

岡山理科大学 安全対策マニュアル

2019年3月

ENJOY SCIENCE!

ボクら、科学の子。



岡山理科大学
OKAYAMA UNIVERSITY OF SCIENCE

岡山理科大学安全対策マニュアル目次

2019. 3

岡山キャンパス

緊急連絡体制	1
1. 火災	1
2. 学生事故発生時	2
3. その他の事故	4
勤務時間外における建物管理	5
緊急避難場所	6
避難場所：救命用品設置場所マップ	7

今治キャンパス

火災・事故の発生時の緊急連絡体制	
1. 火災・傷病・事故	8
2. その他の事故	10
勤務時間外における建物管理	11
緊急避難場所	12
避難場所：救命用品設置場所マップ	13

岡山キャンパス

今治キャンパス

火災発生時の活動要領	14
第1章 安全についての心得	15
第1節 はじめに	15
第2節 防火と消火について	15
2.1 火災について	15
2.2 火災をおこさないためには	15
2.3 火災予防	15
2.4 火災が起こったときの処置	16
2.5 爆発が起こったときの処置	17
2.6 消火器の種類と使用法	17
2.7 避難	18
2.8 夜間の通報連絡	18
第3節 地震対策	18
3.1 地震の知識	18
3.2 地震にそなえて	19
3.3 警戒警報が発令されたら	19
3.4 地震！！その時どうするか	20
第4節 ケガの応急処置	21
4.1 人身事故が起こったら	21

4. 2	救急処置	21
4. 3	外傷性ショック（大出血、火傷、骨折などによる）	29
4. 4	火傷の処理	30
4. 5	骨折・捻挫	30
4. 6	感電の処置	31
4. 7	薬品・その他の応急処置	31
4. 8	各薬品に対する処置	32
第2章	物理的要因について	35
第1節	電気を安全に利用するために	35
1. 1	はじめに	35
1. 2	実験室等における電気機器の取扱い	35
1. 3	電気災害とその防止策	35
1. 4	電気事故時の対応	37
1. 5	電気設備関連の注意事項	37
第2節	高圧ガスの安全な利用	39
2. 1	規程	39
2. 2	高圧ガス容器	40
2. 3	液体窒素の安全な利用	42
第3節	工作機械の安全な利用（岡山キャンパス）	44
1. 1	一般的な注意事項	44
1. 2	工作センターの主な工作機械の使用上の注意	45
第4節	建築学科構造実験室利用の安全対策（岡山キャンパス）	49
2. 1	はじめに	49
2. 2	使用許可	49
2. 3	注意事項	50
第3章	化学物質の取扱いについて	53
第1節	はじめに	53
第2節	法令の基礎知識	53
2. 1	化学物質に関する法令	53
2. 2	危険物の分類	54
2. 3	化学物質排出移動量届出（PRTR）制度	56
2. 4	安全データシート（SDS）	56
2. 5	化学品の分類および表示に関する世界調和システム（GHS）	56
第3節	化学物質の入手と保管	58
3. 1	試薬の入手	58
3. 2	試薬の保管	58
3. 3	試薬の管理	59
第4節	化学物質の使用	60
4. 1	試薬の使用の準備と一般的注意	60
4. 2	無機試薬	60

4.3	有機試薬	63
第5節	化学物質の廃棄	65
5.1	化学物質を廃棄する上での一般的注意	65
5.2	岡山理科大学における廃棄物処理の流れ	66
	(1) 岡山キャンパス	66
	(2) 今治キャンパス	68
5.3	廃棄物の原点処理	72
5.4	廃棄物の収集	72
5.5	収集した廃棄物の搬出	76
	(1) 岡山キャンパス	76
	(2) 今治キャンパス	78
第4章	生物的要因について	81
第1節	はじめに	81
第2節	微生物実験における安全	82
2.1	はじめに	82
2.2	微生物の危険度レベル	82
2.3	消毒・滅菌	83
2.4	微生物実験における安全操作の実際	87
第3節	動物細胞培養実験における安全	89
3.1	はじめに	89
3.2	リスク評価と一般的注意について	89
3.3	クリーンベンチと安全キャビネット	90
3.4	動物および細胞株の維持	92
3.5	使用後の器具と廃液の処理	93
3.6	終わりに	93
第4節	動物実験に関する安全指針	93
4.1	はじめに	93
4.2	動物実験における感染事故の原因	94
4.3	感染経路	97
4.4	動物実験における感染事故防止の基本	98
4.5	動物実験において実験者が守るべき基本的事項	100
4.6	その他	101
第5節	組換え DNA 実験の安全	102
5.1	はじめに	102
5.2	組換え DNA 実験	103
5.3	特別な承認を必要とする実験	104
5.4	組換え DNA の安全度評価の原則と封じ込めレベルの決定の原則	104
5.5	具体的な心得	105
5.6	組換え植物を用いる実験室外実験の手続き	106
5.7	その他の注意事項	107

付表1 病原体等のバイオセーフティーレベルを分類する基準	109
付表2 病原体等取扱い実験室の安全基準及び運営基準	109
第5章 フィールドワークについて	111
第1節 心構え：ケガや遭難をしないために	111
1.1 事前準備	111
1.2 無理な計画を立てない	111
1.3 単独行動は避ける	111
1.4 調査先の連絡	111
1.5 体調管理	111
1.6 天候	112
1.7 山での調査	112
1.8 川、海での調査	112
1.9 けが人をみつけたら	112
1.10 救助・搬送が必要な事故等が発生した場合	112
1.11 災害時の対応	112
1.12 帰還時	113
第2節 装備：「備えよ、常に」	113
2.1 はじめに	113
2.2 山での装備	113
2.3 川や沢での調査	114
2.4 海岸での調査	114
2.5 都市など日常生活に近い空間での調査	115
2.6 薬関係	115
2.7 その他	115
第3節 事故発生時の対応と応急処置	115
3.1 状況の把握、救助、連絡	115
3.2 切り傷・すり傷・刺し傷	116
3.3 打撲、ねんざ、脱臼（だっきゅう）、骨折	116
3.4 鼻血	116
3.5 痙攣（けいれん）	116
3.6 日焼け	116
3.7 頭や胸、腹などを強く打った場合	117
3.8 熱中症（日射病）	117
3.9 植物によるかぶれ等	117
3.10 水難事故	118
第4節 動物に襲われたら	118
4.1 蜂に刺された（スズメバチ・アシナガバチなど）	118
4.2 ドクガに刺された	119
4.3 ムカデにかまれた	119
4.4 蛇にかまれた（マムシ、ヤマカガシ、ハブなど）	119

4.5	犬・猫・鼠（ねずみ）にかまれた	120
4.6	熊、猪（いのしし）に襲われた	120
4.7	クラゲに刺された、ウニ・ヒトデを踏んだ	121
第5節	交通事故を起こしたり被害にあったら	121
5.1	はじめに	121
5.2	交通事故にあわないようにするためには	121
5.3	相手（対歩行者、対バイク・乗用車）がある場合	122
第6章	X線・放射性同位元素（RI）の取扱いについて	124
第1節	放射線と安全取扱い	124
1.1	放射線の種類	124
1.2	安全取扱いの基本	125
1.3	安全のための三原則	126
1.4	RI室の入退出（岡山キャンパス）	126
第2節	災害・事故への対処	127
2.1	基本ルール	127
2.2	災害・事故発生時の連絡	127
2.3	安全の確認・救出	127
2.4	措置	127
	・岡山キャンパス RI使用施設 放射線・X線災害・事故時緊急連絡系統図	129
緊急シャワー配置図	岡山キャンパス A1号館	130
	A3号館	133
	B1号館	133
	B2号館	134
	B6号館	134
緊急シャワー配置図	今治キャンパス 獣医学部棟	135
	獣医学教育病院棟	136
関連規程一覧		137
学生教育研究災害傷害保険について		138

岡山キャンパス

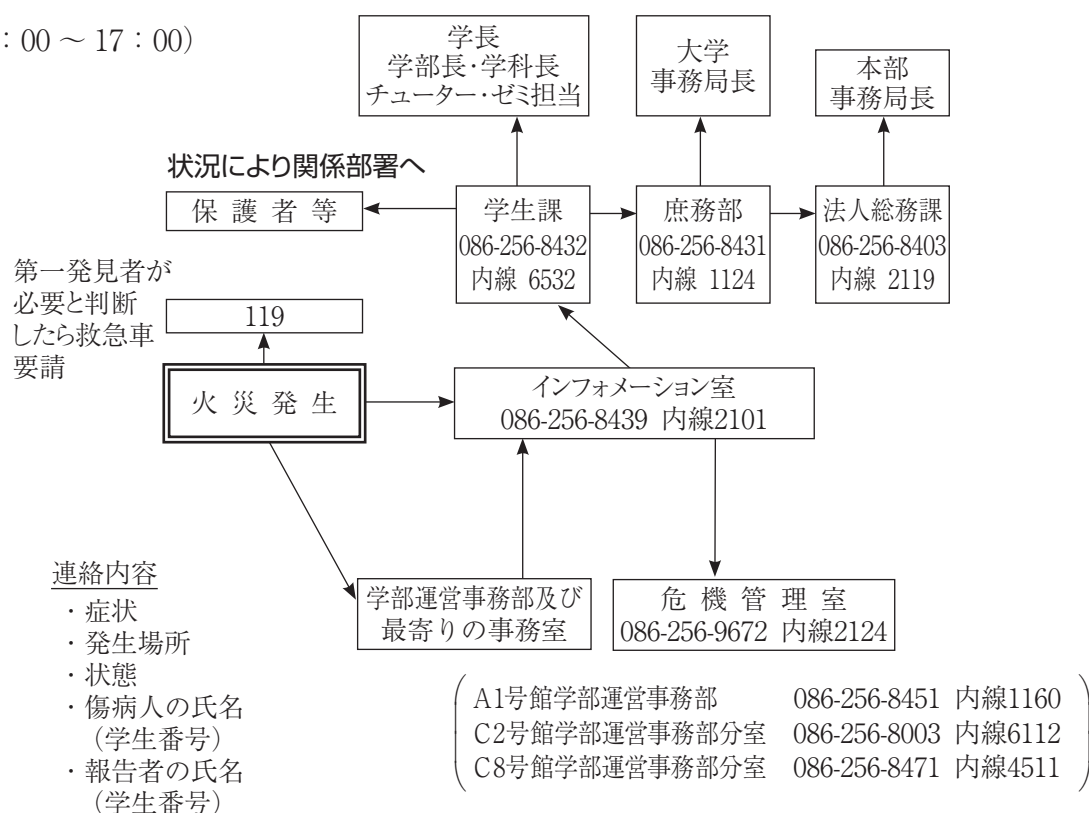
緊急連絡体制

1. 火災

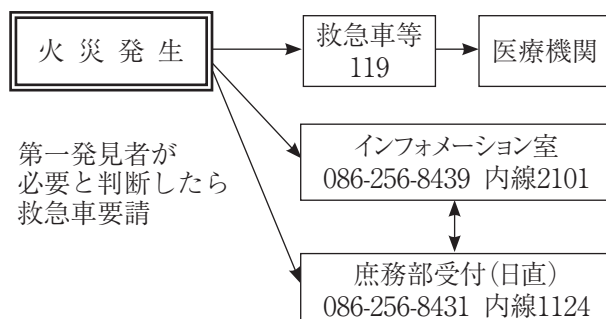
火災を直接発見あるいは自動火災報知機の鳴動によって知った場合は、通報、初期消火および避難誘導を素早く、的確に、安全に行う。

ただし、けが人や逃げ遅れた人がいれば最優先に対応する。

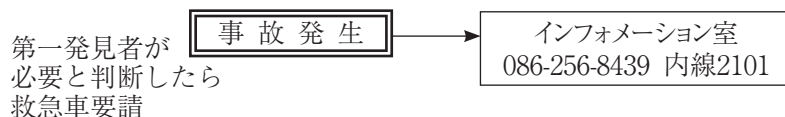
平日 (9 : 00 ~ 17 : 00)



休日(日直在)

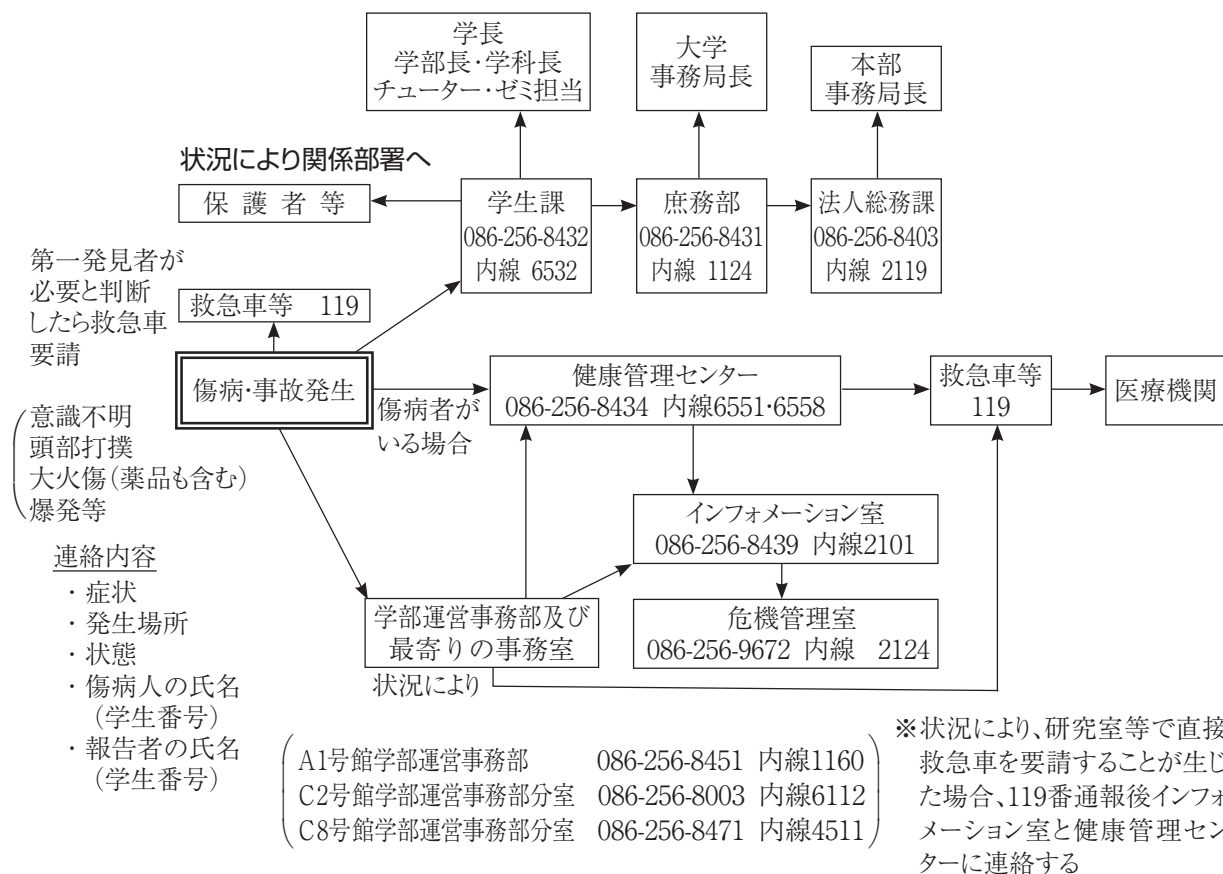


夜間(日直不在)

