

はじめに

「安全・安心」、日常生活において最も重要な言葉として語られることが多い。日常生活でも様々な危険に遭遇することはあり、少しでも危険を回避し、安全で安心な生活を送るために、個人だけでなく社会全体も取り組んでいる。一方、大学、特に、理工系大学では、通常の生活では遭遇しない危険に出会う可能性がある。それは、理工系大学ではカリキュラムの中で実験・実習を重要視しており、実験・実習では様々な機器を使ったり、多種の薬品を使用したりするからである。これら機器や薬品を漫然と使用すれば思わぬ危険と遭遇することになる。実験者一人一人が使用する機器や薬品の危険性を十分に認識し、起こりうることを想定しながら実験・実習に望む必要がある。また、指導する立場にある教員等は環境安全に配慮した作業環境を十分に整備する必要がある。

大学では、数多くの研究分野があり、それぞれの分野で先端的研究が行われ、多様な実験・実習が行われている。そのような状況で、画一的な安全管理手法には限界がある。繊維学部には、先進繊維工学、感性工学、機能機械学、バイオエンジニアリング、応用化学、材料化学工学、機能高分子学、生物機能科学、生物資源・環境科学の9課程で教育・研究が行われており、非常に幅広い教育・研究分野を有している。学生実験でも物理実験、化学実験、生物実験などが行われており、また、農場等での野外実習も行われている。このような状況下で安全管理を行うためには、一人一人の安全に対する意識を強めていく必要がある。

本書「実験・実習における安全の手引き」は、平成6年11月に設置された学部防災対策委員会安全小委員会がまとめたものであり、平成8年3月に発行して教職員・学生に配布し、学部の安全教育に使用してきた。しかし、発行後も重大事故が発生してしまい、安全への意識をより一層高める必要性を感じさせられている。また、上田キャンパスでは、平成18年度にISO14001の認証取得を行い、大学の教育・研究活動によって生じる環境への影響を持続的に改善するためのシステムを構築し、そのシステムを継続的に改善していくPDCAサイクルを構築している。環境教育とともに、安全教育の重要性を一層認識させられている。

大学での安全教育は、大学で行われる実験・実習等の教育・研究活動における安全を確保するために行われるだけでなく、環境安全配慮姿勢を身に付けた人材の育成と輩出を目的に行われている。進路である産業界での安全も考慮した教育が必要である。

本書の内容は基本的事項であるが、大学における教育・研究活動で安全・安心が保たれるよう、また、安全に対する意識を向上できるよう、十分に活用願いたい。

平成27年3月

繊維学部長

濱田 州博

目 次

第1章 実験・実習における安全の基本	1
第2章 機械系実験・実習における安全心得	3
第1節 安全のための一般的心得	3
第2節 実験・実習および研究活動のための規則と注意点	3
第3節 実験・実習のための基本的注意事項	4
第4節 機械運転の際の注意事項	5
第5節 機械工場における安全について	6
第6節 繊維教育実験実習棟における安全について	10
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	14
第3章 電気系実験・実習における安全心得	17
第1節 電気系実験のために	17
第2節 漏電による災害	20
第3節 静電気（摩擦電気）	21
第4節 感電者の救出と注意	22
第5節 電気系実験に関わる基本的注意事項	22
第4章 化学系実験における安全心得	25
第1節 学生実験	25
第2節 研究実験	26
第3節 事故例	36
第5章 生物系実験・実習の安全心得	38
第1節 はじめに	38
第2節 ウイルス学実験、微生物学実験	38
第3節 植物実験	40
第4節 動物実験	40
第5節 組換えDNA実験	42
第6節 農場実習	47
第7節 野外調査における安全の心得	50
第6章 情報機器取扱における安全心得	53
第1節 学内ネットワーク利用上の注意	53
第2節 コンピュータウイルスの基礎的知識	56
第3節 取扱者自身の安全や健康についての注意	62

第7章 放射性同位元素取扱の安全心得	66
第1節 はじめに	66
第2節 放射線の人体への影響	66
第3節 放射線被ばくの形成と人体への影響	67
第4節 RIの安全取り扱いと利用手続	70
第8章 X線使用における安全心得	74
第1節 基礎知識	74
第2節 X線による人体への影響	75
第3節 X線発生装置の種類	76
第4節 注意事項	76
第5節 緊急措置	78
第9章 実験廃液の貯蔵と処理について	79
第1節 廃棄物処理の基本的考え方	79
第2節 実験廃液について	79
第3節 実験廃液の分類、貯蔵、排出	80
第10章 緊急の場合の処理	84
第1節 緊急時における連絡	84
第2節 応急手当等	84
第3節 災害発生時の避難・行動マニュアル〔学生編〕	92
参考文献	103

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1～7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ことが必要である。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。

もし、万が一事故が起こった場合には、まず大声で叫び周りに注意を喚起し、対策をとるべきである。

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、「繊維学部環境ISO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) 実験作業中はそのことに集中すること。
- (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。

(1) 機能機械学課程の場合

5.1 節「機械工場使用規則」に従うこと。

(2) 先進繊維工学課程の場合

6.1 節「繊維教育実験実習棟の利用について」を参照すること。

2.2 電気およびガス

- (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、室内の窓を閉め、ガス、水道の閉栓また電気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

信州大学繊維学部環境方針に基づき紙の使用削減、可燃物ゴミの削減、水の使用削減を考える。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。

- (1) 廃棄物は繊維学部ゴミ分別マニュアルに従い、きちんと分別して、透明ビニール袋に入れ、指定場所に持ってゆくこと。
その他の廃棄物は教職員の指示に従い処理をすること。
- (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）。

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について、各自熟知しておくこと。
- (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) 整理整頓に心掛け、廊下や階段、通路には物を置かないこと。

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、腕や足を露出しないもので、身体にぴったり合っていて、だぶついたり、ひらひらしたりしないものを着用すること。ツナギや白衣はだぶついているので、機械などに巻き込まれた時に大きな怪我のおそれがあり、工作機械作業には着用しない。
- (2) 作業帽 作業帽は必ずかぶること。特に長い頭髪は機械などに巻き込まれるおそれがあるので気をつけること。
- (3) 作業靴 丈夫で、動きやすく、滑りにくい靴。できれば安全靴が望ましい。サンダルやスリッパ、靴でもかかとを潰して履くなどは厳禁である。
- (4) 手袋 刃物・工具・工作物が回転するなどの機械で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は、安全帽、保護眼鏡、保護マスク、保護衣などの保護具を使用すること。また、切粉が飛散する切

削作業においても、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かもしれないので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、機械運転前、機械運転中、機械運転後に分けて述べるが、これらを熟知し習慣化することが安全対策につながる。なお、個々の機械または設備の使用に当たっての注意は、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」に記述されているので、必ず参照すること。

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」を守るとともに、以下の注意事項に留意すること。

- (1) 機械類はそれぞれ固有の機能を備えているので、機械の特徴と正しい使用法を熟知し、運転前には必ず点検し、各部に異常がないか確認すること（指差確認）。
- (2) 作業領域には不必要な物は置かないこと。特に機械の駆動する部分に工具などのものを置き忘れるととばされ大変危険である。
- (3) 加工物の取り付け、締め付けは確実にを行うこと。機械の振動によりゆるみ、飛び出す危険があるので、作業の途中での点検を怠らないこと。また取り付ける面にごみや屑がないようにあらかじめきれいにしておくこと。
- (4) 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。また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) 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で、必要な場合にはこれら両方を用いて意志疎通を図り、安全を確認し合うこと。
- (2) 作業中はそのことに集中すること。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スイッチを切り、停止させ技術職員に申し出ること。

- (3) 運転中、危険を避けて作業すること。駆動部分や加工物の飛散の恐れのある場所に近寄ったり、手を触れたりしないこと。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。

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) 使用した工具、治具その他のものを片付け、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。これらのことを心掛けることが機械の精度を保ち、また後で使用する人の安全を確保することにつながる。

第5節 機械工場における安全について

機械工場は、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おり、また本工場には危険を伴う工作機械や装置が多いので、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、機械の正しい使用法と特徴を理解し、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

使用時間は原則として、平日 9:00 ~ 17:00 までとする。ただし、指導教員が認めた場合は時間外も使用できるが、作業者は2人以上とする。

5.1.2 手続き及び負担

- (1) 工作機械を使用した時は、当該機械備え付けの使用簿に使用日時、所属名、使用者名を記入すること。
(2) 工具類（カッター、バイト、ドリル、ドライバー、プライヤ等）は原則として各研究室で準備する。機械が故障した時は技術職員に連絡すること。
(3) 材料は、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。
(4) 工場内の工具類は持ち出さないこと。
(5) 機械及び工具類の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) 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、集めた切り屑は必ず所定の場所へ入れておくこと。この際、異なった金属が混ざらないようにする。

(分類)：可燃物、プラスチック類、鉄類、アルミニウム類、銅合金類

(3) 時間外に工場を退出する者は、時間外使用届に従い、戸締り、電源、ガス等の確認を行うこと。なお、冬季は、暖房用スイッチを切り、ガスの元栓を閉めること。また、退出するときに他の者がいた場合には、引き継ぎを行い、時間外使用届に引き継ぎ者名を記入すること。

5.2 工作機械および機械設備の使用に当たっての注意

機械の使用にあたって最も気をつけなければならないのは災害防止である。これは、単に機械使用だけのことではなく、あらゆる時、あらゆる場所で、すべての人々がそれぞれの立場において万全の注意をはらわなければならないことである。

どんなに施設・設備がよくても、作業者が注意を怠って、誤った操作あるいは無理な使用をすれば故障や災害を引き起こすことになる。また、作業者がいかに注意をはらっていても、施設・設備に火災害防止上の不備があれば災害を起こすことになる。災害防止についてはこの両面からの対策が必要である。

また使用する機械などの特性などを十分理解して、安全に気を配るようにする。使用方法などがわからない場合は必ず技術職員に確認すること。

(1) NC 旋盤

- 1) 初めて工作機械を使用する時は職員に聞くこと。
- 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及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ので、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切り粉を処理する場合、手でつかんで引張ったりしないこと。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、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があるので注意すること。
- 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、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) 機械使用前に滑動面、その他注油箇所に注油する（自動注油はNCだけ）。他の機械は全て注油する。
- 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、チャックおよび加工物の回転方向の延長上に作業者や見学者は近づかないこと。
- 7) 切削中は加工物、バイトの近くには手を出さないこと。切削油は油筆を使用。
- 8) バイト位置を変えるとき（90°ずつ回転）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旋盤との干渉に注意すること。

(4) 横フライス盤

- 1) 加工物との零点合わせは、刃物を回転させて行う。
- 2) 加工物その他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) 工作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。
- 2) 小さな工作物や柔らかい材料（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工作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) 形削り盤

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) ラムの正面に立って作業しない。

3) ストロークの調整後、バイトや刃物台が工作物などに接触しないか手で動かして確認すること。

(9) 溶接作業

溶接では、金属の溶接・溶断作業などの温度の高いものを取り扱うので、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、やけどや目に障害、引火性の危険物の爆発、ガス中毒など、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、ポケットの開口部は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) 肌を出さないで、帽子・保護手袋・足カバーなどを着用する。

4) 紫外線などの影響があるので、必ず保護眼鏡をする。

5) 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なので、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 P26、P27 を参照のこと。

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 8:30 ~ 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課程の教職員の許可を得る。さらに、「時間外入在室届」を正門警務員室に届け出る。

6.1.2 在室表示版

玄関をに入って左手側に在室表示板がある。入場時に各自が利用する部屋の札を白標にし、退場時には赤標にする。

6.1.3 最終退場者の義務

退場する際には玄関の在室表示板を赤標にするが、他のすべての部屋の表示が赤標であれば最終退場者である。廊下、階段、便所の火気を確認し、窓を閉め、消灯する。

6.1.4 土足禁止

実習棟内は、土足禁止とする。備え付けのスリッパに履き替えて入場すること。各自の上履きを利用する場合には玄関まで持参し、そこで履き替えること。他の棟で利用している上履きを履いたまま外を歩いて入場してはならない。(但し、実習室・実験室では必要に応じて安全靴に履き替えること)

6.1.5 各部屋の機器使用について

実習棟内の機器は、各部屋ごとに管理している課程が異なるため、それらの機器を使用する際は、指導教員を通じて当該課程の担当者に申請し、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惰性運転を続け、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。

6.2.1 紡績機械

(1) カード機、開繭機、切綿機、梳綿機

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しているので、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) 延展機、製条機、練条機、始紡機、再紡機、精紡機

1) 延展機、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 製布機械

(1) 有杼機械

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) エアジェット織機

1) エアジェット織機は起動手順が自動化されており、起動スイッチを入れるとゆっ

くりと逆回転し起動位置で一旦停止し、その後、突然高速で運転を始める。この一連の自動動作の間に手を出すと挟まれる危険があるので注意すること。

2) エアジェット織機の運転に必要なエアコンプレッサはタンク内の空気圧を感知し、自動的に運転するようになっているので、停止していても本体には絶対に触ったりしてはならない。

3) 水抜き、安全弁の点検など本体に触れる必要があるときは、ヒューズボックスの電源を切ってから行うこと。電源を切らずに行うと、突然起動がかかり、巻き込み事故を引き起こす危険がある。

(3) ジャカードレピア織機

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ので注意すること。

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。

(4) ジャカード横編機

1) キャリッジは走行速度を自動的に切り換えながら運転する。従って、ゆっくり動いていても突然加速するので、運転中は操作バー以外の部分には触れないこと。

2) 糸の継ぎ足しなどの作業は、再起動がかからない状態にして行うこと。

(5) ドビーエアジェット織機

1) 織機本体の取り扱い(2)のエアジェット織機に従う。

2) ドビーの紋せんを交換する場合は、高所での作業となるため転落には十分注意すること。

(6) 手織りジャカード織機

1) シャトルが飛び出す危険があるので、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ので転落に注意すること。

(7) 丸編み機、靴下編機

1) チーズ(糸の巻かれたもの)は高い位置にセットされているので、その下で作業する場合は落下しないか確認をしてから行う。

2) 回転部分に服などを巻きこまれないように注意すること。

6.2.3 紡糸機械

(1) 紡糸用押出機械

1) 樹脂を加熱、熔融して押し出すため、装置表面で高温になる部分がある。ヒータ一部の温度は最高 500℃に達することが有り、肌が触れれば火傷は免れないし、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(200 V)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。

(2) 巻取機

- 1) 高速回転しているので、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。
- 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。
- 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、必ず予告するようにしてほしい。
- 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に、気を付けてほしい。
- 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

- 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。
- 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

- 1) 煮繭では高温で繭を煮るのでやけどに注意すること。
- 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ので転倒しないように気をつけること。

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、複合熔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。

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) 管理者の指示がない限り、原則ヘルメット着用のこと。
- 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) 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。
- 11) 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。
- 12) 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。

- 13) 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。
- 14) 棟内のものを外に持ち出さないこと。
- 15) 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。
- 16) 使用簿に必要事項を記入すること。
- 17) 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。

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) 紡糸用押出装置」に準じる。加えて、下記のこと

に注意すること。

- 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を用いて、作業者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300℃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) 電源投入時から終了後24時間が経過するまでは紡糸棟の排気換気扇と給気換気扇を稼働させておくこと。

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

に注意すること。

- 1) 最大速度が6500m/min（時速390km）に達するため、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、サクシヨンガンを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、下記のことにも注意すること。

- 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) 巻取気」「(3) レーザー加熱延伸装置」に準じる。加えて、下記のことにも注意すること。

- 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。

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。現実にも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にする障害、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亘る。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氣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 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。

このように皮膚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ふのである。

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、 $100\text{V} \div 500\Omega = 200\text{mA}$ もの電流が流れることになる（図3.1参照）。

