

P442-1

# 実験・実習における 安全の手引

信州大学繊維学部

## はじめに

自然科学分野の研究活動において、「実験」は重要な位置を占めている。仮説を立て それを立証するためには、綿密な実験計画を立て正しく実験を行い、得られたデータを 正確に分析・評価する作業が必要である。信州大学繊維学部を構成する4学科「先進繊維・感性工学科」「機械・ロボット学科」「化学・材料学科」「応用生物科学科」では、いずれの学科においても2年次・3年次のカリキュラムに「実験・実習」を組み入れている。実験の基本操作を体得させる事に加えて、実験に対する基本的な考え方、心構え を学ばせるためのものである。将来、研究を志す者にとって、真摯に取り組まねばならない基本である。「実験・実習」の中では、実験を正しく行い信頼性のあるデータを得る技術の修得に加えて、「安全」に対する心構えを修得することが求められる。繊維学部で行われている「実験・実習」は、物理、化学、生物と多岐な分野に渡っている。また実験室の中だけでなく、農場や野外で行うフィールド実験も含まれている。いずれの実験においても、危険は常に存在していることを肝に銘じなければならない。試薬の中には、使い方を誤ると発火や爆発を引き起こすものがあるし、体内に入ると毒性を示すものもある。身近なガラス器具も使い方を誤ると実験者をひどく傷つける。ヒーターで高温状態となる機器類は、誤った使い方をすると重大な火傷や火災を引き起こすかもしれない。高圧ガスのボンベ、大きな運動エネルギーをもつ遠心機も不注意な取扱いが重大な事故を引き起こす。いったん事故を起こすと実験者は痛い目にあうが、それだけで済まず、周囲の人を傷つけ、機器や設備を破損するかもしれない。研究を志す者は、実験操作に潜む危険性をしっかりと把握し、危険を回避するために注意事項を守るといった基本的な態度を身につけなければならない。本書「実験・実習における安全の手引き」は、「実験・実習」を正しく安全に実施するために必要な基本知識と技術を解説している。学生は学部2年次・3年次の「実験・実習」の履修を経て、卒業研究さらには大学院に進学して課題研究に取り組むことになる。早い時期に、実験の基本を頭と体の双方で理解し身につけることが重要である。「実験・実習」の現場で本書を大いに活用いただき、教育の効果を上げていただく事を期待する。

令和8年4月

繊維学部長 村上 泰

## 目 次

第1章 実験・実習における安全の基本	5
第2章 機械系実験・実習における安全心得	7
第1節 安全のための一般的心得	7
第2節 実験・実習および研究活動のための規則と注意点	7
第3節 実験・実習のための基本的注意事項	8
第4節 機械運転の際の注意事項	10
第5節 機械工場における安全について	10
第6節 繊維教育実験実習棟における安全について	15
第7節 先進ファイバー紡糸棟（J 1 棟）における安全について	19
第3章 電気系実験・実習における安全心得	23
第1節 電気系実験のために	23
第2節 漏電による災害	26
第3節 静電気（摩擦電気）	27
第4節 感電者の救出と注意	27
第5節 電気系実験に関わる基本的注意事項	29
第4章 化学系実験における安全心得	30
第1節 学生実験	30
第2節 研究実験	35
第3節 薬品の取扱いと規制	39
第4節 廃棄物の処理	45
第5節 廃棄物の処理	45
第5章 生物系実験・実習の安全心得	51
第1節 はじめに	51
第2節 ウイルス学実験、微生物学実験	51
第3節 植物実験	53
第4節 動物実験	54
第5節 組換えDNA実験	55
第6節 農場実習	60
第7節 野外調査における安全の心得	63
第6章 情報機器取扱における安全心得	66
第1節 学内ネットワーク利用上の注意	66
第2節 コンピュータウイルスの基礎的知識	69
第3節 取扱者自身の安全や健康についての注意	76

第7章	放射線の使用における心得	78
第1節	はじめに	78
第2節	基礎知識	78
第3節	放射線の人体への影響	80
第4節	X線発生装置の種類	80
第5節	注意事項	81
第8章	実験廃液の貯蔵と処理について	84
第1節	廃棄物処理の基本的考え方	84
第2節	実験廃液について	86
第3節	実験廃液の分類、貯蔵、排出	86
第10章	緊急の場合の処理	89
第1節	緊急時における連絡	89
第2節	応急手当等	91
第3節	災害発生時の避難・行動マニュアル〔学生編〕	100

## 第1章 実験・実習における安全の基本

実験・実習にあたって、その基本原則は先ず「実験目的は何か、その意義は何か」をはっきりさせることである。また実際に実験・実習に取り組むときは機器等の扱いに細心の注意を払い、現象を良く観察し考察することが重要である。

このような理工学系の実験・実習は常に事故と隣り合わせであると考えておく必要があるが、そのほとんどの事故は最低限下記1～8のような事柄に注意を向け、人に頼ることなく自ら責任を持って行動出来るようにしておくことにより未然に防げるものである。

1. まず、実験・実習に当たっては「使用する機器、薬品に対して十分な知識を持つこと」が重要であり、このためには機器の操作法、薬品の取り扱い・毒性・危険性等を事前に調べる必要がある。即ち「周到な準備」が肝要である。当日、実験台や実習場所で初めて実験・実習マニュアルを読むなどは論外である。
2. そのうえで「細心の注意を払い」実験・実習を行い、決して「恐怖心を持たないこと」である。
3. 実験・実習を行うにはそれに相応しい服装をすることが必要である。必ず、白衣または作業着、保護眼鏡等を着用すべきである。また、長い髪はモーター等の機械に巻き込まれる恐れがあるので、束ねるか帽子を着用する等の注意をすべきである。
4. 不真面目な態度は実験や実習の失敗はもとより、事故にもつながるため厳に慎むべきである。
5. 実験・実習中の喫煙、飲酒、また飲食は当然厳禁である。
6. 体調にも十分注意を払う必要がある。例えば、風邪、寝不足で体調が十分でないとき注意力が散漫になり事故につながる。
7. 卒業論文作成実験、大学院の実験は、未知への挑戦であり、そのため、常に危険が潜んでいる。これまで得た経験、全知識を総合し、また周到な文献調査、指導者との相談により、研究の目的を理解し、その位置づけを行い実験にあたる必要がある。
8. 実験・実習で使用する設備機器に異常がないか使用前後に点検をする。フラスコにヒビが入っていないか、機器の電源プラグにホコリがたまっていないか、実験用途に合った器具であるかなど、少しの手間で重大事故を防ぐことができる。また、日常的に使用するものは定期的に点検整備を行う必要がある。

実験・実習の種類により安全な実験・実習の方法は異なる面もある。詳細は以下の各章を熟読し個別に対応するようお願いしたい。

夜間実験の必要がある場合は、絶対に単独実験をしてはならない。万一事故が発生しても、適切な処置、連絡がとれるよう、必ず2人以上実験室にいることが重要である。

尚、万が一の事故によるケガ等の災害補償のために、必ず「学生教育研究災害傷害保険」（学務係扱い）に加入し、後悔する事のないようにして頂きたい。

もしも緊急事態が起こったときは、「繊維学部EMSの要領手順書「P447-2A」（制定日2006.9.14）」に記載されている緊急時の連絡方法に従って速やかに連絡行動をとり、事態の収束に尽力してほしい。

## 第2章 機械系実験・実習における安全心得

### 第1節 安全のための一般的心得

創造的かつ探求的行為である研究および実験を遂行するにあたって、事故につながる未知の要因が多く含まれていることをしっかりと認識しておくことが重要である。そこで、学生実験実習や卒業研究などにおいて、各種実験設備および機械を安全に使用し、かつ安全に作業を行うための心得を頭に入れておくことが必要である。

#### 1.1 危険性の認識

- (1) 危険に対する知識を持つこと。
- (2) 分からないことは聞くこと。
- (3) 想像力を発揮して、起こりうる危険を想定し、十分な予防策を講じておくこと。

#### 1.2 自分の安全管理

- (1) 各自が、機器の安全な使い方を理解すること。
- (2) 自分自身で責任を持って機械を運転するよう心掛けること。

#### 1.3 注意力の集中と持続

- (1) 実験実習等の作業中は作業に集中すること。
- (2) 五感を働かせ、異常の察知に努めること。
- (3) 不用意に装置等から離れることは事故の原因になる。

#### 1.4 学生教育研究災害傷害保険の加入

### 第2節 実験・実習および研究活動のための規則と注意点

#### 2.1 時間外の研究室および工場の使用

休日や深夜における研究室および実験室での研究作業活動に当たっては、安全管理に十分留意すること。特に、室内に誰もいないときには、危険性のある機械を運転してはならない。

#### 2.2 電気・ガス・水道

- (1) 火気使用中は少なくとも一人は在室し、火のそばを離れないこと。
- (2) ガス器具は周囲に可燃物がないところで使用し、適宜換気を行うこと。
- (3) 部屋の最終退室者は、戸締り、ガス・水道の閉栓また照明や空調設備のスイッチ等を切って退室すること。

## 2.3 廃棄物・廃液・排水処理

信州大学環境方針に基づき、紙の使用削減・ゴミの削減・水の使用削減に努めること。また資源ゴミ（ミックスペーパー、ダンボール、新聞紙）を分類して有効活用をすること。

- (1) 廃棄物は繊維学部ゴミ分別マニュアルに従い分別し、透明または半透明のポリ袋に入れ、指定場所に持っていくこと。
- (2) 実験・実習などで生じた廃液は、その種類に応じて分類し、専用のポリ容器に貯蔵する。貯蔵の仕方、処分方法については廃液手順書に従い教職員の指示を受けること。また廃液と排水の処理については信州大学の規則に従うこと（第9章参照）。
- (3) その他の廃棄物や処理方法が不明な廃棄物は教職員の指示に従い、適切に処理すること。

## 2.4 火災および地震

- (1) 消火器、消火栓のある場所と使用法を熟知しておくこと。
- (2) 地震に備え、棚や物品の転倒、落下および破損の防止措置をとること。
- (3) 整理整頓を心掛け、廊下や階段、通路には物を置かないこと。

## 2.5 熱中症の予防

夏季や設置されている装置から高温が発生する場合、室内が高温になり熱中症のリスクが高まる。加えて施設の老朽化などで空調機能が不十分な部屋も少なくない。熱中症予防のために以下の項目を確認すること。

### (1) 空調管理

エアコンやスポットクーラーや扇風機は適宜使用して構わない。ただし、実験条件として室温が指定されている場合があるため、設定温度を変更する場合は実験室の管理者や共同利用者に確認をとること。

### (2) 水分補給

第1章において飲食は厳禁としているが、熱中症を予防する名目において実験室での水分補給を許可する。ただし、以下の点に注意すること。

- 1) 飲み物はペットボトルのようなフタなどで密閉できる容器に入れておくこと。
- 2) 誤って装置にこぼさないよう、指定された場所で水分を補給・管理すること。

## 第3節 実験・実習のための基本的注意事項

### 3.1 服装・保護具

#### (1) 作業着

作業着は腕や脚が露出しないものとし、身体に適切にフィットした、だぶつきやひらひらした

装飾がないものを着用すること。なお、ツナギや白衣は生地が余りやすく、機械に巻き込まれる危険があるため、工作機械作業においては着用を認めない。

#### (2) 作業帽

作業帽は必ず着用すること。特に頭髪が長い者は、機械に巻き込まれるおそれがあるため、確実に帽子の中に収めるなど十分に注意すること。

#### (3) 作業靴

丈夫で、動きやすく、かつ滑りにくい靴を着用すること。可能であれば安全靴が望ましい。サンダル、スリッパ、またかかとを潰した靴(かかとを踏んで履くことを含む)の着用は認めない。

#### (4) 手袋

刃物、工具、工作物が回転する機械の操作時には、手袋を着用してはならない。

#### (5) 保護具

溶接、研削(グラインダーを含む)などの特定の作業に際しては、安全帽、保護眼鏡、保護マスク、保護衣等、必要な保護具を必ず着用すること。また、切り粉が飛散する切削作業においても、必ず保護眼鏡を使用すること。

### 3.2 器具および機械の使用について

(1) 使用する機器の取り扱い説明書を熟読し、また担当の教職員から十分な指導を受けて機器の特徴と正しい使用方法について熟知すること。

(2) 装置や機械のスイッチまたはマイコンやパソコンのキーなどに、むやみに触れないこと。マイコンやパソコンでロボットなど機械を動かす実験では、スイッチやキーに触れることで信号が送られ機械が動き出す可能性があるため注意する必要がある。

## 第4節 機械運転の際の注意事項

実際に機械を運転する際の安全対策については、運転前・運転中・運転後に分けて述べる。また、運転前・運転中・運転後を通して作業空間の整理・整頓・清掃・清潔(4S)を保つこと。また、異常が発生した場合や不安を感じた場合は技術職員に連絡すること。これらを熟知し、日常的に実践・習慣化することが安全確保や機械精度の維持につながる。なお、個々の機械または設備の使用上の注意については、第5節「機械工場における安全について」、第6節「繊維教育実験実習棟における安全について」を参照すること。

### 4.1 機械運転前の安全対策

第3節「実験・実習のための基本的注意事項」を遵守するとともに、以下の注意事項を留意すること。

(1) 機械はそれぞれ固有の機能を備えているため、機械の特徴と正しい使用方法を熟知すること。

- (2) 運転前には必ず点検を行い、各部に異常がないか確認すること（指差故障による確認等）。
- (3) 作業領域には不要な物を置かないこと。特に駆動範囲内に工具等を置き忘れると弾き飛ばされ重大な事故につながるおそれがある。
- (4) 取り付け面は作業前に清掃し、ゴミや切屑がない状態にしておくこと。機械の運転に際して、破片が飛散するおそれがある場所には防護壁を設けること。
- (5) 加工物の取り付けおよび締め付けは確実にを行うこと。機械の振動により緩み、飛び出す危険があるため、作業途中での点検を怠らないこと。
- (6) 細かい切り屑が飛散する場合は保護眼鏡を着用すること。

#### 4.2 機械運転中の注意事項

- (1) 作業中はその作業に集中すること。五感を働かせて異常がないか注意し、異常に気付いたら直ちに機械の運転を止め、技術職員に申し出ること。ただし自動的に安全状態にさせる機能がある装置は電源の元スイッチを急に切らないこと。
- (2) 運転中の危険範囲を認識すること。駆動部分や加工物の飛散のおそれのある範囲に触れたり、進入したりしないこと。
- (3) 二人以上で一台の機械を操作するときには、必ずお互いに声や動作を用いて意志疎通を図り、安全を確認し合うこと。

#### 4.3 機械運転後の注意事項

- (1) 作業後は機械のスイッチならびに電源の元スイッチを切ること。
- (2) 工具、治具、その他の使用したものを片付け、整理整頓すること。また機械およびその周囲を清掃すること。

### 第5節 機械工場における安全について

機械工場（正式には繊維教育実験実習棟1階西側の「機械工作実習室」）は、学生の実験・実習を行う場としてだけでなく、教職員および学生による研究のための試作、製作、機械修理等にも利用されている。また本工場には危険を伴う工作機械や装置が多いため、安全に利用するために、最適な作業環境を保ち十分整備された工場とすることが必要である。工作機械や装置を使用する者は、機械の正しい操作方法と特徴を理解し、第4節「機械運転の際の注意事項」を熟知した上で、機械工場使用規則を守り、安全に細心の注意を払って作業を行うことが肝要である。

#### 5.1 機械工場の使用について

機械工場の使用にあたっては、指導教員および技術職員の説明を必ず受け、「機械工場使用規則」を厳守すること。「機械工場使用規則」は工場内に掲示してある。

### 5.1.1 使用時間

使用時間は平日 9:00 ～ 17:00 までとする。それ以外の時間の使用は原則として認めない。

### 5.1.2 手続きおよび負担

#### (1) 工作機械使用許可証

- 1) 工場を使用する場合は、「工作機械使用許可証」（以下、「許可証」）が必要である。「許可証」がなければ、工作機械を使用しない場合を含め、工場を使用することが出来ない。
- 2) 「許可証」は「工作機械講習会」（以下、「講習会」）を受講する事で発行される。「講習会」は最初に基礎コースを受講し、必要に応じて各工作機械のコースを受講する。受講済みの工作機械のみ使用が許可される。
- 3) 工場使用時には必ず許可証を携帯する。工作機械使用時は所定の場所に提示して、使用者が判るようにする。

#### (2) 工作機械使用簿

工作機械を使用した後は、当該機械の使用簿に使用日時、所属（研究室）名、使用者名を記入すること。

#### (3) 工具・消耗品

機械工場北側の棚や引き出しにある工具類（ドリル、ドライバー、プライヤ、バイス等）や消耗品類（潤滑油、パーツクリーナー等）は機械工場内に限り自由に使用してよい。機械工場から持ち出して使用してはならない。一方で、そこ以外の場所にある工具類は専門性の高い物であるため使用を希望する場合は技術職員に相談すること。また機械工場にない工具については各研究室で準備すること。

#### (4) 加工物

加工物は、原則として使用者が用意する。工場保有の材料を使用する場合には、技術職員に問い合わせしてから使用すること。

#### (5) 緊急時

機械および工具等が破損・故障した場合は、直ちに技術職員に連絡すること。そのほか使用手続きや操作方法等で不明な点は、技術職員に問い合わせること。

### 5.1.3 後始末

(1) 機械工場の使用後は、工作機械およびその周辺を掃除し、使用した工具類を元の場所へ戻しておくこと。

(2) 清掃後、集めたゴミは下記の分類ごとに分別すること。特に、異なった金属が混ざらないよう注意すること。

分類：可燃物（紙、木材片など）、軟質プラスチック（包装材、発泡スチロールなど）、硬質プラスチック（樹脂材料片、切り屑など）、鉄類、アルミニウム類、銅合金類

#### 5.1.4 休憩室

水分補給や休憩、荷物置きには鑄鍛造室（機械工場の北西角の部屋）を使用すること。エアコンは自由に使用して問題ないが、退出時の電源の切り忘れには注意すること。ただし、鑄鍛造室にも工作機械が設置されているため、使用者がいる場合に備え整理・整頓・清潔を維持すること。

#### 5.2 工作機械および機械設備の使用に当たっての注意

機械を使用にあたり、最も留意すべきことは災害の防止である。これは単に機械の操作に限らず、あらゆる場面において、すべての人がそれぞれの立場から十分な注意を払わなければならない事項である。いかに施設や設備がよくても、作業者が注意を怠り、誤った操作あるいは無理な使用をすれば故障や災害の発生につながる。一方で、作業者が細心の注意をはらっていても、施設・設備自体に防災上の不備があれば、やはり災害を引き起こすことおそれがある。したがって、災害防止には作業者の注意と設備の安全管理の両面からの対策が必要である。

また使用する機械や装置の特性を十分に理解し、安全に配慮して作業を行うこと。使用方法や操作手順がわからない場合は、必ず事前に技術職員に確認すること。

##### 【主な工作機械類の注意点】

###### (1) NC旋盤

- 1) 初めて工作機械を使用する時は技術職員に聞くこと。
- 2) 主軸の回転中に、チャックの開閉操作（足踏みスイッチ）は絶対にしないこと。
- 3) 運転中に切り粉を取ったり、回転中のワーク（加工物）に触れたりしないこと。
- 4) 操作前に、必ず手動による原点復帰およびチェックを行うこと。
- 5) プログラムを間違えると、機械は暴走し刃物が飛散する危険があるため、動作チェックを行うこと。
- 6) 運転中には、回転部分や可動部分に絶対に手を近づけないようにすること。
- 7) 工具に巻きついたり、チップフロアなどに落ちたりした切り粉を処理する場合、手でつかんで引っ張るなどしないこと。なお、切り粉の処理は機械を必ず停止して行うこと。
- 8) クーラントノズルの位置の調整は、機械を停止して行うこと。
- 9) 異常があれば、直ちに赤色の非常停止ボタンを押し、技術職員の指示を仰ぐこと。

###### (2) NC立フライス盤

- 1) 加工を始める前に、加工物が確実にテーブルまたは取り付け具に固定されたことを確かめること。
- 2) 切削中は切り粉、あるいは破損した工具の一部が機械本体より飛び散る可能性があるため注意すること。

- 3) 運転はアクリル製の扉を閉めて行うこと。
- 4) 原点設定は、X、Y、Z軸を一軸ずつ行う。同時には行わない。
- 5) 工具より切り粉を取り除くときは、主軸を完全に停止させてから行うこと。
- 6) 異常があれば、直ちに赤色の非常停止ボタンを押し、技術職員の指示を仰ぐこと。
- 7) 新しいプログラムで加工を始めるときには、前もってZ軸をキャンセルするか、木材または発砲スチロール等をワークの替わりに取り付けて動作のチェックを行うこと。
- 8) プログラムがオーバーフローしたとき、消去するプログラムを確認してから消去すること。
- 9) プログラム番号は技術職員の指示に従うこと。

### (3) 普通旋盤

- 1) 機械使用前に摺動面、その他注油箇所に注油する。
- 2) スクロールチャックの締め付けは適度にする（切削抵抗より強く）。
- 3) 加工物は必要以上にチャック端面より出さない。
- 4) テールストック（回転センター支え）は必要以上に出さない。
- 5) 運転前にチャックハンドルを外し、またチャックのツメとバイトとの干渉も確認すること。
- 6) 主軸回転中は、作業者や見学者はチャックおよび加工物の回転方向の延長上に近づかないこと。
- 7) 切削中は加工物、およびバイトの近くに手を出さないこと。切削油は油筆を使用して供給すること。
- 8) バイトの変更のため刃物台を回転させる際には、バイトで指先を切らないように気をつけること。また、バイトと加工物およびチャックや心押台との干渉に注意すること。

### (4) 横フライス盤

- 1) 加工物とのゼロ点合わせは、刃物を回転させて行うこと。
- 2) 加工物等の取付け・取外し作業や加工部の測定は、機械を停止して行うこと。
- 3) 作業中は、カッター刃物台の回転および運動方向の延長上に立たないこと。

### (5) ボール盤

- 1) 加工物が振り回されないように万力（バイス）等で固定し、確実な取り付けを行うこと。
- 2) 小さな加工物や柔らかい材料（しんちゅう、硬質塩化ビニール等）の穴あけ作業は、特に振り回されないように注意すること。
- 3) 振り回される危険が高いのは、穴が貫通するときやドリルを戻すときであり、また切れ味の悪いドリルの使用もその原因となる。

- 4) 回転中のドリルや巻き付いた切り屑に手を触れてはいけない。またウエスなどを手に持ってドリルに近づくのは危険である。

#### (6) 研削盤

- 1) 始動前に、砥石のワレ、カケ、バランス不良などによる砥石の破損の有無や加工物がしっかりクランプされているかを確認すること。
- 2) 始動時また作業中には、砥石回転方向の正面には立たないこと。また人がいないことを確認すること。
- 3) 始動してから、1分間以上は砥石を空転させること。

#### (7) グラインダー

- 1) 作業帽、保護眼鏡を着用し、保護カバーを正しく使用すること。また、必要に応じて防塵マスクを使用すること。
- 2) 砥石と加工物受け台の間隔を適正にして使用すること。
- 3) 砥石の側面を使用しない。
- 4) 小物や薄い加工物を研磨する場合は、巻き込みと跳ね返りに注意すること。
- 5) 非鉄金属（銅、アルミニウム）等は加工してはならない。砥石が加工物に食い込み、砥石の割れや加工物の飛散が起こる。

#### (8) 溶接作業

ガス溶接、アーク溶接、TIG溶接、スポット溶接などがある。溶接では、金属の溶接・溶断作業などのため非常に高温のものを取り扱うため、作業には危険が伴う。装置・器具などの欠陥による災害事故は多く発生しており、やけどや目の障害、引火性の危険物の爆発、ガス中毒、感電事故など、その扱いによって、大事故が起こる可能性が十分ある。したがって、次のような点について注意する必要がある。

- 1) 作業服は、油のついていないもの、ズボンに折り返しのないもの、ポケットの開口部が少ないものを着用する。
- 2) 履物はできるだけ安全靴を使用する。
- 3) 帽子・保護手袋・足カバーなどを着用し、肌の露出は極力少なくする。
- 4) 紫外線などの影響があるため、必ず保護眼鏡をする。
- 5) ガスや溶接ヒュームが発生するため、保護マスクをする。
- 6) ガス溶接は可燃性のガスが燃える時に発生する熱を利用して行う溶接であるため、高圧ガスの取り扱いに十分注意する。高圧ガスの取扱いは本書P35を参照のこと。

## 第2章 機械系実験・実習における安全心得

### 第6節 繊維教育実験実習棟における安全について

#### 6.1 繊維教育実験実習の利用について

##### 6.1.1 利用時間

利用時間は平日の9:00～17:00とする。これ以外の日時に利用が及ぶ場合にはあらかじめ所属する学科の教職員の許可を得る。

##### 6.1.2 退場者の義務

各部屋の利用者は、退場時に室内の火気(ストーブ等)の消火、空調の停止、窓の施錠、使用した装置の電源を落としていることを確認し、消灯する。最終退場者は廊下、階段、便所の消灯、窓の施錠も確認する。

##### 6.1.3 土足禁止

実習棟内は、土足禁止とする。原則として、実習棟設備利用者は各自上履きを持参し玄関で履き替えること。また、機械運転者は必要に応じて安全靴を使用すること。

##### 6.1.4 各部屋の機器使用について

実習棟内の機器は部屋ごとに管理体制が異なるため、それらの機器を使用する際は、指導教員ならびに当該機器の管理教職員に申請し、許可を得たうえで使用すること。使用する場合は、操作法を十分に熟知した上で行うこと。

#### 6.2 繊維機械の使用に当たっての注意

繊維機械それぞれの特徴と特性を熟知して、必要な作業に当たること。運転中は、機械表面に露出した回転運動部(ローラやドラムなど)に巻き込まれたり、また往復運動部(シャトルや箆(おさ)など)に挟まれたりする危険性がある。特に、古い機械では可動部ベルト、歯車などに防護カバーと緊急停止用の安全装置を備えていないものが多く注意が必要である。

- 1) 起動(あるいは再起動)前には、目視による安全確認(機械に対して立つ位置や体勢など)と大声の起動合図ならびに緊急停止法の確認が必要。
- 2) 運転中の機械はスイッチを切っても慣性運転を続け、すぐに停止しないので、機械の完全停止を確認した後に必要な作業を行うこと。
- 3) 作業に当たっては、メインスイッチを切り、機械が完全に停止した状態で所定の工具を用いて行うこと。
- 4) 駆動部がむき出しの機械使用時は、巻き込まれないよう、特に注意すること。機械に巻き込まれる恐れのある手袋や、白衣など袖口および裾の長い服は着用しない。また上着の裾は出さず、袖は必ずボタン等で固定すること。また、長髪は束ねて固定すること。首から下げているネームプレート等は必ず外すこと。

##### 6.2.1 紡績機械

###### (1) カード機、開繭機、切綿機、梳綿機(紡績実習室)

- 1) これらの機械には針布が装備されている。鋭い針が植え付けられたドラムが高速回転するため、巻き込みなどの事故が発生すると生命の危険がある。

- 2) 針布およびその周辺のごみを除去するときなど、針布付近で作業するときは、電源、元電源を共に切り、惰力による機械の回転が完全停止した状態でフック、ピンセット等の適切な工具を用いて作業すること。
  - 3) 機械が停止中であっても針により怪我をすることがあるので、適切な工具を用いて、素手では作業しないこと。
  - 4) 作業時の位置と姿勢に注意し、再起動に当たっては安全確認すること。
- (2) 伸展機、製条機、練条機、始紡機、再紡機、精紡機（紡績実習室）
- 1) 伸展機、製条機、練条機、始紡機にはギルが装備されている。鋭い針が運動しているので怪我の原因となりやすい。
  - 2) 繊維をギルに食い込ませるときなどは必ず所定の工具を用いて作業すること。
  - 3) 機械すべてにローラーが装備されているので、ローラーに繊維が巻きついた場合、これを除去する作業が必要となり、その際、刃物を使用するので注意すること。
  - 4) 機械を再起動する前には安全確認を忘れないこと。
  - 5) オープンエンド精紡機には高速回転するロータが装備されている。運転に当たってはこのロータ内の不要繊維を除去する作業を行うが、このときには必ず専用のブラシを使用すること。絶対に素手で作業してはならない。
  - 6) これらの機械は大きな騒音を発生するので、運転中に声を出して合図することは困難である。運転前に共同作業者と十分な打ち合わせを行い、緊急時の停止法を確認しておくこと。