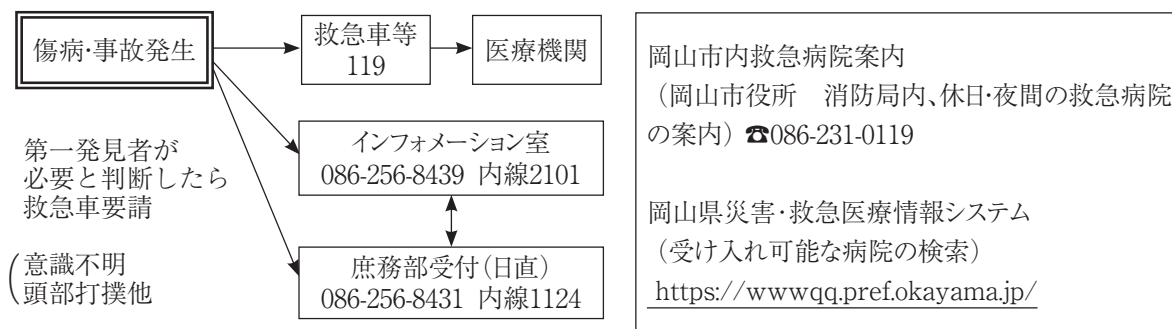


2. 学生事故発生時

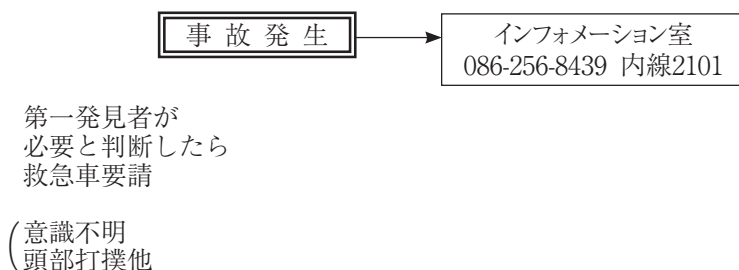
平日（9：00～17：00）



休日(日直在)



夜間(日直不在の休日昼間)



◎救急車はこんなときに呼びます

火事や地震で負傷者がでたとき

ガス中毒、大やけど、大出血のとき

以下のような急病のとき

- ・呼吸や脈が止まっていたり、不規則で弱く状態が悪いとき
- ・意識がなかったり、けいれんをおこしてなかなか治まらないとき
- ・頭痛、腹痛、胸痛などが特に強そうなとき
- ・見るからに息苦しそうなとき
- ・全身状態が悪いなど明らかに重傷と判断されるとき

◎救急車要請

「119」

救急車をお願いします

岡山市北区理大町1-1

岡山理科大学○号館です

いつ だれが どこで どうなった

◎同時にインフォメーション室に連絡

救急車を要請した 場所は○号館○階です

救急車のサイレンが聞こえたら誘導に出る

インフォメーションは開門し誘導にあたる

◎AED（自動体外式除細動器）の設置場所について

AEDとは心肺停止状態になった傷病者を蘇生し、救命効果を向上させる器材です。校内では正門インフォメーション室及びA1号館1階・4階図書館、C1号館6階健康管理センター、C2号館学部運営事務部分室、C8号館学部運営事務部分室、加計第2記念体育館に設置しています。その他、笹ヶ瀬では加計記念体育館、高校野球部室、蒜山学舎に各1台設置しています。

◎現場に到着した救急隊員に次のようなことを連絡する

救急隊員が到着するまでの容体の変化

傷病者のためにおこなった応急手当の内容

持病があればその病名かかりつけの病院及び主治医名

◎必ず病院まで誰か同行する

同行者は、搬送先の病院名を救急隊員から聞き大学へ連絡する

その後、容体等の様子が分かり次第大学へ連絡をする

3. その他の事故 (ガス漏れ, 電気, 水漏れなど)

平日勤務時間内 9:00～17:00 の場合

- (1) 発見者は、状況により学部運営事務部に連絡するか、直接下記の業者に連絡する。

A 1 号館学部運営事務部 (内線 1160、1161、1162)

(ダイヤルイン 086-256-8451)

C 2 号館学部運営事務部分室 (内線 6110、6111、6112)

(ダイヤルイン 086-256-8003)

C 8 号館学部運営事務部分室 (内線 4511、4512、4513)

(ダイヤルイン 086-256-8471)

ガス：大和マルキガス株式会社 (086-225-3611)

電気：有限会社明電エンタープライズ (086-228-0349)

水道：大本組 (内線 3818)

(ダイヤルイン 086-228-0950)

- (2) 連絡を受けた学部運営事務部から下記の部署へ連絡する。

正門インフォメーション室 (内線 2101)

(ダイヤルイン 086-256-8439)

庶務部 (内線 1122、1123、1124)

(ダイヤルイン 086-256-8431)

時間外および休日の場合

- (1) 発見者は、状況により直接下記の業者へ連絡するか、連絡がつかなければ正門インフォメーション室へ連絡する。

ガス：大和マルキガス株式会社 (086-225-3611)

電気：有限会社明電エンタープライズ (086-228-0349)

水道：大本組 (内線 3818)

(ダイヤルイン 086-228-0950)

正門インフォメーション室 (内線 2101)

(ダイヤルイン 086-256-8439)

勤務時間外における建物管理

1. 時間外の研究室・実験室等の使用について

研究室・実験室等を時間外使用する場合は、「時間外使用届」はガードマンの建物点検で必要なため必ず提出が必要となる。平日の午後9時以降に使用する場合は、当日の午後4時までに、各学部運営事務部に提出する。また、土曜日、日曜日及び祝日に使用する場合は、休日の前日までに提出する。

【提出窓口】

- A 1号館 1階学部運営事務部
- C 2号館 1階学部運営事務部分室
- C 8号館 1階学部運営事務部分室

【提出対象】

1. 平日の午後9時以降に使用する場合。
2. 土、日、祝日に使用する場合。

2. A 3号館、B 3号館、C 2号館の入館について

下記の時間帯にはカードが必要となる。

- 平日の夜間 ： 午後9時～午前7時
- 土曜日、日曜日及び祝日

※ カードの登録について

教職員は職員証、学部学生・大学院生は学生証が入館カードとなり、入館に際しては登録が必要である。指導教員は登録を必要とする学生を各学部運営事務部に申し出る。

緊急避難場所

平成 31 年 3 月

ブロック	建物名	屋外避難場所	屋内避難場所
A	スカイテラス	ロータリー広場 津島東研修館北バイク置場 スカイテラス 1 F・屋上 A 3 号館周辺 芝生広場	A 1 号館 1 F 多目的ホール A 3 号館 1 F 学生ホール スカイテラス 1 F 学生ホール
	50 周年記念館		
	本部棟		
	本部棟新館		
	A 1 号館		
	A 2 号館		
	A 3 号館		
	A 4 号館		
	A 5 号館		
B	B 1 号館	アイソトープ棟前 B 3 号館東側広場	B 4 号館 2 F 講義室 B 5 号館 B 1 ～ 2 F 講義室
	B 2 号館		
	B 3 号館		
	B 4 号館		
	B 5 号館		
	B 6 号館		
	B 7 号館		
	B 8 号館		
	構造実験室		
	保存科学棟		
	R I 実験施設		
C・D	C 1 号館	C 1 号館周辺 C 2 号館周辺 C 3 号館周辺 東門バス停 高校グラウンド	C 1 号館 1 F 学生控室 2 F トレーニングルーム 7 F 学生情報コーナー 8 F ロビー C 2 号館 1 F ホール・ 講義室・2 F 講義室 C 3 号館 1 F ピロティー・ホール 第 2 体育館 1 F ～ 3 F
	C 2 号館		
	C 3 号館		
	C 4 号館		
	C 5 号館		
	C 6 号館		
	C 7 号館		
	C 8 号館		
	C 9 号館		
	D 1 号館		
	D 2 号館		
	D 3 号館		
	D 4 号館		



■マークの説明

マーク	マーク説明	建物名称
	屋外緊急時避難所	ロータリー広場、芝生広場、A3号館周辺、B3号館東、C1号館周辺、C2号館周辺、C3号館東、津島東研修館北バイク置き場、アイソープ棟前、高校グラウンド、スカイテラス（学生広場）、東門バス停、笹ヶ瀬キャンパスグラウンド
	屋内避難建物	スカイテラス（学生ホール）、A1号館、A3号館、B4号館、B5号館、C1号館、C2号館、C3号館、第2体育館、50周年記念館
	AED	正門インフォメーション室、A1号館1階・4階、C1号館6階、C2号館1階、C8号館1階、加計記念体育館、森山学舎
	緊急シャワー	A1号館3階～8階、A3号館3階～6階、B1号館1階～3階、B2号館2階、B6号館2階
	担架	A1号館1階、A5号館4階、B5号館2階、本部棟新館
	緊急車椅子	正門インフォメーション室、A1号館1階、C1号館6階、C2号館1階
	防災工具セット	正門インフォメーション室、A1号館1階・4階・9階・10階、A2号館1階、B2号館1階、B5号館2階、C1号館7階、C2号館1階、C3号館1階、本部棟新館、加計記念体育館

最新の防災情報はこちら（登録をしてください）

- 検索サイト
岡山県 防災 で検索 [おかやま防災情報メール] を選択
- URLを入力
<http://www.bousai.pref.okayama.jp/bousai/> を入力
- QRコード
携帯電話の場合は、右のQRコードを読み取っても接続できます。

■障害者用トイレ、救命用品等設置場所

建物名称	エレベーター	障がい者用トイレ	防災工具	火災報知機	AED
正門インフォメーション			1F	1F	1F
A1号館	○	1F～8F 10F, 11F	1F・4F 9F・10F	1F	1F・4F
A2号館	○		1F	1F	
A3号館	○			2F	
A4号館				1F	
A5号館		4F		4F	
B1号館	○			1F	
B2号館			1F	2F	
B3号館	○			3F	
B5号館		2F	2F	2F	
B6号館				3F	
B8号館				2F	
C1号館	○	1F～8F	7F	6F	6F
C2号館	○	1F	1F	1F	1F
C3号館					
C4号館					
C5号館					
C7号館	○	1F～5F			
C8号館					
D2号館					
D3号館	○	1F～5F			
D4号館	○				
本部棟新館	○		1F		
森山学舎					
アイソープ実験施設					
工学実習棟					
スカイテラス					
クラブハウス半田山					
加計記念体育館		1F	1F	1F	1F

