食道の損傷により数分にして死亡することがある。嘔吐が続けば繰り返し行う。意識がはっきりしていないときや痙攣を起こしている場合は、窒息の危険があるので吐かせてはいけない。

### 9. AED の利用

#### 1) AED とは

AED(自動体外式除細動器)とは、心臓がけいれんし血液を流すポンプ機能を失った状態(心室細動)になった心臓に対して、電気ショックを与え、正常なリズムに戻すための医療機器である。心停止の主な原因は心室細動であり、「心室細動」は心臓突然死の中で最も一般的に見られる不整脈である。救急車が到着するまでの数分間に私たちの取るべき対応が生死を分けるため、救命には早期の電氣的除細動が必要である。機器の電源を入れることで音声の使用手順を指示してくれるため、誰でも AED を用いて救命をすることが可能である。

※ただし、1 歳未満の乳児に対して AED は使用不可。

#### 2) AED の設置場所

1. 正門守衛所内
2. 総合屋内運動場 1F 入口右側(屋外)
3. BASE 本館 1F 中央入口右側
4. 先端科学実験棟 1F 入口正面
5. 科学博物館 1F 入口右側
6. 講義棟 1F 入口左側(屋外)

#### 3) AED の使用方法

1. 傷病者の意識・呼吸を確認し、ないことが確認されたら、救急車を呼び、AED を持ってきてもらう。
2. AED 到着まで人工呼吸、心臓マッサージを行う。
3. AED のフタを開ける。(開けると自動的に電源が ON になる。)
4. 傷病者の胸部を出し、AED の電極パッドを胸部に貼る。
5. 電極パッドの自動解析結果を待ち、電気ショックが必要な場合は音声ガイダンスに従い、赤色点滅ボタンを押す。  
※このとき誰も傷病者に触れていないことを確認する。
6. 救急車の到着まで、必要であれば 2～5 までの救命活動を続ける。



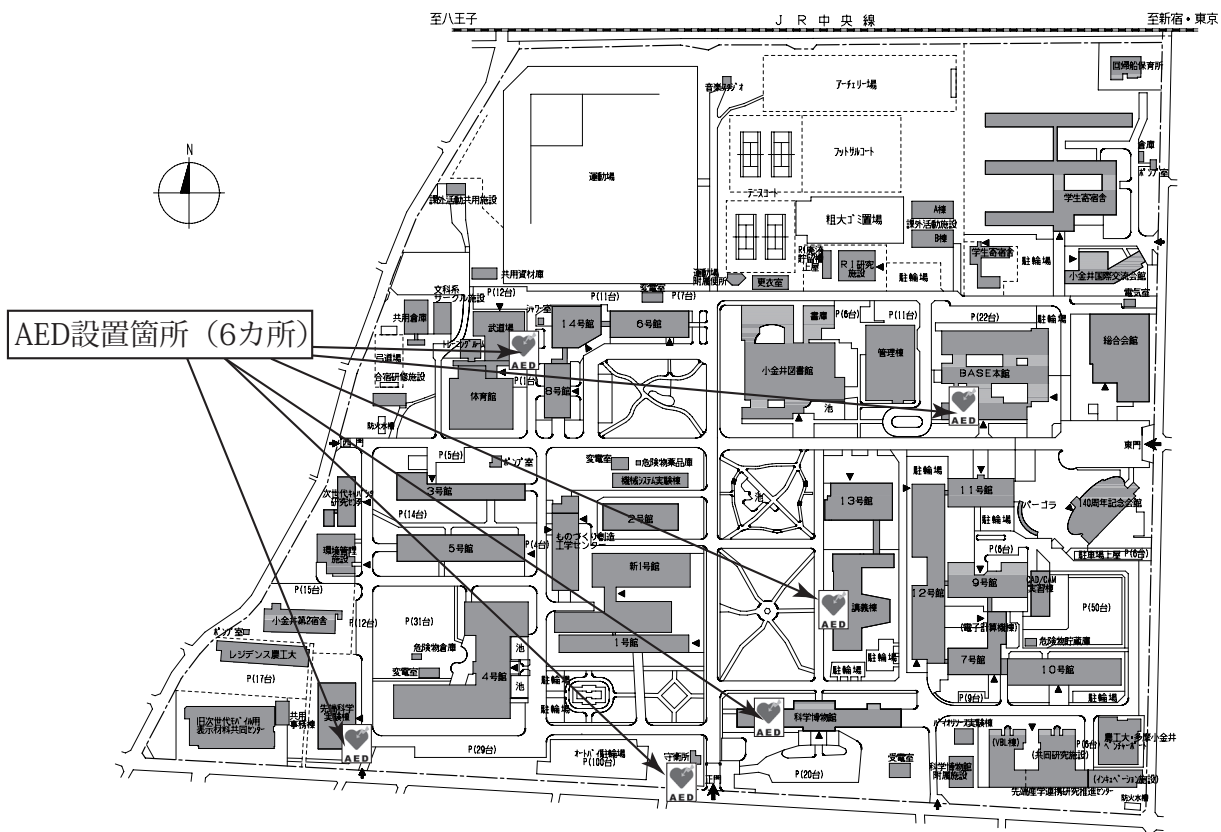
※詳細については以下を参照

- ・心配蘇生委員会 AED（日本救急医療財団）
- ・「AEDを知っていますか？」（日本心臓財団）
- ・「私たちの行動で救える命があります。」（日本光電工業）

<参考>

東京農工大学環境安全管理センター AED マップ

<http://web.tuat.ac.jp/~kankyou/AED.shtml>



東京農工大学小金井地区配置図

### III 事後処理

火災や爆発、怪我などの事故の発生を指導教員に申し出ること。指導教員や担当職員は、「事故、災害発生時の緊急連絡及び報告ルール」により、遅滞なく学科主任等責任者及び学府長に通報しなければならない。また、別途定める事故・災害速報を作製し、環境安全管理センターに報告しなければならない。責任者は応急処置が終わった後、すみやかに「事故、事件、災害発生報告書（次頁）」を作成し、下記担当部署に提出する。

指導教員は事故後なるべく速やかに事故原因を調査し、事故再発防止策を決定し、担当する学生又は所属教職員にその趣旨を徹底させねばならない。

<事故報告書 提出先>

学生が対象の場合：小金井地区事務部学生支援室  
学生生活係 042-388-7011

教職員が対象の場合：小金井地区事務部会計室  
会計係 042-388-7004



# 実験・実習における安全

## I 学生実験における安全

### 1. 一般的心得

これらの実験科目の履修に当たっての一般的心得について述べる。なお、ここでは最低限必要なことのみをあげた。この項以外にも該当する各項での注意事項も必ず読んでおくこと。

#### (1) 実験にのぞむ態度

小金井キャンパスにおける実験では、しばしば、取り扱いを誤ると火災、怪我の原因となる電気機器、動力機械や化学薬品などを取り扱い、注意をおこたると事故につながる危険を含んでいる。しかし、将来、産業界の各分野で専門家として技術者、研究者として活躍する諸君の教育には、これらの実験は不可欠である。また、実験は、実験指針を熟読して実験操作の一つ一つの意味を理解した上で行えば、決して危険はないのである。実験を安全に行うための注意と言っても、特別な難しいことをするのではなく、次のような極めて常識的な作法を忠実に行うに尽きる。

#### 1) 実験台や実験装置の回りの清潔・整頓に心がけること。

実験は実験台の上で行われるのが普通である。そこで、実験を始めるに当たって、また、実験中や実験後にも、常に実験台とその周辺の清潔と整頓に心掛けなければならない。実験に使用しない器具を放置してあったために、器具を壊したり、実験に使うために持ってきた薬品を片付けずに実験したために、引火して思わぬ事故を起こしたりする例が多い。これらは、整頓が不十分なために起きる事故であり、実験に必要なもの以外は持ち込まないという基本を守ることが大切である。

#### 2) 機材・試薬・身支度の周到な準備をすること。

これから行おうとする実験の内容についてよく理解して、実験に必要な器具・装置・薬品等について、その使い方・危険性についての予備知識を身につけておかなければならない。これは、安全だけでなく実験を成功させる上にも重要である。装置などは実験にはいる前に正常に作動するかをチェックし、器具は実験の目的に合致した安全なものかどうかを点検し、試薬も貼られているラベルを盲信せずに、変質や誤った表示に注意する必要がある。

#### 3) 実験の身支度について

実験の身支度はそれぞれの実験に適した物がある。教員の指導にしたがって最適の衣類および履物の購入を勧める。僅かの出費で事故が防げるなら安いものである。

① 化学実験の場合は白衣の着用をすすめる。薬品等による衣服の汚れを防ぎ、肌に密着してないので酸・アルカリ等を多量に浴びた場合も、直ちに脱ぎ捨てることで難なく被害を逃れることができるからである。しかし、モーター等の動力機械を使用する実験では、機械に裾を巻き込まれる危険があるので、特にひらひらしない作業衣を着用するのがよい。

実験室内では、指定された履物を使用するか、指定がない場合は動き易く足の保護にもなる靴を使用すべきである。化学実験の際には、万一の爆発や劇物の飛沫が目に入るのを防止するために保護眼鏡を着用し、劇物や高温のもの取扱には必要に応じて保護手袋を着用するのが、自身の安全を守る上からも望ましい。

② 機械系の実験では、特に、工作機械を使用することが多い。その際、油、切り屑等で汚れてもよく、裾や袖口が機械に巻き込まれたりしないような、身体から遊離している部分のない作業服を着用すること。サンダル履きは厳禁。皮靴を履くことが望ましい。また、特殊作業(溶接作業等)以外の作業では手袋を使用してはならない。さらに、重量物の落下、頭部打撲の危険のある作業には必ずヘルメットまたは作業帽を着用すること。

#### 4) 無理な実験をしないこと。

実験に無理は禁物である。学生実験では無理な実験は課していないが、早く終わりたいために、指示通りに実験せずに、試薬を早く加えすぎると事故につながる恐れがある。実験の前日に徹夜をしたり酒を飲み過ぎたりして注意力が散漫な状況下で実験をすると失敗や事故が多くなる。病気で熱がある場合も同様である。実験に当たっては、実験に集中できる肉体・精神両面での健康が要求される。

#### 5) 1人で実験をしないこと。

学生実験では、このようなケースは生じないが、卒業研究や大学院での研究の場合には、1人1テーマで実験をしなければならない場合が生じる時がある。このような場合には、周到な計画を立てて同じ実験室に2人以上がいるようにすべきである。特に夜間に居残りをする場合や徹夜で実験をする場合は、この原則を厳守すべきである。

#### 6) 事故が起きた場合の対策を考えておくこと。

実験に当たって事故を起さないように心がけることは大切であるが、万一事故が起きたときにどうしたら良いかを知っていることが、事故の被害を最小に留める上で極めて重要である。事故が起きてから指導教員に教わりに行くのでは手遅れになり、被害を大きくする。

先に「周到な準備」について述べた際にも言及したが、特に危険性のある物質や機器については、どんな場合にどのような危険があるかを知っておき、万一事故が起きた場合にどのような応急処置をすべきかを知っておくことが、身を守る上で大切である。

### (2) 実験中の安全についての指針

次に、実際に実験をしているときにはどんなことに気を付ければ良いかを述べよう。実験にはいろいろな種類があり、いろいろな操作の組合せであるから、安全上の注意・対策も場合により異なるが、一般に次の諸点について気を配るべきである。前節と多少の重複はあるが、それは実験開始に先だって心がけておくべきことと実験中に注意すべきこととは共通しているからである。

#### 1) 実験の意味と性質を知ること。

学生実験の実験指針は、それを忠実に行えば、1つ1つの操作の意味を考えなくても実験は成功することが多い。しかし、実験のそれぞれの操作には必ず意味があり、それを理解して行うことが安全上からも必要である。

化学実験から二三の例を挙げる。反応を行わせる際に試薬を「ゆっくりと加える」と書いてあったとする。この場合には試薬を速く加えると反応が激しくなり過ぎて制御できなくなり、事故につながる恐れがある。また、「反応系の温度を 30–40℃に保って試薬を加える」と書いてあったとする。それを 40℃より高い温度で行うと、反応が激し過ぎて危険であることは言うまでもないが、温度が低ければ安全であろうと早合点して0℃に冷やして行くと、反応が遅すぎて加えた試薬が反応せずに残り、反応が完了したと思って常温に戻したとき急激に反応して危険な状況になることもある。このような場合にも操作の意味を考えて行えば、過ちを犯さずにすむ。実験の過程で有毒な気体や悪臭のある気体が発生する場合には実験をドラフト中で行う注意も必要である。

工作機械の使用に際して、切り屑等は素手でつかんだりせず、ブラシ、払い棒等を用いるよう指示してあったとする。これは切り屑等は加工により高温になっているので素手で触るのは危険だからである。

#### 2) 実験に使う器具・装置の組立てを入念に行うこと。

実験に使う装置の組立てにあたっては、① 使用する個々の器具に実験上支障があるような欠陥がないかを注意する。(計器類は正常に作動するか、ガラス器具にひびが入っていないか、スリ合わせが完全か、コードが断線していないか、工作機械の刃物が欠けていたり変形していたりしないか、ガス用ホースにクラックが入っていないか、など) ② 使用する

器具が適切であるかに注意する。(計器類の測定可能範囲・精度、反応などに使うガラス容器の種類と容量、力のかかる場合の強度、かきまぜの能力、材料の引張試験における試験片をつかむチャックの強度、ガス器具が都市ガス用であるかプロパンガス用であるか、など)③ 装置全体としての安全性を良くする。④ 電源を使用する実験では、短絡事故や感電事故が決して起きないように器具間の結線を行う。そのためには次のことを守ること。(イ)電線と電線をつなぐ場合には露出充電部を半田付けし、そこを絶縁テープで覆い露出させないこと。また、電線を計器の接続端子につなぐときも留め具でしっかり止めること。(ロ)配線が終わったら、短絡回路ができていないことを確認したうえで最後に電源をつなぐ。途中で配線を変更したり、実験終了後配線ははずすときは電源を切ってからにする。

3) 実験中は落ち着いてまじめに行動すること。

当たり前なことであるが、実験を行っている間はまじめさ・冷静さ・細心の注意が要求される。実験の際に、ふざけたり、手を抜いたり、あわてたりすると失敗や事故の原因になる。特に、実験中はたえず実験装置のそばについていて実験経過をよく観察すべきである。そのように心がけていると、実験のささいな異変に気づき事故を未然に防いだり、事故から逃れたりできる場合が多い。

4) 自分の実験だけでなく、他人の実験にも気を配ること。

実験室は、共同で学問・研究を行う場所であるので、一人が身勝手に無責任なことをすると、他の実験者が迷惑をするだけでなく、事故につながることもある。身勝手・無責任でないにしても、つい不注意で他人の実験に気を配らなかったために事故が発生する例はしばしばある。引火性の溶媒を取り扱っている近くで不用意にガスバーナーに火をつけたり、精密な測定をしているそばで振動源となるような機器を使ったりすることは避けるべきである。

5) 実験の後始末を責任を持って行うこと。

実験が完了したら、その後始末をするのは当然である。後始末とは、使用した装置・器具・試薬等を使用前の状態に戻しておくことである。「清潔・整頓」という立場からも、次に使うときの便利を考えても重要であるが、ここでは安全という立場からの注意にとどめよう。ガス・水道・電気の後始末を忘れないこと。物を捨てる際には、安全に気を付けて捨てること。

### (3) 事故が発生したときの措置

言うまでもないことであるが、不幸にして事故が起ったら先ず第一に人命の安全と人的被害を最小にすることを心がけ、第二に被害が広がるのを防止する措置を講ずるべきである。それと同時に、できるだけ速やかに教職員に連絡してその指示を受けるべきである。

可能性のある事故について、先ず行うべき救急処置を記す。

#### 物理・電気電子系

1) 起こり得る最も危険な事故は感電である。高電圧や大電流を使う装置で実験をしている者は感電に対する安全確認を怠ることがないよう心がけること。

2) 万一、感電事故が起きたときの応急措置が別項に述べられている。この箇所をよく読んで、いつでも救急の行動がとれるように備えること。

#### 化学・生物系

1) 酸・アルカリ等の劇物や有毒物が皮膚についた場合は、汚染した部分を大量の水で洗う。衣服が汚染した場合は速やかに脱がせる。衣服を脱がせるとき劇薬を浴びてただれた皮膚をこする恐れのあるときは、衣服を手速くハサミで切り取る。汚染が全身に及ぶときは、多量の水で身体を洗う。(実験室にシャワーがあればそれを利用するとよい)

2) 目に入った場合 — まぶたを開き、水道水で10分ほど洗い、できるだけ速やかに医師の診断を受けること。目はとくにアルカリに弱いから注意すること。



3) 有毒・刺激性気体を吸い込んだ場合 — 至急に新鮮な空気中に移す。独力で歩けない場合は無理のないように担架などで運ぶ。

4) 劇物や有毒物を飲んだ場合 — 口の中だけで止まった場合は、うがいを繰り返す。飲み込んでしまった場合は吐かせるのがよいが、無理をしない。卵白・牛乳を与えて粘膜を保護するのもよいが、できるだけ速やかに医師の診断を受けるようにするのが第一である。

5) 引火などにより火が付いた場合 — 大声で周囲の人に知らせると共に、指導教員に連絡する。有機溶媒に火がついても容器が割れない限り、それほど大きな事故にはならない。まわりにある可燃物を取り除き、ガス等の熱源を止めて火勢が弱まるのを待って濡れ雑巾などで容器の口を覆えば消火できる。要はあわてないことである。身体に火が付いた場合は床に転がって消火するか、他の人に実験着等で覆ってもらい火勢を弱めたのち、大量の水(シャワーがあれば利用するとよい)で消火する。消火器はいつでも使えるように用意すべきであるが、上記の方法で消火可能で、他に燃え移る危険のない場合には、むやみに使用しないほうがよい。

6) 外傷をした場合 — 実験室ではガラスによるけが、工作中的のけがなど外傷を負う場合がある。このような際には、まず傷口をよく水で洗って止血をして、できるだけ速やかに医師の手当を受けることが大切である。

7) 骨折をした場合 — 骨折箇所を確認し、副木をあててその場所の動揺を防ぎ、痛みを和らげるようにする。副木は骨折部を越える十分な長さが必要で、幅約 19cm の枝、棒、傘などを応急的に骨折箇所にそえ、動揺しないよう手拭、包帯などで縛っておく。このとき、上下の隣接する関節をも含めて固定するのがよい。その後の処置は医者に任せる。

8) 火傷をした場合 — 一刻も速く流水か氷水で痛みのなくなるまで冷却する。冷却を中止すると痛むようではまだ不十分である。最低 30 分以上、通常 2～3 時間の冷却を必要とし、1 度(赤くなる)、2 度(水泡ができる)までの火傷では、この処置を十分に行いながら医師の治療を受ける。手袋、靴下、着物の上から熱湯や高温の油を浴びた場合は、脱がずにその上から水で冷却する。冷却後着物を脱ぐ場合、皮膚がむけやすいので注意しなければならない。氷水で冷却するときは、凍傷にならないよう注意する。決してこすってはいけない。水泡を破ってはいけない。油、軟膏、粉末を塗布してはいけない。1～2 度の火傷ならばこの処置でかなり回復できる。皮膚が真っ白に変化し、痛みもあまり感じない 3 度の火傷では、冷却は 1～2 度の火傷ほどの効果はない。できるだけ速く病院に運ぶ方がよい。火傷の範囲がかなり広い場合は極めて危険であり、負傷者を清潔なシーツで包み、できるだけ速く設備の良い病院へ運ぶ。

## II 化学・生物系実験

### 1. 一般心得

これらの実験においてはいわゆる化学実験の比重が大きく、安全性に留意した正しい操作手順を充分理解し身につけておくことは、極めて重要なことであり、専門的な実験や卒業実験を円滑に進めるための基礎ともなる。以下に、化学実験に特有の注意事項を述べる。なお、この小冊子では最低限必要なことのみをあげた。下記の書籍は比較的低価格であり、ぜひ購入し、実験の際の防災に努めてほしい。

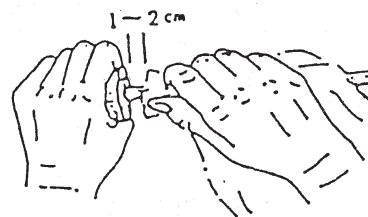
### 参考書

- 1) 化学同人編集部『実験を安全に行うために』、『続・実験を安全に行うために』化学同人
- 2) 頼実正弘編『化学系実験の基礎と心得』培風館
- 3) 廃液等取扱の手引(東京農工大学環境管理施設)

## 2. 基本操作における災害防止のための注意

### (1) ガラス器具使用時の注意

- a) ガラス器具を加熱する場合には、ひびや傷の無いことを確かめる。また、肉厚の容器は、特別の耐熱用でない限り、加熱してはいけない。有機溶媒などの入った容器をガスの直火で加熱するようなことは言語道断である。
- b) ガラスの洗いは、適当なブラシを用い、洗剤で丁寧に洗ったのち、水洗する。水をはじくときは洗浄が不十分なので洗い直すこと。粘ちような油脂や鉱油の汚れは、適当な溶媒で溶かしたのち(廃液の処置に気をつけること)、前述の方法で洗う。
- c) すり合わせ器具を使用する場合、すりの部分を乾かしたまま動かしてはいけない。すりにグリース等を塗る必要があるときは、ごく薄く塗ること。すり合わせ器具は使用后、グリースをヘキサンやトルエン等の溶剤できれいに拭き取り、速やかに洗う。アルカリを使用したのちは特に固着しやすいから使用后速やかに洗うこと。
- d) ガラス管、温度計、枝付きフラスコの枝管などをゴム栓に通すときは、右図のようにゴム栓に近い所を持ち、布で手を保護して静かに回しながら少しずつ押し込む。遠くを持つとガラス管が折れて大怪我をする。もし水を使用してもよければ、少量の水をつけると入りやすい(ただし、水を使用してはならない実験には使用しないか、完全に乾燥させてから使用すること)。
- e) 切ったばかりのガラス管の切口は鋭く、手を切りやすいから、火で軽く溶かして丸めておくこと。
- f) ガラス器具を破損したときは、すぐ掃除して破片を集め、ガラス専用のくず箱に捨てること。



### (2) 薬品類の取り扱い

よく使用する塩酸・硫酸・硝酸・水酸化ナトリウム・水酸化カリウム等は実験全般において使用する薬品である。それ故、慣れからくる不注意によって事故を招く恐れがある。これら以外の薬品も使用法を誤れば、大事故につながるので特に注意すること。薬品類の取り扱い方について以下に記す。

- a) 薬品を購入し受け取る際には、注文した品名と合っているかを確認すること。
- b) 薬品の保管は、類似の危険性を持つもの毎に分類し、危険性を表示したラベルを貼付けた上、しかるべき安全な場所に保管・管理し、紛失や盗難に注意すべきである。可燃性・爆発性・腐食性や毒性を有する危険物質については特に注意が必要である。
- c) 受け取った薬品の品名や内容量、保存場所等を本学の薬品管理システム(IASO)に登録しなければならない。薬品の出庫や入庫、薬品瓶の廃棄等の際には、IASO 登録情報を更新すること。
- d) 薬品を取り違えないよう、薬品を使用する際にはラベルを必ず確認すること
- e) 薬品類は反応のためであっても、むやみに混合してはいけない。注意事項をよく調べるべきである。例えば、硫酸の希釈、2種類の酸化剤の混合、酸化剤と有機溶媒の混合等。
- f) 薬品はどんなものでも直接手で触れたり、臭いをかいだり、口にいれてはいけない。気体の臭いをかぐときは手扇を使う。
- g) 薬品が皮膚や衣服についたときは、多量の水で洗うこと。薬品の中には特に危険なものもある(フッ化水素等)。危険な薬品の使用に関しては注意事項をよく調べ、対処法にもよく精通しておくこと。

### (3)加熱についての注意

化学実験の加熱の目的と方法は多岐にわたっている。熱源としてもガスと電気がある。安全上は電気を熱源とするものが望ましいが、ガスを使用しなければならないときもある。加熱操作の一般的な注意としては次のようである。

- a)適切な装置を選択し、適切な方法で使用する。
- b)急激な加熱をしない。
- c)温度を上げ過ぎない。
- d)加熱しているときは実験台を離れない。
- e)近くに可燃性の物質をおかない。
- f)加熱により内圧のかかる閉鎖系装置を組まない。

### (4)冷却についての注意

同じ温度差であっても、火傷に比して凍傷の方がかかりにくく、末端の細胞組織は0℃まで冷却しても永久損傷にならないが、長時間では血液流停止、局部組織破損となる。例えばドライアイス(-78.5℃)では直接皮膚に当てれば水泡を生じるほど危険である。

### (5)蒸留についての注意

#### 1) 一般的注意

- a) 試料溶液を構成している物質の沸点・分解点・融点などをあらかじめ調査しておくこと。留出物の沸点がおよそ 150℃以下の時は常圧、それ以上の時や重合分解しやすい化合物の時は減圧蒸留する。
- b) 蒸留前に装置のひび割れ等を点検する。栓や連結部に緩みがないかを点検する。
- c) 熱源に電気を使うことが望ましい。直下での加熱は危険である。蒸留器を移動させることなく、(ジャッキ等を用いて)加熱装置を簡単に取り去ることができるように装置を組み立てることが必要である。予想外の事態が生じたときに加熱を止め、冷却できるようにするためである。
- d) 蒸留中に多量の結晶が析出することが予想されるときは、特別の装置と注意が必要である。
- e) 留出温度が 150℃以下の時は水冷却器、150℃以上の時は空気冷却管を使用する。
- f) 長期間保存したエーテル類(過酸化物を生じている)や、過酸化物、ニトロ化合物など爆発性の物質を含む溶液は、液がなくなるまで濃縮してはいけない。爆発する恐れがある。
- g) 水冷却器の水流の停止は火災の原因の一つである。特に通水 5 分後に水が流れていることを確認せよ(通水直後に水栓のパッキンの膨張で水流が弱くなることが多い)。
- h) 試料は蒸留フラスコの内容積の 50%以上入れてはならない。

#### 2) 常圧蒸留

- a) 突沸による事故を防ぐために、必ず数個の沸石を入れる。一度蒸留を止めて温度を下げたのち、再度蒸留するときには新しい沸石を入れること。
- b) 沸石の入れ忘れや沸石がよくきいていないときに蒸留途中で新しい沸石を入れると、突然沸騰が起こって液体や蒸気がふきだし、火傷や火事の原因となる。
- c) 沸石は蒸留のつど新しいものを使用する



### 3) 減圧蒸留

- a) 丸底フラスコを使用すること。平底フラスコを用いてはいけない。
- b) 蒸留器と真空ポンプまたはアスピレーターとの間には圧力計の他に必ずトラップを接続すること。
- c) 連結には肉厚ゴム管を用いる。
- d) 毛細管がつまっていないことを確かめる。気泡の出ない毛細管を用いると蒸留中に突沸を起こす。常圧蒸留と同様に事故の原因となる。
- e) 十分に減圧になったことを確かめてから加熱を始める。

### 4) 水蒸気蒸留

- a) 水蒸気蒸留では大量の水蒸気を必要とするため、バーナーを用いることが多い。近くに可燃物などを置かないようにくれぐれも注意すべきである。
- b) 固形物質を含むものを水蒸気蒸留するとき、水蒸気発生器から蒸留フラスコへの導入管が詰まらないように注意する。
- c) 冷却器は大きめの効率のよいものを使用する。
- d) 水蒸気発生器の取扱いに十分注意すること。安全管は長いものを使用し、水蒸気発生器の底まで差し込む。蒸留を中止するときは、蒸気発生器を密閉しないようにコックの取扱いには十分注意すること。

### (6) ろ過についての注意

- a) ろ過すべき結晶の量、ろ過のし易さ、結晶の溶解度などにしたがって、それぞれ適切な方法、器具を選ぶ。
- b) 引火性の溶液のろ過は、火気の無いことを確認してからおこなう。有機溶媒の蒸気は一般に空気よりも重く、蒸気は実験台上や床に広がる。
- c) 毒性のある溶媒のろ過はドラフト内で行うこと。

### (7) 抽出についての注意

- a) 分液ロートの容量は試料液体と抽出溶媒の合計の 1.5 倍以上なければならない。
- b) ロート台は、試料溶液と溶媒とが入った分液ロートを安定に支持する大きさのものでなければならない。
- c) 抽出する液体は室温まで冷却してから使用すること。大量の蒸気が発生し、火事の原因になることがある。エーテル等の低沸点溶媒を使用するときは、特にこの点に注意すること。
- d) 使用する抽出溶媒の全量が同じであっても、少量ずつに分けて何回も抽出操作を繰り返すほうが、抽出効果は高い。
- e) 振り混ぜの際、初めから激しく振り混ぜると、ロート内部の圧力が高くなり(混合熱のため)、内容物が栓から吹き出すことがある。まずロートを逆さまにし、コックを開いて圧力をぬき、軽く振り混ぜては圧力をぬく操作を繰り返す。このとき、ロートの先を他人や自分に向けないこと。圧力が上がらなくなったら、激しく振り混ぜ、最後にもう1度圧力をぬき、静置する。

### (8) 乾燥についての注意

#### 1) 液体の乾燥

通常液量の 1/20 - 1/30 程度の量の固形乾燥剤を直接液体中に入れ、ときどき振り混ぜ、数時間以上、できれば一夜放置して乾燥する。この際試料と反応しない乾燥剤を選ぶ必要がある。例えば酸性物質に塩基性の乾燥剤は使用できないし、危険でもある。

## 2) 固体の乾燥

- a) 多量の水分または有機溶媒を含む固体は、まず風乾(自然乾燥)を行い、完全に乾燥するためには、デシケーターを用いるか、加熱乾燥を行う。有機溶媒を含む固体の加熱には、火がつかないように注意すること。
- b) 多量の固体の乾燥にはオープン型電気乾燥器を用いることがある。しかし、過酸化物質や窒化物のような分解しやすいものを加熱乾燥してはならない。可燃性の有機溶媒を含む試料の乾燥には電気乾燥器を用いてはいけない。

## (9) 融点測定装置の使用法

各自が合成した化合物を同定する上で融点測定は基礎的でも重要な操作である。試料が充填された毛細管を加熱する媒体には高沸油または濃硫酸が用いられる。いずれも高温で皮膚に触れると重度の火傷を負うことになるから、装置の加熱には細心の注意が必要である。また加熱には直火を使用するのでバーナーの取り扱いも充分気を付けたい。

先ず予想される融点の 10–15℃以下の温度までは 4–6℃/分で加熱して良いが、その後融点までは 1–2℃/分の速度で慎重に加熱して測定する。バーナーの火を調節して(空気を余り入れない)、測定容器全体を暖めるつもりでバーナーを持った手を大きく動かして加熱する。急激な加熱は絶対に禁物である。他の者が使用した後では熱媒の温度が高い場合には、その温度が予想される融点よりも 10–20℃低くなるまで放置する。その後試料を充填した毛細管をセットし、5分ほど放置して試料の温度が熱媒と等しくなってから上の要領で測定する。

## (10) 高圧実験についての注意

### 1) 一般的注意

化学実験としては、高圧実験は過酷な条件下の実験であり、危険性が高い。装置の取り扱い方を誤ると、大災害になる恐れがあるので注意を要する。以下に一般的な注意をあげる。オートクレーブや耐圧ガラス封管などについての安全な取り扱い方についてはその都度実験書等を参照すること。

- a) 耐圧性、耐熱性などに関して装置の性能以上の仕事は絶対に行わないこと(高圧装置の場合、試験耐圧の 2/3 以下の圧力で使用すること)。
- b) 高圧弁類の締め過ぎは避ける。
- c) できるだけ指導者の立会いのもとで実験を行う。
- d) 高圧反応容器などは、定期的にメーカーに耐圧検査を依頼し安全を確認する。また逃し弁などの安全対策がとられていることを確認する。
- e) 高圧装置は常用圧力以上の圧力でガスの漏れの無いことを確認するのはもちろん、もし漏れても滞留しないように室内の換気に注意する。
- f) 装置の設置場所はできるだけ、一般の実験室ではなく、特別室にした方がよく、もし事故が発生しても被害を最小限に食い止めるように十分な配慮しておく。

### 2) 高圧ガス容器(ボンベ)の取り扱い

実験に使用する常温常圧で気体の物質は高圧ガス容器で供給される。これらは最高 150 気圧で供給されるため、取り扱いには注意を要する。ガスボンベには左ネジの物と右ネジの物がある。前者は可燃性のガス、後者は不燃性または支燃性のガスが詰められている。それぞれの詳細については成書などで調べられたい。以下に一般的な注意を述べる。

- a) 圧力調製器の取り扱い方によく精通しておくこと。

b) ボンベを運搬するときは、容器弁に保護キャップをしっかりと締め、ボンベ用運搬車に乗せて運ぶ。これがないときは直立状態から少し傾けてボンベの底のへりで転がして運ぶ。ボンベは油のついた手袋で取り扱ってはならない。また圧力調製器をつけたまま運ぶことは危険である。

c) 圧力調製器の取り付けは左右ネジ用の確認をしてから行う。まず充填口の弁座に傷がないことを確認する。傷がある場合はボンベごと取り替えてもらうのがよいが、傷が浅い場合には、専用のパッキンを用いればガス漏れを防げる。なおパッキンは強く締め過ぎないこと。

d) ガスの放出は圧力調製器の弁及び出口側のコックが閉じていることを確認してからおこなう。元栓を全開にし、元栓の弁棒部、充填口と圧力調製器との接続部からガス漏れのないことを石鹼水で確かめたのち、調圧弁をゆっくり所定方向に回して所定の圧力に調製する。このとき、圧力計をのぞき込むようにすることは危険である。また急激にガスを放出するとガスとバルブ内面の摩擦により静電気が発生し、可燃性ガスの場合には危険である。

e) ガスの放出停止時には元栓、調圧弁の順に閉めたのち、石鹼水で元栓の弁座部、調製器との接続部からガス漏れがないことを再確認しておく。元栓は強く締め過ぎないように注意すること。

f) ガスボンベは倒れやすいから、転倒防止に注意を払うこと。

### 3. 化学系実験

この実験は初めて履修する専門的実験である。実験は常に危険を伴う可能性があるので、安全に十分注意をするとともに、安全に実験を行う習慣を身につけていただきたい。薬品が目にかかるとう失明する恐れがあるので、できるだけ眼鏡をかけて実験すること。

#### (1) 分析化学実験

分析化学実験では、中和滴定と器具の検定を行う。この実験では、ガラス器具を多く用いるので、ガラス器具の取り扱いに注意すること。破損した器具は怪我をしやすいため用いないこと。器具を破損したときや破損した器具を見つけたときは、教員に連絡し、修理をしてもらうか、新しい器具と交換してもらうこと(ガラス器具使用時の注意参照)。

また、本実験で取り扱いに特に注意を要する薬品は塩酸、水酸化ナトリウムである。「薬品類の取り扱い」の項を読んで実験を行うこと。濃塩酸は刺激的な煙を出し、目や皮膚をおかすので、ドラフトの中で秤取し、薄めること。

#### (2) 有機化学実験

有機化学実験ではガラス器具や種々の薬品を用いるので、誤ってガラスを破損して外傷を負ったり、可燃物が漏れ出て引火し火傷したり、酸、アルカリなどの薬品により皮膚を損傷したりするなどの事故が発生する可能性が極めて高い。特にガラス管とゴム栓、ゴム管との接続のように、作業のこつを知らないとガラス管が破損して、破片により思わぬ深い傷を負うことがままある。前述の化学系実験の心得を熟読してこれらの不注意による事故を起こさないよう注意して、正しい手法で安全に実験を行い、有機実験を通じて有用物質合成の基礎を学んで欲しい。

##### 1) 実験を始める前に

先ず出席をとる時間に遅れぬようにして、自分が確かに実験することを教員に申告する。続いてその日に行う実験の内容、扱う反応の反応機構、具体的な作業、予測される危険(事故)などについて、担当教員から丁寧な説明と注意がある。予め予習をしておき、不明な点があればそのときに質問をして作業の内容をよく理解しておくこと。

## 2) 試薬類の取扱い

その日の実験に使用する試薬類は、グループ別に所定の場所に用意されている。液体はガラス容器に、固体は薬方紙等に所定量をこぼさぬよう秤りとる。酸、溶媒などはそれぞれ専用のピペットを用いて、皮膚に触れぬように秤量する。誤って試薬類をこぼしてしまったときは、速やかに教員に申告する。そして、教員の指示に従って清掃を行い、後に秤量する者が迷惑しないようにする。試薬を取り扱うところは全員に共通の場所であるから、いつも各人が整理整頓を心がけて能率よく作業できるようにする。

## 3) 使用する器具、道具の取扱い

各自の実験に当ててあるガラス器具を中心にしたものと、実験の都度共通で使用するものがある。いずれもきれいに洗浄してすぐに使えるようにしておくこと。特にその日に貸し出された器具は使用後に必ず洗浄し、教員が指示する場所に返却すること。