#### 6.2.2 製布織機

##### (1) 有杼織機（製布実習室）

有杼機械のシャトルはシャトルレース内を高速で往復運動しているが、構造上シャトルレースから飛び出す可能性があるため、運転時には織機の横には立たないこと。

##### (2) ジャカードレピア織機（製布自動化システム室(2)）

- 1) ドライブロッドをはじめ多くの運動部が露出しているため注意すること。
- 2) ジャカード台下の中天井は低いので頭をぶつけないように注意すること。
- 3) 架台の上で作業する場合は下で作業をしている者に伝え、ヘルメットを着用し、物を落とさないように気をつけること。また、作業者が落下することがないように細心の注意を払い、手すり等に寄りかかりながら作業を行わないこと。

##### (3) 手織りジャカード織機（製布自動化システム室(2)）

- 1) シャトルが飛び出す危険があるため、織機の横には立たないこと。
- 2) 紋紙を交換する場合は高所作業になるため、ヘルメットを着用し、転落に注意すること。

#### 6.2.3 紡糸機械

##### (1) 紡糸用押出機械（紡糸計測システム室）

1) 樹脂を加熱、溶融して押し出すため、装置表面で高温になる部分がある。ヒーター部の温度は最高500℃に達することが有り、肌が触れれば火傷は免れず、紙や油等が触れれば発火す

る可能性がある。機械のみならず、押し出された樹脂も高温であるため、火傷に注意すること。

- 2) ヒータ外面に電気端子が露出している。高電圧（200V）であるため、感電に注意すること。
- 3) 樹脂が分解し、ガスが発生することがある。必ず換気すること。
- 4) 換気扇に巻き込まれないよう、注意すること。
- 5) 稼働中は騒音が激しいので、各自周囲の状況によく注意すること。
- 6) 踵のある上履きを使用のこと。階段の上り下りでスリップする危険がある。
- 7) 紡糸作業中はヘルメット着用のこと。頭上より物が落下してくる可能性がある。
- 8) 異常があれば直ちに赤色の非常停止ボタンを押し、職員の指示を仰ぐこと。
- 9) 架台の上で作業する場合は下で作業をしている者に伝え、ヘルメットを着用し、物を落とさないように気をつけること。また、作業者が落下することがないように細心の注意を払い、手すり等に寄りかかりながら作業を行わないこと。

#### (2) 巻取機（紡糸計測システム室）

- 1) 高速回転する運動部が露出しているので、巻き込まれないよう、特に注意すること。
- 2) インバータには高電圧（250V）大電流（Max150A）が流れている。感電しないよう、十分に注意すること。濡れた手（汗で濡れた手袋をはめた状態を含む）でインバーターに触れないこと。
- 3) 毎使用時にはエアコンプレッサの安全弁のテストをすること。この際、大きな音がするので、必ず周囲に予告すること。
- 4) エアコンプレッサのベルトへ巻き込まれないよう、注意すること。
- 5) 万一巻取機の紙管（糸を巻き取る筒）が破裂しても大丈夫なように、危険位置には立たないよう、注意すること。
- 6) 巻取機のアースは必ず取ること。静電気の発生により、電気ショックを受ける可能性がある。

#### (3) レーザー加熱延伸装置（繊維計測制御装置室）

- 1) レーザー光軸上に手を出さないのはもちろん、レーザー光を反射する可能性のある金属類を置かないよう、注意すること。
- 2) レーザー照射時はカバーを閉め、レーザー光の漏れ出しを防ぐ。
- 3) 糸の送り出し、巻取装置については“(2) 巻取機”の項と同様、巻き込まれないよう、特に注意すること。
- 4) 送り出し巻取機起動、レーザーの照射開始時には共同作業者に必ず声を掛け、応答を確認してから行うこと。
- 5) 異常があれば直ちに赤色の非常停止ボタンを押し、職員の指示を仰ぐこと。

#### 6.2.4 繰糸機（化学加工実験室）

- 1) 煮繭工程では、高温で繭を煮るのでやけどに注意すること。必要に応じて耐熱手袋などを着用すること。

- 2) 繰糸機付近は濡れているので、スイッチ操作の際は感電しないように注意するとともに、床も滑りやすくなっているため転倒しないように気をつけること。
- 3) 繰糸機の繰解槽内にある水はヒータにより保温されている。ヒータ付近は温度が高くなりやすいため火傷に注意すること。また、繰解槽内に水が無い状態でヒーターを加熱し、空焚きにならないように注意すること。

## 第7節 先進ファイバー紡糸棟（J1棟）における安全について

### 7.1 先進ファイバー紡糸棟の利用について

先進ファイバー紡糸棟は、複合溶融紡糸装置をはじめとする大量生産型の試作設備が導入されている施設であり、高温、高圧、高電圧、高電流、高速回転、高トルク回転、高出力の機器や、高所作業、重量物移動作業があるため、認識を誤ると生命にかかわる重大な事故を招く恐れがある。安全に利用するためには、規則を必ず守り、注意事項を熟知し、管理者の指示に従うことが必要である。

#### 7.1.1 使用日時

先進ファイバー紡糸棟は、学内の教育・研究のみならず、企業・外部機関との試作品作製・共同研究・プロジェクト研究等でも使用される。利用する者は、必ず管理者に前もって届け出て、協議のうえ決められた日時で使用すること。

#### 7.1.2 利用に当たっての注意事項

- 1) 棟内の全ての作業について、必ず管理者の指示に従って行うこと。
- 2) 棟内への出入り口は西側扉とする。管理者の指示なしで他扉からの出入りや解錠はしない。
- 3) 棟内に入る際には、出入口にあるマットで靴底の濡れや汚れを落とすこと。
- 4) 靴は丈夫で動きやすく、滑りにくいものであること。サンダル・ヒール厳禁。安全靴が望ましい。
- 5) 棟内作業中は、作業帽子を着用すること。また、管理者がヘルメット着用必須と判断した作業については、必ずヘルメットを着用して行うこと。
- 6) 作業に適した服装で作業すること。
- 7) 架台の上下を移動する場合は、出入口そばの階段を利用する。移動の際、手には何も持たずに階段の両サイドにある手すりにつかまること。荷物は、管理者の指示に従って簡易リフトで運搬すること。
- 8) 簡易リフトは荷物運搬専用で、人が乗ることは法律で禁止されている。非常に危険であるため、絶対に乗らないこと。
- 9) 架台の上で作業する場合は、下で作業をしている者に伝え、下に物を落とさないように気をつけること。また、作業者が落下することがないように細心の注意を払うこと。

10) 昇降台は管理者が認めた者以外の使用は禁止する。転落や挟まれによる事故を防止するため、昇降台上で作業を行っている時に昇降スイッチを操作しないこと。

11) 立入禁止の標識がある場所や、ガードバーおよびチェーンで立入規制している場所には入らないこと。

12) 屋外キュービクル式高圧受電設備への出入りは、管理者以外認めない。電気トラブルが発生した時は、速やかに管理者に連絡すること。

13) 事故やトラブルの防止のため、使用する装置のマニュアルを前もってよく読んで理解しておくこと。

14) メールやインターネットを利用する必要がある場合は、管理者の指示に従って使用すること。

15) 棟内のものを管理者の許可なく外に持ち出さないこと。

16) 使用した工具や移動した機器・什器がある場合は、作業終了後に元の位置に戻しておくこと。

17) 使用簿に必要事項を記入すること。

18) 許可が得られていない人を勝手に棟の中に入れてはいけないこと。

19) 棟内にある装置を初めて使用する際は、必ず管理者の講習を受けること。

20) 棟内での作業については前もって作業可能日時を管理者に確認し、確定した日時を専用のGoogle カレンダーに記入すること。

21) 棟内の給排気、スポットエアコン、電気ヒーターなど、室内温湿度に影響する設備については、管理者の許可なく操作しないこと。

## 7.2 装置使用に当たっての注意

### 7.2.1 複合溶融紡糸装置

注意事項は、第6節 6.2.3 の「(1) 紡糸用押出機械」に準じる。加えて、下記のこと

1) 綿100%の作業着を着用すること。

2) 必要に応じて綿100%軍手、耐熱軍手、遮熱手袋を着用すること。

3) 制御盤の数値、タッチパネル操作盤の数値、ネットワーク管理システムのモニターを常にチェックして、問題が生じていないかを確認すること。

4) 架台の上下に分かれて作業を行う場合は、安全かつ効率的に作業を行えるようにヘッドホンマイク付きトランシーバーもしくは付属のワイヤレススピーカーセットを用いて、作業員全員の状況を把握できるようにすること。

5) ノズルパックの装置やクリーニングの際、ノズルパックが200℃以上の高温状態になっているため、取り扱いには充分注意すること。

6) 高温下での作業になるため、定期的に水分を補給すること。

7) 紡糸時は、棟内温度・湿度を保持するために、管理者の指示に従って棟内外の出入りを行うこと。

8) 長時間の作業になる場合は、複数人で交代しながら作業をすること。

9) 紡糸機稼働時における紡糸棟の給排気については、管理者の指示に従うこと。

#### 7.2.2 引取巻取装置

注意事項は、第6節 6.2.3 の「(2) 巻取機」に準じる。加えて、下記のことにご注意すること。

1) 複数の引取巻取装置が設置されており、最大回転数が18,000rpmをこえる装置もあるため、回転中は必要がない限り回転部分には近づかないこと。糸掛けやスイッチを押すために回転部に近づく必要がある場合は、接触しないように細心の注意を払うこと。

2) 巻取中の糸に、絶対に素手で触れないこと。

3) 2000m/min 以上の巻取速度の場合は騒音が激しくなるので、稼働中に建物出入口の扉を開けないこと。

4) 糸掛けの時に、サクシヨンガン回転ローラーに接触させないように気をつけること。

#### 7.2.3 レーザー発生装置

注意事項は、第6節 6.2.3 の「(3) レーザー加熱延伸装置」に準じる。加えて、下記のご注意すること。

1) 使用する際には、建物出入口に「危険 レーザー光線 入室時保護メガネ着用」が記載されている標識を設置すること。

2) 必ず専用の保護メガネを装着し、操作手順に問題がないか複数人で確認しながら取り扱うこと。

3) 赤いガイド光 (He-Ne レーザー) を直視しないようにすること。

4) 移動する場合は、必ず電源を切り、足が挟まらないように注意すること。

5) 高電圧出力のため、電源が入っている状態でレーザー本体内部に身体の一部が接触した場合、生命にかかわる重大事故を招く可能性がある。レーザー電源が入っている状態では、絶対にレーザー本体内部に触れないこと。また、電源が入っていない状態でも、管理者の指示なしでは本体内部に触れないこと。—

#### 7.2.4 延伸装置

注意事項は、第6節 6.2.3 の「(2) 巻取機」「(3) レーザー加熱延伸装置」に準じる。加えて、下記のご注意すること。

1) 延伸中の糸に、絶対に素手で触れないこと。

2) ホットローラーを使用する場合は、火傷に注意すること。

3) 移動する場合は、必ず電源を切り、足が挟まらないように注意すること。

4) 架台の上下に分かれて作業を行う場合は、安全かつ効率的に作業を行えるよう

### 第3章 電気系実験・実習における安全心得

#### 第1節 電気系実験のために

自然科学を専攻するみなさんは、これから学生実験、卒業研究を通して、各種の実験に携わる機会に恵まれるであろう。将来優れた創造性豊かな技術者として育つための、貴重な糧となるはずである。しかし、そこにはさまざまな危険が潜んでいる。みなさんが日常的に使用する電気に限って言えば、“感電”が最も一般的で、恐ろしい災害である。

研究分野の多様化、広域化につれ、専攻分野に関わらず数千V～数万Vの高電圧装置を内蔵した機器がこともなげに使用されるようになってきている。当然そこには“電気災害”という危険を伴う。現実にそのような痛ましい事故も見受けられる。

電気災害と一口に言っても多種多様で、科学の発展と共に新しい災害が増加している。たとえばレーザー光線が目を与える障害、高電圧放電により発生する紫外線や放射線による障害など多岐にわたる。これらについては当該研究室において、適切な注意と特別な指導がなされなければならない。

本章では、電気を取り扱う上での基本的かつ一般的な注意事項に限って説明する。熟読して、安全に十分留意し、実験・実習の楽しさを学んで欲しい。

#### 1.1 感電

「電気は怖い」と言われる。それは何より感電事故を思い起こすからであろう。その怖い感電も、電気回路の基本的な仕組みや人体の電気的性質を十分把握し、細心の注意を払うことによって防ぐことができる。

##### 1.1.1 人体の電気抵抗

感電は電撃とも呼ばれ、人体に電流が流れることによって生じる生理作用あるいはショック現象である。このショック現象はマイクロショックとマクロショックに大別される。マイクロショックは良導体の血液や筋肉などの体内組織に直接、電流が流れた場合に生じる生理現象である。主として医療用機器を使用する際に問題となる。その特徴は、後述するマクロショックに比べて桁違いに微少な $10\mu\text{A}$  ( $=10^{-5}\text{A}$ ) 程度の電流で致命的な障害を受けることである。この値は人体の電気抵抗を $500\Omega$ とすると、 $500\Omega \times 10\mu\text{A} = 5\text{mV}$  の電圧に相当する。人体組織にわずか $5\text{mV}$  の電圧が加われば死に至ることを意味している。マイクロショックは通常の状態では起こり得ないが、状況によっては、たかだか $\text{mV}$  単位の電圧でも死に至ることを銘記しておかなければならない。

これに対して、マクロショックは我々が日常的に遭遇しやすい感電現象である。人体は血液や筋肉などの良導体を電気抵抗の比較的高い皮膚で包んだものである。感電時の電流は表面、すなわち皮膚を伝って流れる場合が多く、このときの生理作用をマクロショックと呼んでいる。

このように皮層や内部組織まで含めた電気抵抗は、人体の乾燥度はもとより、その日の健康状

態や体質、体重および性別によって異なるとされている。一般に皮膚の電気抵抗は乾燥時で数十kΩ以上あるが、水や汗などで湿っている時には数百Ω以下まで低下し、電流を通しやすくなってしまうのである。

### 1.1.2 マクロショックと電流値

人体が通電部分（充電部と呼ぶ）に接触して感電した場合、どのような生理作用、すなわちショックを受けるであろうか。図3.1は感電による生理作用の程度と電流値の関係を示している。例えば、風呂上がりで電気抵抗500Ωの人が家庭用100Vの電圧に感電したとすると、単純にオームの法則から、 $100V \div 500\Omega = 200mA$ もの電流が流れることになる（図3.1参照）。

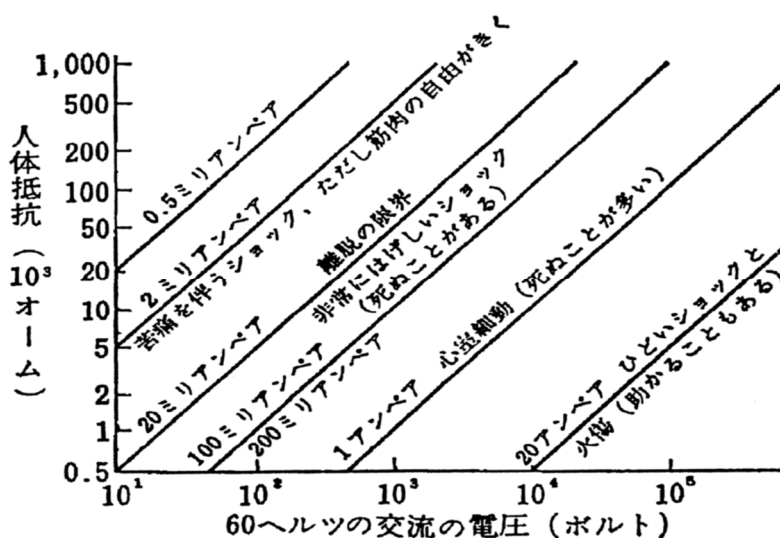


図3.1 交流電撃の影響（成人男子）15)

この値はマイクロショックの電流値に比べて桁違いに大きな値であり、これが全て心臓などの重要な体内組織を流れることになれば、重大な作用を起こして死に至ることは明らかである。しかし、幸いにして感電時に流れる電流の大部分は皮膚表面を伝って流れることが多い。このため、直ちに感電死に至ることは少ないものの、火傷や、激痛等の障害を受けることになる。文献によると、50Hzの交流電流が人体に流れた場合の症状が表3.1のように分類されている。

表3.1 マクロショックと感電電流との関係

通電電流	通電時間とマクロショックの程度
3 mA 以下	感電時間に関係なく、ぴりぴりとした軽い刺激を受ける。
10mA 以下	感電時間に関係なく、相当な痛みを感じるが、離脱可能である。
10mA 以上	数分以内でも筋肉に痙攣が生じ、自ら離脱するのが困難になる。
30mA 以上	血圧上昇、呼吸困難をきたし、脈拍不整、1分以内で生命の危機が生じる。

5 ~ 250mA	強い電撃はもとより、心室細動、失神、電流痕跡を生じ、まひ状態になり死に至る。
-----------	--

これらのことから、電圧が低いから安全、高いから危険とは一概に言えないことがわかる。すなわち、感電による障害は人体に流れる電流とその通電時間との積（＝電荷量）および人体の感電箇所依存するのであり、感電者の救出を速やかに行わなければならない理由もここにある。

### 1.1.3 配電線の機構と感電

スズメは何万Vもの高圧電線に止っていても感電しない。ところが、鯉のぼりを立てようとして、金属ポールが電線に触れて感電死することがある。この違いを配電線の仕組みを通して考えてみよう。

一般に、家庭用（大学も含む）電源は変電所から送られてくる6,600Vを電柱上に設置されている変圧器によって100Vに降圧し、その片方の線は抵抗値の小さな接地用銅板で接地（アースと呼ぶ）されている。この接地側の線は大地に住む我々と同電位であるため、これに触れても感電はしない。もう一方の電線は、大地に対して100Vの電位を持つため、それに触れると感電する。したがって、人体が普通の状態（図3.2(a)）で電圧側に接触した場合には、電圧側の電線→人体→地面→地中を通して接地側に戻る閉回路を電流が流れることになり危険である。

感電は人体に電流が流れるために生じるショック現象なので、電流が人体に流れないようにすれば（すなわち閉回路を開いてやれば）、感電を避けることができる。従って絶縁台の上やゴム底靴を履いていると安全度が増すことになる。この場合でも、人体の一部が接地されている金属に触れると閉回路ができるため危険である（図3.2(b)参照）。

電気・電子機器の接地不良は機器の思わぬ箇所に高電圧を誘発し、絶縁破壊、感電、漏電などの原因となる。多くの機器や設備には「接地端子」が設けられているので、必ず確実にこの「接地端子」を接地することが肝要である。

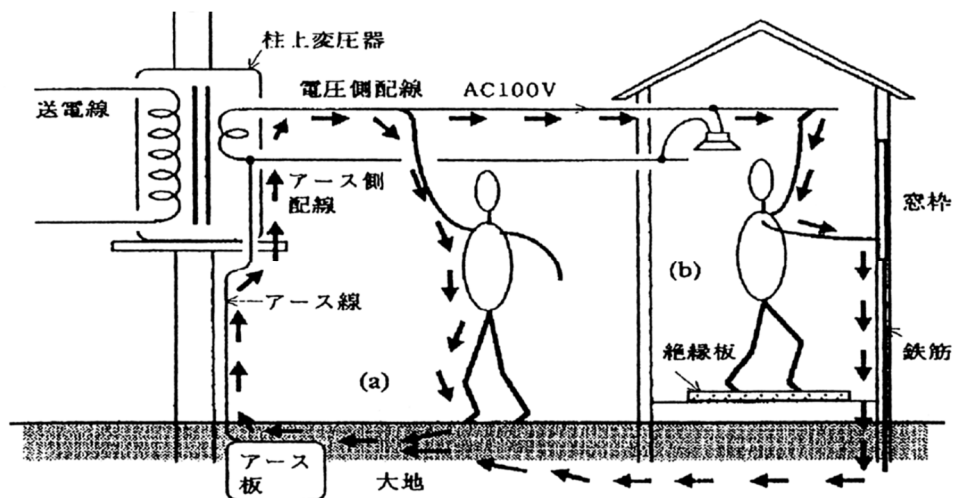


図3.2 感電時の電流経路<sup>5)</sup>

## 第2節 漏電による災害

漏電とは、接地不良、絶縁劣化および回路の混触などによって、本来流れてはならない部分に電流が流れることである。漏電が原因で、感電や電気火災などの災害を起こす。ここでも電気機器の接地が重要な役割を果たす。すなわち、電気機器の接地が十分になされていれば、漏電電流のほとんどは抵抗値の小さい接地線を通して大地に流れるため、漏電が直ちに感電につながることは少ない。しかし、機器が接地されていない場合、あるいは接地されていたとしても接地端子の錆や接地不良のため、接地側抵抗が人体の抵抗と同程度に大きくなる場合、人体に漏電電流が流れる。この意味で、洗濯機など電気機器を接地せずに風呂場のような湿度の高い所で使用することは漏電事故の危険性を高める行為である。

漏電がもたらす大きな災害の一つに電気火災がある。最近では絶縁材料の質や、配電技術および利用者の知識の向上によって、漏電による火災は少なくなってきた。しかし、絶縁材料の経年劣化、機械的摩擦による電線の芯線の露出、あるいは定格以上の電流を流したことによる発熱による電線絶縁材料の炭化など、絶縁不良が漏電の原因となることには変わらない。

また建物の電気配線などから漏電してモルタル用金網、鉄筋などに漏電電流が流れると部分的な加熱や火花放電によって火災になるおそれもある。

漏電は絶縁材料の劣化によって生じることが多いから、漏電による電気火災を防ぐために、電力会社には2年に一度の配線調査が義務づけられており、大学においても「電気設備に関する技術基準」という経済産業省省令に従った検査が行われている。漏電は絶縁劣化や絶縁破壊によって生じるため、基本的には電気機器の電圧側端子と接地間の絶縁抵抗を測定することによって検出できる。たとえば、図3.3のように電気機器のB点で絶縁劣化が進んでいけばA→B→Eの抵抗は小さくなる筈である。これを調べるには電圧側端子(A)と接地端子(E)の抵抗を絶縁抵抗測定器(メガー)で測ればよい。

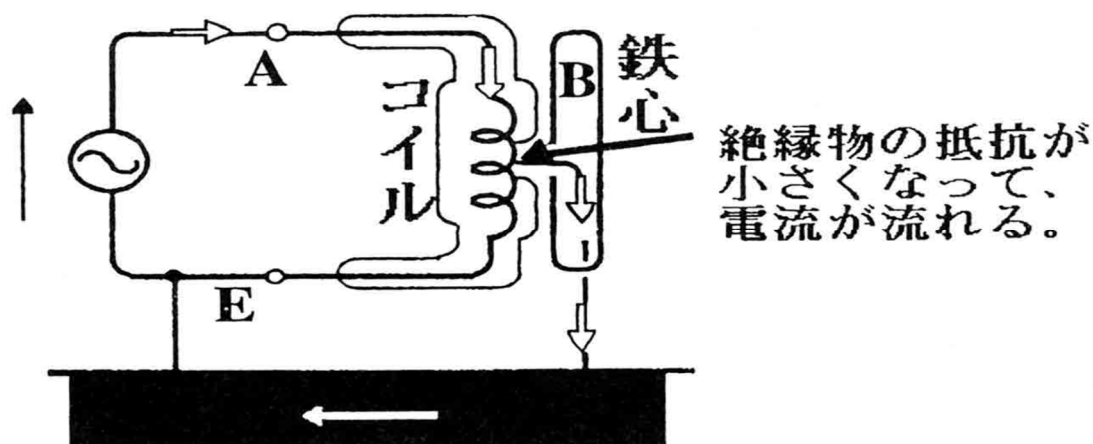


図3.3 漏電の状態

### 第3節 静電気（摩擦電気）

乾燥した冬期、真暗な部屋でワイシャツや下着を脱ぐと、チクチクとした電撃と青白い光を見ることができる。このような電撃は接地された機器、ドアのノブあるいは自動車の乗り降りなどでしばしば遭遇する障害の一つである。これらは敷物や靴などで大地から絶縁された人体が運動することによって摩擦電気を貯え、接地金属に触れることによって火花放電を起こすためである。従って、火花放電による電撃を避けるためには、身に付けている鍵などの金属片でこれらの接地金属に触れ、直接皮膚などに火花放電を受けないようにすればよい。

静電気によって生じる人体の対地電位は数千V～1万Vの高電圧に達することもある。そのような高電圧であるにもかかわらず感電死につながらないのは、帯電電荷量が少なく、流入電流が極めて少ないからである。むしろ、ショックによる転倒などの二次的災害のリスクが重大である。また、周囲に漏れているガスに静電気による火花が引火し、爆発事故が起きることもあるため注意が必要である。

以上のことから、ゴム底の靴を履き人体を大地から絶縁することは通常之感電を防ぐ上で有効であるが、静電気を貯え易いため、二次災害に注意しなければならないことがわかる。

### 第4節 感電者の救出と注意

大学において各種の実験を行うに当たっては、機器の点検、実験者の安全意識の向上、安全のための注意事項の徹底等、ハードおよびソフト両面にわたる安全対策が講じられていなければならない。万一、感電事故が生じた場合に、救出を急ぐあまり、不用意に感電者に触れると二次感電のおそれがあるため、救出に当たっては以下の点に留意しなければならない。

#### （1） 感電者の離脱

感電事故の際に人体に流れる電流値（電荷量）によっては、筋肉が麻痺して充電部からの自力離脱が困難となることがある（表3.1 参照）。感電者を充電部から速やかに離脱させなければならないが、感電者には充電部と大地との間の電圧が加わっているため、不用意に感電者に触れると二次感電を生じることになる。従って救助者は乾いた絶縁手袋や絶縁靴を着用する、絶縁台に乗るなど、必ず大地から絶縁されていなければならない。

#### （2） 電源の遮断

感電事故が生じた場合、速やかに電源を遮断することが大切である。このときにも幾つかの注意が必要である。すなわち、回路にキャパシタ（コンデンサ）が含まれているときには、充電部を接地する必要がある。また、電流が大きかったり、インダクタンスの大きな回路では電源遮断時に、スイッチと電極間にアーク放電や火花放電が発生し、電源の遮断が困難になったり、火傷などの二次災害が生じることもある。従って、電源の遮断を安全確実に行うには、そのための機能を備えた遮断器をあらかじめ実験回路に設置して、これを動作させなければならない。

以上のことから推察されるように、緊急事に感電者の離脱、電源の遮断および充電部の接地を安全かつ適切に行うには、実験回路の特徴を熟知し、非常時に安全な対処ができる実験環境を整えると共に、万一を想定した日頃の訓練と安全管理に対する心構えが必要である。

## 第5節 電気系実験に関わる基本的注意事項

漏電や感電のメカニズムからわかるように、電気災害の多くは知識の不足、とりわけ不注意によって起きている。したがって、実験にあたっては日頃の安全管理はもとより、使用する電気機器の注意事項をよく読み、実験回路を熟知しておく必要がある。いずれにしろ実験者1人ひとりの安全意識を高めることが重要である。電気系実験を行うに当たっての注意事項を要約しておく。

### 5.1 一般的注意事項

- 1) 始業点検を行うこと。接地が確実に行われているか、電線の切断や絶縁の不良箇所がないかを確認する。
- 2) 非常時に安全な対処が可能な実験環境を整備すること。機器類を合理的に配置し、不要な機器がないか、機器の安定性や選定が適切であることを確認すること。
- 3) 結線はできるだけ単純にすること。配線が必要以上に長くなっていないか、錯走していないか、短絡の可能性はないかを点検すること。また、ネジの緩みはないか。電線の電流容量が適切であるかも確認すること。
- 4) 電解キャパシタ（コンデンサ）は極性を有することに注意すること。極性を誤ると爆発し、電解液や破片により負傷するおそれがある。
- 5) 作業前に各自の役割分担を明確にし、結線の再確認を行うこと。
- 6) スイッチ投入時の手順に注意すること。電圧調整器をゼロに設定したのち、電源側スイッチから負荷側スイッチへと順次投入すること。負荷がモーターやポンプなどの回転機の場合、起動時に定格以上の電流が流れるため、スイッチの投入・遮断を2～3回断続的に行うと良い。
- 7) 回路遮断時の手順に注意すること。電圧調整器をゼロにしたのち、負荷側スイッチから電源側スイッチへと順次遮断すること。
- 8) 機器の故障やヒューズ切れが発生した場合は、原因を十分に確認すること。原因を究明し、同様の誤りを繰り返さないよう注意すること。
- 9) 実験終了後の確認を徹底すること。全てのスイッチが確実に切れて（回路が開いて）いることを確認した後、機器から結線を外し、整理・整頓すること。