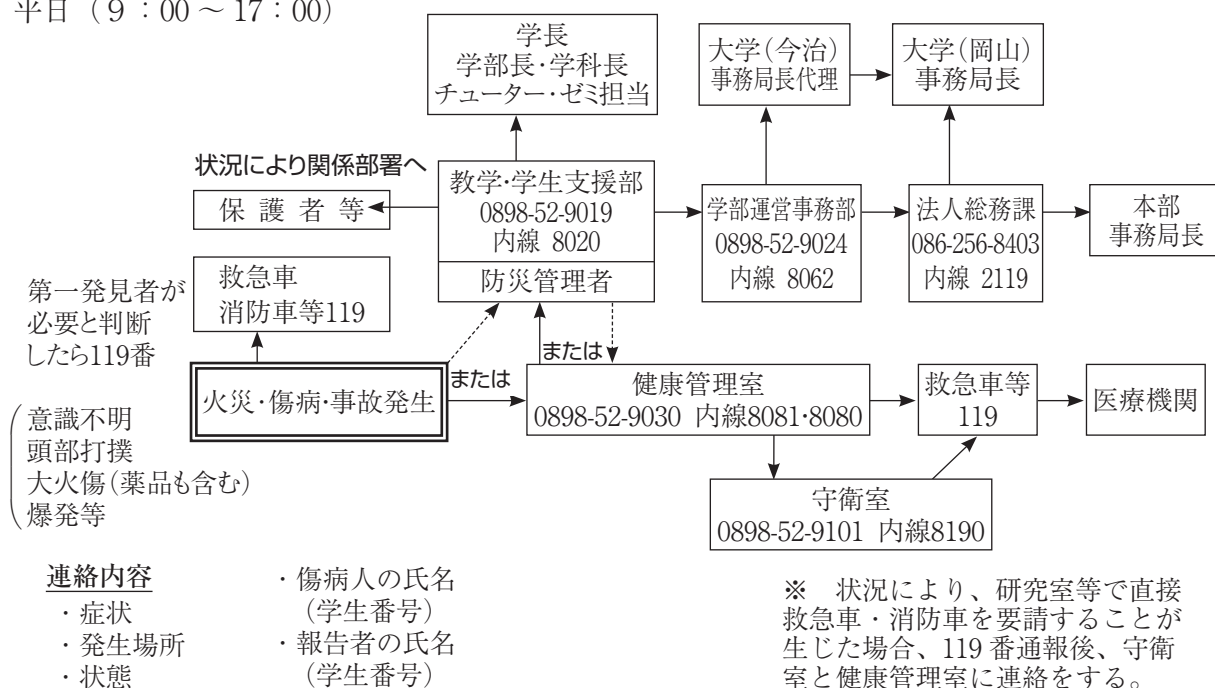
火災・事故発生時の緊急連絡体制

1. 火災・傷病・事故

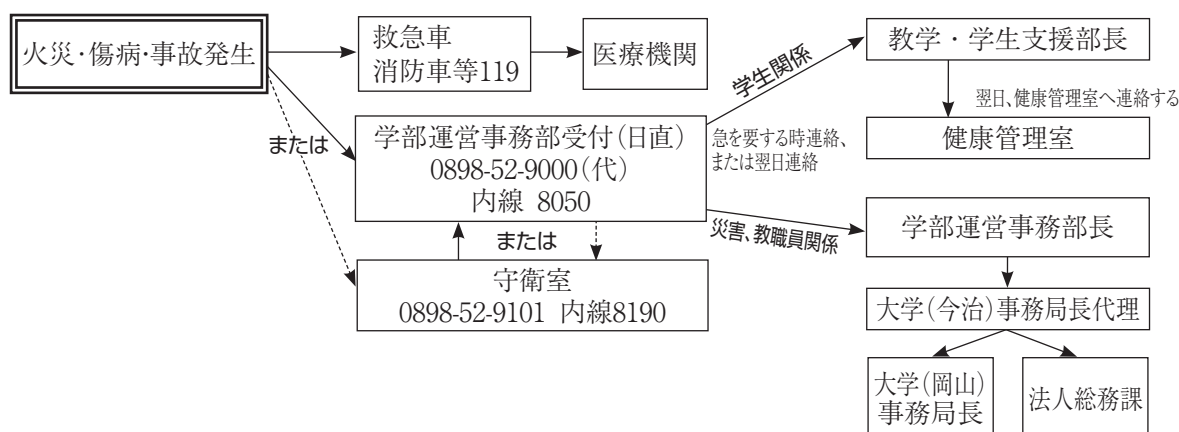
火災について直接発見あるいは自動火災報知機の鳴動によって知った場合は、通報、初期消火および避難誘導を素早く、的確に、安全に行う。

ただし、けが人や逃げ遅れた人がいれば最優先に対応する。

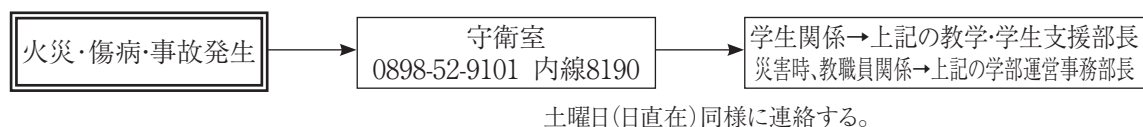
平日（9：00～17：00）



土曜日（日直在9：00～17：00）



休日・夜間（平日17:00以降、日直不在時の休日含む）



◎救急車はこんなときに呼びます

火事や地震で負傷者がでたとき

ガス中毒、大やけど、大出血のとき

以下のような急病のとき

- ・呼吸や脈が止まっていたり、不規則で弱く状態が悪いとき
- ・意識がなかったり、けいれんをおこしてなかなか治まらないとき
- ・頭痛、腹痛、胸痛などが特に強そうなとき
- ・見るからに息苦しそうなとき
- ・全身状態が悪いなど明らかに重傷と判断されるとき

◎救急車要請

「119」

救急車をお願いします

今治市いこいの丘 1 - 3

岡山理科大学 今治キャンパス ○○棟です

いつ だれが どこで どうなった

◎同時に守衛室へ連絡

救急車を要請しました 場所は○○棟○階です

救急車のサイレンが聞こえたら誘導に出る

◎ AED（自動体外式除細動器）の設置場所について

AED とは心肺停止状態になった傷病者を蘇生し、救命効果を向上させる器材で、構内では正門守衛室及び管理棟 1 階、獣医学部棟 2 階、獣医学教育病院棟 1 階、体育館 1 階・クラブハウス 1 階に設置しています。

◎現場に到着した救急隊員に次のようなことを連絡する

救急隊員が到着するまでの容体の変化

傷病者のためにおこなった応急手当の内容

持病があればその病名かかりつけの病院及び主治医名

◎必ず病院まで誰か同行する

同行者は大学へ搬送先の病院名を救急隊員から聞き大学へ連絡する

その後、容体等の様子が分かり次第大学へ連絡をする

◎心の悩みの相談で緊急を要するとき（電話・来室等）

電話をかけてきた人、相談にきた人と連絡がとれるように、電話番号を聞くなどの対応をしておくこと

2. その他の事故 (ガス漏れ, 電気, 水漏れなど)

平日勤務時間内 9:00～17:00 の場合

- (1) 発見者は、状況により学部運営事務部または、教学・学生支援部に連絡するか、
守衛室に連絡する。

管理棟 学部運営事務部 (内線 8062、8061)

管理棟 教学・学生支援部 (内線 8020、8027)

(ダイヤルイン 代表0898-52-9000)

時間外および休日の場合

- (1) 発見者は、守衛室に連絡する。(ダイヤルイン 代表 0898-52-9000)

勤務時間外における建物管理

1. 時間外の研究室・実験室等の使用について

学生が研究室・実験室等を時間外使用する場合は、「時間外使用届」の提出が必要となる。
平日の午後9時以降に使用する場合は、当日の午後4時までに、学部運営支援課に提出する。
また、土曜日、日曜日及び祝日に使用する場合は、休日の前日までに提出する。

【提出窓口】

管理棟1階学部運営支援課

【提出対象】

1. 平日の午後9時以降に使用する場合。
2. 土、日、祝日に使用する場合。

2. 学部棟、獣医学教育病院棟の入館について

該当箇所についてはカードが必要となる。

※ カードの登録について

教職員は職員証、学部学生・大学院生は学生証が入館カードとなり、入館に際しては登録が必要である。指導教員は登録を必要とする学生を学部運営支援課に申請する。

緊 急 避 難 場 所

平成 31 年 3 月

建物名	屋外避難場所	屋内避難場所
管理棟 獣医学部棟 大講義棟	バスロータリー広場 管理棟玄関広場 大講義棟北側広場	管理棟1階会議室 管理棟2階食堂及び東側テラス 獣医学部棟2階スチューデント・コモンズ 獣医学部棟3階学生控えホール 大講義棟
獣医学教育病院棟 大動物実習施設棟	獣医学教育病院駐車場	獣医学教育病院棟 3 階学生室 1・2 獣医学教育病院棟 3 階学生室 3
教職員駐車場	屋外駐車場	
体育館 クラブハウス	グラウンド クラブハウス駐車場	体育館 1 階～ 2 階



■マークの説明

マーク	マーク説明	建物名称
	屋外緊急時避難所	バスロータリー広場、管理棟玄関広場、大講義棟北側広場、獣医学教育病院棟駐車場、教職員駐車場、グラウンド、クラブハウス駐車場
	屋内避難建物	管理棟1階会議室、管理棟2階食堂及び東側テラス、大講義棟、獣医学部2階スチューデント・コモンズ、獣医学教育病院棟3階学生室1・2、獣医学教育病院棟4階学生室3、体育館1階～2階
	AED	管理棟1階（健康管理室前）、獣医学部棟2階（ホール）、獣医学教育病院棟1階（受付） 体育館1階（管理室横）、クラブハウス1階、守衛室
	緊急シャワー	獣医学部棟4階～6階、病院棟3階
	担架	管理棟1階（健康管理室前）、体育館1階
	緊急車椅子	守衛室、管理棟1階（健康管理室）、獣医学部棟2階、体育館1階

■障害者トイレ、救命用品等設置場所

建物名称	エレベーター	障がい者用トイレ	火災報知器	
管理棟	○	1階、3階、4階	受信機 1階	1階
獣医学部棟	○	1階～7階		2階
獣医学教育病院棟	○	1階～4階	受信機 1階	1階
体育館	○	1階	受信機 1階	1階
クラブハウス				1階
守衛室				1階
大講義棟		1階		

火災発生時の活動要領

- 1 火災の発生を知る
 - (1) 火災を直接発見する。
 - (2) 火災を自動火災報知機の鳴動によって知る。
出火場所 何階で鳴動しているか、火災報知器受信機で確認する。
 - (3) 非常放送によって知る。
- 2 火災初期活動の3原則
通報、初期消火、避難誘導の3つ。これを早く、的確に、安全に行う。但し怪我人や逃げ遅れた人がいれば最優先に対応する。
- 3 自衛消防隊長の役割
隊長は隊員を有効に活動させるため、様々な指揮（指示や命令）を行う。特に、隊員の行動（通報、初期消火、避難誘導の任務分担）を迅速に決定し命令する。自分がパニックにならないよう冷静にしっかりと声を出し指揮する。
- 4 通報連絡班
 - (1) 関係先の連絡(岡山キャンパス1～4ページ参照)、(今治キャンパス8～10ページ参照)
 - (2) 119番通報
岡山理科大学の ○号館○棟の ○階建の○階が燃えている。怪我人がいれば救急車の要請、消防隊が学園到着後は警備員が誘導。
 - (3) 非常放送の活用
※自動火災報知機の鳴動場所又は出火場所は○階を知らせる。直ちに避難する。
尚エレベーターは絶対に使用しない。
※自衛消防隊の召集。
- 5 消火班
 - (1) 放射、放水は炎ではなく、燃えているものにかける。
 - (2) 消火器の使用限度は、火が天井に延焼するまで。
 - (3) 屋内消火栓にも限度があるから効果がないまたは危険と判断したら避難する。
 - (4) 延焼が及ぶ範囲が予測しにくいいため、周囲の状況に注意し退路を確保しておく。
- 6 避難誘導班
 - (1) 出火階及び出火階から上階に人を配し、在室者に避難を呼びかける。有効な避難階段を判断し、階段口に人を配置し誘導する。
 - (2) 退室の際の出入り口のドアは必ず閉める。避難場所は一義的には、出火階のすぐ下の階は安全、その後、地上に避難する。
 - (3) すべての場所を見落としのないよう逃げ遅れ者の確認をする。
 - (4) 避難終了後は、人員の確認をして隊長に報告する。
- 7 搬出班
非常持出し品（重要書類等）は早急に持出しできるように工夫をする。
設置場所、搬出場所の把握。
- 8 救助救護班
 - (1) 怪我人がいれば安全な場所に搬送、応急手当の実施、岡山キャンパス 健康管理センターに連絡、今治キャンパス 健康管理室に連絡、救急車の要請
担架設置場所：岡山キャンパス 7ページ参照、今治キャンパス 13ページ参照。
車椅子設置場所：岡山キャンパス 7ページ参照、今治キャンパス 13ページ参照。
 - (2) 状況に応じ防火戸を閉鎖し煙の流入を遮断する。

第1章 安全についての心得

第1節 はじめに

安全の基本は実験室等の整理・整頓・清掃といわれている。実験室等で起こった災害では、整理・整頓の悪いことが原因となっている場合が多い。また、よく整理・整頓された実験室等は、気持ちよく仕事もはかどるものである。

また、実験装置や実験器具等の構造や機能・性能を良く理解し、操作方法を習練するとともに、大切に使用することは実験室等の安全に繋がる。どんな些細な事でも、不審な点や分からない事があったら教職員や周りの人に尋ねること。勝手な判断や早合点はケガのもととなるので十分注意すべきである。

第2節 防火と消火について

2.1 火災について

一般に、火災が一度発生すると、人身事故につながる危険性が高く、建物や設備にも大損害をもたらす事となる。火気を不用意に扱ったり、燃料や設備器具の取り扱いを知らなかったり、また、知っていてもその通りにしなかったために、引き起こした火災の例は非常に多い。今までに、実験室等で火災が発生し、建物や実験器具・機械設備はもとより、長年苦勞して作成した研究データ等をも、一瞬にして灰にしてしまったという残念な例が数多く報告されている。これらの火災を繰り返し発生させないためにも、日頃から十分注意し、自分の職場または実験室から絶対に火災を発生させない責任を負わなければならない。

2.2 火災をおこさないためには

〔空気〕・〔熱〕・〔可燃物〕は、火災の三要素である。従って、火災をおこさないためにも、消火する場合にも、この3つの要素の一つを取り除けば良い事を覚えておく必要がある。例えば、ガsstoveの栓を閉じると可燃物であるガスの供給が無くなり火が消える。また、燃えている油缶に金属製の蓋をすると酸素の供給が断たれて火が消える。更に燃えているものに水（油等を除く）を掛けるか又は濡れた布などをかぶせると、発火点以下に冷却されて火は消えるのである。

2.3 火災予防

火災予防の為に次の心得を守らなければならない。

- (1) 「火気厳禁」の表示のある場所で、火気を使用してはならない。
- (2) 指定数量を超える危険物を実験室に置かない。
- (3) 実験室内は、どこで事故が起こっても全員が廊下に退避できるように装置類の配置場所を考慮し、常に安全な出口を確保する。
- (4) ゴム管、塩ビ管は、完全なものを使用し（折曲げて亀裂のはいるものは不可）脱落や電気コードとの接触に注意する。
- (5) スイッチ、ヒューズ及び電気コードは、規格品を用い、タコ足配線にしたり、床に垂れ