## 4) 実験中の心得

実験の一般的な注意にしたがって注意深く実験を進める。可燃物を加熱している時、危険な薬品を放置したまま席を離れてはいけぬ。危険な作業をしていたり、手違いから火災、漏水、薬品の飛散などの事故を起こしてしまったときは、先ず大声で周囲の者の注意を引き、自分を含めて怪我人が出ないように教員、回りの者の助けを受けて速やかに処置するように努めること。止むを得ず実験室を離れる場合は、教員にその旨を申し出ること。教員に無断で実験室を離れてはいけぬ。

## 5) 怪我人が出た場合の処置

不幸にして自分が怪我したり、回りの者が怪我をした場合には別項の事故が発生したときの措置にしたがって行動する。しかしとっさの出来事で学生は適正な措置ができないときが多いから、先ず大声で教員に怪我人が出た旨を知らせ、教員の指示に従うこと。

## 6) 実験終了

無事に実験が終了したら、使用したガラス器具をよく洗浄して次の日に備える。実験で発生した廃棄物の処理は、教員の指示を必ず受けて十分に注意して行うこと。有機実験で使用した薬品、生成物のほとんどはそのまま水道に流せないものであると認識して欲しい。水道に流せない物質を含んでいない酸、アルカリ廃液は自分で中和を行ってから捨てる。エーテルなどの有機溶剤、クロム廃水などは所定の貯留容器に入れる。

ガラス器具を洗浄する流し台は共通の場所である。洗剤、洗い矢などを乱雑に放置したままにしないようにすること。

自分の机の上、身の回りの整理が終わったならば、教員に申し出て帰宅の許可を受けること。絶対に無許可で帰ってはいけない。教員の目に触れないところで倒れたままの学生がいけないとは言えないからである。

## (3) 物理化学実験

実験に先立って各実験の操作手順を熟読し、理解しておくことが必要である。実験を行う前に教員の説明があるので、それぞれの実験について指示と注意を確実に守ること。異常と思われる現象或いは安全を脅かす事態が起こった際には、必ず教員に直ちに連絡すること。

### 1) 装置の組立と取扱い上の注意

- ① 地震、突風、停電などの不測の事態が起っても十分対処できるように装置を組み立てることが必要である。
- ② 当事者以外の学生の不注意によっても不測の事態にならないように、十分に failsafe を考慮しておくことが必要である。

- ③ 緊急の場合にも通路と出入り口を安全に確保できるように、床面には不要な物品を置かないようにする。
- ④ ガラス器具の取扱いの際には、「ガラスは無理な力をかけると必ず割れて怪我をする、急激な温度差を与えると必ず割れて飛び散る」ことを念頭に置くことが必要である。ゴム栓、ゴム管、ビペットなどにガラス管やガラス製品を差し込む際には、差し込み口に近いところを持ち、無理なく挿入できる状態で行う。
- ⑤ 電気機器を使用する際には感電に注意すること。装置に水がかかることがないようにし、また、濡れた手で操作しないように注意する。

#### 2) 薬品の取扱い(「化学薬品の安全な使い方」を参照すること)

- ① 有毒、有害な薬品の取扱いは特に慎重に行い、吸入しないようドラフトチャンバーを利用すること、目に入らないように安全眼鏡をかけること、身体に付着したときには直ちに洗浄することなどの基本注意を守らなければならない。引火しやすい溶媒類を取扱うときは、少量でも火気に注意すること。一般に有機溶媒のガスは空気より比重が大きく、床面を伝って引火することがあるので、空気の流れの悪い部屋では遠方から引火する危険性も考慮する必要がある。従って、部屋の換気を必ず実行すること。
- ② 特に有害な薬品の取り扱い、必ず教員の指示に従って行うこと。
- ③ 廃液の処理は規定に従って行うこと。少量でも有機溶媒、有害物質、酸やアルカリなどを流しに捨てないように注意する。

#### (4) 計算機実験

特に身体上安全面で問題になる作業はないが、種々の電源に無断で触れることのないように注意してほしい。データを破損しないよう、安全管理が必要であるので教員の指示に従うこと。

#### (5) 機器分析実験

##### 1) 赤外線吸収スペクトル法

試料を KBr 錠剤として測定する場合がある。錠剤を形成する際には油圧プレス器を使用し、5～8 トンまで加圧する。成形器の組立等は慎重に行うこと。また、斜めの加圧は、成形器の破損を招くので大変危険である。

溶媒キャスト法により高分子フィルムを作成するときは、溶媒の蒸気を吸わないようになるべく換気のよい場所で操作を行うこと。

##### 2) 核磁気共鳴法

装置に用いられている超伝導磁石から発生する磁場は非常に強力であるので、この磁場の影響による危険がないように注意する。「共通施設利用における安全」の項も参照のこと。

##### 3) 可視・紫外線吸収スペクトル法

石英セル等の吸収セルを洗浄する際、JIS 法、ASTM 法で定められた洗浄液を用いることが望ましい。これらの洗浄液は目に対して重大な損傷を与えるため注意すること。

##### 4) ガスクロマトグラフ (GC) 法

高圧ポンプの取扱いについては別項も参照すること。試料注入口は、試料が速やかに気化できるように昇温されている場合が多いため、火傷等に注意すること。

##### 5) 高速液体クロマトグラフ法

移動相に有機溶媒を用いる場合、実験室の換気に気を配り、火気には十分な注意を払うこと。特に、液体がこぼれない



ように注意すること。

## 6) X線回析法

X線はいかなる線量でも人体に無害と言えないので、その取扱いには十分注意しなければならない。「共通施設利用における安全」の項を参照のこと。特に学生実験では狭い部屋に多くの学生が入るため、X線を浴びないように注意する必要がある。

## (6) 物理系実験

薬品やガラス器具を多く用いる化学実験に比べれば、物理実験で使用する装置で危険なものは少ないと思われる。しかしながら、不注意は比較的高価な器具の破損をもたらし、また実験者負傷の原因となりかねない。

### 1) 実験環境の整備

実験に対しての基本的態度は化学実験と大差はない。実験器具は配線等も含め、扱いやすいように配置する。測定者は器具の操作をしやすい姿勢がとれるよう椅子の位置などを決める。器具を実験台の中央におけば器具は安全でも取扱いにくい場合があるし、また、あまり端に寄せすぎると落下の危険がある。

### 2) 器具取扱い上の注意

① 感度や精度の高い測定器には、不使用時に器具の安全をはかるためのストッパーや微調整用のネジなどがついている場合が多い。これらの取扱いには十分な注意が必要で、説明書等熟読したのち操作する。無理することは禁物であり、装置の破損や危険につながる。また、コンピュータ、測定器等はほこりを嫌うので、使用しないときは常にカバーを被せておくこと。

② 電源を使用する実験では、まず、器具間の結線を行い(配線は分かりやすくすること)最後に電源をつなぐ。途中で配線を変更したり、実験終了後配線を外すときは、電源を切ってからにする。大きな容量のコンデンサは、電源は切っても電荷が蓄えられていることがあり、おもわぬ感電をすることがある。線を一度アースに落とし、テスターでチェックするように心がけること。

③ 高圧力や高電圧を使用するときは、爆発や電気ショックの危険に対する十分な注意が必要であることは言うまでもない。ガスボンベに適合しない圧力計をつなげば吹き飛ばされてしまうことがある。高電圧を扱う実験の具体的な注意事項は多岐に亘る。当該実験・研究室毎に即した安全マニュアルが別途作成されている。

④ 光源レーザーを用いる実験にあたっては、光を直接肉眼で見るとは危険であるので絶対に避けなければならない。レーザー光に関しては、別項(レーザーの安全について)において詳細を述べる。

## (7) 化学工学実験

実験は実際の化学プロセスの運転を前提としてテーマが組まれている。したがって実験装置も大がかりなものとなり、装置を動かすに当たっては実験テーマ毎に次頁の表に示すような電気・ガス・水などのユーティリティーを多量に使用する。そのため、その使用に当たっては、取扱い上の基礎事項を十分に知っておくことが、実験を安全に行う上で必要である。ここでは、実験にあたって各人が守る注意事項のほかに、高圧ガス・都市ガス・電気・水の取扱いについて安全上の基礎知識を述べることにする。

1) 実験装置を組み立てる場合には、組み立て図や指針に従って正しく組み立て、かき混ぜ器などの可動部分は軽く動かしてみて、その運動が円滑かどうかを確かめておく。通水系統もその流通を確かめておく。

2) 測定計器などは、取扱説明書を参照してその使用法・原理などを習得し、誤操作や適用範囲を越えて使用して故障させることのないように注意する。必要があれば予備検定を行う。

- 3) 有毒成分、引火性、爆発性のある液またはガス、発熱などの危険はこれまでに再三述べたが、特に本実験で大量に扱う場合には注意をする。
- 4) 機械的・電氣的の危険に対しても注意し、防護処置を怠らないようにする。ベルトにズボンや袖口をはさまれたり、タコ足配線で過電流を流すなどの事故が多い。
- 5) 高圧ガス容器(ボンベ)の取り扱いについては別項の記述をよく読んで行うこと。

#### 実験テーマ名と使用する主なユーティリティー

実験テーマ	高圧ガス	電 気	水	薬品
次元解析			沈降媒体用	
流動			涼動用	
流動層	コンプレッサー	コンプレッサー用		
ガス吸収	炭酸ガスボンベ	計測器用	吸収液	NaOH HCl
蒸留		加熱用・計測器用		メタノール、エタノール
乾燥		加熱用・計測器用		
気固接触反応		加熱用・計測器用		イソプロパノール
伝熱		加熱用・計測器用	冷却用	

#### 4. 生物系・生命工学系実験

生物系・生命工学系実験では、タンパク質の分離、精製と定量、タンパク質の立体構造、酵素反応の解析、微生物の培養と形態観察などのテーマについて実験する。

この実験では生物試料を取り扱うので、化学的な災害のみならず、生物的な災害にも注意することが肝要である。この学生実験では、安全な生物試料を用意しているが、個々の注意事項は指導教員から伝えられるので、各人は細心の注意を払い、災害の防止に努めること。

次に一般的な注意を述べる。

- (1) 微生物汚染が考えられる場所と清潔な場所とを区別すること。実験室内での喫煙や飲食は厳禁である。
- (2) 初心者はしばしば菌液を誤って床に落としたり、ピペットで吸い込んだりすることがある。このような場合には、自己流に処理しないで、必ず指導教員の適切な指示を受けること。
- (3) 微生物汚染の考えられるものは全て滅菌消毒すること。
- (4) さらに、詳細な注意事項に関しては、「生物系実験における安全」の項を参照のこと。

### III 物理・電気電子学実験

#### 1. 物理系実験における基本的注意事項

現行の実験課題で使用されている実験器具や装置は危険なものが比較的少ないと思われる。しかしながら、注意を払って実験に取り組むこと自体が実習内容の一部である。不注意や軽率な態度は深刻な事故や負傷を引き起こすことがあり、高価な器具の破損をもたらす。これらのことを未然に防ぐための注意事項を述べる。

- (1) 前もって、テキストを熟読し、実験の内容と手順をよく理解しておくこと。実験器具や装置の使用法については、「取り扱

い説明書」をよんだり、指導者に聞いたりして、その正しい知識を予め持つておくこと。

(2) 実験机の上には実験に使用する器具や計器類そして文房具のみを置き、実験に不必要なものは別の場所に置く。その上で実験器具や計器を、配線なども含め、扱いやすいように、また見やすいように配置する。

(3) 実験中、実験に無関係な科目の宿題をしたり、無駄話をしたりしないように、実験だけに精神集中すること。これが事故を未然に防ぐ基本的な態度である。

(4) 電源を使用する実験では、短絡事故や感電事故が決して起きないように器具間の結線を行う。

(5) 電線と電線をつなぐ場合には露出充電部を半田付けし、そこを絶縁テープで覆い露出させないこと。また、電線を計器の接続端子につなぐときも留め具でしっかり留めること。

(6) 配線が終わったら、短絡回路ができないことを確認したうえで最後に電源をつなぐ。途中で配線を変更するときや、実験終了後に配線はずすときは電源を切ってからにする。

(7) 熱電対の較正実験では鉛・錫などの金属をるつぼの中で融解する。融解金属は高温で液状であるので、こぼしたり、その中に物を落として水玉のように飛散させてやけどをしないように注意する。

(8) 光源としてレーザー光をもちいる実験にあつては、光を直接肉眼で見ることは危険であるので絶対に避けなければならない。

(9) 本実験で使用されている放射線源は、密封容器に封入されており、しかも極めて微弱であるから、傷害をうける危険はないが、徒に長い時間、手に持っていたり、放りだしておいたりすることは避ける。所定の場所に保管しておくべきである。

(10) 気体放電用高圧電源やガイスラー管用の誘導コイルの電極部には手を近づけないように。感電の危険性が高い。

## 2. 電気系実験における基本的注意事項

(1) 毎回実験を始める前に始業点検を行う。

(2) 安全が確認されるまでは実験を始めてはいけない。特に配電盤や各機の脇に設置されているメインスイッチの位置をよく確認すること。

(3) メインスイッチは他人の安全を確認してから入れる。特に配電盤のスイッチは、各機のメインスイッチが入っていないことを確認してから入れる。

(4) 実験装置は合理的な配置に組んで実験すること。複雑な配置・配線は良いデータが取れないばかりでなく、実験ミスを起こし、ひいては事故につながる場合もある。

(5) 他人の実験装置等には絶対に手を触れてはいけない。

(6) 実験終了後器具のコードは必ずそのつどまとめて、長くたらしさない。コードを足にひっかけて器具を壊したり、怪我をしたりすることになる。

(7) 毎回実験終了後各実験装置のスイッチを切り、機のメインスイッチも確実に切り、帰るときにもう一度確認する。

(8) 高電圧を使用して実験するときは手を乾燥させ、なるべく片手で作業する。

(9) 電流容量の大きい電源はリミッタをセットするか、必要以上の電流が流れないように抵抗を入れて使用する。

(10) 使用するコンデンサの容量が大きい場合は、特に支障がない限り並列に 500 k $\Omega$  以上の高抵抗を入れ、長時間電荷が残らないようにして、一度放電しても直ぐ手を触れてはいけない。

(11) 感電者が出た場合迅速に電源を切るか、その者の身体を乾燥した木や竹などを用いて感電場所から引き離す。

(12) 感電後しばらくしてから心臓がおかしくなる場合がある。ショック状態となった場合は直ちに職員に連絡するとともに、人工呼吸や心臓マッサージなどの適切な処置を行う。



- (13) 配線を行なう場合は電流容量を確認して老化したコードや、はずれかかったコネクタ類は使用しない。
- (14) 電解コンデンサは極性に注意して接続する。極性を逆にすると爆発し、電解液やケースによって怪我をする場合がある。
- (15) 実験装置の故障や、ヒューズが飛んだときはその原因をよく把握し、同じ誤りを繰り返さないように心掛ける。
- (16) 停電した場合は、直ちにすべての装置のスイッチと机のメインスイッチを切る。
- (17) 湿った手袋は素手以上に感電しやすいので、よく乾燥したものを使用する。
- (18) 火災や爆発が起こった場合、自分達だけで処理せず必ず教職員に連絡する。

#### IV 機械系実験

学生実験は主として学生実験室で行うが、工作機械の実習はものづくり創造工学センターで行う。各工作機械の使用法を誤ると大きな事故につながるため、操作法、機構などを十分に理解しておくことが肝要である。事故を防ぐためにこの冊子のみならず、各実験課題のテキストをよく熟読し、実験の内容、手順および注意事項をよく理解しておくことが大切である。なお、「機械類の安全運転のために」および共通施設の「ものづくり創造工学センター」の項も参照すること。

## 学外での実験・調査・実習等における届け出と安全

### 1. 学外での実験・調査・実習などの事前の届け出

授業、卒論・修論研究など大学の研究教育活動の一貫として、大学のキャンパス以外の野外、他の研究機関、企業、一般の宿泊施設等で、実験・調査・実習・研究室セミナー・学会出席、インターンシップ等を行うときは、その旨の届け出を大学に提出することになっている。この届け出は事故の発生を予防するとともに、不幸にして事故が起こった場合、大学として適切に対処したり、保険の申請をしたりする場合に必要である。

### 届け出の種類

- ①「学外研究届」 学外（国内）での実験・調査・実習・セミナー・学会等全ての場合に提出。
- ②「見学届」(P29) 他機関での見学を行う場合に提出。引率教員が必要である。
- ③「渡航届」又は「留学願」(P30～) 学外（海外）での実験・調査・実習・セミナー・学会等の場合に提出。  
届出方法や様式は、以下を参照の上、指導教員を通じて提出期日までに教務係に届け出ること。

■工学部・工学府生・生物システム応用科学府生（SIRIUS>HOME>各種申請ポートレット）

また、学生が一定の期間、他機関で実験、実習、調査等に従事する場合は、先方の機関へ「研究指導の依頼状」等の書類を提出し、責任関係を明確にしておく必要がある。書類の様式は先方の機関で定められたものが準備されている場合が多い。指導教員はそれに従い記入して大学に提出し、工学部として「依頼状」を発行することになっている。

※学生教育研究災害傷害保険、及び、学研災付帯賠償責任保険等の賠償責任保険に加入していない場合には上記届は受理できない。

※サークル・部活動等の課外活動の対外試合・イベントのため学外に行く場合は、事前に「学外活動届」を学生生活係に提出する必要がある。届の書式は、学生生活係窓口で受け取ること。

## 2. 交通安全対策

大学内キャンパス以外における授業では環境が大きく異なることを意識する。その実習場所への往復も授業の一部であることを忘れてはならない。大学キャンパス外では不特定多数の一人としてみられるので、それにマッチした行動をするが、本学学生としての意識を忘れないように心掛けること。特に、自動車を運転する場合は相手の立場に立って運転すること。ただし、学生の公用車運転は許可されていない。自分が歩行者である場合には、事故のないよう十分注意する。

市街地内の移動ではバス・自動車・オートバイ・自転車など多種多様の車がそれぞれ異なる交通規則に従って運転されているが、中には交通規制無視の運転もあるので、注意が必要である。特に多数の通行人や騒音などによって、注意力が散漫になることに注意する。街では子供・お年寄りなど様々な人々がそれぞれ独自の挙動をしている。このような環境の急激な変化によって、キャンパス外では安全であると感じても判断が狂い思わぬ事故に巻き込まれることがあるので注意を要する。

山地や山間地のような一見静かなところでは自動車のスピードが速く、思わぬ交通事故に巻き込まれることがあるので注意が必要である。

# 見 学 届

工 学 部 長 殿

工 学 府 長 殿

生物システム応用科学府長 殿

指導(担当)教員

学科長・専攻長 等

または教育委員長・学務委員長

下記により、見学を行いますのでお届けいたします。

記

見 学 目 的					
授 業 科 目 名		学科・専攻		年次	
		科目名			
見 学 日 時		令和 年 月 日 ( ) ~ 令和 年 月 日 ( ) 時 分 ~ 時 分			
見学先	名 称				
	所在地	〒 - TEL - -			
見 学 者		学科・専攻		年 次	年次
		学籍番号		氏 名	(他 名)
引 率 教 員					
見学先までの交通手段		往路		復路	
加 入 保 険		<input type="checkbox"/> 学生教育研究災害傷害保険 <input type="checkbox"/> 学研災付帯賠償責任保険 <input type="checkbox"/> その他（個人で加入のもの）：			担当者使用欄 (加入確認印)
依 頼 状		<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 本学の様式 <input type="checkbox"/> 見学先の様式			
依頼状の 送付先	名 称				
	所在地	〒 - TEL - -			
備 考		1. 集合日時 月 日 ( ) 時 分 2. 集合場所 3. その他			

(注1) この届は、実施1週間前までに提出して下さい。

(注2) 保険に加入していない場合は見学へ行くことはできません。

(注3) 多数の学生参加の場合は、別紙に名簿を添付し保険加入の有無を記載して下さい。

提出先 教務係

# 渡航届 Notification of Going Abroad

Year Month Day  
令和 年 月 日

工学部長 殿  
工学府長 殿  
生物システム応用科学府長 殿

下記のとおり、学外（研究・教育）活動について安全管理上の措置を講じたうえ、実施することをお届けします。

学科長または指導教員名  
Department Chair or Supervisor

印  
Seal

【TEL : \_\_\_\_\_】

学科 専攻 Affiliation		年次 Grade	学籍番号 Student ID No. 氏名 Name 国籍 Nationality
日程 Schedule	令和 From Year	年 Month	日 Day
行先 Destination		名称 Institution Name	渡航先・国 Country
研究先での指導者 Instructor		<input type="checkbox"/> 無 No	<input type="checkbox"/> 有【指導者氏名 : _____】 Yes Name Affiliation
同行者 Accompanying instructor		<input type="checkbox"/> 無 No	<input type="checkbox"/> 有【同行者氏名 : _____】 Yes Name Affiliation
旅費・修学費等の支弁 Financial Support		<input type="checkbox"/> 本学 / 国の公的機関からの支援 【支援元 : _____】 From TUAT / Government <input type="checkbox"/> 招へい先の支援 From Partner Institution <input type="checkbox"/> 自費・民間奨学金、その他 【奨学金等名称 : _____】 Own Fund / From Private Scholarship / Other	
目的 Purpose	内容・プログラム名 : Research theme・Program title		
	(関連項目に✓を記入) Please mark ✓ to your purpose.		
連絡先 Emergency Contact	<input type="checkbox"/> 研究先Reserch Inst <input type="checkbox"/> 宿泊先Accomodation <input type="checkbox"/> その他Other ( _____ )		名称Name :
	TEL※:		E-mail:
連絡先 Emergency Contact	<input type="checkbox"/> 研究先Reserch Inst <input type="checkbox"/> 宿泊先Accomodation <input type="checkbox"/> その他Other ( _____ )		名称Name :
	TEL※:		E-mail:

※国番号も入れてください(Please include Country Number)

安全管理チェック (Safety Management Check List) : 確認の上、✓を記入して下さい。

<input type="checkbox"/>	参加学生に対し指導教員が 講ずるべき事項 Make sure to check by your Supervisor	①災害傷害および賠償責任保険、海外旅行保険の加入確認・指導 Have personal accident insurance, liability insurance, and travel insurance ②連絡方法・救急具の携行等、事前の安全教育の実施 Make sure to confirm the emergency contact and teach how to live safety overseas
<input type="checkbox"/>	渡航届と併せて 提出するもの Other documents needed to submit	①海外渡航誓約書 Written pledge regarding international trip (I-R&C Support Service) ②付帯海学被保険者証コピー Copy of travel insurance contract

注 1. 学生は、渡航届前に、災害傷害保険、賠償責任保険および海外旅行保険（付帯海学）に加入していること。

2. 【本届の提出場所】 小金井地区事務部学生支援室 教務係

3. 【本届の提出期日】 渡航日2週間前迄

(裏面につづく Continue to back page)

※Please submit to Educational Affairs Office by 2 weeks before your departure※

国内の緊急連絡先 Emergency Contact in Japan	氏名Name :	続柄Relation :
住所Address :		
TEL:	携帯 Mobile :	
パスポート Passport	氏名(アルファベット表記) Name in alphabet	No.
海外旅行保険 Travel Insurance	<input type="checkbox"/> 付帯海学 Futai Kaigaku <<加入必須>>	

Attention International Students!! For Temporary Leave, please fill in below. 外国人留学生の一時帰国の場合は下記を記入してください。	
奨学金の種類 Type of scholarship	<input type="checkbox"/> 国費 Japanese Government Scholarship Student <input type="checkbox"/> 政府派遣 Foreign Government Sponsored Student <input type="checkbox"/> 私費 Student at Private Expense (□学習奨励費 Honors Scholarship)
備考 Note	

スケジュール表 (別紙可) Itinerary (Please add appendix if necessary)

年月日 Date	発着地名・交通手段 (便名)* Departure/Destination	訪問先 Visiting institution	滞在日数 Days	用務 Business

\*発着地名と飛行機(便名)、バス、電車等の移動交通手段を記入して下さい。

\*Please input port of departure, destination, and means of transportation including airline (flight No.), bus, and train.

<input type="checkbox"/> 国内で空港までの往復等に自主運転で自動車を利用する予定がある I plan to drive myself to and from domestic airports.	【運転歴 :           年】 Driving Experience (Year)
<input type="checkbox"/> 海外で交通手段として、自主運転で自動車を利用する予定がある I plan to drive myself to and from overseas airports.	

## 留 学 願

令和 年 月 日

東京農工大学長 殿

所 属： \_\_\_\_\_ ( 年次 )

学籍番号： \_\_\_\_\_

フリガナ

氏 名： \_\_\_\_\_

連帯保証人： \_\_\_\_\_ 印  
(続柄： \_\_\_\_\_)

住所： \_\_\_\_\_

TEL： \_\_\_\_\_

私は、下記のとおり留学したいので、ご許可願います。

記

1.目的	単位修得の希望： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
2.留学先	大学名 (国名 _____ ) 所在地 TEL _____ E-mail _____	
3.留学期間	令和 年 月 日～令和 年 月 日	
4.旅費・修学費等の支弁	<input type="checkbox"/> 本学又は国の公的機関からの支援 <input type="checkbox"/> 招へい先からの支援 <input type="checkbox"/> 自費 (民間奨学金)、その他	
5.渡航中の連絡先 個人所有の携帯電話	TEL _____ E-mail _____	
宿泊先	名称 TEL _____ E-mail _____	
6.国内緊急連絡先	氏名 TEL _____ 携帯 No. _____	続柄 _____
7.パスポート	No. _____	氏名 (アルファベット表記)
8.海外旅行保険名	<input type="checkbox"/> 付帯海学 <input type="checkbox"/> その他 ( _____ ) ※「その他」の場合は補償内容のわかる書類を添付すること	

学科長・専攻長： _____ 印	教育委員： _____ 印	指導教員： _____ 印
------------------	---------------	---------------

※旅程表 (書式自由) を添付してください。

# 学生教育研究災害傷害保険制度

大学の授業中、或いは課外活動中において不慮の災害・事故によって学生が損害を受けた場合の救済措置として「学生教育研究災害傷害保険制度」がある。本学では万一の災害・事故に備えて全員に加入することを義務付けている。

## 1. 加 入

新入生は入学時に所定年限の加入を受付している。留年等で所定の修業年限を過ぎた学生は、任意に1年単位で加入しなければならない。

## 2. 保険金が支払われる場合

(1) 本学の教育研究活動中の急激かつ偶然な外来の事故により身体に傷害を被ったとき。

「教育研究活動中」とは次の場合をいう。

### ① 正課中

講義、実験・実習、演習または実技による授業(以上を総称して以下「授業」という)を受けている間をいい、次に掲げる間を含む。

イ 指導教員の指示に基づき、卒業論文研究、又は学位論文研究に従事している間。

ただし、もっぱら被保険者の私的生活にかかる場所においてこれらに従事している間を除く。

ロ 指導教員の指示に基づき授業の準備もしくは後始末を行っている間、又は授業を行う場所、大学の図書館・資料室もしくは語学学習施設において研究活動を行っている間。

ハ 大学設置基準第28条及び大学院設置基準第15条の規定に基づき、他の大学の正課を履修している間。

なお、ここにいう「他の大学」には、外国の大学も含む。

### ② 学校行事中

大学の主催する入学式、オリエンテーション、卒業式など教育活動の一環としての各種学校行事に参加している間。

### ③ ①、②以外で学校施設内にいる間

大学が教育活動のために所有、使用又は管理している施設内にいる間。ただし、寄宿舍にいる間、大学が禁じた時間もしくは場所にいる間、又は大学が禁じた行為を行っている間を除く。

### ④ 学校施設外で大学に届け出た課外活動を行っている間

大学の規則に則った所定の手続きにより、大学の認めた学内学生団体の管理下で行う文化活動、又は体育活動を行っている間。ただし山岳登山やハングライダーなど危険なスポーツを行っている間を除く。

(2) 通学中の事故・学校施設等相互間の移動中に身体に傷害を被ったとき。

### ① 通学中

大学の授業等、学校行事又は課外活動への参加の目的をもって、合理的な経路及び方法(大学が禁じた方法を除く)により、住居と学校施設等との間を往復する間。

### ② 学校施設等相互間の移動中

合理的な経路及び方法(大学が禁じた方法を除く)により、大学が教育研究のために所有、使用又は管理している施設その他、授業等、学校行事又は課外活動の行われる場所の相互間を移動している間。



### 3. 保険金の種類及び金額

担保範囲	死亡保険金	後遺傷害保険金	医療保険金	入院加算金
正課中、学校行事中	2,000 万円	120 万円～ 3,000 万円	治療日数1日以上が対象 3千円～30 万円	1日につき 4,000 円
上記以外で学校施設内に いる間	1,000 万円	60 万円～ 1,500 万円	治療日数 14 日以上が対象 3万円～30 万円	1日につき 4,000 円
学校施設外で大学に届出 た課外活動中	1,000 万円	60 万円～ 1,500 万円	治療日数 14 日以上が対象 3万円～30 万円	1日につき 4,000 円
通学中	1,000 万円	60 万円～ 1,500 万円	治療日数4日以上が対象 6千円～30 万円	1日につき 4,000 円
学校施設等相互間の移動 中	1,000 万円	60 万円～ 1,500 万円	治療日数4日以上が対象 6千円～30 万円	1日につき 4,000 円

### 4. 保険金が支払われない場合

故意、闘争行為、犯罪行為、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、施設外の課外活動で危険なスポーツを行っている間など。

なお、飲酒による急性アルコール中毒症など急激・偶然・外来の条件を充足しない事故も対象とならない。

### 5. 保険料と保険期間(所定の修業年限)

区 分	保険期間	保 険 料	備 考
学部学生	4年	3,300 円	
大学院生	2年	1,750 円	工学府博士前期課程、工学府専門職学位課程 生物システム応用科学府(博士前期課程)
	3年	2,600 円	工学府博士後期課程 生物システム応用科学府(博士後期課程、博士課程、 一貫制博士課程3年次編入)
	5年	4,050 円	生物システム応用科学府(一貫制博士課程)
	修業期間 1年の場合	1,000 円	

## 6. 事故の通知及び保険金の請求

### (1) 事故の通知(所定のハガキで通知する)

保険事故が発生したときは、ただちに事故の日時・場所・状況・傷害の程度を所属する担当事務係に通知する必要がある。事故から 30 日以内に通知のない場合、保険金が支払われないことがあるので注意すること。(保険約款第 18 条)

### (2) 保険金の請求(所定の用紙により請求する)

保険金請求書(兼事故証明書)、医師の診断書、その他

## 7. 異 動

保険期間中における退学及び1年を越える休学は、願い出により保険料の差額を返還する。

## 8. この保険の事務は次の係で取扱っている。学生支援室入学試験係(内線7014)。

# 学生教育研究災害傷害保険付帯賠償責任保険制度

学外での正課としての研究活動やインターンシップ、学校行事、及びその往復途中で、誤って、他人にけがをさせたり、学外施設の設備・財物を損壊したことにより、法律上、損害賠償金の支払責任が発生することがある。このような法律上の損害賠償を補償する目的で「学生教育研究災害傷害保険付帯賠償責任保険制度」がある。

## 1. 補償の対象者

学生教育研究災害傷害保険に加入しており、かつ、学外活動を開始する時点で本保険に加入している学生。

## 2. 対象となる活動範囲

正課、学校行事、課外活動・インターンシップ・ボランティア活動（所定の手続により大学から承認を受けたものに限る）、及びその往復途中（医療関連実習を除く）。

## 3. 補償金額と保険料

保 険 料      340円   （1年間）

対人賠償と対物賠償を合わせて1事故につき1億円限度。    免責金額 0円。

日本国内外の事故を担保。

## 4. 保険期間：

4月入学生      4月1日～翌年3月31日

10月入学生     10月1日～翌年9月30日

## 5. この保険の事務は次の係で取扱っている。学生支援室入学試験係（内線 7014）。

# 化学薬品の安全な使い方

## I 一般的な注意事項

### 1. 実験の際に

卒業論文、修士及び博士課程の研究、共同研究、委託研究など研究活動を行う際には、必ず指導教官の指導を受け、適切に化学薬品(危険物、毒物)を取扱うこと。

- (1) 実験室を整理整頓する。
- (2) 非常階段、防火扉の前、消火栓の前、廊下、ベランダに物を置かず、退避路を確保する。
- (3) 実験器具・装置、電気配線等が良好な状況にあることを確認する。
- (4) 消火器等の安全設備の位置の確認を行い、使用法を習得する。
- (5) 肌に接する衣類は火が着いたことを考え、合繊や混紡でなく、木綿や羊毛のものを着用する。
- (6) 実験中、一人にならないように気を付けるとともに、持ち場を離れない。
- (7) 保護眼鏡を常用する。必要に応じ、ゴムまたはビニール手袋を用いる。
- (8) 危険な実験を行うときは、周囲の人に知らせる。
- (9) 実験台に必要以上の薬品類を置かない。薬品の性質と取扱方法を熟知する。
- (10) 容器にラベルを明記するとともに、確認のうえ使用する。
- (11) 実験室内では禁煙。火気(湯沸器、バーナー、ストーブなど)に注意し、近くに引火性、易燃性、可燃性のものを置かない。
- (12) ガスボンベは鎖や専用のベルトなどで緩みのないよう固定する。移動の際は必ずキャップをする。ガスラインは、石鹼水やガス漏れ検知器などで漏れをチェックする。
- (13) 有毒ガス(特に無臭のもの、爆発性のもの)の取扱いはドラフト内で行う。防毒マスクを備えておく。
- (14) 冷却水の流量、配管の漏れ、使用後の止水に気を付ける。

### 2. 事故の対処と薬品類の廃棄(詳細は各項を参照)

- (1) 実験室での実験は単独で行わない。万一、事故が発生した場合、あわてず人を呼んで処置を依頼する。
- (2) 適切な消火器で初期消火に努める。衣服に火がついた場合は消してもらるか、安全シャワーを使うかまたは直ちに廊下に出て床に転がり消す。
- (3) 眼に薬品等、特にアルカリが入った場合には、直ちに 10 分間以上流水で洗眼する。その後一刻も速く医者への診察を受ける。
- (4) 皮膚に薬品が付いたとき及び火傷の場合も、十分に水洗いする。油性の薬を付けてはいけない。
- (5) 使用後の危険、有害薬品は危険のないように処置、保管する。
- (6) いかなる廃溶剤も流しへ捨ててはならない。
- (7) 重金属及びその塩は捨ててはならない。化合物によって処理が異なるので教員の指示の下に適切に処理すること。
- (8) 使用済みの薬品瓶は安全かつ適当な方法で内容物を洗浄後、所定の方法で捨てる。

## II 危険物の分類

発火あるいは引火しやすい物質は消防法で危険物として定められ、その取扱い方法が定められている。ここでは、その各類に含まれる物質名、特性、取扱い上の注意の概略を述べる。

危険物の保管貯蔵に際しては、研究室での保管は必要最低限の量とし、その他は危険物屋内貯蔵所に貯蔵しなければならない。危険物の保管・貯蔵に際しては、地震等による転倒やビン容器の破壊が起こらないような措置をとること。また、混合すると危険な組合せがあるので、万一内容物がもれた際、混合しないよう各物質の保管・貯蔵場所にも注意を要する。

危険物の取扱いは危険物取扱者の資格を持つ者のもとで行う。危険物を取り扱う個々の研究グループ(研究室、分野、講座、学科など)では危険物取扱者の資格を取得すること。

消防法は危険物を物質の形態や危険度によって以下の6つに分類している。

### 第1類(酸化性固体)

塩素酸塩類、過塩素酸塩類、無機過酸化物、亜塩素酸塩類、臭素酸塩類、硝酸塩類、ヨウ素酸塩類、過マンガン酸塩類、重クロム酸塩類、その他政令で定めるもの、前のいずれかを含有するもの

### 第2類(可燃性固体)

硫化リン、赤リン、イオウ、鉄粉、金属粉、マグネシウム、その他政令で定めるもの、前のいずれかを含有するもの、引火性固体

### 第3類(自然発火性物質および禁水性物質)

カリウム、ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、黄リン、他のアルカリ金属およびアルカリ土類金属、他の有機金属化合物、金属の水素化物、金属のリン化物、カルシウムまたはアルミニウムの炭化物、その他政令で定めるもの、前のいずれかを含有するもの

### 第4類(引火性液体)

特殊引火物、第1石油類、アルコール類、第2石油類、第3石油類、第4石油類、動植物油類

### 第5類(自己反応性物質)

有機過酸化物、硝酸エステル類、ニトロ化合物、ニトロソ化合物、アゾ化合物、ジアゾ化合物、ヒドラジンの誘導体、ヒドロキシルアミン、ヒドロキシルアミン塩類、その他政令で定めるもの、前のいずれかを含有するもの

### 第6類(酸化性液体)

過塩素酸、過酸化水素、硝酸、その他政令で定めるもの、前のいずれかを含有するもの

## III 各種の危険物の特性と品名ごとの性質

### 1. 第1類の危険物(酸化性固体) 表1

酸化性固体は、他の物質を酸化する性質から、混載を禁じられているものや、同一場所に一緒に貯蔵することを禁じられている物質が多い。第1種、第2種、第3種の酸化性固体に分けられている。