### 5.2 高電圧を取り扱う場合の注意事項

高電圧を取り扱う際には、上記5.1の一般注意事項 1)～9)を遵守した上で、以下の事項を

特に注意すること。

- 1 0) スイッチの投入・遮断の手順を遵守すること。誤った手順で操作すると、感電や機器の損傷の原因となる。
- 1 1) 作業時には手をよく乾燥させること。感電した際の身体へのダメージを極力抑えるため、できる限り右手で作業を行うよう心掛ける（人体左側の心臓を保護するため）。
- 1 2) 実験者は高電圧部から十分な距離を保つこと。目安として、1万V あたり10 cm 以上の距離を確保する。
- 1 3) 容量の大きいキャパシタ（コンデンサ）を使用する場合は、放電対策を施すこと。支障がない限り並列に500k $\Omega$  以上の高抵抗を接続し、スイッチ遮断後に電荷が長時間残留しないようにすること。
- 1 4) キャパシタに触れる際は、必ず十分に放電を行った後に作業すること

## 第4章 化学実験における安全心得

化学実験では、「混ぜるな危険」をあえて混合し、化学反応を誘導する。このため、常に危険を伴う作業であることを肝に銘じること。さらに、熱源や高圧ガスや寒剤など、化学反応に直接関与しない危険も存在する。

### 第1節 学生実験

3年生までの学生実験は、基礎的な実験技術の習得と、講義内容の理解を深めることを目的としている。本節では、学生実験において最初に認識すべき重要事項を示す。

#### 1. 実験開始前に必ず留意すべき最優先事項

**安全確保：**化学実験では化学薬品やガラス器具を扱うため、不注意な操作は事故につながる。常に細心の注意を払い、安全を最優先して実験を行うべきである。

**保険加入：**学生教育研究災害保険（学研災）および学研賠付帯賠償責任保険（学研賠）には必ず加入すること。これらの保険は、教育研究活動中に生じた不慮の事故による身体障害や、他者への損害賠償に備える制度である。

#### 2. 実験における一般的心得

##### ● 実験前の準備

- ① テキストを熟読し、目的・原理・操作や使用する器具・試薬を把握して実験に望むこと。
- ② 安全データシート（SDS）で使用する試薬について調査し、下記項目について実験ノートに転記すること（次頁図 4.1）。溶媒や酸・塩基などの汎用試薬はよく参照するので、実験ノートの裏表紙にまとめて記載してもよい。

物性 色・融点／沸点・密度・式量（分子量）など。固体か液体かで、秤量の方法（薬さじ・ピペット）や単位（g・mL）が変わる。

危険性 腐食性・悪臭など。併せて安全対策と、漏洩や接触した場合の応急処置についても把握しておく。

法規制 毒劇物や危険物の指定。詳細は第3節を参照のこと。

- ③ 化学反応を伴う実験の場合は、反応機構を理解し、生成物や中間体の性質・危険性についても可能な限り調査をすること。
- ④ 実験前日は十分な睡眠を取り、体調を整えて実験に望むこと。過失が重篤な被害に繋がるリスクがある点では、自動車の運転と同様である。

信大薬品		
安全データシート		
JIS Z7253:2019 準拠・2025/11/25 改訂 (第2版)		
<b>1. 化学品及び会社情報</b>		
製品名:	硫酸	
製品コード:	AABBCC-0000	
供給者:	信大薬品株式会社 (長野県上田市常田 3-15-1)	
----- (中略) -----		
<b>2. 危険有害性の要約</b>		
<b>GHS 分類</b>		
物質又は混合物の分類	国際規格に基づく危険性の表示で, リスクアセスメントの際に使用する.	
急性毒性-吸入(粉じん/ミスト)		
皮膚腐食性/刺激性	区分 1	
眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 1	
----- (中略) -----		
<b>危険有害性情報</b>		
H290 - 金属腐食のおそれ	金属腐食や皮膚・眼の損傷は不注意や操作ミスで起こりえる。腐食性や水生生物への影響から, 下水に流すと甚大な被害を招くことも予想できる。情報をノートに丸写しするのではなく, 実験時に気をつけるポイントを考えて記載するとよい。	
H314 - 重篤な皮膚の薬傷及び眼の損傷		
H318 - 重篤な眼の損傷		
H330 - 吸入すると生命に危険		
H402 - 水生生物に有害		
----- (中略) -----		
<b>注意書き-(安全対策)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>保護手袋、保護衣、保護眼鏡、保護面を着用すること。</li> <li>粉じん/煙/ガス/ミスト/蒸気/スプレーを吸入しないこと。</li> <li>取扱い後には顔や手など、ばく露した皮膚を洗う。</li> <li>この製品の使用時には飲食、喫煙は禁止。</li> <li>環境に放出しないこと。</li> </ul>	記載されている安全対策は化学実験の基本ではあるが, 改めて重要性を確認しよう。	
<b>注意書き-(応急措置)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>眼に入った場合: 水で数分間注意深く洗うこと。次にコンタクトレンズを着用していて容易に外せる場合は外すこと。その後も洗浄を続けること。</li> </ul>	緊急時に冷静に行動できるよう, 応急処置も確認しよう。基本はよく洗い, 必要に応じて通院。	
----- (中略) -----		
<b>4. 応急措置</b>		
吸入した場合	文書の後半には, 詳しい応急処置の説明があるので, 併せて参照しよう。	
新鮮な空気のある場所に移すこと。症状が続く場合には, 医師に連絡すること。		
皮膚に付着した場合		
すぐに石鹼と大量の水で洗浄すること。症状が続く場合には, 医師に連絡すること。		
----- (中略) -----		
<b>9. 物理的及び化学的性質</b>		
性状	無色透明液体	実験ノートに転記すべき物性値は, この項目を参照する。
臭い	無臭	
融点	1.8° C	
----- (中略) -----		
<b>15. 適用法令</b>		
消防法	消防活動阻害物質	政令第1条の10「届出を要する物質」
毒物及び劇物取締法	劇物	包装等級 2
----- (中略) -----		
		危険物(消防法)・毒劇物に該当するか確認する。

図 4.1 安全データシートの記載例と読み方

## ● 実験時の服装

実験時の服装の例を図 4.2 に示す。

- ⑤ 実験時は**白衣**もしくは**作業着**を着用すること。白衣は、膝下まで保護できる理化学用白衣を着用する。
- ⑥ 薬品類が目に入った場合失明の恐れがあるので、実験室内では必ず**保護眼鏡**を着用する。
- ⑦ 薬品はいかなる場合でも触れたり、臭いを直接嗅いではならない。

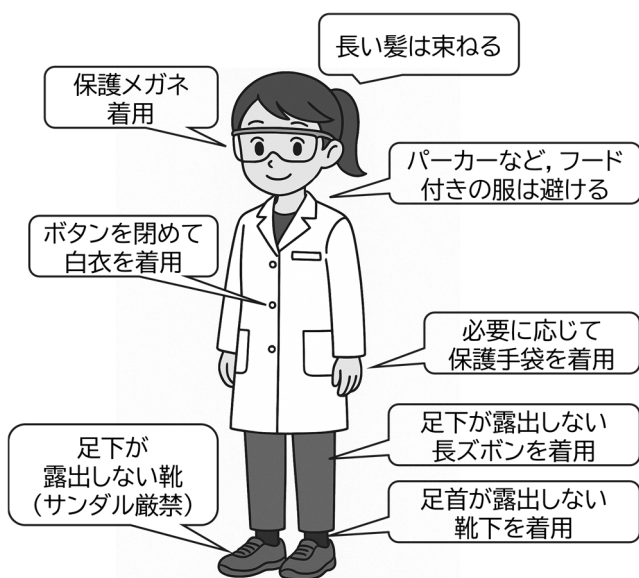


図 4.2 実験時の服装の例

## ● 実験中の注意

実験中の注意事項を図 4.3 にまとめる。

- ⑧ 実験室内は**飲食禁止**である。
- ⑨ 実験台の上には必要なもの以外は置かないこと。実験台の**整理整頓**を心掛けること。
- ⑩ 実験室では静粛に行動し、通路を走ったり、ふざけたりしてはならない。こうした不注意な行動は失敗や事故の原因となる。
- ⑪ 使用しない薬品の蓋は必ず閉める。誤って薬品をこぼした場合や、皮膚や目に薬品が触れた場合は、直ちに指導者の指示を仰ぐ。
- ⑫ 廃液は流しに捨てず、指導者の指示に従って処理する。
- ⑬ 実験中は装置のそばで状況をよく観察し、些細な変化にも気づけるようにすること。これにより、事故を未然に防ぐことができる。



図 4.3 こんな実験室はダメ

● 実験器具の使用に関する注意

- ⑭ ガラス器具の破損や怪我がないように、細心の注意を払うこと。破損や怪我の際は直ちに指導者に申し出て、指示を仰ぐこと。
- ⑮ ビーカーやフラスコ、試験管で加熱や反応を行うとき、上からのぞき込んではいけない。沸騰や急激な反応が起こって内容物が噴き出す危険性がある。
- ⑯ 加熱反応をしているときは火傷に気を付けること。万一火傷をした場合は、直ちに指導者に申し出ること。
- ⑰ ホールピペットやメスピペットを使用する場合は、安全ピペッターを使用する。
- ⑱ その他、実験に関する細かい諸注意や器具の取り扱いについては、実験時に行われる指導者からの具体的な説明に従うこと。

## 第2節 研究室での実験

卒論実験や大学院での研究実験は、未知の事象を扱うことが多く、常に危険を伴うものである。このため、第1節で述べた学生実験における諸注意に加えて、研究室のテーマや環境に応じた注意が必要になる。具体的な安全対策は、原則として研究室教員の指導の下で行う。日常的な実験であっても、慣れによる油断が重大事故を招くことを常に自覚しておく必要がある。

また、すべての研究室に共通する事項として、実験室ごとに**災害時の避難経路**や**消火器・消火栓・火災報知器**の位置を把握しておく。

以下に、研究実験における一般的な注意事項を示す。

### 1. 高圧ガスの取り扱い

**ガスボンベ：** ガスボンベの取扱いは、十分な知識を有する者が行うか、またはその指導の下で行うことが原則である。ボンベは強固な支持物に鎖やベルトで**二点固定**し、転倒防止措置を必ず施す。また、ボンベを移動させる際は、専用の手押し車を使用する。

**圧力調整器（レギュレーター）：** 圧力調整器は、**ガスの種類に応じた専用品**を使用する。特に酸素ボンベには、可燃性パッキングを用いた圧力調整器を絶対に使用してはならない。これは火災や爆発の原因となるためである。

**ボンベの登録：** ガスボンベは薬品と同様、**IASO（第3節-3）に登録し管理する**必要がある。また、ガスボンベの使用期限は**納入から原則1年間**となっているので、期限が到来したら返却もしくは延長手続きを行う。ただし、延長した場合でも、納入から2年以内に返却する必要がある。

**ボンベの交換：** ガス使用後は、**ボンベ内の残圧を保持したまま**詰め替え業者に引き渡す。ボンベを完全に空にすると、再充填時に空気が混入し、事故の原因となるためである。

**ガスボンベの色識別：** ガスボンベには、充填されているガスの種類を示す色が規定されており、外面に塗装されている。実験室でよく使用されるボンベの色を**表4.1**に、代表的な高圧ガスに関する注意事項を**表4.2**に示す。

表 4.1 ボンベの色とガスの性状

ガス名	色	毒性	内容物の状態	ガス名	色	毒性	内容物の状態
酸素 O <sub>2</sub>	黒		気体	アルゴン Ar	灰色		気体
水素 H <sub>2</sub>	赤		気体	窒素 N <sub>2</sub>	灰色		気体
炭酸ガス CO <sub>2</sub>	緑		気体/液体	一酸化炭素 CO	灰色	有毒	気体
アンモニア NH <sub>3</sub>	白	有毒	気体/液体	硫化水素 H <sub>2</sub> S	灰色	有毒	気体/液体
塩素 Cl <sub>2</sub>	黄	有毒	気体/液体	ブタジエン	灰色		気体/液体

表 4.2 代表的な高圧ガスの取り扱い上の注意事項

酸素 O <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 容器・器具類に油分を付けたり、可燃物を付近に置かないように注意する。油脂類に接触するだけで酸化発熱し、燃焼・爆発に至る危険がある。</li> <li>● 酸素専用の圧力調整器、ホースを使用し、接続部分に可燃性のパッキングを用いないよう注意する。</li> </ul>
水素 H <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 急激に放出すると、火源がなくても発火する。</li> <li>● 換気のよい場所で使用する。水素と空気の混合物の爆発範囲は、水素 4.0-74.6 vol.%と広範囲である。</li> <li>● ガスクロマトグラフィーで水素炎イオン化検出器 (FID) を使用する際には、特に注意すること。</li> </ul>
可燃性ガス (アセチレン・エチレン等)	火気厳禁。火災・爆発に対し十分に配慮する。ガス漏れにも注意し、スパークや静電気による引火・爆発に注意する。
毒性ガス (塩素・アンモニア・硫化水素等)	防毒マスクを用意し、局所排気装置 (ドラフト) など防毒設備を使用する。また、事故の避難路も確認しておく。毒性ガスに対する十分な知識を持って取り扱う。
不活性ガス (窒素等)	大量に使用するときは換気を十分に行い、窒息に注意する。高圧ガス取り扱いの注意事項を守り、慎重に取り扱う。

## 2. 高温実験における注意事項

「高温」の定義は研究対象や学術分野によって異なるが、本項では実験器具に使用する硬質ガラス (軟化点: 約 800° C) の常温温度である 500° C を超える温度域で実施する実験を「高温

実験」として扱う。

- **高温の生成・高温装置とその材料**

- ① **高温発生装置に伴う電気系の危険：** 600 ° C 以上の高温は、カンタル線や炭化ケイ素を用いた抵抗加熱、高周波誘導加熱、アーク法などにより得られる。装置には**高電圧・高電流**が使用されるため、その周辺を含めて感電・火災・爆発などの電気設備に対する安全対策（**第3章参照**）を講じる必要がある。
- ② **装置の設置環境：** 高温装置の設置に際しては、適切な断熱材を使用するとともに、床・壁・天井との間に十分な空間を確保し、周囲への熱影響を避ける。
- ③ **使用する容器・材料の選択：** 反応容器やルツボの素材は、使用する温度に適した耐熱・耐火性を有するものを選ぶだけでなく、高温での耐蝕性も考慮することが重要である。
- ④ **加熱操作時の注意：** 目的とする高温に達する過程では、予期せぬ化学反応や電氣的トラブルが発生する可能性がある。急激な昇温は危険を増大させるため、避けなければならない。

- **人体の保護**

- ⑤ **輻射熱に対する保護：** 1000 ° C 以上では電気炉から強い輻射熱が発生するため、**保護眼鏡・防護面**を着用し、**二重の軍手**、必要に応じて**耐熱・耐火手袋**を使用する。
- ⑥ **高温液体の取り扱い：** 金属酸化物融液や溶融塩を流し出す容器は、水分を完全に除去しておく。水分が残存していると**水蒸気爆発**を引き起こす危険がある。高温液体を扱う際は、耐熱・耐火手袋に加えて、履物にも注意する必要がある。サンダル履きでの作業は極めて危険である。
- ⑦ **トングスの使用：** トングスを用いる際は必ず軍手を着用し、発熱体に直接触れないよう十分に注意する。
- ⑧ **超高温電気炉の使用：** 本学部には最高温度 3100 ° C の抵抗加熱型超高温電気炉が設置されている。加熱時には炉内がアルゴンで加圧されるため、扉を開ける際には温度が十分に低下していること、および加圧状態でないことを必ず確認する。

### 3. 低温実験における注意事項

実験室での低温実験には、種々の寒剤が用いられる。氷／塩あるいは塩化カルシウムを用いた寒剤は約 -20 ° C であり、凍傷に気をつける必要がある。一方、ドライアイスや液体窒素の使用は、凍傷のほかに窒息や爆発といった重大な危険を伴うため、最大限の注意が必要である。

- **ドライアイスを用いる場合の注意**

ドライアイスは、多くの場合アセトンやアルコールなどの有機溶媒と併用されるため、引火に

対する注意が必要である。冷却された容器やドライアイスを手で触れると凍傷を生じる。また、デュワービン<sup>①</sup>は低温により脆化しているため、硬い物で衝撃を与えると破裂する危険がある。

● 液体窒素を用いる場合の注意

- ① 保護具の着用： 液体窒素は $-196^{\circ}\text{C}$ の極低温であるため、革手袋・保護眼鏡を着用する。布製手袋（軍手など）は液化ガスが浸透するため不適切である。
- ② 容器の取り扱い： 液体窒素の貯蔵容器は構造上首部が最も脆弱であるため、注意して取り扱う（図 4.4）。ガラス製デュワー瓶は破損しやすいため、液体窒素には使用しない（図 4.5）。異物の混入を防ぐため、容器内には残ガスを保持しておく。
- ③ 換気の確保： 液体窒素自体に毒性はないが、気化すると体積が 800～900 倍に膨張し、酸素濃度が低下し窒息の危険がある。このため、作業中は換気に注意する。

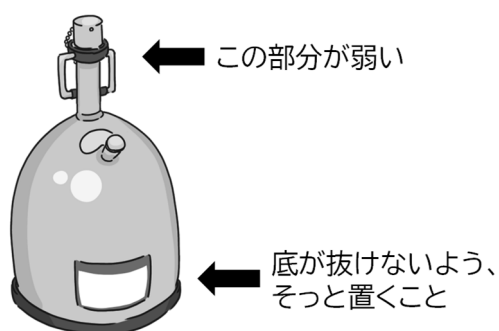


図 4.3 液体窒素保管容器の注意点

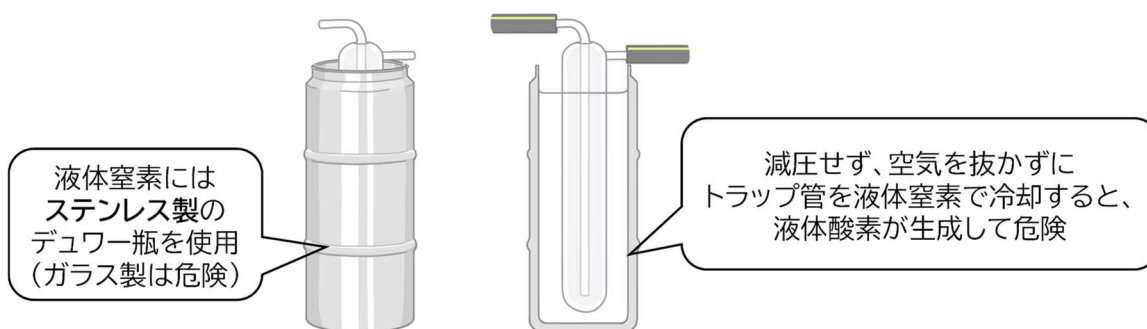


図 4.4 デュワー瓶およびトラップ管の注意点

- ④ 液体酸素<sup>さん</sup>生成の危険性： 酸素の沸点は $-183^{\circ}\text{C}$ であり、液体窒素（沸点 $-196^{\circ}\text{C}$ ）より高い。このため、液体窒素で密閉された空気を冷却すると、淡青色の液体酸素が生じる。

液体酸素は有機物（皮膚油・プラスチック・ゴムを含む）に接触すると爆発するため、非常に危険である。例えば、使用前後のトラップ管を液体窒素で冷却したまま、常圧で放置すると、液体酸素が容易に発生する（図 4.4 右）。トラップ管内には回収した有機溶媒が付着していることが多いことから、爆発事故が起こりやすい。

- ⑤ **酸素濃縮の危険：** 長時間使用した液体窒素や、蒸発により量が減少した液体窒素には、高濃度で液体酸素が含まれている可能性がある。すなわち、空気中の酸素が液化して含まれている一方で、窒素は徐々に蒸発していくため、液体窒素内で酸素の濃縮が起こる。④と同様に液体酸素による爆発の危険性があることから、長時間使用した液体窒素は有機物の冷却には用いてはならない。

#### 4. X線発生装置の取り扱い

第7章を参照すること。

#### 第3節 薬品の取り扱いと規制

薬品には、爆発や火災を引き起こす危険物としての性質、人体に対する毒性・腐食性、さらには環境汚染をもたらす有害性など、多様な危険性が潜んでいる。これらの性質は物質ごとに大きく異なるため、薬品を安全に取り扱うには、その危険性をあらかじめ正確に理解しておくことが不可欠である。

薬品類の管理および使用に関しては、消防法による危険物の規制や、毒物及び劇物取締法による毒物・劇物の規制など、法令に基づく安全基準が定められている。これらの法令は、研究室における火災・爆発事故の防止、人体への重大な健康被害の防止、環境汚染の未然防止を目的としたものである。

本節では、薬品の取り扱いに関する基本的な考え方とともに、関連する主要な法令の要点を述べる。

##### 1. 毒劇物の取り扱い（毒劇法）

「毒劇物」とは、毒物及び劇物取締法（毒劇法）で定められた、毒性が高い化学物質のことである。毒性が強い順に「特定毒物」「毒物」「劇物」に分類され、製造・販売・取り扱いについて厳しく規制されている。主な規制を下記に示す。

**販売・譲渡：** 販売者は、譲受人の氏名・住所・職業・使用目的などを記載した譲受書を5年間保存する必要がある。

**表示義務：** 容器や包装には、「医薬用外」の文字と、毒物には赤地に白文字で「毒物」、劇物には白地に赤文字で「劇物」と表示しなければならない（図 4.5）。

**保管管理：** 施錠できる専用設備で、他の薬品・器具と区別して保管する必要がある。

医薬用外劇物

医薬用外毒物

図 4.5 毒劇物の表示例

繊維学部では、毒劇物はIASO（第3節-3）を用いた厳密な重量管理が義務づけられている。代表的な毒劇物を表 4.3 に示す。表 4.3 代表的な毒劇物

毒物	シアン化カリウム（青酸カリ）、アジ化ナトリウム、ヒ素、アリルアルコール
劇物	濃硫酸・塩酸・硝酸・水酸化ナトリウム・水酸化カリウム メタノール・クロロホルム・酢酸エチル・トルエン・アセトニトリル

上記以外については、下記サイトを参照のこと。QRコード（図 4.6）からアクセスすることもできる。

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/iyakuhin/dokugeki\\_database\\_00001.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iyakuhin/dokugeki_database_00001.html)



図 4.6  
毒物劇物の定義、検索、有害性情報（厚労省）



図 4.7  
消防法別表（総務省消防庁）

## 2. 危険物の取り扱い（消防法）

消防法では、火災や爆発の危険が特に高い物質を「危険物」として指定し、貯蔵量や取扱方法

について厳格な規制を設けている。危険物は性質に応じて第1類から第6類に分類され、それぞれに保管方法や火災時の消火方法が定められている（表4.4）。

表 4.4 代表的な危険物

類別	性質	説明	具体例
第一類	酸化性固体	酸化剤や、衝撃に敏感な固体試薬	過マンガン酸カリウム 二クロム酸ナトリウム 硝酸銀
第二類	可燃性固体	着火・引火しやすい固体試薬	鉄粉・マグネシウム
第三類	自然発火性物質 禁水性物質	空気や水により発火する固体または液体	金属ナトリウム・水素化ナトリウム 水素化アルミニウムリチウム
第四類	引火性液体	発火点・引火点に応じて細目がある。特殊引火物は特に危険なので注意。	ジエチルエーテル（特殊引火物） ヘキサン・アセトン・メタノール サラダ油
第五類	自己反応性物質	爆発性や加熱分解性を示す固体または液体	過酸化ベンゾイル（BPO） 2,2'-アゾイソブチロニトリル（AIBN） ヒドラジン・ニトロセルロース
第六類	酸化性液体	強い酸化力を持つ液体	過酸化水素・硝酸

上記以外は下記サイトを参照のこと。QRコード（図4.7）からもアクセス可。

[https://www.fdma.go.jp/relocation/kasai\\_yobo/about\\_shiken\\_unpan/houbeppyou.html](https://www.fdma.go.jp/relocation/kasai_yobo/about_shiken_unpan/houbeppyou.html)

消防法では、危険物を輸送する際に、混載が禁止された組み合わせが定められている（表4.5）。これらの混合は大事故に繋がるため、輸送のみならず、貯蔵の際にも参考にするとよい。

表 4.5 混載が禁止されている危険物の組み合わせ（×：禁止，○：許可）

類別	性質	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類
第一類	酸化性固体		×	×	×	×	○
第二類	可燃性固体	×		×	○	○	×
第三類	自然発火性・禁水性	×	×		○	×	×
第四類	引火性液体	×	○	○		○	×
第五類	自己反応性物質	×	○	×	○		×
第六類	酸化性液体	○	×	×	×	×	

### 3. 薬品の保管と管理－IASOの利用－（学内ルール）

繊維学部では、薬品の適切な保管と法令遵守を徹底するため、**薬品管理支援システム (IASO)**を用いて薬品を一元的に管理している。IASO への登録は、薬品の購入から使用、保管、廃棄に至るまでの全行程を記録するための基本手続きであり、**すべての研究室で遵守すべき義務**である。

薬品を購入した場合は必ず IASO に登録し、使用時には持ち出しと返却の双方で重量を記録する。特に**毒物・劇物など、厳格な重量管理が求められる物質**については、数量の正確な把握が法令上も重要である。また、消防法で規制される危険物については、研究室単位で貯蔵上限（指定数量の 0.2 倍未満）が定められており、IASO による数量管理が法令遵守のための重要な手段となる。

さらに、IASO は**高圧ガスの管理にも利用されており**、ガスポンベの残量・使用履歴の把握にも必須である。高圧ガスは取り扱いを誤ると重大事故につながるため、ポンベの交換や残圧確認の際には IASO を利用した正確な記録が不可欠である。

IASO による記録は、研究室内の安全管理の透明性を高め（**図 4.8**）、事故発生時の原因究明にも有用である。薬品を扱うにあたっては、このシステムを確実に運用し、管理責任を明確にした上で適切な取り扱いを徹底することが求められる。



2025/11/27 00:53:08

ソート: 薬品 / 品名      << < 1 > >>      2件 (1/1)

[Open](#)

薬品名:	ジエチルエーテル(20L)			規格名:	化学用
メーカー名:	富士フイルム和光純薬(株)			内容量:	20L
CAS No.:	60-29-7				

IASO/バーコードNo.	LOT No.	未開封	開封	見掛残量	保管場所	使用期限
<a href="#">FPN25000046</a>			●	20L	繊維学部/危険物保管庫(六角棟) FPN1	2124/06/09
<a href="#">FPN25000113</a>			●	20L	繊維学部/危険物保管庫(六角棟) FPN1	2124/10/19

<< < 1 > >>      2件 (1/1)

図 4.8 IASO で研究室が保有するジエチルエーテルを検索した結果。保有数と所在地，ペール缶

ごとのバーコード No.を確認できる。

#### 4. リスクアセスメントの実施（労働安全衛生法）

化学物質の使用による健康障害や事故を防止するため、労働安全衛生法では、一定の化学物質についてリスクアセスメントの実施が義務づけられている。リスクアセスメントとは、化学物質が有する危険性・有害性を把握したうえで、使用条件に応じたリスクを評価し、必要な安全対策を講じるための手順である。

リスクアセスメントの対象となる化学物質は年々拡大しており、新しい物質だけでなく、既存の物質を新たな方法で使用する場合や、新しく研究室に配属された学生が対象物質を扱う場合にも、改めて実施する必要がある。また、学生実験でもリスクアセスメントを実施する必要がある。

リスクアセスメントの結果は、研究室において一定期間保管し、必要に応じて見直す。化学物質による事故を未然に防ぐためには、リスクアセスメントを形式的な手続きとしてではなく、安全対策の基盤として活用することが重要である。