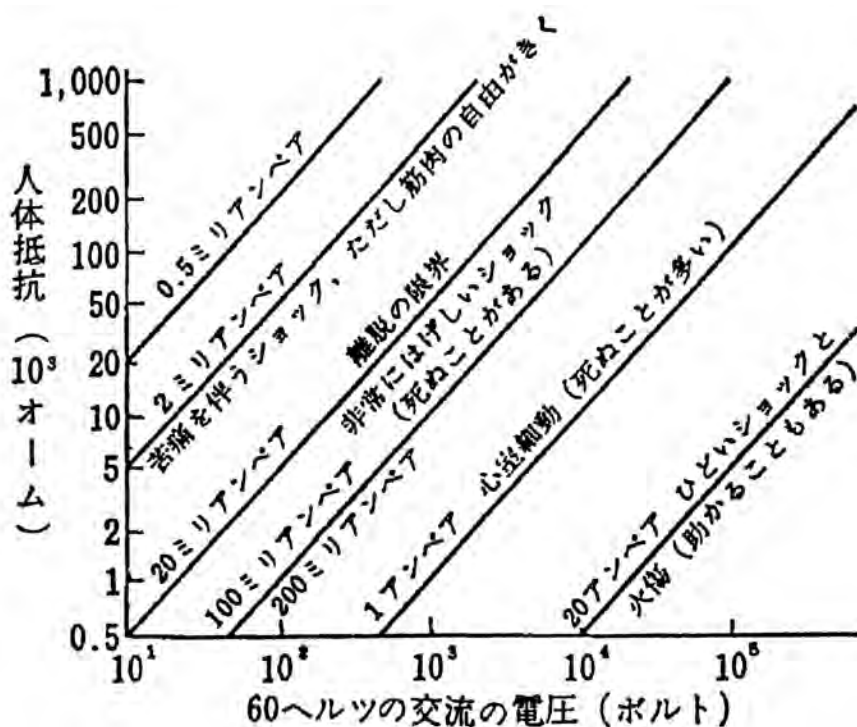


図 3.1 交流電撃の影響（成人男子）¹⁵⁾

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、50 Hz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。
10 mA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。
10 mA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。
30 mA以上	血圧上昇、呼吸困難をきたし、脈拍不整、1分以内で生命の危険が生じる。
5～250 mA	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 6,600 V を電柱上に設置されている変圧器によって 100 V 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ので、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 100 V の電位を持つので、それに触れると感電する。したがって、人体が普通の状態で電圧側に接触した場合には、図 3.2(a) に示したように、電圧側の電線→人体→地面→地中を通過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ので危険である（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たり、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。

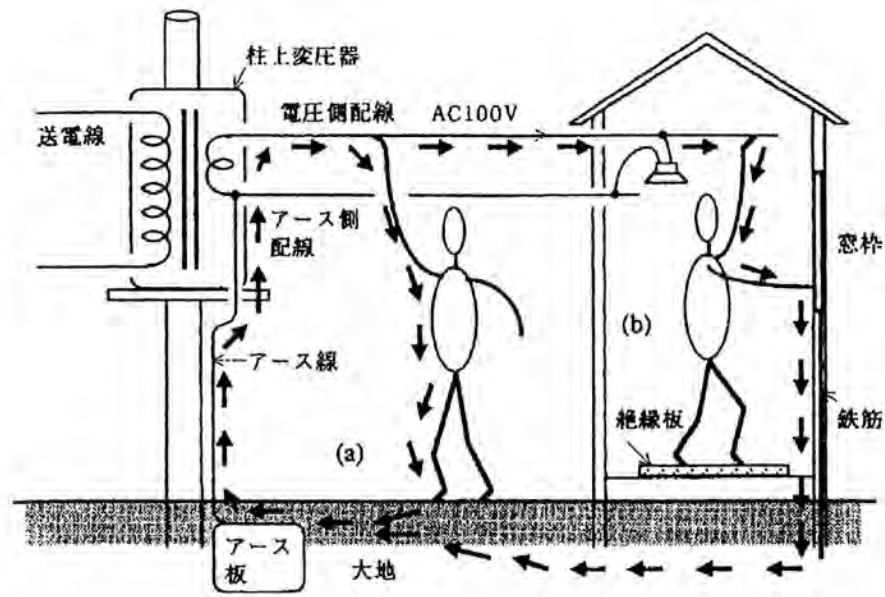


図 3.2 感電時の電流経路⁵⁾

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りを果たす。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ので、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かったり、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と、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。とは言え、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恐れもある。

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」という経済産業省々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ので、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。

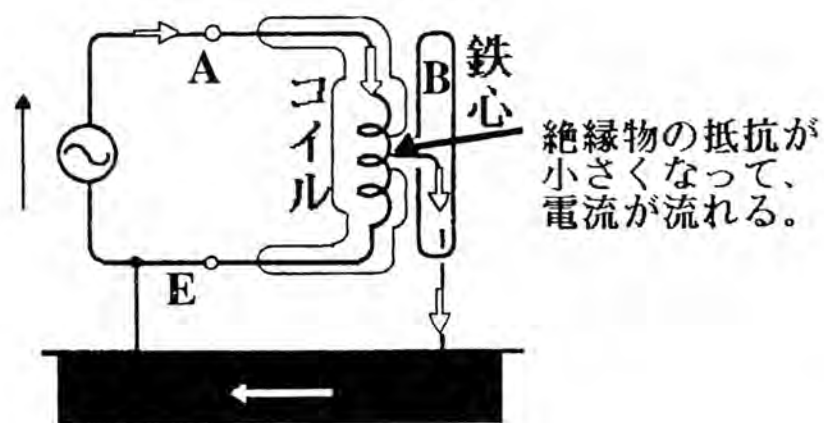


図 3.3 漏電の状態

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。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ので注意が必要である。

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感電を防ぐ上で有効であるが、静電気を貯え易いので、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恐れがあるので、救出に当たっては次の点に留意しなければならない。

注意 1

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したり、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。

注意 2

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を行うには、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こっている。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。このような立場に立って、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

- (a) 始業点検を行う。

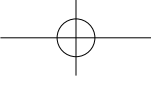
- 接地はなされているか。電線の切断、絶縁の不良箇所はないか。
- (b) 非常時に安全な対処ができる実験環境を整備し、機器類を合理的に配置する。
不要な機器はないか。機器の安定性はよいか。機器の選択はよいか。
 - (c) 結線はできるだけ単純にする。
配線が必要以上に長くないか。錯走していないか。短絡の可能性はないか。ネジの緩みはないか。電線の電流容量は適当か。
 - (d) 電解キャパシタ（コンデンサ）には極性がある。極性を逆にすると爆発し、電解液や破片で怪我をする場合がある。
 - (e) 各人の役割り分担と結線の再確認を行う。
 - (f) スイッチを投入するときは、まず電圧調整器を零にして、電源側スイッチから負荷側スイッチへ逐次投入すること。負荷がモーターやポンプなどの回転機のあるときには起動時に定格以上の電流が流れるので、スイッチの投入・遮断を2～3回断続的に繰り返した方がよい。
 - (g) 回路を遮断するときには、電圧調整器を零にした後、負荷側のスイッチから電源側へ逐次遮断して行く。
 - (h) 機器の故障や、ヒューズが飛んだときはその原因をよく確かめ、同じ過ちを繰り返さないように心掛ける。
 - (i) 実験終了後はスイッチが確実に切れて（開いて）いることを確認した後、機器から結線はずし、まとめて整理しておく。

5.2 高電圧を扱う場合の注意

- (j) 高電圧を取り扱うときには、上記(a)～(i)の他に、次の点に注意を要する。
- (k) 高電圧を取り扱うときには、スイッチの投入遮断の手順（上記5.1 一般的注意事項の(f)と(g)）を間違えないように注意する。
- (l) 高電圧を取り扱うときには、手をよく乾燥させ、なるべく右手で作業をするよう心掛ける（人体の左側にある心臓を守るため）。
- (m) 実験者は高電圧側から適当な距離(1万Vで10 cm以上)離れる。
- (n) キャパシタ（コンデンサ）の容量が大きい場合には、支障がない限り並列に500 kΩ以上の高抵抗を接続し、スイッチ遮断後、長時間電荷が残らないようにする。
- (o) キャパシタ（コンデンサ）に触れるときには、必ず十分に放電させてからにする。

5.3 感電事故が生じたとき

- (p) 万一感電者が出た場合には、迅速に電源を切る。または、乾燥した木や竹を用いて、

- 
- 絶縁手袋を着用した上で感電者を充電器から離脱させる。直ちに教職員に連絡する。
- (q) 充電部から離脱後しばらくしてから心臓に異常をきたすこともある。ショック状態となった場合には、直ちに人工呼吸や心臓マッサージなどの救命処置を施すと共に、教職員の指示を受ける（第10章参照）。

おわりに

電気災害は実験者の不注意により発生するが多い。日頃の整備と点検および実験に対する心構えが徹底していれば、ほとんどの電気災害は防ぐことができる。実験に対する誠実な、そして真摯な対応をすることによってのみ、信頼し得るデータを安全に得ることができる。このことは、技術者に求められる一番重要な基本姿勢である。

第4章 化学系実験における安全心得

第1節 学生実験

化学系実験を行う課程では、3年次生までに種々の化学系の実験を課している。これらの実験は未知への挑戦というよりも、実験に関しての基礎的技術を習得するとともに、講義等で学習した事項について実験を通じて理解を深める事を目的としている。しかし、化学薬品、ガラス器具等を使用するので、不注意な操作、行動は事故を誘発する恐れがあり、細心の注意を払うことが肝要である。また、学生教育研究災害保険に必ず加入すること。この保険制度は、全国の大学、短期大学の学生諸君の互助共済により、大学における学生の教育研究活動中に生じた不慮の事故によって身体に障害を被った場合に救済しようとするものである。

以下実験における一般的心得を述べる。

- (1) 実験をする前に、実験マニュアルを熟読し、実験の目的、操作の意味を理解しておくこと。
- (2) 実験台の上には必要なもの以外は置かないこと。また、実験中、及び実験後は、実験台の整理整頓を心掛けること。
- (3) 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こと。
- (4) 実験中は実験着または作業着を着用する。また、実験着のボタンはすべて止め、袖口は絞っておくのがよい。これは、薬品から衣服、身体を守るためである。
- (5) 実験室内では静粛にし、通路などを走ってはいけない。ふざけたり、手を抜いたり、あわてたりすると必ず失敗し、事故につながることもある。実験中は、実験装置のそばにいて、よく観察していると些細な変化に気づき、事故、災害を未然に防ぐことが出来る。
- (6) 実験室内での飲食は厳禁である。喫煙は論外である。
- (7) 薬品は総て多かれ少なかれ毒性があると思って注意深く扱うこと。従って、
 - (a) 薬品はいかなる場合でも素手で触れたり、臭いを直接嗅いではいけない。
 - (b) 使用しない場合は必ず蓋を締めておくこと。
 - (c) 誤って薬品をこぼした場合は指導者の指示により、すぐに処理すること。
 - (d) 使用した廃溶液も流しに捨てないで指導者の指示に従って処理すること。
 - (e) ピペットを使用する場合は、口で吸わないでピペッターを使用すること。
 - (f) 誤って薬品を皮膚に付いたり、飲んだり、目に入った場合はすぐに指導者に申し

- 出て処置を受けること。
- (8) 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。
 - (9) 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、冷水で約 15 分～ 1 時間冷すこと。
 - (10) ガラス器具を扱うときは十分に注意し、怪我のないように心掛けること。もし怪我をしたときは指導者にすぐに申し出て指示を受けること（傷の場合も同様）。
 - (11) 実験はレポートを提出して初めて終了するものである。指定された期限内に自分で考えて実験結果を整理し、考察を加えたレポートを提出すること。教科書や図書館の参考書や資料などを参考にすることは、より深い考察の手助けとなる。

第 2 節 研究実験

卒論実験、及び大学院の研究実験は未知の事柄を実験することが多く、常に危険と隣り合わせにある。例えば、液体窒素を使用する極低温実験、電気炉を使用した高温実験、高圧ガスボンベの使用、有害薬品の使用、X 線装置等細心の注意が必要な場合が多い。原則として各研究室の実情に応じて対応する事とし、研究室の教官に一任することになるが、災害時の避難口、消火器、消火栓、火災報知器の位置は、万一に備えて憶えておくこと。また、本来危険を伴う実験でも慣れによる油断が重大事故を引き起こす原因になることを肝に銘じておく必要がある。以下一般的な注意事項を記す。

2.1 高圧ガスの取り扱い

ガスボンベの取扱いは十分な知識を持っている者が行うか、またはその者の指導の下で行う。ボンベは強固な支持物に鎖、ベルト等で 2 点固定し、転倒防止装置をとっておく。また、ボンベの運搬は専用の手押し車を使用する。圧力調整器は専用のものを使用し、絶対に転用してはいけない。特に酸素ボンベは、可燃性パッキングを使用した圧力調整器を使用してはいけない（火災、爆発の原因になる）。ガス使用後は、残圧を保持して詰め替え業者に引き渡す（空にすると再充填の際に空気が混入し事故の原因になる）。ガスボンベには、充填ガスの種類を示す色が定められており、ボンベの外部に塗られている。実験室でよく使用されるボンベに塗られている色を表 4.1 に、また各種高圧ガスの取り扱い上の注意を表 4.2 に示す。

表4.1 ポンベの色及びガスの性状

ガス名	色	毒性	内容物の状態
酸素	黒	なし	ガス
水素	赤	〃	〃
炭酸ガス	緑	なし	液体とガス
アンモニア	白	あり	〃
塩素	黄	〃	〃
アルゴン	グレー	なし	ガス
窒素	〃	〃	〃
酸化炭素	〃	あり	〃
硫化水素	〃	〃	液体とガス
ブタジエン	〃	なし	〃

表4.2 各種高圧ガス取り扱い上の注意

酸素	酸素は油脂類にふれるだけで酸化発熱し、燃焼、爆発に至る危険性があるので、容器、器具類に油分を付けたり、付近にこれらを置かないように注意する。圧力調節器は酸素専用のものを使用する。また、接続部分に可燃性のパッキングを用いてはならない。
水素	水素を急激に放出すると、火源がなくても発火することが多い。水素と空気の混合物の爆発範囲は、水素4.0～74.6vol.%と広範囲であるので、換気の良い場所で使用する。特にFIDガスクロを使用するときは注意すること。
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。ガス漏れに注意し、スパーク等による引火、爆発に注意し、静電気にも気を付ける。
毒性ガス (塩素、アンモニア、硫化水素等)	毒性ガスに対する十分な知識を持って取り扱う。防毒マスクを用意し、ドラフトなど防毒設備を使用する。また、事故の場合の避難路も確認しておく。
不活性ガス (窒素等)	高圧ガス取扱の注意事項を守り、慎重に取り扱う。大量に使用するときは換気に注意すること。

2.2 高温実験における注意事項

「高温実験」といった場合、「高温」とは何度くらいの温度を意味するのであろうか。対象とする実験や研究の興味によって、かなりの幅がある。通常の化学反応や物性測定には硬質ガラス（パイレックス、エナガラス）が用いられるが、これらの軟化点は800℃程度、常用温度は500℃までである。従って硬質ガラスを用いることができない

500 ~ 600℃以上の実験を「高温実験」と考えることができる。

(1) 高温の生成、高温装置とその材料

- 1) 安定に制御し得る 600℃以上の高温の生成方法として、カンタル線や炭化ケイ素等を用いる抵抗加熱、高周波誘導、アーク法などが実験室では便利に用いられる。従って、高温装置周辺では、高電圧、高電流が流れているので、電気設備に対する一般的安全対策（感電、火災、爆発、第3章参照）を先ず講じる。
- 2) 適当な断熱材を用いるのみならず、高温装置の設置には床、壁、天井との間に十分な空間を設ける。
- 3) 反応容器やルツボに用いる素材の選択に当たっては、使用温度に応じた耐熱、耐火材料のみならず、高温における材料の耐蝕性も考慮することが重要である。
- 4) 目的とする高温が達成される過程で、予期し得ない化学反応、電氣的災害の可能性もある。急速な昇温は避ける。

(2) 人体の保護

- 1) 1000℃以上となると電気炉からもかなりの輻射熱が出るので、保護眼鏡、防護面、二重の軍手、必要に応じて耐熱・耐火手袋を着用する。
- 2) 金属酸化物融液、熔融塩を流し出す容器の水分を完全に除去しておく。水蒸気爆発を起こす場合がある。
- 3) 上記の高温液体を取り扱う場合には、耐熱・耐火手袋の着用の外に、履き物にも注意する。サンダル履きでの作業は危険である。
- 4) トングスを用いるときは必ず軍手を着用し発熱体に触れないよう注意する。
- 5) 本学部には、抵抗加熱型の超高温電気炉（最高温度 3100℃）が設置されている。加熱時には電気炉内がアルゴンで加圧状態になっている。電気炉の扉を開く場合は、温度が下がっていることと、加圧状態でないことを確認することが大切である。