#### ① 共通する性質

・比重は1より大である。

- ・水に溶ける。その際、発熱するものがある。
- ・酸化力が強い。
- ・反応性に富んでおり、加熱・衝撃・摩擦等で分解し、その際に酸素を放出する。
- ・潮解性のあるものがあり、紙や布にしみ込む。

#### ② 共通する貯蔵・取扱い方法

- ・加熱、衝撃、摩擦等を避ける。
- ・潮解性のあるものは、水分・湿気に気をつける。
- ・日光の直射を避け、換気の良い冷所に貯蔵する。
- ・可燃性物質とともに貯蔵したり、混載したりしない。
- ・強酸類と接触させない。
- ・容器の破損による危険物の漏出を避ける。

#### ③ 共通する消火方法

- ・水を用いて酸化剤を分解温度以下に下げ、泡を用いる消火方法をとる。
- ・水によって分解するものには、粉末消火剤、乾燥砂を用いる。

#### ④ 品名ごとの性質

##### ○ 第1種酸化性固体

- ・塩素酸塩類……塩素酸カリウム、塩素酸ナトリウム、塩素酸アンモニウムなど。衝撃・加熱等によって分解し、爆発する。
- ・過塩素酸塩類……過塩素酸カリウム、過塩素酸ナトリウム、過塩素酸アンモニウムなど。危険性は塩素酸塩類と同様。
- ・無機過酸化物……過酸化カリウム、過酸化ナトリウム、過酸化マグネシウム、過酸化バリウムなど。加熱すると分解し、酸素を放出する。また、水と反応して発熱するものが多く、このため他の酸化性固体とは異なり、注水消火ができない。

##### ○ 第2種酸化性固体

- ・硝酸塩類……潮解性があり、水によく溶ける。塩素酸塩類など第1種酸化性固体に比べると、衝撃、加熱に対しては安定性がある。硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸アンモニウムのほか、バリウム、ニッケル、コバルト、マグネシウム、ストロンチウムとの塩も、硝酸塩類に含まれる。
- ・過マンガン酸塩類……硝酸塩類より弱いですが、同様に強酸化剤である。加熱すると酸素を発生し、潮解性がある。注水消火を行う。
- ・重クロム酸塩類……重クロム酸カリウム、重クロム酸ナトリウム、重クロム酸カルシウムなど。潮解性があり、加熱すると分解して酸素を大量に発生する。



表1 第1類の危険物(酸化性固体)

品名	化学式	発火点 (°C)	比重	融点 (°C)	水には
《第1種酸化性固体》					
塩素酸塩類					
塩素酸カリウム	KClO <sub>3</sub>	400	2.32	368	溶
塩素酸ナトリウム	NaClO <sub>3</sub>	>50	2.49	255	溶
塩素酸アンモニウム	NH <sub>4</sub> ClO <sub>3</sub>	約100	1.8	380	溶
過塩素酸塩類					
過塩素酸カリウム	KClO <sub>4</sub>	550	2.52	610	溶
過塩素酸ナトリウム	NaClO <sub>4</sub>	480	2.50	480	溶
過塩素酸アンモニウム	NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	加熱分解	1.95		溶
無機過酸化物					
過酸化カリウム	K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<308	2.9	490	分解
過酸化ナトリウム	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<650	2.81	460	分解
過酸化マグネシウム	MgO <sub>2</sub>	加熱分解			不溶
過酸化バリウム	BaO <sub>2</sub>	800	4.96	450	難溶
亜塩素酸塩類					
亜塩素酸カリウム	KClO <sub>2</sub>		2.4		溶
亜塩素酸ナトリウム	NaClO <sub>2</sub>		2.3		溶
臭素酸塩類					
臭素酸カリウム	KBrO <sub>3</sub>		3.27	350	難溶
臭素酸ナトリウム	NaBrO <sub>3</sub>		3.34	381	
《第2種酸化性固体》					
硝酸塩類					
硝酸カリウム	KNO <sub>3</sub>	400	2.09	339	溶
硝酸ナトリウム	NaNO <sub>3</sub>	380	2.26	308	溶
硝酸アンモニウム	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	200	1.73	169	溶
よう素酸塩類					
よう素酸カリウム	KIO <sub>3</sub>		3.89	560	難溶
よう素酸ナトリウム	NaIO <sub>3</sub>		4.28		難溶
過マンガン酸塩類					
過マンガン酸カリウム	KMnO <sub>4</sub>	加熱分解	2.7		溶
過マンガン酸ナトリウム	NaMnO <sub>4</sub>	加熱分解	2.47		溶
重クロム酸塩類					
重クロム酸カリウム	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	加熱分解	2.67	396	溶
重クロム酸ナトリウム	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	加熱分解	2.52	356	溶

《第3種酸化性固体》					
過ヨウ素酸塩類					
過ヨウ素酸ナトリウム	NaIO <sub>4</sub>		3.87	300	溶
クロム等の酸化物					
無水クロム酸	CrO <sub>3</sub>		2.70	196	溶
二酸化鉛	PbO <sub>2</sub>		9.375	360 分解	不溶
亜硝酸塩類					
亜硝酸カリウム	KNO <sub>2</sub>		1.91	297	溶
亜硝酸ナトリウム	NaNO <sub>2</sub>		2.17	270	溶
次亜塩素酸塩類					
次亜塩素酸カルシウム (さらし粉)	Ca(ClO) <sub>2</sub>				溶 溶
ペルオキシほう酸塩類					
ペルオキシほう酸ナトリウム	NaBO <sub>3</sub> ・4H <sub>2</sub> O		2.1	63	溶

## 2. 第2類の危険物(可燃性固体) 表2

可燃性の固体は、一般に着火温度が低く、酸化されやすい。硫化リン、赤リン、イオウ、マグネシウム、アルミニウム粉、亜鉛粉、鉄粉、引火性固体などが、この類に含まれる。

### ① 共通する性質

- ・比較的低温で着火しやすい。
- ・燃焼した場合には、燃焼速度が速い。
- ・有毒なものがある。
- ・水には溶けない。
- ・比重は小さいが、水より重い。
- ・空気中で徐々に酸化する。その際に発熱し、このために自然発火するものがある。

### ② 共通する貯蔵・取扱方法

- ・酸化剤との接触を避ける。
- ・空気に触れさせないようにする。
- ・炎、火花、高温体のもとの接近に注意する。
- ・摩擦、衝撃を加えないようにする。
- ・第1類の危険物と混載しない。一緒に取り扱わない。
- ・容器の破損および管理に注意する。
- ・冷所に安全に貯蔵する。
- ・鉄粉や金属粉は、水との接触を避ける。

### ③ 共通する消火方法

- ・水による消火ができないものがある(金属粉)。
- ・一般的には、大量の注水による冷却消火を行う。

④ 各品名の性質

・赤リン……第3類の危険物である黄リンよりは危険性が少ないが、酸化剤と混ぜたものは燃焼しやすい。引火性物質等とは引き離しておく必要がある。

・硫化リン……三硫化リン、五硫化リン、七硫化リンの3種類がある。加水分解をして H<sub>2</sub>S を発生する。この硫化水素ガスは可燃性で、しかも人体に有害で、短い時間で中毒死を起こさせる。P<sub>4</sub>S<sub>3</sub> (三硫化リン) は着火温度 100℃。自然発火する。

・イオウ……斜方晶系、単斜晶系、非晶系の3種類があり、加熱する温度で変わり、固体、流動体、ゴム体の3つの形をとる。酸化剤と混合したものは、加熱・衝撃で爆発する。

・金属粉など……アルミニウム粉、マグネシウム粉、亜鉛粉、鉄粉等は粉体のため表面積が広く、危険である。アルミニウム、マグネシウムは水に合うと水素を発生する。これらの粉は粉じん爆発を起こす。

・引火性固体……固形アルコールである。アルコールと同様の危険性を有する。

表2 第2類の危険物(可燃性固体)

品名	化学式	発火点 (°C)	比重	融点 (°C)	水には
硫化リン					
三硫化リン	P <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	100	2.03	173	不溶
五硫化リン	P <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	110	2.09	290	冷水 不溶
七硫化リン	P <sub>4</sub> S <sub>7</sub>	110	2.19	310	冷水 不溶
赤リン	P	260	2.20	400(昇華)	不溶
イオウ	S	232.2	2.07	113	不溶
鉄粉	Fe		7.86	1540	不溶
引火性固体					
固形アルコール 《第1種可燃性固体》	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	引火点 13	0.792	-114	溶
マグネシウム粉	Mg	520	1.74	650	不溶
亜鉛粉	Zn		7.14	419	不溶

3. 第3類の危険物(自然発火性物質及び禁水性物質) 表3

黄リンやアルキルアルミニウムのように、空気中に放置しておくで徐々に酸化し、着火温度に達すると自然発火するものや、カリウムやナトリウムのように水と合うと激しく反応して発火し、水を分解して水素ガスを発生するものがある。

これらのほかに金属のリン化物としてリン化石灰、カルシウムまたはアルミニウムの炭化物としてカーバイト(炭化カルシウム)がある。

アルキルアルミニウムは自然発火性を持つ危険物であるが、同様に禁水性物質でもある。黄リンは発火点 50℃前後で、

空気中で酸化されて白煙を生じて燃える。自然発火性物質は空気に触れないよう貯蔵する。

なお、アルカリ土類金属とは、周期率表Ⅱ属 A 亜属元素のうち3番目の Ca(カルシウム、No.20)、Sr(ストロンチウム、No.38)、Ba(バリウム、No.56)、Ra(ラジウム、No.88)の4元素の総称である。アルカリ金属よりも融点は高く、元素の中ではアルカリ金属に次いで電氣的に陽性である。したがって、水酸化物の塩基性はアルカリ金属に次いで強い。原子番号の大きなものほど塩基性が強い。危険性は、アルカリ金属と同じように考える。

① 共通する性質

- ・水と激しく反応して発熱する。
- ・水と反応して、可燃性の気体を発生する。
- ・自然発火するものがある。空気と接触させない。
- ・比重は1より大きい。

② 共通する貯蔵・取扱方法

- ・禁水性物品は水分との接触を避ける。
- ・自然発火性物品は、炎、火花などの接近、空気との接触を避ける。アルゴン等の不活性ガスを封入して貯蔵・運搬する。
- ・小分けにして貯蔵する。
- ・保護液中に保存するときは、保護液から露出しないようにする。

③ 共通する消火方法

- ・現在のところ、有効な消火剤はない。
- ・乾燥砂。有機アルミニウムは膨張ひる石（パーミキュライト）などをかけると空気との接触が減り反応は遅くなるが、消火されるわけではないので、注意が必要である。これに水をかけると爆発する。磷酸塩類を使用していない粉末消火剤を用いる。
- ・禁水性物品には、注水は厳禁。

表3 第3類の危険物(自然発火性物質及び禁水性物質)

品名	化学式	発火点(°C)	比重	融点(°C)	水には
カリウム	K		0.86	63.5	激反応
ナトリウム	Na	587	0.97	97.8	激反応
アルキルアルミニウム	(C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> ) <sub>3</sub> Al	100°C以下	1.2	-58.5	激反応
アルキルリチウム	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> Li	100°C以下	0.765		激反応
黄リン	P	30~45	1.82	44	不溶
《第1種自然発火性物質および禁水性物質》					
アルカリ金属、アルカリ土類金属、有機金属化合物					
リチウム	Li		0.53	179	反応
カルシウム	Ca		1.55	848	溶
アルキルマグネシウム	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> MgX				分解
セシウム	Cs		1.9	28.5	

《第2種自然発火性物質および禁水性物質》					
金属の水素化物、リン化物、カルシウム・アルミニウムの炭化物					
水素化カルシウム	CaH <sub>2</sub>		1.7	817	溶
リン化カルシウム	Ca <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	100～150	2.52	1600	反応
炭化カルシウム	CaC <sub>2</sub>		2.22	2300	反応
《第3種自然発火性物質および禁水性物質》					
塩素化ケイ素化合物					
トリクロロシラン	SiHCl <sub>3</sub>	93～104	1.34	-134	分解

#### 4. 第4類の危険物(引火性液体) 表4

危険物の代表的なものであり、実際に取り扱われる危険物の90%以上が第4類の危険物である。全部が液体であることに注意を要する。

##### ① 共通する性質

- ・全て液体である。
- ・水より軽く、水には溶けないものが多い。そのため水面に浮いて広がり、引火する危険性が大きくなる。
- ・蒸気は空気より重い。
- ・電気の不良導体である。
- ・静電気を帯びやすい。
- ・蒸気の燃焼範囲の下限が低く、空気と僅かに混合しても燃焼(爆発)する。
- ・極めて引火しやすい。
- ・着火温度の低いものがある。

##### ② 共通する貯蔵・取扱方法

- ・火気厳禁
- ・第1類の危険物、第5類の危険物から離す。混載しない。
- ・容器のふたを密閉する。
- ・引火点より低い温度に保つ。
- ・外部へ危険物を漏らさないようにする。また、その蒸気も漏らさないようにする。
- ・通風換気に注意する。
- ・火花を発生する器具を使わない。
- ・容器に満杯にしない(熱膨張して容器が破損し、外部へ危険物が漏れる)。
- ・40℃以下で貯蔵する。
- ・静電気に注意する。
- ・激しい攪拌、速い流速を避ける。
- ・湿度の高いところで扱う。

③ 共通する消火方法

- ・水を使った消火は不可。
- ・窒息効果による消火を行う。

④ 各品名の性質

第4類の危険物は、次の7つに分けられている。

- ・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、発火点が 100℃以下のもの、または引火点が -20℃以下で沸点が 40℃以下のもの。コロジオン、アセトアルデヒド、酸化プロピレンなどがこれに含まれる。

石油類は引火点により、次の4つに分けられる。

- ・第1石油類(引火点 21℃未満)……ガソリン、アセトン、ベンゼン、酢酸エステル、ギ酸エステルなど。
- ・第2石油類(同 21℃以上 70℃未満)……灯油、軽油、クロルベンゼン、キシレンなど。
- ・第3石油類(同 70℃以上 200℃未満)……重油、クレオソート油、ニトロベンゼンなど。
- ・第4石油類(同 200℃以上 250℃未満)……潤滑油、可塑剤など。
- ・アルコール類……1分子を構成する炭素の原子が1個から3個までの飽和1価のアルコール。第4類の危険物中、例外的に水に溶けるので、普通の泡消火薬剤は使用できない。耐アルコール泡として、たん白泡などを用いる。
- ・動植物油類……動物の脂肉等、植物の種子、果肉から抽出したものをいう。動植物油類には、他の第4類の危険物にはない自然発火する性質がある。

第4類の危険物取扱上では、火気厳禁であること、空气中に漏洩させないことの2点が重要である。

空气中に漏洩させないためには密閉容器に入れるが、危険物が温度によって膨張した場合に備えて、容器の中には満杯にせず、97.5%入れるようにする。

また、水に溶けず、水より軽いので、水を消火剤に使用できない。窒息消火のみである。

なお、消防法では、1気圧において、20℃で同容量の純水と緩やかにかき混ぜた場合に、流動がおさまった後も当該混合液が均一な外観を維持する液体を水溶性液体といい、水溶性液体以外の液体を非水溶性液体という。

表4 第4類の危険物(引火性液体)

品名	化学式	引火点(℃)	発火点(℃)	比重	水には
特殊引火物					
ジエチルエーテル	$C_2H_5OC_2H_5$	-45	180	71	難溶
二硫化炭素	$CS_2$	-30	90	1.3	不溶
コロジオン	$C_{12}H_{16}O_6(NO_2)_4$ $C_{12}H_{17}O_7(NO_2)_3$	-18			
アセトアルデヒド	$CH_3CHO$	-38	175	0.783	溶
酸化プロピレン	$OCH_2CHCH_3$	-37	465	0.830	溶
第1石油類(非水溶性)					
ガソリン	$C_5H_{12} \sim C_9H_{20}$	< -40	約 300	0.6~0.8	不溶
ペンタン	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	< -40	308	0.631	不溶



ノルマルヘキサン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	-21.7	225	0.661	不溶
イソヘキサン	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	<-29	260	0.669	不溶
オクタン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	-16	232	0.706	不溶
ベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_6$	-11	538	0.88	不溶
トルエン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	4	480	0.871	不溶
オルトキシレン	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	17	482	0.88	不溶
イソブレン	$\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHCH}_2$	-54	220	0.679	不溶
酢酸プロピル	$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$	14	450	0.866	不溶
酢酸イソブチル	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	18	423	0.871	不溶
ギ酸プロピル	$\text{HCOOC}_3\text{H}_7$	-3	454.6	0.909	不溶
アクリロニトリル	$\text{CH}_2\text{CHCN}$	0	481	0.80	溶
酢酸ビニル	$\text{CH}_3\text{COOCHCH}_2$	-8	427	0.93	溶
酢酸メチル	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	-10	501	0.925	溶
酢酸エチル	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	-4	427	0.899	難溶
ギ酸メチル	$\text{HCOOCH}_3$	-19	449	0.975	溶
ギ酸エチル	$\text{HCOOC}_2\text{H}_5$	-20	455	0.922	難溶
メチルエチルケトン	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_3$	-4	516	0.806	溶
第1石油類(水溶性)					
アセトン	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	-18	557.8	0.792	溶
ジエチルアミン	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	-18	350	0.71	溶
トリエチルアミン	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	-7	384	0.73	溶
アセトニトリル	$\text{CH}_3\text{CN}$	13	525	0.785	溶
ピリジン	$\text{CH}(\text{CHCH}_2)_2\text{N}$	20	482	0.982	溶
第2石油類(非水溶性)					
灯油		30~60	254	<1	不溶
軽油		50~70	257	<1	不溶
クロルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	30	638	1.11	不溶
アミルエーテル	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OC}_5\text{H}_{11}$	57		0.78~0.80	不溶
メタキシレン	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	25	527	0.864	不溶
パラキシレン	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	25	528	0.861	不溶
コールターール(軽油)		<27		<1	不溶
酢酸 n-ブチル	$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	22	421	0.88	難溶
酢酸ヘキシル	$\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	45		0.855	不溶
酢酸セロゾルブ	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2 \cdot$	51	380	0.975	難溶
	$\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$				
けい酸エチル	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{SiO}_4$	52		0.936	分解
酢酸メチルセロゾルブ	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2$	55	380	1.005	溶

n-ブチルアルコール	OCOCH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	11.1~39	343~477	0.806	溶
イソブチルアルコール	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH	28	427	0.805	溶
sec-ブチルアルコール	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHOHCH <sub>3</sub>	24	414	0.808 ~ 0.812	溶
n-アミルアルコール	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	38	371	0.817	難溶
フーゼル油		42		0.814	難溶
スチレン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHCH <sub>2</sub>	32	490	0.907	不溶
ナフサ(コールタール)		30~44	482~510	<1	不溶
テレピン油(αピネン)	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	35	240	<1	不溶
しょうのう油		47		0.87~0.96	不溶
松根油		54~78		0.86~0.87	不溶
第2石油類(水溶性)					
ぎ酸	HCOOH	69	601	1.218	溶
セロゾルブ	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OH	40	238	0.931	溶
氷酢酸	CH <sub>3</sub> COOH	40	427	1.05	溶
第3石油類(非水溶性)					
重油		60~150	254~263	0.9~1	不溶
クレオソート油		74	336	>1	不溶
スピンドル油		76	247.4	<1	不溶
アニリン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	75	770	1.022	難溶
ニトロベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	88	482	1.2	不溶
フタル酸ジブチル(オルト)	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>2</sub>	157~	403	1.045	不溶
フタル酸ジブチル(メタ)	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>2</sub>	161~			不溶
第3石油類(水溶性)					
グリセリン	HOCH <sub>2</sub> CHOHCH <sub>2</sub> OH	160	370	1.26	溶
第4石油類					
タービン油		204	371	<1	不溶
変圧器油		200~		0.9	不溶
フタル酸ジオクチル	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> [CO <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> - CH(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ] <sub>2</sub>	219	241	0.986	不溶
アルコール類					
メチルアルコール	CH <sub>3</sub> OH	11	385	0.792	溶
エチルアルコール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	13	423	0.79	溶
n-プロピルアルコール	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	15	371	0.804	溶
イソプロピルアルコール	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	12	460	0.789	溶

動植物油類					
やし油		216	320	0.91	不溶
あまに油		222	343	0.93	不溶
ひまし油		230	449	0.96～0.97	不溶
オリーブ油		225	343	0.91	不溶

#### 5. 第5類の危険物(自己反応性物質) 表5

この危険物には火薬や爆薬が含まれ、それと同様の危険性を有する、第1種と第2種の自己反応性物質に分けられている。

##### ① 共通する性質

- ・爆発性がある。
- ・加熱、衝撃、摩擦で激しく爆発する。
- ・酸素を含有しているものがある。
- ・容易に着火する。
- ・燃焼速度が極めて速い。
- ・長期間酸化されると分解し、自然発火する。

##### ② 共通する貯蔵・取扱い方法

- ・加熱、衝撃、摩擦を避ける。
- ・可燃物と一緒にしない。
- ・他の薬品と接触させない。
- ・冷所に貯蔵する。
- ・容器が破損しないように取扱う。
- ・室温、湿気、通風に気をつける。

##### ③ 共通する消火方法

- ・大量の水で冷却する。
- ・おおむね消火は大変難しい。
- ・窒息消火は不可。

##### ④ 各品名の性質

###### ○ 第1種自己反応性物質

有機過酸化物・・・ケトンパーオキシド、ベンゾイルパーオキシドは、第1類の無機過酸化物と異なり、可燃性で、衝撃等によって爆発する。また、急激に燃焼する性質がある。有機過酸化物は合成化学、特に高分子化学の分野での重合開始剤や触媒として用いられる。

ケトンパーオキシドは  $R-CO-R'-O_2$  であり、R にメチル基、R' にエチル基のものをメチルエチルケトンパーオキシド (MEKPO) という。強い酸化力がある一方、40℃以上の温度にすると自然発火する。しかし、常温でもボロ布等に接触していると分解し、発熱の後に発火する。

ベンゾイルパーオキシド(過酸化ベンゾイル)は、白色粒状の結晶である。加熱、衝撃、摩擦によって爆発的に分解し、強力な酸化作用を呈する。この場合、爆発することがある。

・硝酸エステル類・・・ニトロセルロース、硝酸エチルがある。ニトロセルロースは、セルロースに硝酸を作用させたもので、原料のセルロース(繊維素)が異なると、その性質が異なる。また、硝化度によって種々のものが得られる。点火、加熱、衝撃で爆発する。ニトロセルロースは火薬の原料であり、第4類の危険物のうち特殊引火物であるコロジオンの原料でもある。

硝酸エチルは液体であり、引火する危険性が大きい。第1石油類の取扱上の注意と同様の注意が必要である。

・ニトロ化合物・・・ピクリン酸、ニトログリセリン、トリニトロトルエン(TNT)がある。

ピクリン酸はトリニトロフェノールであり、アルコールと混合したものは打撃・摩擦によって激しく爆発する。ニトログリセリン、TNTと同様に、爆薬として用いられる。

・ニトロソ化合物・・・危険物としては、パラジニトロソベンゼン、ニトロソアミン等がある。これらの化合物は、 $-NO$  基を有するものであり、ニトロ化合物がニトロ基 $-NO_2$  を有するものとは別である。共に有機化合物である。

・アゾ化合物・・・アゾ基 $-N=N-$ が炭化水素のC元素と結合しているものであって、 $RN=NR'$ をいう。R と R' が同じ場合は「アゾ～」と称し、R と R' が異なる場合は「～アゾ～」と称する。

・ジアゾ化合物・・・ジアゾ化合物には2種類のものがある。その1つの鎖式化合物の場合は、C元素に結合したジアゾ基( $=N_2$ )を有するものである。もう1つは、芳香族化合物の場合で、ベンゼン環のH原子が( $-N_2$ )で置換されたものである。芳香族第1アミンに亜硝酸を作用させると、ジアゾ化が行われる。

・ヒドロキシルアミン・・・白色の結晶。室温でも不安定で、加熱により分解・爆発する。85%水溶液でも第1種自己反応性物質の性状を有する。

#### ○ 第2種自己反応性物質

・ヒドラジンの誘導体・・・ゼラチン、希アンモニア水、次亜塩素酸ナトリウム溶液を作用させると、 $N_2H_4$ 、 $NaCl$ 、 $H_2O$ ができるが、このときできるヒドラジン $N_2H_4$ は酸と塩をつくる。硫酸塩、 $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$ は比較的溶解度が小さいヒドラジン塩である。ヒドラジン類は一般に有毒、その誘導体は農薬、触媒に用いられる。

・ヒドロキシルアミン塩類・・・ヒドロキシルアミンと酸との中和反応により生成する。硫酸塩や塩酸塩がある。水溶液は強酸性で金属を腐食する。

・金属のアジ化合物・・・ $N_3$ を含む金属化合物。金属と $N_3$ が直接化合している化合物で、金属としてPb、Naなどがあるが、これは不安定な結合であり、起爆剤に用いられる。

表5 第5類の危険物(自己反応性物質)

品名	化学式	発火点 (°C)	比重	融点 (°C)	水には
《第1種自己反応性物質》					
有機過酸化物					
メチルエチルケトンパーオキサイド	R-CO-R-O <sub>2</sub>	205	1.13	-20	一部溶
過酸化ベンゾイル	(H <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO) <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	加熱分解	1.334	103.5	不溶
硝酸エステル類					
ニトロセルロース	[C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ] <sub>n</sub>	160~170	1.35~1.40		不溶
硝酸エチル	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONO <sub>2</sub>	引火点 10	1.11		不溶
ニトロ化合物					
ピクリン酸	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (OH)(NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	300	1.77	122.5	溶
トリニトロトルエン(TNT)	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	230	1.65	81	不溶
ニトロソ化合物					
ニトロソナフトール	C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>			164	不溶
アゾ化合物					
アゾヒスイソブチロニトリル	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> N <sub>4</sub>		1.64	106	難溶
ジアゾ化合物					
ジアゾニトロフェノール	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	180	1.63	169	難溶
ヒドロキシルアミン					
	NH <sub>2</sub> OH	130	1.20	33	溶
《第2種自己反応性物質》					
ヒドラジンの誘導体					
硫酸ヒドラジン	N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		1.37	254(分解)	難溶
ヒドロキシルアミン塩類					
硫酸ヒドロキシルアミン	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · (NH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>		1.90	120	溶
塩酸ヒドロキシルアミン	HCl · (NH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>		1.67	152	溶
金属のアジ化合物					
アジ化鉛	Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	330	4.71		
アジ化ナトリウム	NaN <sub>3</sub>		1.85	300(分解)	溶
硝酸グアニジン	HN=C(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HNO <sub>3</sub>		1.44	215	溶

#### 6. 第6類の危険物(酸化性液体) 表6

強い酸化力を有する液体。酸化性液体自体は不燃性だが、可燃物に接触すると、これを燃やす。また、有毒なガスを発生する場合が多い。皮膚や金属を侵すので、取扱いには注意を要する。塩酸、硫酸は含まれないことに要注意。

##### ① 共通する性質

- ・自分自身では燃焼しないが、他のものの燃焼を助ける。
- ・可燃物と混ぜると酸化させる。有毒ガスを発生する。
- ・人体には有害。
- ・水と接触すると発熱する。
- ・金属と激しく化合し、その際に発熱する。

##### ② 共通する貯蔵・取扱い方法

- ・人体には触れさせない。
- ・取扱い時には防護服を着用する。
- ・他の可燃物、金属から離す。
- ・容器は破損しないものを用いる。
- ・ガラス張りの容器等を用いる。
- ・水分、空気中の湿気が入らないようにする。

##### ③ 共通する消火方法

- ・乾燥砂、粉末等を用いる。
- ・水は不可。
- ・霧状の水は使用できる。

##### ④ 各品名の性質

- ・過塩素酸……過塩素酸カリウムと濃硫酸の混合物を真空蒸留して得られる無色の液体。湿った空气中で発煙する。有機化合物との接触により爆発する。
- ・過酸化水素……無色の液体で、二酸化マンガンと接触すると、酸素を発生する。酸化剤として鉄(II)イオンを酸化するのに用いられるほか、還元剤としても用いられる。漂白剤、ロケット燃料などに用いられる。
- ・ハロゲン間化合物……ハロゲン、つまり周期表第VII B族に属するフッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)、ヨウ素(I)、アスタチン(At)の5つの元素の間で生成される化合物。

酸化反応は、酸素と化合する反応をいうが、同時に水素を奪う反応も酸化反応となる。ハロゲン間化合物は後者の型の酸化性液体である



表6 第6類の危険物(酸化性液体)

品名	化学式	発火点 (°C)	比重	融点 (°C)	水には
過塩素酸	HClO <sub>4</sub>		1.76	-112	溶
過酸化水素	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		1.46	-0.89	溶
硝酸	HNO <sub>3</sub>		1.53	-42	溶
ハロゲン間化合物 五フッ化ヨウ素	IF <sub>5</sub>	40	3.75	9.6	溶

#### IV 混合すると危険な物質の組合せ

危険物は混合すると発火や爆発を起こす場合があるので、その取扱いや、保管・所蔵には注意を要する。以下は混合すると危険な組合せを示す。

	第1類	第2類	第3類	第4類	第5類	第6類
第1類		×	×	×	×	○
第2類	×		×	○	○	×
第3類	×	×		○	×	×
第4類	×	○	○		○	×
第5類	×	○	×	○		×
第6類	○	×	×	×	×	

備考

1. ×印は、混載することを禁止する印である。
2. ○印は、混載に差し支えない印である。

#### V 危険物屋内貯蔵所

消防法で定められた危険物の保管貯蔵に際しては、研究室での保管は必要最低限の量(各建物やフロアなどに対して定められた最大量があるので、確認すること)とし、その他は危険物屋内貯蔵所に貯蔵しなければならない。

注) 最大量については、環境安全管理センターサイトの安全活動・安全管理 > 消防法・危険物関連の「危険物の貯蔵・保管について」を参照。

小金井キャンパスには「危険物屋内貯蔵所」という消防署から許可を受けた危険物の貯蔵所が4カ所に設置されている。危険物の量が多い場合はこの貯蔵所に保管しなければならない。貯蔵所を利用する場合は、各学科・施設長に申し出て、貯蔵所の使用ルールに従って所定の場所に保管しなければならない(各貯蔵所には定められた危険物およびその最大貯蔵量が定められているので、管理者に確認してから指示に従って使用すること)。また、この貯蔵所への危険物の出入りは危険物取扱者または危険物保安監督者に指名されている者の立会いのもとに行う。

各貯蔵所の保管品と貯蔵可能限度量を表7から表10に示した。消防法で危険物に指定されていない物質はこの危険物屋内貯蔵所に保管してはならない。

表7 機械システム工学実験棟北側

類	性質	分類	品名(溶媒名)		指定数量 (litre)	最大貯蔵量(litre)	倍数
第4類	引火性液体	特殊引火物	エーテル		50	160	3.20
		第1石油類	ヘキサン	非水溶性	200	600	3.00
			ヘプタン	〃	〃		
			酢酸エチル	〃	〃		
			石油エーテル	〃	〃		
			ベンゼン	〃	〃		
			トルエン	〃	〃		
			シクロヘキサン	〃	〃		
			アセトン	水溶性	400	360	0.90
			テトラヒドロフラン	〃	〃		
		ジオキサン	〃	〃			
		アルコール類	メタノール		400	250	0.63
			エタノール		〃		
			プロパノール		〃		
		第2石油類	灯油		1,000	100	0.10
			キシレン		〃		
			ジブチルエーテル		〃		
		第3石油類	流動パラフィン	非水溶性	2,000	100	0.05
			エチレングリコール	水溶性	4,000		0.03
		第4石油類	ポリエチレングリコール		6,000	100	0.02
			シリコン油		〃		
			真空ポンプ油		〃		
		動植物油	大豆油		10,000	100	0.01
					倍数合計	7.94	

表8 4号館北側中庭

類	性質	分類	品名(溶媒名)		指定数量 (litre)	最大貯蔵量(litre)	倍数
第4類	引火性液体	特殊引火物	エーテル		50	160	3.2000
		第1石油類	ヘキサン	非水溶性	200	162	0.8100
			酢酸エチル	〃	200	126	0.6300
			ベンゼン	〃	200	72	0.3600
			トルエン	〃	200	72	0.3600
			石油エーテル、ガソリン、ヘプタン、シクロヘキサン、アクリロニトリル	〃	200	405	2.0250
			アセトン	水溶性	400	216	0.5400
			ジオキサン、テトラヒドロフラン、アセトニトリル	〃	400	216	0.5400
		アルコール類	エタノール、メタノール、1-および2-プロパノール		400	300	0.7500
		第2石油類	キシレン、灯油、ジブチルエーテル、ジメチルホルムアミド、酢酸		1,000	94	0.0940
		第3石油類	流動パラフィン、グリセリン、エチレングリコール		2,000	72	0.0360
		第4石油類	シリコン油、真空ポンプ油、ポリエチレングリコール		6,000	90	0.0150
		動植物油	大豆油		10,000	72	0.0072
							倍数合計

表9 10号館北中庭

類	性質	分類	品名(溶媒名)		指定数量 (litre)	最大貯蔵量 (litre)	倍数
1号室 3類 1.35	自然発火性物質及び禁水性物質固体または液体	カリウム	カリウム		10	1	0.1
		ナトリウム	ナトリウム		10	2	0.2
		アルキルアルミニウム	トリメチルアルミニウム		10	2	2
			トリエチルアルミニウム		10	2	0.2
			ジエチルエトキシアルミニウム		10	4	0.4
		有機金属化合物	ナトリウムナフタレン		10	1	0.1
		黄りん	黄りん		20	2	0.1
		金属の水素化物	水素化リチウムアルミニウム		50	2	0.04
カルシウム・アルミニウム炭化物	カルシウムカーバイド		50	0.5	0.01		
2号室 4類 1.44	引火性液体	特殊引火物	ジエチルエーテル		50	18	0.36
		第1石油類	ベンゼン	非水溶性	200	18	0.09
			トルエン		200	18	0.09
			ヘキサン		200	18	0.09
			酢酸エチル		200	18	0.09
			テトロヒドロフラン	水溶性	400	72	0.18
			アセトン		400	72	0.18
		アルコール類	メタノール		400	72	0.18
エタノール			400	72	0.18		
3号室 4類 1.44	引火性液体	特殊引火物	ジエチルエーテル		50	18	0.36
		第1石油類	ベンゼン	非水溶性	200	18	0.09
			トルエン		200	18	0.09
			ヘキサン		200	18	0.09
			酢酸エチル		200	18	0.09
			テトロヒドロフラン	水溶性	400	72	0.18
			アセトン		400	72	0.18
		アルコール類	メタノール		400	72	0.18
エタノール			400	72	0.18		

4号室 4類 5.76	引 火 性 液 体	特殊引火物	ジエチルエーテル		50	72	1.44
		第1石油類	ベンゼン	非水溶性	200	72	0.36
			トルエン		200	90	0.45
			ヘキサン		200	72	0.36
			酢酸エチル		200	90	0.45
			テトロヒドロフラン	水溶性	400	90	0.225
		アセトン	400		450	1.125	
		アルコール類	メタノール		400	270	0.675
			エタノール		400	270	0.675
		倍数合計				9.99	

表 10 1 号館屋内

類	性質	分類	品名(溶媒名)		指定数量 (litre)	最大貯蔵量 (litre)	倍数
第 4 類	引火性液体	特殊引火物	ジエチルエーテル		50	220	4.40
			ペンタン		50	18	0.36
		第 1 石油類	ヘキサン	非水溶性	200	270	1.35
			ヘプタン	非水溶性	200	20	0.10
			ベンゾール(ベンゼン)	非水溶性	200	40	0.20
			トルオール(トルエン)	非水溶性	200	40	0.20
			酢酸エチル	非水溶性	200	180	0.90
			ガソリン	非水溶性	200	50	0.25
			アセトニトリル	水溶性	200	18	0.09
			テトラヒドロフラン	水溶性	400	40	0.10
			アセトン	水溶性	400	240	0.60
		アルコール類	メタノール		400	180	0.45
			エタノール		400	270	0.675
			n-プロパノール		400	36	0.09
			イソプロパノール		400	36	0.09
		第 2 石油類	酢酸	非水溶性	1000	18	0.018
			キシレン		1000	18	0.018
			ジメチルホルムアミド		1000	18	0.018
			灯油		1000	18	0.018
		第 3 石油類	メチルグルタロニトリル	非水溶性	2000	36	0.018
			グリセリン	水溶性	4000	54	0.0135
			エチレングリコール	水溶性	4000	36	0.009
		第 4 石油類	ポリエチレングリコール		6000	36	0.006
			シリコン油		6000	30	0.005
			真空ポンプ油		6000	30	0.005
		動植物油	大豆油		10000	72	0.0072
							倍数合計

# 毒物・劇物の取扱い

毒物及び劇物の管理は、毒物及び劇物取締法（昭和 25 年法律第 303 号）等に従い適正に取扱うことになっている。しかしながら、近年、毒物混入事件が多発したこともあり、文部科学省関係機関では「毒物及び劇物の適正な管理」をさらに徹底することとなった。