## 化学物質リスクアセスメントの実施手順

### ① 対象物質であるか確認する

使用する化学物質が、リスクアセスメントの実施が義務づけられている「表示・通知対象物質」に該当するか、下記サイトで確認する（図 4.9 からアクセス可能）。

厚生省 職場のあんぜんサイト ラベル・SDS 義務対象物質一覧・検索

<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/gmsds640.html>



図 4.9 対象物質の検索



図 4.10 支援ツール



図 4.11 マニュアル

### ② 安全データシート（SDS）を入手し、内容を確認する

SDS には化学物質の危険性・有害性、保管方法、取り扱い上の注意、曝露防止策、廃棄方法などがまとめられている。SDS は IASO やメーカーサイトから入手できる。

### ③ リスクアセスメント支援システムを用いて評価する

厚生労働省が提供する「化学物質リスクアセスメント実施支援システム」を利用し、使用条件に応じたリスクの評価を行う。

リスクアセスメント実施支援システム（図 4.10 からアクセス可能）

<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/ras/user/anzen/kag/>

リスクアセスメント実施支援システム操作マニュアル（図 4.11 からアクセス可）

[https://anzeninfo.mhlw.go.jp/ras/user/anzen/kag/cb\\_manual\\_201903.pdf](https://anzeninfo.mhlw.go.jp/ras/user/anzen/kag/cb_manual_201903.pdf)

### ④ 必要な管理措置を決定する

評価結果に基づき、以下のような管理措置を検討・実施する。

- 換気・局所排気装置（ドラフト）の使用
- 個人防護具（手袋、保護眼鏡、防護衣等）の選択
- 取り扱い手順の明確化
- スケール（使用量）の見直し

- 実験環境の改善（密閉化、温度管理など）

#### ⑤ 実施記録を保存する

リスクアセスメントの結果は各研究室で保管する。

保存期間の目安：（一般の化学物質）3年間・（がん原性物質）30年間

形式は電子データ・紙媒体のいずれでもよい。

#### ⑥ 新規構成員・新規操作時は再評価する

新4年生や新たに研究に参加する者が対象物質を使用する場合、過去の評価があっても改めてリスクアセスメントを行う。また、既存物質であっても新規の使用方法を採用する場合は再評価が必要である。

### 第4節 廃棄物の処理

実験で発生した廃棄物は、水質汚濁法・大気汚染防止法・悪臭防止法などの規制に従い、適切に廃棄する必要がある。学部で定めた分別法に従い貯留し、廃棄物処理業者に廃棄を依頼する。特に、下記の品目に注意する。

- **実験系プラスチック：** 実験用の手袋やプラスチック製のディスポーサブル器具など
- **廃シリンジ：** プラスチック系のディスポーサブルシリンジ
- **廃シリンジ針：** 針は別区分なので注意

廃液を含む産業廃棄物の分別や処理については、第9章「実験廃液の貯蔵と処理について」を参照すること。

### 第5節 事故の要因と発生時の対応

#### 1. 事故発生時の対応

応急手当や連絡方法については、第10章「緊急の場合の処理」を参照。

上記に加えて、薬品による事故に関しては、図4.9に従い対応する。

#### 2. 事故が発生しやすい化学反応の例

**酸化還元反応：** 強い酸化剤・還元剤による反応は激しい発熱を伴い、暴走しやすい。また、酸化剤と可燃性物質（有機溶媒や紙）の混合による発火・爆発、発熱を伴う激しい反応、有毒ガスの発生などの危険性がある。秤量後に器具に付着した試薬や、反応混合物は、必ず不活性化してから次の工程に進むこと。＊危険物の混載禁止の組み合わせにも言及した方が良くと思います。

（例） 過マンガン酸カリウム・クロム酸・濃硫酸・濃硝酸・過酸化水素の反応

**中和反応：** 高濃度の酸・塩基を中和する際は、中和熱に伴う発熱や膨張、それに伴うプラスチック容器の破損に注意する危険がある。

（例） 水酸化ナトリウム水溶液の中和反応

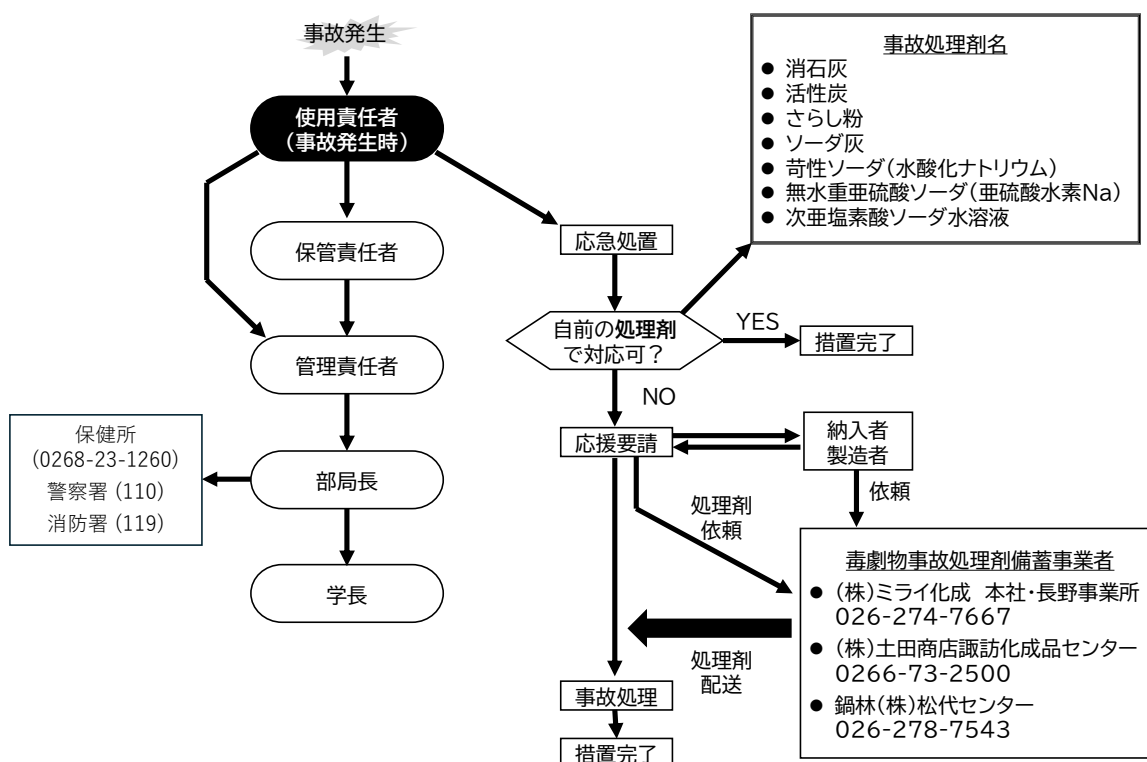


図 4.9 薬品による事故発生への対応

**ラジカル反応：** 開始すると連鎖的に反応が進行するため、急激な発熱が生じる。反応溶液の噴出や爆発の危険を伴う。反応初期の変化が乏しい場合でも、突然激しく反応が始まることもある。例えば加熱はゆっくり慎重に行うなど、細心の注意を払う。

（例） *N*-ブロモコハク酸イミド (NBS) によるアリル位臭素化、ビニルモノマーの塊状重合

### 3. 事故の具体例と注意点

事故を未然に防ぐためには、適切な準備と冷静な判断が不可欠である。以下の点を常に心掛けて実験に臨むこと。

- 事前学習を十分に行い、原理や装置、条件設定の背景を理解してから実験を開始する。
- 実験の全工程を把握し、次の操作を常に予測しながら準備・操作・後処理を行う。
- 不測の事態に備え、時間的・体力的に余裕を持って実験を行う。特に、疲労が蓄積しやすい夜間や週末の実験は可能な限り避ける。
- 必ず複数名が常駐する状況で実験を行う。単独作業では、事故発生時に救護や通報が行えず極めて危険である。長時間の実験では、作業中に単独となる時間帯が生じないように、研究室内で相互に確認してから開始する。

以下に、代表的な事故例を内容別に6つの系統に分類して示す。事故の再発防止に役立ててほしい。

#### 還流実験における漏水事故：

- 強すぎる水流や、ゴム管が折れていたことによる圧力上昇が原因で、ゴム管が外れ実験台を水浸しにした。
  - ➔ 原因： 実験前の装置確認の徹底・適切な操作の把握
- 終夜実験で、冷却管が外れ漏水し、実験室が洪水状態になった。階下の実験室にも波及し、電子機器の故障や研究成果物の破損を起こした。
  - ➔ 原因： 終夜の還流は避け、必要な場合は冷却水循環装置の導入を検討する。

#### 設備・装置の不適切な使用による事故：

- ジエチルエーテル中での再結晶する際に、試料を家庭用冷蔵庫内で保管したところ、冷蔵庫が爆発し大事故に至った。
  - ➔ 原因： 家庭用冷蔵庫は電気スパークが発生するため、庫内に揮発した可燃性ガスが滞留すると爆発事故を起こす。揮発性物質の保管には、防爆冷蔵庫を使用する。
- 局所排気装置（ドラフト）内に頭を突っ込んで操作したため、亜硫酸ガスを吸い込み喘息に似た症状を引き起こした。

➔ 原因： ドラフトのフードは安全高さ以下に下げ、腕のみを内部に差し入れて操作する。なお、薬品や有毒ガスによる中毒は、日々の蓄積により症状が出ることもあるので、短期的に症状が現れない場合でも、油断せずに実験に望むこと。

#### 不適切な実験操作による事故：

- 加熱した溶液に沸騰石を入れたところ、突沸し内容物が噴出した。
  - ➔ 原因： 沸騰石は加熱前に加え、入れ忘れた場合は冷却してから操作をやり直す。
- 分液ロートを振り続けた後、コックを開けたところ、内容物が飛び出た。
  - ➔ 原因： 分液ロートはこまめに圧を逃がしながら振る。特に、初期には混合による発熱や体積変化が生じやすいので、こまめなガス抜きが要求される。
- 有機アジドの実験を加熱条件下で実施していた際、攪拌が不十分で局部が過熱され爆発した。
  - ➔ 原因： 有機合成実験ではマグネチックスターラーで油浴やフラスコを攪拌することが多いが、「油浴に対してフラスコが大きい場合」「フラスコに対してスターラーバーが小さい場合」「投げ込みヒーターがフラスコに触れた場合」等の要因で過熱を起こすことがある。油浴やフラスコ内の温度を確認し、特にアジドなど爆発性の試薬を使用する場合は細心の注意を払って実験する。
- 金属ナトリウムを用いてジエチルエーテルを乾燥し、蒸留したまま外出したところ、爆発し両眼を失明した。
  - ➔ 原因： 直接的な原因はナトリウムの空焚きにあるが、本事故には実験中に外出したという根本的な過失がある。本実験は無水蒸留ヘッドを備えた蒸留塔によるもので、空焚きを防止する機構が備わってはいるが、接合部やコックにリークがあると空焚き防止機構が正常に機能しない。

#### 反応の暴走による事故：

- 次亜塩素酸塩による酸化反応を行っていたところ、急激に反応が生じ、内容物が噴出した。
  - ➔ 対策： 誘導期がある反応であるにもかかわらず、実験を早く終わらせようと、不必要な加熱をしたことが要因である。反応機構を理解し、加熱は適切かつ慎重に行う。
- Grignard 試薬を調製する際に、ハロゲン化アルキルを一気に加えたため、内容物が噴き出した。さらに、熱源から溶媒のジエチルエーテルに引火し、火災になった。
  - ➔ 原因： この事故は多重要因で発生しており、それぞれに対策が必要である。

- ① 特殊引火物であるジエチルエーテルを使用しているにもかかわらず、熱源にガスバーナーを使用している。当然ながら、裸火の使用は避ける。一般には、事前に用意した湯煎を熱源に用い、穏やかな還流 (gentle reflux) を維持するようにする。
- ② Grignard 試薬の調製は不均一反応であるうえ、マグネシウム屑は酸化皮膜を形成し表面が不活性化しているため、反応がなかなか開始しない。言い換えると、反応が開始しない原因はハロゲン化アルキルにはないので、これを一気に加える操作は誤りである。
- ③ 反応は開始すると急激に進行し、反応熱によりジエチルエーテルが自発的に還流される。①では湯煎について述べたが、むしろ氷浴で反応の暴走を止める場合すらある。このため、実験に際しては、湯と氷の用意が必要。

#### 薬品の漏洩や曝露による事故：

- フッ化水素酸を使用した実験で、操作終了後に素手で反応容器に触れたところ、20～30分後に痛み出し、火ぶくれが生じた (全治2週間)。
  - 白衣や保護めがねを装着せず反応を実施し、コック操作を誤って飛散した無水液体フッ化水素によって腕・顔に火傷を負った。
- 原因： 上記2例とも、猛毒であるフッ化水素 (酸) を使用しているにもかかわらず、保護具を適切に着用しなかったことが原因である。前者は反応開始まではゴム手袋を着用していた事例で、操作終了後の気の緩みが保護具の不適切な脱離に繋がった。

#### 薬品の変質による事故：

- 2-プロパノール (イソプロパノール) を用いた再結晶を2回実施し、ロータリーエバポレーターを用いて濾液を加熱濃縮したところ、突然爆発した。
  - ロータリーエバポレーターのガラス器具、および隣接するドラフトのフードは瞬時に粉碎し、学生2名が救急搬送された。うち、1名は顔面を含む上半身にガラス片による裂傷を多数負い、火傷も確認される重傷であった。
- 原因： 2-プロパノールと空気 (酸素) が反応し、**過酸化**物が発生したことが原因と推定される。

## 過酸化物に対する注意

- ◇ **過酸化物**は、光照射下で酸素が基質と反応することにより発生する。有機物や金属と接触すると爆発を起こすため、大変危険である。
- ◇ 過酸化物を発生しやすい物質は、**遮光して密閉保存**する。
- ◇ 過酸化物の発生が疑われる物質を密閉下で加熱または濃縮する際は、不活性雰囲気で行い、事前に過酸化物テストを実施する。
- ◇ 過酸化物を発生しやすい物質の例：テトラヒドロフラン (THF)、ジエチルエーテル、ベンジルアルコール、イソプロパノール、2-ブタノール、第二級アルコール、ベンジルアルコール、アセトアルデヒド、ビニルエーテル
- ◇ 過酸化物テスト：ヨウ化カリウム試験紙、もしくは10 wt%ヨウ化カリウム水溶液（保存不可だが高感度）を使用し、呈色がないことを確認する。

## 第6節 おわりに

本書で示した安全対策や注意事項は、化学実験における基本的で不可欠な行動指針である。しかし、安全はマニュアルに従うだけでは確立されず、実験者一人ひとりの意識と判断が重要である。危険を予測し、状況を観察し、必要な対策を自ら選択して行動することが、安全文化の根幹である。

化学実験は、正しく取り扱えば豊かな成果をもたらす一方で、誤った操作や油断が重大事故につながる。本書の内容を日常の実験活動に確実に活かし、事故の未然防止と安全な研究環境の維持に努めてほしい。

## 第5章 生物系実験・実習の安全心得

### 第1節 はじめに

本学部で取扱う生物材料としては、生物と無生物の境界に属する微小なウイルス（細菌ウイルスの場合は特にバクテリオファージと呼ばれる）から、微生物、植物、動物（昆虫から大動物まで）がある。さらに生物環境・生態までも広く研究・実験の対象としていることから、安全のために注意すべき点多種多様となっている。とりわけ野外調査における危険性の認識、安全性の確保は重要であり、調査前に充分理解しておく必要がある。またバイオテクノロジー技術の発展により、これまでにないタイプの事故が発生する可能性も考える必要があり、遺伝子組換え実験に伴うバイオハザード対策もその一例である。また大量培養技術の発展により装置の大型化も進んでおり、その際に使用される高圧蒸気、高圧ガス、殺菌剤による事故や、動力装置としての振盪（しんとう）培養装置、遠心機による事故などにも注意しなければならない。さらに、遺伝資源の公平な利用について定めた名古屋議定書が2017年に発効されたことに伴い、海外からの遺伝子資源の取り扱いについても注意を払わなければならない。

### 第2節 ウイルス学実験、微生物学実験

ウイルスの中には感染性の強い、悪性のものもあるが、本学部での研究・学生実験に悪性のものを使うことはまず無いであろう。しかし一般的な注意事項としては、ウイルスは微生物と比べて安定であり、かつ伝播しやすいため、ウイルスに触れた器具は十分に高圧蒸気滅菌（120℃、10分）または薬剤で不活化する必要がある。他大学では知らず知らずのうちに、研究室で保存していた微生物がウイルスにより汚染されていたという例もある。一般にウイルス学実験は微生物学実験とよく似ていることが多い。注意事項も以下の微生物学実験の項を参照すること。

微生物学実験に関しては自然界から微生物を分離する以外は、病原性微生物を扱うことは少ないと考えられる。万が一の感染リスクに備えて、事前に予防接種を受けておくことも必要である。学生実験の場合には以下の注意を払って実験を行う。また、機器の使用方法についても事前に充分理解しておくこと。決して実験を始めてから調べることをしないようにする。使用方法を間違えると、重大な事故につながる可能性がある。

- (1) 微生物の取り扱い説明をよく聞き、理解した後に実験を始める。
- (2) 専用の白衣などの作業着を着用し、必要に応じて専用の履物に履き替える。また、作業着を食事の際に着用してはならない。
- (3) 微生物の培養液が入った試験管を運搬する際には、試験管立てを使用すること。植菌直後の試験管は試験管の口の部分がバーナー加熱により熱くなっているため、手渡す場合は特に注意すること。
- (4) 実験の前後は、実験者の手、実験台、床、実験器具の消毒もしくは滅菌を励行する。

- (5) 現在は殆ど使用されなくなったが、ガラス製のピペットを使うときは、ピペットの吸い口が割れていないかよく確かめること。また、できる限りマイクロピペット等の器具を用いること。
- (6) 微生物が接触した容器、器具は、高圧蒸気滅菌（120℃、10分）や消毒剤で殺菌すること。容器、器具等を廃棄する場合には、適切に分別を行わねばならない。
- (7) 誤って口に入った場合は、すぐに水道水で口を濯ぎ、責任者に連絡し指示を受けること。
- (8) 高圧蒸気滅菌器（オートクレーブ）を使って滅菌する場合、滅菌後十分に圧力・温度が下がったことを確認してから、機器の蓋を開けること。圧力がかかっている状態で蓋を開けた場合、蒸気が吹き出して火傷を負う危険性があるため注意すること。また、突沸を防ぐために、入れる液量は容器容量の半分までとし、滅菌直後のフラスコは振ったりしないこと。急に噴きあがって、火傷をすることも多い。スクリュー式の蓋を持つガラス製のボトルは蓋をゆるめて滅菌すること。密閉すると、ボトルが破壊されることもある。
- (9) 大型振盪（しんとう）・回転式培養装置にフラスコ等をセットした後、装置を駆動するときは、白衣が機器に巻き込まれないように十分に注意すること。
- (10) 嫌気培養の際にガスボンベを用いることがある。ボンベは重く、倒れやすいため、地震がきても大丈夫なように、専用スタンドを用いるとともに、壁等にしっかり固定しておくこと。
- (11) 微生物を集めるのに常用する遠心分離機は高速で回転するため、注意が肝要である。まずバランスを正確に合わせる。次にローターに蓋をするとき、パッキングがずれ、蓋が正常に閉まっていると錯覚することがある。このような場合には遠心中に蓋が跳び、ローターを破損し、駆動軸が曲がり、遠心分離機が全く使用不能となり、修理もきかないことが多い。本事故は過去にも数回起こっているため、特段の注意が必要である。設定回転数に達するまで遠心機の側を離れず、異常があれば速やかに遠心機を停止させ点検すること。
- (12) ガスバーナーの使用後は必ず火を消し、頻繁に元栓を閉める習慣を身につけること。
- (13) ディープフリーザーにサンプルを保存する際、低温やけどに注意すること。必ず軍手を着用する。液体窒素で急速冷凍させたサンプルを保存する容器は密封させないこと。

### 第3節 植物実験

植物実験に固有な危険性は少ない。しかし、実験材料として有毒物質や強力な薬理活性を持つ物質を含む植物を用いる場合には、人の体内へ入ったり、皮膚に付いたりしないよう、保護手袋をして扱うなど安全管理に気をつけると同時に、「とげ」や「刺毛」のある植物を扱う場

合には保護手袋を着用するなど、それぞれの危険状況に応じた取り扱い方法が求められる。

組織培養等におけるクリーンベンチでの無菌作業に関しては、作業中、消毒のために手に噴霧したアルコールに引火してやけどしたり、アルコール噴霧直後にバーナーから引火して爆発したりすることがあるので十分に注意する。又、作業中は殺菌灯を必ず消しておく。

植物病原菌を用いた実験を行う場合は、通常では人、動物には感染しない菌でも、*Alternaria alternate* 菌のように日和見感染によって人に皮膚病を引き起こす植物病原菌もあるので注意したほうが良い。また、実験材料として用いた植物が感染源となって病原菌を伝播させることが無いように注意する。特に、外国から植物や病原菌を輸入する場合には、植物防疫所を通して農林水産大臣の許可を受け、その指示に従わなければならない。植物に病原菌を接種する実験を行う場合には、環境中に病気を拡散させないよう細心の注意を払わなければならない。実験終了後は、実験に用いた器具、植物材料、病原菌等をオートクレーブ等により不活化処理すること。

最近では、遺伝子組換え技術の進歩により、植物を用いた遺伝子組換え実験をすることが多くなった。遺伝子組換えを行った植物の入手、使用、および遺伝子組換え植物の作出実験にあたっては、所定の手続きと規定に従った管理が必要である。さらに、ゲノム編集技術を用いた植物に関しても、改変の内容により遺伝子組換え実験と同様の規制対象となる場合がある。詳細は遺伝子組換え DNA 実験の項に詳述する。

#### 第4節 動物実験

当学部で行われる鳥類とほ乳類を用いた実験はすべて事前申請により学長の許可を受け、「信州大学動物実験指針」に定められた事項を遵守して実施されなければならない。また、実験指針の対象とならない動物実験であっても、指針の意図する動物の福祉に配慮した動物実験の実施に努めなければならない。動物の福祉に配慮した実験計画に求められるのは以下に示す3Rsである。

1. 動物を使用する研究を使用しない方法に置き換えること——Replacement
2. 動物使用数の削減をすること ——Reduction
3. 苦痛軽減、安楽死措置、飼育環境改善などを行うこと ——Refinement

当学部で行われる工学・農学分野の動物実験では、医学分野とは異なり病原性を持つ微生物等を動物に接種する感染動物実験が行われる事はほとんど皆無と言って良く、実験動物を購入する際に人畜共通感染症に感染していない動物（SPF 動物）を指定することで、研究施設の外部からの感染による事故のほとんどを未然に防ぐ事が可能である。高品質で安全な実験動物が容易に入手可能となった現在においては、むしろ動物購入後の実験者による不適切な飼育管理による感染の危険性が指摘されている。この不適切な環境とは多くの場合飼育室の室温や湿度等の環境ではなく、実験動物が飼育されている飼育ケージ内の環境であり、これらは専ら実験者・使用者の責任である事も指摘されている。以下の様な事項に注意を払うことが安全な動物

実験を行い、再現性の高い結果を得る前提条件となる。

#### 4.1 実験動物の入手

定期的に微生物モニタリングを実施しているブリーダーから実験に適した動物種の内、SPFグレードの動物を入手する。遺伝的背景が明らかで、適正な環境下で飼育された個体を用いることが、実験を安全に行い、再現性の高い結果を得る為に重要である。

##### 一般的注意

- (1) 動物実験を行う際には実験動物の生理、生態、習性等を十分に理解し、動物の福祉に対して最大限の配慮を行わなければならない。動物への十分な配慮が安全で確実な実験につながる。
- (2) 動物実験室や飼育室の出入規制を遵守し、飼育室の出入は必要最小限にする。
- (3) 実験室や動物飼育室、飼育器材の消毒・滅菌を十分に行い、みだりに施設外へ持ち出さない。
- (4) 実験室や動物飼育室は常に整理整頓を心掛け、清潔を保つ。
- (5) 動物、体液、組織、糞、唾液、死体、使用済み床敷等の処理を適切に行う。特に病原体の感染が疑われる動物については、屠殺後十分に滅菌し処分する。
- (6) 病原体による感染を防止するために、実験中は手袋等を使い、動物による噛み傷、ひっかけ傷、実験器具による創傷、刺傷等の防止に努める。
- (7) 実験室や動物飼育室内での喫煙、飲食、化粧等の経口感染の原因となる行為は行わない。
- (8) 動物は常に丁寧に取扱い、粗暴に扱ったり、急激に手を触れたりして実験動物に不安やストレスを与えないように最善の注意を払う。

#### 4.2 実験動物の飼育管理

動物を受け入れた後の感染を防止するために、清潔な環境で飼育を行う。特に飼育ケージ内を清潔に保つように心掛ける。飼育器材の滅菌・消毒を適切に行うと共に、飼育者あるいは研究者による病原体の媒介に注意する。外部から動物が飼育室に侵入することによる感染にも十分に注意を払う。

#### 4.3 事故対策

実験者の軽い事故に際して簡単な手当が出来るように救急箱を常備すると共に、重大な事故に備えて保健室、学校医や救急病院への連絡方法について熟知する。また、緊急事態に際して、応急処置がとれるように止血方法や洗顔・洗眼方法について熟知する。常に防火に心掛け、実験棟内での喫煙を禁止し、火の元に注意する。火災発生時は、安全な範囲内で、実験動物の逃亡防止措置をとる事が望ましい。

地震等の自然災害は予測が困難であるが、飼育棚の転倒等を防止する措置を講じておく。

## 第5節 遺伝子組換え実験

### 5.1 遺伝子組換え実験とは

遺伝子組換え技術は細胞外で人為的にデザイン、加工したDNA分子（遺伝子）を生細胞に戻して再び複製、機能させる一連の技術の総称である。この技術により遺伝子の構造を塩基配列のレベルで改変することで遺伝子の構造と機能の関係や発現の制御機構などの基礎的知見が飛躍的に増大した。それとともに応用面でもインシュリンや成長ホルモンなどのペプチドホルモンを大量に生産する道が開け、さらには遺伝子組換え農作物や遺伝子治療などの応用へとつながるバイオテクノロジーの根幹をなす技術となっている。

### 5.2 遺伝子組換え実験と法規制

遺伝子組換え技術が生まれたのは1970年代であるが、当初より、この技術により自然界には存在しない危険な病原体が出現するのではないかという生物災害（バイオハザード）の潜在的な危険性が指摘されてきた。そのため、科学者を中心に遺伝子組換え実験の自主規制のために「組換えDNA実験指針」と呼ばれるものがまとめられた。その思想は、予見できぬ危険性に対して、あらかじめ十分な安全策を講じて実験を行い、その過程で安全性が十分に確認されるに従って、順次規制を緩和していこうとするものである。

また、世界の環境保全の機運の高まりの中で、生命の多様性を保全するために1992年5月に「生物多様性条約」がつくられた。その際に、遺伝子組換え技術で作られた生物が生物多様性に及ぼす影響を考慮して、取扱いの国際的なルール（カルタヘナ議定書）も取り決められた。

このような流れから、日本国内では「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（通称カルタヘナ法）が2004年から施行されている。これは、財務・文部科学・厚生労働・農林水産・経済産業・環境の6省共管という異例の法律である。この法律に違反すると、最高で懲役1年、罰金100万円となる。ただし、内容を詳しく見てみるといかに円滑に遺伝子組換え生物を社会に受け入れるかということに配慮されているものであり、無用な社会的反発を引き起こさないためにも、これから生物学に関わる者はこの法律をきちんと遵守する事が肝要である。実際に2023年には同法の違反により複数名の逮捕者が出ており、その違反となった遺伝子組換え生物は大学院生が大学の研究室から無断で持ち出したことに起因している。従って遺伝子組換え生物の取り扱いにおける法令遵守は形式的なものではないことを念頭においてもらいたい。

信州大学ではカルタヘナ法を遵法し、安全に遺伝子組換え実験を行うために、「信州大学遺伝子組換え実験等安全管理規程」が制定されている。これらの運用について審議する学内の遺伝子組換え実験等安全委員会も設置されており、学内での研究の際にはこれら全てに従う事が求められる。