下がる配線をしない。

- (6) 火気使用器具は、不燃性の台の上に置き、破損、ガラス器具の傷等は、実験前に必ず点検する。
- (7) 熱源の近くに引火性、可燃性の物質を置かない事は勿論、室内は常に整理しておく。
- (8) 可燃性の溶剤は、必要な量のみを小出しにして使用する事。これらの量の大小が事故の拡大、避難の容易さの決定的要因になる事が多い。
- (9) 未知の点が多く危険を伴うような実験は、夜間を避けるとともに一人だけでは実験しない。
- (10) 実験室の整理・清掃に日頃から心掛け、雑然としたところでの実験は避ける。
- (11) 退室時は、職場内を点検し、火気の始末、電気器具の電源コードの抜き取り、戸締り、消灯等を確認した上で退室する。
- (12) 火災発生、又は爆発などの恐れがある箇所を発見したときは、初期消火等の臨機の措置を講ずる。
- (13) 消火器・消火栓・配電盤及び分電盤等の設置場所は、必ず操作に必要な空間を保ち、傷害となる物品を置かない。
- (14) 喫煙については次の点に留意する。(喫煙所を減らしています)
 - ・ 仕事中のくわえタバコ及び歩行中の喫煙はしない。
 - ・ 置きタバコはしない。
 - ・ 喫煙は灰皿設備のある場所で行う。灰皿設備の無い場所や禁煙表示のある場所では喫煙しない。灰皿の中に紙屑など燃えるものは入れない。
 - ・ 灰皿の周囲には、紙など燃えやすいものを散乱させない。
 - ・ 喫煙用灰皿は、退室等の際に吸殻の後始末をする。
 - ・ タバコの吸殻の後始末をするときは、水をかけるなどして火が完全に消えていることを確認する。

2.4 火災が起こったときの処置

- (1) 火災の発生状況を確認し、「火事だ!」と叫ぶと共に、火災報知器などがあれば発信機ボタンを押し、周囲の人たちに知らせる。
- (2) 消防署(119番)に通報すると共に、本冊子裏表紙に記載されている所に連絡する。
- (3) 消火器や屋内消火栓で初期消火する。
正確にすばやく操作すれば初期の火災は容易に消せる。
また、消火器での消火が困難と思われる場合は、屋内消火栓を操作しての消火も有効であり、日頃から設置してある場所(通路・廊下)を把握しておくと共に使い方もよく知っておく必要がある。
- (4) 電気、ガス源は切る。周囲の燃えやすい物は早く取り除く。
- (5) 被服に着火したら、非常用シャワーを設置しているところは使用する。それがなければ、手又は有り合わせの物でもみ消すか、近くの水をかぶる。更に、廊下などにころげてもみ消すのも良い。

- (6) ドラフト内での火災は、上方への火災の拡大と消火の効果からいって、換気を止めるのがよい。ただし、煙、有毒ガスの発生を伴う場合等の状況によっては、換気を続けた方が良く、その判断は、爆発物質及び状況を良く確認の上で決める。
- (7) 可燃性ガスボンベの噴出により発火が起これば、消火はしないで出来るだけ周囲の可燃物を除去するように努める。
- (8) 発火を伴わないで可燃性ガスが噴出した場合は、なるべく離れた位置で電源を切る等、着火源を除き、次に窓を開けて換気をはかり、出来れば噴出口を塞ぐように努める。
- (9) 有毒ガスの発生を伴う恐れのある場合には、消火にあたって防毒具をつけるか、少なくとも風上側により消火に努める。

2.5 爆発が起こったときの処置

- (1) 付近に居る人が被害を受ける可能性が大きいので、負傷者の救護をまず心掛ける。
- (2) 爆発を起こした装置は、直ちに危険の無い状態にする。それが困難で引き続き爆発の危険性がある時は早めに避難する。
- (3) 爆風、飛散物による破壊のため、付近で二次的な事故が起こる恐れがあるので、爆発した装置だけでなく、付近も点検する。
- (4) 爆風によって火災報知機が作動したときまたは爆発によって火災が発生したときは、「火災が起こったときの処置」に準じて行動する。

2.6 消火器の種類と使用法

消火器は火災の程度、燃焼物の種類、周囲の状況によって適切なものを使用しなければならない。特に、実験室のちょっとした火災では、消火剤による被害を考えて次の順序で用いることが望ましい。

炭酸ガス消火器 → 粉末消火器 → 泡消火器

(1) 炭酸ガス消火器（油・電気火災）

有機溶剤の引火や電気による火災の初期に有効で消火後の被害も少ない。有機溶媒による、ある程度広範囲の火災の場合はあまり効果がない。（一方を消火しても、もう一方を消火すると既に消火していたところが再燃する。）

- 1) 安全栓を抜き左手でレバーを、右手で握り手を持つ。
- 2) ホーンを火点のそばに出来るだけ近づけてレバーを引く。

(2) 粉末消火器（一般火災・油・電気火災用）

小火災から大火災にも用いる。使用後粉末を清掃すれば機材の損傷は軽微である。

- 1) 安全栓を抜き、ホースを外しノズルを火元に向ける。レバーを強く握ると噴射する。
- 2) 使用した消火器は粉末薬剤を交換することとなる。

(3) 泡消火器（一般火災・油火災用）

火災がひろがった時に用いる。使用後かなり汚れるので小さな火災の時には用いない。

- 1) 起動ボタンを押す（火災報知器の発信ボタンと間違えないようにする）。

- 2) ホースを伸ばす。
- 3) バルブを開ける。

2.7 避難

- (1) 火災又はガスの発生が、初期消火の手段では手に負えないと判断された時は、速やかに安全な場所に避難する。
- (2) 消火器で消火できる火災の限界は、その時の状況によるが、壁の内装材が燃えている程度までであって、天井が燃え始めると消火は難しいので速やかに避難する。
- (3) 部屋を退出する場合は、ガス源、電源、危険物の処理を行った後、内部に人が居ない事を確認して、出口の扉を閉める。
- (4) 廊下における避難路の選択は、アナウンスなどの情報がない場合、煙の動きを見て風上に逃げる。室内での煙の速度は、縦方向は3～4m/sec、横方向は0.5～0.8m/secあるので熟知しておく必要がある。
- (5) 階段は、煙の通路になり危険が多い。平常から避難経路を考え、建物の構造等を良く調べておく必要がある。
- (6) 煙が多い場合は、手拭い等を口に当て、低い姿勢で避難する。煙が床まで下がるにはかなりの時間がかかる。
- (7) 非常階段、非常梯子その他が使用できない緊急の場合は、窓を開けて大声で助けを呼ぶ。
- (8) 屋上は、比較的安全な避難場所と考えられる。
- (9) 廊下の防火扉は、必ず内側に人のいない事を確かめてから閉める。

2.8 夜間の通報連絡

昼間と同じ手順で初期消火を行うが、人手が少ないので、日頃から指導教員の在室時と不在時の場合を考えて対処しなければならない。また、岡山キャンパス1ページ、今治キャンパス9ページを参照にインフォメーション室への連絡方法を把握しておくこと。

火災が発生したときは、落ち着いて電話で「119番」に、火災の発生場所（建物の所在地）とその建物名、電話番号等を的確に報告する。

第3節 地震対策

3.1 地震の知識

地震が起きる原因については、かなり良く分かってきたが

- (1) 現在地震の予知技術は、確実な予知をする段階になっていない。
- (2) いわゆる直下型地震は、その地域内陸の直下の浅いところに震源を持ち、規模は小さくても、その真上では下から突き上げるような上下動と激しい水平動が入り交じってものすごい振動となり、局部的ではあっても甚大な被害に見舞われる事がある。
- (3) 過密都市に直下型地震が起こったら社会的混乱等の予測しきれない様々な惨事が生ずる恐れがあると心配されている。

3.2 地震にそなえて

本学でも、自主防災体制の設置を進めると共に、防災教育・訓練を行い定期的に次のような点検を行う必要がある。

- (1) 建物やブロック塀の転倒や看板などの落下する危険性はないか。
- (2) 危険物は正しく保管されているか。
- (3) 非常作業用資機材・救急薬品・非常食等が揃っているか。
- (4) 消火器や避難設備・放送設備は、いつも有効に使えるようにしてあるか。
- (5) 液体燃料を使う設備の安全装置は正しく作動するか。
- (6) ボンベ及び爆発その他危険性のある装置は、転倒しないように十分な強度を持った固定がなされているか。
- (7) 実験機械・装置等の固定及び配管、配線類がはずれる事がないように十分な強度を持った固定がなされているか。
- (8) アスタイル・ビニールタイルの床上では金庫等のような重量物が地震の加速度で移動しないように固定されているか。

(1) 薬品

薬品瓶は、ロック機能を備えたスチール棚に保管するのが望ましい。上下に重ねず、一体式の棚を使用する。小さな棚は、ドラフトの下におく。薬品棚は、壁に密着させ、なげしなどを利用して頑丈に固定する。やむを得ず実験台に薬品棚を設置するときは、上部に橋を渡して各実験台の薬品棚を相互に連結するとか、フレームでしっかりと固定する。

(2) ボンベ

強震の場合は、ボンベ固定の鎖が根元から抜けたり、ボンベ支持台ごと転倒する。鎖で固定する場合には、頭部に近い1ヵ所だけでなく、中腹部に鉄製ベルトを巻き固定する。鎖はコンクリート壁に埋め込んだ止め金につなぎ、ボンベと壁との間に遊びがないように密着させてしぼる。数本のボンベをまとめて固定せずに1本ずつ強く固定する。

(3) ガラス器具と試料

蒸留など使用中のガラス器具は、しっかりと実験台あるいは建物に固定したフレームに組み込まなければならない。棚に保管しておく場合も、薬品の場合と同様に、引き戸のある棚にいれ、隙間の無いようにパッキングしておく。棚板と戸との間にスペースがないように、幅広い棚板を用いる。薬品棚と同じく、使用後は必ず引き戸をしめておく。

3.3 警戒警報が発令されたら

- (1) テレビやラジオで正しい情報を得る。
- (2) 消防署などの防災機関の広報に注意する。
- (3) 火を使う場合は最小限にとどめいつでも消せるようにする。
- (4) 電熱器等のコンセントは抜く。
- (5) 石油ストーブや炭火等すぐ消せないものは使わない。
- (6) 消火器や屋内消火栓は、いつでも使えるようにする。

3.4 地震！！その時どうするか

地震を感じたら、第一に地震の大きさ、強さを判断することが必要であると思われる。

(1) グラツときたら 火の始末

地震の強いときは、「火を消せ！！」と声を掛け合い、できる限り装置類の運転を停止又は停止の手順を手早く行い、可能な限り実験等は中止し、火を消し、ボンベを閉める等、火を出したり、危険なガスが流出したりすることのないように処置を講ずる。

主要動が始まってからは、そのような始末は困難であり、自分の身の安全を考えるのに精一杯となる。特に、停電した場合を考えて、緊急遮断できない装置類は、早めにその準備にかかる必要がある。また、掛け声は、本人はもちろんのこと地震でおびえている人々が忘れている「火を消す」という行動意識を呼び起こす役目も果たすこととなるのである。

(2) 身体を安全な場所に！！

身体を安全な場所によせること、特に地震が大きいと感じたとき又は危険を伴う作業中では、すばやく作業から離れ、身の安全を第一に考えて行動をするべきである。

鉄筋コンクリートの建物内にいるときは、危険物のない広いスペースを探し、そこにいる方がよい。スチール家具、本棚等は倒れることがあるので身をよせない。上からの落下物に注意し、机の下にすることは安全である。プラスチックタイル張りの部屋は、家具類がすべり動くことがあるので注意する。特に重量物は、平素動かすのに大変だが、地震時には、簡単に動き出すので、壁等の間にはさまれると身動きできなくなるから十分注意する。

あわてて外へ飛び出すと、窓ガラスの破片等が落ちてきたり、ブロック塀等が倒れる。段差のあるところでは転んだり踏み外す等で、ケガをすることもあるので、日頃から気を付ける。

(3) 強い揺れが数分間続くこともある

東南海・南海地震のような海溝型地震では、強い揺れが数分続くこともあるので注意が必要である。

テレビ又はラジオ等で、正しい情報に耳を傾けることが大切である。

●緊急速報（エリア）メール

災害が発生する恐れがある場合などの緊急時には、各市、気象庁及び消防庁から、一定の区域に存在する携帯電話等に災害・避難情報が一斉配信されます。

(4) 火が出たら すばやく消火！！

日本の大地震では、やはり火災が恐ろしい。大学でも火災には、特に注意を要する。まして、研究室等から出火の可能性が大であることは、過去の火災件数から見ても明らかである。

地震による火災のときは、学内外ともに火災が多発し、消火力が集中できなくなるので、出来るだけ初期消火に努めることが大事である。

この時期には、余震はまだまだ続いていると思われるが、本震よりも強いものはまずないと考えてよく、消火に努めることが最も重要である。

(5) 避難について

建物内の火災が大火になった場合には、建物外に避難することとなるが、あわてて飛び出さない方がよい。

一人一人が冷静になって、的確な情報をもとに行動したり互いに助け合えば、ケガなどの被害はかなり軽減できる。(夜間は、懐中電灯などで合図するとよい。)

なお、地震等発生時の避難場所は巻頭岡山キャンパス6～7ページ、今治キャンパス12～13ページの「緊急避難場所」を参照。

ただし、災害状況により避難路等も変えざる得ないこともあるので、日頃から複数の避難場所、避難経路を念頭に置いておくことが大切である。

また、一斉に避難すると避難路が少ないうえに狭隘であるため、混乱を招くことから、建物の耐震性・火災発生・危険物やガスの漏出など、緊急性のある建物からの非難を優先するよう心がけること。

第4節 ケガの応急処置

4.1 人身事故が起こったら

学内で事故にあったとき又はその場に遭遇したときは、2ページを参考に健康管理センターに連絡するか、「119」番で救急車を呼ぶ。

慌てずその状況を的確に判断し、できるだけ可能な応急手当等を施す。

●救急電話のかけ方●

- ① 局番なしの119
- ② つながったら、「救急です。」
- ③ 事故の場所(住所)を告げる。
- ④ 「誰が」「いつ」「どこで」「どういうふうに」「どうなったか」等事故の状況を知らせる。
- ⑤ 傷病者の人数を知らせる。
- ⑥ これまでの応急処置を報告し、次に何をしたら良いか指示を仰ぐ。

●救急車を出迎えて、誘導すること。

(夜間は、懐中電灯などで合図するとよい。)