本学における毒物・劇物の管理は平成 16 年 4 月 1 日に制定された「国立大学法人東京農工大学毒物・劇物の取扱いに関する規程」によって行われている。ここでは小金井キャンパスで実施されている要点を示す。

1. 毒物・劇物の取扱いに関し、小金井キャンパスでは管理責任者及び取扱責任者が置かれている。

管理責任者は工学府長又はBASE長が指名し、毒物・劇物を使用する実験等に携わる者に対し取扱いの周知、教育訓練を行うとともに、毒物・劇物の管理について指揮監督を行うことになっている。現在、小金井地区環境・安全衛生委員会委員長が担当している。

取扱責任者は毒物・劇物を使用する実験等を指導し、又は行う教員で、「毒劇物使用許可願」（別紙1）を提出し、「毒劇物使用承認兼取扱責任者指定通知」（別紙2）を受けた者のことをいう。取扱責任者は毒物・劇物が盗難にあい、又は紛失したとき若しくは飛散し、漏れ、流れ出、しみ出し、又はしみ込み、保健衛生上の危害が生ずる恐れのあるときは、その危害を防止するための必要な措置を講じるとともに管理責任者に届け出なければならない。

2. 毒物・劇物の保管庫は、一般の試薬とは別の堅牢なものを使用し、盗難防止のため施錠してその鍵は取扱責任者が管理すること。なお、冷蔵庫内で毒物・劇物を保管する場合は、冷蔵庫全体に施錠を行うこと。また、保管庫には、毒物については赤地に白色をもって「毒物」の文字、劇物については白地に赤をもって「劇物」の文字を表示する。毒物・劇物を購入した場合も薬品管理システム(IASO)への登録を忘れないこと。

IASO(URL) <https://web.tuat.ac.jp/~kankyou/IASO/IASOindex.htm>

3. 取扱責任者は、使用簿を備え在庫量及び使用量を把握しておくとともに、定期的に保管している毒物・劇物の数量(毒物は使用量と残量、劇物はびんの本数単位で管理)を使用簿と照合して確認すること。なお、IASO においても毒物や劇物の見かけ残量を記録することは可能であるが、使用簿に必要な情報(使用日、使用者、使用目的等)を記録することは困難である。したがって、取扱責任者は、使用簿を別途準備すること。それら毒物・劇物が盗難にあったり、紛失したときは直ちにその旨を管理責任者に届け出、その指示に従うことが義務づけられている。また、長期間保管されている毒物・劇物で、将来にわたり使用の見込まれないものについては速やかに廃棄する。

## \* 毒物・劇物とは

大学で使用する薬品類は極めて多く、それぞれの薬品に関する法律も「毒物及び劇物取締法」をはじめ「薬事法」、「麻薬及び向精神薬取締法」、「消防法・危険物区分」、「労働安全衛生法」など多岐にわたっている。毒物・劇物とは簡単に「毒物及び劇物取締法」で規定された薬品ということができるが、これらを全て列挙することは無意味なのでここではそれぞれの薬品がどのようなものであるのか見分ける方法を紹介する。

どんな薬品にもラベルが貼ってあり、それぞれの製品に関する法的な適正表示をはじめ、規格値、取扱いの注意事項などが記載されている(図2)。また、最近の製品ラベルにはこれらに加えて、製品を取り扱う上でより安全を期するため、危険性を示したシンボルマークが表示されている(図2)。それぞれのシンボルマークの意味を表 11 に示す。なお、これまで述べてきた毒物・劇物の毒物はドクロマークの「猛毒性」が、劇物は×印の「毒性」が概ね該当する。



毒物・劇物の使用および廃棄にあたっては、これまでに示した表示などを参考にして、安全に取り扱うこと。

労働安全衛生法による表示

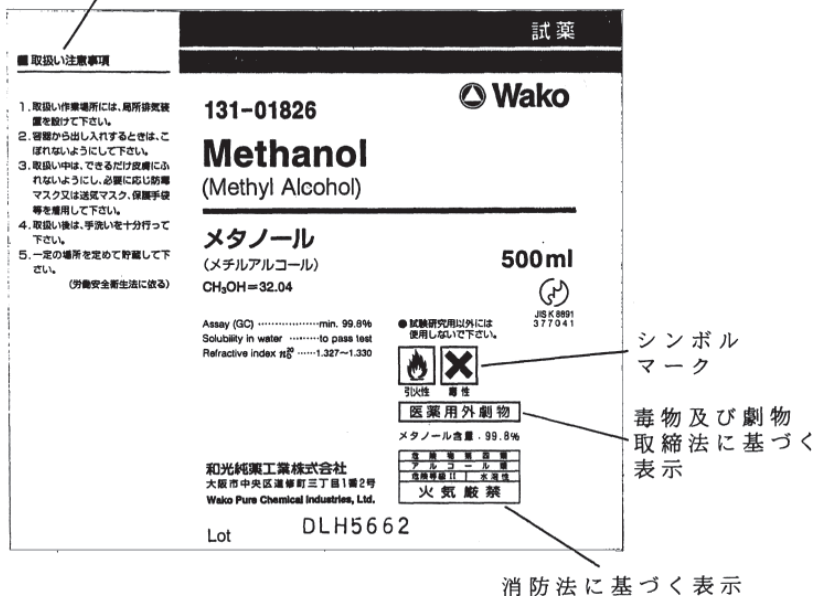








図2 薬品ラベル

表11 薬品ラベルに表示されているシンボルマーク

シンボルマーク (危険内容の表示語を含む)	危険性の内容	国内関連法規による該当品目
 爆発性	衝撃、摩擦、加熱等により爆発する。	①火薬類取締法の第2条第1項に掲げる火薬及び爆薬 ②高压ガス保安法第2条に規定する高压ガス
 極引火性	極めて引火性の強い液体 [引火点が-20℃未満で沸点が 40℃以下又は、発火点が 100℃以下の液体]	①消防法の第4類特殊引火物
 引火性	引火性の液体 [引火点が 70℃未満の液体]	①消防法の第4類第1石油類、アルコール類及び第2石油類

 可燃性	火炎により着火しやすい固体または低温で引火しやすい固体、並びに、引火しやすいガス。	①消防法の第2類可燃性固体 ②労安法施行令別表第1の第5号に規定する可燃性ガス
 自然発火性	空気中において自然に発火する性質がある。	①消防法の第3類自然発火性物質 ②危規則告示別表第6の自然発火性物質の項目の品名欄に掲げるもの(自己発熱性物質及びその他の自然発火性物質を除く)
 禁水性	水と接触して発火し、または可燃性ガスを発生する性質がある。	①消防法の第3類禁水性物質 ②危規則告示別表第6のその他の可燃性物質の項目の品名欄に掲げるもの(その他の可燃性物質を除く)
 酸化性	可燃物との混在により、燃焼または爆発を起こす。	①消防法の第1類酸化性固体および第6類酸化性液体 ②危規則告示別表第7の酸化性物質の項目の品名欄に掲げるもの(その他の酸化性物質を除く)
 自己反応性	加熱や衝撃等により多量に発熱、または爆発的に反応が進行する。	①消防法の第5類自己反応性物質
 猛毒性	飲み込んだり、吸入したり、あるいは皮膚に触れると非常に有害で死に至ることがある。 [参考]LD <sub>50</sub> :30 mg/kg 以下(ラット、経口)	①毒劇法の毒物 ②毒劇法に該当していない品目で、危規則告示別表第4の品名欄に掲げるもの(その他の毒物を除く)の内、猛毒性(*)のもの
 毒性	飲み込んだり、吸入したり、あるいは皮膚に触れると有害である。 [参考]LD <sub>50</sub> :30～300 mg/kg 以下(ラット、経口)	①毒劇法の毒物 ②毒劇法に該当していない品目で、危規則告示別表第4の品名欄に掲げるもの(その他の毒物を除く)の内、毒性(*)のもの

 <p>有害性</p>	<p>飲み込んだり、吸入したり、あるいは皮膚に触れると有毒の可能性はある。</p> <p>[参考] LD<sub>50</sub> : 200 ~ 2000 mg/kg 以下 (ラット、経口)</p>	<p>①毒劇法に該当していない品目で、危規則告示別表第4の品名欄に掲げるもの(その他の毒物を除く)の内、有害性のもの</p> <p>②平成4年2月 10 日付け基発第 51 号通達等により公表した変異原性が認められた既存化学物質等</p> <p>③平成3年6月 25 日付け基発第 414 号の3通達等により公表した変異原性が認められた新規化学物質等</p> <p>④化審法第2条に規定する第2種特定化学物質及び指定化学物質</p>
 <p>刺激性</p>	<p>皮膚、目、呼吸器官等に痛みなどの刺激を与える可能性がある。</p>	<p>関連法規なし</p>
 <p>腐食性</p>	<p>皮膚または装置等を腐食する。</p>	<p>①危規則告示別表第3の品名欄に掲げるもの(その他の腐食性物質を除く)</p>

令和 年 月 日

毒劇物使用許可願

小金井地区管理責任者 殿

本研究室におきまして、毒物劇物の使用を許可していただきたく申請いたします。  
使用につきましては以下の注意事項を厳守し、紛失・盗難のないようにいたします。

\*注意事項

1. 鍵のかかる専用保管庫に保管し、転倒防止装置及び毒物・劇物の表示を行います。
2. 毒物・劇物の受払い簿を備え付け、購入・使用はもちろん使用していない毒劇物についても定期的に数量の確認を行います。
3. 紛失・盗難のないように管理体制を厳格に行うとともに、盗難・紛失したときは、直ちに管理責任者に報告いたします。
4. 事故や災害等に伴い、毒物・劇物が飛散、漏れ、流れ出、しみ出、又はしみ込み、保健衛生上の危害が生じる恐れがあるときは、その危害を防止するための必要な措置を講じるとともに、直ちに管理責任者に報告いたします。

学科名又は専攻名

申請者

㊞

別紙 2

令和 年 月 日

毒劇物取扱責任者 殿

小金井地区管理責任者

毒劇物使用承認兼取扱責任者指定通知

貴研究室における毒劇物の使用を承認し、下記のように毒劇物取扱責任者を指定するので毒劇物使用許可願の注意事項を厳守し、事故等が起きた場合速やかに報告すること。

学科名又は専攻名

取扱責任者

# 実験廃棄物・廃液の取扱い

実験を行うと多かれ少なかれ必ず実験廃棄物及び廃液が排出される。その中には有毒物質や危険なものが含まれることが多いので、そのまま放置したり、一般ごみと一緒に捨てたり、下水に流したりすると環境汚染や人に危害を及ぼす原因となる。そのため、実験廃棄物や廃液の取扱いには、各人が十分注意を払う必要がある。ここでは、実験廃棄物・廃液の取扱いについて述べる。

## 1. 実験廃棄物の取扱い

### (1) 注射針等

実験に使用した注射針および注射筒は絶対に一般ごみと一緒に捨ててはならない。一定量たまったら、所定の処理業者に依頼して処分する。

### (2) 実験動物

実験動物の処分は、所定の処理業者に依頼する。

(3) (1)及び(2)の処理業者を知りたい方は、会計係(7004)に確認すること。

### (4) 試薬ビン

ラベルをはがし、内容物を洗浄後、年数回行われる回収時に処分する。一般の不燃物ごみボックスに入れることはできないので注意すること。(内容物の種類に応じて洗浄液は回収し、実験廃液として次の「廃液の取扱い」にしたがって処理する。) 試薬そのものの処分は、所定の処理業者に依頼する。

### (5) 蛍光灯および乾電池

使用済みの蛍光灯および乾電池は、放射線研究室北側にあるごみ一時保管場所の専用ボックスに分別し、廃棄する。

## 2. 廃液の取扱い

本学の廃液等については、各キャンパスにおいてポリタンクによる収集後、学外の廃液処理専門業者に委託して、専門工場にて焼却処分及び水処理されている。そのため、廃液の取扱いを次のように定めている。

### 廃液等の取扱い手引

#### 1) 廃液等の処理

廃液等はそれぞれの処理装置に適するように、また貯留保管が安全なように細かな分類に従って分別貯留する必要がある。廃液の分別貯留は、排出者に課せられた最低限の義務であり、処理作業の出発点であることを十分認識して、間違いないよう分別貯留することが大切である。

#### 2) 廃液等の分別貯留

##### (1) 分別貯留区分

廃液等の区分を(表 12)に示す。廃液等は区分に従って、それぞれ指定された容器に分別貯留しなければならない。

可燃性有機廃液及び無機系廃液の貯留は容器の3分の2まで、その他の廃液及び廃水は容器の4分の3までとし、蓋をして貯留する。

(2)無機系廃水

A 無機水銀系廃水

注)この貯留区分にはいるものは、無機水銀のみとし、有機水銀は、発生源で酸化処理により無機化(クロム酸混液中で二・三日処理)した後貯留する。金属水銀(蛍光灯、殺菌灯、温度計等の破損により発生したもの)は水等を張った中に沈めることにより揮発による消失を防ぎながら、別途貯留すること。(6)参照。研究室での保管には充分気を付けること。

B 重金属系及びクロム系廃水(酸性)

注)重金属系廃水とクロム混酸系廃水は一緒に貯留する。但し多量のクロム混酸廃水及び過マンガン酸廃水はそれぞれ別途貯留する。

重金属とは Cd、Pb、Cr、Cu、Zn、Fe、Mn 及びその他の有毒重金属をいう。10%以上の有機物を含む場合は、水混合有機廃液(Q)として扱う。アンモニア・アミンなど金属と錯化合物を生成する物質やキレート剤等を含む場合も水混合有機廃液(Q)として扱う。(10%未満の場合は、(7)-C参照)

表 12 廃液等の分別貯留区分表

処 理 区分	区分	分別貯留区分	区 分 記号	内 容	容器色分	
共沈及び電解浮上処理	無機系	水銀系	A	水銀塩を含む水溶液	黄	
		重金属・クロム系	B	カドミウム・鉛・クロム・銅・亜鉛・鉄・マンガン等有害金属を含む水溶液・クロム酸廃液・硝酸・硫酸等	緑	
		シアン系	C	シアン化合物を含むアルカリ性(pH>10)水溶液	青	
		ヒ素系	D	ヒ素化合物を含むアルカリ性(pH>10)水溶液	灰	
		シアン錯化合物	E	シアン錯化合物を含むアルカリ性(pH>10)水溶液(難分解性シアン錯化合物を除く)	黒	
		フッ素系	F	カルシウム塩として沈殿可能なフッ素化合物の水溶液・リン酸	紫	
燃焼処理	有機系	可燃性	一般有機廃溶剤	L	炭化水素・エステル・ケトン・アルコール・有機酸(中和する)等	赤
			廃油	M	灯油・重油・機械油・流動パラフィン・グリース・動植物油等	橙
			含窒素系廃溶液	N	ピリジン・アニリン・アセトニトリル・ホルムアミド等	茶
			含硫黄・含リン系廃溶剤	O	スルホラン・ジメチルスルホキシド・ヘキサメチルホスホアミド等	桃



	難燃性	含ハロゲン系廃溶剤	P	クロロホルム等	黄緑
		水混合有機廃液	Q	有機化合物の水溶液、水を含む有機溶剤等	白
		写真廃液	R	現像・停止廃液(定着液を除く)	
	特定有害物質	Z	ベンゼン・塩化メチレン・四塩化炭素等、特定有害物質を含む溶液	青と赤 (2色)	
その他	スクラバ廃液	U	中和処理後排水できるものを除く	黄色と黒 (2色)	

### C シアン系(アルカリ性)

シアン化合物を含むアルカリ性水溶液(pH>10)

### D ヒ素系(アルカリ性)

ヒ素化合物を含むアルカリ性水溶液(pH>10)

### E シアン錯化合物(アルカリ性)

シアン錯化合物を含むアルカリ性(pH>10)水溶液(難分解性シアン錯化合物を除く)

### F フッ素系廃水(アルカリ性)

注)カルシウム塩として沈殿可能なフッ素化合物の水溶液

#### (3) 可燃性有機廃液

### L 一般有機廃溶剤

i)脂肪族炭化水素……………石油エーテル、シクロヘキサンなど

ii)脂肪族含酸素化合物……………アルコール、ケトン、エステルなど

iii)芳香族化合物……………トルエン、キシレンなど

注)ベンゼンは(5)特定有害物質に属する化合物のため別途貯留すること。

iv)有機酸(中和すること)……酢酸、ギ酸など

v)フェノール類……………フェノール、クレゾールなど

注)ジエチルエーテル等の引火点の低いもの、過酸化物及び過酸化物を生じやすい化合物は別途貯留すること。

#### (6) 参照。

### M 廃油

i)灯油、軽油、テレピン油など

ii)重油、真空ポンプ油、潤滑油、グリース、モーター油、流動パラフィンなど

iii)動植物油

注)粘度の高いものは灯油または廃溶剤で希釈すること(50c.p.以下)・固形物(金属の削りかすなど)を含むものは100メッシュの金網を用いて濾過して固形物を除き、貯留すること。

### N 含窒素系廃溶剤

i)脂肪族及び芳香族含窒素化合物……………アセトニトリル、アミン、アミド、ピリジン、アニリンなど

注)硝酸エステル、ポリニトロ化合物、有機アジド等爆発性化合物は別途貯留すること。(6)参照。

注)ベンジジンなど健康障害をひきおこすものは除く。含ハロゲン系廃溶剤(P)と混合しないように十分注意すること。

O 含硫黄・含リン系廃溶剤

i)含硫黄系廃溶剤……………メルカプタン、スルホラン、ジメチルスルホキシドなど

ii)含リン系廃溶剤……………ヘキサメチルホスホアミドなど

注) 含ハロゲン系廃溶剤(P)と混合しないように十分注意すること。

(4) 難燃性有機廃液

P 含ハロゲン系廃溶剤

i)脂肪族ハロゲン系化合物……………クロロホルムなど

注) 塩化メチレン、四塩化炭素などは(5)特定有害物質に属する化合物のため別途貯留すること。

ii)芳香族ハロゲン系化合物……………クロロベンゼン、塩化ベンジルなど

注) PCB及び PCB を含むものは別途貯留すること。ジクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸は中和し貯留すること。ハロゲン化溶剤と他の有機系溶剤との混合物はこの分類区分で分別貯留すること。

Q 水混合有機廃液

i)有機化合物の水溶液

ii)水を多量に含む有機溶剤

注) 難分解性シアン錯化合物の廃液や有機金属系(キレートなど)廃液(有機水銀を除く)も含む。水と混じり合わない溶剤は分離して、それぞれの区分で貯留すること。

R 写真廃液

i)現像廃液

ii)停止廃液

注) 定着廃液は銀の回収のため別途貯留すること。

(5) 特定有害物質

Z 特定有害物質

以下の特定有害物質を多量に含む有機廃液は上記(3)、(4)とは別に貯留すること。

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ・トリクロロエチレン        | ・シス-1,2-ジクロロエチレン |
| ・テトラクロロエチレン       | ・1,1,1-トリクロロエタン  |
| ・塩化メチレン (ジクロロメタン) | ・1,1,2-トリクロロエタン  |
| ・四塩化炭素            | ・1,3-ジクロロプロペン    |
| ・1,2-ジクロロエタン      | ・ベンゼン            |
| ・1,1-ジクロロエチレン     | ・有機リン(農薬)        |

(6) スクラバ廃液

U スクラバ廃液

注) 強酸・強アルカリが含まれる場合は、事前にpHを測定して、回収時に知らせること。

(強酸・強アルカリが含まれると、大タンク内で化学反応が起こる可能性がある。)

(7) 除外廃棄物

[表 13] に掲げる毒性、有害性、危険性の大きい物質及びその物質の含有する廃液は、施設における一括処理の対象から除外されており、発生部局において、法令等の規定に従い責任をもって別途処理しなければならない。

表 13 除外廃棄物(別途処理)

特殊有害・有毒物質	金属水銀及びアマルガム、オスmium、ベリリウム、タリウム、セレンとその化合物、ニッケルカルボニル、アルキルアルミニウム、PCB、シマジン、チオベンカルブ、チウラム等
強引火性、発火性、及び爆発性物質	ジエチルエーテル等特殊引火物に相当する強引火性物質や発火性物質及び硝酸エステル、ポリニトロ化合物、有機過酸化物、有機アジト等の爆発性物質
放射性物質	放射性物質及びこれに汚染されたもの

なお、以下の廃棄物は次のとおりに取り扱うこと。

(i) 水銀(無機水銀を除く) 一定量の廃棄物が溜まったら会計係へ連絡のこと。取りまとめのうえ、部局全体として処理を行う。

(ii) PCB 廃棄物が発生した場合は会計係へ連絡のうえ、処理方法についての指示を受けること。

(8) 廃液の分別貯留についての一般的注意

(無機系)

a) 固形物(結晶、沈殿物、ガラス片、金属片、紙屑など)が廃液中に入っていると重金属処理装置の故障の原因になるので、50～60 メッシュの金網あるいはガーゼを4～5枚重ねた程度のもので濾過してから貯留する。

b) 貯留容器に入れる時、下記のものとは混ぜ合わせないようにする。

(イ) 過酸化物と有機物

(ロ) シアン化合物、硫化物、次亜塩素酸塩と酸

(ハ) 塩酸、フッ酸などの揮発性酸と

不揮発性酸

(ニ) アンモニウム塩、揮発性アミンの塩とアルカリ

c) 重金属類に有機廃溶液が混入している廃液は、原則として重金属含有廃液として扱うが、有機廃溶液が多いと廃水処理上支障があるので、有機廃溶液の濃度が10%以上の場合は、可燃性あるいは難燃性有機廃溶媒の貯留容器に入れる。有機廃溶液の濃度が低い場合は、あらかじめ活性炭を加えて吸着させておき、活性炭を除去した後、重金属の貯蔵容器に入れる。

d) 装置のパイプラインは塩化ビニール製であるので、これをおかす可能性のある水と混ざらない有機溶剤(クロロホルム、四塩化炭素等)の混入をさけること。

(有機系)

a) 廃液に含まれる固形物(沈殿物、浮遊物)は燃焼処理において、ストレーナーの目詰まり事故の原因になるので、固形物を含む全ての廃液は 80～100 メッシュ(施設に常備のものを使用してもよい。目の開きは 0.147mm)の金網等を用いて濾過してから貯留する。

b) 無機及び有機酸を含む酸性の廃液は装置を腐食させるので炭酸ナトリウムなどを用いて中和処理を行い濾過してから貯留する。

c) 二相に分離した廃液は、分液を行って別々に区分して貯留する。

d) 粘度の高い廃液は灯油あるいは廃溶媒で希釈して 30～50c.p.以下の粘度にする。

その他、廃液等の分別貯留に関しての不明の点があれば会計係などに相談すること。

#### (9) 廃液の貯留濃度と貯留限界

・廃液及び容器等の1回目までの洗浄液は貯留しなければならない。特に毒性の強い物質、廃水基準値のきびしい物質(表 14 参照)を含む場合は、2回目以上の洗浄液も貯留しなければならない。

・水に溶けない毒性の強い有機系廃液の容器等は、まずアルコールやアセトンなどの溶剤で洗浄してから水洗するようにする。

・アルコール、グリセリン、アセトン、脂肪酸、アミノ酸など生分解性で他に有機物質を含まない稀薄水溶液は下水に放流してもよい。

・塩酸、硫酸、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなどの酸、アルカリで、他に有害物質を含まない希薄な液は各自で pH5.8～8.6 とした後に下水に放流してもよい。

#### (10) 廃液等の貯留容器及び表示

廃液等の搬入、処理等の上で安全かつ便利なように、次に示すような指定のポリエチレン製容器を使用し(暫定的には指定された容器に準ずる耐薬品性で、機械的強度の大きいポリ容器を使用して差し支えない)、かつ必要事項を必ず表示する。

##### a) 容 器

廃液類……………白色のポリエチレン製タンク(容量は 10 又は 20ℓ、中蓋又はパッキング等の完全なもの)

##### b) 表示(図3参照)

容器には貯留及び搬入に際し、必ず次の表示をする。

i) 表 12 に従った分別貯留区分の表示及び区分を示す色表示。

ii) 学部、学科、研究室名等の表示。

iii) 必要事項を記入した廃液等処理伝票(B)の貼付け

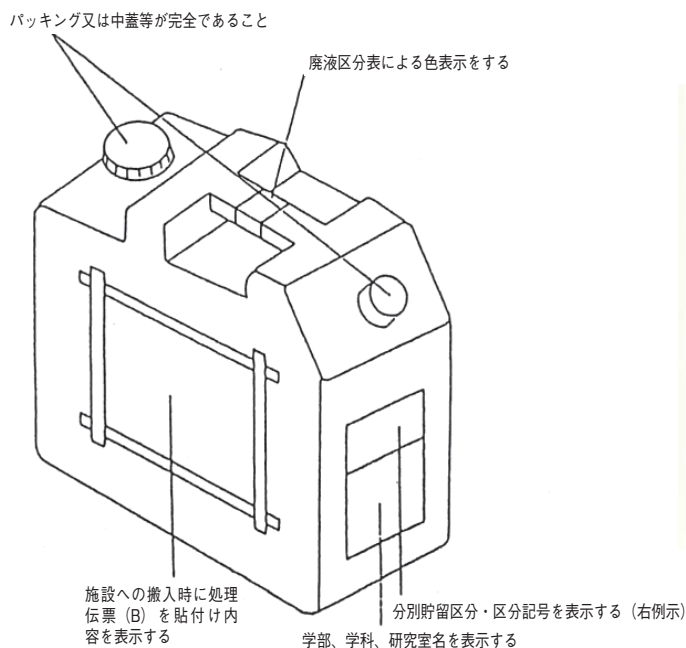
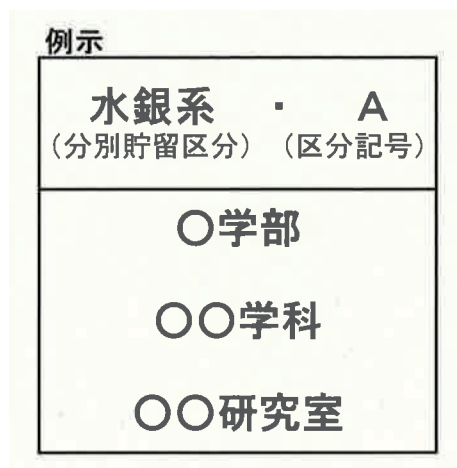


図3 分別貯留容器



注)表示用のテープは各自用意し、必要用紙(伝票)は小金井地区会計室に常備する。

### 3 施設への搬入及び受け渡し

#### (1) 搬入

貯留を行った廃液等は、指定された日時・場所に、ポリタンクの中に入れての状態を持参する。回収の際は廃液等取扱責任者が立会うこと。

#### (2) 受け渡し

- ・スクラバ廃液は、事務担当者に研究室名とタンクの本数を申告すること。
- ・廃液等の区分の不備、内容物の不明、処理不能等が認められる場合は、回収ができない場合があるので注意すること。

表 14 本学の下水排除基準

対象物質又は項目		
有害物質	カドミウム	0.1
	シアン	1
	有機リン	1
	鉛	0.1
	六価クロム	0.5
	ヒ素	0.1
	総水銀	0.005
	アルキル水銀	検出されないこと
	PCB	0.003

対象物質又は項目			
環境項目等	総クロム	2	
	銅	3	
	亜鉛	2	
	フェノール	5	
	鉄	10	
	マンガン	10	
	フッ素	15	
	生物学的酸素要求量 (BOD)	600	
	浮遊物質量 (SS)	600	
	ノルマルヘキサン	鉱油	5
		動植物油	30
	水素イオン濃度 (pH)	5~9	
	温度	45℃未満	
	ヨウ素消費量	220	

# 生物系実験における安全

生物系実験における注意事項は化学実験における注意事項に準ずるが、それ以外にいくつか生物実験特有のものもある。主要なものを以下記す。

## I 基本操作における災害防止のための注意

・生物実験においては、強酸化剤や自然発火物質などを使用することはほとんどないが、ヒトを含めて生物に毒性のある物質を用いることがある。あらかじめ、試薬の毒性について「Merck Index」などで調べておくことは大切である。また、放射性同位元素(RI)を用いる実験は、工学府では共同利用施設である放射線研究室でのみ許可されているので、p.121以降に記載の放射線研究室の項を参照すること。

### (1) 遠心分離機を使用する上での注意

・遠心分離機は、分離しにくい液体と固体、または比重差のある液体相互の分離を迅速に行うのに用いられる。遠心分離の回転数は、1000 rpm のものから数万 rpm のものまでである。遠心分離機のように大きな質量のものを高速回転させる場合の運転の異常は大きな事故につながる。いったん部品が飛散したりすると弾丸のような力で人や器物を損壊させる。

したがって、注意事項として次のようなことをあげる。

運転を始める前に取扱説明書をよく読む。

遠心機本体は、必ずアースをして使用する。

機械および安全装置の始業運転を行う。

スイングローターの回転前には、必ず運転用ローターを取り外す。

ローターに腐食、傷がないかどうか確認する。

バランスを確実に合わせる。

ローターは許容回転数以上では回転しない。

作業中は機械のそばを離れない。

回転している機械に手を触れない。

機械を止めるとき、手で止めない。

運転中異常（異常音など）が発生した場合はすぐに運転を止め、機械の責任者及び製造業者に連絡し指示を受ける。

運転日誌は必ずつける。

アンバランス運転は絶対にしない。

### ※ローターの保守、点検

・特に超遠心分離機を使用する場合、保守を怠ると遠心中のローター破壊の原因となるので注意しなければならない。

寿命：ローターを繰り返し使用すると、材料の疲労や摩擦によって、ローターの強度が少しずつ低下する。したがって、寿命が規定されている。一般に使用した回転および回転した時間を積算し、どちらかが説明書に示された数値に達した場合（第一次寿命）、そのローターの最高回転数を10%減じて使用する。さらに定められた数値に達したら（第二次寿命）をそれ以上の使用は禁じられている。第一次寿命のみのローターもあるので（チタン合金のローター）注意する。

・アルミローターは十分手入れをしないと腐食する。特にチューブの挿入孔の腐食はローターの破損の原因になるので注意しなければならない。

・ローターは100時間使用毎にチェックしなければならない。特にローターのチューブ穴及びローター底のテーパ穴

等は、腐食した場合の強度低下が大きいので、十分にチェックする必要がある。腐食は表面の変色、くぼみ、クラック等で見分けることができる。腐食が認められたらローターは使用しない。

・詳細は機械の説明書を参照する。

#### (2) UV 照射装置を使用する上での注意

・紫外線 (UV) 照射装置は、主にエチジウムブロマイド (Ethidium bromide) 染色された DNA を検出するのに用いられる。紫外線 (UV) が直接目にはいると、涙がでたり、目がくらみ見えなくなったり、あるいは失明する恐れもある。皮膚も露光によって日焼けしたり、火ぶくれになってしまったりすることもある。必ず防護メガネを着用し、皮膚に直接紫外線が当たらないように注意する。

#### (3) フリーザー及び超低温槽を使用する上での注意

・低温火傷をする恐れがあるので、試料を出し入れする際には軍手等を着用する。また、半袖の服を着ているときには腕に火傷をしないよう、白衣等を着用して腕を保護すること。

#### (4) 乾熱滅菌器を使用する上での注意

・耐火性の実験台の上に設置し、近くに引火性の物質を置かないようにする。  
・爆発の恐れがあるので密封された容器を入れてはならない。  
・引火性及び可燃性の物質の使用は避ける。  
・滅菌ガラス器具等の出し入れは、耐熱手袋などを着用して火傷をしないように注意する。  
・もし事故で異常に温度が上がった場合には、慌てずにメインスイッチを切り、放置する。決して温度を下げようとして空気開閉蓋を開けてはならない。開けると引火してしまうことがある。  
・配線、スイッチなどに対する安全措置をとる。漏電ブレーカーを設置することが望ましい。

#### (5) クリーベンチを使用する上での注意

・殺菌灯を消してから使用する。  
・ガスバーナーを使用する場合は、火炎の強さを適正レベルに調節する。  
・引火性物質の取扱いは避ける。  
・有害物質、病原菌などの操作は空気吹き出し式の装置では行わない(循環式装置あるいは安全キャビネットを用いる)。  
・風量に注意する。使用量に応じ、HEPA フィルターの交換が必要である。

#### (6) オートクレーブを使用する上での注意

・耐圧試験圧力、常用圧力および使用最高温度が記されているのでその範囲内で使用する。  
・試料は容器の内容積の 1/3 以下とする。  
・ふたを閉めるときにはパッキングの点検を丁寧にする。フランジ式の蓋の場合、締めすぎや片締めを避け、対角線上にあるボルトを一对として順次数回に分けて一様に締めていく。  
・安全弁の作動に注意し、ときどき点検する。  
・圧力が大気圧まで低下し、十分冷却してから耐熱手袋などを装着して試料を取り出す。  
・詳細は、機械の説明書を参照する。

#### (7) 電源を使用する上での注意

タンパク質や DNA の研究をする場合、分離・精製するために電気泳動を日常的に行う。直流電流であるから、特に手が濡れている場合には極めて危険であるので、十分注意して接続コードなどを扱うこと。



## II 変異原使用にあたっての注意

微生物などを用いた遺伝実験では、突然変異を誘発するのに MNNG(1-Methyl-3-nitro-1-nitrosoguanidine) や EMS(Ethylmethane sulfonate) などの化学変異原を用いることがある。これらは、DNA に対して作用し、当然のことながら発ガン性がある。また、EB(Ethidium bromide) など DNA を染色する試薬もよく用いられるが、これらも発ガン物質である。したがって、これらを使用したり廃棄するに当たっては、教員の指導を受け、十分注意すること。

## III 微生物実験における注意

微生物は、あらゆるところに存在しているため、微生物の実験を進める上で、目的とする微生物以外の微生物やカビの混入を避けるよう細心の注意が必要である。微生物の実験といっても一般の化学実験と異なるところはないが、微生物が“生物”であることを忘れてはならない。次に、微生物を取扱う実験における一般的注意事項を述べる。

### (1) 実験室・実験器具を清潔にしておく。

身の周りには、至るところに微生物が存在しているため、その汚染を防ぐためにも実験室、実験器具は常に清潔にしておく。誤って菌液をこぼした場合は逆性石鹼のような滅菌液で拭う。

### (2) 使用したものを捨てる際は滅菌する。

実験に使用した培地や微生物などは、汚染を防ぐためにオートクレーブを用いて滅菌してから捨てる。また、ピペットなどはオートクレーブにより滅菌してから廃棄または洗浄する。

実験室では必ず白衣を着用することは当然であるが、白衣のまま外出、特に食事や休憩室への出入りはしないこと。

### (3) 操作は常に無菌的に行う。

微生物の分離や植菌等の操作は常に無菌的に行うことが最も重要な基本操作である。実験に用いる微生物により、無菌箱、クリーンベンチ、安全キャビネットなど取扱う場所を定め、雑菌やカビの混入を防ぐためにも培養、保存場所にも注意を払うこと。

## IV 動物実験についての注意

「動物実験指針および動物実験の手引き」を熟読すること。

動物実験を行うには定められた書類を府中地区事務部総務室（内線 5070）に提出し、承認を得る必要がある。

## V 遺伝子組換え実験における注意

遺伝子組換え実験とは、遺伝子組換え生物等の第一種使用等又は第二種使用等による実験をいう。遺伝子組換え実験を実施する際の安全確保の基準として、文部科学省告示による「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」が存在する（平成 16 年 2 月施行）。本学ではこの法律および関連法令に基づき「国立大学法人東京農工大学遺伝子組換え生物安全管理規程」が施行されている（平成 16 年 4 月から）。本学で実施する遺伝子組換え実験はすべて「東京農工大学特定生物安全管理小委員会」に申請し、承認を得る必要がある。下記ホームページに上記法律および関連法令、および申請書の様式と作成方法について掲載されている。これらを熟読すること。

関連法令 [https://web.tuat.ac.jp/~kankyuu/05/03\\_specific\\_organisms.shtml](https://web.tuat.ac.jp/~kankyuu/05/03_specific_organisms.shtml)

申請書様式 <https://web.tuat.ac.jp/~kankyuu/02/lifescience/form.htm>（学内アクセス限定）

また、「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」のわかりやすい説明資料が、文科省ホームページ内（[https://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/n2279\\_01.pdf](https://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/n2279_01.pdf)）より入手できる。本資料も必ず入手し熟読すること。

また、実際の実験に際しては、上記法令等を十分踏まえた上で、指導教員とよく相談し、無理の無い実験計画の基に、安全に十分配慮して行うこと。

#### <参考>

遺伝子組換え生物等の使用等の形態には、「第一種使用等」と「第二種使用等」があり、使用等に先立ち、それぞれ必要な措置を実施することが必要である。

##### (1) 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であり、例えば、圃場での栽培、飼料としての利用、容器を用いない運搬等が該当する。

##### (2) 第二種使用等

環境中への拡散を防止しつつ行う使用等であり、例えば、実験室、培養・発酵設備等を用いる使用等や密閉容器を用いる運搬等が該当する。

大学において行われる使用等は、概ね、第二種使用等に該当し、実験、保管及び運搬のそれぞれに、執るべき拡散防止措置などが定められている。

「遺伝子組換え実験」は、「微生物使用実験」、「大量培養実験」、「動物使用実験」及び「植物等使用実験」の4つの実験に区分される。

#### 遺伝子組換え実験

細胞外核酸加工技術により得られた核酸又はその複製物(組換え核酸)を有する遺伝子組換え生物等の使用等による実験。なお、この使用等の一環として行われる保管及び運搬も含む。