2.3 低温実験における注意事項

実験室での低温実験は、適当な寒剤を用いることが多い。氷／塩または塩化カルシウム混合系の寒剤は - 20℃程度なので、危険性は少ないが、ドライアイス、液体窒素を用いる低温実験では、凍傷だけではなく、爆発等相当の危険性を伴うので最大の注意が必要である。

ドライアイス寒剤として用いる場合は、ほとんどの場合アセトン、アルコール等の有機溶媒と混合（併用）するので、引火に対する注意が必要である。また、冷却した容器やドライアイス直接素手で触れると凍傷を起こすことがある。また、デュワービン

は、低温歪み等により破壊されやすくなっているため、堅い物で触れると爆発破壊することがある。

液化ガスは $-180^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の極低温のため、革製の手袋を用い、保護眼鏡、保護面等を着用する。布製の手袋（例えば軍手）は液化ガスが付着した場合、内部まで浸透するのでよくない。液体酸素を使用する場合は有機物（特に油脂、炭化水素）と混合すると爆発する。また、液化ガスは気化すると、 $800 \sim 900$ 倍の体積になり、気体によっては窒息する危険性があり、さらに、急激な加熱により、爆発的に気化し蒸気爆発を起こす。実験室では液体窒素（b.p. -195°C ）を取り扱う場合が多いので特にその注意事項を以下に記す。

- (1) 液体窒素貯蔵容器は構造上くびの部分が最も弱いので、注意して取り扱う。また、ガラス製のデュワー瓶は破損のおそれがあるので使用しないようにする。容器に異物などの混入を防止するため残ガスを保っておくこと。
- (2) 液体窒素を寒剤として用いた場合、空気中の酸素が液化する。液体酸素（b.p. -183°C ）は非常に危険であるから、トラップ等を液体窒素中に開放系のまま長時間放置してはいけない。
- (3) 長時間使用した液体窒素や、蒸発して少なくなった液体窒素は酸素が濃縮されているので、有機物の冷却に用いてはならない。
- (4) 液体窒素や低温の金属部分等を直接手や皮膚で触れてはいけない。必ず、専用の革手袋を使用する。
- (5) 窒素には毒性がないが、気化した窒素の濃度が高くなると酸欠による窒息の恐れがあるので、換気に注意する。

2.4 X線発生装置の取り扱い

X線はいかなる線量でも人体に無害とはいえないので、その取り扱いには十分注意しなければならない。特に次の事項を厳守すること。

- (1) X線装置を取り扱う場合には、事前に「X線装置の取り扱いに関する基準」についての講習会を必ず受講すること。
- (2) X線装置の取り扱い経験の少ない者は、単独では作業しないこと。
- (3) X線管からX線が出てくる“窓”に注意し、試料照射の方向のシャッターのみ開くこと（通常の装置ではX線管のまわりに4ヶ所あり、それぞれ赤い警報ランプが付いている。シャッターが開けば点灯する）。
- (4) X線発生装置の操作時はフィルムバッジを着用し、被曝線量をはかっておくこと。上記の講習会を受けた者に、フィルムバッジの保持資格が与えられる。

- (5) 防 X 線カバーの扉を開けたままで X 線を発生させない。
- (6) ゴニオメーターの軸合わせや角度の調整は、必ず、十分訓練を受けた人の指示に従うこと。
- (7) 取扱説明書を熟読し、曖昧な操作はしない。
- (8) 使用中は、X 線装置室の出入口に「使用中」であることを表示すること。

2.5 薬品の取り扱い

薬品のなかには、多くの危険性が潜んでいる場合がある。あらかじめその危険性を十分認識し実験を進めるよう心掛ける必要がある。本学部では毒物・劇物に関する危険物取扱要項で、購入手続き、保管・管理表示、使用簿の記入、地震対策、管理体制、廃棄処理についての指針を定めている。学生諸君は使用簿の記入の励行と事故発生への対応(図 4.1、および第 8 章を参照)を熟知しておく必要がある。

尚、このような危険な薬品には

- (1) 混合により爆発の可能性のある危険な薬品 4) (表 4.3)
 - (2) 消防法で規制され、
 - 1) そのものに酸化性が強く人体や器物等に危険を及ぼすもの (表 4.4)
 - 2) 引火・自然発火が起こる薬品 (表 4.4)
 - (3) 吸引・付着などにより人体の生命に危険を及ぼす次の毒物及び劇物取締法第二条で規制された薬品
- 第二条 この法律で「毒物」とは、別表第 1 に掲げるものであって医薬品及び医薬部外品以外のものをいう。
- 2 この法律で「劇物」とは別表第 2 に掲げるものであって、医薬品及び医薬部外品以外のものをいう。
 - 3 この法律で「特定毒物」とは、毒物であって、別表第 3 に掲げるものをいう。
- (4) 化学兵器の禁止に関連した薬品 (表 4.5) がある。

(3) 項の「吸引すると危険な毒物・劇物」については大気汚染防止法 (1996 年 5 月改正) により排出抑制が義務づけられており、実験に際しては発生防止や回収に配慮する必要がある。

また、悪臭を発生するような実験についても発生防止に配慮すべきである。

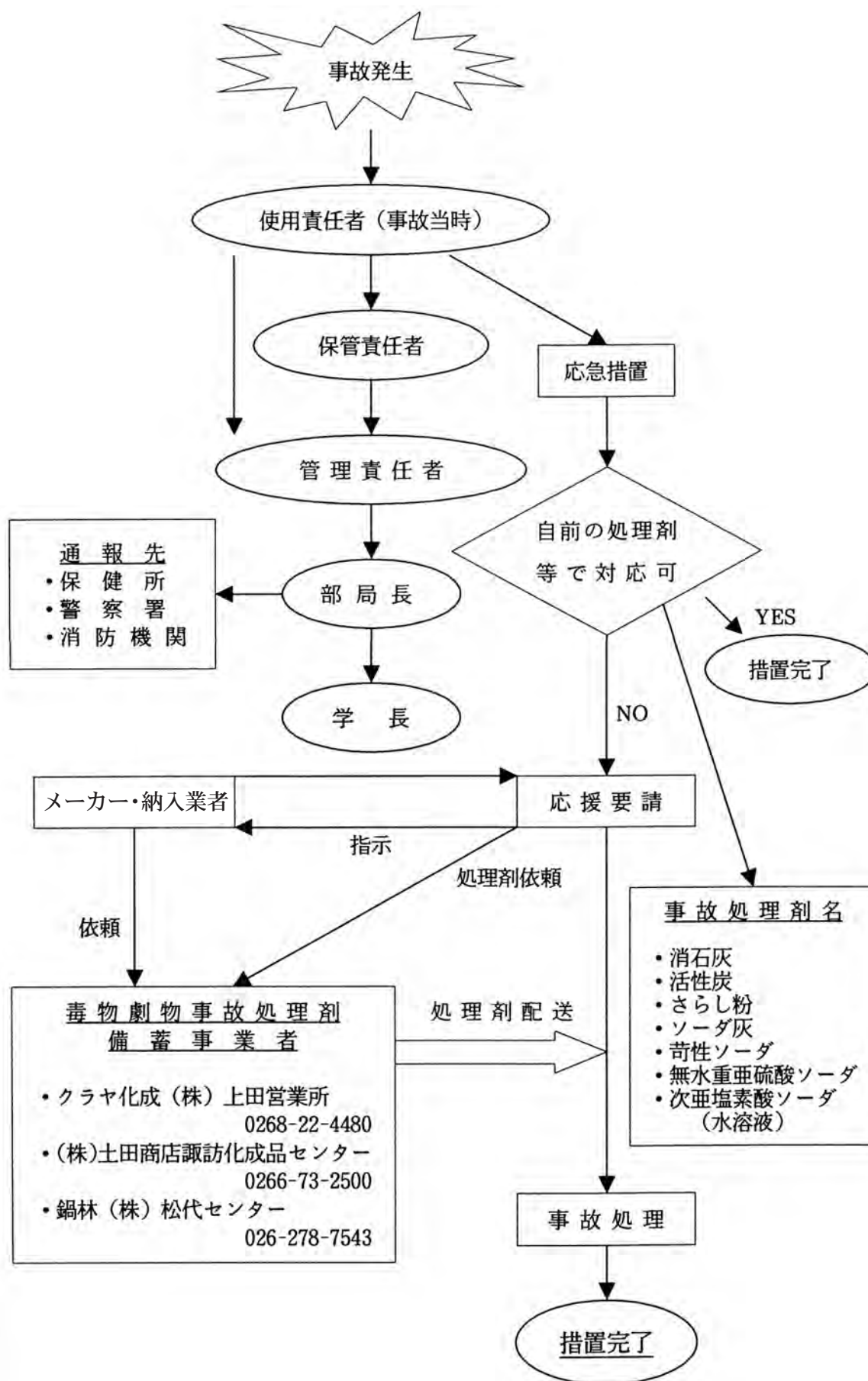


図4.1 薬品による事故発生への対応

表4.3 混合すると爆発の危険性のある薬品の組み合わせ（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、またはマグネシウム、その他	四塩化炭素、二硫化炭素及びハロゲン(反応)
カリウム、ナトリウム	四塩化炭素、二酸化炭素、水
銅(アセチリドの生成・分解反応)	アセチレン、過酸化水素
銀(アセチリドの生成・分解反応・雷酸・銀・アジ化銀の生成)	アセチレン、蔘酸、酒石酸、雷酸、アンモニウム化合物
水銀(アセチリド・雷酸水銀・アジドの生成)	アセチレン、雷酸、アンモニア
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
臭素(激しい発熱反応・生成物の分解)	同上
ヨウ素(激しい発熱反応・生成物の分解)	アセチレン、アンモニア(溶液あるいは無水)、水素
フッ素(非常に激しい反応)	全ての化合物に対して反応性は著しく大である。特に炭素源のある有機化合物とは炎を吹いて爆発的に反応する。
過酸化水素(急激な分解反応)	銅、クロム、鉄、あるいはそれらの塩、アルコール、アセトン、可燃材料、引火性液体、ニトロメタン
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(例えばマンノメーター中の水銀)、塩素、次亜塩素酸カルシウム、ヨウ素、臭素、銀化合物
クロム酸(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、一般酸化性物質
無水フッ化水素(激しい発熱反応)	アンモニア(含水、あるいは無水)
硫酸(激しい発熱反応、過マンガン酸の生成と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)
濃硝酸(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
塩素酸塩(爆発性混合物の火薬・爆薬類似)	アンモニウム塩、酸類、金属粉、硫黄、一般に微粉碎した有機物あるいは可燃性物質
過マンガン酸カリウム(急激な酸化反応)	無水酢酸、ビスマス及びそれらの合金、アルコール、紙、木材
クメンヒドロパーオキシド(急激な分解)	酸素

表 4.4 消防法別表（第二条、第十条、第十一条の四関係）

類別	性質	品名
第類	酸化性固体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 塩素酸塩類 2. 過塩素酸塩類 3. 無機過酸化物 4. 亜鉛素酸塩類 5. 臭素酸塩類 6. 硝酸塩類 7. ヨウ素酸塩類 8. 過マンガン酸塩類 9. 重クロム酸塩類 10. その他のもので政令で定めるもの 11. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの
第二類	可燃性固体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 硫化りん 2. 赤りん 3. 硫黄 4. 鉄粉 5. 金属粉 6. マグネシウム 7. その他のもので政令で定めるもの 8. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの 9. 引火性固体
第三類	自然発火性物質 及び禁水性物質	<ol style="list-style-type: none"> 1. カリウム 2. ナトリウム 3. アルキルアルミニウム 4. アルキルリチウム 5. 黄りん 6. アルカリ金属(カリウム及びナトリウムを除く)及びアルカリ土類金属 7. 有機金属化合物(アルキルアルミニウム及びアルキルリチウムを除く) 8. 金属の水素化物 9. 金属のりん化合物 10. カルシウムまたはアルミニウムの炭化物 11. その他のもので政令で定めるもの 12. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの
第四類	引火性液体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 特殊引火物 2. 第石油類 3. アルコール類 4. 第二石油類 5. 第三石油類 6. 第四石油類 7. 動植物油類

第五類	自己反応性物質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有機過酸化物 2. 硝酸エステル類 3. ニトロ化合物 4. ニトロソ化合物 5. アゾ化合物 6. ジアゾ化合物 7. ヒドラジンの誘導体 8. ヒドロキシルアミン 9. ヒドロキシルアミン塩類 10. その他のもので政令で定めるもの 11. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの
第六類	酸化性液体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 過塩素酸 2. 過酸化水素 3. 硝酸 4. その他のもので政令で定めるもの 5. 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの

(備考)

(酸化性固体)

1. 酸化性固体とは、固体〔液体（1気圧において、温度20℃で液状であるものまたは温度20℃を超えて40℃以下の間において液状となるものをいう。以下同じ）または気体（1気圧において、温度20℃で気体であるものをいう）以外のものをいう。以下同じ〕であって、酸化力の潜在的な危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの、または衝撃に対する敏感性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものであることをいう。

(可燃性固体)

2. 可燃性固体とは、固体であって、火炎による着火の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの、または引火の危険性を判断するための政令で定める試験において引火性を示すものであることをいう。
3. 鉄粉とは鉄の粉をいい、粒度等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
4. 硫化リン、赤リン、硫黄及び鉄粉は、備考第二号に規定する性状を示すものとみなす。
5. 金属粉とは、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄及びマグネシウム以外の金属粉をいい、粒度等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
6. マグネシウム及び第二類の項第八号の物品の内マグネシウムを含有するものにあつては、形状等を勘案して、総務省令で定めるものを除く。
7. 引火性固体とは、固形アルコールその他1気圧において引火点が40℃未満のものをいう。

(自然発火性物質及び禁水性物質)

8. 自然発火性物質及び禁水性物質とは、固体または液体であって、空気中での発火の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの、または水と接触して発火し、若しくは可燃性ガスを発生する危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものであることをいう。
9. カリウム、ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム及び黄リンは、前号に規定する性状を示すものとみなす。

(引火性液体)

10. 引火性液体とは、液体（第三石油類、第四石油類及び動植物油類にあつては、1気圧において、温度20℃で液状であるものに限る）であつて、引火の危険性を判断するための政令で定める試験において引火性を示すものであることをいう。
11. 特殊引火物とは、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℃以下のものをいう。
12. 第一石油類とは、アセトン、ガソリンその他1気圧において引火点が21℃未満のものをいう。
13. アルコール類とは、一分子を構成する炭素の原子の数が1個から3個までの飽和一価アルコール（変性アルコールを含む）をいい、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
14. 第二石油類とは、灯油、軽油その他1気圧において引火点が21℃以上70℃未満のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
15. 第三石油類とは、重油、クレオソート油その他1気圧において引火点が70℃以上200℃未満のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
16. 第四石油類とは、ギヤー油、シリンダー油その他1気圧において引火点が200℃以上250℃未満のものをいい、塗料類その他の物品であつて、組成等を勘案して総務省令で定めるものを除く。
17. 動植物油類とは、動物の脂肉等または植物の種子もしくは果肉から抽出したものをいい、1気圧において引火点が250℃未満のものをいい、総務省令で定めるところにより貯蔵保管されているものを除く。

(自己反応性物質)

18. 自己反応性物質とは、固体または液体であつて、爆発の危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すもの、または加熱分解の激しさを判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものであるこ

とをいう。

19. 第五類の項第 11 号の物品にあつては、有機過酸化物を含有するもののうち不活性の固体を含有するもので、総務省令で定めるものを除く。

(酸化性液体)

20. 酸化性液体とは、液体であつて、酸化力の潜在的な危険性を判断するための政令で定める試験において政令で定める性状を示すものであることをいう。

(その他)