4.2 救急処置

(1) 傷病者の見方

【大急ぎでまず次の①～③を調べる。】

① 大出血があるかどうか

勢いよく血が出て、止まらないような出血を指す。

大出血があれば → 直ぐに止血 (後述の止血法を参照)

② 意識があるかどうか

耳元で傷病者の名前を呼んでみる。

- ・体を揺り動かしたりすると症状を悪化させるので、注意。
- ・意識がないのは、脳に何らかの異変も考えられる。(後述の顔色はどうか参照)

意識がなければ → ③④⑤⑥の確認

(後述の気道確保及び AED の利用を参照)

③ 呼吸しているかどうか

胸とお腹の動きをみて普段どおりの呼吸をしているか 10 秒以内で確認する。

しゃくりあげるような不規則な呼吸の場合は普段どおりの呼吸とはみなしません。

分かりにくいときは、傷病者の口や鼻に自分のほおを近づけて、呼気が触れるかどうか確かめる。

呼吸していない → 直ぐに人工呼吸及び A E D の利用

(後述の人工呼吸法及び AED の利用を参照)

④ 脈は触れるかどうか

- ・手首、分かりにくいときは、頸動脈（のどぼとけの左右 2.5 ～ 3 センチ）が一番触れやすい。
- ・脈が触れないときは、血圧が非常に下がっているか、心臓が止まっているとき。

⑤ 瞳孔（ひとみ、黒瞳）は正常か

正常なときは瞳孔が収縮する。

- ・意識がなく瞳孔が大きく開いたまま → 死が迫っている。
- ・左右の瞳孔の大きさが異なる → 脳の異変。

⑥ 顔色はどうか

- ・青白く、皮膚（特にくちびる）や爪が暗紫色

チアノーゼといい、呼吸や心臓が止まりかけているなど危険な状態。

- ・皮膚が白く、冷たく湿った感じ

大出血（内出血の場合もある）や心臓発作などによるショック状態や脳貧血の時。

- ・皮膚が赤みを帯びる

血圧が高いことを示す。(一酸化炭素中毒、熱中症など)

⑦ 手足の位置は正常かどうか

- ・普通ではできない姿勢
- ・手足が力なくぶらんとしている → 骨折や神経マヒの可能性

(2) 出血多量の手当

【応急手当】

止血をしたら、その部位を高くして寝かせ、毛布などに包んで保温する。

- ・頭や胸をケガしたときは、顔色が青くても足を高くしない。
- ・出血多量のときは、寒がっても保温はしても加温してはならない。
- ・飲み物を欲しがすが、意識が不明瞭な時は決して与えてはいけない。

【止血法】**① 直接圧迫止血法 《最も基本的で確実な方法》**

できるだけきれいな布（ガーゼやハンカチなど）で傷口を直接強く押さえるか、強めに包帯をし、出血部分を心臓より高くする。（直接血液に触れないように、ゴム手袋・ナイロン袋等で処置する。）

② 間接圧迫止血法

直接圧迫をするための布がなかった場合、傷口より心臓に近い動脈の止血点を、手や指で圧迫して止血する。

③ 止血帯

手足の止血で、直接・間接圧迫止血ができない（例えば切断など）場合だけ、止血帯を使う。止血帯をかけた部位から先は、壊死するおそれがあるので、むやみに止血帯を使わない。

- ・止血ができたなら、それ以上きつく締めない。
- ・止血帯は、できるだけ幅5センチくらいのものにする。
- ・傷口から心臓よりに3センチほど健康な皮膚を残した位置で締める。
- ・止血帯をかけた上は覆わずに、止血時間を書いた札をつける。
- ・止血帯の締めた方が緩いと静脈のみを止め、動脈を止血できないのでうっ血状態となり、かえって出血を増すので、末端の脈が消失する程度とする。

表 1 - 1 間接圧迫止血法による止血点

傷の位置	止血点
ひたい・こめかみ	耳の中央部の前 0.4 ～ 0.5 センチの点
後頭部	耳の中央部の後 0.8 ～ 1.0 センチの点
顔面下部（顎）	下顎の角から前の方に約 1.0 センチの点
顎の上部	鎖骨の中央部で顎の方に約 1.2 ～ 1.5 センチの点
腋（肩・上腕の上部）	鎖骨の上方でその中央より内方のところで第一肋骨に向かって強く押さえること。
上腕又は前腕	上腕の内側で（力コブのできる内側）骨に向かって強く圧すること。（前腕の場合肘内側の中央部で押さえる）
指	指のつけ根に近いところで両側から押さえること。
大腿	股関節の部分にあたる外上から内下に走る骨盤と大腿との境の線の中央やや内側
下腿	膝関節の背面の中央部
趾	足指のつけ根に近く両側にある。

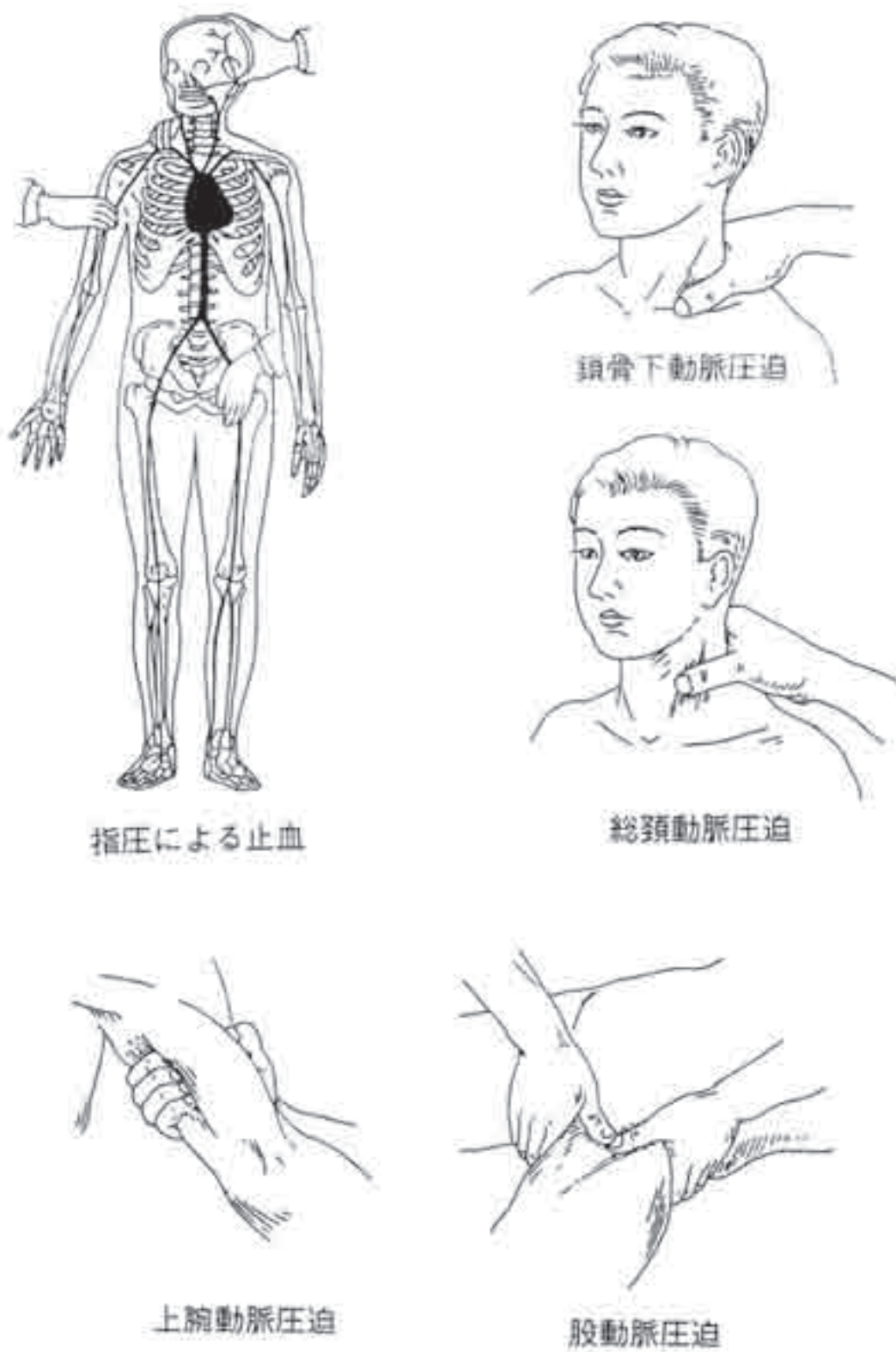


図1-1 代表的な止血点と止血の方法

(3) 意識不明のとき

意識を失うと、舌根がのどの奥に落ち込んで気道をふさいで、呼吸ができないために死ぬことが多い。

【応急手当】

① 気道確保の体位をとる

下あごを前に突き出して、のどを伸ばす姿勢をとらせる。

② まぶたを閉じさせる

意識不明でまぶたを開けていると失明することがあるので、閉じさせる。

③ 嘔吐に注意する

嘔吐したら、必ず顔を横に向け、吐いたものがのどに落ち込まないようにし、口の中に入っているものは、指にハンカチなどを巻いて、かき出しておく。

【気道確保】（図1－2）

① 気道確保が必要なとき

- ・ 意識不明のとき： 気道確保だけで呼吸が正常になることが多い。
- ・ 呼吸停止のとき： 人工呼吸の前には、必ず気道を確保しないと効果がない。
- ・ 呼吸困難なとき： 気道確保だけで呼吸が正常になることが多い。

② 気道確保の方法

- ・ 仰向けに倒れたとき

一方の手を額に当て、他方の手の人差指と中指の2本をあご先（骨のある硬い部分）に当てて、頭を後ろにのけぞらせ（頭部後屈）、あご先を上げる（あご先拳出）。

- ・ うつ伏せに倒れたとき

片側を起こし（なるべく左側を上）、頭を反らしてあごを上押し上げ、のどを伸ばす。

- ・ 首の骨（頚椎）を折ったとき

体の向きを変えたり、頭を後ろに動かしてはいけない。下あごを前に押し出すだけにする。



舌根の沈下



頭部後屈あご先拳上法

図1－2 気道確保の方法

(4) 呼吸停止の手当

呼吸が止まると、体中の酸素が不足するために、普通の人にはたった2～4分以上そのまま経過すれば、心臓が止まり、ついには死亡する。しかも助かって後遺症を残すことも多い。

【応急手当】

- ① 心臓が止まってしまう前に、直ちに胸骨圧迫を開始する。
- ② 人工呼吸のリズムの間に、脈と瞳孔を調べ、心臓の動きを確かめる。
- ③ 人工呼吸をしながら、顔色を見て、できるだけ保温する。

【胸骨圧迫】

脈が止まっていたら、胸骨圧迫をする。胸の真ん中に重ねた両手で両肘を伸ばし胸骨を約5cm押し下げる。1分間に100～120回の速さで圧迫する。人工呼吸2回、胸骨圧迫30回、同じ要領で繰り返す。



図1-3 人工呼吸法

【人工呼吸法】(図1-3)

呼吸吹き込み法： 特別な用具がなくても一人ででき、しかも最も効果がある。

- ① のどが詰まっていると効果がないので、気道確保の体位をとる。
- ② ひたいを押さえていた手をずらし、指で傷病者の鼻をつまみ、深く息を吸い、自分の口を大きく開ける。
- ③ 傷病者の口の周りに自分の口をかぶせ、傷病者の胸が軽くふくらむまで息を吹き込む。(傷病者の口を閉じさせて、鼻に息を吹き込んでもよい。)
- ④ いったん口を離し、同じ要領でもう1回吹き込む。吹きこみは2回までとし、すぐに胸骨圧迫に進む。
 - ・他人に呼吸吹き込み法を行うときは、ハンカチなどを口に当ててもよい。
 - ・口対口人工呼吸がためられる場合は人口呼吸を省略してすぐ胸骨圧迫でもよい。

(5) AED（自動体外式除細動器）の利用

以下は、心室細動の傷病者に対しての、「心肺蘇生法の指針 2015（市民用）」対応による AED を用いた救命の手順である。AED を使用する前に、①～⑤の処置を行う。

① 意識の確認

『大丈夫ですか』など、3 回呼びかける。肩（鎖骨のあたり）を叩き、反応を確認する。

② 救急車、AED の依頼

『誰か、来て下さい！』と、大きな声で応援を呼び、周りの人に『119 番で救急車の手配をお願いします』『AED を持って来て下さい』と依頼する。

③ 呼吸の確認

胸部および腹部の動きを全体的に 10 秒以内に普段どおりの呼吸をしているか胸部の上下運動、呼吸音を観察する。観察は上からでは分かりにくいいため、横からも観察する。普段どおりの呼吸であるか確認をする。（5～10 秒以内）

④ 胸骨圧迫

- 1) 服を脱がせ、胸の真ん中に手のひらの付け根を置く。
- 2) 1 分間に 100～120 回のリズムでたえまなく胸骨圧迫を行う。
（約 5 cm の深さで圧迫）
- 3) 胸骨圧迫を救急車が来るまでたえまなく行う。