##### a) 微生物使用実験

遺伝子組換え生物の使用等であって、次の b) から d) に当てはまらない使用等をいう。

##### b) 大量培養実験

遺伝子組換え生物の使用等であって、培養設備(容量が20リットルを超えるもの)を用いる使用等をいう。

##### c) 動物使用実験

組換え動物の使用等である「動物作成実験」と動物に保有されている組換え生物の使用等である「動物接種実験」がある。

##### d) 植物使用実験

組換え植物の使用等である「植物作成実験」、植物により保有されている組換え生物の使用等である「植物接種実験」と組換えきこの類の使用等である「きのこ作成実験」がある。

# 電気を安全に取扱うために

## I はじめに

大学での実験室や研究室で問題となる電気災害の中で最も重大なのは「感電」である。電気は危険の予測が難しいので、「この程度のこと」と思ったことが取り返しのつかない結果になる。特に高電圧の場合は、印加電圧の大きさに対応した安全距離を超えて接近しないように心がけなければならない。電気の実験に際しては、電気火花や過電流による火災や爆発災害、電動機や発電機などの回転操作に伴う機械的災害も起こり得る。

ここでは、重大な結果をもたらす可能性の大きい感電の概要とその原因並びに対策について述べる。

## II 感電とは

人体が電気に触れてショックを受けることを感電という。感電は、人体が直接に充電部に接触することで発生する場合と、漏電により発生する場合がある。人体は、電気を通し易い電解質で構成された実質部を、やや絶縁性をもった皮膚で包んだものであるから、感電時の電流値を決める人体の電気抵抗はほとんど皮膚の抵抗に依存する。乾燥している皮膚の抵抗は数十k $\Omega$ ～1M $\Omega$ 位であるが、一旦、水や汗で湿った状態になると、その抵抗は数百 $\Omega$ 位にまで低下する。つまり、100Vでも100mA以上の電流が人体に流れる。この100mAというのは生命の危険を生じる程度の電流である。では、皮膚が乾燥していればいつも安全かという、そうではない。それが例えば3000V以上の高電圧になると話は変わってくる。乾いた皮膚が抵抗1M $\Omega$ の絶縁物であったとしても、薄い皮膚に高電圧がかかると、過大な電界が皮膚層に加わる結果、皮膚層は絶縁破壊を起こして導通状態となり、大きな電流が流れるようになる。

人体に対する影響の目安を以下に示す。

- 0 ～ 3 mA: 軽い刺激を受ける。
- 3 ～ 10 mA: 相当の痛みを感じるが、離脱可能。
- 10 ～ 30 mA: 筋肉が硬直し離脱不可能となり、呼吸困難、数分以上で生命に危険がある。
- 30 mA 以上: 呼吸停止、死に至る危険がある。

## III 感電の原因

感電事故の原因としては、実験者の不注意等の人為的要因によるものも少なくないが、ここでは電気設備的な面から見た感電の原因について述べる。

### (1) 配線材料や装置・器具の不良

差し込みプラグやスイッチなどのネジのゆるみ、締め付け不良の端子など配線材料や器具類の機能的欠陥や機械的不良は感電の原因となる。配線として、下記のコードやケーブルがあり許容電流を確かめる必要がある。

- 1) 並行ビニールコード: 定格電流は7A(心線0.75mm<sup>2</sup>)でタコ足配線が要注意である。
- 2) キャブタイヤコード: 移動用電線として使用され、普通15～25Aである。
- 3) ビニル外装ケーブル(Fケーブル): 屋内配線用で厚み1.5mm、許容電流19Aである。

### (2) 絶縁不良

絶縁性能の不良は電気の安全にとって決定的な欠陥となる。絶縁不良部の存在は、そこに直接人体等が触れれば感電を起こすもととなるし、漏電の原因にもなり、電気火災等の重大な事故の発生にもつながる。絶縁抵抗の低下は絶縁材料の経年変化、吸湿、絶縁材料表面の濡れや汚れなどによって生ずる。

### (3) 接地不良

接地とは電気回路・装置のある部分を大地に接続することで、その部分の電位を大地電位(OV)に維持する目的で行われる。接地が不十分であると、思わぬ場所に予想外の高電圧が現れ、感電や漏電の原因となる。また、機器のケースの接地は機器の絶縁不良などに対する安全対策にもなっている。

### (4) 漏電

漏電とは、本来流れてはならない部分に電流が漏れて流れる現象で、絶縁性能の低下や接地不良、回路の混触などが原因の抵抗性漏電と、電気回路の線間又は絶縁された導体間の漂遊容量を介して流れる容量性漏電とがある。

漏電が生じていても接地が十分だと漏れ電流は接地線を通して大地へ流れるので、漏電部分に触れても感電につながることは少ない。

### (5) 装置・器具類の定格不足

抵抗素子や配線器具の電流・電力容量、コンデンサの耐電圧等の定格に注意して実験しないと、回路の焼損や絶縁破壊を引き起こすこととなり、電気火災、漏電、感電などの事故につながる。

### (6) コンデンサの取扱い不慣れ

高電圧コンデンサでは両端子間を一度短絡して放電させても、端子間を開放のままにしておくことと内部の誘電体から吸収電荷が現れ、再び高電圧になる。したがって、うっかりコンデンサの端子に触れると感電する。

### (7) 高電圧

高電圧の加わった導体に接地状態にある人体が触れると、たとえ皮膚が乾燥していてもこれが絶縁破壊を起こして感電する。また、電圧が高いと、人体が近づくだけで火花が発生し、これがアークに移行して感電するのみならず大きな火傷を負うこともある。

### (8) 静電気

乾燥した室内で敷物や靴などにより大地から絶縁された人間が歩くと、人体に静電気が帯電し、ドアのノブやキーホールなどの接地金属等に触れると同様の電撃を受ける。この場合、人体電位が1kV以下の時はほとんど何も感じないが、1.5kV位になると軽く感じるようになる。1.5～2.5kVではかなり激しいショックを感じる。静電気の電撃で死亡した例はないが、そのショックで転倒して怪我をしたという二次災害の例が多い。また、静電気火花が混合気体の爆発を招く場合もある。

## IV 感電を防ぐ対策

まず、装置・器具類自体に十分な事故防止対策を施すとともに、それを扱う実験者に対して、安全意識の高揚、安全のための注意事項の徹底等を目的とした安全教育を実施する必要がある。

以下に、感電の原因と対応させながら、主な感電防止対策について述べる。

(1) 装置・機器の接地は必ず丈夫な接地線を用いること。

(2) 装置・器具の配線の絶縁性、漏電の有無等を定期的にチェックすること。

接地、絶縁性、漏電等のチェックについては、実験者はそれを習慣とするように心掛けること。

(3) 装置・器具類、ヒューズの定格をチェックすること。

(4) 静電気によるショックを緩和するには、金属片(鍵など)を手に持ち、これで接地金属に触れて放電させ、直接指先に火花放電を受けないようにすればよい。また、静電気による障害・災害を防止するために、導電物質を用いて静電気を逃がす方策もとられている。

(5) 実験中誤って直接充電部に触れるのを防ぐため、実験回路や装置の充電部はできるだけ絶縁テープやカバーなどで覆い、露出させないこと。充電部をカバーすることができない場合は、これに注意標識を付した上、碍子などの絶縁架台でしっかり支持し、実験中人体や他の物体が容易に触れないような場所に配置すること。

(6) 作業のしやすさや、実験中の転倒などの不測の事態を考慮しつつ安全に実験を行うためには、実験回路や装置相互間及び実験者との間に適切な距離を確保しなければならない。

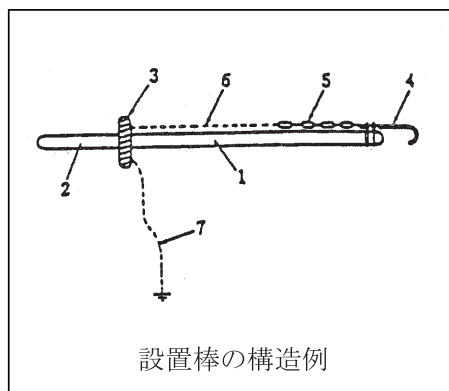
## V 高電圧実験における注意

(1) 高電圧を扱う接地、絶縁及び適切な安全距離の確保に留意することが感電防止のポイントである。また、高電圧実験は必ず2名以上で実験チームを組むこと。そのうちの1人が安全確認の要員となり、チーム各員の実験作業状況や周囲状況を把握し、必要に応じて速やかに適切な指示が出せる形態を整えておくこと。実験に先立って室内電源スイッチはどこにあるのか、装置・機器のスイッチはどこについているか、ヒューズや接地線は正しくついているか等を確認することを習慣づけること。もし、高電圧部の端子や導体が露出しているときは、必ず接地した金網等でそれを囲って、手や人体が触れないようにすること。場合によっては、警報ランプを設置して、関係者以外の者が実験区域に近づくことを防止する。また、必要に応じて、実験者は絶縁靴や絶縁手袋を着用すること。

(2) 高電圧コンデンサを用いた実験において、実験を中止して高電圧が印加された導体部に近づいたり、触れたりするときは、電源を切った後、まず接地棒(注)の先端を高電圧部の各所に触れて、その電位をゼロに下げた後から近づいたり、触れたりすること。その際、一回接地して電荷を逃がしても、コンデンサの吸収電荷により再び高電圧が現れるので、少なくとも数回、接地棒で接地をくり返し、その後更に接地棒の先端のフックを高電圧部分にひっかけて、接地状態が常に保たれる状態にしておいてから作業に入らなければならない。

(注) 接地棒の構造の一例を下図に示す。

1, 2は絶縁物(フェルール樹脂や木材)でできた棒で、2が手にのぎる部分(30 cm程度)である。1は長さ1~2m(電圧の値による)、直径3cm程度が普通である。1は長さ1~2m(電圧の値による)、直径3cm程度が普通である。手にのぎる分の向こう側に導体のつば3(直径10 cm程度)があり、これが接地されている。先端に導体フック4があり、この部分で高電圧部にさわる。フック4と導体のつば3をつなぐところに、100 k $\Omega$ 位の抵抗10個程度を接続したもの5を入れてあげる。抵抗5を入れないと、コンデンサなどフック4でさわったときに激しいスパークが生じ、非常に大きな音を生ずる。抵抗を入れておくと、スパークが出なくなり、シュツという小さな音だけですむ。つまり、抵抗5はコンデンサの蓄積エネルギーを緩慢に放出させてコンデンサを保護するとともに、安全上の役目を果たすものである。6は太目の導体である。7は編組織と素線の太い導線を組合わせた接地線である。



(3) 故障箇所への接近に際しては、電源はおおもとのナイフスイッチや断路器まで全て切る。高電圧部は全て接地する。次に、電圧がゼロになったことをメーターで確認する。それから、故障箇所及び故障箇所へ接地する道筋の高電圧部も全て接地棒で接地する。したがって、接地棒は1本ではなく、複数本用意する必要がある。高電圧部を接地する際、2~3回接地を繰り返してもなお火花または放電音が出る場合は、放電回路の抵抗などの断線が考えられるので、充分注意すること。以上の接地動作を行った後、故障が予想される箇所に接地棒をつけたまま、作業は、慎重に行うこと。



(4) 活線と死線の区別を確認すること。特に数+kV 以上の高電圧実験の際には、数百Vの中電圧活線は危険電圧ではないかのごとく不用意に取扱われやすいので、十分に注意すること。

(5) 装置・機器及び実験試料との安全距離を十分確認すること。回路電圧と安全距離との関係の例を下表に示す。ただし、これらの値はあくまでも1つの目安であり、個々の装置等の充電部分の形状による電界の不平等性や印加電圧波形などによって大きく異なることに注意すべきである。

回路電圧と安全距離

回路電圧 (kV)	安全距離 (cm)	回路電圧 (kV)	安全距離 (cm)
11 ~ 22	70	77 ~ 88	110
33 ~ 44	80	110 ~ 154	200
55 ~ 66	90	187 ~ 275	300

(6) 実験の種類によっては、高電圧ゴム手袋、絶縁架台等の絶縁用保護具を準備すること。しかし、保護具も高湿潤時、雨天時など水に濡れた状況のもとではその機能がほとんど発揮されないことを念頭におかなければならない。

## VI 感電時の処置と注意

感電者が離脱不能に陥ったときには、直ちに他人が力を貸して離脱させるか電源を遮断しなければならない。ある規模以上の電気実験は常に複数人で行う必要性がここにある。離脱救助や電源遮断の作業中に、救助者自身が連鎖感電したり火傷その他の二次罹災を生じたりしないよう十分な注意を払わねばならない。

### (1) 感電者の離脱と電源遮断時の注意

自力離脱不能の感電者を速やかに充電部から離脱させる必要がある。しかし早く助けようと焦る余り、不用意に感電者に触れると、救助者自身も感電者を介して連鎖感電する恐れがある。救助者は絶縁靴を着用したり絶縁台に乗っているなどして大地から絶縁されていなければならない。もし救助者が大地から絶縁されていないときには、感電者に触れる前に電源を遮断し充電部を接地する必要がある。

感電者の離脱や電源遮断・接地というとっさの処置を安全適切に行うには、常日頃からまさかのときを念頭に置いた実験設備・機材の配置と動作訓練や心掛けの徹底が不可欠である。

### (2) 感電者に対する応急措置

万一事故が生じたときは、まず前項の方法で感電者を充電部から離脱させ電源を遮断・接地する。感電者が失神状態に陥った場合には、呼吸状態と脈拍状態を確認のうえ、直ちに救急医の手配を行うとともに、人工呼吸と心臓マッサージ等の救護措置を講ずる。人工呼吸と心臓マッサージの両方を同時に行うには2人必要であるが、救護の効果は大きい。人工呼吸は、感電者の鼻をつまんだうえで術者が深呼吸し、口うつしに感電者の口内に息を吹き込む。以下この動作をゆっくり繰り返す。心臓マッサージは、感電者の胸部を露出させ、術者が感電者にまたがり、その心臓部の上に両手掌を当てがって術者の全体重を加えた後これを放す。以下この動作を繰り返す。

失神状態に陥るほどではなくても、火傷の心配があり、心身への衝撃も大きい。程度によっては医師の診察や心電図検査などを受けねばならない。軽度の場合でも、事後に十分な安静が必要である。

感電に伴い皮膚や内部組織に火傷を負うことが多い。特に内部組織の電気火傷は治療に長時間を要する。火傷の有無をよく調べ、必要ならば速やかに医師の治療を受ける。

感電の二次災害として、衝撃のため転倒や転落して、外傷や打撲傷を負うこともしばしばある。場合によっては止血や骨折等に対する応急措置を講じる。



# レーザーの安全について

## I はじめに

レーザーの安全性に関する検討は比較的早く、1960年代から主として米国で行われてきた。我が国においては、労働省や厚生省がそれぞれの立場から「レーザー光線による傷害の防止対策について」や「レーザー手術装置について」等の通達を出し、レーザー光の使用上の注意を細かく規定してきた。我が国におけるレーザー安全基準は、種々の経緯を経て、昭和63年11月1日付で「レーザー製品の放射安全基準」(JIS C 6802)として制定された。

## II レーザーのクラス分け

レーザーは、特定の物質に人工的に強いエネルギーを与えて励起させ、それが元の状態に戻るときに発生する電磁波を制御された誘導放射の過程により増幅させたもので、約200 nm から10 μm までの波長域にあり、単一波長で位相の揃った指向性の強い光線が発生する(下表)。

主なレーザーの種類

	種類	波長(μm)		出力	
			連続	パルス	力
ガスレーザー	He-Ne	0.63		1~50mW	
	CO <sub>2</sub>	10.6		10~5000W	~300J
	Ar イオン	0.51		0.5~5W	
	エキシマ	0.48		5~20mW	~2J
固体レーザー	YAG	0.2~0.4		—	~50J
	ルビー	1.06		10~500W	~20J
	ガラス	0.69		—	~100kJ
液体レーザー	色紙	1.06		—	
	ローダミン6G	0.5~0.65		0.1~10W	
半導体レーザー	Ca As系	0.64~3.1		1~1mW	

このように、レーザー製品の放射波長、波形、出力、構造などは多岐にわたっている。また、最も敏感に作用を受ける眼の場合には、光化学的作用あるいは熱作用を受ける部位が波長によって異なるうえ、可視光あるいは近赤外光(400~1200 nm)は水晶体の集光作用によって眼底では単位面積当たりのレーザー強度は角膜面上の10<sup>4</sup>倍にも達する。このように、人体に及ぼすレーザーの危険度は条件により強く異なるので、共通の安全基準を設けることはできない。そこで、JIS規格では本質的に安全なクラスから危険なクラスまでの4つのクラス分けを行っている。そのおおまかなクラス内容は以下

のとおりであるが、詳細なクラス分けについては JIS 規格を参照のこと。また、眼や皮膚に対して許される最大被爆放出レベル(AEL: Accessible Emission Limits)を規定している。クラス分けはレーザー機器の構造、発振形態などが複雑であり、その判定にあたってはメーカー等の専門家の意見を聴取する必要がある。

- クラス1 人体に傷害を与えない低出力(おおむね 0.39 μW 以下)のもの。
- クラス2 可視光(波長 400 ~ 700 nm)で、人体の防御反応(まばたき動作秒)により傷害を回避しうる程度の出力以下(おおむね1mW 以下)のもの。
- クラス3A 光学的手段でのビーム内観察は危険で、放出レベルがクラス2の出力の5倍以下(おおむね 5mW 以下)のもの。
- クラス3B 直接または鏡面反射によるレーザー光線の暴露により目の傷害を生じる可能性があるが、拡散反射によるレーザー光線に暴露しても目の傷害を生じる可能性のない出力(おおむね 0.5 W 以下)のもの。
- クラス4 拡散反射によるレーザー光線の暴露でも目に傷害を与える可能性のある出力(おおむね 0.5 W を超える)もの。

### III 人体に与える影響

レーザー光線の波長、出力、出力波形などによって異なるが、一般に皮膚よりも眼の方が重症で不可逆的な変化を生じやすい。

#### (1) 眼の傷害

波長により、角膜、水晶体の吸収の度合いが異なり、下表のように傷害の症状も様々である。

#### (2) 皮膚の傷害

高出力のレーザー光線に対する過度の暴露を受けると軽度の紅斑から水泡形成、熱凝固、炭化までの変化が起こる。

過度のレーザー光に露光した場合の生体障害

CIE 波長域*	眼	皮膚
紫外C(UV-C) (100~280 nm)	角膜障害	紅疹(日焼け) 皮膚老化の促進 色素の増加
紫外B(UV-B) (280~315 nm)		
紫外A(UV-A) (315~400 nm)	角膜障害、白内障	色素の黒化 光による反応
可視(VISIBLE) (400~780 nm)	網膜損傷	
赤外A(IR-A) (780~1400 nm)	網膜損傷、白内障	
赤外B(IR-B) (1.4~3 μm)	角膜障害、白内障	火傷
赤外C(IR-C) (3 μm~1mm)		

\* CIE(国際照明委員会)によって定義される波長範囲で、生体学的影響を記述する場合に用いられる。

#### IV 安全予防対策

レーザー装置は安全基準に準じ、クラス分けに応じた安全対策が製造業者においてなされているが、ここでは使用者側における傷害防止対策をまとめる。

##### (1) 遠隔連動保護コネクタの使用

遠隔連動保護コネクタはクラス3B(ただし、可視域で5mW 以下のクラス3Bを除く)以上のレーザー製品に設けられており、その使用者はこのインターコネクタを非常時遮断用主インタロック、部屋ロック、ドアインタロックまたはその他のインタロックに接続しなければならない。

##### (2) 鍵による制御

クラス3B(ただし、可視域で5mW 以下のクラス3Bを除く)以上のレーザー製品については、鍵による主制御器を備えることが規定されている。使用者は、この鍵を活用し、レーザー製品を使用しないときは鍵を外しておくことによって、無許可での運転を防止しなければならない。

##### (3) ビーム遮断器または減衰器

クラス3B以上のレーザー製品使用者は、ビーム遮断器または減衰器は原則的には閉じておべきものであると認識し、不意なレーザー放射や不注意な被爆を防止しなければならない。

##### (4) 警告標識

クラス3B以上のレーザー製品が設置された場所、部屋入口、または保護囲いに、使用者は適切な警告標識を掲示しなければならない。人体に対するレーザー放射の露光の管理値である最大許容露光量(MPE : Maximun Permissible Exposure)を越えるレーザー放射が放出される可能性のある区域はレーザー管理区域とし、この区域内での安全予防に関してはレーザー安全管理者が責任を負う。

##### (5) ビーム光線

クラス2以上のレーザー製品から放出されるビームは終端しなくてはならない。終端には適切な反射率と熱特性を持つ拡散反射体または吸収体を用いる。鏡面反射体は決して用いてはならない。レーザービームを開放して用いなければならない場合には、レーザービームの位置は目の高さよりも下方またははるかに上方に位置するように。基本波が赤外光であって光路が目視確認できない場合、全く同じ光路に Ar イオンレーザーなどの目視可能な光を通し、光路全体及び反射・散乱光の行方がわかるように配慮するべきである。

##### (6) 鏡面反射

クラス3B以上のレーザー製品では瞬間的な通過でも眼に対し危険な場合があるので、ミラー、レンズ、ビームスプリッター等の光学素子は確実にホルダーに取付けなければならない。レーザービームなしに光学素子を動かすと、照射ビームは思わぬ方向に放出されて危険であり、光学素子の操作はレーザー放射中のみに限定すべきである。

##### (7) 眼の保護

安全対策として最も重要な事項であり、適切な保護めがねの着用によって行われる。レーザー保護めがねのJIS規格はないが、以下に保護めがねを選択するときに考慮すべき項目を記す。

全ての波長領域に対応できる保護めがねはない。Ar レーザーのように複数の波長を同時発振するレーザーや、YAG レーザーのように基本波(1064 nm)とともに第二高周波(532 nm)を放射可能な装置もある。このように、保護めがねの選択に当たって、使用している波長以外の波長についても考慮すべきであり、それぞれの波長における光学濃度を製品の特性グラフ等を参考にして確認する。また、保護めがねの透過性について注意を払わないと、作業性、安全性などに支障をきたすことがある。このような観点から、通常作業用とアライメント用とを使い分けることがより危険防止に役立つ。

保護めがねには、プラスチックまたはガラス基材に吸収剤を添加する吸収タイプと、基材表面に誘導体多層薄膜を設けた反射タイプとがある。プラスチック製の吸収タイプでは表面の傷防止コーティングしたものが好ましい。反射タイプは傷により透過率が大きく変化するうえ、光線の入射角度により性能が変化することに留意する必要がある。

#### (8)保護着衣

皮膚に対する MPE を明らかに越える放射レベルに暴露される可能性のある場合やクラス4レーザーでは、潜在的に火災の危険性があるので、保護着衣を着用しなくてはならない。

# 危険性ガスの安全作業について

## I はじめに

半導体工業の発展とともに、シラン、アルシンといった危険・有害ガス(高圧特殊ガス)が、大学における研究活動にも用いられることが多くなった。これらのガスのなかには重篤な事故に至る激しい爆発性や死に至るほどの毒性を有するものが少なくない。したがって半導体用ガスを用いるプロセスは、研究室責任者による厳重な監督指導の下に行われ、事故を未然に防ぐために細心の注意を払い、常に

- ① 有害ガスを絶対に漏らさない
- ② 有害ガスを未処理のまま排出しない
- ③ 万一漏れても、絶対に、吸うことのない完全な装置設定を行う。

ことを鉄則にして実験を進めていく必要がある。また、半導体プロセス関係の実験では、担当者全員が少なくとも以下に示す一般的注意事項を遵守する必要がある。

- ① 半導体用ガスに対する基礎知識を持ち、ガスの性質を十分認識した上で実験を行うこと。
- ② これまで報告例のない、新しい半導体用ガスを用いる場合は、必ずその安全性に関する資料を集めてから実験を開始する。
- ③ 事故は、装置の立ち上げの際に起きやすい。ガスを初めて流す前に真空引きによる漏れチェックを徹底して行うこと。特に、加圧となる部分については、慎重に漏れチェックを行う必要がある。
- ④ 一般的には、半導体プロセスでは、バルブ操作が極めて多く、必ずバルブ操作のためのマニュアルを作成すること。実験に慣れてきても、マニュアルで確認する作業を省略してはならない。
- ⑤ 危険なガスを扱う実験は、二人以上で行うことが望まれる。特に夜遅く、一人で実験を行ってはならない。
- ⑥ 定期的に安全確認の作業を行うこと。特に、定期的に保守が必要な装置(例えば排ガス処理装置)などに関しては、必ず作業記録を残し、忘れることのないようにすること。
- ⑦ これらに対して万全を期した上でなお、万が一の緊急時に備えて定期的に訓練を行い、特に、消火器、ガスマスクなどは、すぐに使えるよう日頃の訓練を怠らないこと。また、担当者間で、常日頃から地震、火災、ガス漏れなどに対する緊急措置を話し合うことが大切である。特に以下の2種類の薬品に関しては、使用頻度が高く、危険性が極めて高いので十分注意していただきたい。

### 1) トリクロロエチレン(トリクレン)

トリクレンを扱っている者の白血球が減少する例があり、蒸気を吸わないよう十分注意する必要がある。

### 2) HF(フッ酸)

少しでも皮膚につくと、骨まで達するので厳重に注意すること。蒸気に対しても十分な注意が必要。HFを用いる場合は、必ず手袋、保護メガネ、防毒マスク着用のこと。

- ⑧ 吸入による中毒に対しては一刻を争う救命手当が必要があるが、ほとんどの病院では対応できないため、特別な救急医療施設に直送しなければならない。そのため救急医療施設の連絡先をあらかじめ把握しておく必要がある。

## II 半導体用危険・有害化学物質

### 1. 半導体用ガスの一般的知識

半導体プロセスには、発火性のガスや有毒ガスが多く用いられている。これらの危険・有害化学物質を用いて研究を進めていくためには、ガスに対する基礎知識を養うとともに、その扱いに慣れ、安全対策を十分施す必要がある。ここでは、

まずこれらのガスの基礎的な性質、排ガス処理法、救急処置法などを眺める。半導体用に使用される各種ガスの一般的性質をまとめると次頁の表のとおりである。

#### (1) 燃焼性

シランなどの水素化合物は、容易に加水分解するが、特に注意すべき性質として燃焼性、爆発性があげられる。水素化合物は、何れも可燃性であり、空气中で爆発的に燃焼するので、取扱いには細心の注意が必要である。クロルシラン類( $\text{SiH}_3\text{F}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{SiHCl}_3$ )、フロロシラン類( $\text{SiH}_3\text{F}$ 、 $\text{SiH}_2$ 、 $\text{F}_2$ 、 $\text{SiHF}_3$ )も空气中で容易に発火するし、また静電気によっても発火する。

有機金属化合物(トリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、他)は、高温において熱的に不安定であり、また空気や水と激しく反応するため、取扱いにあたっては十分に注意する必要がある。空気に触れると自然発火し、このときに酸化物の白煙を発生する。この際、発生するガスは非常に有毒なので十分な換気をする。また、漏洩しただけで火災の危険性があるので放置してはいけない。漏洩時に布、紙等で拭き取ると二次火災の恐れがある。

#### (2) 腐食性

水素化合物は、ゴムグリース及び潤滑油を浸すこと。サラン、ポリエステル、石英ガラス、ナイロン、テフロン、アスベスト、パラフィン等は影響を受けない。金属では、アルミニウムが侵される。 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ は特に腐食性が強く、水分の存在下でそれぞれ特に、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 及びその合金を激しく腐食する。

ハロゲン化合物は、ほとんど全て容易に加水分解し、塩酸、フッ酸等の腐食性の強い酸を生じる。同時に白煙、刺激臭を伴う。これらの酸は、ほとんどの金属を激しく腐食する。

#### (3) 毒性

半導体の膜形成、プロセスに用いられるガスの多くは強い毒性があり、極めて微量で人体に重大な影響を及ぼすので、その取扱いには、細心の注意が必要である。水素化合物は、特に毒性が強く微量の吸入によって頭痛、めまい、吐き気、呼吸困難等の急性症状が現れる。特に $\text{AsH}_3$ 等は溶血作用が強く、高濃度の吸入は、即死、低濃度でも数時間で死に至る。また、目、喉等の粘膜を刺激するものも多く、ごく微量の吸入でも繰り返すと同様の慢性症状が現れる。

#### (4) 排ガス処理法

水素化合物は、加水分解の後、アルカリで中和、酸化吸着剤を用いた吸着等の方法により処理する。シラン類は、燃焼炉を用いた燃焼によっても処理可能である。ハロゲン化合物は加水分解の後アルカリで中和して処理する。焼却炉に投入してはいけない。有機金属化合物は、トキシクリーン等の吸着剤を用いて除去する。いずれの方法によっても、大量のガスを一度に処理することは非常に危険なので、流量制御を行って徐々に処理を行わなければならない。また、種類の異なるガスを同時に用いるときには、危険のないように、その処理系統の構成に十分配慮する必要がある。

#### (5) 救急処置

毒性の強いガスを吸入した場合は、直ちに新鮮な空气中に連れ出し、酸素吸入する。呼吸停止の場合には、人工呼吸等、適切な処置を行い、安静にしてすぐに専門医を呼ぶこと。皮膚・目・鼻等に付着した場合は、直ちに大量の流水で長時間洗浄する。専門医を呼ぶ場合には、医者が来るまで洗浄を続ける。化学的な中和剤は使用してはいけない場合がほとんどで、軟膏なども塗布してはいけない場合が多いので注意が必要である。有機金属の場合は、特に火傷を伴う可能性が高いので、洗浄するとともに十分に冷却する。誤飲した場合は、大量に水を飲ませて希釈する場合、吐かせてよい場合、悪い場合と適切な処置が様々なので、注意が必要である。

各種半導体用ガスの一般的性質

分類	ガス名	外 観	沸 点	比 重	蒸 気 圧	許容濃度	危 険 性			
			(°C)	(Air=1)	(0°C)	(ppm)	毒性	可燃性	自然性	腐食性
水素化物	AsH <sub>3</sub>	無色でにんにく臭の気体	-62.5	2.695	8.58K	0.05	◎	○		
	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	無色で吐き気の気体	-92.8	0.965	28.10K	0.1	◎	○	○	
	PH <sub>3</sub>	無色で腐魚臭の気体	-87.7	1.184	22.43K	0.3	◎	○	○	
	H <sub>2</sub> S	無色で腐卵臭の気体	-60.7	1.189	10.33K	10	○	○		◎
	H <sub>2</sub> Se	無色でにんにく臭の気体	-41.4	2.08	5.12K	0.05	◎	○	○	
(シラン類)	SiH <sub>4</sub>	無色で不快臭の気体	-111.5	1.114	24.2K	5	○	◎	◎	
	Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	無色で不快臭の気体	-14.5	2.3	1.86K		○	◎	◎	
	GeH <sub>4</sub>	無色で独特の窒息性臭気のある気体	-88.4	2.654	25.11K	0.2	◎	◎	○	
クロル化物	SiCl <sub>4</sub>	無色で窒息臭の発煙性液体	59	5.90 (気体)	100m (5.4°C)	不明	○			○
	CCl <sub>4</sub>	無色で特異な臭いの液体	76.8	5.32 (気体)	33m	5	○			○
	BCl <sub>3</sub>	無色で刺激臭の発煙性液体、無色で干し草様の臭いの気体	12.5	4.03 (気体)	470m	不明	○			○
	HCl	無色で刺激臭の気体	-85	1.268	26.55K	5	○	支		○
	Cl <sub>2</sub>	黄緑色で窒息性の刺激臭の気体	-34.1	2.49	3.8K	1	○	支		◎
フッ化物	SiF <sub>4</sub>	無色で刺激臭の気体	-95.5	3.57	103.5K	0.5*	○			○
	GeF <sub>4</sub>	—								
	CF <sub>4</sub>	無色無臭の気体	-128	3.05	798.9m (-127.3)					
	BF <sub>3</sub>	無色で刺激的な窒息臭の気体	-99.8	2.380	760m (-99.9°C)	1	○			○
	HF	無色で特有な刺激臭の気体または液体	19.5	1.27	360m	(3asF)	○			○
	F <sub>2</sub>	体	-187	1.311		1	○	支		◎
	TMG	黄緑色で塩素様の臭気の気体	55.8		64.5m		○	◎	◎	
有機金属	TEG	無色透明の液体	143		16m (43°C)		○	◎	◎	
	TEAL	無色透明な液体	186		1m(62°C)	(2mg/m <sup>3</sup> )	○	◎	◎	
	CH <sub>4</sub>	無色透明な液体	-161.5	0.555	87.4m (-182°C)			○		
その他	NH <sub>3</sub>	無色無臭の気体	-33.4	0.597	4.55K	25	○	○		○
	H <sub>2</sub>	無色で息詰まるような刺激臭の気体 無色無臭の気体	-252.8	0.2695				○		

[備考]蒸気圧:K…kg/cm<sup>2</sup>、m…mmHg 許容濃度:ACGIHによる値、\*…未承知 可燃性:支…支燃性



## 2. 各種半導体用ガス

半導体用ガスとして頻繁に用いられる危険性の高い化学物質について、その危険性、人体への影響、緊急時の処理法などを詳しく述べると次のとおりである。

### 1) AsH<sub>3</sub> (ヒ化水素、アルシン)

#### ① 危険性

燃焼性:あり

爆発範囲:0.8 ~ 98 vol%

混触危険物質:Cl<sub>2</sub>、強い酸化剤、硝酸

自触媒性:非常に強い

#### ② 緊急措置

漏洩:人を避難させ、緊急換気する。気体は清浄装置を通して排気する。

火災:ドライケミカル消火器、CO<sub>2</sub> 消火器を使用のこと。

取扱:自給式呼吸器、グローブ、手袋等着用、目の保護をする。取扱い後は手や顔をよく洗うこと。

#### ③ 人体への影響

急性(吸入):ヘモグロビンとの親和力が強く、溶血作用がある。貧血、黄だん、浮腫が現れる。皮膚呼吸でも影響があるので、息を止めたり、ガスマスクをしても完全には防げない。250 ppm…即死。25 ~ 50 ppm…1 時間半で死亡。3 ~ 10 ppm…数時間で中毒症状発現。長時間では致死。0.5ppm…急性中毒発現。めまい、頭痛、喉に刺激、肺浮腫。

慢性:赤血球破壊。尿中にタンパク質。

発ガン性:危険性がある。

#### ④ 救急処置

酸素吸入。速やかに医師の診断を受ける。呼吸停止の場合は人工呼吸すること。

#### ⑤ 排ガス処理法

固体酸化吸収剤(FeCl<sub>3</sub>を主剤とする)による吸着反応処理、及びこれと燃焼器との併用をすること。

### 2) PH<sub>3</sub> (リン化水素、ホスフィン)

#### ① 危険性

爆発範囲:1.32 ~ 9.8 vol%

自然発火性:微量の P<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を含むため、自然発火性がある。

混合発火物質:AgNO<sub>3</sub>、Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、HNO<sub>3</sub>、HNO<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、NO、NCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>O、Br<sub>2</sub>

混触危険物質:空気、BCl<sub>3</sub>、Br<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>O、Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>、HNO<sub>3</sub>、NO、NCl<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、HNO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、(K+NH<sub>3</sub>)、AgNO<sub>3</sub>、AgNO<sub>3</sub>

#### ② 緊急措置

漏洩、飛散:火気厳禁、漏れを止める。蒸気を少なくする為に水散布及び換気すること。

小火災:粉末または CO<sub>2</sub> 消火器

大火災:水散布、霧又は泡。この際、水の汚染に注意すること。

#### ③ 人体への影響

急性(吸入):数分以内に呼吸困難、チアノーゼ、気絶、窒息性けいれん等の徴候が現れ、致死となる。

亜急性(吸入):極度の疲労感、頭胸腹の痛み、長く続く吐き気、下痢、更に吸入すると、肺水腫、運動失調、興奮と眠気



等が起こり、48 時間以内に死ぬこととなる。この段階をのりきったとしても、致命的な肝臓、腎臓障害が引き続いて起こる。呼吸はにんにく臭がある。黄だん、窒素血症、閉尿が起きる。心臓障害もある。2000 ppm…数分で死に至る。300 ppm…1 時間で命が危ない。症候の現れない最大許容濃度…1.4 ~ 2.8 ppm である。