21. この表の性質欄に掲げる性状の二以上を有する物品の属する品名は、総務省令で定める。

第 3 節 事故例

1. 次亜塩素酸を用いる酸化反応を行っていたところ、反応が急激に起こり、内容物が吹き上げた。原因→誘導期のある反応を無視して、実験を早く終わらせようとした。
2. Grignard 試薬を合成する際、ハロゲン化アルキルを一気に加えたため、内容物が噴き出し溶媒のエーテルに引火し火事になった。
3. 実験終了後、冷却水を止め忘れて帰宅したところ、夜間の水圧の変化によりパイプがはずれて、漏水を起こし、下の階の学生が合成した化合物をだめにし、さらに装置を破損した。
4. 有機アジドを使う実験を加熱条件下で行っていたところ、攪拌が不十分なため局部加熱され爆発し、本人を含め 3 名の学生が怪我をした。
5. 臭素が手にかかり全治一ヶ月の火傷をした。
6. 耐圧ガラス封管で加熱反応をしていたところ、炭酸ガスが発生する反応であったため許容圧力以上の圧力がかかり爆発し、怪我をした。
7. 金属ナトリウムを入れてエーテルを蒸留したまま外出、途中で気が付いて戻り、蒸留容器に近づいたところ爆発し、大怪我をし、その上両眼を失明した。
8. 金属ナトリウム屑をアルコールで処理した後、水をかけたところ、処理が不十分であったため発火した。
9. 家庭用冷蔵庫内に引火性物質（エーテルで再結晶）を保存していたため、冷蔵庫が爆発し、爆風と火災で、大事故になった。
10. 3 価リン（トリブチルホスフィン）を実験台に少量こぼしたので、脱脂綿で拭いて屑籠に捨てたところ、数分後に自然発火し危うく火事になるところであった。
11. 加水分解触媒としてフッ化水素酸（HF の 46% 水溶液）をポリエチレン製反応容器に添加した。添加するときにはゴム手袋をしていた。添加し終わって、容器を移動する際に素手で持ったところ、20・30 分たってから痛み出し、人差し指に 7

～8mm径の火ぶくれが生じ、外科医で治療、全治2週間であった。無色透明のフッ化水素酸が白色のポリエチレン容器の外壁に付着していたため、視覚的には分かりにくい。細心の注意が必要である。

12. 無水液体フッ化水素を用いる反応で、コック操作を誤り、液滴が顔、腕に飛散して全治2週間の火傷をした。実験着、防護面の着用を怠っていた。
13. 水をついたパイプヒーターを油浴に入れ加熱したため、熱い油がはね飛び大火傷をしそうになった。
14. コルク栓だけで器具を固定してフラスコを油浴中で加熱していたため器具が抜け落ち内容物が油浴にこぼれ有毒ガスが発生した。
15. ドラフト内に頭をつっこんで操作したため、亜硫酸ガスを吸い込み喘息に似た症状を引き起こした。
16. ガラス棒で三角フラスコの内容物を攪拌するとき、器壁にあてながら攪拌したため、フラスコが割れ中のものがこぼれてしまった。
17. 冷却管のゴム管が途中で折れていたためゴム管がはずれ、水浸しとなった。
18. 冷却管に水を流すとき、水道のコックを急激に開いたため、ゴム管が冷却管からはずれ実験台が水浸しになった。
19. アスピレーターの操作を誤り、水が逆流し生成物を濡らしてしまった。
20. 熱いガラス器具に素手で触れ火傷をした。
21. 熱い溶液に沸石、あるいは活性炭を入れたため、突沸し溶液がふきこぼれた。
22. 有毒物をメスピペットで測り取る時口で吸ったため中毒に似た症状を引き起こした。
23. 分液ロートをリークせずに振り続けていて危うく破裂しそうになった。
24. 器具を固定するのにクランプのネジを強く締めすぎて器具を割ってしまった。
25. 水と激しく反応する試薬がメスシリンダーに残っていたのに気付かず洗おうとしたところ、ボンという音と共に爆発した。
26. スリ合わせの合っていない分液ロートを使ったため、コックから有毒物質がもれ、手に付いた。
27. 金属酸化物を過酸化水素で酸化し金属過酸化物を合成していて、結晶が析出しないのでロータリーエバポレーターで減圧加熱濃縮したところ大爆発を起こした。
28. ゴム栓に開けた孔にガラス管を挿入するとき、長いガラス管の端を持って押したため、ガラス管が折れて反対側の手に突き刺さった。
29. サンプル（粉）を溶媒（アセトンニトリル：NH₄ACの水溶液 pH5.5 = 1：1）に溶かした溶液をフィルターで処理する際、フィルターが小さいため、左手でフィルターを持ち、右手でシリンジを押したところ、突然フィルターが外れて溶液が飛散し、両目に入った（平成21年度 研究員）。

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（ウニ、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・実験の対象としており、その為、安全についての注意も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、新しい災害の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、遠心機による事故にも注意をしなければならない。

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または薬剤で不活化する必要がある。時に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他大学の例もある。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であろう。前者の時には特に破傷風菌等、嫌気性有害細菌に注意して、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、時には専用の履き物に履き替える。作業着を特に食事の時に着用してはならない。
- (3) 白衣の胸ポケットに、微生物の入った試験管をさしている学生がよく見られるが、うつむいた時試験管が落ち、破損することがある。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) 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。対象微生物によって、口で吸わないピペットマン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) 誤って飲み込んだ場合は、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) 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、蓋を開けること。圧力がかかっているのに開けた結果、熱水が天井まで噴き上がったという事故もある。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。スクリュュー式の蓋を持つボトルは蓋をゆるめて滅菌すること。密閉すると、ガラス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、白衣が引っかかり大事故が生じたことがあるので注意すること。
- (10) 嫌気培養の際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たり、壁等にしっかり2点固定しておくこと。
- (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機械を停止させ点検すること。
- (12) シャーレやピペットマンのチップに洗剤を加えて、加熱洗浄することがある。その際、空炊きの事故を起こすことが多い。加熱中はその場所を離れないように注意すること。
- (13) ピペット洗浄器は夜帰るときは、必ず水道を止めて帰ること。夜間水圧が変わり、シンクから漏れた場合や、流し台の排水口が紙などで詰まり、当該研究室は勿論のこと階下の部屋も水浸しになったことがある。
- (14) ガスバーナーの使用後は必ず火を消し、頻りに元栓を閉める習慣を身につけること。

- (15) 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、安全管理に気をつけると同時に植物自体の盗難にも注意する必要がある。また、「とげ」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、作業中にアルコールが手に引火したり、アルコール噴霧直後にバーナーに点火し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に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、組換え DNA 技術の進歩により、植物を用いた組換え DNA 実験をすることが多くなった。DNA 組換えを行った植物の入手、使用、および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。詳細は組換え 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、ひっかき傷、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 組換え DNA 実験

5.1 組換え DNA 実験とは

組換え DNA 技術は試験管内で人為的に DNA 分子である遺伝子を切り貼りし、好みにデザインされた配列の DNA 分子を作り出し、これを異種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。遺伝子組み換え実験とも呼ばれる。この技術により遺伝子の構造を塩基配列のレベルで解析することが可能となり、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 組換え DNA 実験と法規制

組換え DNA 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、科学者を中心に組換え DNA 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、あらかじめ充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」がつけられた。その際に、組換え DNA 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）が平成16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組換えDNA実験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。

大学としてカルタヘナ法を遵法し、安全に組換えDNA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。また、その繊維学部版の「信州大学常田キャンパス遺伝子組換え実験実施細則」も定められている。さらに、これらの運用について審議する学内の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) 「遺伝子組換えを受けた生物が環境に影響を与えるか否か」が考え方の基準であり、実験そのものの安全性はその一部分として扱われる。例えば、環境中で生きていけないような培養細胞は規制の対象から外される。逆に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シナリオも考えられるので、法の中では「生物」として扱われ規制対象となる。
- (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等と呼び、それ以外の取り扱い方法で「環境に影響を与えないと認定された組換え生物」を扱う事を第一種使用等と分類している。つまり一種使用は、組換え農作物を輸入して家畜の飼料として使ったり、一般の田畑で育てたり、組換え微生物を生物農薬として屋外で散布するような場合のことで、大学の実験室で行われるふだんの研究は二種使用である。
- (3) 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、組換え生物を育てるだけでも実験と呼ばれる。

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、最も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

細胞融合技術で新生物を作り出す実験。

(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（(5) 参考）。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。例えば、クラス3のブルセラ菌の遺伝子の一部をクラス1の大腸菌に入れて調べようとするならば、P3レベルの拡散防止措置を執ることになる。なお、ベクターも場合によっては導入遺伝子として扱われるので、注意を要する。以下に主なものを列記する。

P1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。

P2レベル

P1に加え、安全キャビネットなどが備わったもの。微生物用。

P3レベル

P2に加え、前室や特殊な排水・吸排気設備が備わったもの。微生物用。

P1Aレベル～P3Aレベル

動物使用実験に用いる。動物飼育室に対してP1～P3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。

P1Pレベル～P3Pレベル

植物使用実験に用いる。植物栽培室に対してP1～P3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事。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。

(4) 「環境への影響」という観点から特に注意が必要なのは、他の研究者や企業、特に

外国との組換え体サンプルの授受である。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伝えるように定められている。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。

なお、保管と運搬についても規定があり、長期保管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）の場合もカルタヘナ法の運搬の規定に従って行うこと。

(5) カルタヘナ法および学内規定の参照先

<http://www.shinshu-u.ac.jp/guidance/regulations/act/frame/frame110000184.htm>

<http://www.lifescience.mext.go.jp/bioethics/anzen.html>

5.4 組換え DNA 実験を行うにあたっての注意

組換え DNA 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、信州大学常田キャンパス遺伝子組換え実験実施細則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。実験責任者である教員はもとより、実際に実験を実施する学生にも内容を十分に理解させることが必要である。
- (2) 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には適切な教育訓練を受けさせることが望ましい。さらに、核酸の取扱いにも予備知識が必要である。
- (3) 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。必要な場合に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) 承認を受けた物理的封じ込めレベルの実験施設内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、所定の物理的封じ込めレベルを満たしていることを、あらかじめ安全委員会から認定を受ける必要がある。また、その施設が認定を受けた物理的封じ込めレベルが維持されるように管理・保全を行う必要がある。

- (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、良く読んで従うこと。
- (6) その他に、通常の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てみた。

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拡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拡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付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事にもなるので、教員の指導のもと、適切に片付ける事。

実例3 通知義務違反

『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。』

カルタヘナ議定書の精神に真っ向から逆らう事例である。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っていたかを事前に通知する義務がある（ただし、運送業者はこの限りではない）。

実例4 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、菌や花粉などを外界へばらまかないよう、また動物が逃げ出さないよう、「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（増殖や移動の）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けば良い。

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、そのものにあつ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カマや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、地下足袋、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) 小農具の鍬（クワ）類、鎌（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) 鎌、鉞（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・カッパ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。

— ヒツジ剪毛（毛刈り）実習の安全心得 —

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ため、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わるようにする。
 - 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

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が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った。自然現象、野外現象の解析は室内実験だけでは解明できない場合がある。自然は危険の塊であることを認識させることも教育上必要である。自然の脅威に対して恐れていて何もしないでいたら、良き自然との人類の共存が成り立たない。そこで、慎重で万全な野外調査が望まれる。

野外調査の場合、天候に左右され、環境が常に異なっていることを認識しないとけない。毎日が最初の調査と同じような慎重さが必要である。また、少しでも不安や危険を

感じたら、調査の延期や中止する勇気を持つ必要がある。危険を犯してまでも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考えた。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必要であることを注意するものである。

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行っているつもりであるが、事故に遭遇する場合がある。この場合、大学だけでなく、事故に遭遇した諸君にも責任があるといわれている。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) 分からないことは教職員に聞くこと。
- (3) 想像力を発揮して、起こり得る危険を想定し、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。事前に、消防署などの一般救急訓練、心肺蘇生法などの救急訓練を受けることが望ましい。

2. 自分の安全管理

- (1) 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。
- (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こと。
- (4) 細心の注意を払って調査を行い、決して恐怖心をもたないこと。

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研究室などに届ける。
- (2) 調査で使う道具などは事前に点検準備し、調査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と頻繁に連絡をとる。

(事故に遭遇した場合、事故当事者の場所の特定などを容易にできる。携帯電話などの緊急連絡方法の準備をする。)

- (4) 原則的に3名以上で行動をとる。

(重大な事故に遭遇した場合に遭遇した人に対し処置をする人、緊急連絡をとりに行く人が必要である。)

- (5) 毎日が最初の調査であると自覚して慎重に行動すること。

(慣れると安全に対する慎重さが稀薄になり、思わぬ事故に遭遇することがある。)

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あるため、安全ロープ、救命具の準備など最大限、注意して行動をする。

- (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) 河川の調査の場合、たとえ膝下が浸かる程度の水深（50cm以下）でも必ず救命具をつける。

- (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、救命具を着用するか安全ロープを必ず装着すること。

5. 万一事故が起こった場合

- (1) 大声で叫び、周りに注意を喚起させ、協力者を求める。

(解説：野外調査だけでなく、普段から緊急事態に遭遇したときを考え、周囲の人に大声を出して救援を頼む訓練が必要である。)

- (2) 事故の被害者に対して適切な処置をするとともに、救急応援を頼む。

(解説：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持つ。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

信州大学ではキャンパス間を光ファイバーで結んだ、「信州ユビキタスネットシステム」(Shinshu Ubiquitous-Net System=SUNS)が運用されており、この学内ネットワークは長野(工学)キャンパスで文部科学省が運用する学術情報ネットワーク(Science Information NETwork=SINET)に結ばれている。学部内の講義棟、図書館、談話室などでは無線または有線でSUNSを利用でき、入学時に与えられたIDでSUNSに接続すると、SUNSとSINETを介してインターネットに接続し、そのサービスを受けることができる。

1.2 学内ネットワークではファイル交換ソフトの利用は禁止!

学内ネットワークは教育と研究に利用する目的で運用されており、主旨に大きく反する利用を禁止している。

- ・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をインストールしてはならない。
- ・インストールしてはならないソフト名はここ(<http://www.center.shinshu-u.ac.jp/index.cgi?url=winny.html>)を参照すること。
- ・これらのソフトは不特定多数間でネットワークを作り、ファイルを共有するが、共有されるファイルが音楽ファイルや映像ファイルである場合が多く、著作権を無視した違法な交換の温床になっていることがインストール禁止の主な理由。
- ・これらのソフトをインストールしネットワークにつなぐと、他人が著作権を犯す行為を知らない間に幫助してしまうこともあるので、これらのソフトをインストールしたパソコンを学内ネットワークに接続することを禁止している。

1.3 学内ネットワークを使うには

- (1) パソコンの「ネットワーク設定」で「DHCPを利用する」に設定する。

- (2) パソコンをネットワークケーブルで机のコネクタにつなぐか無線LAN機能を利用可能にする。
- (3) Mozilla FirefoxやGoogle Chromeなどのブラウザを起動する。
- (4) ブラウザに<https://acsu.shinshu-u.ac.jp/>を入力する。
- (5) 出現する画面で自分のIDとパスワードを入力する。
- (6) 認証が成功すると「ようこそ画面」が出るのでこの画面を残したまま新規ウィンドウを開いてネットワークを利用する。
- (7) ネットワークの利用を終了する時は「ようこそ画面」の『ログアウト』ボタンを押して終了する。
- (8) 認証が成功した画面の左側に表示される『DeepMail』を選ぶと、ブラウザでメールの送受信が可能なWebmailを利用できる。これはインターネット上であれば何処からでも利用できる。

1.4 ID とパスワードの取り扱い

- (1) 利用許可書に書かれているパスワードは「初期値」なので速やかに変更して利用する。
- (2) ACSUの認証が成功した画面の左側に表示される『パスワードの変更』でパスワードの変更を実行する。変更は定期的に行う。
- (3) パスワードは他人が容易に推測できると危険なので、氏名、誕生日、電話番号、住所などから連想できる値を利用しない。
- (4) 利用許可書に書かれている「初期値」は、パスワードを忘れた際に総合情報センターが再設定に利用する値な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。

1.5 e-mail を利用する

- (1) Thunderbird 等の IMAP か POP3 に対応したメーラを利用する。
- (2) POP サービス名は「pop.shinshu-u.ac.jp」で「SSL を使用する」を選び port995 を指定する。
- (3) IMAP を使う場合は、IMAP サーバ名は「pop.shinshu-u.ac.jp」で「SSL を使用する」を選び port465 を指定する。
- (4) 認証方式は「SMTP-Auth 認証 (ユーザ名とパスワード)」を使用する。
- (5) メールアドレスは「あなたのID」@shinshu-u.ac.jp