⑤ AED が到着しだい、AED を使用

1) AED の電源を入れる

カバーを外すと電源が入るタイプもある。

2) 電極パッドを貼る

右の鎖骨の下と左の脇腹に電極パッドを貼る。自動的に心電図の解析を行うので、あとは器械（AED）の音声の指示に従って処置する。

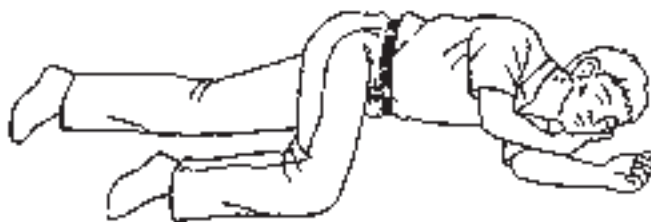
3) 電気ショックが必要な場合は、放電ボタンを押す

誰も体に触れていないことを確認し、放電ボタンを押す。

電気ショックが不要な場合は、『ショックは不要です』と器械から音声が出る。必要であれば、救急隊が来るまで胸骨圧迫を続ける。

普段どおりの呼吸が戻った場合は、身体を横向きにして救急隊員の到着を待つ。（電極パッドは付けたままにして置く。）

※人工呼吸を行う場合は、胸骨圧迫 30 回に対して 2 回息を吹き込む。フェイスシールドなどの感染防止器具がない場合は、人工呼吸を省略してもよい。



回復体位

■ AED（自動体外式除細動器）設置場所 岡山キャンパス（7 ページ参照）、今治キャンパス（14 ページ参照）

(6) 傷病者の扱い方

安静と保温が最も大切である。

① 寝かせる（体位を決める）

・意識のあるとき

普通の顔色： 水平に

顔色が青い： 足を高く（10 ～ 30 センチ）

顔色が赤い： 頭を高く（肩から自然に）

・意識のないとき

うつ伏せに倒れたとき： 片側（なるべく左を上）をそっと起こし、体を横向きとして頭を反らし、のどを伸ばして気道確保をする。

仰向けに倒れたとき： 背中に 20 ～ 30 センチの当て物を差し込み気道確保する。

（図 1 － 2 気道確保の方法を参照）。

② 保温する

・傷病者は、たいていの場合寒気を感じる。体温を奪われると容態が悪くなるので、必ず毛布やシート、衣類などで保温する必要がある。

③ 安静にする

・周囲が取り乱したり騒いだりすると、心理的なショックを与えることがあるので注意する。

・傷病者には、できるだけ傷や血液や吐いたものなどを見せない。

・傷病者にはできるだけ、力づけるような言葉や気遣いを示す。

4.3 外傷性ショック（大出血，火傷，骨折などによる）

ショック状態では、出血，寒さ，暑さ，痛みなどのために、血管に流れる血液量が不足し、やがて体の重要な器官や脳にも十分な血液が行かなくなり、場合によっては、ショック状態になっただけで死に至るときがある。

【ショック症状】

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1) 顔色が青白くなる | 2) 寒気がする |
| 3) 冷や汗が出る | 4) 脈が乱れる（弱く，速くなる） |
| 5) 嘔吐，吐き気がある | 6) 生あくびが出る |
| 7) 意識がぼんやりして，次第に意識不明になる | |

ショック状態を避けるには…

- | | |
|---------|----------------|
| 1) 止血する | 2) 痛みを和らげる |
| 3) 保温する | 4) 足を高くして安静にする |

4.4 火傷の処理

火傷は、小さいものでも痛みがひどく、ショックを起こしやすいので、気をつける必要がある。

【応急手当】

第1度火傷（皮膚が赤みを帯びてヒリヒリ痛む程度）

- ① きれいなタオルなどを当て、水道水で痛みがなくなるまで冷やす。（10分以上）

第2度火傷（水泡が生じる程度）

- ① きれいなタオルなどを当て、水道水で痛みがなくなるまで冷やす。
- ② 消毒ガーゼを当てて、ドーナツ包帯をする。（水ぶくれがつぶれないようにする）
- ③ 包帯をして医師（外科）へ

第3度火傷（更に進んで黒褐色となり組織が死滅する程度）

- ① きれいなタオルなどを当て、水道水で痛みがなくなるまで冷やす。
- ② 包帯をして医師（外科）へ（たとえ小さい火傷でも必ず医師へ）

第2度、第3度火傷は、熱傷部位へ家庭薬等を塗布せず医師へ罹る。

広範囲（体の20%以上）の火傷

- ① 衣類は着たまま、上から水をかけて冷やす。
- ② 痛みがとれたら衣類を脱がせ、冷水に浸したタオル、シーツなどで冷やし続ける。
- ③ 衣類が皮膚にくっついていいるときは、その部分を残して衣類を切り取る。
- ④ 体は毛布等で保温しながら、火傷の部分を冷やし続け、急いで医師（総合病院）へ
- ⑤ 飲み物を欲しがっても、医師の許可があるまで、決して飲ませない。くちびるを濡らす程度ならよい。（煙や熱風を吸い込んだ場合、のどや気管が火傷する場合がある）

4.5 骨折・捻挫

(1) 骨折

患者はなるべく動かさないで、その場で応急手当をすること。動かすときは必ず副木で固定してから。

【応急手当】

- ・骨折の部分、副木で固定し、安静にするとともに、付近の関節も動かないようにする。
- ・出血が多量のときは止血し、消毒したガーゼで覆う。
- ・仰向けに寝かせるが、腕の骨折の場合は座らせる。（三角布で良肢位に固定）
- ・保温する。（出血と強い痛みが重なってショック症状を起こすことが多いので、注意する。）

【固定法】

- ・副木には、骨折部分の上下の関節を固定できる長さのものを使う。
- ・副木の上に、柔らかい布、タオル、綿などをのせる。
- ・一人は骨折部を動かさないようにしっかりと持ち、もう一人は三角巾や手ぬぐいなどを使って、きつすぎないように副木を固定する。
- ・出血やはれのために血行障害を起こすことがあるので、30分おきぐらいにしまり具合を調べる。

(2) 捻挫, 脱臼

冷湿布や氷嚢で冷やし, 副木, 弾力包帯等で患部を固定すること。はれがくる場合は, 原則として医者にかかること。脱臼の場合は, 専門医(外科)の治療が必要である。

4.6 感電の処置

スイッチや電源を切って直ぐ電流を止めること。止められないときは, 救助者が感電しないよう, 乾いた棒, 布, 不良導体の手袋等を用いて感電から引き離すようにする。電気の流れを傷病者から切離すまでは, 救助者は傷病者に触れてはいけない。呼吸停止あるいは呼吸がないときは, 胸骨圧迫人工呼吸をしながら救急車を呼ぶ。

傷の処置は, 火傷の時と同じで, 保温, 安静にする。

4.7 薬品・その他の応急処置

薬品による障害だけでなく, 重態になった患者は, 医者に任せるまでは安静と保温が大切である。腕や腹を圧迫しないように衣服を緩め, 寒くないように十分に保温する。あまり重い症状のように見えなくても, 少なくとも数時間は安静が必要である。強酸, アルカリ, 殺虫剤, 漂白剤は吐かせてはいけない。(吐物・薬品は病院へ持参する)

(1) 皮膚について

速やかに大量の清潔な冷水で15分以上洗浄する。局部をこすってはならない。濃硫酸等水によって発熱するものは, はじめに乾いた布, 紙, ティッシュペーパー等でできるだけ早くその大部分を拭きとった後, 大量の水で一挙に洗い流すようにする。

酸やアルカリは, 皮膚のひだや毛髪の間に残ることが多いので, 酸なら炭酸水素ナトリウムあるいは炭酸ナトリウム等の弱アルカリの水溶液, アルカリなら2~3%の酢酸やレモン汁で中和しておくといよい。

(2) 目に入った時

素早く大量の水で洗う。特にアルカリは眼球を腐蝕するので, よく水洗いしてすぐに医者にかかるようにする。

洗眼には, 噴射式の洗眼装置が良いが, ない場合は清潔な水をオーバーフローさせた洗面器に顔を反復して入れ, はじめは目を閉じたまま後に眼を水中で開閉して洗眼する。蛇口につないだゴム管からの緩やかな水流を用いてもよい。

水圧が強いと顔についている酸等を眼に圧入したり, 腐蝕された皮膚表面をはぎとることになるので注意する。

中和剤は適用しない。洗眼を終わったら厚めのガーゼ湿布をあて。眼帯等で固定し, なるべく早く眼科医の処置をうける。

・紫外線・レーザー光線を直視したり誤って眼に入った時は眼科医を受診する。

(眼の水晶体を傷つけ重大な事態を引起すことがある。紫外線用保護眼鏡等着用する)

(3) 吸引した時

患者を直ちに新鮮な空気のある場所に移す。汚染衣服は取り除き皮膚を洗浄し、保温安静にする。顔が青白く唇や爪が紫色になった場合や、呼吸器を刺激するガスを吸引したときは、酸素吸入や人工呼吸が必要である。なお、救助者は、不用意に無防備に汚染環境に飛び込まない。

酸ミスト、塩素ガス等の濃厚曝露では、気管粘膜ばかりだけでなく肺胞も損傷し、気管支炎、肺炎、肺水腫(血しょうが肺に浸出)を引き起こし、呼吸困難に陥ることとなる。ショックを起こすこともあるので医者の治療が必要である。

(4) 飲み込んだ時

大量の水又は牛乳を飲ませ、嘔吐させる。胃、食道の損傷は数分で死を招くことがあるので、処置は寸刻を争う。与える水は飲んだ薬の約 100 倍必要である。酸に対しては生卵、アルカリに対しては、果汁、酸等も使える。指でのどを刺激したりして吐かせても良いが、意識がないときは窒息するおそれがあるので、何もしないで早急に医師を呼ぶ必要がある。保温、安静にし、ショックや呼吸麻痺に注意する。

4.8 各薬品に対する処置

(1) シアン化水素・シアン化合物

特に、迅速な処置が必要である。

新鮮な空気中に搬出し、意識があれば亜硝酸アミルを 5 分おきに 3 分間吸入させ、最高血圧が 80mmHg になったらやめる。この処置は数分以内にとらなければならない。呼吸停止には 100%酸素による人工呼吸を要する。シアン化水素は経皮吸収されるから石けんと水で洗い、患者の保温に注意すること。亜硝酸アミルによるショックもあるので速やかに医師を呼ぶようにすることが大切である。

(2) ハロゲンガス

新鮮な空気のところに移し、安静に保つ。臭素ガスを吸引したときは、希アンモニア水をしませた脱脂綿を短時間ずつかがせる。塩素ガスの場合は、アルコール、エーテル等量混液を用いて行う。

(3) 一酸化炭素

新鮮な空気中に搬出し（患者を歩かせてはいけない）安静と保温に注意する。発熱に対しては冷却する。5%二酸化炭素添加の酸素の吸入がよい。

重症者は、30 分以内に 2L 以上の交換輸血が効果があるので、早急に医師と血液の手配をする。意識回復後は、2～3 時間絶対安静、数日は休養が必要である。

(4) アンモニアガス

直ちに新鮮な空気のところに移し、酸素吸入を行う。

目に入った場合は、寝かせて少なくとも5分間角膜を洗浄したあとで酢酸かホウ酸の希薄水で洗う。

(5) フェノール類

皮膚はその臭気がなくなるまで、アルコールで洗い落とし、次いで、石けん及び水で洗う。付着した衣類は脱ぐ。

飲み込んだら、水道水、牛乳又は活性炭をあたえて吸収を遅らせ、次に吐かせる。

(6) メタノール

1～2%炭酸水素ナトリウム水溶液で十分に胃洗浄する。アシドーシスを防ぐために、炭酸水素ナトリウムを2～3時間毎に5～15 gずつ経口に与える。

(7) フッ化水素

皮膚を激しく腐蝕するので30分間水で洗浄後、マグネシア泥膏(酸化マグネシウム20 g, グリセリン80 g)でおおい、乾いた包帯をする。

(8) 二酸化窒素

曝露後かなり遅れて突然発症する。呼吸器障害が軽度でも酸素吸入を行うこと。肺水腫を主症状とする口、鼻、眼の粘膜、皮膚を1%重曹水で洗浄する。

(9) 硫化水素

5%二酸化炭素を添加した酸素の吸入が有効とされる。眼については、洗眼と損傷結膜感染防止が必要である。

(10) ホスゲン

重症の肺水腫を起こすので、汚染衣服を除き、2%炭酸水素ナトリウム水溶液で洗うこと。酸素吸入はできるだけ早く始める。20%アルコールをくぐらせた酸素吸入は呼吸困難を緩和する。

(11) 黄リン

治癒困難な第2度または第3度の火傷を生じやすい。水中か大量の流水で洗い流す。火傷には5%炭酸水素ナトリウム水溶液を注ぎ、次いで5%硫酸銅液で洗浄しリンを固定してピンセットでとる。但し、無理にはがさないこと。

(12) 有機溶媒

危険な急性中毒は低沸点溶剤によって起こりやすく、呼吸器からの侵入による中毒が主だが、経皮呼吸もある。一般に麻酔作用があり重傷の場合は意識障害、呼吸中枢麻痺を起こし、回復時には狂暴になることがある。

救急措置は、一般方法と同じであるが、洗浄には、合成洗剤と水を用いるとよい。後遺症が残ることがあるので注意が必要である。

(13) 酸素欠乏

短時間で致命的な状態になるので、速やかに新鮮な空気中に搬出する。救助者が道連れにならないように酸素呼吸、命綱等を用いる。防毒マスクは無効である。

第2章 物理的要因について

第1節 電気を安全に利用するために

1.1 はじめに

大学での教育研究活動は多岐にわたり、一旦、実験機器の取扱いを誤れば、感電、漏電、電気火災（過熱）を引き起こす可能性があり、電気電子分野の安全に関する素養は大学施設を利用する全員に不可欠である。大学は電気事業法（昭和39年法律第170号）第42条第1項の規定、および電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9年3月27日通商産業省令第52号）にて、学内の電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保しなければならない。それらを怠って事故等が発生した場合は、労働安全衛生法ならび電気事業法により責任を問われることになる。よって、各部門の責任者は元より、利用者一人一人が電気の使用ルールを正しく理解しておくことが要求される。

1.2 実験室等における電気機器の取扱い

教育研究活動に利用される電気機器には各種の安全回路が施されているが、それらを利用する際には、各電気機器の特徴を理解し、且つ、それらを接続する電気配線にも注意を払わなければならない。以下に、電気機器を利用する際の、一般的注意事項を記す。

- ・ 電気機器の取扱い説明書を熟読する。
- ・ 使用中は常時、電気機器からの音・臭い・過熱・変形等の異常に注意する。
- ・ 実験室から退室するときは、電気機器の電源を切るようにし、長時間無人状態で機器を運転することはできるだけ避ける。
- ・ 停電による実験中断後、電気機器の電源を切る。
- ・ 異常を発見した時は直ちにその電気機器および関連機器を停止し改善を行う。
- ・ 故障・異常機器は修理し、正常であることを確認するまでは使用しない。
- ・ 工事・点検修理は学内安全基準に従って行う。