#### ④ 救急処置

できるだけ早く酸素を吸入する。呼吸停止なら人工呼吸。保温・安静。速やかに医師の診断を受けること。

#### ⑤ 排ガス処理法

吸着剤(過マンガン酸カリウムの硫酸水溶液、塩化第二鉄溶液、次亜臭素酸ナトリウム溶液)による除去、及び排ガスを洗浄し大気中に放出すること。

### 3) B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (水素化ホウ素、ジボラン)

#### ① 危険性

燃焼性:可燃性

爆発範囲:0.9 ~ 98.0 vol%

自然発火性:湿った空気中で自然発火する。

混合発火性:熱、炎、空気、HNO<sub>3</sub>、O<sub>2</sub>

混触危険物質:CO<sub>2</sub>、酸化剤、アルミニウム、リチウム

#### ② 緊急装置

漏洩、火災:蒸気を少なくする為に水散布。ガスが燃えており漏れが止められない場合には、燃えるにまかせる。火災が起きたタンクから全方向 800 m は隔離すること。

消火:小火災…粉末又は CO<sub>2</sub> 消火器、大火災…水散布、霧又は泡が有効である。

#### ③ 人体への影響

急性(吸入):粘膜刺激性が強い。頭痛、吐き気、衰弱、ひきつけ、胸の締め付け、咳、呼吸困難、肺水腫、溶血作用。

吸入すると臭覚が鈍くなる。

眼:高濃度で刺激がある。

皮膚:高濃度で炎症する。

慢性:ぜいぜいした息、乾いた咳、呼吸困難、数年に渡る呼吸こう進、頭痛、疲労、けいれんなどが表れる。

#### ④ 救急処置

吸入:直ちに新鮮な空気中に移動、保温・安静、純粋酸素吸入。呼吸停止の場合は人工呼吸し、すぐに医師を呼ぶこと。

眼:上下のまぶたを持ち上げて 15 分間洗浄。すぐに専門医の手当を受けること。本物質を扱うときにはコンタクトレンズを使用しないこと。

皮膚:大量の水で 15 分間洗浄し、熱による火傷の手当をする。

#### ⑤ 排ガス処理法

液分散型ガス吸収装置を用いて排ガス中の B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を除きながら燃焼する。

### 4) H<sub>2</sub>Se (セレン化水素)

#### ① 危険性

燃焼性:可燃性。点火すると青い炎をあげて燃える。

爆発性:火災、爆発の危険ある。

混合発火性:空気と爆発性混合物をつくる。

混合危険物質:酸化剤(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、HNO<sub>3</sub>等)、酸、水、炭化水素の塩化物。

## ② 緊急措置

漏洩、飛散:火気厳禁。漏れを止める。蒸気を少なくするため水散布すること。

小火災:粉末または CO<sub>2</sub> 消火器

大火災:水散布、霧又は泡。漏れガスの止められない場合には燃えるにまかせる。火災の起きたタンクから全方向 800 m に渡って隔離すること。

## ③ 人体への影響

急性(吸入):0.2 ppm 以下に長く暴露された時は、呼気がにんにく臭、吐き気、めまい、倦怠。肝臓、ひ臓にも有害。溶血作用がある。セレンが解毒されるとセレン化ジメチルが発生…肺炎、喉の痛み。

眼・皮膚:粘膜を刺激する。1ppm で眼鼻喉に耐えがたい刺激がある。

## ④ 救急処置

吸入:直ちに新鮮な空气中に連れ出し、保温・安静。酸素吸入、人工呼吸。肺水腫の徴候がないかよく観察すること。

眼:水で 15 分以上よく洗うこと。

痛みを和らげる方法:1 滴のオリーブ油、3～4 滴の 0.1% 硫酸エピネフリン、局所麻酔、温冷湿布。できるだけ早く専門医にみせること。

## ⑤ 排ガス処理法

KOH 等のアルカリ水溶液に吸収させる。猛毒物質であり未吸収ガスが若干でも残っていると危険なので、充分注意が必要である。

## 5) SiH<sub>4</sub> (シラン、モノシラン)

### ① 危険性

燃焼範囲:0.8 ～ 98%

爆発範囲:1.37 vol% (1atm)、1.65 vol% (4.84 atm)、1vol% (1atm、O<sub>2</sub> 濃度 0.2 vol%)、0.64% (1atm、O<sub>2</sub> 濃度 0.8 vol%)。希釈剤の点火により下限界が低下するので注意が必要である。シラン5%のとき、爆発圧力は初圧の9倍、最高圧力上昇速度は 2168 atm/s となる。

自然発火性:空气中で自然発火する。

混触危険物質:ハロゲン(爆発)、酸化剤、空気、重金属の塩化物、O<sub>2</sub> (爆発性物質の生成)、NO、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O

### ② 緊急措置

漏洩、飛散:大部分の場合は炎で見える。配管中で漏れたときは、供給を止め、退避し、残りのシランは燃やしてしまうこと。

小火災:粉末又は CO<sub>2</sub> 消火器

大火災:水散布、霧又は泡が有効である。

### ③ 人体への影響

急性(吸入):上気道刺激、頭痛、吐き気が起こること以外は、ほとんど知られていない。

眼・皮膚:刺激がある。

慢性:不明

### ④ 救急処置

直ちに汚染されていない大気中に連れ出し、安静・保温。100%酸素吸入。呼吸停止なら人工呼吸を行い、すぐに医師を呼ぶこと。

#### ⑤ 排ガス処理法

燃焼(1000℃以上)、アルカリ水溶液中への吸収(加水分解)、酸化剤処理すること。

#### 6) GeH<sub>4</sub> (ゲルマン、水素化ゲルマニウム)

##### ① 危険性

燃焼性:可燃性

爆発範囲:0.8 ~ 98%、分解爆発の危険性がある。

自然発火性:空気中で分解反応により自然発火する可能性がある。

混触危険物質:ハロゲン

##### ② 緊急措置

漏洩、飛散:裸火厳禁、禁煙。漏れを止める。蒸気を少なくするために水散布すること。漏れが止められない場合は燃えるにまかせること。

小火災:粉末又はCO<sub>2</sub>消火器

大火災:水散布、霧又は泡が有効である。

##### ③ 人体への影響

急性(吸入):アルシン同様、ヘモグロビンとの親和性が強く、溶血作用がある。暴露により溶血現象と腎臓障害が起きると予測されているが、現時点で正確な毒性情報が少ない。

##### ④ 救急処置

処置法は知られていないが、アルシンの救急処置を参考にするとよい。酸素吸入などの一般的な補助法はできる限り早く行うこと。医師の手当を至急受けること。

#### ⑤ 排ガス処理法

燃焼炉で燃焼処分する。シラン類の処理法に準じて行うこと。

#### 7) SiF<sub>4</sub> (四フッ化珪素)

##### ① 危険性

燃焼性:不燃性

化学反応性:加水分解してフッ化物、フッ化水素、フッ化水素酸を生成、加熱分解によってフッ素イオンの蒸気を発生する。

##### ② 緊急措置

漏洩、飛散:漏れを止める。蒸発を少なくするため水散布するが、こぼれた場所にはかけない。なお、漏れた場合は、白煙をだすのですぐに検知できる。

小火災:粉末又はCO<sub>2</sub>消火器

大火災:水散布、霧又は泡が有効である。

##### ③ 人体への影響

急性(吸入):50 ppm、30 ~ 60分で死亡。呼吸器の刺激、肺の炎症とうっ血、循環器の衰弱、肺水腫、骨硬化症。

眼:刺激。

皮膚:痛み、ひどい火傷。

##### ④ 救急処置

吸入:直ちに新鮮な空気中に移すこと。100%酸素吸入(重症の時は加圧)。保温・安静。作用の穏やかな沈痛・鎮静剤(アスピリンなど)を与えてもよい。呼吸停止の時は人工呼吸を行い、医師の手当を至急受けること。

眼: 15 分間水で洗淨、これを数回繰り返す。氷の湿布、眼科医の手当を至急受けること。

#### ⑤ 排ガス処理法

大量の水、KOH などのアルカリ水溶液により加水分解、中和するか、吸着剤による吸収を行うこと。

#### 8) BCl<sub>3</sub> (塩化ホウ素)

##### ① 危険性

混触危険物質: 水、アニリン、ヘキサフルオロイソプロピリデン、アミノリチウム、二酸化窒素、ホスフィン、グリース、有機物、酸素。

腐食性: 水の存在下で、大部分の金属を腐食する。

##### ② 緊急措置

漏洩、飛散: 洩れを止める。蒸気を少なくするため水散布するが、こぼれた場所にかけない。ガスが拡散するまで区域を隔離する。なお、漏れた場合は白煙をだすのですぐに検知できる。

小火災: 粉末又は CO<sub>2</sub> 消火器

大火災: 水散布、霧又は泡が有効である。

##### ③ 人体への影響

急性(吸入): 上気道の刺激、浮腫、鋭い刺激臭があるのでたやすく感知できる。

眼・皮膚: 組織が刺激される。皮膚がひどく侵されると、発熱し、衰弱する。

##### ④ 救急処置

何れの場合もすぐに医師を呼ぶこと。

吸入: 直ちに新鮮な空気中に移送し、呼吸が止まれば人工呼吸、苦しければ酸素吸入を行うこと。保温・安静が必要である。

皮膚: 直ちに流水で洗うこと。化学的中和剤はよくない。重症時は安静・保温が必要である。

鼻: 水で 15 分以上洗淨すること。

眼: 直ちに水で 15 分以上まぶたを持ち上げて洗淨すること。

#### ⑤ 排ガス処理法

大量の水、KOH などのアルカリ水溶液による加水分解、中和、あるいは吸着剤による呼吸を行うこと。

#### 9) Ga(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (TMG.トリメチルガリウム)

##### ① 一般的性質

分子量: 114.82	融点: -15.8°C
沸 点: 55.8°C	密度: 1.151g/ml (15°C)
外 観: 無色透明な液体	
蒸気圧: 温度(°C)	蒸気圧 (mmHg)
0.0	64.5
25.0	226.5
55.8	760

##### ② 危険性

空気中で容易に酸化される。多量に漏洩した場合は、自然発火性がある。水とは激しく反応し、メタンガスを発生し Me<sub>2</sub>GaOH 又は [Me<sub>2</sub>Ga]<sub>2</sub>O] x を生成する。AsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub> などと安定な錯体を形成する。活性水素を有するアルコール類、酸

類等とは、激しく反応する。

### ③ 緊急措置

漏洩：発火性が強いので、布・紙等で拭き取ってはならない。また、空気に触れると酸化して有毒のガスを発生するので十分な換気を行うこと。

火災：他に延焼しないように局地化し、他の可燃物を隔離し粉末消火器(ドライケミカル)、乾燥砂などで火勢を制御しながら徐々に燃焼させること。上記以外の水、泡沫消火剤、四塩化炭素等は絶対に使用してはならない。

### ④ 人体への影響

急性(吸入)：燃焼時に発生する白煙霧を吸入すると気管や肺が侵される。高濃度(15mg/m<sup>3</sup>)に吸入すると、激しいインフルエンザの様な煙霧熱を引き起こすことがあるが、通常は数日で回復する。

皮膚・眼：粘膜の炎症、刺激がある。組織を破壊し、処置が遅れるとひどい火傷が残る。

### ⑤ 救急処置

皮膚：大量に水で除去すると共に冷却し、皮膚組織を保護。

眼：まぶたを開けたまま 15 分間静かに水洗すること。その後の処置は医師の指示に従うこと。

吸入：安静にして医師の指示に従うこと。

⑥ 貯蔵安定性：不活性気体(N<sub>2</sub>、Ar 等)中、室温で保存する場合は、安定である。

10) Ga(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub> (TEG、トリエチルガリウム)

#### ① 一般的性質

分子量:156.91	融点:-82.3°C
沸点:143°C	密度:0.06g/ml
外観:無色透明な液体	
蒸気圧:温度(°C)	蒸気圧(mmHg)
43	16
47	18
143	760

#### ② 危険性

水と激しく反応し、エタンガスを発生し Et<sub>2</sub>GaOH を生成する。その他 TMG に準ずる。

③ 緊急措置、人体への影響、救急処置、貯蔵安定性:TMG に準ずる。

11) Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>、(TEAL、トリエチルアルミニウム)

#### ① 一般的性質

分子量:114.17	融点:-52.5°C
沸点:186°C	密度:0.835g/ml
外観:無色透明な液体	
蒸気圧:温度(°C)	蒸気圧(mmHg)
62	1.0
98	10.0
136	760

## ② 危険性

水と激しく反応し、炭化水素ガスを発火する場合がある。その他 TMG に準ずる。

③ 緊急措置、人体への影響、救急処置、貯蔵安定性:TMG に準ずる。

## III 容器

半導体用材料ガスが充填されている容器は、内部の圧力が高くなっているため、特にその扱いには十分注意する必要がある。なお、これらの容器を単独で使用することは許されない。必ず密閉可能な防暴型保管庫内に保持して使用し、排ガスも所定の方法に従って処理し無害化したのち排出すること。新規に取扱いをはじめるときには専門の業者と相談し、安全な使用法、設備を確立してから行うこと。(後掲(V)も参照のこと)

### 1. 容器

半導体製造用ガス充填容器には、大きく分けて2種類ある。一つは、窒素、水素、シランなどのように高圧に充填された容器に圧力調整器をつけてガスを取り出すタイプのものであり、他の一つはトリエチルガリウムなどの有機金属のように、内部が液体になっており、キャリアガスのバブリングなどにより気化させてガスを取り出すタイプである。高圧用容器には、圧力調整器をとりつけるネジが設けられている。一方、有機金属の場合は、水素ガスなどのキャリアガスを流すための継ぎ手が設けられている。

### 2. 容器用弁 圧力調整器

主に半導体製造用ガス充填容器用弁として使用されているものは、① 圧縮ガス容器用弁と② 液化ガス容器用の2種類である。材質は、黄銅、黄銅-ニッケルメッキ、ステンレス鋼等であるが、ガスの性質により使い分けされている。容器用弁で最も注意すべき点は、接続ネジが右ネジか左ネジかである。可燃性ガスは、左ネジ、その他は右ネジとなっている。

## IV 液体窒素

液体窒素は、物理系、化学系、生物系を問わず様々な学科の多くの研究室により利用されている。窒素ガスそのものは無害であるが、液体窒素を扱う場合には、凍傷や酸欠に対する十分な注意が必要である。

### 液体窒素の取り扱いについて (注意喚起)

#### 1. 概要

窒素ガスは安価で手軽に入手でき、またガスそのものは無害であるため、安易に扱いがちだが、液体窒素を扱う場合には、凍傷や酸欠に対する十分な注意が必要である。

平成30年3月6日には、学生が液体窒素を貯蔵タンクから運搬容器へ入れている際、溢れた液体窒素が右膝にかかる事故が発生しており、化学実験講習や安全マニュアルにより使用方法を周知しているところではあるが、改めて注意喚起を行う。

#### 2. 液体窒素の使用方法

##### ◎液体窒素貯蔵設備および容器利用方法

液体窒素を貯蔵タンクから別の容器に充填する(液採り)作業は、一つ間違えると液体窒素を浴びて凍傷になる可能性があり、作業に当たっては、細心の注意が必要である。

液体窒素の汲み取り作業を行う際は、安全メガネを着用し、低温用手袋を必ずつけること。軍手等は好ましくない。短パンにサンダル履きなどの脚を露出した服装で汲み取り作業を行わないこと。低温液化ガスに直接、手、指、脚等で触れてはならない。

また、貯蔵タンクは、高圧(0.35～0.95MPa)がかかっているため、不用意な弁の操作は高圧窒素ガスの突出につながり非常に危険である。液体窒素デューワーへの液採り作業の際は、サーベルをデューワーの口に奥まで差し込み、気化した窒素ガスの勢いでサーベルが浮き上がることがないように注意しながら汲み取り弁を徐々に開けていく。フレキホースとデューワー内が十分に冷却されたら汲み取り弁をさらに開けていくが、開けすぎないように



注意する。デュワーが液体窒素で満たされると、サーベルのつば（鏝）の部分にあたった液体窒素が周りに飛び始めるので、すぐに汲み取り弁を閉める。汲み取り後はフレキホースが凍結しているため、サーベルを差し込む筒に戻すときは無理に曲げないように注意すること。

液体窒素デュワーは2重構造になっており、隔壁は、真空中に保持されている。安全弁は、真空中を封じ切っている部分なので不用意にキャップを外したりしてはならない。満タン時のデュワーの搬送は、必ずキャップを締め移動する。キャップをしないと、床面の凸凹で振動した場合、デュワー内の液体窒素が突出し危険である。顔面に液体窒素を浴びて大怪我をした事故例もある。

またデュワーの搬送は可能な限り2人以上で行うこと。エレベーター内にデュワーと人が同乗してはいけない。エレベーターで運搬するときは、「液体窒素運搬中」であることを明示すること。

液体窒素をデュワーからくみ出す際、手押しポンプがよく用いられる。これは、容器内部を昇圧して液体窒素を押し出すような仕組みになっている。くみ出しポンプは、乾燥していることが重要である。水滴がついていると氷結し動作不良を引き起こす。また手押しポンプに過度の圧力を加えると、ホース部分に過剰に圧力がかかり破裂し危険であるため適度な加圧を心がけてはならない。

#### ◎液体窒素使用方法

①保管容器から液体窒素を実験装置に供給するときは、液体窒素が“もれ”ないように工夫が必要である。人体に少量かかる程度では、蒸発が早い影響はないが、ある程度以上一定時間あびると瞬間的に人体組織は凍結してしまう（凍傷）。万一、凍傷になった場合は、温水（ただし決して42℃を超えないこと）であたためた後、適切な処置をとること。もんだりさすったりしないこと。また、指先などが凍結してしまった時は、そのままの状態ですぐに医師の治療を受けること。

②多量に用いるときは、換気を心がける。実験機器からの余剰圧力による排ガスは、必ず換気扇へ排出すること。使用中に気化するガスが実験室に滞留するような状態で長時間経過すると、窒息する危険がある（酸欠）。特に密閉度の高いクリーン・ルーム内などでの使用には注意が必要であり、酸素センサなどの警報装置の設置が望まれる。空気中の酸素濃度が15%以下になると酸欠状態となり意識がなくなるので極めて危険である。酸素濃度が20%～15%の酸素不足の状態では、頭痛やめまいなどの症状が現れる。なお、酸素濃度0%の窒素ガスを吸うと、1回の呼吸で意識不明となる。

万一酸欠状態が発生し、気分が悪くなった者や意識不明に陥った者を発見した場合は部屋の換気を十分行った後、部屋の外へ連れ出し（必要に応じ酸素マスク着用）衣服の首回りをゆるめて酸素吸入を行う必要がある。

③液体窒素中に室温の物体を投入するときは、徐々に入れること。急激に投入すると激しい沸騰が生じ、液体があふれ出て危険である。またトラップやシュラウドに液体窒素を供給する場合、気化に伴う内部の圧力上昇を考慮する必要がある。圧力上昇を無視した供給を行うと機械的に弱い箇所が破裂若しくは脱離し、液体窒素が飛散する可能性があり非常に危険である。

#### V 設備上の安全対策、作業上の心得

半導体製造用ガスを取扱う場所においては、設備上の安全対策が必要である。半導体プロセスでは、危険性の高いガスを多用するため、特に安全性を重視した設計が必要である。また、事故は、主にガスボンベを交換したりチャンバを開けたりする際に発生しやすいので、ページなどの操作が必ず必要である。

##### 1. 作業室及び容器置場

発火性のガスや毒性のガスを扱う実験を行う場合は、以下に示す設備上の安全対策が望まれる。

(1)実験室は、耐火構造でガスが滞留しない構造とし、室内の温度を適正に保つこと。

(2)担当者以外の者が常時立ち入る場所等から安全な距離をとり、担当者以外の立ち入りを禁止する構造及び措置をとること。毒性ガスの容器置場は鍵を取付けること。

- (3) 毒性ガスに対し通風・換気を考慮し、安全を第一とした作業環境とすること。
- (4) 火気厳禁とする。
- (5) 作業性及び緊急時の避難経路を考慮して、できるだけ広い場所で実験を行うこと。必ず万一の避難時の逃げ道を確保する。
- (6) 可燃性ガスの作業室及び容器置場の電気設備は、原則として防爆構造とする。

## 2. パージによる残留ガスの除去

発火性あるいは毒性の強い半導体ガス容器を装置へ取り付けたり、配管の一部を外したりする際、微量でもガスが残留していると危険である。そこで、危険ガスが残存しないように窒素やアルゴンなどの無害のガスを流す作業が必要となる。それをパージと呼ぶ。実際の作業では、毎回精密なガス分析を行うことはできないので、パージを効果的に行うための基礎知識が必要である。

配管パージの原則は、ガス溜りの部分を作らないように配管設計の時点から注意することである。以下に、最適パージ回数を決定するための参考式を示すこととする。下記の2式は、あくまでも、系内でのパージガスと成分ガスの混合が瞬間的に行われるという前提に立って導かれた式であるので、適用に当たってはこの面での考慮が必要となる。

### 1) 連続パージ

連続パージは一定の流量のパージガスを流し、ある容器の系内を置換していく方法である。対象とする反応ガスの初期濃度 ( $X_0$ )、時間  $t$  が経過した後の濃度 ( $X_n$ )、内容積 ( $V$ ) パージガス流量 ( $Q$ ) の間には、次式が成立する。

$$X_n / X_0 = \exp(-Qt / V)$$

### 2) 回分パージ

回分パージとは、パージガスで系内を所定の圧力まで上げ、次いで内圧を放出するか又は真空引きを行い、再度加圧を行うというように加圧・放出を繰り返す方法である。

この場合の初期濃度 ( $X_0$ )、 $n$  回パージ後の濃度 ( $X_n$ )、初任(放出後圧力、 $P_0$ )、加圧後圧力 ( $P$ )、パージ回数 ( $n$ ) の間に次式が成立する。

$$X_n / X_0 (P_0 / P)^n$$

連続パージと回分パージを比べた場合、一般的には回分パージの方が効果的である。特に、配管や装置の構造が複雑になるほど回分パージの方が有利である。

## 3. 排ガス処理及び換気設備

ガスを排気する場合の処理は極めて危険を伴うことが多い。したがって、当該ガスの特性・危険性等を熟知したうえで、ガスを毒性又は発火性のない安全な状態に処理してから廃棄する必要がある。

(1) 排ガスは、安全化処理を行った後、排気ファンを通じて排気口に接続する。安全化の処理の方法としては、化学反応・化学吸着・物理吸着・燃焼・希釈等の方法がある。このうち物理吸着とは、多孔質の固体がある特定の物質を吸着する親和力を利用したものであり、活性炭・シリカゲル・アルミナゲル・モレキュラーシーブなどの吸着剤が市販されている。これらのうち、活性炭による有害ガス除去法が一般的に採用されている。また、 $AsH_3$ ・ $PH_3$ ・ $H_2S$  等の水素化物ガスは、除害能力の高い酸化吸着による処理方法が利用されている。酸化剤には、塩化第二鉄 ( $FeCl_3$ ) を主剤に多孔質粉体を担体に含浸させたものが用いられている。

(2) 可燃性・自然性のガス排気システムに使用される材料は、不燃性材料でなければならない。また、不燃性の排気システムに使用される材料は、耐蝕性材料でなければならない。

(3) 必要と認められる場合には、適当なフードを使用した局所排出装置を使用し、作業者の安全性を確保する。

(4) 漏洩ガスが室内に拡散する場合を考慮し、常時、換気が行えるような設備をする必要がある。

(5) 排気ファンは、作業中などには連続駆動し、万一停止した場合には直ちに知らせる警報器を設置すること。



#### 4. ガスの漏洩検知警報設備

可燃性ガスの漏洩は爆発・火災の原因となり、毒性ガスの漏洩は人の健康・生命に危険を及ぼすこととなる。したがって、できるだけ早く漏洩の発生と場所を知る目的で、漏洩検知警報器の設置は不可欠である。しかしながら、これらの漏洩検知警報器は種類が数多く、発売後の日も浅く、評価が定まっていないのが現状であるので、使用ガスの種類や目的により、メーカーとの打合せを行い選定すべきである。

特に毒性の強いガスは、2種類以上の異なった原理に基づく検知器で常時監視することが望ましい。

#### 5. 消火及び保護設備

可燃性ガス毒性ガスの作業室及び容器置場などには、必ず消火器及びガスマスクを常備し、配置場所を明示しておくこと。

##### (1) 消火器

消火器には炭酸ガス・粉末・液体・泡沫の他に特殊火災(金属火災等)用消火器などがあるが、それぞれに特徴があり、危険物の種類によって選ぶことが望ましい。最適のものを常時近くにおき、耐用年数に注意し、保守管理することが重要である。

##### (2) ガスマスク

ガスマスクには、次表に示す送気マスクの他に、吸収剤を使うマスクがある。吸収剤を使うマスクは、有毒ガスの種類によって吸収剤を変える必要があるので使用するガスに適したものを用意しなければならない。エアラインマスクは、マスク内が陽圧で、マスクでの小さな漏洩に強いが、行動範囲がホースの長さに制限されるという難点がある。ボンベを携帯する空気呼吸器は、行動範囲制限は受けないが、ボンベの容量が限定され、使用時間が短いなどの難点がある。

##### (3) その他

その他の保護設備として、保護衣類・手袋・安全帽・保護メガネ・担架など各種の備品があり、ガスの使用状況に応じて常備しておかなければならない。また、いつでも誤りなく使用できる訓練を行うことも重要なことである。

#### ガスマスク

品 名	内 容
エアラインマスク(圧縮空気式マスク)	・圧縮空气管、高圧空気容器、空気圧縮機より圧縮空気を送気する。 ・中間に流量装置及びろ過装置があり、送気量を適当にすると負担がかからない。 ・送気量は 100 ～ 150 l / min が適当である。
空気呼吸器	・吸うだけで吸気される。 ・吸気量がボンベによって限定され、詰め替え作業が伴う。 ・ボンベを背負って歩くので、行動範囲制限を受けない。

#### VI 緊急時の一般的処置

危険ガスを取り扱う者は、それぞれのガスの性質、作業環境などをよく理解し、緊急時には臨機応変に適切な処置ができるように、常日頃から心がけておく必要がある。緊急時には、被害を最小限に食い止めるよう努めなければならないが、当事者は自らの命を顧みないような危険な行動を取ってはならない。

## 1. 火災時の応急処置

火災時の緊急処置に関しては、別項で述べられているので、ここでは、特に半導体プロセスに関連した緊急処置を述べることにする。

### (1) 一般的な注意

(a) 火災が発生した場合は、火災の程度、周囲の状況を確認する。

- ① 発火源
- ② 毒性ガスの流出による中毒
- ③ 容器の破壊
- ④ 可燃性ガスの流出によるガス爆発

などを念頭におき、人身事故を未然に防ぐように臨機応変な処置をとる必要がある。いずれにしても当事者は、自己の退避時間を的確に見極め、安全な行動をとらなければならない。

(b) 火災が発生し消防署の助けを依頼する事態が発生した場合は、消火に携わる消防署員に、毒性ガス及び可燃性ガスの存在と破壊の可能性のある高圧容器の存在を通知すること。

(c) 火災及びその他の原因によって毒物又は劇物が漏洩し、周囲に危害を生ずる恐れのある場合は、速やかに保健所、警察署又は消防機関に届け出る義務がある(法的な義務としては、アルシン・ホスフィン・スチビン・セレン化水素・塩化水素・アンモニア・三塩化ヒ素・五塩化アンチモンが該当するが、ほかのガスの毒性もこれらのガスと同等又はそれ以上なので、標記の手続きをすることが好ましい)。

### (2) 周囲が火災の場合の処置

(a) 可能な限り容器を安全な場所まで移動する。

(b) 移動できない場合は、注水して容器を冷やし続ける。

(c) 容器の温度上昇を妨げないと判断した場合は、毒性ガスが流出することを予測し、ガスマスクを着用して周囲の作業員及び被災すると判断される区域の人を風上に退避させること。

(d) さらに容器の破壊、飛散、及び被災容器が可燃性ガスの場合は、ガス爆発を想定して周囲の人を避難させること。

### (3) 容器・製造設備が火災の場合の処置

(a) 毒性ガスあるいは可燃性ガスが洩れたと判断して、速やかに風上に待避し、毒性ガスが洩れていることを連呼して、周囲の作業員を退避させること。

(b) 次にガスマスクを着用し、周囲の運搬可能な容器を安全な場所に移動する。搬出できない場合は、できるだけ風上の遠方から注水して、全部の容器を冷やし続けること。

(c) 同時に、火災の状況により消火が可能で、かつ消火により毒性ガス、可燃性ガスが流出しない場合、また流出しても被災の恐れがない場合は、初期消火を行うこと。消火には、状況により、放水、ドライケミカル消火器、泡沫消火器、ハロン消火器などを使用する。

(d) 製造装置の火災においては、可能な限りガス源の弁を閉じること。

(e) 火災が拡大し、ほかの容器や装置の温度上昇があると判断される場合は、ガス爆発を想定して周囲の人を退避させる。

## 2. 漏洩時の緊急処置

ガスが容器等から漏洩したとき、この処理には危険を伴うことが極めて多い。したがって、万一ガスが漏洩した場合は、災害を最小限に食い止めるために、漏洩ガスの種類と特性、周囲の状況等を考慮して迅速に適切な処置をとる必要がある。

(1) 僅かに漏洩した場合

(a) 容器弁の口から漏洩が生じた場合は、風上に位置して容器弁を強く締める。この場合必要に応じて保護具を着用する。容器弁が閉じられてもなお洩れているときは、ガスマスクを必ず装着し、アウトレットキャップを取付けてから、管理者の指示にしたがって漏洩容器を安全な場所に移動すること。

(b) 容器弁の弁口以外の箇所から漏洩が生じた場合は、ガスマスクを必ず装着し、管理責任者の指示にしたがって漏洩容器を安全な場所に移動する。

(c) 設備又は配管系統から漏洩が生じた場合は、適切な処置をとること。

(2) 大量に漏洩した場合

(a) 速やかに風上に待避し、毒性ガスが洩れていることを連呼して、周囲の人を退避させる。

同時に保護具を装着し、管理責任者の指示にしたがって臨機応変な処置をとること。

(b) 漏洩場所付近にはロープを張るなどして、人を近寄らせないようにする。

(c) 漏洩場所付近では一切の火気源を絶つこと。

(d) 毒物又は劇物が漏洩し周囲に危害が生ずる恐れのある場合は、速やかに保健所、警察又は消防機関に届け出る義務がある。

(e) 特に水散布が効果的なガスの場合は、スプリンクラーを作動させる。

# 機械類の安全運転のために

下記以外にも、「共通施設利用における安全」を参照すること。なお、学部の2年、3年次における学生実験では、ものづくり創造工学センターや各実験室の機械を使用する機会が多いので、前もってテキストを熟読・理解しておくこと。また、実験当日は教員の説明を注意深く聴き、疑問点は遠慮なく質問すること。

## I 機械運転の前の安全対策

### (1) 機械の構造、運転についての予習

教職員や先輩の話を聴くことも大事だが、その前に、その機械の使用説明書を熟読すること。実験室には様々な種類の、様々な時代の機械・装置があり、一つ一つ操作方法が異なることを心得ておくこと。分解・整備をするときも同じである。

### (2) やたらにスイッチを押すな

予習をしていない者が、友人の使っている機械の所にやって来て面白半分にスイッチを入れたため、大災害を起こすことがある。

### (3) 休日・深夜の運転

室内に誰もいないとき、危険のある機械を運転してはならない。万一のとき誰も助けてくれない。

### (4) 君子危うきに近寄るな

近寄る必要の無い危険な場所には、防護柵や網を設けて、誤って近づくことができないようにせよ。

### (5) 飛散防護壁を備える

機械の運転に際して、破片が飛び散る恐れのある場所にはしっかりと防護壁(鋼板・厚い木版・プラスチック板・目の細かい金網等)を置いておくこと。細かい切り屑の飛散には防護眼鏡が有効である。

### (6) 障害物の整理

足元の障害物や頭をぶつけそうな障害物があると、それにぶつかって機械に倒れかかることがある。機械の運転するところに何か置き忘れると、運転によってそれがはね飛ばされる。十分注意して点検すること。

### (7) 服装の注意

機械の運転部分に引き込まれる恐れのあるバラバラの長髪、長い袖、大き過ぎる手袋等はきちんと処理しておくこと。靴も床に油があると滑りやすい底は避けた方がよい。重量物が落ちたり、つまずいたりしても怪我をしないような JIS 規定の安全靴か爪先のしっかりした革靴が望ましい。

### (8) 工具・試験片の取付け

しっかり取付けたつもりでも、機械の振動によってゆるみ、飛び出すことがある。十分気をつけて締め付け、途中の点検を忘れないこと。また、取付ける面の間に屑やごみが挟まっても危険が起こるから、あらかじめきれいにしてから固定すること。特に研削作業における工作物の取付けが不適當な場合、大事故につながる。したがって、研削作業での工作物の取付けは指導員の指示に従うこと。

### (9) 重量物の固定

高い所に置かれた重量物や、背の高い重量物が何かのはずみで落ちたり倒れたりしないように固定しておくこと。

## II 機械の運転開始以後

### (1) 声をかけて

二人以上で操作するときでも機械操作は必ず一人で行い、仲間が危険な場所にいないように声をかけてからボタンを押すこと。一人でも声をかけた方が(電車の運転手のように)間違いが少ない。非常停止スイッチの場所を今一度確かめて。

### (2) 再び、君子危うきに近寄るな

機械の運転中、運動部分、飛散の恐れのある場所に近寄ったり、手を入れたりしてはならない。監視の必要のあるときは、厚いプラスチック板を通して見ること。

### (3) 目と耳をそば立てて

スイッチを入れてから呑気な顔をしておらずに、目と耳と鼻をそば立てていること。異常が見えたり、聞こえたり、臭ったりしたら、直ちにストップ。必ず異変が起きているのだから。

### (4) 元スイッチを切る

実験が済んだら、電源の元スイッチも切ること。そうしないと、誰かが誤って機械の起動ボタンを押したとき、何が起ころか考えよ。

### (5) 後片付け

使用した工具、その他の物は片付けておくこと。これは、それらを紛失しないためだけでなく、次に機械を使う者に危害を与える恐れがあるからである。また、自動送り等は必ず解除しておくこと。

## III ホイスト・クレーンの使用について

(1) ホイスト・クレーン等動力を用いた吊上装置の使用は有資格者(玉掛技能講習を修了し、労働省令で定めるところの特別教育を受けた者)に限る。ただし、0.5 t 以下のホイスト・クレーンまたはチェンブロックによる荷の吊り上げはこの限りではないが管理担当者の許可ならびに使用上の注意を受けること。

(2) ホイスト・クレーン等の吊上装置の真下には立ち入らないこと。ヘルメット着用のこと。安全靴を使用すること。

# 火災及び地震対策

## I 火災対策

火災が発生すると人身事故につながる危険性が高く、また建物や設備にも大きな損害を与えるばかりでなく、苦勞して作ったデータ等もダメにしてしまったという残念な例も多くある。火災の原因としては、ガス、化学薬品、電気等が挙げられる。ここでは一般的な注意事項について述べるが、詳細は各項目の注意事項を参照すること。

### 1. 火災の予防

以下の注意を守ること

- (1)「火気厳禁」の表示のある場所では、火気を絶対使用してはならない。
- (2)指定数量を超える危険物を実験室に置かない。
- (3)実験室内は、どこで事故が起こっても全員が廊下に退避できるように装置類の配置を考慮し、常に安全な出口を確保する。
- (4)ゴム管、塩ビ管は、完全な物を使用し、脱落や電気コードとの接触に注意する。
- (5)スイッチ、ヒューズ及び電気コードは、規格品を用い、タコ足にしたり、床にたれ下がる配線にしたりしない。
- (6)火気使用器具は、不燃性の台の上に置き、破損、ガラス器具のキズ等は実験前に必ず点検する。
- (7)熱源の近くに引火性、可燃性の物質を置かないことは勿論、室内は常に整理しておく。
- (8)可燃性の溶剤は、必要な量のみを小出しにして使用する。
- (9)未知の点が多く危険を伴うような実験は、夜間を避けるとともに一人だけでは実験をしない。
- (10)電気炉とか大電力を消費する装置に通電したままで、その現場を無人にしないこと。まさかの火災が起こるかも知れない。普段から消火器、消火栓がある場所及び使用方法について、各自熟知しておくこと。
- (11)喫煙については次の点に留意すること。
  - 1)喫煙はキャンパス内数箇所の喫煙場所においてのみ許可されている。喫煙は灰皿設備のある場所で行う。他の場所、及び歩行中や自転車などの運転中は禁煙である。
  - 2)置きタバコはしない。
  - 3)灰皿の中に紙屑等燃えるものは入れない。
  - 4)灰皿の周囲には、紙等燃えやすいものを散乱させない。
  - 5)タバコの吸殻の後始末をするときは、水をかける等して火が完全に消えていることを確認する。
  - 6)喫煙する者は後掲の「本学における禁煙対策」の項を必ず読むこと。