- (6) 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、大きなファイルは送れない。上限は相手の状態によって変わるが、多くの場合 2MB 程度が上限である。
- (7) 半角のカタカナはインターネット上で使え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わない。
- (8) 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。
- (9) 誹謗・中傷などは慎み、公序良俗に反する行為は行わない。
- (10) 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。
- (11) 本文の内容を的確に表現できる (タイトル) を付ける。
- (12) ネットワーク上のエチケットはここ <http://www.cgh.ed.jp/netiquette/> を参照。

1.6 安全なネットワーク利用のために

インターネット利用に伴って、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、これらはいわばネットワーク利用に伴う「生活習慣病」のようなもので、「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。
- (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。
- (3) Web ブラウザのセキュリティー設定を高めに設定する。
- (4) Java や Active X 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を避ける。
- (6) 怪しいサイトを訪れない。利用しないことが最善の方法。

1.7 ネットワークからソフトを導入する時の注意

科学研究を行う上で有用なソフトやツールがネットワーク上で配布されており、これらを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も千差万別で、中には危険な物もある。ネットワーク上で手に入るソフトを利用する際は以下の様な点に注意する。

- (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。読まないまま『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」などの中身を良く読み、納得がいかない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。
- (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。

1.8 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を利用すると個人でも比較的簡単に情報発信を行うことができるが、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、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例もある。
- (3) 著作権に配慮する。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的知識

2.1 はじめに

繊維学部では全学系の学生が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、その「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、皆さん既に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」という指示があつ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」のところでも詳しく述べることにするが、ウイルスに感染するといろいろ困った（ある意味で恐ろしい！）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、「一見自動的にこの引き金が引かれてしまう」ことがある。この「自動的に引き金が引かれてしまう」現象は「Windowsシステム」において顕著に見られ、Windowsの抱える弱点となっている。従つて「Windowsシステム」利用者は他のシステム（Mac OS や Unix、Linux）の利用者以上にしっかり「ウイルス対策」をする必要がある。いまのところ、ウイルス被害者=Windows利用者といつても言い過ぎではない現象が繊維学部の中で起こっている。そこで以下ではWindows利用者を念頭において話を進める。

ここでは

- (1) コンピュータウイルスの実態はプログラムである。
- (2) したがって、プログラム実行の引き金を引かないかぎりウイルスには感染しない。
- (3) Windowsシステムには利用者の便宜のために考えられた「自動的にプログラムを実行してしまふ」装置があるので他のシステム利用者よりもウイルスに感染しやすい。
- (4) 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。

という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ことを断っておく。

(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。伝染力は「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伝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

大雑把に分けて次の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である「Internet Explorer」や「Outlook」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。

さらにドラスティックな対策としてマイクロソフト社が提供するメールソフト「Outlook」を使用せず、他のメールソフトを利用することが挙げられる。究極的なウイルス対策として「Windows システム」を使用せず、代わりに「Mac OS」や「Linux」などを使うことが挙げられる。これらのシステムを使ってもウイルス被害から逃れることはできないが、それらを大幅に軽減できることは確実である。

どうしても Windows システムを使わざるを得ないときは、「ウイルス対策ソフト」の導入を強力に薦める。

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。
- (3) もし可能ならば「Windows システム」をやめて「Mac OS」や「Linux」システムを使用する。

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っ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。ただしこれらのデータの無料更新期間は限られており、それ以後は有料となるので注意すること。

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」、
「Windowsシステムの欠陥の是正」である。後者はマイクロソフト社の「努力」を待つしかない。

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】2013年11月1日より、総合情報センターが学内構成員が利用できるセキュリティソフト「ソフォス『Enduser Protection』」を導入した。大学およびその構成員が所有するパソコン・サーバ（Windows/Mac/Linux/UNIX）、また構成員が私用で所有するパソコンもインストール可能で台数制限無く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。

http://www.center.shinshu-u.ac.jp/iic_web/iic_securitysoft/software/sophos.html

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」との指摘を総合情報センター（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ことを忘れない。
- (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、ウイルスバスターオンラインスキャンなどが利用できる。
- (5) 各課程の「情報システム委員」を通じて事務局情報処理係に所定様式の感染被害届を提出する。

2.8 スパイウェア対策

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。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。
- (6) パソコンが異常終了してしまう。

スパイウェア対策には独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の「パソコンユーザのためのスパイウェア対策 5 箇条」が参考になる。

<http://www.ipa.go.jp/security/antivirus/spyware5kajyou.html>

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様に、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、『コントロールパネル』→『ユーザアカウント』→『パスワードを作成する』でパスワードを設定できる。
- (2) BIOS 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) ハードディスクのパスワードを設定する。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、ハードディスクのパスワードを設定しておくパスワードを知らない第三者が中身を読み出すことはできない。パスワードはハードディスクに格納され、電源を入れてハードディスクにアクセスした時にパスワードを要求する。このパスワードの設定方法も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。パスワードの入力を複数回間違えるとシステムが起動せず電源をOFFするしか選択肢がなくなる。このパスワードを設定しておく、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だ。

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などの専用ソフトを利用する、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き、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。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。

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す、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。日本眼科医会VDT研究班により診断基準が示されており、a：眼精疲労があること、b：頸、肩、腕、手指などに痛み、しびれ等の異常があること、c：精神神経系に異常があることの3項目のうちa、b、cを有するものを完全型、a、bまたはa、cを有するものを不完全型、aのみの者を疑いとしている。ただ、眼精疲労の所見がないので、この診断基準には該当しないが、眼疲労を伴うbあるいはcや、bとcの両方の症状を示す場合が存在する。つまり、VDT研究班が命名したテクノストレス眼症以外に、目の病気として他覚的に証明できるような器質的変化は見られないが、目に異常が起きる場合もあることになる。

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、モニタに他の光源などが映り込まないようにすれば、眼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度程度の下方とされている。モニタとの距離40～70cmぐらいに保ち、モニタ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て疲れを溜めない様にする。1時間作業を行ったら、10分程度の休息

を取るように心がけよう。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]

- KOKUYO のホームページ
http://www.kokuyo.co.jp/oa_health/oa_health.html
- 萬有製薬 目の Q&A VDT 症候群の解説
http://www.banyu.co.jp/eye_qa/vdt/top.html
- VDT 作業のための労働衛生上の指針
VDT 作業のエルゴノミクス パソコン・ワープロの上手な使い方
<http://www.niih.go.jp/current/1997/vdt.htm>

第7章 放射性同位元素取扱の安全心得

第1節 はじめに

放射線同位元素 (RI) を用いて合成された生体構成成分や化学物質 (標識化合物) は、現在では種類・量ともに豊富に供給されており、私たちは必要な時に購入して研究に活用することができる。これらの標識化合物を上手に使えば、他の実験手法ではとても困難に思われるような研究領域も拓かれて行く可能性がある。つまり RI は学術、とりわけライフ・サイエンスや化学・工学の研究において実験精度の向上と実験の能率化にかけがえのない方法を提供していると言うことができる。

しかし、RI はそれが放出する放射線によって実験者や周囲の人に重大な障害 (放射線障害) を与えたり、場合によっては環境を汚染するなどの危険性も持っている。そしてその放射線障害は被ばく者当代の急性的障害だけでなく、受けた放射線の種類や量によっては、子孫に現れる遺伝的障害もありうるもので、とりわけ慎重な扱いが必要である。本学部では、遺伝子実験部門の指定された場所で数種類の放射性同位元素を使用することが承認されている。それは ^3H 、 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{45}Ca 、 ^{125}I 、 ^{33}P 、 ^{63}Ni の 8 種であるが、これらはいずれもライフ・サイエンスの研究を進めるうえで欠くことのできないものといえる。

ここでは、放射性同位元素を取り扱う実験を安全に進めるために必要な知識の概要を述べることにするが、実際に本学部で RI の利用を希望する者は「放射線障害予防委員会」が毎年開催する教育・訓練を受けることが必要である。また放射線の人体への影響やそれぞれの放射性同位元素の特性、さらに RI に頼らない、いわゆる“non-RI 手法”の提案などの詳細は、全学系 4 年生対象に開講される「放射線の基礎知識 (集中 1 単位)」をはじめとして、応用生物学系等で開催される生化学系・分子生物学系の各種授業で講義されると思われるので、予め受講されると有益だろう。

また、2011 年に発生した東京電力福島第一原発事故を鑑み、取扱いには細心の注意をもって実験に臨んでもらいたい。

第2節 放射線の人体への影響

私たちの身の周りには常に微量の放射線 (自然放射線) が存在しており、生物たちはいつもこの影響を受けているといえる。すなわち、空からたえず降り注ぐ宇宙線や地面から発生する放射性ガス、はては私たち自身の体の構成要素である炭素 (C) やカリウム (K) ですら、そのうちの一部は ^{14}C や ^{40}K といった天然放射性同位元素 (RI) からなっているので、体の内部からも常に照射を受けているわけである。これらによる人体

の被ばく線量（実効線量）は地域により多少異なるが、1年間に約2ミリシーベルト（mSv）である。

私たちは他にも、X線撮影など主に医療行為の際に人工の放射線を受けることがある。法律では、放射線業務従事者（放射線の被ばくを受け代償として何等かのメリットを得ることのできる人）の実効線量限度を50mSv／年としているが、これは自然放射線の約25倍にあたる。

人体の放射線障害は種々の器官内の細胞が死んだり、障害を受けたりすることが原因となって現れる。そして放射線による障害の一部は、子孫に影響をおよぼすこともある。

第3節 放射線被ばくの形成と人体への影響

3.1 外部被ばくと内部被ばく

放射線被ばくは、放射線源と人体との位置関係により、外部被ばくと内部被ばくに分けられる。外部被ばくは人体の外側にある放射線源からの被ばくである。内部被ばくは呼吸器、消化器、皮膚などを通して体内に取り入れられたRIからの放射線による被ばくであり、その障害の程度は表7.1のとおりである。

表 7.1 放射線の種類と性質及び人体に対する障害の程度

放射線	α線	β線	γ線
実体透過性電離密度(LET)	重い荷電粒子 きわめて小 きわめて密	軽い荷電粒子 小～中 密	電磁波 大 粗
被ばくによる障害の程度			
外部被ばく	ほとんどない	中程度	強い
内部被ばく	強い	中程度	軽い

人体への影響、被ばく管理などの観点から、内部被ばくは特に重視する必要がある。その主な理由は次の3点である。

- (1) 人体内に入って臓器・組織に沈着した放射性物質を体外に排泄・除去をするための実用的な医学的処置法はほとんどない。体内に取り込まれたRIは、体内に残留している間、近傍の組織に放射線を浴びせ続けるが、この間の体内残留期間の指標である実効半減期 T_{eff} は次の式で表わされる。

$$1/T_{\text{eff}} = 1/T_r + 1/T_b$$

ここで、 T_r はRIの物理的半減期、 T_b は生物の代謝に基づくいわゆる生物学的半減期である。 ^{32}P 、 ^{45}Ca 、 ^{125}I などはいずれも物理的半減期はそれほど長くはな

いものの、それぞれ核酸・骨・甲状腺などに特異的に取り込まれて安定に保持されるため、実効半減期は物理的半減期に比べてそれほど短くはならないので、注意が必要である。

- (2) 人体内に入った放射性物質による被ばく量を評価することは大変難しく、また、できたとしても外部被ばくの場合に比べると、その精度はかなり悪い。いいかえると、人体への影響を正しく評価し対策を立てることが非常に難しい。
- (3) 外部被ばくでは特に問題とはならない軟β線、α線は被ばくが問題となる。とくにα線は、γ線やX線などに比べて生物学的効果比が大きいので、人体への影響という点で重視されなければならない。

また透過力の小さい軟β線も同様に、単位長さ軌跡あたりの電離量（LET：linear energy transfer：線エネルギー付与）が大きいので、体内にとりこまれての内部被ばくへの寄与が大きい（表 7.1）。

3.2 全身被ばくと部分被ばく

全身被ばくとは全身あるいは身体の広い部分が被ばくすることで、部分被ばく（局所被ばくともいう）とは、身体の一部が被ばくすることである。線量が同じ場合には、全身被ばくの方が部分被ばくよりも現われる影響が重症である。

放射性物質の取り扱いの際に、特に問題となる部分被ばくは手指の被ばくである。

3.3 放射線の人体組織などに対する感受性

分裂期の細胞は、損傷した染色体の修復が行われにくいので、放射線に対する影響を最も受けやすい。したがって細胞分裂を活発に行っている組織である骨髄・リンパ腺・上皮・生殖巣などは放射線感受性が高い。それに対して血管・皮膚・中枢神経の細胞は中程度、筋肉・骨・末梢神経は一般に放射線に対する抵抗力が高いものと考えられている。

- ・感受性の高いもの：生殖腺、骨髄、リンパ組織、脾臓、胸腺
- ・中程度のもの：皮膚（上皮）、腸上皮、眼
- ・低いもの：肝臓、筋肉、結合組織、血管、脂肪組織、神経組織

体中の組織が盛んに細胞分裂を行っている胎児期の組織は高感受性であり、多量の被ばくをすると奇形を生じるおそれもある。

[参考：放射線の影響の分類]

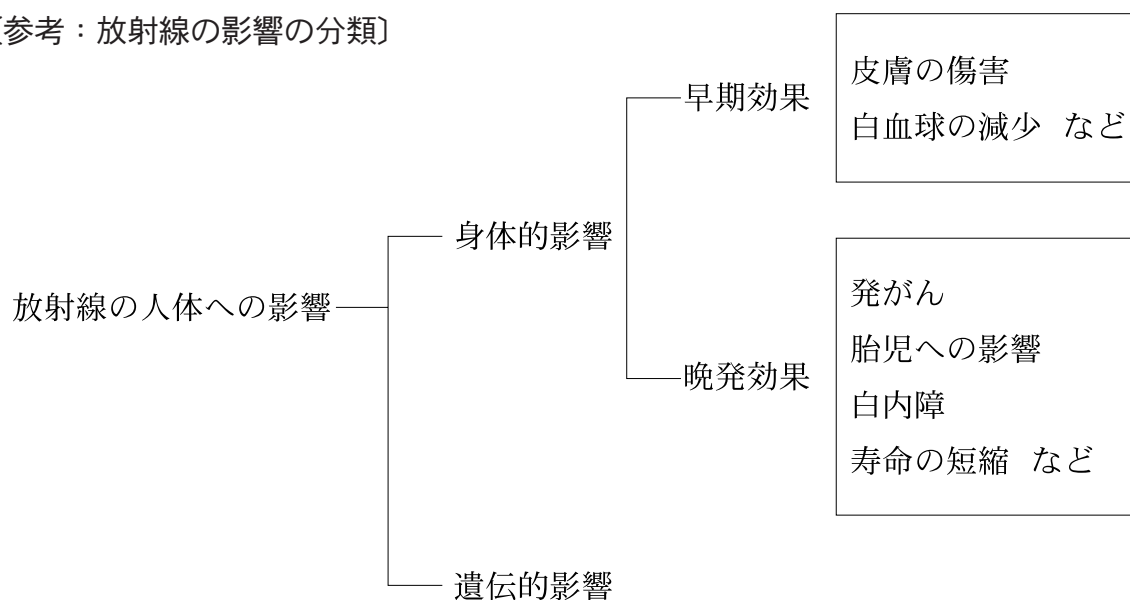


表 7.2 放射線防護の立場からみた放射線の人体への影響の分類

種類	放射線防護の目標	しきい線量	線量増加により 変化するもの	影響の例
確率的影響	発生を容認できる レベルに制限する	存在しない	発生の確率 (頻度)	発がん 遺傳的影響
非確率的影響	発生を防止する	存在する	症状の重さ	白内障 皮膚の紅斑 脱毛 不妊

3.4 放射線防護の原則

RI を用いた実験をする限り、被ばくを完全に防ぐことは不可能である。問題はいかに被ばく量を低く抑え、放射線障害の発生を防止するかにある。

放射線防護の 3 原則とは：

- a. 距離（線源から遠く離れる）
- b. 時間（被ばくの時間をなるべく短くする）
- c. しゃへい（放射線が直接あたらないように線源との間に仕切りを設ける：

図 7.1 参照)