1.3 電気災害とその防止策

代表的な電気災害には、感電、漏電、過熱、爆発・火災がある。以下に、それぞれの特徴とその対策例を記す。

(1) 感電

感電とは、電気機器や配線の通電部分への接触や帯電部への接近によって人体に電流が流れショックを受ける現象である。感電の人体への影響は、電源の種類、通電経路、通電時間などによって異なり、電流が身体の表面のみを流れる場合には感電死に至ることは少ないが、体内を流れる電流が10-15mAに達すると筋肉のけいれんが起こり、随意的運動ができなくなり、充電部から離脱不能状態となり死に至ることもある。

(防止策)

- ・ アース線は漏電した電気を逃がし、感電の危険を防ぐので、電気を利用する実験機器にはアース線を取り付ける。
- ・ 感電防止のために、ゴム手袋やゴム靴を着用する。ぬれた手でプラグやスイッチをさわらない。よく手をふいてから実験機器を扱う。
- ・ 傷んだプラグやコンセントは速やかに交換する。実験装置やロッカーなどによるプラグおよびコンセントの破損に注意する。
- ・ 水を使用する電気機器や本体が金属の電気機器の電源には漏電遮断機を取り付ける。
- ・ 水や金属片等のある実験室では、テーブルタップ等を床に置かないようにする。
- ・ コンデンサーは、電源を切っても電気を保持している場合があるので、回路に触れるときには、コンデンサーを完全に放電させてから行う。

(2) 漏電

漏電とは本来流れてはならない部分に電流が漏れて流れる現象を呼び、抵抗性漏電と容量性漏電がある。前者は電気機器や電気設備の劣化による絶縁不良によって生じることが多い。よって、漏電遮断機の設置にて防止することができる。後者は、実験機器容器等の 0 電位と交流電圧が印加される部分間の絶縁物間で生じるため完全防止は不可能である。しかし、接地部と交流印加部の距離を大きく取ることによって抑制することができる。

(防止策)

- ・ 水気や湿気のある場所で使用する電源には、漏電遮断器を取り付ける。
- ・ 接地を確実にして、漏電電流を有機材料や木材などの可燃物に流さない。
- ・ 長期間プラグを差し込んだままにしておくと、プラグとコンセントの間にほこりがたまり、湿気を帯びてプラグが突然発火することがある（トラッキング現象）。プラグを定期的に掃除する。
- ・ 電気機器を腐食性ガスから遠ざける。
- ・ 接地部と交流電圧印加部の距離を大きく取る。

(3) 過熱

電気機器自体の過熱、電線や電線接続部の接触不良による過熱がある。これらは何れも電気火災の主要原因である。

(防止策)

- ・ 発熱体がむき出しの機器を使用する際は、短時間の使用に留めるか、無人状態における運用を無くす。
- ・ 過熱器は一般的に電気容量が大きく、コンセントやプラグの接触不良により過熱を起こしやすい。定期的にコードおよびコンセントの状態を点検する。
- ・ 高温の電気炉を使用する場合には、分電盤から直に電気配線する。
- ・ 高温の電気炉を長時間使用する場合には、炉の周囲に燃える物を置かない。電極の劣化に注意する。

- ・ テーブルタップおよび電気コードは、定格以上の電流を流した時に過熱する。テーブルタップや電気コードの許容電気容量に十分注意する。
- ・ 切断水による電熱装置の加熱暴走を防ぐために圧力型断水リレーや無任型断水リレーを設置する。

(4) 爆発・火災

可燃性ガス、あるいは引火性の蒸気が空気中に充満し、危険な濃度に達している場所では、電気火花や電熱が点火源となって爆発・火災を起こすことがある。

(防止策)

- ・ 爆発性のガスあるいは粉塵が実験室内に充満することのないよう、十分に換気を行う。
- ・ ガス漏れ火災警報設備を設置する。
- ・ 電気回路の開閉には、防爆型スイッチを使用する。
- ・ 絶縁性の高い物質を扱う場合には、静電気の放電火花が爆発の点火源になることがあるので、アースを施し、帯電除去措置を講じる。
- ・ 可燃性の高圧ガスの取扱いについては、「高圧ガスの取扱法」を厳守する。

1.4 電気事故時の対応

(1) 感電

- ・ 速やかに電源を切断。
- ・ 電源を遮断できない時は、感電者を絶縁製の棒、乾いた木製、竹棒などを使って、速やかに引き離す。

↓

一般的応急処置（着衣をゆるめ、身体を楽に）をとり、外傷の有無に寄らず、医療施設に診断させる。

(2) 電気火災

- ・ 電源を遮断し、消火活動を開始。

↓

緊急連絡網へ連絡 岡山キャンパス（1～4ページ参照）、今治キャンパス（9～11ページ参照）
自分自身の安全確認後、消火用水による感電、火災の拡大を防止するために、粉末消火器や炭酸ガス消火器等を用いて消火活動を行う。

1.5 電気設備関連の注意事項

教育研究施設における代表的な電気設備は分電盤、配線および高電圧設備から構成される。
 以下にその特徴の概要と使用上の諸注意を記す。

(1) 分電盤

実験室等にはコンセントとは別に分電盤が設けられており、大電力を必要とする電気機器においては、分電盤から直接配線する必要がある。この際、ケーブルの先端は圧着端子を取

り付けて分電盤の開閉器あるいはブレーカーの端子に取り付けることが望ましい。

3 相交流 200V は動力用として用いられることが多い。200V3 相 3 線式では任意の 2 線間に 200V がある。単相交流 200V は 3 線式で、主に白色線が中性線で接地されており、赤色線と黒色線の間は 200V となる。3 線の関係がわからないときは、分電盤のフレームなど接地された所を基準にして電圧を測定すると、ほぼ 0V の線が中性線である。

(2) 配線

単相 100V 交流は一般に赤色線-白色線の色ケーブルが使用されており、白色線が接地されている。コンセントなどへ 2 線で給電される場合には、挿入口で左側の少し長めの口が接地側である。また、コンセントの挿入口で左側の少し長めの口が接地側である。一般にコンセントの定格電流(許容限界)は 15A である。

コードおよびケーブルは銅撚線を塩化ビニルで絶縁被覆して使われる。塩化ビニルは熱に弱いので、電熱器や白熱電灯などの電気器具には使えない。また、このコードは移動配線用のため、床や壁に固定してはならない。一方、キャブタイヤケーブルは軟鋼より線をゴム混合物または塩化ビニルで絶縁した上、外側を丈夫なキャブタイヤゴムまたは塩化ビニルで分厚く被覆した電線である。丈夫で耐水性があるため、手荒い使い方をする場所や、屋外などの水気のある場所での移動用電線として使われる。

(防止策)

- ・ 室内の電気配線工事を行う際は、必ず施設担当者等に相談してから施工する。
- ・ たこ足配線を行わない。
- ・ 電線の許容電流をよく調べる（“表 2-1。ケーブルの許容電流”を参照）。
- ・ 配線を床面に一時的に這わせる場合には、加重に強いキャブタイヤケーブルを用い、床ころがし面をガムテープ等で固定する。
- ・ 差込み口が不足する場合には固定用ケーブル(F ケーブル)を使ってコンセントを増設する。分電盤と増設コンセントの間にヒューズボックスを設ける。

表 2-1 ケーブルの許容電流（単位：アンペア（A））

太さ(公称断面積) (mm ²)	線芯の素線数/ 直径 (本/mm)	絶縁物の種類		
		ビニル混合物 (耐熱性を有する ものを除く)	耐熱ビニル 混合物	特殊耐熱 ビニル混合物
0.75	30/0.18	7	8	11
1.25	50/0.18	12	14	19
2.0	37/0.26	17	20	27
3.5	45/0.32	23	28	36
5.5	70/0.32	35	42	55

- ・ ビニール被覆電線を発熱体のリード線として用いてはならない。
- ・ 配線を固定したい場合には、平形ビニル外装ケーブル(F ケーブル)を使う。通常の平形ケーブルを用いてはならない。
- ・ 可燃性ガスの近くでスイッチを用いる場合は防爆構造機器を採用する。

(3) 高電圧

接地、絶縁、離隔距離の3点に注意して、高圧電気設備を整備する。電圧が300V以上になると、充電部に触れなくても放電により感電することがある。また、電圧が2.5kV(2500V)および50kV(50000V)では、強電界による絶縁破壊や放電の発生および静電・電磁誘導の影響を防ぐために、それぞれ30cmと1m以上の安全離隔距離を確保する必要がある。なお、分電盤から配電できる交流100Vと200Vは、分類上は低電圧であるが、100Vや200Vの低電圧でも感電事故を軽視してはならない。

(防止策)

- ・ 不測の事体に備えて、実験は2人以上で行い、1人は監視を担当する。
- ・ 高電圧を利用する装置は他人が接近しないように、接地された金属製のカバーで覆う。
- ・ 配線が外れないようにしっかりネジで固定する。
- ・ 高電圧部を露出させない。
- ・ 高電圧側に接地された金属物体を置かない。
- ・ 高電圧用ケーブルは、裸線と同等の扱いをする。
- ・ 接地側に直に操作する部分を用意する。
- ・ 一旦、電圧が印加された導体(浮いた状態の金属も)は、手で触れる前に電源を確実に遮断し、その後、接地棒を用いて接地した上、手で触れている間中その接地を維持する。
- ・ 高電圧部分の検査および修理は、安全に対する予備知識を持った上で行う。

第2節 高圧ガスの安全な利用

高圧ガスについては、高圧ガス保安法に基づいて定められた一般高圧ガス保安規則や容器保安規則などの省令により、その製造、貯蔵、消費などが厳しく規制されている。万一事故が発生すれば重大な危害のおよぶ恐れがあり、万全の保安対策と慎重な取扱いを行う必要がある。

2.1 規程

「高圧ガス保安法」では、次の各号のいずれかに該当するものを高圧ガスと定めている。

- 一 常用の温度において圧力(ゲージ圧力をいう。以下同じ。)が1MPa以上となる圧縮ガスであって現にその圧力が1MPa以上であるもの又は温度35℃において圧力が1MPa以上となる圧縮ガス(圧縮アセチレンガスを除く)
- 二 常用の温度において圧力が0.2MPa以上となる圧縮アセチレンガスであって現にその圧力

が0.2MPa以上であるもの又は温度15℃において圧力が0.2MPa以上となる圧縮アセチレンガス

三 常用の温度において圧力が0.2MPa以上となる液化ガスであって現にその圧力が0.2MPa以上であるもの又は圧力が0.2MPaとなる場合の温度が35℃以下である液化ガス

四 前号に掲げるものを除くほか、温度35℃において圧力0Paを超える液化ガスのうち、液化シアン水素、液化ブロムメチル又はその他の液化ガスであって、政令で定めるもの

(参考) ゲージ圧力＝絶対圧力－1気圧

1メガパスカル (MPa) は、約10kg/cm²と同じ。

1気圧は、0.101MPa

2.2 高圧ガス容器

(1) 容器の刻印

高圧ガス容器の肩部には、次の事項が刻印されている。

- ア) 検査実施者の名称の符号
- イ) 容器製造業者の名称又はその符号
- ウ) 充填すべき高圧ガスの種類
- エ) 容器の記号及び番号
- オ) 内容積（記号 V、単位リットル）
- カ) 附属品を含まない容器の質量（記号 W、単位 kg）
- キ) 容器検査に合格した年月
- ク) 耐圧試験における圧力（記号 TP、単位 MPa）
- ケ) 圧縮ガスを充填する容器にあつては、最高充填圧力（記号 FP、単位 MPa）
- コ) 高強度鋼又はアルミニウム合金で製造された容器にあつては、材料の区分高強度鋼（記号 HT）アルミニウム合金（記号 AL）
- サ) 内容積が500リットルを超える容器にあつては、胴部の肉厚（記号 t、単位mm）

(2) 容器弁

高圧ガスの取り出し量を調節し、あるいは充填するのに用いられ、ここに圧力調整器や配管を接続して使用する。

- ア) アンモニア、臭化メチルを除く可燃性ガスの容器弁の接続ネジは左ネジ（逆ネジ）、その他は右ネジ。
- イ) 容器弁には、一般に、安全弁が附属しており（シアン化水素などで安全弁のないものもある）、異常な圧力の上昇により容器が破裂するのを防ぐ役割をしている。安全弁には絶対に触れてはならない。
- ウ) 容器弁に配管を接続するに際しては、酸素では禁油のもの、アセチレンでは銅の含有率62%以下の材料で作られたものを用いること。

(3) 圧力調整器

一般にガスを使用するときは、圧力調整器で必要な圧力に減圧して用いる。調整器の取り

扱いは型式によって異なるので、各メーカーの取扱説明書に従って操作しなければならない。

- ア) 圧力調整器を使用する場合、絶対に調整器の正面に顔を向けないこと。
- イ) 容器弁を急激に開けて、調整器内に急激な圧力をかけないこと。
- ウ) 調整器を使用する前に、二次圧調整ハンドルは完全に戻して、二次圧が上がらないようにしておく。さらに、使用後はもとに戻しておく。このハンドルは通常バルブの回転方向とは逆になっている。
- エ) 石鹼水、又は検知液を使って、接続部分、バルブ部、調整器の取付け部、及び配管についてガス漏れ検知を行う。
- オ) 圧力調整器は、ガスの一種類に対して一台で使用し、共用しないこと。
- カ) 火気に近づけたり、オイルやグリース等をつけない。
- キ) 腐食性ガス用調整器は、時々性能チェック、漏れチェック等を行う必要がある。

(4) 容器の塗色と文字

- ア) 充填ガスの種類に応じた塗色がされている（表 2-2）。

表 2-2 高圧ガスの種類とボンベの塗色

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒 色
水素ガス	赤 色
液化炭酸ガス	緑 色
液化アンモニア	白 色
液化塩素	黄 色
アセチレンガス	褐 色
その他の種類の高圧ガス	ねずみ色