### 2. 火災のときの対応

- (1)火災の発生状況を確認し、「火事だ」と周囲の人達に知らせる。
- (2)適切な消火器を用いて消火する。消火器の操作を誤らず、適切な消火剤を放出すれば、初期の火災は容易に消える。この場合決してあわてない(消火器については p.102 表参照)。
- (3)状況に応じ、現場の一人は、火災報知機のボタンを押し、次いで電話で消防署に火災の場所と状況を知らせる(緊急時の対応の項目参照)。
- (4)二次災害を防ぐため電源、ガス源は切る。周囲の燃えやすいものは早く取り除く。
- (5)被服に着火したら、手又はありあわせのものでもみ消すか、近くの水をかぶる。更に、廊下等を転げてもみ消すのもよい。

(6) ドラフト内での火災は、上方への火災の拡大と消火の効果からして、換気を止めるのがよい。

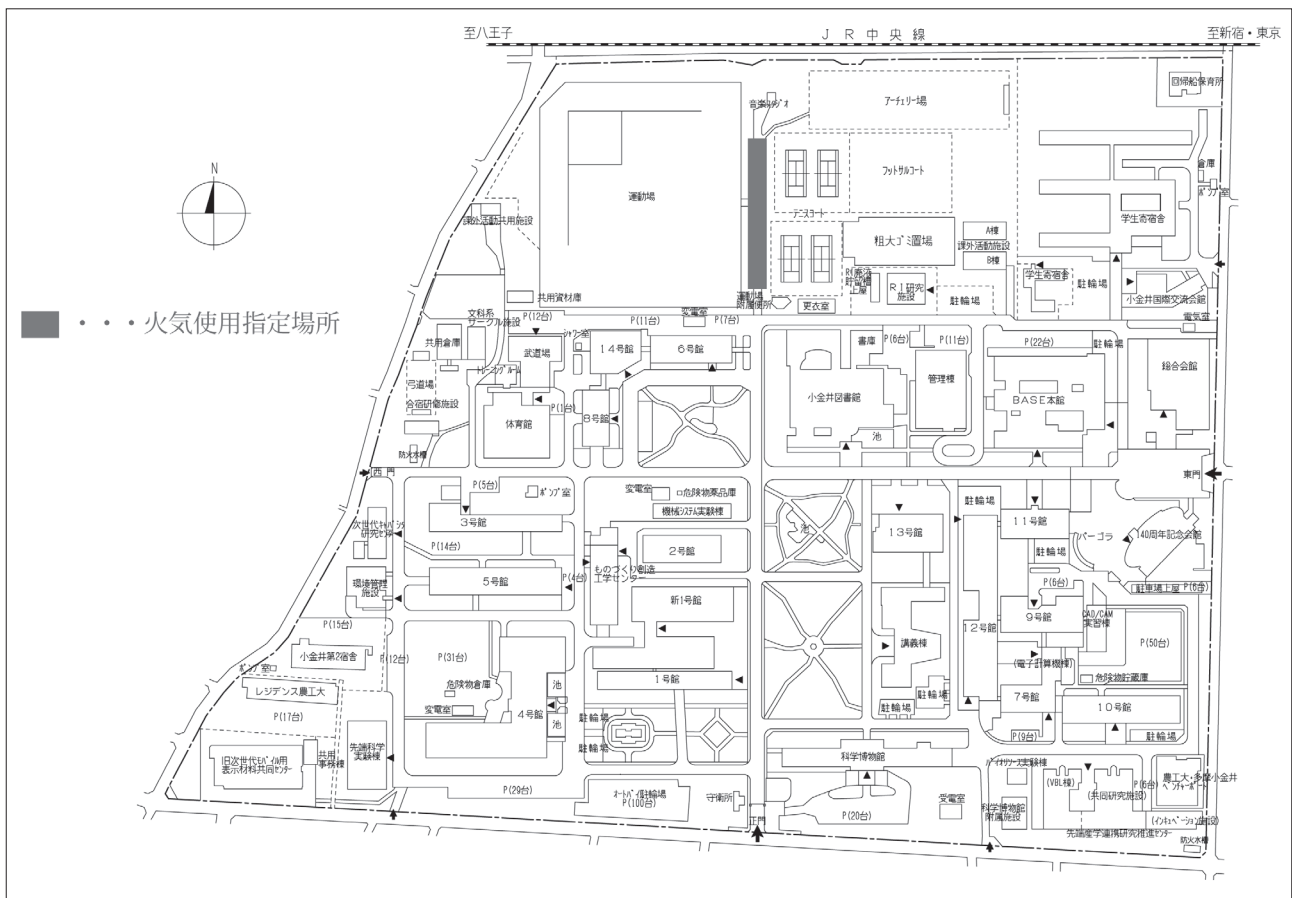
ただし、煙、有毒ガスの発生を伴う場合等状況によっては換気を続けた方がよく、その判断は、爆発物質及び状況をよく確認の上で決める。

(7) 可燃性ガスボンベの噴出により発火が起これば、消火はしないでできるだけ周囲の可燃物を除去するよう努める。

(8) 発火を伴わないで可燃性ガスが噴出した場合は、なるべく離れた位置で電源を切る等着火源を除き、次に窓を開けて換気をはかり、出来れば噴出口をふさぐように努める。

(9) 有毒ガスの発生を伴う恐れのある場合には、消火に当たって防毒具を付けるか、少なくとも風上側より消火に努める。

※ 小金井キャンパス屋外での火気使用場所については、下図を参照。



屋外火気使用マップ



### 3. 避難

- (1) 火災又はガスの発生が、初期消火の手段では手に負えないと判断されたときは、速やかに安全な場所へ避難する。
- (2) 消火器で消火できる火災の限界は、そのときの状況によるが、壁の内装材が燃えている程度までであって、天井が燃えはじめると消火は難しいので速やかに避難する。
- (3) 部屋を退出する場合は、ガス源、電源、危険物等の処理を行った後、内部に人のいないことを確認して、出口の扉を閉める。
- (4) 廊下における避難路の選択は、アナウンス等の情報がない場合、煙の動きを見て風上に逃げる。
- (5) エレベーターは、停電でなくとも、停止させることがあるので使用しない。
- (6) 階段は、煙の通路になり危険が多い。平常から避難経路を考え、建物の構造、非常口等をよく調べておく必要がある。
- (7) 煙が多い場合は、手拭い等を口に当て、低い姿勢で避難する。煙が床まで下がるにはかなりの時間がかかる。
- (8) 非常階段、非常梯子、その他が使用できない緊急の場合は、窓を開き、大声で助けを呼ぶ。
- (9) 屋上は比較的安全な避難場所と考えられる。

#### 消火器の種類と特徴

消火器の種類	成分	特徴	適 応	不適応	消火原理
水消火器	水		一般火災・電気火災 *	油火災	冷却作用
炭酸ガス消火器	二酸化炭素	消火後がきれい で実験室向き 射程が短く、 風に弱い	油火災・電気火災	一般火災	窒息・冷却作用
粉末消火器 (A B C)	リン酸アンモニウム	消火効果大 放射時間が短い 薬品・器材類に与える影響大	一般火災・油火災* 電気火災		窒息・抑制作用
強化液消火器 (A B C)	炭酸カリウム	射程大 火種が残りやすい火災に効果的	一般火災・油火災* 電気火災*		冷却・抑制*作用
機械泡消火器	界面活性剤	粉末の速攻性と水系の 確実性を併せもつ	一般火災・油火災	電気火災	窒息・冷却作用
化学泡消火器	炭酸水素ナトリウム 硫酸アルミニウム	垂直面の消火にも有効 消火後の汚れ大	一般火災・油火災	電気火災	窒息・冷却作用
ハロン 1301 消火器	プロモトリフルオロメタン	被災物を汚さない コンピューター火災向き	油火災・電気火災	一般火災	窒息・抑制作用*
金属火災用消火器	食塩・砂		金属火災・立体的な火災		窒息・抑制作用

\*霧状に放射する場合



## II 地震対策

- (1) 背の高い物体は転倒するので、本棚、スチール欄、ロッカー等はアンカーボルトなどで上部を壁に固定する。
- (2) 平素は動かすのが困難な重量物も、地震の際には平等に加速度を受けて動きだす。重量物にはさまれて負傷する場合もあるので、床にしっかりとアンカーボルトで固定する。また隣り合った机同士は、足を互いにワイヤーなどでつなぎ合わせておく。
- (3) ガスボンベは転倒しないように、太い鎖で壁に固定すること。
- (4) 薬品や危険物は、保管庫等のなるべく低い位置に収納する。また机上やラック内で使用するパソコンや測定器等はすべり落ちないように固定する。
- (5) 地震時には火を出さないよう、ガスコンロ等の火を直ぐ消す。普段から火を使っている間は部屋を無人にしない。
- (6) 普段から整理整頓に心掛け、避難通路となる部分には物を置かない。また避難経路、避難梯子、非常口の位置を確認しておく。
- (7) 地震が発生したら、状況に応じてあわてずに所定の場所に避難すること。避難場所については、日常、学科ごとに話し合い、決めておくこと。
- (8) エレベーターに乗っている場合には、次の階で直ちに降りること（エレベーター内に注意事項が書いてあるので日頃見ておくこと）。
- (9) 多摩地区に震度5強以上の地震が発生した際に備えて、「地震発生時の初動マニュアル」が用意されているので一読しておくこと。

# 研究室における安全

## I 一般的注意事項

(1)安全のため、日常利用している建物構造、使用状況を十分に知っておくこと。特に災害時の避難口(非常口)や消火器・消火栓・火災報知器の所在については常日頃、万一に備えて覚えておくこと(各棟別の建物図面に記入してあるので確認しておくこと)。なお、火災報知器関係の設備として、各室内天井に火災の感知器があり、また、各階には防火シャッター、消火栓、非常階段が設置されているが、これらの取扱いの方法もあわせて、各棟毎に毎年定期的に説明会を開くなどして、周知徹底するようにする。

(2)各研究室の戸締り、水道・ガス・電気・その他火気・危険物等の始末・管理は、各研究室の管理責任者(指導教員)の責任のもとで行われている。卒業研究生、大学院生及び研究生として研究室の一員となったならば、指導教員の指示に従って安全管理のシステムに早く慣れ、規則を遵守すること。各研究室で最後に帰宅する者は、安全確認リストに従い、戸締り、水道・ガス栓・電源が閉じていることを確認した上でリストに署名し、出入口、窓等の施錠を確認してから帰ること。研究の遂行のために終夜運転をしている装置がある場合には、点検の上、支障なく動いていることを確認すること。

(3)各階の最終退出者は廊下、トイレ等の消灯、各階非常扉のロックを確認する。なお、非常扉は平常使用せずロックしておく。

## II 地震及び火災に対する対策

関東地方には地震が多い。地震動の揺れは、上階では地上の倍以上になって大きくなる場合がある。そこで、最低限度の地震対策を考えておく必要がある。詳細は「火災及び地震対策」を参照すること。

## III 化学薬品の安全な取り扱い

詳しい事柄は「化学薬品の安全な使い方」の章を参照すること。ここでは基本的な注意事項だけを述べる。

(1)試薬等を取り扱う場合は、予めその物性及び法規制の有無を確認すること。特に、初めて取扱う試薬等の場合はよく注意してこれを行い、判断のつかないときは教職員の指示を受ける。

(2)引火・爆発性物質と着火源、禁水性物質と水、混合危険物どうしはそれぞれ確実に分離し、不用意に影響しあうことがないように対策を講ずる。

(3)研究室では種々の化学薬品が使われる。中には腐食性や毒性の強いものもあり、また混合すると爆発的に反応したり、発火や有毒ガスを発生することもあるので、使用する薬品の性質を予めよく調べた上で取り扱う必要がある。

(4)薬品類は、各薬品毎に場所を定めて保管する。

(5)薬品を使う実験は、必ず白衣、防護用ビニール手袋、必要に応じて防毒マスクを着用し、普段眼鏡をかけていない者は保護眼鏡をかけて、ドラフトチャンバー内で行う。

(6)爆発や発火、あるいは急性中毒の恐れのある薬品を扱うときは、一人で実験を行わない。また薬品に限らず、深夜に一人で実験を行ってはならない。

(7)冷蔵を要する試薬等を貯蔵する場合、これを格納した冷蔵庫が停電により庫内温度が上昇することもあるので、そうした可能性を考慮した処置を施しておくこと。

(8)薬品を別の容器に小分けした場合、内容物を取り違えぬよう速やかにラベルを貼り付けること。

(9)薬品の処理、廃棄に当たっては、本学環境管理施設発行の「廃液等の取扱いの手引」をよく読み、その指示に従う。

(10)使用した器具等はよく洗い、その廃液は定められた容器に廃棄する。

#### IV ガスによる災害防止

実験室等でガスを取扱う際には予め次のことを行っておく。なお、「危険性ガスの安全作業について」の項を参照すること。

- (1) ガスを使用する実験を行うに当たっては、事前に使用ガスあるいは発生ガスの性質(特に比重・爆発限界・発火点等)を十分調査し、熟知しておく。
- (2) ガス漏洩時に迅速な処置がとれるように、ガスの種類・反応物の内容に適合した消火器・保護具の所在を事前に確認しておく。

##### 1. 可燃性ガス

実験室等で使用する可燃性ガスの取扱い

- (1) 火気のそばで使用してはならない。万一の火災に備えて、消火器の所在を確認しておく。
- (2) 着火源は常に存在するものと考え、燃焼が起こるようなガスの状態を作らないように注意すること。
- (3) 多量のガスが漏洩した場合は、周囲の者にも知らせ、直ちに避難する。余裕のある場合は、ガスの元栓を閉めて火気を止め、窓等の開放を行う。
- (4) 漏れの検知法として、加圧の場合は石鹼液を用いた泡による方法が簡単である。常圧の場合は、ガスビュレットの減少をチェックすればよい。
- (5) 爆発範囲の大きなガス(例えば、水素:4.00～74.20%、一酸化炭素:12.50～74.20%、硫化水素:4.30～45.50%、アセチレン:2.50～80.00%)の取扱いには特に注意を要する。

##### 2. 都市ガス・プロパンガスの取扱い

ガスの特性及び機器の機能をよく認識し、次の事項を遵守する。

- (1) ガス器具に表示してある以外のガスを使用しない。
- (2) 不完全燃焼を起こさないように、空気の供給を十分に行い、常に換気を良くする。
- (3) 都市ガスの特性をよく知っておくとともに、何よりもガス漏れに十分注意すること。元栓と燃焼装置とのゴム管による接続は指定のバンドを用いて確実に行い、ゴム管の傷みや劣化に常時気を配ることが必要である。やむを得ずゴム管を床に這わせる場合には、必ず丈夫な保護管をかぶせること。
- (4) 万一、ガスが漏れたときはまず元栓を閉め、窓を開けて通風により換気する。換気扇などは、スイッチを入れた瞬間の火花により爆発を起こす恐れがあるから用いないこと。
- (5) ガス使用中は原則としてその場を離れない。
- (6) ガスの元栓を切る際には、他人が使用中でないかどうかの確認を必ず行うこと。他人の使用に気付かずにガスの元栓を締めると、翌日元栓を開けた際にガスが漏れて非常に危険である。

##### 3. 高圧ガス

圧力が高く、漏洩・破損等により、爆発・火災・中毒・怪我等の重大な災害につながる恐れがあるので、次の事項を遵守する。

- (1) 高圧ガス容器には容器証明書が添付され、また、容器の肩の部分に刻印が打ってあるので、使用前にその内容を確認する。

- (2) 高圧ガスの取扱いは、十分な知識と経験を持った者が行う。
- (3) 容器を立てて保管する場合は、転倒しないように壁や柱にチェーン等で固定する。倒れた容器のバルブが破損し、容器が 600 m も飛んだ例がある。
- (4) 容器を横にして置く場合には、転がらぬよう確実に固定する。
- (5) 容器を交換した後は、圧力調整器の取り口に漏れがないかを石鹼水等で検査する。また室内の換気は十分に行う。
- (6) 圧力調整器は、ガスの種類に合ったものを使用する。特に酸素は、油脂と反応して発火することがあるので、専用のものを用いる。
- (7) 毒性ガスが漏れた場合には、速やかに風上に退避し、毒性ガスが漏れていることを連呼して周囲の人を避難させる。その後の処置は教職員の指示に従う。
- (8) 運搬時には、安全靴・手袋等を着用し、バルブ保護用キャップをつけ、ボンベ専用の手押し車を用いることが望ましい。手押し車を使えない場所またはそれが無い場合には、ボンベを少し傾け、底の縁でころがすように運ぶとよい。このとき滑り易い床には注意すること。ボンベは引きずったり、階段を滑落したり、横にして転がしたりなどしてはならない。
- (9) 液化ガス・アセチレンは必ず立てたまま使う。

#### 4. 低温液化ガス

- (1) 液体窒素、液体酸素などの低温液化ガスが直接皮膚に触れると凍傷を起こすので注意する。特に眼を保護するため、ゴーグルや面覆い等を使用するとよい。
- (2) 低温液化ガスを口の小さい容器内で急激に気化させると爆発することがある。また液体窒素を狭い空間で大量に気化させると酸欠状態になることもあるので、換気を十分に行う。
- (3) 液体酸素のそばに可燃物を置かない。他所の大学で、液体酸素を運んでいた研究員がつまずいて倒れ、液体酸素を眼前のアスファルト舗装上にこぼした際、ポケットから金属製ボールペンがすべり落ち火花を発したために、アスファルトが炎上し両眼を失明したというような事故が起こっている。

#### V 電気傷災害に対する対策

多くの研究室では、高電圧もしくは大電流を使う装置で実験をしている。関連する事故は感電ならびに短絡や漏電事故である。これらは事故の中でも最も危険なものである。安全確認を怠ると、人命をおとすことにもなりかねない。感電に対する安全対策等については「電気を安全に取扱うために」に詳述してある。この箇所を熟読し、感電防止の知識を知って、事故から身をまもることを学んでほしい。

#### VI 大型の装置・機械を用いる際の注意

研究室によっては、大型で高度な装置を用いることが多くなる。また、既成の装置を利用するほか、実験目的になった装置を自分で設計製作することが必要なときがある。そのようなときには、自ら旋盤などの工作機械を操作することになる。これらの装置・機械は使用法を誤ると大事故につながるため、操作法、機構などを十分理解しておくことが肝要である。

- (1) 各講座で共通ないしは研究室に設置されている危険を伴う設備や施設を使用する場合には、各々取扱責任者に申出、かつ諸注意を厳守すること。
- (2) 共通の工作室等では、同室の管理担当者に申し出て、所定の規定を守って使用すること。
- (3) 各種の測定装置を組み合わせて実験を行うことが多い。そのような場合には電力線や管、ホースの類が床を乱れて

這いがちになる。これは実験の際に足にひっかかって大変危険である。実験環境を常に整然とし、頭上、足元の安全を確保すること。

(4) 実験は二人以上とする。一人が事故にあったとき、他方の共同実験者が救助することができる。

(5) 最近では、測定系が自動化されていることが多いが、機械を信頼し過ぎて任せきりにすることは大変危険である。特に、初期の段階で、機能が十分作動しているかどうか確認しないうちにその場を離れたり、思いがけない異変にすぐに対応できないほど遠くにいつてしまったりするなどは厳に慎むべきである。

(6) 装置の配置等を考える際には、人間は誤りを犯すもの、装置は故障するものという立場で、たとえ誤操作や部品の故障が起こっても安全が確保されるよう配慮すべきである(foolproof、fail-safe)。

## VII 回転機による傷害防止

(1) 真空装置やボール盤には電動機が使われている。このような大きな機械エネルギーを持った回転機を操作する場合には、巻き込まれないよう身なりに注意を要する。裾の長い作業着やネクタイ等は着用しないようにし、また回転部に必要以上に頭を近づけない。他の器具や周辺の物体が巻き込まれても実験者の怪我を招く。実験機器の配置、筆記用具など持ち物の整頓に配慮が必要である。

(2) 複数人で共同実験を行う場合、スイッチの投入や機器の起動操作は、各メンバー間で声を出して合図し合い必ず全員の確認をとったうえで行う。

(3) スwitchの閉鎖操作は完全に行う。半開きの状態では振動や触れただけでスイッチが入ってしまう心配がある。

## VIII 光線、放射線、強磁場等による傷害防止

(1) レーザー光線、赤外線、紫外線やマイクロ波は眼や皮膚の傷害を引き起こす。レーザー光は眼に入らないように注意する。赤外線は光路が見えないので安全眼鏡を着用すること。アーク放電等に伴う紫外線や強力な光は直視しないこと。直視せざるをえない場合は安全眼鏡を着用すること。強力なマイクロ波も火傷や眼の傷害を招くので、十分な遮断を施すこと。

(2) 放射性同位元素等の規制に関する法律によって放射線源の使用は厳しく規定されている。したがって、線源を使用する実験者は「放射線取扱主任者」の監督、指導の下、放射線実験をすることが義務づけられている。なお、「共通施設利用における安全」の「Ⅲ．放射線研究室」を参照のこと。

(3) X線など各種の放射線や核磁気共鳴装置などの強磁場を使用する実験にあたっては、それらが直接目に見えず、しかも身体への悪影響が確実に存在するので、それからの防護は万全を尽くさなければならない。なお、これらを用いる実験に関しては、「共通施設利用における安全」の「Ⅰ．共通機器」を参照のこと。

## IX 夜間・休日の実験

大学における実験・実習は原則として平日の昼間に行うべきものである。学生実験はもちろんのこと、卒業論文・修士論文等のための研究も昼間に行うことが望ましい。夜間の実験では、疲労や眠気などから実験に必要な集中を欠いてしまうことも多く、実験が失敗して貴重な時間や大切な試料を失うばかりでなく、怪我や事故に繋がり易いということが理由の一つである。また、夜間や休日に一人で実験を行って万一事故が起こった場合、適切な対処がしにくいということも理由の一つである。実験の初心者には指導教員等の実験に精通した人の指導を仰いでから実験を始めることが必要であるため、講義その他の合間を縫って平日の昼間に指導が受けられるように、計画的にスケジュールを組むように心掛けて欲しい。



最近では、大学構内で挙動不審な人物が出没したり、盗難、痴漢行為が発生したりすることも時折報告されている。夜中や休日などに人気のないところに向かうのは、防犯上からも勧められない。

やむを得ず、夜間や休日に実験をする必要があると判断する場合は、指導教員の指示を仰ぐ。実験を安全に行うためには以下の注意を参考にして欲しい。

- 1) 夜間や休日など、指導者が不在時に実験する場合は、事前に指導者に実験内容を説明し許可を得るようにする。
- 2) 相応しい安全な服装に留意する。木綿の実験衣を着用し、できるだけ皮膚を露出しないように注意したり、必要に応じて手袋や保護具などを装着したりする。
- 3) 実験スペースの確保と整理、整頓。実験台や器具、装置などは清潔に使用し、事故の原因にならないように十分なスペースを確保してから行う。
- 4) 実験の原理を十分に理解し、必要な操作を知っておくだけでなく、後処理の仕方についてもよく頭に入れておく。未知の反応や経験したことのない試験を行う場合は、予め少量の試料で予備的に実験してみるなどの配慮が欲しい。
- 5) 起こりうる事故を予めできる限り想定し、それに対する対処を念頭に置いておく。元栓、スイッチ、消化器、安全シャワーの有無や使用法の確認、緊急避難経路の確保、緊急の際の連絡先の掲示、救急箱や応急医療処置を確認するなど万全を期す。
- 6) 実験を一人では行わない。万一事故が起こった場合、非常に危険である。夜間や休日には周囲に人が少ないから特に避けるべきである。

上記の項目は、必ずしも夜間や休日の安全確保に限定したものではないが、周囲の援助や助言が得にくい状況であることを考えると、とりわけ心に留めて置いていただきたい。また、休日や夜間にまたがって実験装置を連続で稼働させる場合も、出火、爆発その他の危険がないか予め十分に検討しておく必要がある。

## X その他の注意

- (1) 実験はなるべく昼間に行い、どうしても実験装置を終夜運転しなければならない場合は、停電や断水に対応するためにも必ず機器のそばに操作者がいなければならない。
- (2) やむを得ず運転中の装置のそばから離れる場合は、周囲の人に装置の監視を頼む。また当該装置の危険性について周囲に周知する。
- (3) 高温を使用する実験では直接炉に触れない。
- (4) 高温部に水が接触すると、急激に気化して水蒸気爆発を起こす。
- (5) ガラス器具は使用前によく点検し、キズのあるものは使用しない。減圧、加圧、加熱する場合は特に注意する。
- (6) 水道の水圧の差は大きく、夜半から早朝にかけて高くなるから、終夜水を流している装置では専用のゴムホース又はビニール管を用いて、接続部はバンド又は針金で締め付けておく。床が老朽化しているので、漏水したときに下階の機器に莫大な損害を与えるだけでなく、漏電の原因にもなる。
- (7) 実験室で許されている電気配線は配電盤あるいはテーブルタップから機器への配線であり、勝手に建物に固定してはならない。半恒久的な配線は施設整備課職員のような有資格者に依頼する。
- (8) 使用する電気機器の電圧、許容電流などの特性と使用環境を考慮して適切な規格のコード、テーブルタップ、ソケットなどを選ぶこと。通常の交流 100V のソケット、テーブルタップ類は 10A が許容限界電流である。
- (9) ガス漏れ、有害、有毒ガスの発生、自然発火、加熱や、不注意による火災、漏水等には常に注意を怠らぬこと。ガスの

性質(物性の正しい知識)やガスボンベの正しい取扱い等を熟知しておくこと。

(10) 危険薬品等を扱う研究室は、特にその安全な取扱い方法、事故発生時の対策を各人がよく心得ておく。

(11) 地震等による薬品棚、ガスボンベ等の転倒防止に留意する。

(12) 有機廃溶媒、写真廃液等の処理については、「廃液等取扱いの手引(東京農工大学環境管理施設)」の記載に従って中和などの処理を行った上で、分別貯留区分表に従って収集処理の日まで安全に貯留しておくこと。収集処理の期日はその都度各研究室に通知される。なお、微生物等生体試料を含む廃液は滅菌処理をした後に廃棄すること。

(13) 不注意による怪我や災害発生時の人身事故防止には極力留意する。なお、指導教員は学生が災害保険等に加入していることを確認し、適切に処置する。

(14) 研究室を退出帰宅するときには、各室の電源・ガス栓・水道栓を切ったことを確認すること。危険薬品、ボンベ等の処置も確認し、各室の窓、出入口の戸締りも確認すること。

(15) 緊急時の処置は学科主任、研究室の教員に速やかに連絡を取ること。このために、実験室の壁などの目立つところに緊急連絡網を示す掲示を行う。(P111参照)

(16) 各講座で共通ないしは研究室に設置されている危険を伴う設備、施設を使用する場合には、各々取扱責任者に申し出、かつ諸注意を厳守すること。

(17) 共通の工作室等では、同室の管理担当者に申し出て、所定の規定を守って使用すること。

# 事故・災害 緊急連絡先

事故・災害時には以下の手順で行動すること！

- ① 周囲に事故等の発生を伝える
- ② 消火・救助・避難等安全を優先して行動
- ③ 状況に応じて火災報知器のボタンを押す  
救急車・消防車が必要な場合は119番
- ④ 緊急連絡先(守衛室)へ連絡

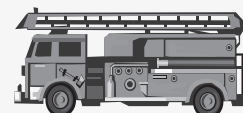
1. いつ・どこで・何が起きたか伝える
2. 自分の氏名を伝える



24時間連絡先（緊急）  
守衛室（正門） 内線7007

（外線）042-388-7007

（携帯）070-6474-7007



その他の連絡先

建物等	： 会計室	042-388-7004	（内線7004）
学生関係	： 学生支援室	042-388-7011	（内線7011）
教職員	： 総務室	042-388-7003	（内線7003）

住所等：東京農工大学小金井キャンパス 小金井市中町2-24-16

ここは

建物名：

号館

部屋名：

室

関係教職員への連絡も忘れずに！

管理教員等：

連絡先：



# 共通施設利用における安全

## I 共通機器

小金井キャンパスには以下に掲げる機器がある。

共同利用機器名	設置場所	補足説明(後述)
透過型電子顕微鏡	機器分析施設	1
走査型電子顕微鏡	機器分析施設	1
単結晶X線自動解析装置	機器分析施設	2
多目的強力X線回折装置	機器分析施設	2
核磁気共鳴装置(300、400、500 MHz)	機器分析施設	3
X線光電子分光装置	機器分析施設	4
薄膜材料結晶性解析 X 線回折装置	機器分析施設	2
固体 NMR 装置	機器分析施設	3
質量分析装置(EI、FAB、ESI、MALDI)	機器分析施設	
原子間力顕微鏡	機器分析施設	
X線マイクロアナライザ	機器分析施設	5
粉末X線解析装置	機器分析施設	5
引張り試験機	4号館	6
各種工作機械	ものづくり創造工学センター	IIものづくり創造工学センターの項目を参照
液体窒素貯蔵タンク	正門守衛所横	7

各機器の利用については、学術研究支援総合センター機器分析施設のウェブサイトを参考に必要な手続きを行うこと(<http://web.tuat.ac.jp/~kiki/instrument/index.html>)。これらの機器のうち、特に安全に注意を要する機器を取り上げ、以下に示す。

### 1. 電子顕微鏡

本装置は農工大共通の共同利用機器で動作上 120 kV の高圧が使用されているが、通常の使用状態では安全が確保されている。しかし、危険を伴うことがあるので使用者は下記の点を十分注意していただきたい。

- ① 透過電子顕微鏡の利用にあたっては、エックス線装置使用者登録が必要である。
- ② 利用者は設備管理者による講習を受講の上で使用すること。
- ③ 装置背面や高圧電源部など、通常の観察操作に必要な部分に触れないこと。
- ④ 観察中は機器室内を暗くするので、装置の取扱いには十分注意する必要がある。
- ⑤ 装置状況等が通常とは異なる場合、非常の場合は直ちに運転を中止し、担当者に連絡すること。

### 2. 単結晶X線自動解析装置、薄膜材料結晶性解析 X 線回折装置

本装置の使用時に特に安全上留意すべき点はX線被爆であるので、この点に関する注意事項を以下に書いておく。本装置には次の6台のX線発生装置が含まれている。

1. 回転対陰極型X線発生装置(リガク ultraX18)  
定格出力 18kW(60 kV、300 mA)
2. 多目的強力X線回折装置(リガク SmartLab)  
定格出力 9kW(45 kV、200 mA)
3. 封入管式X線発生装置(スペクトリス株式会社 X'Pert-MRD)  
定格出力 3kW(60 kV、50 mA)
4. 多機能薄膜材料評価X線回折装置(Bruker AXS D8 Dicover)  
定格出力 6kW(50 kV、120 mA)
5. 単結晶 X 線構造解析装置 (リガク XtaLABmini)  
定格出力 0.6kW(50kV、12mA)
6. 単結晶 X 線構造解析装置 (リガク XtaLAB Synergy-DW)  
定格出力 Mo(50kV-24mA)、Cu(40kV-30mA)

X線発生装置ともに、X線回折装置部分は防X線カバーによりシールドされており、通常の回折実験においてはX線被爆の危険性はない。しかしながら、事故というものは思いもかけないような原因で起こるものであり、これを防ぐためには、日頃からの安全に対する心構えと、X線発生装置及びその稼働機構の熟知が最も重要である。次に具体的に注意すべき事項をあげる。

- ① 装置利用にあたっては、装置管理者に相談し、講習を受講の上、装置の利用を開始する。
- ② 実験者が装置になれていない場合には、熟練者の指導のもとに実験する。
- ③ X線装置の利用にあたっては、エックス線装置使用者登録が必要である。
- ④ 光学系の変更を行う場合には、必ず装置管理者の同意を得た上で、変更方法に関する講習を受講の上で実施する。また、測定終了後は光学系を必ずもとの状態に戻し、調整を行う。
- ⑤ 講習時に配布したマニュアルに従い測定を行う。原則、マニュアルに書かれてない操作を行わない。
- ⑥ X線照射中(測定中)は、原則防 X 線カバーを開けない。止むを得ず防 X 線カバーを開ける場合には、X線の照射窓(シャッター)を必ず閉じる(測定を中断する)。
- ⑦ 防X線カバーを開けると警告ブザーがあるように設定してあるが、この回路の on / off には触れない。
- ⑧ その他、東京農工大学放射線障害予防細則に従う。

### 3. 核磁気共鳴装置

共同利用可能な核磁気共鳴(NMR)装置(AL-300、ECX-400、ECA-500、ECX-400固体)は高分解能を得るために超伝導磁石(SCM)が用いられている。現有機器の漏洩磁場は低く抑えられているが、装置を安全に利用するためには、以下の項目について正しい認識と配慮が必要となる。

#### (1) 大きな磁場に対する配慮

SCMにより発生する磁場は非常に強力で、上下左右に大きく広がっている。この磁場の影響による危険がないように、確実な注意を払わなければならない。

#### ① 静磁場または変化している磁場が医療用電子機器に影響を及ぼすことへの配慮

心臓のペースメーカーのような精密医療用の電子機器は、5ガウス以上の磁場にさらされると作動しなくなることがある。血管、人工器管、外科用の医療用移植物は強磁場物質を含んでいるので、SCMの近くでは強い力を受ける。さらに磁場発生区域で移植物を持った人が急に動くと渦電流がこれらの移植物に誘導され、その結果、熱を発生するというような重大な損害を招く恐れがある。

## ② 磁石による大きな吸引力に対する配慮

小さな器具は磁石に引きつけられて発射体になり、人を傷つける恐れがあり、大きな器具(ガスボンベ、電源など)が引きつけられると、身体又は手足がそれと磁石の間に挟まれることがある。この吸引力は、磁石に近いほど大きく、器具の質量が大きいほど大きくなる。このため、ペンチ、ドライバー、ホッチキスの針、スチール製の椅子などを 1.5 m 以内に近付けてはならない。また、圧縮ガスや低温液体を貯蔵、移送するためには、必ず、非磁性のボンベやデュワー瓶を使い、運搬のための道具も非磁性のものを使わなければならない。

## ③ 機器の大きな磁場による直接的影響への配慮

時計、テープレコーダーおよびカメラのような物品は 10 ガウス以上の磁場に曝されると磁化され修復不能の損傷を受ける。また、クレジットカードや磁気テープに磁気的に書き込まれた情報は乱されてしまう場合がある。変圧器は 50 ガウス以上の磁場で磁気飽和し、働かなくなる。機器の安全機構も動かなくなることがある。機器が安全に稼働する磁気レベルはその機器の種類によって違うので、その機器のメーカーに問い合わせ確認する必要がある。

各種機器が正常に作動するための限界磁場の上限とその例を以下に示す。

- 1 ガウス……………イメージ増倍管、ガンマカメラ、電子顕微鏡、精密測定機
- 5 ガウス……………自動車、ブラウン管、心臓ペースメーカー、神経刺激器、生体刺激器
- 10 ガウス……………電子計算機、X線発生管、時計、クレジットカード
- 20 ガウス……………磁気記録体
- 50 ガウス……………マグネット電源、シム電源、RF パワーアンプ

## (2) 低温液体(ヘリウム、窒素)の安全な取扱い

極低温の液体は、デュワー瓶のような断熱した容器に蓄えられていたとしても、それぞれの沸点の温度で存在している。この自然蒸発に伴う容積増加は非常に大きく、ヘリウムや窒素では約 700 倍になる。したがって、容器爆発の危険を避けるために低温液体の容器は決して密封してはならない(ただし、空気が容器内に逆流しないように逆上弁を装着したものは除く)。低温液体は換気の十分に行われている場所に貯蔵すること。換気が不十分であると、大量の液体をこぼした場合(あるいは締め切った部屋で使用した場合など)には、室内のガス濃度が異常に増加し、酸素欠乏となりやすく、人体に危険な状態となる恐れがある。万一、ガス濃度が異常であるときは、周囲の人々にも注意を促すこと。

### ① 取扱い

低温液体を取扱うときには、凍傷を防ぐために長袖の防護服(セーターのように液体を容易に通しやすいものは避ける)を着用し、乾燥しているサザー製または PVC 製の手袋をはめなければならない。手袋は低温液体が手袋にこぼれた場合に容易に脱ぐことができるように、ゆったりとはめておく。

液体を他の容器に移すとき、または低温液体の容器に常温の物体(パイプなど)を挿入するとき、最初は激しく沸騰し飛び散る。液体を通すパイプはゴム、ビニール製では凍結にともない衝撃で粉砕する恐れがあるので金属製パイプの使用が望ましい。パイプの操作では決して出口を人に向けてはならない。

液体窒素、ヘリウムは液体酸素より低温なので、空気中の酸素がこれらの液体との接触で凝縮され、接触時間が長くなると酸素濃度が非常に高くなる。このため、冷えた表面に可燃物があると、火災の危険があるので、可燃物、火気を近付けないようにする。

### ② 凍傷

液体又は、蒸発状態の低温ガスに触れると、皮膚は凍傷を起こす。また、十分に保護されていない身体の一部が断熱されていない低温液体用パイプや容器に触れると、皮膚がくっつき、傷つくことがある。