であり、いずれも普段心がけてさえいれば簡単に実行できる対策ばかりである。

具体的には：

- ・ ^3H 、 ^{14}C 、 ^{35}S などの β 線のエネルギーは非常に低いので、外部被ばくのおそれはまずない。反面、内部被ばくは最も深刻なので、手傷からの侵入、経皮的な浸透、誤って飲み込むことなどがないように気を付ける。ゴム手袋を着用することは前二者のことに対する対策としても、また外部被ばくを防ぐしゃへいの意味でも有効である。

また後者は安全ピペッターを活用することで防止することができる。

- ^{32}P の β 線のエネルギーは比較的高いので、確実なしゃへいが必要である。アクリル製の衝立の向こう側で作業するのは大変有効なことである（しゃへい）。アクリル製衝立は実験室に備えてある。保温や静置処理の間、人から離れた場所に置くことも有効である（距離）。汚染防止のためにゴム手袋や防護メガネを着用することは言うまでもない。
- ^{125}I からは γ 線が放射される。 γ 線は非常に透過性が高いので完全なしゃへいは難しい。用いる RI の量を必要最小限にすること、実験所要時間を短くできるよう、予め実験の段取りをきちんと整理して置くことがよい（時間）。ヨウ素は気化しやすいので、吸入による内部被ばくも警戒が必要である。チャコール（活性炭）を使ったマスクがあるので活用するとよい。
- すべての場合に言えることであるが、実験は必ず 2 人以上の協力で行い、主実験者はゴム手袋を着用して RI を取り扱う。また副実験者は手袋を着用せず、RI 汚染のない実験器具などの受け渡しを担当する。これによって全体としての実験の能率がいちじるしく高いものになる（時間）。

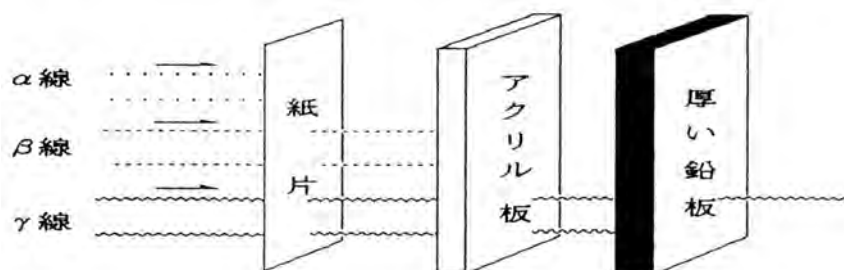


図 7.1 放射線の種類としゃへい

第 4 節 RI の安全取り扱いと利用手続

本学部の放射性同位元素使用施設（遺伝子実験部門）で扱うことのできる核種は序文で述べた 8 種類であり、どれもそれほど高いエネルギーの放射線を発生するわけではない。しかし低エネルギー放射線にはそれ故に警戒すべき面もあるので、適切な対処をすることが望まれる。

4.1 安全取り扱い

RI を安全に取り扱うために「信州大学放射線障害予防規程」、「信州大学繊維学部放射線障害予防規程」が定められているので、RI の活用にあたっては必ず参照されたい。

4.2 利用者の登録

RI を取り扱う場合には、「信州大学放射線予防規程」第 11 条に規定された放射線業務従事者として登録を行わなければならない。登録に当たっては健康診断および教育訓練を受け、ガラスバッジの契約をすることが必要である。また、次年度以降には継続登録者対象の教育訓練と 1 年に 1 回の定期健康診断を受ける。

登録者の学生証（又は職員証）には、RI 実験を行う場所（管理区域）への立ち入り許可の設定が行われる。

4.3 RI 実験計画書

RI 実験を行う場合には必ず前もって毎年度「放射性同位元素使用実験計画書」を遺伝子実験部門を通じて放射線取扱主任者に提出しなければならない。

実験計画を立てるに当たって、RI の使用量は、核種ごとに年間総使用量と 1 日最大使用量の 2 つの規制を受けているので念頭に置くことが必要である。これを守ることはただ単に法律を守るというだけでなく、実験者の安全を確保するという意味でも重要なことである。

4.4 RI の入手

RI を購入・受贈などにより入手しようとする場合は、放射線取扱主任者の許可が必要となる。

購入する場合には、購入申込書（「アイソトープ申込書」という題字のある A4 版の用紙）に必要事項を記入した後、主任者の署名・捺印および注文番号の指定を受けたうえ、学部会計係に提出する。本学部では、日本アイソトープ協会への購入申込を会計係が窓口になって行うことになっている。

なお、RI を他の研究機関と受贈する場合にも許可が必要である。この際には主任者と相談し、入手・払い出しの書類を整える。

4.5 RI 使用実験の実施

実験に当たってはその都度、指定された記録用紙に必要事項を記録する。

実験で発生した廃棄物はその物理的性状（可燃物・不燃物・難燃物・有機、無機液体等）に応じて分類・廃棄する。具体的な廃棄のルールは実験開始時に管理者から話されるだろう。いずれにしても廃棄物の詳しい内容は実験者以外にはわからないことを念頭に置き、実験終了まで責任を持つことが大切である。

4.6 放射線使用施設内の注意事項

放射線施設内で放射線業務に従事する場合には施設内に掲示してある「実験室における心得」その他の注意事項に従って安全に作業を行うこと。

とくに：

- ・実験は必ず2人以上で行い、その内の1人は物品の受渡しなど、主実験者の補助に努めること
- ・主実験者はゴム手袋を着用して手指の汚染を未然に防ぐこと
- ・管理区域内での飲食・喫煙は絶対行わないこと
- ・実験中はサーヴェイメータを用いて随時周囲や手指の汚染をモニタすること
- ・実験終了時はもちろんのこと、実験中でも度々（手袋のまま）手を洗うことなどは特に重要な事として心がけること。

なお、実験と同一内容・同一規模であってRIを使わない、予備実験（cold run）を行って事前に実験上の問題点を掘り出し、合理的な段取りを決めておくことは大変重要な事である。

4.7 管理区域の見学

アイソトープ取扱実験室の見学を希望する場合には必ず主任者に申し出て、その立会いのもとで行うこと。

【安全に実験をするための実例とアドバイス】

《問1》： ^{32}P - フォスファチジルコリンをマウスに注射してその後の代謝を追跡する実験をしたい。アクリル製ついたての向こうで作業するつもりであるが、注射する頭数が多いので、その間に手や指先の被ばくが心配である。

《答え》：注射器全体をすっぽり収容する鉛ガラス製の「シリンジ・シールド」を併用するのが良い。コールドランを行って作業の習熟度を上げ、効率良く実験を進めることも重要である。また、マイクロピペットを使うことは線源と手との距離を大きくとってくれるので放射線防護に有効である。なお、鉛粒子を分散したゴム素材を使った手袋も市販されているので必要なら活用すると良い。

《問2》：実験中は手袋の指先、実験卓や周辺などの汚染に気を配り、スイッチを入れたままのサーヴェイメータを常に近くに置いて、チェックしながら仕事をするよう心がけている。現在、 ^3H - プロゲステロンを用いてラジオ・イムノ・アッセイの仕事をしているのだが、サーヴェイメータの針はほとんどバックグラ

ウンドレベルを越えたことがないので、本当に作動しているのか不安である。

〈答え〉： ^3H の β 線エネルギーは極端に低く、サラン・ラップ1枚を透過することができない。したがって専用の極薄窓式サーヴェイメータ（トリチウム・サーヴェイメータ）を使っても測定にかかってくるものはたかだか数%である。問いのように測定にかからない事に疑問を持ったことは大変立派な姿勢である。大抵の人は『測定されない→汚染なし』との判断を下してしまいがちである。

^3H はこのようにエネルギーが低い故に逆に警戒を要する核種である。個人被ばく測定器の検出にもかかわることはない。 ^3H は周辺の壁などにしみこんだあと徐々に空気中に放出される恐れもある。

トリチウム・サーヴェイメータを使って念入りにモニタすること、場合によっては拭き取り用のろ紙（スミア用ろ紙）で壁や床面を拭き取り、シンチレーション計測することも必要。スミアろ紙は実験施設に用意してある。

《問3》： ^{125}I を使った実験が済んだので汚染した器具の洗浄をしたいのだが、サーヴェイメータでチェックしてみるととても強い放射活性を持っているようで、被ばくしないかと不安である。

〈答え〉： ^{125}I のような短半減期の核種の場合は、他の実験者の迷惑にならないよう、実験室の片隅にしゃへい用衝立を置いた奥にしばらく保管し、放射活性が減衰するのを待つ（この操作は通称「冷却」と呼ばれる）。洗浄・片付けはその後に行うのが良い。具体的には10半減期程度放置すれば放射活性は1/1000以下になるので理想的である。 ^{32}P （半減期約14.3日）のような極短半減期の場合は容易に実行できるが、 ^{35}S や ^{125}I （それぞれ半減期87.9日と60.2日）などの場合には実情に合わせて適当な期間減衰させる。このため、汚染器具や廃棄物は核種ごとに区別して保管することが大切である。

なお、無機液体廃液は同様の「冷却」を経た後、放射能濃度をチェックした上で貯留槽に廃棄できるが、可燃物・不燃物などの固体廃棄物はどんなに「冷却」期間を置いても放射性廃棄物としての扱いから外れることはない。固体廃棄物の場合は液体と異なり、均一に混ぜることができないので、あるいは高放射活性の部分があるかも知れないとの理由からであろう。

【参考図書】

日本アイソトープ協会（1991）「改訂3版 アイソトープの安全取扱入門 —教育訓練テキスト—」、丸善、東京

第8章 X線使用における安全心得

第1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加重係数(無次元)で表し、吸収線量に乗じて等価線量が評価される。

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

放射線加重係数の一例は次の通りである。

線種	放射線加重係数
X線、 γ 線、電子	1
α 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係数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0.0013 Sv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0.001 Sv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ヶ月間で0.005 Sv
	男子学生	1年間で0.05 Svかつ5年間で0.1 Sv
等価線量	眼の水晶体	1年間で0.15 Sv
	皮膚	1年間で0.5 Sv
	妊娠中女性の腹部	妊娠期間で0.002 Sv

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

第2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%の確率で死亡する。
7	60日以内にほぼ100%の確率で死亡する。

(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。

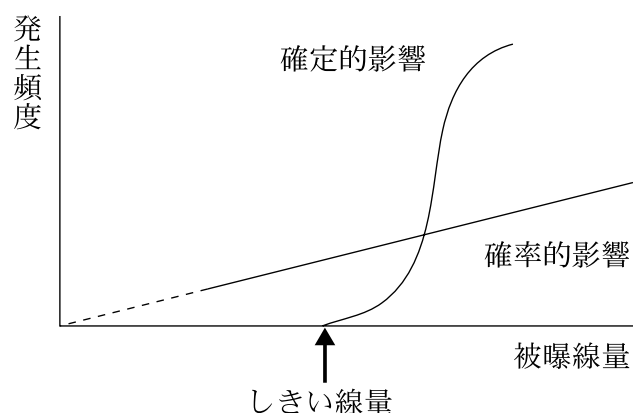
潜伏期の一例は次の通りである。

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3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

入射線量と等価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4節 注意事項

(1) X線発生装置利用者の登録

X線を取り扱う場合には、放射線業務従事者として登録しなければならない。登録にあたっては新規登録者対象の教育訓練を受けることが必要である。また、次年度以降に

も継続登録者対象の教育訓練を受けることが必要である。繊維学部では、ヒト環境科学研究支援センター3階を除いて、2014年より管理区域を解除したため、新規登録者対象の健康診断及び次年度以降の継続登録者対象の定期健康診断は、担当教員の判断で実施する。個人被曝量の測定器具であるガラスバッジ等による線量測定についても、担当教員の判断で実施することとする。（但し、繊維学部外の施設でのX線発生装置を使用する場合は年2回健康診断を受診し、X線ガラスバッジを着用する。）ガラスバッジ使用申請があった場合は、名簿への登録がされているか確認する。

(2) X線使用者の一般的注意点

1. X線使用時にはX線用ガラスバッジを着用する。（繊維学部外の施設では必須とする。それ以外の場合は担当教員の判断で実施する。）
2. 特殊な実験をするときは、必ず「X線取扱責任者」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たときは、直ちにX線の発生を停止し、「X線取扱責任者」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線取扱責任者」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. 健康診断を定期的に受ける。（繊維学部外の施設を利用する場合は必須とする。それ以外の場合は担当教員の判断で実施する。）

(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。銀イオンの化学的变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 頭部・頸部 胸部・上腕部 腹部・大腿部	腹部 頭部と腹部 胸部と腹部 腹部

	体幹部で最も被曝する部位	装着場所
男 性	均等 頭部・頸部 胸部・上腕部 腹部・大腿部	胸部 頭部と胸部 胸部 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5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9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。現在最良とされてい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表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	pH 2.0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	廃PCB等・PCB汚染物 <ul style="list-style-type: none"> ・廃PCB及びPCBを含む廃油 ・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 廃石綿等 <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
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、ひ素、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 ISO14001 認証取得に際して「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 8.2 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、廃液保管庫利用記録の記入、ポリ容器貼付用シール（分類番号付き）への記入貼付後、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)	安全制を保つため、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、ブromo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、カドミウム、ヒ素、鉛、セレン含有	
	8	C、D	重金属含有廃液	廃酸・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、廃液ラベル（廃液分類・廃液名・含有有害物質を記入）および容器No.を記載したステッカーを容器に貼付する。
- ・水素イオン濃度（pH）の測定
- ・学部担当窓口設置のPCにて廃液管理システムに登録後、廃液保管庫へ搬入、委託業者へ回収依頼の連絡をする。

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

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10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、防火シャッターの位置を確認し、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、つぎ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。

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（気道の確保、人工呼吸、心臓マッサージ）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、AED（自動体外式除細動器）を講義棟玄関の風除室（自動ドアと自動ドアの間）と、生協玄関の風除室（自動ドアと手動ドアの間）、警務員室、体育館玄関、機能高分子学棟玄関、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分

以下に、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。

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 熱症は、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り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「MSDS」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…ですが。

救急車を依頼したら

保健室5312

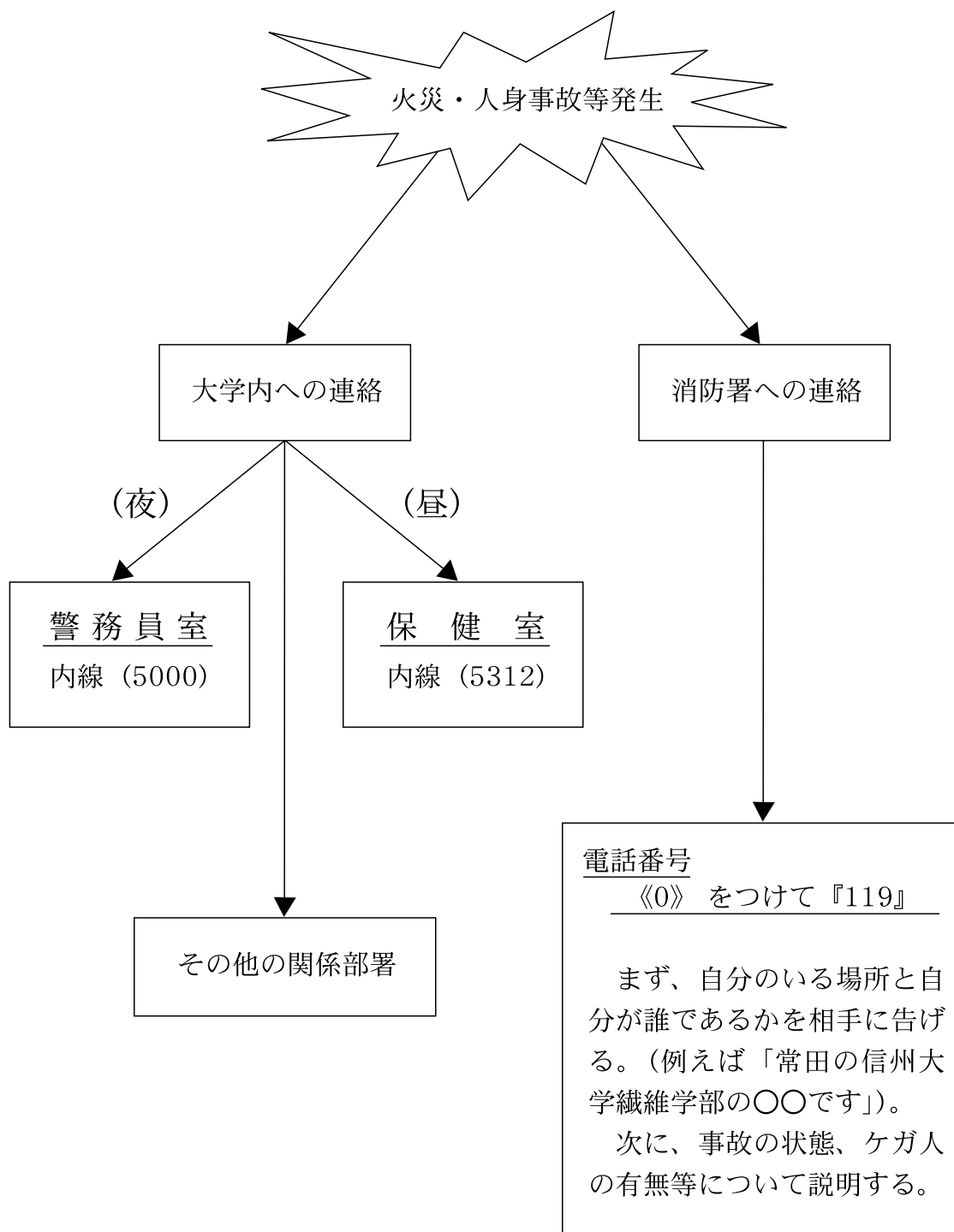
へ連絡を!