### 5.3 カルタヘナ法のあらまし

- (1) カルタヘナ法では「遺伝子組換え生物が環境に影響を与えるか否か」が考え方の基本であり、同法における「生物」の定義は生物学におけるそれとはやや異なる。例えば、培養細胞は生殖により増殖することはないため規制の対象から外される（遺伝子組換え生物ではない）。一方、ベクターとして使用するウイルスなどは環境中で増殖する可能性が考えられるので、法の中では「生物」として扱われ規制対象となる。またヒトの遺伝子組換え実験については同法の規制対象外である。
- (2) 環境中への組換え生物の拡散を防止しながら取り扱う事を第二種使用と呼び、拡散防止を行わない取り扱いを第一種使用と分類している。第一種使用は、組換え農作物を開発あるいは輸入して一般の田畑で育てたり、家畜の飼料として使ったりするような場合に適用されるため商業利用を目的とすることが多い、従って大学の実験室で行われるほとんどの組換え実験は第二種使用に該当する。
- (3) 第二種使用は、さらに研究材料や想定される危険性などの組み合わせで細かく分類され、各々の拡散防止措置（封じ込め）レベルが設定されている。

#### (3) - 1 実験の種類

組換え生物の取扱いは、保管と運搬を除いて全て法令上の「実験」である。つまり、組換え生物を培養、飼育、栽培するだけでも「実験」となる。

- 微生物使用実験、大量培養実験  
(組換え微生物を扱うもので、基本となる実験である。)
- 動物使用実験（動物作成実験、動物接種実験）  
(組換え動物の作成や飼育などの実験と、組換え生物を動物に接種する実験が含まれる。)
- 植物等使用実験（植物作成実験、植物接種実験、きのこ作成実験）  
(組換え植物と組換えきのこの作成や栽培など実験と、組換え生物を植物に接種する実験が含まれる。)
- 細胞融合実験  
(科を超えた生物間の細胞融合技術で新生物を作り出す実験が該当する。)

#### (3) - 2 拡散防止措置の種類

実験の材料となる生物には、告示により「クラス」が設定されている。このクラス分け（実験分類）については随時見直しが行われるため、最新の情報を把握しておく必要がある。2025年時点では、[https://www.mext.go.jp/content/20250311-mxt\\_life-000035572\\_13.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20250311-mxt_life-000035572_13.pdf) に具体的な実験分類の記載がある。DNA を提供する生物のクラス

と、受け入れる生物のクラスの組み合わせで拡散防止措置が判断される。以下に主なものを列記する。

- P 1 レベル  
微生物使用実験に用いる。通常の生物の実験室レベルに、飲食の禁止や廃棄物の取り扱いなどの安全に関するルールを加えて運用する。
- P 2 レベル  
P 1 レベルに加え、安全キャビネットなどが備わったもの。微生物使用実験に用いる。
- P 3 レベル  
P 2 レベルに加え、前室や特殊な排水・吸排気設備が備わったもの。微生物使用実験に用いる。
- P 1 A レベル～P 3 A レベル  
動物使用実験に用いる。動物飼育室に対してP 1～P 3 措置を行い、さらに実験動物が逃げ出さないような工夫を施す。
- P 1 P レベル～P 3 P レベル  
植物使用実験に用いる。植物栽培室に対してP 1～P 3 措置を行い、さらに実験植物の花粉などが漏洩しないような工夫を施す。

この他にも幾つかの留意事項があってやや複雑なので、自分が行う実験がどの拡散防止措置に該当するかを知るには実験責任者（指導教員）を通じて学部の組換え安全主任者に相談すること。また、そもそも拡散防止措置が定められていないケースもまれに存在し、その場合には文部科学大臣に判断を仰ぐ事となっている（大臣確認実験）。

(4) 「環境への影響」という観点から特に注意が必要なのは、実験終了後の遺伝子組換え生物の廃棄と他の研究者や企業との遺伝子組換え生物の授受の段階である。

遺伝子組換え生物を廃棄する際には必ずオートクレーブ処理などで「不活化」を行ってその生物が環境中で生存、増殖できないようにする。不活化が不十分な遺伝子組換え生物を廃棄してしまい、環境中に拡散させてしまった法令違反事例が度々報告されているため、廃棄は遺伝子組換え実験において最も注意すべき点である。

また遺伝子組換え生物の授受においては、受け入れ側の自然環境が破壊されてしまわぬよう予防する事が、カルタヘナ議定書の主眼の一つである。そのために、受け渡しに際しては必ずその組換え生物に関する情報をあらかじめ先方に伝えるように定められている。また外部とのサンプルの受け渡しの際には、必ず学内の安全委員会に相談することを勧める。

なお、遺伝子組換え生物の保管と運搬についても規定があり、保管用の冷凍庫には遺伝子組換え生物を保管している旨を表示しなければならない。運搬（郵送・宅急便等）の場

場合もカルタヘナ法の運搬の規定に従った表示を行う必要がある。

#### (5) ゲノム編集生物

ゲノム編集はその生物が有する遺伝子配列の一部を編集することでその遺伝子の機能を改変する技術である。従来からの遺伝子組換え技術と異なるのは、外来遺伝子を導入して発現、機能させることが目的ではないことである。従って作出されたゲノム編集生物は外来遺伝子を有しないことが多いことから、カルタヘナ法による規制対象となるかどうかの議論が続いている。現時点で日本国内におけるゲノム編集生物の取り扱いについて以下のルールが決められている。ゲノム編集にあたって使用された外来の核酸がその生物内に残っていない事が証明されない限りは、その生物はカルタヘナ法の規制対象すなわち遺伝子組換え生物と同等に扱う必要がある。また、外来の核酸が残存していないことを実証した場合でも「拡散防止措置を取らない」（通常の実験室、栽培室、飼育室等で取り扱う）場合は、必ず主務官庁（大学であれば文部科学省）に届出をしなければならない。またゲノム編集による遺伝子配列の改変の種類により拡散防止措置が必須となる場合もある。

詳しくは [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/lifescience/bioethics/mext\\_02721.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/lifescience/bioethics/mext_02721.html) を参照すること。

#### (6) カルタヘナ法および学内規定の参照先

<https://www.shinshu-u.ac.jp/guidance/regulations/act/110000026.html>

[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/lifescience/bioethics/mext\\_02721.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/lifescience/bioethics/mext_02721.html)

### 5.4 遺伝子組換え実験を行うにあたっての注意

遺伝子組換え実験を行う際に必要な実験材料（試薬、酵素、宿主細胞、ベクターなど）は、現在、さまざまなものが市販されており、専門家以外でも比較的容易に実験に着手できる状況である。それだけに本実験の性質を十分に把握した上で、必要な処置を講じて実験を行うことが必要である。以下に重要と思われる点についてまとめておく。

- (1) カルタヘナ法、信州大学遺伝子組換え実験等安全管理規程を遵守して行わなければならない。この内容について実験開始前に充分熟知しておく必要がある。そのために教育訓練の受講が必須であり、本学では必ず年に1回の「遺伝子組換え実験等安全講習会」の受講を義務付けている。これは実験責任者である教員はもとより、学生も含めた実際に遺伝子組換え実験を実施する全ての者が対象である。
- (2) 遺伝子組換え実験に用いる生物の一般的な取扱法を習得しておくことが最低限必要である。特に、微生物の取扱いには習熟すべきである。この点を考慮して実験従事者は適切な教育訓練（実験操作の訓練）を受けることが望ましい。さらに、核酸の取扱い

にも予備知識が必要である。

- (3) 遺伝子組換え実験を開始する前に、学長に対して所定の様式の実験計画書を提出し、「遺伝子組換え実験等安全委員会」の審議を経て承認を受けなければならない。実験内容によってはさらに文部科学大臣の確認を受けなければならない。
- (4) 遺伝子組換え実験は承認を受けた適切な拡散防止措置を講じた実験施設内（（3）- 2を参照）で実験を行わなければならない。この実験施設については、あらかじめ遺伝子組換え実験等安全委員会から認定を受ける必要がある。
- (5) 実験室ごとに、「実験実施上の注意」や「組換えDNA利用者心得」が掲示されているので、よく読んで従うこと。
- (6) その他に、通常のDNAを取り扱う実験で起こり得る危険な実例と、法令違反の実例を以下にまとめた。

#### <実例1 紫外線ランプの取り扱い>

『A君はDNA分子の電気泳動実験を行ったのち、DNAのバンドを検出するためにゲルに紫外線を照射した。この時、短時間ならば問題が無かろうと考えて、裸眼でゲルを観察した。数時間後、目が充血し痛み始めしばらく不自由な状態が続いた』

電気泳動後のゲル、超遠心分画後の遠心チューブ中の核酸分子の局在部位を調べる際に、臭化エチジウムで染色後、紫外線を照射し核酸分子が発するオレンジ色の蛍光を観察する方法が一般的に用いられる。紫外線を裸眼で直視することは非常に危険である。必ず、紫外線を確実に遮断する専用の眼鏡を用いること。また、長時間の紫外線照射は皮膚に対しても日焼け様の影響を及ぼすので、顔全体を覆う型の紫外線遮断フェイスマスクを着用することが望ましい。同じ理由で、クリーンベンチや安全キャビネットに配備されている殺菌用の紫外線ランプも裸眼で直視しないこと。

#### <実例2 臭化エチジウムとフェノールなどの取り扱い>

『B君は核酸分子染色用に臭化エチジウムの保存溶液を調製した。このとき、一部を実験台上にこぼしたままで放置してしまった。後日、紫外線ランプを照射したところ、実験台上のさまざまな部位からオレンジ色の蛍光が検出され、臭化エチジウムの汚染が広がっていることがわかった。実験台を使用した他の実験者の手や衣服にも汚染が広がった恐れがあった』

臭化エチジウムは核酸分子の検出に多用されるが、発ガン性が報告されており取り扱いには注意が必要である。使用の際にはビニール手袋を着用し、使い捨ての容器を用いる。溶液は深紅色を示すが、黒地の実験台上に汚染が生じても気づきにくいことがある。汚染部位は、紫外

線を照射することによりオレンジ色の鮮やかな蛍光を発するので容易に知ることができる。

この他に、核酸を取り扱う実験ではフェノールやクロロホルムなどの有機溶剤も頻繁に使用する。皮膚に付着したままにすれば炎症を起すし、目に入れば失明の危険もあるので、ビニール手袋や防護眼鏡の着用が推奨される。誤って体に付けてしまった場合には、速やかに医師に相談すること。また、こぼしたままにすれば、第三者にまで危険を及ぼすことにもなるので、教員の指導のもと、適切に片付けること。

#### <実例3 遺伝子組換え生物の譲渡における情報提供義務違反>

『A大学で作成した遺伝子組み換えマウスは、疾患モデルマウスとして非常に優れていた。そのため、実験動物の販売会社が繁殖を行い、さまざまな大学の求めに応じて販売していた。ところが、その際に組換え動物である旨の通知を怠っていた。』

明らかにカルタヘナ議定書に違反した事例である。遺伝子組み換え生物を誰かに引き渡す際には、必ず、どのような遺伝子組み換え生物で、どのような拡散防止措置をとる必要があるかを事前に記録に残る形で情報提供する義務がある（ただし、運送業者はこの限りではない）。また遺伝子組換え生物の運搬時にも「遺伝子組換え生物」である旨を表示しなければならない。

#### <実例4 遺伝子組換え生物の不適切な取扱い>

『B大学のC研究室では、自然界では生き残ったり増殖したりする力の弱い遺伝子組み換え大腸菌を取り扱っていたが、研究の効率化を図るあまり、その大腸菌の培養液を「不活化」する事無く流しへ捨てていた。』

これも、強く自制が求められる事例である。研究室の流しやゴミ箱は、「環境」への出口である。廃棄の際には、菌や花粉などを環境中に拡散させないように「不活化」を行う必要がある。不活化は、オートクレーブ滅菌には限らないが、生物としての（増殖）活性を失わせる処理である。例えば、実験台にこぼれた大腸菌液であれば、エタノールや消毒薬を染み込ませたペーパータオルで拭くなどの処置を行う。拭き取りに使用したペーパータオルなどは必ずオートクレーブ処理して廃棄する。

## 第6節 農場実習

本学部には開学と同時に附属機関として農場が附設され今日に至っている。環境や食料に関する課題が明確になりつつある昨今、蚕糸・生物関連分野はもとより、工学系分野においても生命や生態系にも配慮できる資質の技術者の育成を洞察意図した心ある先人の教育的配慮からであろう。

生態系を生かし、生物の生命現象を利用して役立てようとする農学は、机上の理論だけでは到底説明することのできない複雑な科学的現象のなかからなりたっている学問である。とくに

生物を実験研究の対象とする分野を専攻する学生にとって、圃（ほ）場を使用した実習を体験し、実験材料、あるいは育種した植物を自分で栽培して、そのものにあった栽培や飼育方法を考察し、生理生態や性質を確かめることなどの訓練を積んでおくことはとくに必要なことである。土を耕し、種子を蒔き、または苗を植え、作物を雑草から守って育てあげる、あるいは家畜の世話をする、といった単純そうな生産技術体系のなかにも想像もつかない危険が潜んでいる。とくに最近では、一連の作業が高度に機械化するなかで、その考え方の基本となった鎌（カマ）や鍬（クワ）などの農具をこれまでに全く、またはほとんど手にしたことのない学生も多い。また、動物をペット感覚でしかとらえることのできない社会環境下にあるのも事実である。

野外に出たという開放感と不慣れな作業からくる肉体的、精神的な疲労も事故の起きる原因と考えられる。農場実習を行う際には、いつもの室内実験とは異なることを先ず自覚して緊張感をもち、安全性に十分注意して絶対に事故を起こさないという心構えで臨むことが必要である。農場実習の内容のなかには室内実験相当の単元も含まれるが、それらについては他の関連する節を参考にしてもらうことにして、ここでは農場実習の際の注意事項について述べることにする。

#### 一般的注意事項

- (1) 履修者は危険な農機具を使うことがあるので、必ず傷害保険に加入しておくこと。
- (2) 服装は動きやすく、作業に適した通気・吸湿性のある繊維素材のもので、体型・体調に合った肌の露出の少ないものを着用する。履物は長靴、ズック靴などがよく、天候や実習内容を考えて選択する。炎天下には帽子を着用するようにして、作業時はできるだけ手袋をするようにする。
- (3) 定刻までに教室に集合し、実習の内容説明、諸注意などをよく聞く。
- (4) 平素の体調に注意し、不調の際は担当教員に申し出て指示を受ける。
- (5) 実習中は教員や技術職員の指導に従って行動する。無事故を原則とするが、万一事故が発生した場合は直ちに担当者に申し出て指示を受ける。些細な傷でも破傷風や思わぬ感染症にかかる場合がある。
- (6) エンジン付き農機具の使用に際しては、教員または技術職員の説明と指示をよく聞き、誤った操作をしないように注意し、同時に停止させる方法を十分に理解しておく。さらに周囲にも気を配り、事故が起こらないように注意する（下記「農業用エンジン付き作業機（トラクタ、管理機、高所作業機）における安全心得（農業機械事故防止の5つのポイント）」参照）。
- (7) 小農具のクワ類、カマ、フォークなどを使用する場合や、鋭利なナイフを用いるつぎ木実習には、自分のもとより他人をも傷つけないように、周囲に十分配慮して使用する。
- (8) 実習中に一時的に農具類を置く場合がある。勝手に放置せず、他の人にも分かるように立てたり、一カ所にまとめて置くように心掛ける。

- (例) カマ、鉈（ナタ）などの小さな刃物は放置すると、雑草などに隠れて所在が分かり難くなりやすく危険である。また、圃場や畦畔はとかく足場が悪く一定でないことが多い。刃付きの農具をもって移動する際は転倒しないように注意する。
- (9) 農薬類または試薬を使用する際は、教員または技術職員の説明をよく聞き、取り扱う場合は直接触れないようにする。
- 薬剤散布にはゴム手袋・カップなどの保護衣を必ず着用し、ゴーグルやマスクをつけ、飛沫が目に入らないようにするとともに吸い込まないようにする。散布後はうがいをし、手足、顔などの露出部はよく洗剤で洗い流す。
- (10) 家畜を扱う場合は、動物の性質や特徴を理解・把握し、その行動に注意しながら取り扱う。(例) ヒツジの剪毛実習（－ヒツジ剪毛（毛刈り）実習の安全心得－参照）。
- (11) 作業の慣れによる気の緩み、疲労からくる握力の低下や集中力の欠如などに十分気をつける。
- (12) 作業中の天候の急変、とくに落雷が危惧される場合などは早めに作業を中止して低い安全な場所に避難する。
- (13) 農機具の使用後は洗浄してから必要に応じて注油するなどの手入れを行い、格納の際は種別に分類し、整理整頓に心掛ける。

個別注意事項（実習の際は教員・技術職員から詳細な説明がなされる）

－農業用エンジン付き作業機（トラクタ、管理機、高所作業機）における安全心得（農業機械事故防止の5つのポイント）－

- 1) 使う前には機能、構造、操作上の説明をよく聞き、操作の際は指示に従う。
  - ア、正しい技術を身につける
  - イ、誤った操作や、知識不足が事故の原因となる
- 2) 体型に合った服装とする（白衣は禁止）。
  - ア、ぶらさげ手拭い、首巻手拭い、裾口の大きい服装などはやめる
  - イ、足もとの滑らない靴をはく
- 3) 機械の日常点検、定期点検は忘れずに。
  - ア、始業点検、終業点検、定期点検は忘れずに行う
- 4) 点検・整備は必ずエンジンを止めてから実施する。
  - ア、機械の動いているところには手を出さない
- 5) 見込み運転は危険、操作は確実に。
  - ア、狭い道、傾斜地、畦超えや、機械の積み下ろしは低速で行う
  - イ、バック時には、後方の安全を確認する

－壮蚕用自動飼育装置（多段循環型）における安全心得－

- 1) 体型に合った服装とする（白衣は禁止）。

ア、上着は長袖で、袖口をしっかり留め、ズボンの中に納めること

イ、履物は作業に適したものとする

(飼育箱及びチェーンに巻き込まれないため)

2) 給桑場所が狭いので、お互いに注意し合うこと。

(桑条の切断先でお互いをキズ付ける恐れがある)

3) 飼育箱の連結チェーンが外れることがある。装置の駆動スイッチは責任者一人を付けて対処できるようにする。

チェーンが外れた場合は担当技術職員に告げ、絶対に手を出さない。

#### ーヒツジ剪毛（毛刈り）実習の安全心得ー

ヒツジは平素おとなしい動物であるが、追われたり、狭い場所に集められたりすると危険を感じて興奮し、思わぬ力で対抗しようとする。しっかりと押さえ付けるばかりでなく、性質を理解した上で処置しないと、人間、動物共に傷を負う危険がある。

1) ヒツジに突かれたり、踏まれたり、蹴られることがあるので、行動に注意し、畜舎内の環境から履物はゴム長靴または安全靴が望ましい。

2) 剪毛には剪毛ハサミまたは電動バリカンを使用する。電動バリカンは刃のスピードが早く、鋭利で危険性が高いので、使用前の説明、指示に従い安全に努める。

3) 剪毛する際はヒツジの体の特徴を把握し、陰のう、陰茎、乳頭、耳、首の周囲などはとくに注意深く対処する。程度にもよるが、もし誤って、体を傷つけた場合でも皮膚の再生が早いので、あまり心配する必要はない。指示に従い、消毒薬や抗生物質を塗布して化膿しないように処置しておく。

4) 剪毛はできるだけ短時間で行う。時間が長くなると不安を感じて動き出す。また毛脂の付着によりバリカンの切れも悪くなり、刃に熱をおびて興奮の原因となるので、出来るだけ速やかに終えるようにする。

5) 剪毛が終了したバリカンは、刃の毛脂を洗い、錆びないように注油しておく。次章の「野外調査における安全心得」も関連するので参考にすること。

#### 第7節 野外調査における安全の心得

自然現象の解析は室内実験だけでは解明できない部分が多い。したがって、野外調査は研究遂行上、重要な活動の一つとなってくる。野外調査においては、室内実験と異なり、より危険性が高いと考えられている。しかし、野外活動の安全対策と危険性の認識については不十分であることが多い。移動中の事故や調査中の事故などが考えられ、思わぬ事故に遭遇することがある。自然は危険の塊であることを認識することは極めて重要である。自然の脅威に対し、恐れ、何も手を付けなければ自然と人類の共存を探る術が無くなる。そこで、慎重で万全な体制で野外調査に臨まなければならない。

野外調査は、天候に左右され、環境が常に変化していくことを認識しなければならない。毎回が初回の調査と同じように慎重が必要である。また、少しでも不安や危険を感じたら、調査の延期や中止をする勇気をもつ必要がある。危険を冒してまで調査をしてはならない。

本指針は、主に、湖沼、河川、山地や平野部での野外調査を想定している。調査場所、調査の内容により危険度は異なる。全てを一律に扱うものでなく、最善の体制で望むことが最も重要である。

諸君は大人である。十分に危険性に対して認識できる年齢であると世間からは想定されている。大学教育の現場でも、危険性を認識し、万全の処置を講じて調査・実験を行っているが、事故に遭遇する場合がある。野外調査では常に事故と隣り合わせであると考えてよい。

### 1. 危険性の認識

- (1) 危険に対する知識をもつこと。
- (2) 疑問な点、不明な点は教職員に聞くこと。
- (3) 想像力を働かせ、起こり得る危険性を想定し、十分な予防策を講じておくこと。
- (4) 緊急事態に際して応急処置がとれるように止血方法などを熟知するとともに、事故に備え救急箱を常備すること。
- (5) 重大な事故の場合、救急車などに救援を頼む必要がある。その場合には救援が来るまで適切な処置をとる必要がある。なお、本学部でも年に1回（9月または10月）、救急救命士による人工呼吸法やAED取り扱い法などの救命・救急措置に関する講習会があるので、必ず受講をしておくこと。
- (6) 危険な動植物については、遭遇しないように準備・工夫をし、仮に出会っても触れたり、近寄ったりしない。
- (7) 野外にあるものを目的もなく、むやみに捕獲、採集をしてはならない。
- (8) 特別保護区などに立ち入って調査・採集などを行う場合には、関係機関と相談し、法律に従って、採集許可の届を出すなどの手続きを必ず行う。

### 2. 自分の安全管理

- (1) 自身の体調に十分注意を払う。風邪、寝不足、二日酔い等で体調が十分でないときは注意力が散漫になり、事故につながることが多い。
- (2) 野外調査に相応しい服装をすること。長袖、長ズボン、靴、帽子等については調査に相応しいものを着用する。
- (3) 学生教育研究災害傷害保険に加入する。
- (4) 細心の注意を払って調査を行う。

### 3. 調査にあたっての心得

- (1) 野外調査にあたっては、事前に計画打ち合わせを綿密に行う。関係教職員は常に学生と

行動を共にすることを原則とする。事前に、行動予定、緊急連絡方法などを調査参加者・調査関係者間で確認をする。

- (2) 調査で使う道具などは事前に点検・準備し、調査出発時に再確認してから調査に出かける。
- (3) 事前に緊急時連絡網を整備し、野外調査中は、現場の状況などを研究室関係者に必要に応じて連絡をする。(事故に遭遇した場合、事故当事者の場所の特定などが容易に把握できる利点があるため。)
- (4) 原則、3名以上で行動をとる。理由は、重大な事故に遭遇した場合に、遭遇した人に対して処置をする人、緊急連絡をとりに行く人が必要であるため。
- (5) 毎日が最初の調査であると自覚して、慎重に行動をすること。慣れると安全に対する慎重さが稀薄となり、思わぬ事故に遭遇することが多くなる。

4. 水際の調査においては、水没など重大な事故に遭遇する可能性が高いので、安全ロープ、救命具の準備などが大切である。

- (1) 湖沼でのボート作業などにおいては救命胴衣を着用すること。動力船を使用する場合は、資格を有する者が操船する。また安全監視員を配置する。
- (2) 河川調査の場合、たとえ膝下が浸かる程度の水深(50cm以下)であっても、必ず救命具を身に付ける。
- (3) 流れのない水中(水深50cm超えるとき)において、胴長靴を着用する場合には、安全監視員を配置するとともに、救命具を着用し、安全ロープを必ず装着する。

5. 万一事故が起きた場合

- (1) 大声で叫び、周りに注意を喚起させ、協力者を求める。(普段から緊急事態に遭遇したときのことを考え、周囲の人に大声を出して救援を頼む訓練をしておく。)
- (2) 事故の被害者に対して適切な処置をするとともに、救急応援を依頼する。(救急車の出動を要請しても、救急車が現場に到着するまでに要する時間は平均5~6分と言われている。一方、脳が無酸素で生きられる時間は健康な人でも僅か3~4分と言われている。そのため、救急隊が到着するまでの数分間が負傷者の将来にとって重要な意味をもつ。できるだけ早く心肺蘇生(人工呼吸や心臓マッサージ)を実施し、脳に酸素を送らなければならない。)

## 第6章 情報機器取扱における安全心得

パソコンの取り扱いにおいて注意すべき点を「学内ネットワーク利用上の注意」、「コンピュータウイルスの基礎知識」および「取扱者自身の安全や健康についての注意」の3点にわたって述べる。

### 第1節 学内ネットワーク利用上の注意

#### 1.1 はじめに

信州大学のネットワークは学生・教職員が教育・研究するために整備されている。この大学ネットワークは文部科学省 国立情報学研究所が管理する学術情報ネットワーク(SINET)を利用してインターネットに接続している。そのため、大学ネットワークからのインターネット利用にあたり、SINETの加入規程を遵守する必要がある。

信州大学のキャンパス内で学生や教職員がインターネット接続を利用できる認証ネットワークをACSUネットワークと呼ぶ。ACSUネットワークでは、認証された端末や機器のみがネットワークにアクセスできる。認証されていない端末や機器は、インターネット、学内サーバー、別の場所にある他の機器と通信することができない。認証の目的は誰がネットワークを利用しているかを明らかにするためである。Web認証では、利用者がACSUネットワークにログインすることによって認証される。ネットワークを利用するたびに、利用者がWebブラウザでACSUネットワークにログインをする必要がある。

#### 1.2 学内ネットワークではファイル交換ソフトウェアの利用は禁止！

- ・学内ネットワークは教育・研究・支援業務以外の目的による利用は禁止している。
- ・学内ネットワークに接続するパソコンには、Winny に代表されるP2Pファイル交換ソフトウェアをインストールしてはならない。
- ・ファイル交換ソフトウェアとは、インターネットを通して不特定多数のユーザーと直接にファイルのやり取りができるソフトウェアである。やり取りされるファイル・データには、著作権のある音楽データ、動画、ゲームソフトなどが多いことから、違法に著作物をアップロードしたとして著作権法違反となり逮捕に至る事例も発生している。また、ファイル交換ソフトウェアの仕組みを利用したウイルス感染や情報漏えいが問題になっている。このような理由から、大学のネットワークを利用するパソコンにファイル交換ソフトウェアをインストールすることを禁止している。

詳しくは、情報基盤センターHP (<https://www.shinshu-u.ac.jp/institution/iic/>)

「信州大学ネットワーク利用とセキュリティ」を参照

#### 1.3 学内ネットワークを使うには

(1) 有線または無線でACSUネットワークへ接続する。ネットワーク設定は、「自動的にIPアドレスを取得する」「DNSサーバーのアドレスを自動的に取得する」となっているか確認する。

(2) 無線で接続する場合、パソコンの無線LAN機能を有効にして、近くの無線LANアクセスポイントに接続する。

(3) Google Chrome、Microsoft Edgeなどのブラウザを起動する。

(4) 該当URLにアクセスする。(https://loginsp.shinshu-u.ac.jp/)

(5) IDとパスワードを入力してログインする。

(6) 初回ログイン時は、ユーザー情報の送信確認のページが表示され、同意をクリックする。「ログインに成功しました」画面が表示されると、ネットワーク(学内・学外)が利用できる。

(7) ネットワークの利用を終了する時は「ログイン成功しました」画面の『ログアウト』ボタンを押すか、ポータルサイトACSUで『サインアウト』で終了する。

#### 1.4 ポータルサイトACSU(握手)について

ポータルサイトACSU(握手)では、各種学内システムにSSO(シングルサインオン)することが可能で、大学の情報システムやネットワークに関するお知らせ、Gmail、eALPSなどのサービスへのクリックリンク、パスワード変更・設定が掲載されているサイトである。