### ③ 初期手当て

もし低温液体が眼や皮膚についたら、直ちについた場所に大量の冷水またはぬるい水を注ぎ、冷湿布をする。決して湯や熱風を用いてはならない。直ちに医師の助言を受ける。

### ④ 容器

非磁性物質で作られた各液体の専用容器だけを使用すること。また、空気との接触をなるべく避けるために、容器には逆流防止弁あるいは専用の蓋をする。

## (3) 環境の安全確認

### ① 緊急事故の対応

火災や他の事故発生で、外部から来る緊急対応者に対して、以下の項目を周知徹底させる。

- 室内に極めて強い磁石があること。
- 磁石及び電気設備の消火には、水を使用しないこと。
- 強磁場発生区域内で消火器を使用する場合、非磁性(アルミ、ステンレス)のものを使用すること。

火事の場合には火災報知器を鳴らし、この区域から緊急要員以外の人々を避難させる。消火作業を行う場合には必ず電気設備消火器(粉末消火器)を使用する。非磁性消火器が準備できない場合の消火作業は磁石より必ず2m以上離れて行う。

※ 注意:水を使用して消火作業をした場合、クライオスタットの排出口が水で凍り、最悪の場合、クライオスタットが爆発してしまう危険が生じる。

### ② 地震の場合の緊急対応

地震の場合は、SCM がクエンチ(超伝導が破れること)したり、転倒したりする危険が生じるので、直ちに避難口を確保し、安全な場所に待避する。

### ③ SCM がクエンチした時の対応

クエンチはクライオスタットの真空度が落ちてきたときや、大きな衝撃を与えたときなどに起こる可能性がある。このクエンチのときには、一度に大量の液体ヘリウムが気化し、クライオスタット内の圧力が急激に増大するので、爆発の危険が生じる。直ちに避難口から安全な場所に逃げること。

## 4. X線光電子分光装置

本装置は、超高真空装置によって、常時、真空状態に保たれており、真空装置の取扱いを熟知している必要がある。測定においてはX線が使用され、そのための高電圧電源が用いられているので、この点に十分注意する必要がある。使用に当たっては下記の注意事項を順守すること。

### 《注意事項》

- ① 必ず講習を受けて、安全な操作法を十分習得し、使用の許可を得てから使用すること。
- ② 事前に予約をとり、利用者ノートに記入の上、使用すること。
- ③ 使用マニュアルが設置されているので、確認して使用すること。
- ④ 使用前に、電源、水道、ガスボンベの状態をよく確認すること。
- ⑤ 使用前の装置本体の状態をよく確認すること。
- ⑥ 不明な点がある場合には、管理担当者に連絡してよく確かめること。
- ⑦ 装置の利用にあたっては、エックス線装置使用者登録が必要である。

- ⑦ 測定後、装置を停止した際は、最終確認を行うこと。
- ⑧ 停電時には、自動停止装置が作動して止まるので、通電後、復帰の操作をすること。その際管理担当者に連絡すること。
- ⑨ 異常な状態、あるいは非常の際は、直ちに管理担当者まで連絡すること。

## 5. X線マイクロアナライザー

### (1) X線マイクロアナライザー(日本電子(株) JXA-8900R)

【X線】稼働中には 10 ~ 30kV の電圧が加わり、 $\sim 200 \mu A$  の電流が流れるため、電子銃周辺、また電子線が当たる鏡筒部分及び試料表面からX線が発生する。しかし、これら X 線は強度が微弱であるとともに、電子線系全体が金属容器に入っており、窓剤には鉛ガラスが使われているので、漏洩は事実上無視できる。(実測値としても、サーベイ・メータの検出限界 0.01 mR / hr 以下)

【高電圧】本装置において高電圧(数千~数万ボルト)の加わる部分:電子銃、X線検出器、フォトマル(以上本体)、加速電圧用電源(電源コンソール)高圧ケーブル(本体~電源コンソール)、アッテネータ、オシロスコープ及び電源、X線検出器及びフォトマル用電源(以上 EBS コンソール)及びケーブル。

フィラメント交換時には、たとえ保護回路が作動することになっていても、使用者自らが加速電圧電源を切ってから電子銃の蓋を開けること。

【真空】本体真空容器の窓ガラスには大気圧が常に負荷として加わっている。誤って物などぶつけると真空が急に破れて装置に重大な影響を与えるとともに、ガラスが飛び散って思わぬ怪我をする恐れがある。窓ガラスには衝撃を与えぬよう注意が必要。

【高温】フィラメントが断線して交換する場合、直前まで点灯していたときは、ウェーネットに直接手を触れると火傷を負う恐れがある。十分に冷ましてから行うか、手袋を着用のこと(滑りやすいので要注意)。

### (2) 真空蒸着装置(日本電子(株))

【真空】内部が真空のとき、ベルジャー全体にかかる大気力はかなり大きな値となる。ベルジャーのガラスに傷などがあり大気圧に耐え切れぬとき、四方から内に引き込まれたガラス破片は互いにぶつかり合った後飛散するので極めて危険。ガラス製ベルジャーには衝撃を与えぬよう注意し、防護ネットをかぶせてから真空に引くこと。

### (3) カッター(ビューラー)

【高速回転】カッターの刃は高速回転するので、運転中に手を近づけてはならない。試料の固定が不完全か或いは「送り」が速すぎた場合、破断した刃が試料切断片と共に飛散することがある。試料及び刃の固定は完全に行い、送り速度は余裕を持って設定する。またモータ始動前にプラスチックカバーをセットすること。

### (4) X線回折装置((株)リガク RAD-II C)

【X線】X線発生装置は、放射線を絶えず出し続けるラジオアイソトープとは異なり、電源を切ることによりX線を止めることができるので、管理が容易。しかし作動中の装置から生ずる線量率は、密封型小線源によるものと比較して決して弱いとは言えない。例えば、40kV × 30mA で作動中の Cu 管球から放出される 1 次X線(ダイレクトビーム)の強さは 185 mm 離れた試料位置で  $\sim 3.8 \times 10^5$  R / hr に達し、その全量を1秒間浴びたと仮定すると、被曝線量は $\sim 100$  rem に及ぶことになるので油断は禁物。

シャッターが閉じているとき、X線の漏洩は無いものと考えてよい。また、シャッターが開いていても、スリットや試料周辺のプロテクター類が正しくセットされている限り、防X線プラスチックドア外への漏洩は事実上無視できる。



(サーベイメータによる実測値:30kV × 40mA、D.S.1°のとき、ドア内試料周辺のプロテクター近傍で最大 0.2mR/hr(SG-9型)、0.16 mR/hr(RAD-II C型)、ドア外ではいずれも検出限界 0.01mR/hr 以下。また、ゴニオメータ調整条件下では、両装置共ドア内プロテクター近傍において検出限界以下)

しかし、X-Ray スイッチを投入する前に

- ① スリット(D.S.についてはスリットカバーも)を正しくセット。
  - ② 試料をセットの後、蓋をかぶせる。
  - ③ 防X線プラスチックドアを閉める。
  - ④ 右側シャッターSW は「閉」(手動)または「中立」(パソコン制御)。
  - ⑤ 左側シャッターSW は「閉」を確認。左側シャッターを開けてはならない。
- を必ず実行し、防X線ドアを開けるのはゴニオメータ調整時に限ること。

《エックス線作業従事者の健康管理》

X線装置を使用しようとする者(エックス線作業従事者)は「東京農工大学放射線障害予防細則」に基づき、所定の様式により登録の申請を行って、当該使用責任者の許可、及び当該部局の長の承認を得なければならない。作業従事者には6か月毎の健康診断が実施されており、登録者には担当係より連絡がある。

《放射線の最大許容被曝線量》

放射線障害防止法、及び人事院規則(職員の放射線障害の防止)の定めるところでは、3か月につき3rem。ただし、特別な場合として

- ① 皮膚のみの被曝:8rem/3か月。
- ② 手、前ばく、足または足関節のみの被曝:20 rem/3か月。
- ③ 妊娠可能な女性の腹部:1.3 em/3か月。
- ④ 妊娠中の女性の腹部:出産までの期間につき1rem。

言うまでもなく許容線量とは、放射線の利用によって生ずる「利益」と引き換えの「我慢値」であって、白血病や癌などの映発性障害の発生する確率は被曝線量に比例し、しきい値は存在しないと考えられているので、不必要な被曝は全て避けなければならない。

## 6. 液体窒素貯蔵施設

液体窒素を利用者に供給するタンク設備である。性能諸元は日本酸素(株)、CE-5S型、容量4482リットル。液体窒素の汲出しと利用に関する安全上の注意と対策は液体酸素などを含めた低温液化ガスの一般的注意と同じであり、以下にそれを記す。

(1)低温液化ガスの一般的注意

- ① 低温液化ガスまたはそのために低温になった部分を取扱うときは、安全ゴーグルと低温用手袋を必ずつけること。軍手等は好ましくない。また、汲み取り作業時は安全メガネを装着すること。
- ② 短パンにサンダル履きなどの脚を露出した服装で汲み取り作業を行わないこと。低温液化ガスに直接、手、指、脚等で触れてはならない。
- ③ 開放した魔法瓶等の低温液化ガスに、ホース、パイプ類を入れることは危険である。パイプ中を液が吹き上げて眼等にかかる恐れがある。
- ④ 正式な管理なくして容器を密閉状態で放置してはならない。
- ⑤ 液の移充填等に使用する管類は液を閉じ込め易いから特に注意すること。
- ⑥ 液をみだりにこぼしたり、漏れを放置してはならない。低温の液がかかると鉄は折れやすくなり、塗装、コンクリート等も損傷する。
- ⑦ 低温液化ガスの可搬小型容器は魔法瓶のようなもので、衝撃を受けるとこわれ易いから、ぶつけたり、倒したりしないよう注意すること。

- ⑧ デュワーの搬送は可能な限り2人以上で行うこと。エレベーター内にデュワーと人が同乗してはいけない。エレベーターで運搬する時は、「液体窒素運搬中」であることを明示すること。
- ⑨ 低温液化ガスは少量の漏れでも気化すると多量のガスになるから、移充填等はできるだけ通風の良い所で行うこと。
- ⑩ 貯蔵タンクは、高圧(0.35～0.95 MPa)がかかっているので、不用意な弁の操作は高圧窒素ガスの突出につながり非常に危険である。

## II ものづくり創造工学センター

### (1)作業服

油、切屑などで服が汚れてもよく、服のすそや袖口が機械に巻き込まれないような作業服を必ず着用すること。また、切削加工では切屑が入るため、襟開きの大きな服装は避ける。髪の毛が長い場合は帽子を着用する。

### (2)ヘルメットまたは作業帽

重量物の落下、頭部打撲の危険のある作業には必ずヘルメットや作業帽を着用すること。

### (3)作業靴

足元の不用意によるけがが多いので、JIS 規定の安全靴やこれに準ずる特につま先の造りの丈夫な作業靴をはくことが望ましい。

### (4)手袋

溶接作業時には指定の手袋を使用する。しかし、ボール盤や旋盤等の工作機械の作業には手袋の着用を禁ずる。

### (5)保護眼鏡

グラインダーやバリ取り作業の場合には防塵眼鏡を使用し、溶接作業では遮光眼鏡を着用する。また、旋盤作業やフライス作業でも切屑などが飛散するので保護眼鏡の着用が望ましいが、眼鏡使用者はその眼鏡を保護眼鏡の代用することができる。

### (6)工作機械の取扱い上の注意

工作機械はものづくり創造工学センター職員あるいは教職員の説明と指示に従い、常に次のことを忘れずに取扱わなければならない。

- ① 加工物の取付けは、無理をせずガタのないようにしっかりと固定する。(取付け方法はものづくり創造工学センター職員あるいは教職員の指示に従う)
- ② 機械の各部への注油は運転前に必ず行うこと。
- ③ 機械の運転は、使用法を良く理解して行い、特に非常停止を確実にできるようにすること。
- ④ 適正な加工条件で加工を行う。なお、加工条件についてはものづくり創造工学センター職員あるいは教職員と相談する。
- ⑤ レバーやスイッチ類の操作は確実に行う。また、送りを掛けたまま機械の運転を止めてはいけない。
- ⑥ 大きな振動や異音があった場合にはすみやかに機械を停止し、ものづくり創造工学センター職員あるいは教職員に届け出て指示を仰ぐ。
- ⑦ 機械及び工具類の破損はすみやかにものづくり創造工学センター職員あるいは教職員に届け出る。
- ⑧ 作業後には、片付け、工具の整理・返却、及び、機械の手入れと掃除を行い、ものづくり創造工学センター職員あるいは教職員に報告する。

### (7)各種工作機械における注意事項

#### 1)旋盤作業

- ① バイトは適正な長さに取り付ける。
- ② バイトが切り込んだ状態で旋盤を止めない。
- ③ 回転中のチャックや工作物に手を近付けない。
- ④ 切屑の除去は、機械を停止し切屑かき棒や手箒を用いて行う。
- ⑤ 荒削り面に不用意に手を触れない。
- ⑥ 手袋は使用しない。

## 2) ボール盤作業

- ① ドリルの取付けを着実にする。
- ② 工作物はバイスまたはクランプによりテーブルに固定する。
- ③ 加工中に切屑を素手で払わない。
- ④ 穴貫通時には大きなトルクが加わるので、送りを十分に遅くし、注意して作業する。
- ⑤ 手袋は使用しない。

## 3) フライス盤

- ① ベッド面上に不必要な物を置かない。
- ② フライスカッターやエンドミルの刃部を掴むときは、必ずウェス(ぼろ布)を使用する。
- ③ 切り屑の除去は、機械を停止してから手箒や切屑かき棒で行う。
- ④ 工具回転中は工具に手を近づけない。
- ⑤ 怪我防止のため、切屑の飛散方向に十分に注意する。
- ⑥ 手袋は使用しない。

## 4) 平面研削盤作業

- ① 工作物を取付ける際に砥石にぶつけない。
- ② 工作物の取付けはものづくり創造工学センター職員あるいは教職員の指示に従う。特に背の高い工作物の取付けの場合に加工中に倒れないように注意する。
- ③ 砥石の回転方向の正面に立たない。
- ④ 振動が生じた場合すぐに作業を中止し、ものづくり創造工学センター職員あるいは教職員の指示に従う。
- ⑤ 手袋は使用しない。

## 5) 放電加工機

- ① 放電加工中に電極を触らない。

## 6) NC 工作機械

- ① 工具やテーブルを移動する際は、X、Y、Z 軸の移動方向(正負方向)を十分確認する。特に工具を工作物から離すときには注意する。
- ② 安全扉を閉めてから加工を行う。
- ③ 作成したプログラムは加工前に十分チェックしてから加工を行う。
- ④ 作業終了後は、コンプレッサー内の空気を排気して大気圧まで下げる。
- ⑤ 使用に際しては、ものづくり創造工学センター職員あるいは教職員と十分打合せを行う。

## 7) グラインダー作業

- ① 防護用眼鏡を着用し研削粉を防ぐ。
- ② 小さな工作物の場合は、摩擦熱による温度の上昇が比較的大きく、また工作物が砥石車に巻き込まれやすいので、十分に気を付ける。
- ③ 砥石車は衝撃に対して弱いので、取扱いには注意し衝撃を与えてはいけない。

## 8) シャーカッター作業

- ① 工作物の押さえが甘いと、跳ね上がりや変形が生じるので、厚さや材質を考えてしっかり固定する。
- ② 指先を刃の下に出さない。
- ③ 切断した板の端面を素手で不用意に触らない。必要があれば手袋をして作業を行う。

## 9) 高速切断機

- ① 回転中は刃に手を近づけない。
- ② 後方に火花が飛ぶので、周囲に十分に注意する。



#### 10) 帯鋸作業

- ① 作業を始める前に空運転を行い、異常のないことを確認する。
- ② 指先の切断事故を避けるため、ガイドを使用する。
- ③ 作業中は鋸歯の大きな振動や異音に絶えず注意する。
- ④ 手袋は使用しない。

#### 11) 溶接作業

- ① 感電、やけどなどを避けるため、服装、靴、保護具などを十分注意して着用する。
- ② 溶接作業の周辺には引火しやすい物は置かない。
- ③ アースされたものや帰線ケーブルと接続された金属上に触れながらの作業は危険であるので行わない。

#### 12) 運搬作業

- ① 台車などによる工作物や材料の運搬は、安全な通路とスペースを確保するため事前に通路の不要物を片付ける。
- ② 荷物ばかりでなく周囲の人間にも十分な注意を払う。
- ③ 重いものは先に積み、軽いものは後から積み、積み過ぎや片積みにならないように注意する。
- ④ 人力で運搬する場合は、腰を痛める例が多いので、軽い気持や不十分な姿勢のまま重量物を持ち上げたり運んだりしない。
- ⑤ 複数の人で一つの重量物を運ぶ場合は、全員の協調が大切であるから事前に良く打合せて、作業時には皆の呼吸を一致させることが必要である。
- ⑥ 運搬作業は、荷の形状、寸法、重量、数量などについて考慮し、それに適応した運び方をするのが大切である。

#### 13) 揚荷作業

- ① 0.5 t 以下のホイストやチェーンブロックの使用者資格の規定はない。しかし事故も多いので、ものづくり創造工学センター職員あるいは教職員の許可並びに使用上の注意を受けること。
- ② 荷物の重量が使用する設備の揚重範囲内にあるか確認する。
- ③ 揚重方法について事前に十分検討する。
- ④ 作業中は、責任者の指示に従い、合図などを徹底する。
- ⑤ 上げ降ろしや移動中は、荷物の下やその周辺から離れ又作業員以外の者が不用意に近付かないように注意する。

#### 14) 整理整頓

- ① 電源を落とした後に、作業終了後の片付けを入念に行う。
- ② 工作機械により生じた切屑の掃除は出来るだけ丁寧にする。
- ③ 切屑の混合は発火事故につながる可能性がある。また再利用するので種類別に分ける。
- ④ 自動送りが解除されていることを確認する。
- ⑤ 使用工具などの手入をし、元の場所に戻す。

### III 放射線研究室

#### 1. はじめに

RI は放射性同位元素 (Radioisotope)、すなわち原子核の壊変に伴って放射線を放出する不安定な同位元素のことである。RI による汚染や放射線被ばくは人命にも関わる事故にもつながるため、RI の使用については、放射性同位元素等の規制に関する法律によって厳しく規定されている。本学小金井キャンパスでの密封されていない RI (非密封 RI) の使用は共同利用施設である放射線研究室においてのみ許可されている。

本研究室では非密封 RI および密封 RI を取扱うことができるが、ここでは研究室の概略と RI の使用にあたっての一般的な注意事項について述べる。

## 2. 放射線研究室について

本学小金井キャンパスでの非密封RIの使用は共同利用施設である放射線研究室においてのみ許可されている。本研究室には放射線管理区域が設けられている。放射線管理区域には、放射線業務従事者又は放射線取扱主任者の許可を受けた者以外は立入りできない。現在、使用許可を得ている非密封RIは13核種（H-3（気体）を含む）あり、核種ごとに一年間、3ヶ月、一日の最大使用数量が規定されている。また、非密封RIの貯蔵能力は核種ごとに定められている。RIを安全に管理・使用するためにRI在庫管理システム、排気設備、排水設備等があり、排気モニタ、水モニタによる放射線のモニタリングも行っている。その他に施設内では、サーベイメータ、ルームガスモニタ等で汚染のチェックや室内の放射線モニタリングを行っている。なお、本研究室外の学内放射性物質装備機器（密封RI）の使用者や学外の放射線施設等において放射線業務を行う者に対しても本学の放射線業務従事者登録を行っている。

## 3. 放射線研究室におけるRI及び放射線業務従事者の安全管理

本研究室において想定される放射線障害を起こしうる事故として、器具の破損や実験操作ミス等によりRIを誤って飛散させた事による施設内の汚染、又はRIを体内に取り込む等が考えられ、計画外の無用の被ばくを起こさない事が最も重要である。これらの事故を防ぐために本研究室における放射線及びRIの使用は、東京農工大学工学部放射線障害予防規程で定められた教育訓練及び電離放射線健康診断を受け放射線業務従事者として登録された者にものみ許可している。また、実際に放射線研究室の使用を希望する放射線業務従事者には、予め実験計画を作成させ放射線研究室長及び放射線取扱主任者の承認を得なければならない。その他、放射線研究室の施設・設備の維持管理のため定期的な点検や必要に応じて随時、修繕等を行っている。

## IV 危険物の取扱いと薬品庫

### 1. 概要

小金井キャンパスには危険物屋内貯蔵所という消防署から許可を受けた危険物の貯蔵庫が、4カ所に設置されている。そして消防法に基づいて、危険物の類別に貯蔵するよう区分されている。

ここで述べる“危険物”とは消防法で定められた発火あるいは引火しやすい物質に限定される。したがって、消防法で危険物に指定していない有機溶媒などは、危険物屋内貯蔵所には収納できない。危険物は「危険物の分類」の項で述べたように、取扱いや消火の方法によって分類される。危険物の貯蔵可能数量は、危険の程度から数量によって制限する方式で指定数量の何倍という形で決められる。実際には、各危険物屋内貯蔵所の入口の看板に表示されているように、その内容は危険物の品名ごとに数量制限を受ける。各貯蔵庫は類別に危険物を貯蔵するので、入口も類別になっていて、その入口の位置が東側、西側というように示してある。類別を間違えないように注意しなければならない。

これらの薬品は、小金井キャンパスにおける実験や研究には必ず必要なものであるが、同時に危険性も伴っているので、その取扱いは消防法による規制を受け、特別の注意を必要とする。我々が自動車を運転するために、自動車免許証を必要とするのと同様に、ある数量以上の危険物を取り扱うには危険物取扱主任者免状を所持するか、あるいは危険物取扱主任者免状を持っている人の立会いが必要である。

危険物が原因で発生した火災の発生件数は、消防法の効果が上がっているため、一般の火災と比較して高いわけではない。危険なのは、火災が発生した時の人命などの危険性が、統計的に3倍も高いことにある。初期消火以外は、殆ど消火不能と考えられ、危険物貯蔵庫では、火気の厳禁が大前提である。

以下に述べる危険物の解説をよく読んで、災害を発生させないよう各自が十分に注意して取扱い、また実験する心が必要である。

## 2. 危険物の取扱い

危険物はその危険性ゆえに、実験に必要なもの以外は、実験室に置かないことが安全上の重要な原則である。法的に規制を受けないで実験室に置くことができる危険物の量は、消防法では指定数量までであるが、東京都では火災予防条例でこれを指定数量の5分の1に制限している。5分の1以上指定数量未満の危険物があると、都条例により掲示の義務と取扱い上の規制を受ける。

このような規制を受けないためには、必要な物質を必要な量だけ購入して使いきるのが望ましい。しかし、どうしても危険物を貯蔵しなければならないこともある。そのときには実験室に置かないで、この“薬品庫”―法的には「危険物屋内貯蔵所」に貯蔵しなければならない。そして必要な分だけ小出しにして実験室へ運ぶことが面倒でも安全につながる。しかし危険物の出し入れを誰もができるわけではない。次に述べる薬品庫の使い方に従って、危険物の出し入れを行わなければならない。

## 3. 危険物

危険物の種類と性質については、「危険物の分類」の項と「各種の危険物の特性と品性毎の性質」の項において詳細に解説したので参照のこと。

## 4. 薬品庫の使い方

危険物と思われる薬品類を薬品庫に貯蔵したい場合は、先ずその薬品が危険物かどうかを表によって調べる。わからないときは遠慮なく危険物取扱者等に聞き、どの類の危険物かを確認する。

危険物の類がわかれば、どの薬品庫のどの部屋に入れることができるかを調べる。ここで注意すべきことは、自分が危険な薬品または物品と思っても、消防法の危険物でなければ、薬品庫に入れることはできないということである。例えば、プロパンガスのボンベ、ハロゲン化物、毒物、塩酸などは入れることはできない。

入れる部屋が決まれば、所属研究室の教職員に申し出て、その薬品庫の薬品庫薬品類の名称と数量を連絡し(薬品庫には、危険物の種類と量の両方から貯蔵の限界がある)、許可が得られれば、危険物に関する法令及び化学的な知識を持ち、

- 1) 自分で危険物取扱者の免状を持つか、あるいは
- 2) 危険物保安監督者に指名されている人、又は
- 3) 危険物取扱者の免状を持つ人の立会い

のいずれかによって、危険物を薬品庫に入れる。

薬品類を薬品庫から取り出すときも、所属研究室の教職員に申し出て、入れるときと同様に、選任された危険物保安監督者等の立会いのもとに行う。

危険物の貯蔵、取扱いに関しては、物質の性質を熟知して、慎重に取り扱う一般的な注意の他に、消防法や東京都火災予防条例などに規定された危険物関係法令を忠実に守らなければならない。

## V ごみの分別と廃棄

### 1. まえがき

資源の有効利用や地球温暖化の防止は喫緊の課題となっている。地球温暖化の主な原因は二酸化炭素であり、ごみの焼却はその排出源の一つである。したがって、不燃ごみに限らず、可燃ごみもできるだけリサイクル活用し、教職員・学生の一人一人がごみの排出量をできるだけ少なくするように心がける必要がある。

### 2. 可燃ごみについて

小金井キャンパスでは、可燃ゴミ(残飯・生ゴミ・ワリバシ・紙類など)は放射線研究室北側にあるごみ一時保管場所で収集を行っている。なお、紙類は薬品や油がしみこんでいたり撥水コーティングされている物以外は古紙リサイクルを行っている。各建物備えつけの分別かごに収納すること。

### 3. 不燃ごみについて

プラスチック系の器具やビニール手袋はもちろん、弁当箱や食品容器などを可燃ごみに混ぜて廃棄すると燃焼処理の際にダイオキシンに代表される有害物質を発生させ危険である。また、焼却炉の炉壁を傷める原因ともなることから、不燃ゴミとして処理される。金属部品や金属とプラスチックの混合物である電子部品、電線、セラミックスなども破砕・埋立処理によって最終処分される。これらは、放射線研究室北側にあるごみ一時保管場所で収集されている。

なお、破損したガラス器具をBOX投入すると収集時に危険である。したがって、上述の埋立ごみとは別にして、RI施設北側にあるごみ一時保管場所まで搬入すること。なお、ビーカー、試薬ビン等実験用ガラス器具や一斗缶、ポリタンクについては、ごみ一時保管場所へ搬入せず、年数回行われる回収時に処分すること。

### 4. 大型廃棄物(粗大ごみ)について

大型廃棄物の場合は、放射線研究室北側にあるごみ一時保管場所に搬入すること。ごみ一時保管場所の搬入時間は基本的に火曜及び木曜の昼休み 12:00～13:00 であるが、大量搬入など定期搬入時間に不都合な場合は事前に小金井地区会計室会計係(内線 7004)まで連絡すること。

なお、「可燃ごみ」や「不燃ごみ」等もごみ一時保管場所に搬入できる。これらの搬入時間も同じく火曜及び木曜の昼休み 12:00～13:00 である。

### 5. 実験廃棄物の取扱い

#### (1) 注射針等

実験に使用した注射針及び注射筒は絶対に一般ごみと一緒に捨ててはならない。一定量たまったら、所定の処理業者に依頼して処分する。

#### (2) 実験動物

実験動物の処分は、所定の処理業者に依頼する。

#### (3) (1)及び(2)の処理業者を知りたい方は、会計係(7004)に確認すること。

#### (4) 試薬ビン

ラベルをはがし、内容物を洗浄後、年数回行われる回収時に処分する。一般の不燃物ごみボックスに入れることはできないので注意すること。(内容物の種類に応じて洗浄液は回収し、実験廃液として次の「廃棄物処理」にしたがって処理する。) 試薬そのものの処分は、所定の処理業者に依頼する。

#### (5) 蛍光灯および乾電池

使用済みの蛍光灯及び乾電池は、放射線研究室北側にあるごみ一時保管場所の専用ボックスに分別し、廃棄する。

# 廃棄物処理

小金井キャンパスでは、実験研究において、様々な材料や薬品を使用するため、使用後の廃棄物の種類も多い。この中には有毒なものや危険なものも多く含まれており、取扱いを誤ると、取扱者自身が危険なばかりでなく、広く環境汚染を引き起こし直接関係ない人にも危害を及ぼす可能性がある。それゆえ、これらの廃棄物の処理については様々な法律等で規制されている。

廃棄物にはいろいろあるが、この項では実験廃液・実験用空薬品ビン、ポリ塩化ビフェニール(PCB)使用物品、アスベスト製品について注意事項を述べる。

① 実験廃液は一般に有毒であり一般の排水のように流して捨ててはならない。実験で使用した廃液は各研究室に用意されている貯留タンクに蓄えなければならない。蓄えられた廃液は廃液処理専門業者に委託して、専門工場において処理される。

廃液には有機系廃液と無機系廃液があり、それぞれの中にも種々の性質を持った廃液があり、それぞれ処理方法が異なる。それゆえ廃液は定められた区分表にしたがって分別貯留し、各責任者が指定日に環境管理施設に搬入することになっている。(この冊子の「実験廃棄物・廃液の取扱い」を参照すること。)

化学物質は混合すると急激に反応が起こり、爆発を起こす物質が多数ある。せっかく分別貯留されていた廃液を、量が少ないからと他の廃液に混ぜたために爆発を起こした例は数多い。特に注意が必要である。次の表に、混合すると爆発の可能性のある薬品の組合せの代表的な例を示す。

② 薬品ビンについても危険な薬品を残したまま廃棄するのを防ぐため、年数回行われる回収時のみ処分することが認められている。決して一般の不燃ごみと混同して捨ててはならない。

なお、以下の条件にひとつでも当てはまらない場合は、回収時でも受けつけられないので注意すること。

(1) 2回以上洗浄し、乾燥した清浄なガラスビン・プラスチックビン又は、缶に限ること(この洗浄に用いた溶媒、水なども分別貯留が必要なので注意する)

(2) フタを付けないこと

(3) 臭気がしないこと

(4) ビン等のラベルは出来るだけ剥がすこと

(5) 一斗缶は切り開いて潰すこと

(6) 立会担当者が適当と認めたもの

③ ポリ塩化ビフェニール(PCB)使用物品については、『PCB廃棄物特別措置法』により厳格な保管と報告義務が定められている。一般の廃棄物と混同して廃棄すると罰せられるので注意が必要である。PCB使用物品が研究室等から出てきた場合は、速やかに小金井地区会計室会計係(内線 7004)に連絡し、指示に従うこと。

④ アスベスト製品の処理に関しては『廃棄物処理法』により定められており、飛散性アスベストは特別管理産業廃棄物として取扱われる。アスベスト製品を発見した場合、小金井地区会計室会計係に連絡して指示に従うこと。なお、飛散したアスベストを吸引した場合、重大な健康障害を引き起こす可能性がある。したがって、アスベストが飛散する恐れがあるアスベスト製品を発見した場合、決して手を触れず、その旨を速やかに教員に知らせること。



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 (反応)	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	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、可燃物、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	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(例えばマンメーター中の水銀)、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(アセチドの生成・分解反応)	アセチレン、過酸化水素	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
銀(アセチドの生成・分解反応・雷酸銀・アジ化銀の生成)	アセチレン、シュウ酸、酒石酸化、雷酸、アンモニウム化合物	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)
水銀(アセチド・雷酸水銀・アジドの生成)	アセチレン、雷酸、アンモニア	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
塩素(激しい発熱反応・生成物の分解)	アンモニア、アセチレン、ブタジエン、ブタン、メタン、プロパン、(他の石油ガス)、水素、ナトリウム、カーバイド、テレピン油、ベンゼン、微粉碎した金属	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)
臭素(〃)	塩素と同じ	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)
ヨウ素(〃)	アセチレン、アンモニア(溶液あるいは無水)・水素	アセチレン(激しい発熱反応と生成物の分解・アセチドの生成)アニリン(酸化反応)	塩素、臭素、銅、フッ素、銀、水銀

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である	アニリン(酸化反応)	硝酸、過酸化水素
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	シュウ酸(急激な分解)	銀、水銀
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、一般に微粉砕した有機物あるいは可燃性物質	クメンヒドロパーオキシド(急激な分解)	酸類(有機あるいは無機)
過塩素酸(急激な酸化反応)	無水酢酸、ピスマス及びそれらの合金、アルコール、紙、木材	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、及びハロゲン
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		

注 表中の( )内の表示は原因を示す。



# 本学における禁煙対策

本学は、平成30年7月に改正された健康増進法及び同年6月に制定された東京都受動喫煙防止条例の趣旨に則り、また、学生からの受動喫煙改善要望が増えていることに鑑み、環境に対する配慮を標榜する大学として、分煙対策強化のため、本学施設屋内を全面禁煙としています。

## 1. 学内分煙化に当たっての実際の措置

- ① 研究室・学生寮を含む建物内は、禁煙である。(したがって、受動喫煙防止措置が講じられていても室内における喫煙は禁止されることになる。)
- ② 建物外にあっても、たばこの煙が建物内に流れ込む場合は禁煙である。
- ③ 学内敷地内においても指定場所以外は禁煙である。したがって、歩行しながらの喫煙も禁止である。

## 2. キャンパス内の美化及び喫煙のモラルについて

たばこの吸殻の放置など喫煙によりキャンパス内の美化が損なわれていること、また、歩行しながらの喫煙など社会において既に指摘されてきている喫煙のモラルが守られていないことを勸告し、分煙対策の強化と並行して喫煙モラルの健全化を図る。

## 3. 喫煙ルール

- ① キャンパス内の指定喫煙場所においてだけ喫煙が許容されている。それ以外の場所で喫煙しないこと。
- ② 吸殻や灰は吸殻入れに捨て、周囲に撒き散らさないこと。
- ③ 歩行喫煙、自転車運転中の喫煙は禁止する。
- ④ 空き缶やペットボトルは吸殻入れに捨てないこと。これらをゴミ入れとして使わないこと。
- ⑤ タバコの火は吸殻入れ内で消し、壁面などでは決して火を消さないこと。
- ⑥ 吸殻入れの発煙・発火は火災の原因になる。発煙・発火が見られたときは直ちに水をかけて消火すること。
- ⑦ 上記のルールを守らない者に対しては、ルールを守るよう相互に注意を与えること。
- ⑧ 喫煙場所であっても、周囲の歩行者などに配慮し、いったん火を消す、しばらく喫煙を我慢する、などして、受動喫煙の防止につとめること。

### 【参考】健康増進法第25条の5(多数の者が利用する施設における受動喫煙の防止)

学校、体育館、病院、劇場観覧場、集会場、展示場、百貨店、事務所、官公庁施設、飲食店その他の多数の者が利用する施設を管理する者は、これらを利用する者について、望まない受動喫煙を防止するために必要な措置を講ずるよう努めなければならない。

# 付 録

## 参考資料

### 1. 各章にわたって参考にしたもの

東京農工大学農学部安全委員会“安全マニュアル”、2001.

東京農工大学動物実験委員会“動物実験指針および動物実験の手引き”、2001.

大阪大学学生生活委員会、“安全のための手引”、1994.

東京工業大学安全管理実施委員会、“安全手帳”(第4版)、1993.

横浜国立大学工学部安全委員会、“実験・実習における安全の手引”(改訂版)、横浜国立大学、1988.

東京農工大学保健管理センター“健康のしおり”、2005.

### 化学系の参考書

千葉大学工学部、工業化学科・合成化学科編、“防災の手引”、1987.

化学同人編集部、“実験を安全に行うために”(改訂版)、化学同人、1977.

化学同人編集部、“新版 続・実験を安全に行うために”、化学同人、1987.

頼実正弘編「化学系実験の基礎と心得」倍風合

廃液等取扱の手引(東京農工大学環境管理施設)

### 生物系の参考書

「微生物学実験法」講談社

「微生物実験マニュアル」講談社

「生物学ハンドブック」丸善

「組換え DNA 実験指針」科学技術庁計画局ライフサイエンス企画室編

「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等に関する説明資料(平成17年11月1日版)」文部科学省

### 2. 東京農工大学の安全管理に関する規程

国立大学法人東京農工大学安全衛生管理規程(平成16年4月7日)

国立大学法人東京農工大学放射線障害予防細則(平成16年4月7日)

国立大学法人東京農工大学遺伝子組換え生物安全管理規程(平成16年4月1日)

国立大学法人東京農工大学毒物・劇物の取扱いに関する規程(平成16年4月1日)

国立大学法人東京農工大学自家用電気工作物保安規程(平成16年4月1日)

国立大学法人東京農工大学防火管理要項(平成17年12月)

国立大学法人東京農工大学震災対策要項(平成17年12月)

東京農工大学健康安全規程(昭和50年3月)

東京農工大学放射線障害予防に関する実施細則(昭和60年3月)

東京農工大学放射性有機廃液焼却装置使用要項(昭和58年7月)

東京農工大学廃液等管理規則(昭和 58 年7月)

東京農工大学廃液等取扱要項(昭和 58 年7月)

動物実験委員会規則(平成 10 年2月)

東京農工大学防火管理規則(昭和 56 年4月)

東京農工大学消防用施設等の点検・検査実施要項(昭和 50 年9月)

東京農工大学工学部安全管理及び事故処理に関する申し合せ(昭和 63 年6月)

東京農工大学電気工作物保安規則(昭和 40 年 11 月)