不在時は学務係5322に転送されます。

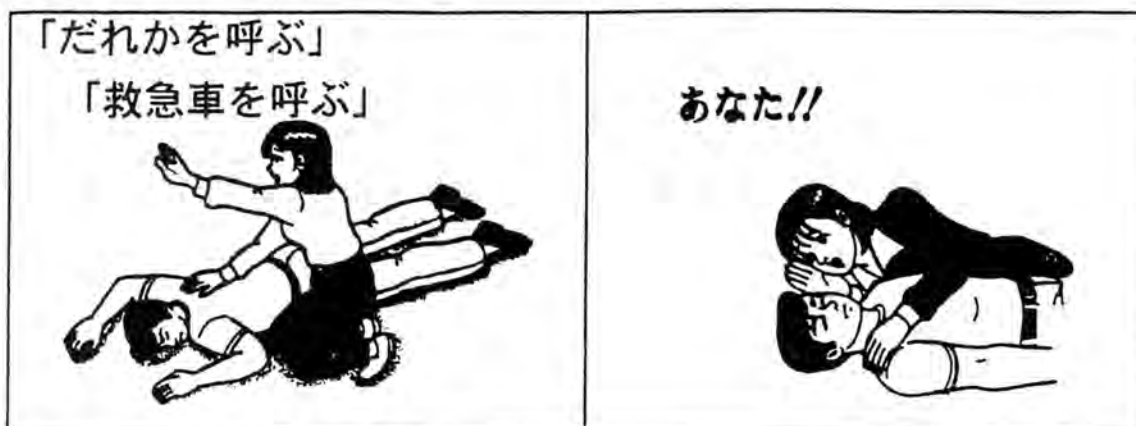
- ・現場では、人を集め傷病者・救助者の安全の確保に努め可能な限りの救命措置を行って下さい。また救急車・救急隊員の誘導に協力願います。

適用平日8：30～17：15

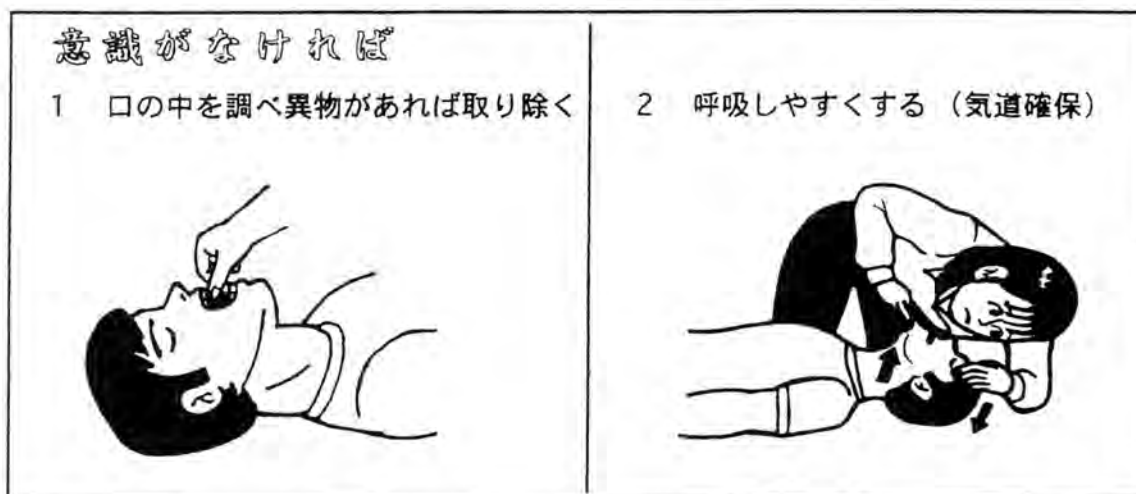
救急車の呼び方とその他の部署等への連絡



1 観察



2 意識がなければ



3 呼吸は、しているか



4 呼吸をしていなければ

まず①胸骨圧迫（心臓マッサージ）を行う。

次に②人工呼吸を行う。

（但し、ためられる場合は胸骨圧迫のみで良い）

① 胸骨圧迫



※人口呼吸 2 回、心臓マッサージ 30 回の割合で救急車が到着するまで、または傷病者の自発呼吸が回復するまで行う。

※ 救助者はなるべく交代して行う。

② 人工呼吸

呼吸をしていないければ

● 人工呼吸 (2回)

1 呼吸をしやすくする「気道確保」



2 鼻をつまむ



3 息を吹き込む



4 口を離しもう一度吹き込む



正しいリズムで息を吹き込む

- 5秒に一回ずつのリズムで息を吹き込む。
- ときどき、脈拍を調べる。
- 傷病者が自分で呼吸するようになるまで繰り返す。

第3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行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，非常ボタンを押して救助を待つ。（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。）

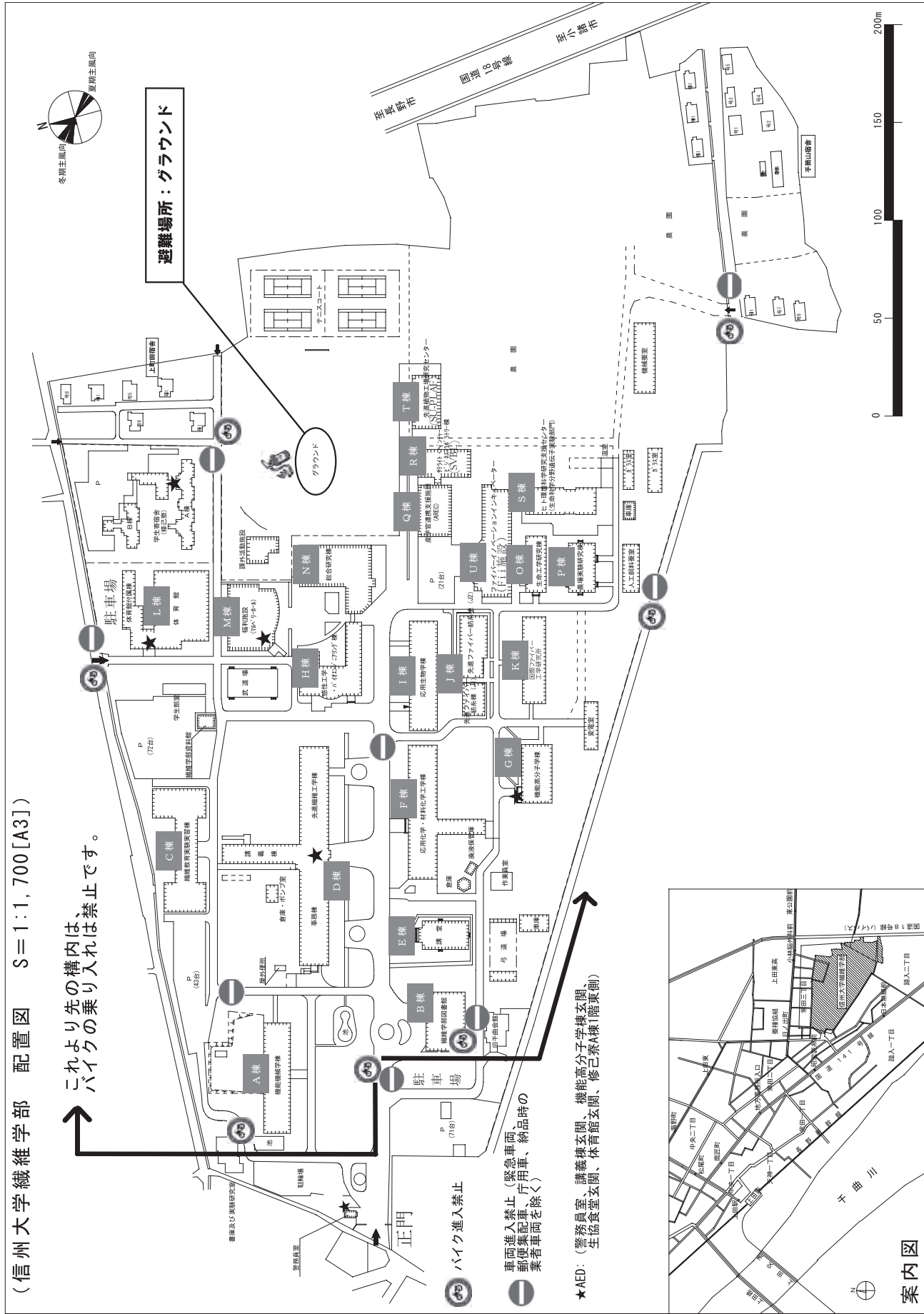
(4) 屋外に避難した後の対応

- ・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、学部生にあつ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）

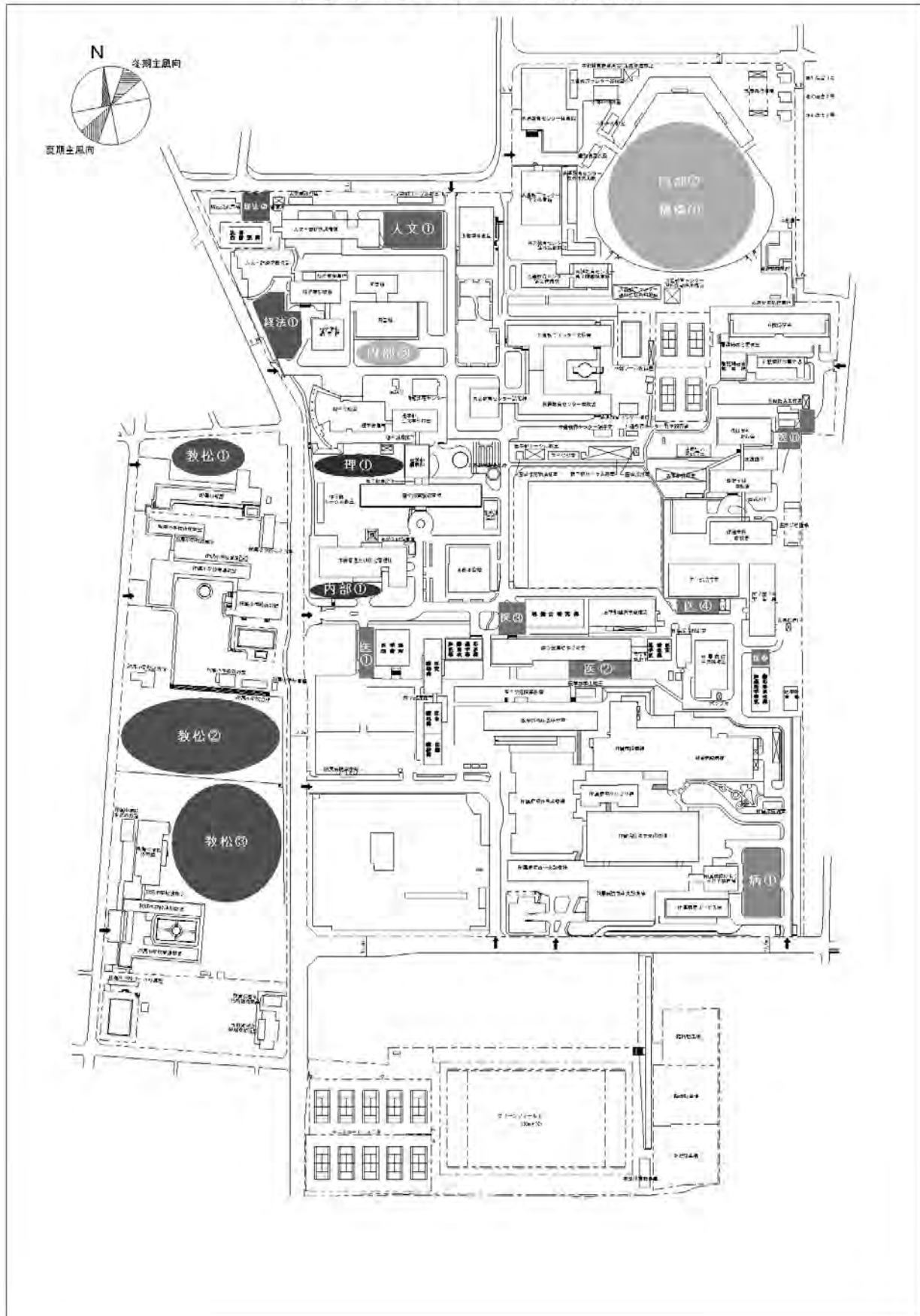
(5) その他

- ・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20 km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。