#### 1.5 国際無線LANローミング基盤 eduroam について

本学は、大学等教育研究機関の間でキャンパス無線LANの相互利用を実現する国立情報学研究所(NII)のサービス eduroam JP に参加したことから、所属する教職員・学生は、国際無線LANローミング基盤 eduroam を利用することが可能である(2024年4月よりサービス開始)。eduroam は、初等・中等・高等教育機関や研究機関の間でキャンパス無線LANの相互利用を実現する、国際的なネットワークローミング利用の仕組みである。

#### 1.6 学外でACSUネットワークを使うには

学外のネットワークからポータルサイトACSU等のサービスを利用する場合、従来のパスワードに加えて、多要素認証(Multi-Factor Authentication)システムによる本人確認(多要素パスワード)が必要である。信州大学の多要素認証システムは、従来のパスワードに加えて、二要素目に、自身で事前に設定した画像(多要素パスワード)を順序に沿って選択する形式である。

#### 1.7 IDとパスワードの取り扱い

(1) 入学時に配布された「学生氏名等確認/アカウント通知書」に記載されているパスワードは「初期パスワード」であるため、初回ログイン後、必ずセキュリティの高いパスワードに変

更して利用する。

(2) ACSUの認証が成功し、「ポータルサイトACSUにアクセスするかたはこちらから」をクリック。ポータルサイトACSU画面になったら上段「ホーム」から「パスワード変更」を選択し、パスワードの変更を実行する。パスワードは定期的に変更すること。

(3) 他人に推測されにくいパスワードを利用すること。大文字・小文字・数字・記号を含めた文字数の多いパスワードを推奨する。氏名、誕生日、学籍番号、電話番号、住所などから連想できるパスワードを利用しないこと。

(4) 「学生氏名等確認/アカウント通知書」に記載されている「初期パスワード」は、パスワードを忘れた際に情報基盤センターが再設定に利用するので忘れないように保存しておく。

(5) IDは他人に貸したり譲渡したりしてはならない。

(6) IDは信州大学の学生、院生、研究生などの身分を失った時点で利用できなくなる。

#### 1.8 e-mail を利用する時の注意事項

(1) 利用時の設定などは、ポータルサイトACSUのメール欄を参照。

(2) メールアドレスは「あなたのID」@shinshu-u.ac.jp

(3) メールに画像や文書のファイルを添付して送ることができるが、データ容量の大きなファイルは送ることができない。上限は相手の環境によって異なるが、多くの場合2MB程度が上限である。

(4) 半角のカタカナはインターネット上で使用できないので送ってはいけない。機種に依存した特殊記号(①や©)なども相手の環境によって正確に表示できないので使用しない。

(5) 顔の見えないコミュニケーションなので誤解のないよう丁寧な表現を心掛ける。

(6) 誹謗・中傷などは慎み、公序良俗に反する行為は行わない。

(7) 送信の前に宛先のアドレスを再確認する。宛先を間違えた発信は多大な迷惑になる。

(8) 本文の内容を的確に表現できる(タイトル)を付ける。

(9) ネットワーク上のエチケットに関しては、<http://www.cgh.ed.jp/netiquette/>を参照。

#### 1.9 安全なネットワーク利用のために

インターネットの利用に伴って、ウイルス、スパイウェア、情報漏えいなどの被害にあう可能性が高くなるが、「適切な習慣」を身に付ければ被害にあう確率を小さくすることができる。健全なネット生活を送るために守るべき事項を以下に挙げる。

(1) システムの Update を心がける。できるだけ「自動更新」を利用する。セキュリティ上の欠陥であるOSの「セキュリティホール」を放置しておくこと、ウイルス感染などの被害にあう可能性がある。OSメーカーは「セキュリティホール」を修復するために更新プログラムを配布するので、自動更新の設定にし、定期的なアップデートを心がける。

(2) アンチウイルスソフト、ファイアウォールとアンチスパイウェアをインストールし、利用する。情報基盤センターでは、学内構成員が無償で利用できるセキュリティ対策システム

「ウイルスバスター」を導入している。

- (3) Web ブラウザのセキュリティ設定を高めに設定する。
- (4) Java や ActiveX などによるソフトのインストールを安易に許諾しない。
- (5) インターネットでのクレジットカード使用は慎重に行うこと。  
<https://www.jcca-office.gr.jp/>（日本クレジットカード協会）を参照。
- (6) 不審なメール（フィッシングメール）に注意し、心当たりのないメールやWebサイトにIDとパスワードを入力しない。
- (7) 怪しいサイトを訪れない。利用しないことが最善の方法である。

#### 1.10 ネットワークからソフトウェアを導入する時の注意

科学研究を行う上で有用なソフトウェアやツールがネットワーク上で配布されており、利用する機会も多くなっているが、ネットワーク上で配布されているソフトウェアも様々で、中には危険なものもある。ネットワーク上で入手可能なソフトウェアを利用する際は以下のような点に注意する。

- (1) 信頼できるサイトだけを利用し、ダウンロードしたファイルのウイルスチェックを行う。
- (2) ライセンス条項をチェックする。未読のまま『同意する』を押してはならない。
- (3) ウィンドウを閉じる目的で『同意する』を押してはならない。必ず右上の『×』印を押してウィンドウを閉じる。
- (4) インストール時に表示され同意が要求される「ライセンス条項」、「免責事項」、「使用許諾契約書」などの内容を良く読み、疑義がある場合はインストールしない。
- (5) 著作権や再配布の条件を注意深く読み、違反行為を行わない。ソフトウェアのコピー、複数台への不正インストール等は、ソフトウェアのライセンス違反となり、不正利用に当たる。不正利用をした場合、賠償金の請求等、当事者が責任を課せられるため、ライセンス形態を確認してから利用する。
- (6) 人気のある無料の音楽ファイル共有プログラムには注意する。

#### 1.11 ネットワークを利用した情報発信時の注意事項

ネットワーク上のサービスやスマートフォンの利用により、個人でもSNS等から簡単に情報発信ができるようになった。情報発信の際には不特定多数が対象となる場合が多いので、公開範囲、位置情報などの設定を確認し、個人情報や重要な情報が不必要に流出することのないように十分注意し、トラブルが起きることのないように細心の注意が必要となる。最低限度注意すべき事項を挙げるが、「これさえ守っていれば安全」と言うわけではないので各自で良く考え、細心の注意を払うこと。

- (1) 他人のプライバシーや肖像権を侵すことのないよう注意する。たとえ友人のものであっても、名前、生年月日、住所や写真等を無断で公開してはならない。

(2) 「自分のプライバシーを守る」ことにも十分注意する。基本的に誰が読むのか判らない情報発信手段であることを忘れないこと。国内では、学生がブログに書いた内容を元に「このような学生を処分しろ」といった抗議が大学に寄せられた事例もある。

(3) 著作権に配慮すること。著作権で保護されている文書、写真、音楽などを著作権者の許可なく利用してはならない（著作権法に違反する行為となる）。

(4) ネットワーク利用に際しても、常識、知性、品格を備えた行為に心がけ、信州大学および信州大学の学生である自分の名誉を汚すことのないよう十分に注意すること。

## 第2節 コンピュータウイルスの基礎知識

### 2.1 はじめに

繊維学部では全学科の学生が2年次までに「ノートパソコン」を手にして、情報教育を受ける体制が取られている。情報機器の種類は多岐にわたるが、この節ではノートパソコンを念頭において、パソコンの「安全や健康」について話を進めることにする。

ノートパソコンの取り扱いの上で、まず心がけるべきことはノートパソコン自体の「安全や健康」である。パソコン自体の安全や健康を脅かす最たるものは「コンピュータウイルス」である。毎年のように「コンピュータウイルス」のニュースが世界を駆け回っていることは、皆さんご承知のことと思う。ここでは「コンピュータウイルスとは何か?」、「ウイルスの種類」「ウイルスの引き起こす被害」、「ウイルス対策」、「コンピュータがウイルスに感染したとき」、「その他」について述べてみたい。

### 2.2 コンピュータウイルスとは何か?

いろいろな「定義」があるが、コンピュータウイルスの実態は「コンピュータプログラム」である。「プログラム」は「実行しなさい」という指示があって初めて実行に移される。自発的に実行されるプログラムはありえない。一見「自動的に実行されるプログラム」にも必ず実行しなさいという「引き金」が存在する。この「引き金」を引かない限りプログラムが実行されることはない。このことは「プログラム」であることの宿命であり、まずこのことをしっかり認識することが大事である。

「ウイルスの種類」で詳しく述べるが、ウイルスに感染すると様々な症状が引き起こされるが、引き金を引かない限り「ウイルスに感染する」ことはない。しかし、「自動的にこの引き金が引かれてしまう」ことがある。どんなシステムであれウイルスに感染する危険性があるので「ウイルス対策」をするのがコンピュータ利用者の常識になっていることを理解して欲しい。

### 2.3 ウイルスの種類

ウイルスを大きく分けると以下の3種類になるが、これらの分類に当てはまらない新種のウイルスが出現することがありうる。

#### (1) 狭義のウイルス

昔から「ウイルス」と呼ばれてきた「本来のウイルス」。他のファイルに感染し、「他者」がそのファイルをコピーすることで伝染する。この「他者」とは他のプログラムの仕組みだったり、人間だったりする。感染力は「ワーム」などに比べて強くはないが、システム破壊などの悪さをするので要注意。

#### (2) ワーム

現在猛威をふるっている感染力抜群のウイルス。ネットワークを利用して自己増殖をする。ワームの名前の由来は、インターネット上を「虫」のように這い回ることによる。ただしそのスピードは虫のようにのんびりしたものではなく、とても「無視」はできない。システムに登録してあるe-mail アドレスを利用して転移を繰り返す。やはりシステム破壊などの悪さをする。

#### (3) トロイの木馬

主として実行ファイルとして存在する。何かの悪さをするのだが、それをカモフラージュして別のプログラムであるかのような装いをしている（トロイが滅びた故事を思い起こしてほしい）のでこの名前がついた。実際の中身と表面（名前）は大違いで、ゲームやユーティリティソフトの装いをしていることが多い。うっかり実行するとパソコンを遠隔操作されたり、個人情報盗み出されたりする。悪質なものが多い。

### 2.4 ウイルスの引き起こす被害

大きく分けて次の3種類の被害がある。特に(1)の場合は深刻であり、「ウイルス対策ソフト」の必要性や重要性が叫ばれる一因となっている。

#### (1) 被害者が即加害者となる

ワーム型のウイルスに感染すると、コンピュータ誤動作などの自覚症状がなくても、自分が知らない間にワームが勝手にウイルス付きのメールを他人に送り付けてしまうので「被害者が即加害者となる」。このような場合、自分のパソコンの管理責任を問われ、法的に罰せられる場合があるので十分に注意する必要がある。自分のパソコンが加害者の「踏み台」とならないような日頃からセキュリティ（安全対策）を固めておくことが重要である。

#### (2) コンピュータの誤動作

ウイルスがコンピュータ内で暴れ始めるとシステムで必要とする大事な書類を書き換えたり削除したりするので、コンピュータの誤動作が頻繁に起こるようになる。最悪の場合ハードディスクをフォーマットしたり、パソコンが起動しなくなる場合がある。

#### (3) 個人情報の漏えい

トロイの木馬型のウイルスに感染した場合は、個人のe-mail アドレスリストやクレジットカードの番号などの重要な情報が盗み出される可能性がある。プライバシー情報を守るのは

自分自身であることを自覚すること。

またウイルスとは直接関係ないがインターネットで買い物をするときにはクレジットカードの番号の入力時には暗号化されているかどうか注意することもプライバシー情報を守る上で大事である。

## 2.5 ウイルス対策

「コンピュータウイルスとは何か？」の項で述べたことであるが、世界中に猛威を振るったほとんどのウイルスがマイクロソフト社のWindows システムの欠陥を利用している。マイクロソフト社はこれらに対応するためにシステムの基本ソフトのアップデートを頻繁に行っている。従ってWindows システム利用者にとって、「ウイルス対策」の第一歩は「必ずシステムのアップデートをする」ということになる。これだけで「過去に発生したウイルス」に対する抵抗力は大分強化される。

以下ウイルス対策の要点をまとめると

- (1) 必ず「ウイルス対策ソフト」を導入する。また導入したソフト用のウイルスデータファイルのアップデートを定期的に行う。
- (2) OS (基本ソフト) のアップデートを頻繁に実行する。

## 2.6 ウイルス対策ソフト

はじめに、「ウイルス対策ソフト」は新種のウイルスに対しては全く無力であるということをしかりと認識しておくことが非常に重要である。これらのソフトの役割は既知のウイルスの侵入を防いだり、いったん侵入した既知のウイルスを駆除することにある。したがって新種のウイルスが発見されるたびに「ウイルス定義」を更新し、これらのウイルスの侵入に備える必要がある。前項でも述べたが「ウイルス対策ソフト」を導入し、「ウイルス定義」を常に更新することが重要である。

新種や既知のウイルスに対して最も有効な方法は「ユーザーの自己防御」、「OS の欠陥の是正」である。

以下に市販されている代表的なウイルス対策ソフトのホームページアドレスを挙げておくので参照し、「ウイルス対策ソフト」を導入することを強く薦める。

- (1) ウイルスバスター

<http://www.trendmicro.co.jp/>

- (2) ノートンセキュリティ

<http://jp.norton.com/>

- (3) トータルプロテクション

<http://home.mcafee.com/>

【お知らせ】 信州大学では学内構成員が利用できるセキュリティソフトTrendMicro 社の『ウ

イルスバスター』を導入している。大学資産のパソコン・サーバ（Windows/Mac/Linux）には台数に制限無く、また学生・教職員が私用で所有するパソコン・サーバも3台までインストールできるので積極的に利用していただきたい。

ポータルサイトACSUの「セキュリティ対策ソフトウェア」を参照。

## 2.7 コンピュータがウイルスに感染したとき

自分のパソコンがウイルスに感染したとき、あるいは「感染したと疑われる」との指摘を情報基盤センター（IIC）から受けた時は以下のような処置をとること。

（1）ウイルス対策ソフトの定義ファイルを最新の物に更新してあることを確認し、ネットワークから物理的に切り離す。最新の定義ファイルでない場合は、更新した後にネットワークから物理的に切り離す。

（2）システムの復元オプションを一時的に無効にする。ウイルスがシステムに感染した場合は、ウイルスを駆除する前にシステムの復元機能を無効にする必要がある。ウイルスのスキャンと削除後に復元機能を有効な状態に戻すのを忘れないこと。

（3）ウイルス対策ソフトを起動し、ウイルスを検出し、ウイルスを駆除する。

（4）ウイルスが検出されなかった場合は、別のウイルス対策ソフトを利用して再検出を行う。ネットワーク上で無料で利用できるウイルススキャンサービスがあるので、ネットワークに再接続して利用すると便利である。例えば、トレンドマイクロオンラインスキャンなどが利用できる。

（5）ACSUの「セキュリティインシデント報告フォーム」で状況を報告する。

## 2.8 スパイウェア（ランサムウェア）対策

スパイウェアとはパソコン所有者の同意を得ずに、個人情報の収集、広告の表示、システムの設定変更などの動作を行うソフトウェアの一般名称である。それらのソフトに感染して最悪の場合には、システムを乗っ取りデータを暗号化して、金銭等を要求する場合もある（ランサムウェア）。パソコン使用時に次のような症状が現れた時は要注意で、専用ソフトで駆除する、システムの再インストールなどの対策が必要になる。

（1）Webブラウザを使っていないのにポップアップ広告が表示される。

（2）Webブラウザ起動時に表示されるページ（ホームページ）が知らない間に変更された。

（3）Webブラウザの検索設定が知らない間に変更されてしまった。

（4）Webブラウザに新しいツールバーが加わり、取り除けない。

（5）パソコンの動作が遅くなってしまった。またはキー入力を受け付けない。

（6）パソコンが異常終了してしまう。

スパイウェア（ランサムウェア）やセキュリティ全般に関しては、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の「ここからセキュリティ！」を参照。

<https://www.ipa.go.jp/security/kokokara/>

## 2.9 パソコンの情報漏えい対策

パソコンの盗難や紛失によってパソコンの中身が他人に盗まれ、個人情報が漏えいすることのないように、次のような対策が必要である。

(1) システムのパスワードを設定する。システム利用時にパスワードの入力を要求する物で、Windowsでは『設定』→『アカウント』→『サインインオプション』→『パスワード』でパスワードを設定できる。

(2) BIOS/UEFI パスワードを設定する。パソコンの電源をONにする時にパスワードを要求する機能だが、設定方法はパソコンの機種により異なるので、パソコンのマニュアルを読んで設定する。

(3) ハードディスクを暗号化する。上の(1)と(2)を設定していても、パソコンからハードディスクを抜き出すと簡単に中身を読み出すことができる。しかし、ハードディスクを暗号化しておくことで回復キーを知らない第三者が中身を読み出すことはできない。Windowsの一部のエディションでは、暗号化機能BitLockerが標準で搭載されており、この機能を有効にしておくことで、ハードディスクが抜き取られた場合でも情報漏えいを防ぐことができる。

いずれのパスワードも本人が忘れてしまうとパソコンを起動できなくなるので注意が必要である。

## 2.10 その他

コンピュータ利用の基本として

(1) 重要なデータなどは必ず他のデバイスにバックアップしておくこと。

(2) パソコンを廃棄する場合は、プライバシー等の情報漏えいを防ぐためにハードディスクの内容を完全に消去してから廃棄すること。

(3) 通常の消去や、クイックフォーマットでは簡単に復元されるので、物理的にハードディスクを破壊するか、消去したあとにランダムな情報を書き込むなどの処置を行い、データの痕跡を上書きによって消去することが必要になる。後者を行うにはDESTROY やwipe-out などの専用ソフトを利用する、Windowsのコマンドプロンプトから「cipher」コマンドを実行するなどの方法があることを挙げておく。

## 第3節 取扱者自身の安全や健康についての注意

### 3.1 はじめに

パソコンを長時間使用すると、いろいろなストレスがかかり、主として目や手、肩に疲労を感じることもある。これらは一般に「テクノストレス」と呼ばれている。これらのストレスを感じたら、まず「休憩する」ことを勧める。この節では「テクノストレス」「反復運動過多に

よる障害」、「テクノストレス等への対策」、「予防策のまとめ」について述べる。

### 3.2 テクノストレス

テクノストレスとはアメリカの心理療法学者クレイグ・ブロードが提唱した用語で、「新しいテクノロジーによる有害作用」のことであり、高度先進技術によって作られた機器（代表例はコンピュータ）を使うことによって起こる機能的及び器質的障害である。

彼によるとテクノストレスは、「テクノ不安症」と「テクノ依存症」に分類されるとされている。パソコンになじめない人が無理に使いこなそうと悪戦苦闘し、肩凝りや目まいなどの自律神経失調症の症状や鬱などが現れるテクノ不安症は、「今どきのテクノロジー」に適応しきれない不安や焦りに加え、モニタ画面を凝視することによるストレスが原因として考えられている。このようなテクノ不安症は中高年だけのものだと思われがちだが、近年では若年者でも起きる可能性が指摘されている。デジタルネイティブと呼ばれる若者世代はスマートフォンやタブレットの操作には慣れているが、レポートの作成や業務ソフトの利用などで使い慣れないパソコンを使わざるを得なくなり、その結果としてテクノストレスを感じるケースがある。今どきのテクノロジーの虜になった人には、テクノ依存症が微笑みかけるだろう。パソコンに没頭するあまり、パソコン無しでは不安を感じたり、時間の感覚が薄れたり、自分の限界がわからなくなる等の症状が出てくるものである。これらは極端な例であるが、身近な障害としては、テクノ眼症とかVDT（Visual Display Terminal: 視覚的表示端末）眼症と呼ばれる障害やドライアイ（涙の分泌が減って目が乾燥する）による眼精疲労があげられる。

近年、特に新型コロナウイルス感染症の流行以来、学校の授業をオンラインで受講する、あるいは遠隔地の参加者どうしで打ち合わせや会議を行うなど、いわゆる「リモートワーク」や「テレワーク」が日常的なものになってきている。その結果、学校や職場だけではなく、自宅で過ごす場合にもテクノストレスが発生する可能性を考慮する必要がある。

### 3.3 テクノストレス眼症

VDT作業では目を酷使することが多く、長時間継続すると全身の疲労症状をもたらし、慢性化することで病的疲労に移行する。原因の究明できない頭重、いらいら、疲労感、不眠などの漠然とした不快感を伴う自覚症状をもたらす。このような異常を訴える患者を俗にVDT症候群と呼び、VDT症候群のうち眼科の領域に属する部分のことをテクノストレス眼症と呼んだりしている。

VDT作業により、眼が疲れる、眼がかすむ、眼痛がするなどの症状が現れた場合は、テクノストレス眼症を疑い、眼科医の診断を受けるべきである。

### 3.4 反復運動過多による障害

ずっとコンピュータに向かい作業を続けると、同一姿勢で、長時間同一の動作を繰り返すため、マウスやキーボード操作による手首や腕の同じ筋肉を酷使してしまい、肩や腕のしびれや

痛みを引き起こし、手や手首、前腕、肩に異常をきたす場合がある。反復運動過多損傷（RSI：Repetitive Strain Injury or Repetitive Stress Injury）と呼ばれるこの症状は、疲労感や脱力感から痛み、しびれやちくちく感、感覚の麻痺まで多岐に渡るが、手の動く範囲が狭まったり継続的な障害が残る危険性もあり、予防及び解消の努力が必要である。

### 3.5 テクノストレス等への対策

テクノストレスに対する最も簡単な対策は、コンピュータから離れることで、しばらくすると正常に戻るといわれている。ワープロ入力作業を1時間（平均1000字）行ったとき生理学的な異常は、20分の休憩で元の状態に戻っているというデータがあるので、作業と休憩をバランスよく配置すれば発症を防ぐことが可能である。

VDT作業による疲労症状は作業環境への配慮によっても軽減可能で、直接日光が入射する窓にはブラインドやカーテンなどを設けて、室内の明暗差をなるべく無くすようにし、作業中は視野内に照明器具、窓、壁画や点滅する光源などが入らないようにし、反射防止型のモニターを使ったりフィルターを取り付けたりすることで、モニターに他の光源などが映り込まないようにすれば、目の疲れを軽減できる。また、厚生労働省から「VDT作業における労働衛生管理のあり方」と「VDT作業のための労働衛生上の指針」が出されているので、それに従うことが肝要である。

### 3.6 予防策のまとめ

予防策は作業の姿勢に注意し、身体への負担を軽くすることであるが、以下の（1）～（3）に概略を記す。

#### （1）VDT作業の姿勢

VDT作業は非常に拘束された姿勢を続けていることが多くなるが、このことが筋肉の疲労を招く。VDT作業時に使用するイスは動きやすいキャスターを備え座面高や腰背部を支えるための背もたれを容易に調節できることが必要である。背中や肩の筋肉の負担を軽減するためには、背中全体を支える大きな背もたれのイスを使い、イスに深く腰をかけて背もたれに十分によりかかって足の裏全体が床に着く姿勢をとるようにするとよい。

#### （2）視線の高さ

疲れの少ない適切な視線の高さは水平面から10～15度程度の方とされている。モニターとの距離40～70cmぐらいに保ち、モニターを見上げなくて良い位置に置くと疲れにくくなる。

#### （3）疲れたら休む

作業の姿勢や環境に気を配り、疲れたら休憩をとったり、マッサージ、ストレッチなどをしたり疲れを溜めないようにする。1時間作業を行ったら、10分程度の休息を取るよう心がけよう。万一なんらかの不快症状が現れた場合は、ただちに専門医の診断を受けよう。一般的には診断と治療を受ける時期が早ければ早いほど、治癒は早く、簡単になる。

〔参考サイト〕

- V D T 作業における労働衛生管理のためのガイドライン  
<https://www.mhlw.go.jp/content/000580827.pdf>

## 第7章 放射線の使用における安全心得

### 第1節 はじめに

放射線・放射性物質に関する主な法令として、「放射性同位元素等の規制に関する法律」（以下 RI 法）及び「労働安全衛生法」の元で定められた電離放射線障害防止規則（以下電離則）が挙げられる。実験・研究で X 線を含む放射線・放射性物質を使用する際には、これらの法令およびその下部規定に従わなければならない。さらに、これらに基づいて制定された信州大学放射線障害予防規程についても、諸君らには大学構成員として順守の義務がある。この中で、実際に実験を行う教職員や学生を「放射線業務従事者」、その監督を行う者を「放射線取扱主任者」と呼んでいる。また、放射性物質や放射線を取り扱う区域を「放射線管理区域」と規定している。

第5節で述べるように、この心得が書かれた段階で繊維学部が存在する放射線発生装置は、管理区域が装置内部のみに限定されている X 線発生装置だけである。これらの使用に際しては主に電離則に従えば良く、具体的には第2節以降に説明してある。

これに対し、Spring8や量子研などの学外施設の放射線管理区域での研究利用を希望する者は、あらかじめ RI 法に定められた教育・訓練を受けておく必要がある。代表的なものとして、信州大学基盤研究支援センターの RI 実験支援部門が実施しているものがある。こちらは、指導教員と繊維学部事務を通して申し込んで受講することになる。放射線管理区域への立ち入りを開始した後も、毎年1回の講習を受け続けることで使用を継続できる。放射線業務従事者はまた、学部で実施する毎年2回の健康診断を受けなければならない。この他、放射線業務従事者が放射線管理区域へ立ち入る際には個人の被ばくを測定し記録する「ガラスバッジ」の契約と携帯が義務付けられる。これら、教育・健康診断・ガラスバッジの三要件が、放射線管理区域への立ち入り許可の判断基準となっている。

### 第2節 基礎知識

#### (1) 吸収線量

単位質量当たりの物質に吸収される放射線のエネルギー量を吸収線量という。物質 1 kg 当たりに 1 J のエネルギーを持つ放射線が吸収されたときの吸収線量を 1 Gy（グレイ）という単位で表示する。

#### (2) 等価線量

放射線の生体組織に及ぼす影響の大きさを表すのが等価線量であり、放射線の種類やエネルギーにも依存する。その依存度を放射線荷重係数（無次元）で表し、吸収線量に乗じて等価線量が評価される。

$$(\text{等価線量}) = (\text{放射線荷重係数}) \times (\text{吸収線量})$$

放射線荷重係数の一例は次の通りである。

線種	放射線荷重係数
X線、 $\gamma$ 線、電子	1
$\alpha$ 線	20
中性子	エネルギーにより 5 か 10 か 20

単位はGy と同次元のSv（シーベルト）を用いる。

### (3) 実効線量

放射線の人体に与える危険性の大きさは実効線量で表される。人体各臓器・組織に放射線への感受性を表す重み（組織加重係数）を総計が1になるように割り当てて、各臓器・組織についての重みと等価線量の積を全組織について足し合わせて実効線量が算出される。

$$\begin{aligned}
 (\text{実効線量}) &= (\text{臓器・組織1の組織加重係数}) \times (\text{臓器・組織1の等価線量}) \\
 &+ (\text{臓器・組織2の組織加重係数}) \times (\text{臓器・組織2の等価線量}) \\
 &\dots \\
 &+ (\text{臓器・組織Nの組織加重係数}) \times (\text{臓器・組織Nの等価線量})
 \end{aligned}$$

組織加重係数の一例は次の通りである。

臓器・組織	組織加重係数
生殖腺	0.08
赤色骨髄、肺など	0.12
肝臓、甲状腺など	0.04
皮膚、骨表面	0.01

### (4) 管理区域

X線による実効線量が3ヶ月で0.0013Svを超える恐れのある区域を管理区域という。そのうち測定者が常時立ち入る区域は、実効線量を1週間で0.001Sv以内にするなど健康障害防止のための決まりが法律で規定されている。多量のX線を使用する場合は通常測定室内が管理区域に該当するが、取り扱うX線が比較的少量の場合は、管理区域が測定装置内に収まる場合が多い。

### (5) X線発生装置使用者の被曝限度

X線発生装置を使う人は、次の限度を超えて被曝してはならないとされている。

実効線量	女子学生	3ヶ月で 0.005Sv
	男子学生	1年間で 0.05Sv かつ 5年間で 0.1Sv
等価線量	眼の水晶体	1年間で 0.05Sv かつ 5年間で 0.1Sv
	皮膚	1年間で 0.5Sv
	妊娠中の女性の腹部	妊娠期間で 0.002Sv