3. 避難場所

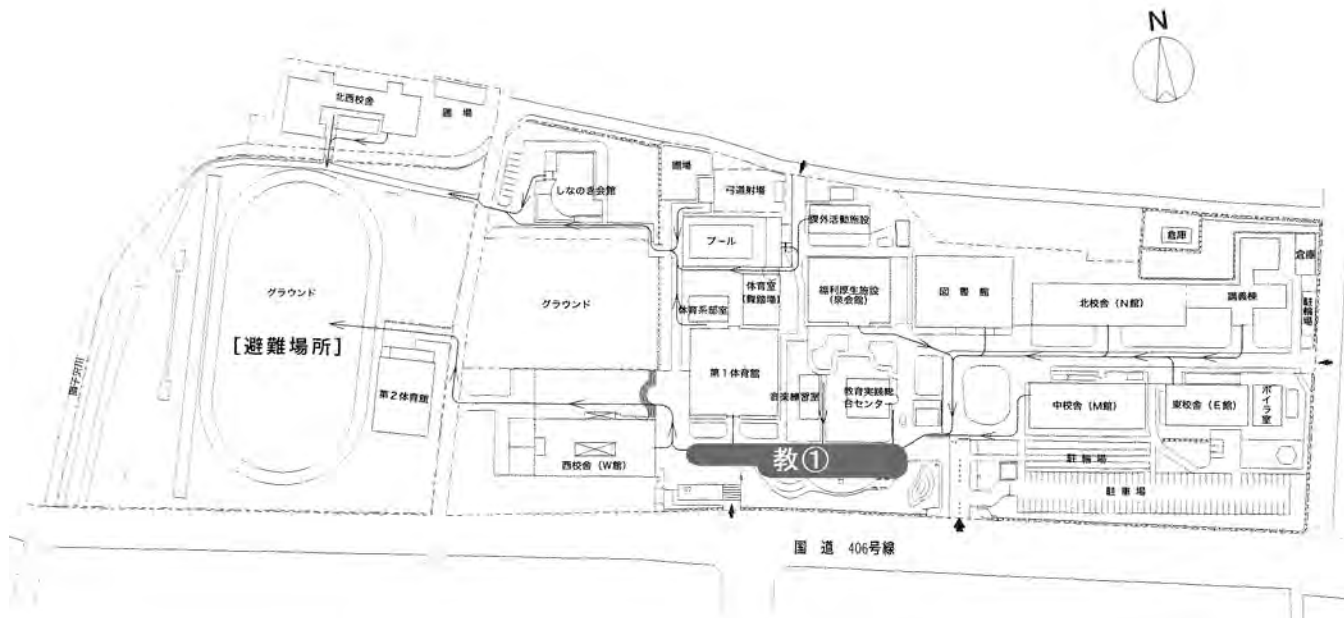


松本キャンパス 一時避難場所



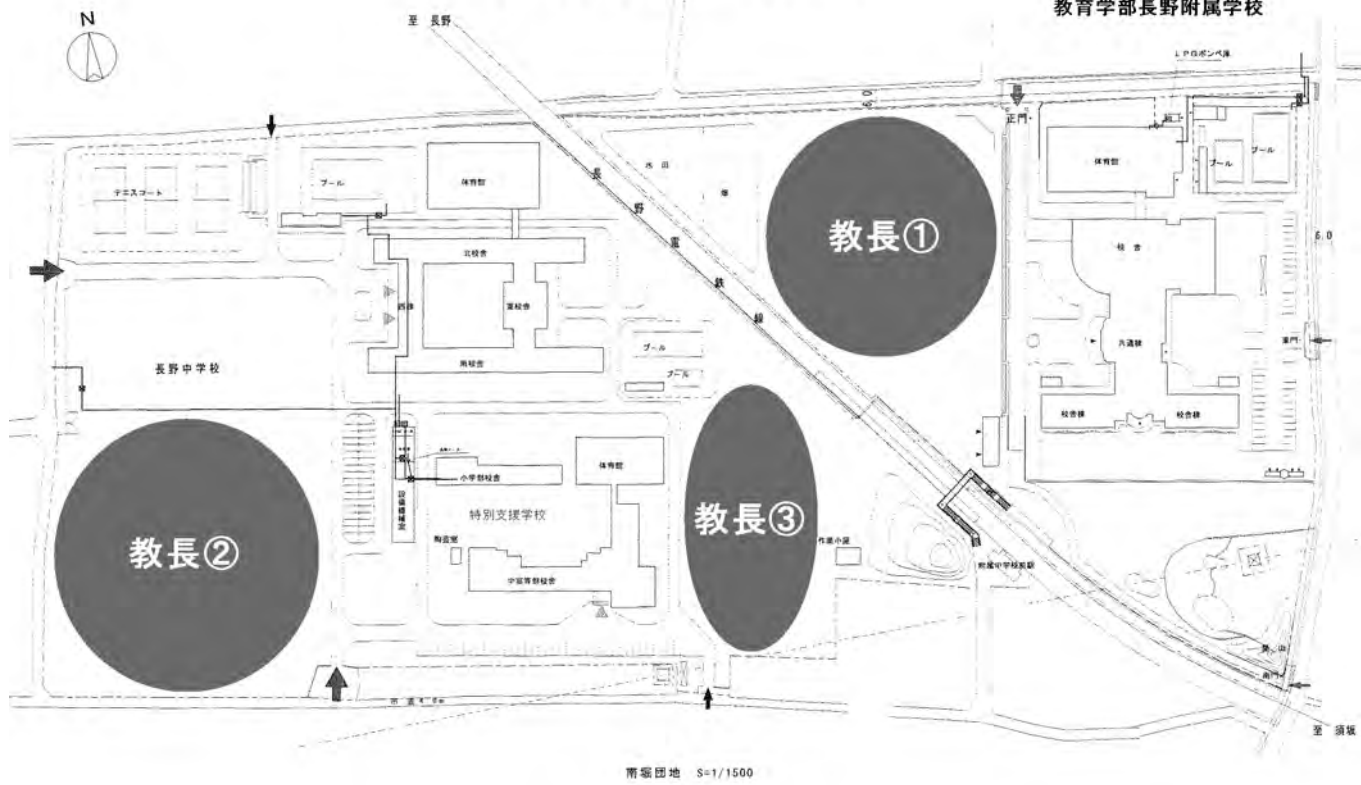
長野（教育）キャンパス 一時避難場所

教育学部



長野（教育）キャンパス 一時避難場所

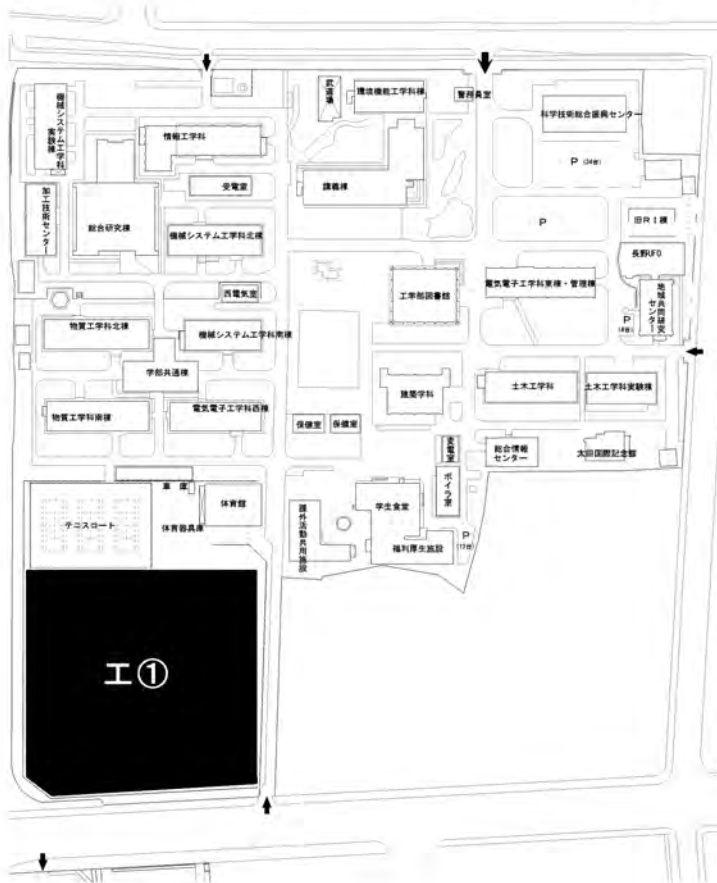
教育学部長野附属学校



青磁団地 S=1/1500

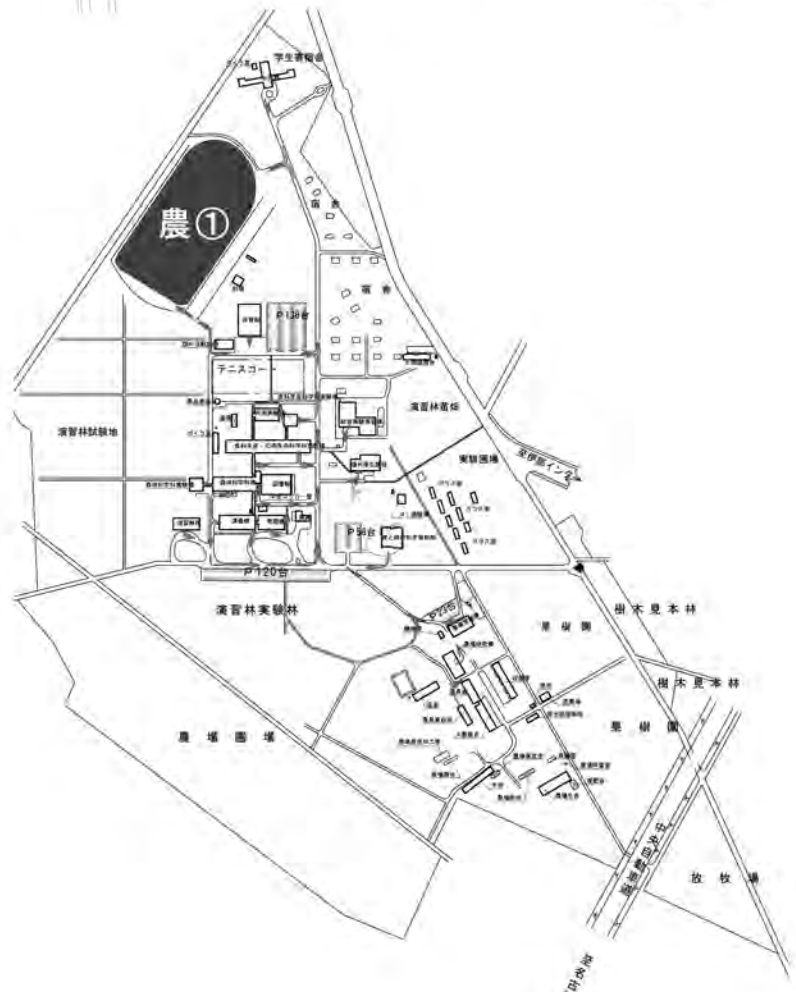
長野（工学）キャンパス 一時避難場所

工学部



南箕輪キャンパス 一時避難場所

農学部



4. 安否等の連絡先

【連絡先】

繊維学部

学務グループ (0268) 21-5322

総務グループ (0268) 22-1253 (災害時優先電話)

松本キャンパス

学生総合支援センター (0263) 37-2197

人文学部 学務係 (0263) 37-2236

経済学部 学務グループ (0263) 37-2304

理学部 学生支援グループ (0263) 37-2439

医学部医学科 学務第1係 (0263) 37-2580

医学部保健学科 学務第2係 (0263) 37-2356

全学教育機構 共通教育窓口 (0263) 37-2978

国際交流センター (0263) 37-2865

他のキャンパス

教育学部 学務係 (026) 238-4005

工学部 学務グループ (026) 269-5051

農学部 学務グループ (0265) 77-1309

※ 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。

5. 災害用伝言ダイヤルの使い方

【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

6. 各キャンパスの最寄りの指定避難場所は以下のホームページを参照ください。

上田キャンパス周辺（上田市ホームページ）

<http://www.city.ueda.nagano.jp/hp/sys/20091030130733025.html>

松本キャンパス周辺（松本市ホームページ）

<http://www.city.matsumoto.nagano.jp/kurasi/bosai/bosai/matsumotoshihinanbasyo.html>

長野教育キャンパス周辺（長野市ホームページ）

<http://www.city.nagano.nagano.jp/soshiki/kikibousai/2530.html>

長野工学キャンパス周辺（長野市ホームページ）

<http://www.city.nagano.nagano.jp/soshiki/kikibousai/2530.html>

南箕輪キャンパス周辺,

（南箕輪村ホームページ）

<http://www.vill.minamiminowa.nagano.jp/kinkyu/taisaku2.html>

（伊那市ホームページ）

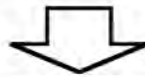
<http://www.inacity.jp/list.rbz?nd=134&ik=1&pnp=41&pnp=134>

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？



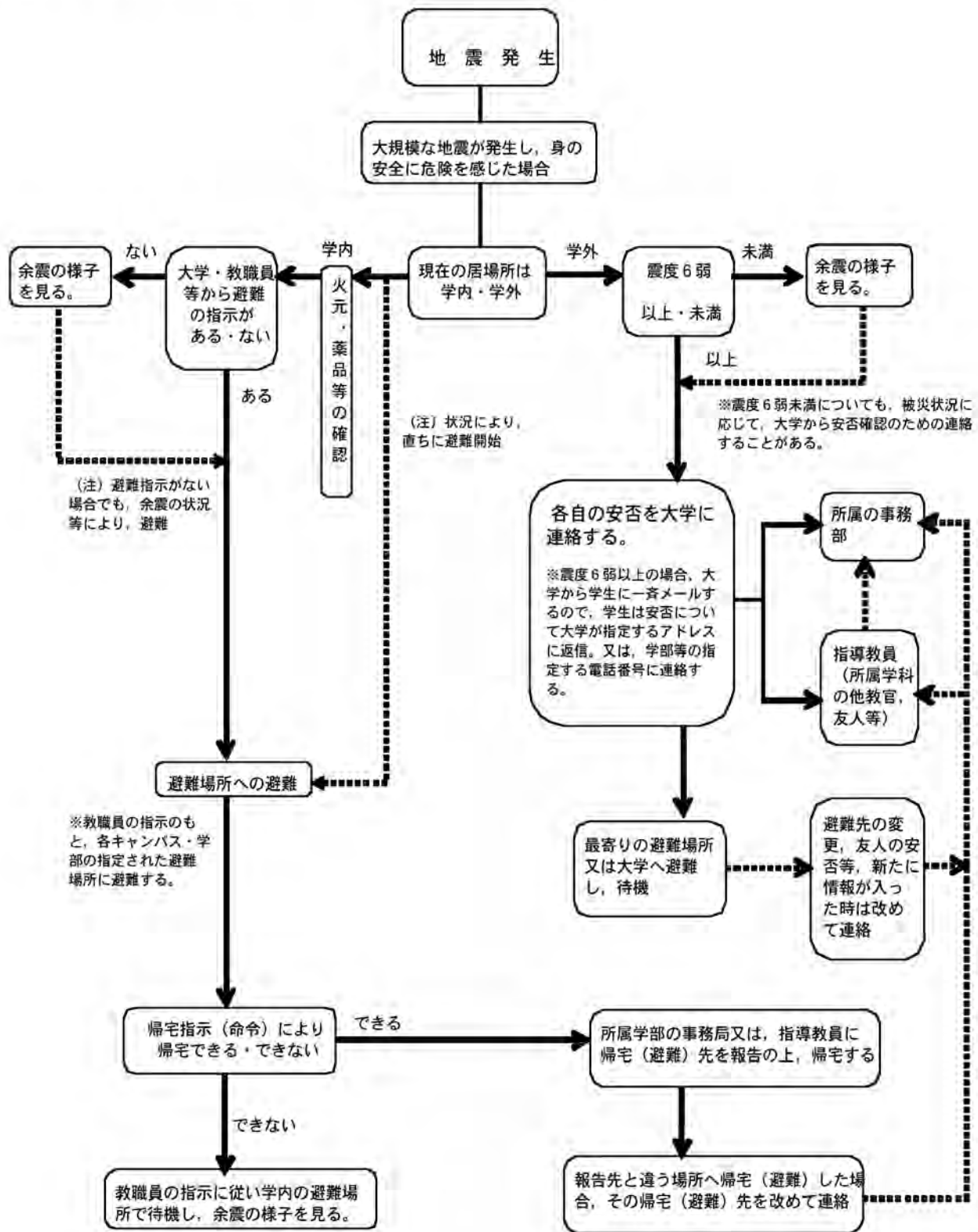
災害発生後の対応

- (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）



参 考 文 献

1. 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”（1988）
2. 京都工芸繊維大学工芸学部、“実験・実習における安全の手引”（1992）
3. 神戸大学工学部安全管理委員会、“実験・実習・講習 安全の手引”（1993）
4. 長岡技術科学大学安全管理委員会、“安全のための手引”（1990）
5. 群馬大学工学部安全委員会、“実験・実習における安全ハンドブック”（1992）
6. 広島大学工学部、“工学部安全の手引”（1995）
7. 埼玉大学工学部安全委員会、“実験・実習 安全の手引”（1994）
8. 山梨大学工学部、“実験・実習における安全マニュアル”（1991）
9. 化学同人編集部、“新版 実験を安全に行うために”（1993）
10. 日本化学会編、“防災指針 1”、丸善（1962）
11. 日本化学会編、“化学実験の安全指針 1”、丸善（1977）
12. 小林義隆、“実験室の事故例と対策”、大日本図書（1986）
13. 長澤 弘編、“実験動物ハンドブック”、養賢堂
14. 前島一淑、長澤 弘監修、“バイオメディカルリサーチマニュアル—動物実験—”、
1～7巻、養賢堂
15. 橋本 尚、“電気に強くなる”、講談社
16. 紙田 公、“やさしい電気の手ほどき”、電気書院
17. 上田地域行政事務組合、“わたしはわが家の救命士”
18. 日本アイソトープ協会（1991）：「改訂 3 版 アイソトープの安全取扱入門
—教育訓練テキスト—」、丸善、東京
19. 第 6 章に関する参考サイト（ホームページ）は章中にまとめてある。

実験・実習における
安全の手引
2015年3月改訂

編集 安全衛生委員会・環境委員会
発行 信州大学繊維学部

〒386-8567 上田市常田3-15-1
TEL 0268(21)5300

印刷 田口印刷株式会社
TEL 0268(22)0680