これに対し自然界からの放射線は、 $5 \times 10^{-8}$  Sv/h 程度である。

### 第3節 X線による人体への影響

#### (1) 急性症状

X線に多く被曝した場合、次の症状が現れる。

吸収線量(Gy)	急性症状
0.25~0.5	白血球の減少
1~2	上記に加え、嘔吐、下痢、疲労、発熱、頭痛、血圧低下など
3~5	上記に加え、脱毛がある。60日以内に50%の確率で死亡
7	60日以内にほぼ100%の確率で死亡

#### (2) 晩発障害

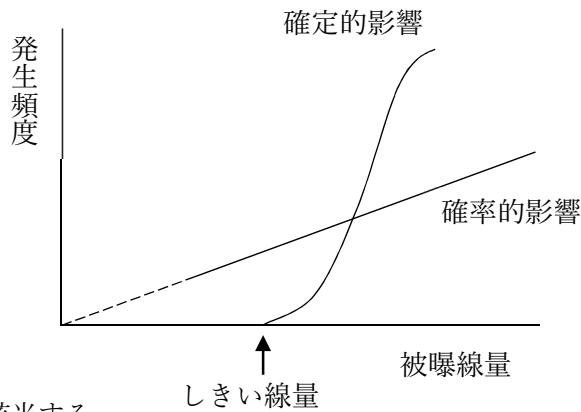
潜伏期を経てから現れる症状で、比較的少量の被曝でも起こりうる。白血病などのガン、白内障、再生不良性貧血が該当する。

潜伏期の一例は次の通り。

白血病	最短で2~3年
その他のガン	10年程度
白内障	最短で6ヶ月

#### (3) 確定的影響と確率的影響

確定的影響とは、被曝線量があるしきい値を超えて初めて現れる症状を指し、確率的影響とは、しきい値がなく被曝線量に比例して症状が起きる確率が増加する影響を指す。確定的影響については、被曝線量をしきい線量以下に抑えることにより発生を防止することができる。確率的影響については、発生を最小限に減らすために必要な手段をとる。



それぞれ次の症状が該当する

確率的影響	白血病などのガン、遺伝的影響
確定的影響	上記以外の X 線による症状

#### 第 4 節 X 線発生装置の種類

##### (1) X 線透過試験装置、X 線透視装置

X 線を試料に当て、X 線透過線量の分布について画像化する。

##### (2) X 線厚さ計

入射線量と透過線量の比から試料の厚さを評価する。

##### (3) 蛍光 X 線分析装置

試料に X 線を当てて発生する元素に固有のエネルギーの X 線の分光により、元素分析を行う。

##### (4) X 線マイクロアナライザー

電子顕微鏡に蛍光 X 線分析装置を組み合わせ、電子線照射により生じた蛍光 X 線の分光により元素の分布を調査する。

##### (5) X 線回折装置

結晶をなす物質に X 線を当て、入射波と散乱波の回折により結晶構造を解析する。

##### (6) X 線応力測定装置

結晶をなす物質に負荷を加えつつ X 線を当て、格子面のひずみから生じる回折角の変化から残留応力を測定する。

#### 第 5 節 注意事項

##### (1) 放射線業務従事者の登録

繊維学部内で共通利用機器として登録されている X 線発生装置は十分な遮蔽が施されており、管理区域が装置内部のみに限定されている。このため装置が設置されている部屋は管理区域外であり、装置を使用する際に放射線業務従事者登録は不要である。ただし、織

繊維学部内にある他のX線発生装置や、繊維学部外の施設にあるX線発生装置を利用する際は、施設や装置の管理者に放射線業務従事者登録の必要性を確認し、その指示に従う必要がある。放射線業務従事者の新規登録または次年度以降も継続登録を行う場合には、所定の教育訓練の受講および電離放射線健康診断の受診が法令で義務付けられている。また、装置の設置場所が管理区域に指定されている場合には、立ち入りに際し、X線用ガラスバッジ等による外部被ばく線量の測定が必須である。

## (2) X線発生装置使用者の一般的注意点

1. 繊維学部内で共通利用機器として利用されているX線発生装置の使用時には、外部被ばく線量を測定するためのX線用ガラスバッジの着用は不要である。繊維学部内にある他のX線発生装置や、繊維学部外の施設にあるX線発生装置を利用する際は、施設や装置の管理者の指示に従う。
2. 特殊な実験を行うときは、必ずX線発生装置の機器管理者の許可を受け、その指示に従う。
3. 事故発生の場合または装置に異常を認めるときは、直ちにX線の発生を停止し、X線発生装置の機器管理者に連絡し指示を受ける。
4. X線の被曝を受けたと思われるときは、直ちにX線の発生を停止し、X線発生装置の機器管理者に連絡し指示を受ける。
5. 実験にあたって、その手順をよく検討し、また準備を十分に整え、X線発生時間をできるだけ短時間にするように心掛ける。
6. 繊維学部内にあるX線発生装置のみを使用する者は、電離放射線健康診断の受診は不要である。繊維学部外の施設にあるX線発生装置を利用するために放射線業務従事者登録を行っている者は、電離放射線健康診断を定期的に受診する。
7. 繊維学部の共通利用機器として登録されているX線回折装置を使用する者は、事前にX線安全講習(eALPS)を年1回受講し、機器管理者による操作講習を受けておく必要がある。繊維学部内にある他のX線発生装置を使用する者については、X線安全講習(eALPS)の受講は任意ではあるが、指導者の指示に従って必ず安全講習を受けること。

## (3) X線ガラスバッジの特徴

繊維学部で採用されているガラスバッジは、蛍光ガラス線量計の一種である。蛍光ガラス線量計とは、銀活性化リン酸塩ガラスにX線を照射したのち、紫外線を照射すると発光する現象を利用した線量計をいう。銀イオンの化学的変化により安定な蛍光中心が生成され、線量情報の消失（フェーディング）が極めて小さいという特徴を持つ。

(4) ガラスバッジの装着箇所

被曝箇所に応じて次の箇所に装着する。

	体幹部で最も被曝する部位	装着場所
女性	均等	腹部
	頭部・頸部	頭部と腹部
	胸部・上腕部	胸部と腹部
	腹部・大腿部	腹部
男性	均等	胸部
	頭部・頸部	頭部と胸部
	腹部・上腕部	胸部
	腹部・大腿部	腹部と胸部

最も被曝する場所が体幹部以外(手指、足など)の場合は、更にその場所にも装着する。

第6節 緊急措置

X線発生装置がX線照射中に破損し、かつ、その照射を直ちに停止させることが困難な場合は、直ちに避難して、関係機関に緊急連絡のうえ医師の診察を受けること。

## 第8章 実験廃液の貯蔵と処理について

### 第1節 廃棄物処理の基本的考え方

大学の教育・研究活動に伴い各種の実験廃棄物が生ずるが、環境保全や公衆衛生の面からこれらの廃棄物は有効適切に処理されなければならない。

すべての廃棄物は最後に固体並びに液体または気体として自然環境に排出される。従って、それらの処理に当たっては、廃棄物の質の転換（安定化および安全化）と量の低減を図るように常に考慮し、原点処理を最も重要な基本原則とすべきである。これは、各研究者、実験者が自分の手元で有害物質の分別収集および処理を適切に行い、それぞれの実験・研究室などから極力廃棄物を排出しないようにすることである。大学においては教育・研究者をはじめ、一般職員、学生のすべての者が廃棄物処理と環境保全との関連や意義をよく理解し、最も適切な処理を行う責任と義務がある。

なお、優れた廃棄物の処理方法は現時点で必ずしも多くない。現在最良と思われる方法にも問題点があるものもあり、多くの費用、労力および時間を要するものが多い。水銀やPCB、特殊な病原微生物などについては未解決な点が多い。

使い捨ての思想や垂れ流しの行為は物質の節約や公衆道徳の面からばかりでなく、環境汚染防止の立場からも好ましいものではない。このことは、大学等において廃棄物処理の目標を達成するため、究極的には人間と自然を結ぶ環境サイクルの中で廃棄物がどのように循環してバランスを保っているかという認識とモラルの問題に帰結する。

### 第2節 実験廃液について

廃棄物の処理および清掃に関する法律が平成3年に大幅に改正され、大学から発生する実験・研究系廃棄物および医療系廃棄物の殆どは特別管理産業廃棄物（表9.1）に該当することになった。この特別管理産業廃棄物を排出する場合、特別管理産業廃棄物管理票（マニフェスト伝票）をつけて処理することが義務づけられた。これはマニフェストシステムと呼ばれているもので、信州大学もこの方式を取り入れている。これにより、実験廃液の収集、運搬、処理の流れが明確になり、適正に処理が確保されることになるので、排出者は責任をもって正確に管理票に記入しなければならない。――

表 9.1 特別管理産業廃棄物の種類

種 類	性状及び具体例 (代表的なもの)
廃 油	揮発油類、灯油類、軽油類 (引火点 70℃未満の燃焼しやすいもの)
廃 酸・ 廃アルカリ	pH2.0 以下の酸性廃液、pH12.5 以上のアルカリ性廃液
感 染 性 産 業 廃 棄 物	病原微生物を含むか、その恐れのある産業廃棄物 (血液の付着した注射針、採血管など)
特 定 有 害 産 業 廃 棄 物	<p>廃 PCB 等・PCB 汚染物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・廃 PCB 及び PCB を含む廃油</li> <li>・PCB が塗布された紙くず、PCB が付着、もしくは封入された廃プラスチック類や金属くず</li> </ul> <p>廃石綿等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建築物から除去した飛散性の吹き付け石綿・石綿含有保温材、及びその除去工事から排出されるプラスチックシートなどで、石綿が付着しているおそれがあるもの</li> <li>・大気汚染防止法の特定ばいじん発生施設を有する事業所の集じん装置で集められた飛散性の石綿など</li> </ul>
有 害 産 業 廃 棄 物	水銀、カドミウム、鉛、有機リン化合物、六価クロム、ヒ素、シアン、PCB、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンが基準以上含

### 第 3 節 実験廃液の分類、貯蔵、排出

平成18年繊維学部のISO14001認証取得(平成28年10月認証返上)に際して「信州大学繊維学部環境管理マニュアル」が整備され、その中で化学物質の取り扱いとともに実験廃液の管理に関する手順書(P446-3-2)が作成された。以後、この手順書に従って、実験廃液の分類、貯蔵、排出を行うことになっている。実験廃液も毒劇物取締法や消防法で規制される物質を含む場合が多いのでその管理は厳重に行う必要がある(第4章参照)。

本学部における実験廃液の処理の流れは以下のとおりである。

実験室での貯留→廃液保管庫への搬出・貯蔵→業者への処理委託

以下、環境管理マニュアルの手順書(P446-3-2)から実験廃液に関する部分を抜粋する。

#### 1) 実験室での実験廃液の貯留

実験廃液は、表9.2に示した分別区分ごとのポリ容器に貯留する。実験廃液を貯留する容器は、指定ポリ容器(使い捨て:必要に応じて会計係に請求)とする。ただし、有機廃液など消防法に関わる実験廃液は、すでにその実験室に保管している消防法に関するすべての化学薬品の指定数量に対する割合との合計が指定数量の5分の1未満となるように注意する。

2) 実験廃液の廃液保管庫への搬出

廃液保管庫は特別管理産業廃棄物である実験廃液を処理業者に委託するまで貯蓄するための施設である。廃液保管庫への実験廃液の搬出方法は手順書に定められている。

廃液保管庫は有機系廃液、無機系廃液、無機系廃液（毒劇物含有）の3部屋に区分されているので、指定の場所に保管する。実験室から廃液の搬出は、「廃液・廃試薬回収依頼票」に学科および研究室名、廃液分類番号、pH、廃液名、詳細な含有物質などを記入してポリ容器に貼付後、廃液保管庫の所定の場所に貯蔵する。

実験廃液の業者への引渡しは会計係と連携して行い、処理伝票（マニフェスト伝票）などのチェックにより適切な方法で確実に処理が行われたことを確認する。

表 9.2 実験廃液の分別区分

No.	信州大学 旧分類	廃液名	産業廃棄物 種類	具 体 例	
※有機系廃液	1	可燃性 有機廃液	特管廃油	特殊引火物： 指定数量50L (エーテル類 等)	安全性を保つため、他の可燃物に混ぜる。この場合、指定数量に対する割合を注意事項に示す計算式で求める。特殊引火物を多量に含む廃液は要注意・要相談。
				4類一石（非水溶性）：指定数量200L	酢酸エチル、ヘキサン等
				4類一石（水溶性）、アルコール類：指定数量400L	アセトン、エタノール、アセトニトリル、ジオキサン、プロパノール等
				4類その他：指定数量1000L以上	キシレン、トルエン、ニトロベンゼン等
2	G	可燃性 有機廃液 (有害物含有)	特管廃油	ベンゼン含有	
3	E	塩素系 有機廃液	廃油	クロロホルム、プロモホルム等(ハロゲン系廃液)	
4	E	塩素系 有機廃液 (有害物含有)	特管廃油	右のもので極少量でも含有している廃液はこの分類	ジクロロメタン・四塩化炭素・トリクロロエチレン・1,2-ジクロロエタン・1,1-ジクロロエチレン・シス-1,2-ジクロロエチレン・1,1,1-トリクロロエタン・1,1,2-トリクロロエタン・1,3-ジクロロプロペン含有

	5	E	廃油	廃油	機械油、オイル、切削油、シリコンオイル、動植物油等		
			有機廃液 (難燃性 有機廃液)		引火点 70℃以上の有機廃液、含水して可燃性ではなくなった廃溶媒、有機酸、アミンなどの廃液(綿棒に廃液をつけて炎の中に入れたときに燃焼するものはNo.1、しないものはNo.5)		
無機系廃液	6	A	水銀廃液	廃酸・廃アルカリ(特管含む)	水銀含有(有機水銀については要相談)		
	7	C、D	重金属含有廃液 (有害物含有)	廃酸・廃アルカリ(特管含む)	クロム、カドニウム、ヒ素、鉛、セレン含有		
	8	C、D	重金属含有廃液	廃液・廃アルカリ(特管含む)	銅、亜鉛、鉄、スズ、マンガン、銀、ニッケル、コバルト等特定有害物質以外の金属含有		
	9	B、F	シアン廃液	特管廃アルカリ	シアン含有		
	10	C、D	廃酸、 廃アルカリ液	廃酸・廃アルカリ(特管含む)	揮発性酸を含む	塩酸、フッ酸など揮発性酸含有液、水酸化ナトリウム、アンモニア水等	
					不揮発性酸を含む	硝酸、硫酸、リン酸など不揮発性酸含有液、水酸化ナトリウム、アンモニア水等	
	11	E	定着液	廃酸	写真定着液		
12	E	現像液	廃アルカリ	写真現像液			
13	該当なし	農薬類	特管(廃酸・廃アルカリ)	シマジン、チラウム、チオベンカルブ、有機リン含有			

#### 研究担当教員等

- ・実験廃液排出者は、廃液分類表にしたがい所定容器に分別し、貯留する。
- ・実験廃液排出者は、「廃液・廃試薬回収依頼票」に学科・研究室名・廃液分類・廃液名・含有有害物質を記入し、容器側面に貼付する。
- ・水素イオン濃度（pH）の測定
- ・委託業者へExcel ファイル「廃液廃試薬依頼票」を添付送信後、廃液を廃液保管庫へ搬入する。

#### 学部担当係

- ・依頼伝票により産業廃棄物の種類を把握  
（有害物質を含む実験廃液については、すべて特別管理産業廃棄物として取り扱う）
- ・廃液搬入搬出確認

#### 委託業者

- ・容器ごとに廃液分析
- ・廃液処理
- ・処理済廃液伝票に処理方法等を記入し、学部へ返送

#### 学部担当係

- ・伝票整理
- ・特別管理産業廃棄物の処理実績把握
- ・各種報告書作成・提出

## 第9章 緊急の場合の処理

### 第1節 緊急時における連絡

危険はいたるところに存在する。我々が十分な注意をはらったつもりでも、なお事故は起こり得る。万一、事故が発生した場合には一人で処理しようと思わないことである。「火事だ」とか「爆発だ」とか具体的に大声で周囲の人々に知らせ応援を求めることが大切である。複数人によって実験を行う意味の一つはここにある。

研究室には多様な薬品や高圧ガスが置かれているので、引火や化学反応による二次災害を起こす恐れが十分にある。負傷者がいれば、周囲の人々の応援を得て負傷者を速やかに安全な場所に移し、応急処置を施すと共に、二次災害の防止に努めることが肝要である。また、廊下等に設置されている火災発信器の「強く推す」と記載のボタンを押すことも忘れてはならない。

各階に置かれている消火器はもとより、火災発信器、消火栓、防火戸の位置を確認し、その使用方法を熟知しておくことも望まれる。鉄筋コンクリートの建物では、延焼よりも火災にともなって発生する煙によって、避難路をしゃ断され死を招いている。“人命第一”、事故現場近くにいる人々をいっときも早く安全な場所に誘導するよう、冷静な行動が大切である。

負傷者および事故の状況によっては、次の方法で消防署への緊急出動の依頼、保健室への連絡等を速やかに行わなければならない。

### 第2節 応急手当等

万一、本学部内で人身事故が生じた時、傷病者に以下の兆候がある場合は、迷わず救急車を要請する。

- ・意識がない（耳元で声かけをする、肩をたたいても反応がない）
- ・呼吸をしていない
- ・ひどい出血
- ・激しい痛みを訴える

現場に居合わせた者は、傷病者を救命するため迅速な 119 番通報と速やかな応急手当を行うこと。頭部・胸部を強く打っている場合は、意識があっても必ず受診すること。

応急手当には様々なものがあるが、特に心疾患（心筋梗塞や不整脈など）により突然に心臓が止まった傷病者の命を救うためには、心肺蘇生（呼吸の確認、胸骨圧迫、気道の確保、人工呼吸）を行うとともに、心臓への除細動（AED による電気ショック）をすみやかに行うことがとても重要である。

本学部は、A E D（自動体外式除細動器）を講義棟玄関の風除け室（自動ドアと自動ドアの間）と、生協玄関の風除け室（自動ドアと手動ドアの間）、警務員室、体育館玄関、機能高分子学科棟玄関、Fii棟1階、課外活動施設および学生寮に設置している。（図1参照）

救急車が到着するまでの数分間が傷病者の将来にとって極めて重要な意味を持つことになるので、できるだけ早い応急処置が必要である。

※救急車要請から到着まで、上田中央消防署→繊維学部およそ5～9分以内と言われている。

次に、消防署の緊急出動要請の手順と万一の場合の応急手当についてポイントを記す。

図2 出血を伴う切傷は、止血が必要である。

清潔なハンカチ等で傷口を強めに圧迫して心臓より高く挙げる。

図3 熱傷は、まず流水で傷みが取れるまで冷却処置をする（約15分程度）。

※化学薬品が皮膚に付着した時や目に入った時は局所に水道水を5分以上かけた後（こすらない方がよい）、必ず医療機関を受診する。その際、薬品名を必ず医師に伝える。

（化学物質等安全データシート「SDS」を持参すること）

いずれの場合もあわてず、落ち着いて、可能な応急手当を行ってから保健室、医療機関を受診すること。



図1 AED

講義棟風除室に設置



図2 直接圧迫止血法

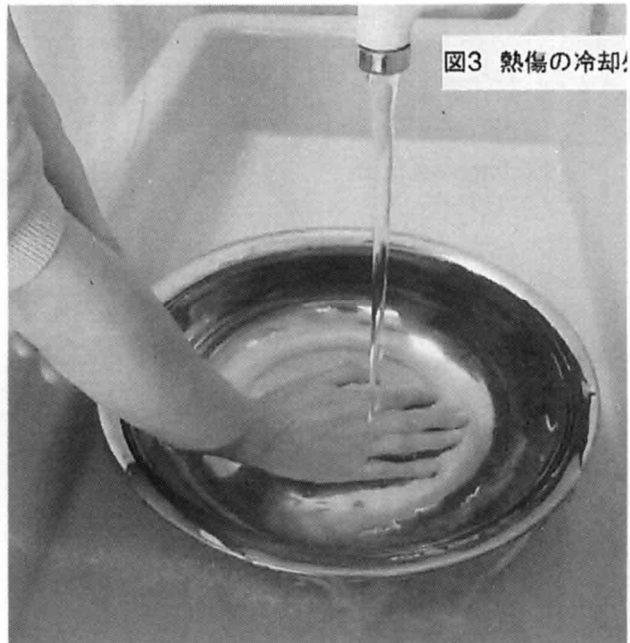


図3 熱傷の冷却!

こんな時は、迷わず救急車を依頼しましょう。  
現場でのすばやい対応が求められます。

- ・意識がない
- ・呼吸をしていない
- ・ひどい出血
- ・激しい痛み

救急車依頼

上田消防署 119

救急車を依頼します（常田 3-15-1）

信州大学繊維学部の場合は…です。

救急車を依頼したら

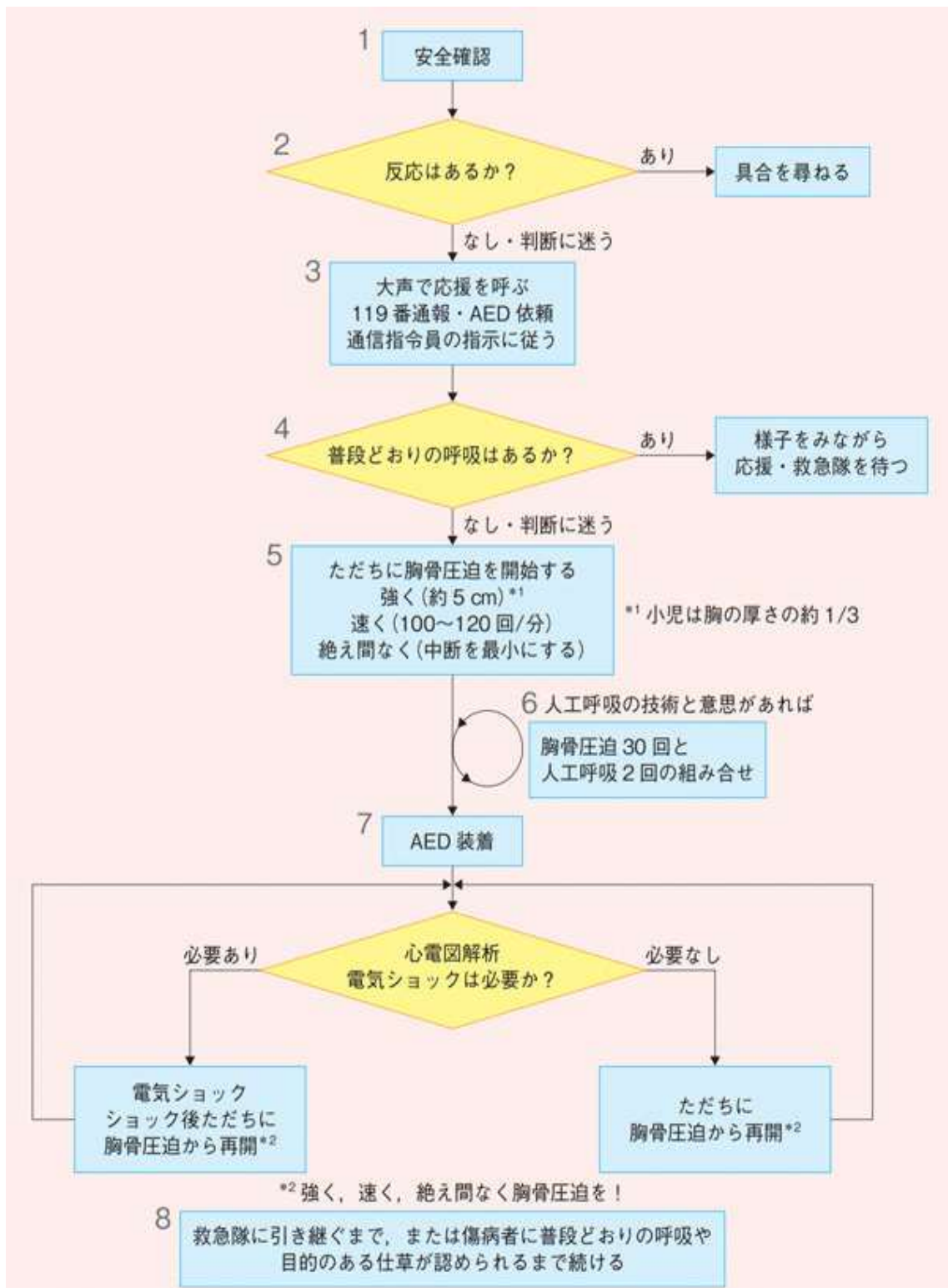
保健室 内線5312 へ連絡を！

不在時は 学務係5322 に転送されます。

・現場では、人を集め傷病者・救助者の安全の確保に努め可能な限りの救命措置を行って下さい。また救急車・救急隊員の誘導に協力願います。

適用平日 8：30～17：15

## 市民用 BLS アルゴリズム(一次救命処置の手順)



JRC 蘇生ガイドライン 2020 (第一章 一次救命処置 (BLS) P20 図 1) より転載

# 心肺蘇生

## (1) 反応（意識）の確認

大きな声をかけ、肩を軽くたたき、反応（意識）の有無を確認します。反応（意識）がない場合、あるいはその判断に迷う場合は、まず協力者を求め、119番通報とAEDの手配を依頼します。



## (2) 呼吸の確認

傷病者が心停止を起こしているかを判断するために呼吸を確認します。

- ① 呼吸を確認するために、傷病者の胸部と腹部の動きの観察に集中する。このとき、呼吸を確認するのに10秒以上かけないようにする。
- ② 普段とおりの呼吸がない場合、あるいはその判断に迷う場合は、胸骨圧迫を開始する。



日本赤十字社ホームページより転載

### (3) 胸骨圧迫

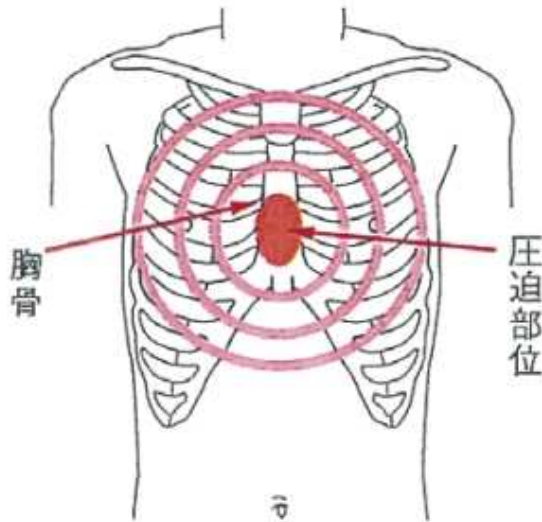
心臓がけいれんしたり停止したりして血液を送り出せない場合に、心臓のポンプ機能を代行するために行います。

- ① 傷病者を固い床面に上向きで寝かせる。
- ② 救助者は傷病者の片側、胸のあたりに両膝をつき、傷病者の胸骨の下半分（目安は胸の真ん中）に片方の手の手掌基部しゅしょうきぶを置き、その上にもう一方の手を重ね、上に重ねた手の指で下の手の指を引き上げる。
- ③ 両肘を伸ばし、脊柱に向かって垂直に体重をかけて、胸骨を約5cm（成人の場合）沈み込む程度に圧迫する。
- ④ 手を胸骨から離さずに、速やかに力を緩めて元の高さに戻す。
- ⑤ 胸骨圧迫は1分間あたり100～120回のテンポで30回続けて行う。



日本赤十字社ホームページより転載

## 圧迫部位



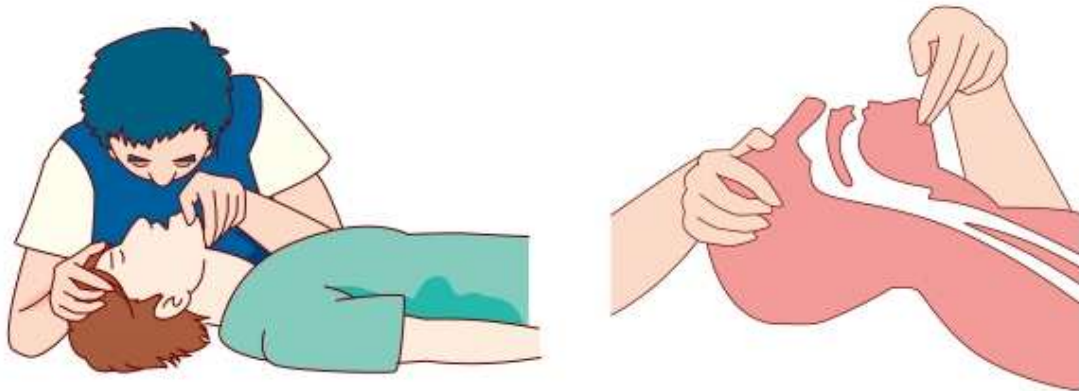
## 手掌基部



## (4) 気道確保 (頭部後屈あご先挙上法)<sup>とうぶこうくつ あごせきよじょうほう</sup>

一方の手を傷病者の額に、他方の手の人差し指と中指を下あごの先に当て、下あごを引き上げるようにして、額に置いた手で頭部を後方に傾けます。(頭部後屈あご先挙上法)

頸椎損傷が疑われる場合は、特に注意して静かに行います。



日本赤十字社ホームページより転載

## (5) 人工呼吸（呼気吹き込み法）

- ① 救助者は、気道を確保したまま、額に置いた手のおや指とひとさし指で傷病者の鼻をつまむ。
- ② 救助者は自分の口を大きく開けて、傷病者の口を覆う。
- ③ 約1秒かけて傷病者の胸が上がるのがわかる程度の吹き込みを行う。これを2回続けて行う。（1回吹き込んだらいったん口を離し換気させる）
- ④ 直ちに次の胸骨圧迫に移る。



※人工呼吸には特別な用具を必要としませんが、一方向弁付き呼気吹き込み用具などの使用が可能であれば、使用します。

## (6) 胸骨圧迫と人工呼吸

心肺蘇生を効果的に行うために胸骨圧迫と人工呼吸を組み合わせで行います。

胸骨圧迫30回と人工呼吸2回を繰り返します。AEDを使用するとき以外は、心肺蘇生（特に胸骨圧迫）を中断なく続けることが大切です。人工呼吸をする技術または意思を持たない場合は、胸骨圧迫だけでも構いません。

# 気道異物除去

## 気道異物の除去

のどに異物が詰まると、話しかけても返答ができないとか、のどをつかむような仕草をして、苦しい状態を示そうとします。傷病者が咳をすることが可能であれば、咳が最も効果的です。声が出ないか、十分に強い咳ができない場合は119番通報をしたうえで以下の手当を①②の順に試みます。



### ✓ ①背中をたたく

#### 立っているか座っている場合

傷病者の頭をできるだけ低くし、胸を一方の手で支え、他方の手で左右肩甲骨の間を続けてたたきます。



#### 寝ている場合

傷病者を横向きにし、胸と上腹部を救助者の大腿部で支え、左右肩甲骨の間を続けてたたきます。



#### 小児・乳児の場合

基本的には成人の場合と同じ要領で行いますが、いずれも力を加減して行うことが大切です。

#### ★小児の場合

素早く抱きかかえるか又は大腿部で支え、頭を低くして平手(手掌基部)で背中をたたきます。



日本赤十字社ホームページより転載

### ★乳児の場合

救助者は、自分の手で乳児のあごを支え、前腕にのせて頭の方を下げ、もう一方の手の手掌基部で背中の中をたたきます。



### ②上腹部を圧迫する

#### 立っているか座っている場合

傷病者を後ろから抱くような形で、上腹部（へそより少し上）に握りこぶしを当て、もう一方の手でその握りこぶしを上から握り、瞬間的に手前上方に突き上げます。



この方法は小児の場合も同じですが、乳児や妊婦には行いません。なお、行った場合は内臓を損傷している可能性があるため、窒息の状態がおさまっても必ず医師の診療を受けさせましょう。

### 胸部を圧迫する

#### ★乳児の場合

乳児を仰向けにし、頭を下げ、後頭部と首（頸部）を支え、指2本で胸の真ん中（胸骨の下半分）を数回強く圧迫します。



これらの方法を行っている間に傷病者が反応（意識）を失ったときは、直ちに心肺蘇生（特に胸骨圧迫）を行います。

## 第1節 災害発生時の避難・行動マニュアル【学生編】

### 1. 日常からの安全対策

地震等の自然災害は、突然発生し、建築物の倒壊、家具等の落下・転倒など物的被害とそれに基づく人的被害などの直接被害だけでなく、火災等による間接的な被害も起こるため、これらの災害の発生を最小限に留めるためには、日常からの備えが必要です。

#### (1) 一般的な安全対策

- ・あらかじめ、学内（本学からの配布物）、自宅周辺（自治体のホームページ等）の避難場所を確認しておく。
- ・消火器、火災報知器等の使用方法や設置場所などを確認しておく。
- ・夜間の避難に備えて、居住する部屋に懐中電灯を用意する、又は小型のライトを携帯することが望ましい。
- ・冬期における避難時の防寒対策のため、防寒シート（新聞紙による代替も可能）の常備・携行が望ましい。

#### (2) アパート・学生寮等での安全対策等

- ・就寝の位置は、なるべく窓際（窓ガラス）や、転倒、崩落の可能性がある家具等から離す。
- ・窓ガラス等は破損して散乱する危険性があるので、就寝時は障子戸・カーテン等を閉め、上履きを身近におく。
- ・日頃から、使用しないときはガスの元栓を閉めておく。
- ・居室の戸締まりや、ガス、電気等の火気の始末には十分留意する。
- ・たこ足配線はせず、常にコンセントの周囲を清掃し、埃等を取り除く。
- ・自宅に給水用のポリタンク（バケツにビニール袋で代用も可）や3日分以上の水、食料を準備しておく。
- ・お風呂の残り湯を貯めておき、火災時の消火や断水時のトイレのタンクへの給水に利用する。

#### (3) 教室・実験室等での安全対策

- ・通路が塞がれる場合を想定し、建物から退避するための複数の避難経路を確認しておく。
- ・実験室等の室内を整理整頓し、安全な避難路を平素から確保しておく。

## 2. 災害発生後の安全対策

地震による強い揺れを感じた場合、あわてず冷静に次のように各自で対処する。また、地震規模が【震度6弱以上】の場合は、安否等の情報を教職員に連絡する。

### (1) 災害発生直後の対応（学内）

- ・講義室、実験室、実習室等で授業中の場合は、教員の指示に従って、速やかに机の下等に身体（特に頭部）を隠す、または、カバン等で頭を守る。
- ・ドアを開けて非常脱出口を確保する。
- ・倒れた書庫等の下敷きになっている人はいないかなど、周囲の人の安全を確認する。
- ・強い余震が発生する可能性もあることから、あわてて外に飛び出さない。
- ・実験室等で火気等を使用中の場合は、直ちに火を消すなどの安全措置を講じる。
- ・廊下を通行中の場合は、破損した窓ガラスなどに注意するとともに、壁の近くに身を寄せ、安全を確保する。
- ・渡り廊下または階段を通行中の場合は、天井等が落下するおそれがあるので、速やかにそこから離れ、近くの安全な場所に退避する。
- ・体育館にいる場合は、壁に身を寄せ、落下物に注意する。
- ・売店等にいる場合は、物品及びガラス等の飛散に注意し、店員の指示に従う。
- ・野外にいる場合は、速やかに建物、高い壁、階段、送電線等から離れ、最寄りの避難場所や屋外の開けた場所で身の安全を確保する。
- ・エレベーターの中にいる場合、全ての階のボタンを押し、停止した階で降りる。閉じ込められたら、非常ボタンを押し、救助を待つ。（救出されるまで長時間を要する可能性もあるので、体力を消耗しないように努める。）
- ・負傷者や救助を必要とする人がいる場合は、周りの状況を慎重に判断し、救助する。付近に人がいる場合は応援を求める。
- ・隣の教室、部屋等で救助を求めている人はいないか確認する。
- ・障害を持つ人、負傷した人など自力で避難できない人はいないか確認する。

### (2) 災害発生直後の対応（学外）

- ・まずは、学内の行動を参考にして、その場で身の安全を確保する。
- ・自動車、バイク、自転車を運転中の場合には、ゆっくりと道路の左側に寄せて停車する。（エンジンを切る。）自動車、バイクから離れて避難する際は、連絡先のメモを残し、キーはつけたまま、車検証を持って安全な場所へ避難する。
- ・本学以外の施設において災害が発生した場合は、当該施設の職員の誘導等に従う。

### (3) 避難するときの注意

- ・地震の揺れが収まったら、教職員の指示に従い、速やかに部局が指定する避難場所に避難する。
- ・二次災害を防止するため、可能な限り、電源の遮断、ガスの元栓閉鎖等の措置を取る。
- ・壁や建物上方からの落下物（特にガラス等）や足下に十分注意し、カバン、本、ヘルメット等で頭部を守る。
- ・エレベーターは使用しない。
- ・傾いた建物・ブロック塀・自動販売機など倒壊の恐れのあるものには近寄らない。
- ・出火時は、姿勢を低くし、ハンカチやタオルを口と鼻に当て、煙を吸わないようにする。
- ・一旦避難したら、教職員から指示があるまでは、建物の中に戻らない。（しばらくの間、建物内に入れない可能性があるため、自宅の鍵、携帯電話、財布、上着（特に冬季は）などを忘れずに身につけて、避難すること。）

### (4) 屋外に避難した後の対応

- ・ブロック塀・自動販売機など倒壊の恐れのあるものには近寄らない。
- ・避難先では、各研究室単位、学部生にあっては各学年単位で集合し、教員又は各学部事務職員による不明者の有無、負傷者の有無等、避難状況の確認を受ける。
- ・負傷した場合や負傷者がいる場合には、教職員に申し出る。
- ・震度5強以下の場合は状況により、震度6弱以上の場合は必ず、本学から学生宛携帯に一斉メールを送信するので、本学へ安否について返信する。または、学部ごとに指定する電話番号に連絡する。（別途、本学による確認を受けた場合には返信、連絡は不要）

### (5) その他

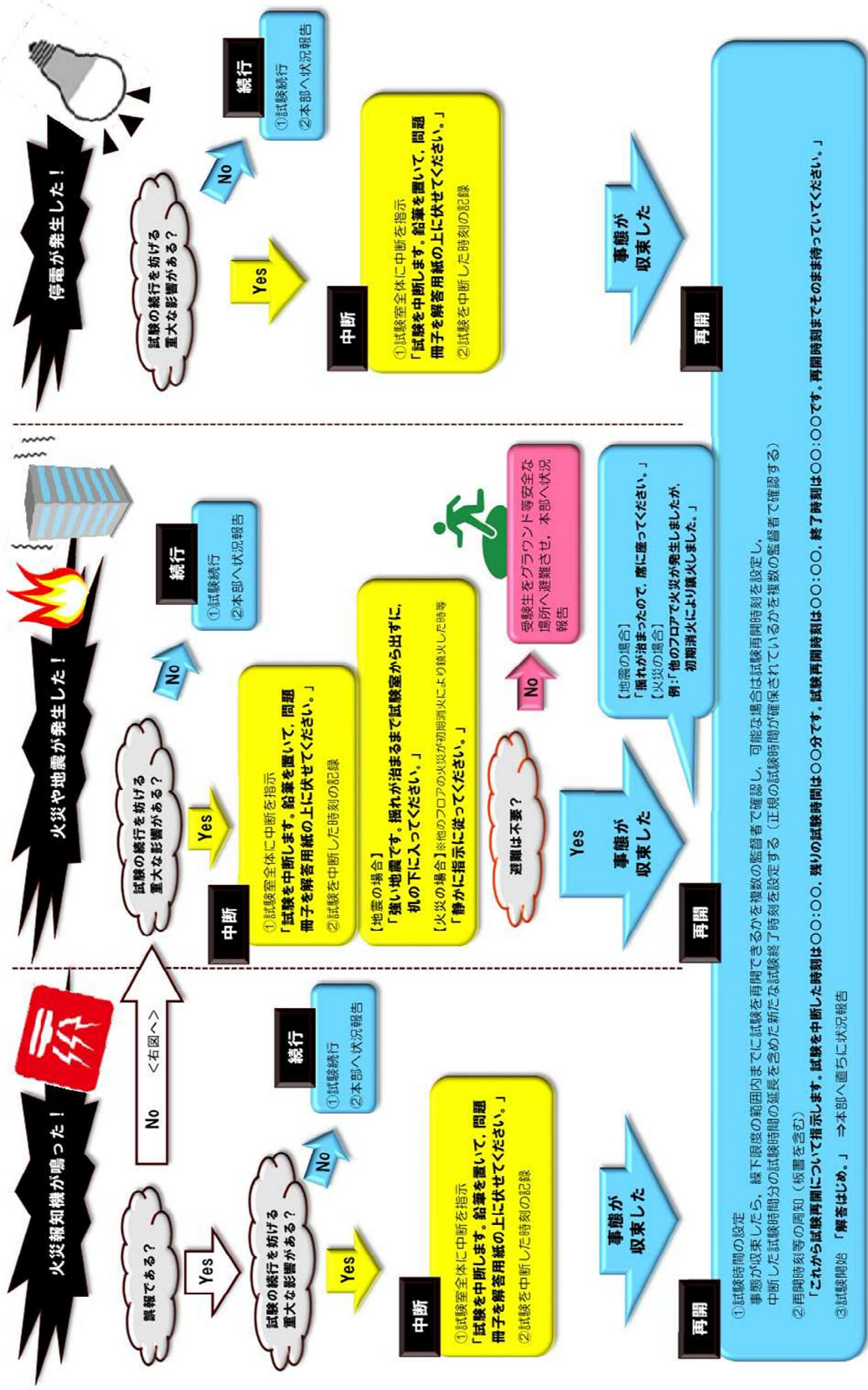
- ・停電等からの復旧時の漏電やガス漏れによる火災、水道水の濁りなどが想定されるので、教職員からの指示があるまでは電気、ガス、水道は利用しないようにする。
- ・帰宅が困難となった場合（例えば公共交通機関を通学に利用している場合で片道20km以上）には、教職員の指示を受けて、学内の指定された場所に宿泊すること。

## 不測の事態における事故処理要領

※教室等常設用

※本要領は入試時の標準対応例です。通常授業時等は「試験」を「授業」に読み替えるなど、これに準じて対応してください。

[2018.12 学務係]



### 3. 安否等の連絡先

#### 【連絡先】

繊維学部

学務グループ (0268) 21-5322

※震度5強以下の場合は状況により、震度6弱以上の場合は必ず、本学から学生宛携帯に一斉メールを送信しますので、本学へ安否について返信してください。

または、学部ごとに指定する電話番号に連絡してください。

#### 【緊急連絡ダイヤル】

「信大災害・緊急ダイヤル」 TEL：0263-37-3333

- ・災害、事故、火災等緊急時で本学に連絡する必要がある場合は、それぞれ各部局の緊急連絡網へ直接電話することとなっていますが、咄嗟の場合で連絡すべき電話番号が分からない場合にご利用ください。
- ・オペレーターが指定された部局の緊急連絡先に連絡します。
- ・災害による建物の火災、建物倒壊の危険など、緊急を要する場合などにご利用ください。

#### 【災害伝言ダイヤル】

A（自分の情報を相手に伝えたい時）＝伝言録音

「171」＋「1」＋「自分のTEL」＋「自分のメッセージ録音」

- ①「171」をダイヤルする
- ②ガイダンスに従って「1」（暗証番号ナシ）をダイヤルする
- ③自分の電話番号をダイヤルする
- ④30秒以内に自分のメッセージを録音する

B（相手の情報を聞きたい時）＝伝言再生

「171」＋「2」＋「相手のTEL」＋「相手のメッセージ再生」

- ①「171」をダイヤルする
- ②ガイダンスに従って「2」（暗証番号ナシ）をダイヤルする
- ③相手の電話番号をダイヤルする
- ④相手のメッセージを再生する

各キャンパスの最寄りの指定避難場所は以下の web サイトを参照ください。

上田キャンパス周辺（上田市 web サイト）

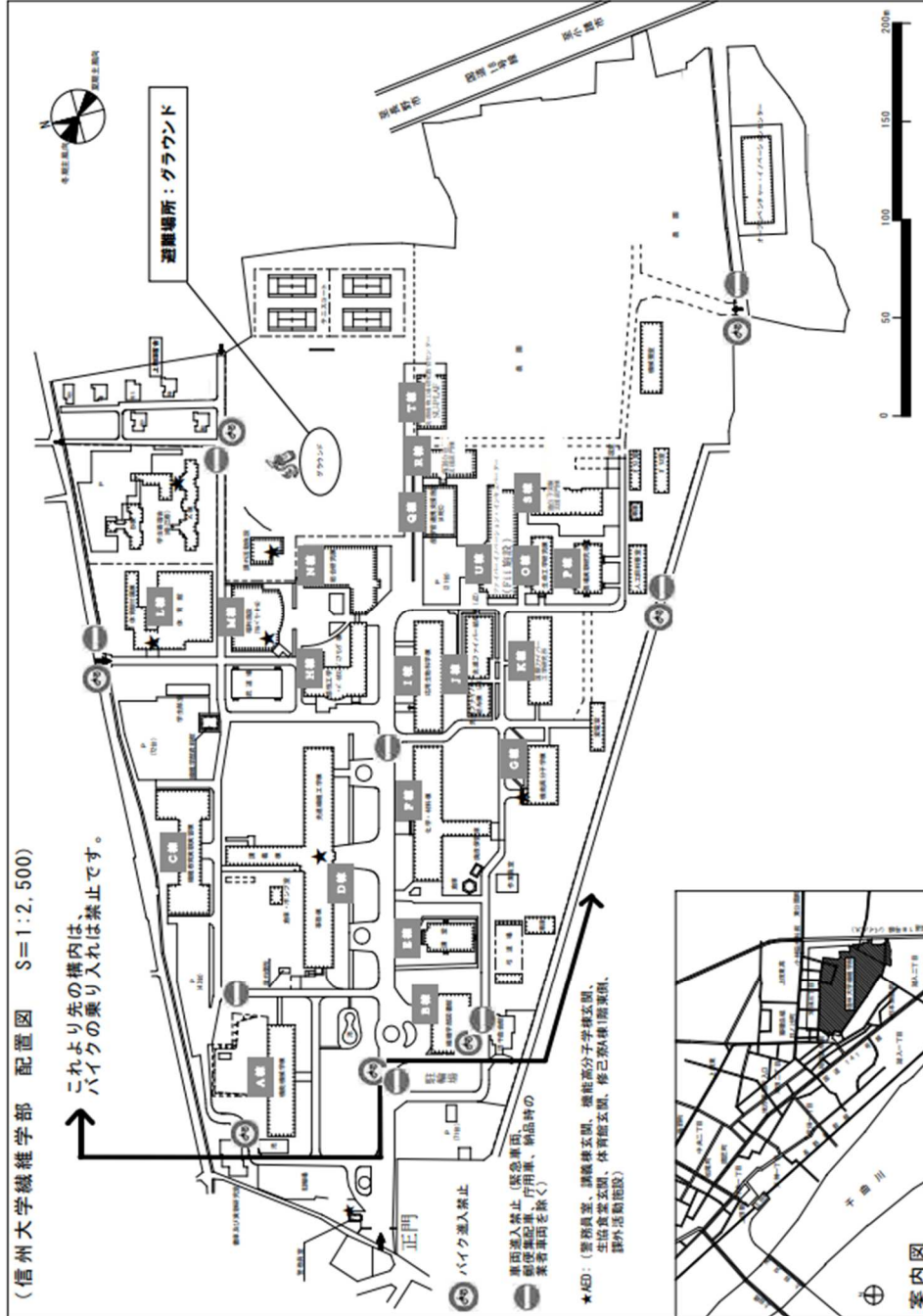
<http://www.city.ueda.nagano.jp/soshiki/kiki/4289.html>

【緊急時連絡先一覧（学外機関）】

【上田キャンパス】

機 関 名		電話番号	F A X 番号	
警 察	長野県	長野県警察本部	026-233-0110(代)	
	上田市	上田警察署	0268-22-0110(代)	
		国分交番	0268-27-7623	
消 防	上田市	上田地域広域連合消防本部	0268-26-0119	0268-23-6901
		上田中央消防署	0268-26-0119	0268-23-6901
保 健 所		長野県上田保健福祉事務所 (上田保健所)	0268-23-1260	0268-23-1973
労働基準監督署		上田労働基準監督署	0268-22-0338	0268-22-0649
長 野 県		長野県庁	026-232-0111(代)	
上 田 市		上田市役所	0268-22-4100(代)	0268-25-4100(代)
		上田市総務部危機管理防災課	0268-21-0123(代)	
電 気		中部電力パワーグリッド 上田支社	0120-984-536	
電気設備		電気事故コールセンター (24時間対応)	0120-750-013	
		中部電気保安協会 上田営業所	0268-23-0985	0268-23-0987
ガ ス (ガス設備)		上田ガス (ガス漏れ通報連絡先)	0268-22-0454	0268-24-7261
水 道		上田市上下水道局上水道課	0268-72-4253(代)	0268-75-1381
給排水設備		大屋設備(株)	0268-35-0217	0268-35-3788
電 話		N T T 東日本ー関信越 (設備不良)	0120-444-113	
		(電話の故障等)	(局番なし) 1 1 3	
電話設備		丸登電業(株)	0268-22-3233	0268-27-8555
火災報知設備		富士防災設備(株) 松本支店	0263-36-3050	0263-36-3063
エレベーター		ジャパンエレベーターサービス城 西(株)緊急監視コントロールセン ター	0120-365-493	

#### 4. 避難場所

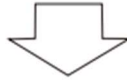


## 地震発生時の初動対応マニュアル

### 災害発生時の対応

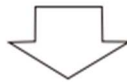
- (1) まず、身を守る！ 机、実験台の下などへ
- (2) 火元の確認！ ガスの元栓、実験器具、実験試薬等の確認
- (3) 非常口の確保！ ドアを開ける

※自分の身を守ることを最優先に行動する！



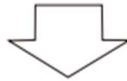
### 災害発生直後の対応

- (1) 余震の様子を見る！ 慌てて、飛び出さない
- (2) すばやく消火！ 火が出たら、落ち着いて初期消火
- (3) 周囲の人の安全を確認！  
倒れた書庫等の下敷きになっている人はいませんか？



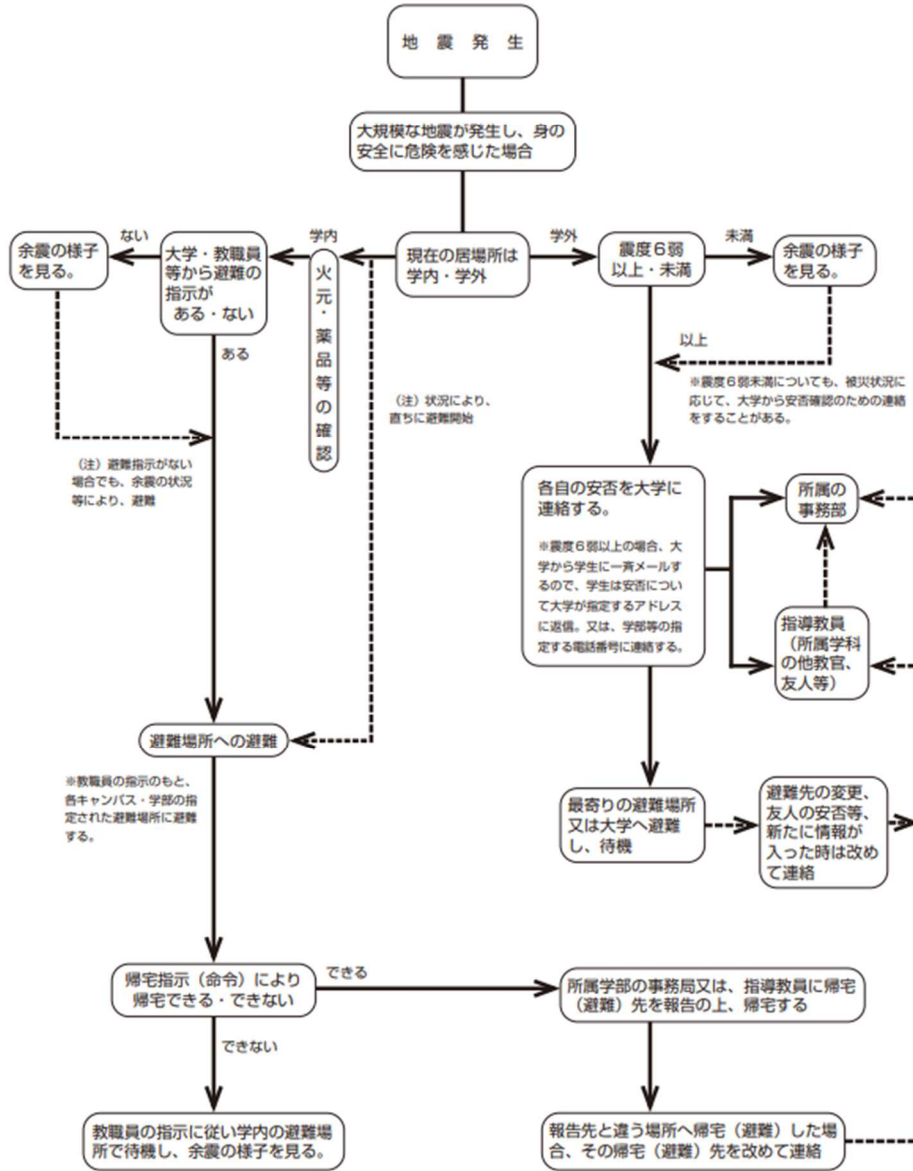
### 災害発生後の対応

- (1) 隣接する部屋等は大丈夫？  
隣の教室、部屋等で救助を求めている人はいませんか？
- (2) 指定された場所への避難！  
授業担当教員の判断や職員の指示により指定された避難場所へ避難
- (3) 障害を持つ人、負傷した人など自力で避難できない人はいませんか？

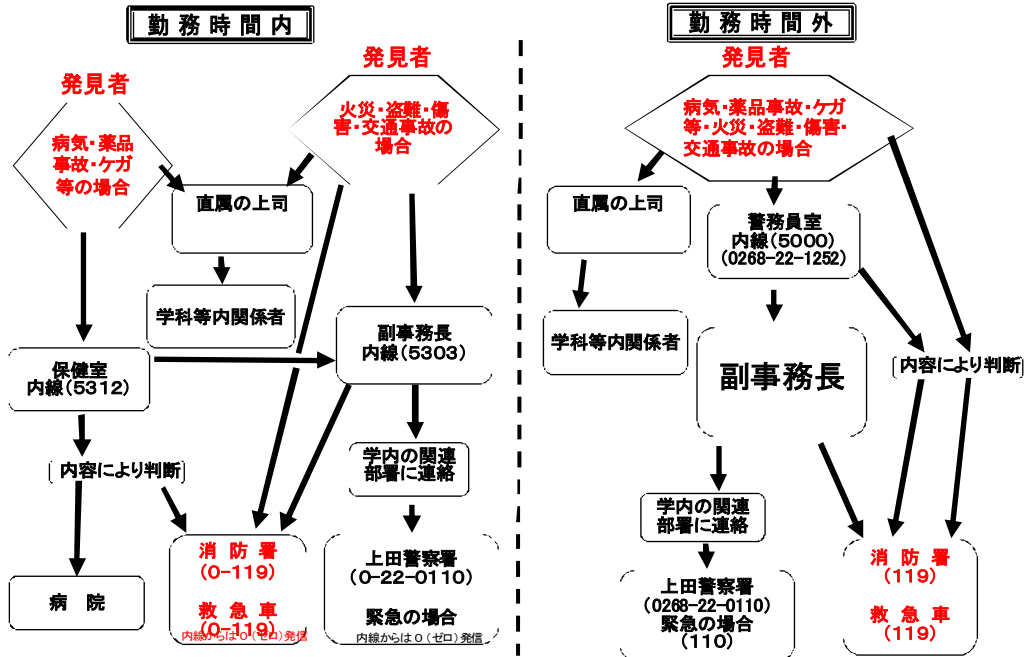


教職員による安否確認、避難場所での対応の指示を受けてください。

### 地震発生時の初動対応の流れ(学生)



### 緊急時の連絡方法



2026年 3月版

編集 キャンパス安全衛生委員会  
EMS事務局

発行 信州大学繊維学部  
〒386-8567 上田市常田3-15-1  
TEL 0268 (21) 5300