- イ) 充填高圧ガスの名称及び充填高圧ガスが可燃性ガス又は毒性ガスの場合は、その性質を示す文字（可燃性ガスは「燃」、毒性ガスは「毒」）が書かれている。

(5) ボンベ取り扱い上の注意

- ア) 充填容器と空容器、可燃性、毒性、酸素ガスはそれぞれ区別して置く。
- イ) 容器は転倒、転落しないようにボンベスタンド及び鎖で固定し横置きの場合は歯止めを施し、動かないようにする。
- ウ) 容器は直射日光及びストーブ等の熱源から避け、温度を 40℃以下に保つ。
- エ) 可燃性ガス又は毒性ガスを使用する際は、通風の良い所で使用する。
- オ) 可燃性ガス又は酸素を使用する場合は、5 m 以内火気厳禁。
- カ) 使用済み容器は、速やかに業者に返却する。
- キ) 容器の運搬にあたっては、保護用キャップを必ずつける。

(6) 容器再検査

容器（ボンベ）は高圧ガス保安法で、容器の種類や製造年月日によって決まった期間ごとに、気密試験、耐熱性能試験などの再検査が義務付けられている。容器自体を研究室で購入した場合でも、決められた期間ごとに上記再検査に出さなければならない。

2.3 液体窒素の安全な利用

液体窒素は -196°C （77 K）の低温液体である。比重は0.8で、気化すると体積が約700倍となる。取扱いを誤ると、以下に述べるような危険を伴うので、取扱いには十分な注意を払わなければならない。

(1) 液体窒素の危険性

ア) 凍傷

液体窒素が皮膚に直接触れないように注意しなければならない。布製の手袋や軍手に液体窒素がかかると、液体窒素が布に浸み込み、布は瞬時にかたまってはずせなくなりひどい凍傷になる恐れがある。衣類に液体窒素がかかった場合も、同様に危険である。直接手にかかっても、一瞬なら、手と液体窒素の間に窒素ガスの膜ができて、直接液体窒素と触れないので、凍傷にはならない。安全のためには、専用の革手袋を着用する。

イ) 窒息

閉めきった部屋で十分な換気を行わないと、酸素濃度が低下して危険である（表2-3）。冷たい蒸発窒素ガスは、地面に近いところに留まることに注意しなければならない。

表2-3 酸素濃度と症状

酸素%	症 状
21%	清浄空気濃度
18%	安全限界
16%	頭痛、悪心、はきけ、呼吸脈拍増加
12%	めまい、はきけ、筋力低下
10%	顔面蒼白、意識不明
8%	昏睡、8分間で100%死亡
6%	一呼吸で昏睡、けいれん、呼吸停止、死亡

ウ) 爆発

液体窒素が気化して室温の窒素ガスになると、体積は約700倍に膨張する。そこで、液体窒素を入れた容器を密閉しておくと、容器への熱侵入により気化したガスで容器内の圧力が非常に大きくなり、爆発が起きる危険がある。従って、低温液体の入った容器を密閉してはならない。気化した窒素ガスは大気に逃がすように、容器の蓋に小穴を開けておき、

また蓋はかぶせるだけにしておく。一方、液体窒素の入った容器の口が大きく開いていると、空気中の水分などが凝縮して口を塞ぐので危険である。また空気中の酸素が液体酸素として混ざるので危険である（酸素の沸点は、 -183°C ）。大型の容器の場合は、安全弁をつけておく。

(2) 容器（貯蔵デュワー）の取り扱い

- ア) 容器は金属製の液体窒素専用のものを用いる。ポット、発砲スチロール容器やガラス容器に入れるのは危険である。
- イ) 開放型容器の場合は必ず付属の蓋をする。
- ウ) 液体窒素貯蔵容器は構造上頸部が最も弱いので、横に倒してはならない。また、衝撃に弱いので丁寧に扱う。
- エ) 容器は水平を保ち、熱源の近くを避ける。
- オ) 液体窒素配給室に置かれている 100 リットル容器を取り扱う際は、事前に、機器センター低温部門が行う講習を受けること。

第3節 工作機械の安全な利用（岡山キャンパス）

工作機械は切削するための工具や工作物が高速で回転する場合があるので危険が伴う。しかし、危険であることを十分認識し、安全に配慮し、正しい操作で作業している限り危険な物ではない。

事故や怪我の原因は機械やそれを取り巻く環境の管理における不備と機械に関する知識や技能の欠如が挙げられる。安全に工作機械を利用するには、機械や環境を常に整理整頓し、機械に関する知識を獲得し、指導者による講習を受講して技能を高めることなどが重要である。さらに、「慣れ」は危険であり、常に安全に配慮すべきである。

工作機械を利用した作業では、労働安全衛生法に基づき定められた労働安全衛生規則などの省令により安全が確保されなければならない。ここでは、まず、工作機械を安全に利用するための一般的な注意事項を述べる。次に岡山理科大学の工作センターに設置されている主な工作機械について個別に使用上の注意事項を述べる。工作センターの総ての工作機械は許可を得た後に使用しなければならない。工作センター以外の工作機械については、ここに述べられている注意事項を参考の上、それぞれの工作機械の設置状況などで新たに生じると思われる注意事項に十分配慮して安全に使用しなければならない。また、工作機械を利用した木材加工についても、一般的な注意事項は同様である。

1.1 一般的な注意事項

安全の基本は4S（整理・整頓・清潔・清掃）であることを念頭に置く。

(1) 服装等

- ・ 機械に巻き込まれる恐れのある服装はしない。
- ・ 上着の袖口は確実に締める。
- ・ 手袋は着用してはいけない。
- ・ 保護メガネは必ず着用する。
- ・ 滑りにくい靴を着用する。スリッパ、サンダル、下駄は禁止。安全靴が望ましい。
- ・ 長髪は束ねる。必要に応じて安全帽を着用する。

(2) 作業前に守るべき事項

- ・ 機械の特性や能力等を確認する。
- ・ 作業手順を十分に確認しておく。
- ・ 運転前に機械の点検をする。

(3) 作業中に守るべき事項

- ・ 作業は集中して行い、雑談などはしない。
- ・ 工作物の取り付けは完全に行う。
- ・ 無理な回転や「送り」をしない。
- ・ 回転物には手を触れない。
- ・ 工作物の回転中は手で切り屑をとらない。
- ・ 機械の回転中に刃物を交換しない。

- ・ チャックにハンドルをつけたまま作業を中断しない。
- ・ 注油や調整は機械を止めて行う。
- ・ 切削中は機械から離れない。
- ・ 他の機械の部品や付属品を使用しない。
- ・ 工作機械のベッドやテーブル上に測定器具等を置かない。
- ・ 材質の異なる工作物を切削するときは切り屑が混合しないように、先に切削した工作物の切り屑は取り除いて次の工作物を切削する。

(4) 作業後に守るべき事項

- ・ 電源スイッチが切れているか今一度確認する。
- ・ ブラシや手箒で切り屑を払い落とし、その後ウエスで拭う。
- ・ ベッドなどの露出している滑り面にマシン油などを薄く塗布する。
- ・ 切り屑を材料別に所定の場所に集め、周辺の床を清掃する。
- ・ 工具などの整理整頓を確実にを行う。

(5) その他

- ・ 初心者（大学院生、学生）が機械を使用する場合は経験者（職員、教員など）が立ち会い、それらの指導の下で作業する。
- ・ 事故発生時は直ちに知らせる。
- ・ 事故に至らなくても、危険な体験をした場合は以後の事故防止のために届け出る。

1.2 工作センターの主な工作機械の使用上の注意

(1) 立フライス盤、横フライス盤、NC 立フライス盤

- ・ 早送りをかけるときは一方向だけにする。同時に二方向や三方向にかけると錯覚を起こしやすい。
- ・ 主軸の回転速度や送り速度の変換で歯車やクラッチの掛け外しをするときはごく僅かに回転させる。
- ・ ツーリングチャック、エンドミルの着脱の際はそれらが下に落ちることがあるので確実に手で支える。また、エンドミルなどの刃物で手を切ることがあるのでウエスなどを用いる。
- ・ 回転中のフライスには手を近づけない。たとえブラシなどを用いても切削中にフライス周辺の切り屑を払うことはしない。
- ・ テーブル上の囲いはやむを得ない場合を除き取り付けておく。
- ・ 重い加工物やバイス台などはクレーンを使用する。
- ・ 刃物をセットしたままの工具保管は刃物にカバーをするなどの保護処置をとる。

(2) CNC フライス盤

- ・ 運転中はテーブルの移動範囲内に立入らない。また、ツールボックスなどのものを置かない。
- ・ 工具交換時に刃物を素手で掴まない。
- ・ 機械の作動中は顔や手などを機械に近づけない。
- ・ プログラムの確認のために試し運転を行う。

- ・ 重い工具の交換は木片などを下に置いて行う。
- ・ 重い加工物を扱うときは、クレーンを使用する。
- ・ 刃物をセットしたままの工具保管は刃物にカバーをするなどの保護処置をとる。

(3) 汎用旋盤

- ・ 工作物の取り付けや取り外しは刃物台を十分手前右に移動して行う。重い工作物の場合はクレーンを利用する。
- ・ 回転している工作物に手を触れない。
- ・ 切り屑は手で触らない。専用の「切粉かき」やハケなどを使用する。
- ・ チャックハンドルは使用后必ず外しておく。
- ・ バイトの刃には十分注意する。
- ・ 工作物の測定は機械が完全に止まってから行う。
- ・ 機械を停止したときは、スタートレバーを停止の位置にし、変速レバーは中立にしておく。

(4) CNC 旋盤

- ・ 切削中は必ず安全カバーを閉めておく。
- ・ プログラムの確認のために試し運転を行う。
- ・ 工作物や刃物の固定は確実にを行う。
- ・ 長尺物の加工は機械ヘッドをはみ出した部分に受け台などを置いて危険表示をする。
- ・ チャックの交換時は必ずクレーンを使用する。
- ・ 危険な状況になったときは非常停止スイッチで電源を切る。
- ・ 面板回転中は正面に立たない。

(5) 帯鋸盤

- ・ 工作物は確実に固定する。
- ・ 短い工作物の場合は工作物とほぼ等しい厚みを持つ物を準備して、それと共に固定する。
- ・ 長尺物を切断するときは機械外部に受け台を使用する。
- ・ 切断中はノコ刃に手などを近づけない。
- ・ 使用中にノコ刃の状態をチェックし、不具合の有無を確認する。
- ・ 切断前に材質の確認を行い、ヤスリの掛からない物は切断しない。
- ・ ノコ刃は工作物の大きさ（太さ）により間隔を調整する。
- ・ ノコ刃の固定部にゆるみなどが無いことを確認する。
- ・ ノコ刃のスピードは調整しない。
- ・ 早送り操作を行うときは工作物に衝突しないようにする。
- ・ 重い物は一人で取り扱いをしない。
- ・ 工作物を固定するときは固定部に手を近づけない。

(6) 小型帯鋸盤（コンター）

- ・ ノコ刃スピードは一覧表により材質毎に設定する。
- ・ 工作物の大きさにより、ノコ刃切断長さを調整し極端に長くしない。
- ・ 小さい工作物の加工は小型バイス補助具を使用する。
- ・ 切断時は木片などを用いてノコ刃に手が触れないようにする。

- ・ ノコ刃が破損したときは、担当者に申し出る。勝手に溶接や交換をしない。
- ・ 工作物が大きい場合は受け台などを使用する。

(7) シャーリング

- ・ 定められた厚板以上の厚さをもつものは切断しない。
- ・ 使用しないときは切断刃起動レバー下に固定用の木片を挟ませておく。
- ・ 切断位置合わせのときは足元切断刃起動レバーに注意する。
- ・ 工作物を送り込むときは不用意に指先などを切断刃に近づけない。
- ・ 保護カバー（アクリル板）より先に指を入れてはいけない。
- ・ 使用前に切断刃の状態をチェックし、刃こぼれなどが無いことを確認する。
- ・ 稼働中は機械周辺に他の人を近づけないようにする。
- ・ 切断した板片が周囲に散乱しないように処置する。
- ・ モータ起動時にベルトに手先などが巻き込まれないように注意する。
- ・ テーブル上に不要な物は置かない。
- ・ 大きな工作物は一人で扱わない。
- ・ 工作物の重心がテーブルからはみ出す場合は置き台などを使用する。
- ・ 2人で作業する場合は、お互いの安全を確認する。

(8) 高速切断機

- ・ 作業前に試運転を行い異状（異音、ガタ、ブレ）が無いことを確認する。
- ・ 切断材は完全に固定する。
- ・ 工作物に切断カッターを当てたままスイッチを入れたり、急激な切り込みをしない。
（カッターの破損の原因となる）
- ・ 切断を途中で中断する場合は回転させたままハンドルを持ち上げる。
- ・ 火花が飛散するので衝立などを使用する。また、周囲に燃えやすい物があれば移動する。
- ・ 安全カバーを必ず使用する。
- ・ カッターの交換は担当の職員が行う。
- ・ 換気を十分行う。

(9) ボール盤、卓上ボール盤

- ・ 手袋は絶対に使用しない。
- ・ 工作物を万力やテーブルに取り付けるときには確実に締め付けて固定する。
- ・ 工作物を直接手で保持する場合や、工作物を固定した万力などを手で保持する場合はドリルの回転によって工作物が振り回されないように注意する。
- ・ ドリルが回転しているときは切り屑を掃除しない。ウエスなどを手に持ってドリルに近づけない。
- ・ 切削中はドリルに顔を近づけない。
- ・ 重いドリルなどの工具を取り扱う場合は、下に木片などを置いて行う。
- ・ ドリルを交換する際に切り刃部分を直接素手で持たない。
- ・ 工作物が大きく、テーブルの外にはみ出す場合は保持具などを用いてバランスよく確実に固定する。

- ・ 卓上ボール盤で回転数変換のベルトの切り替えは、回転停止の状態で主電源を切って行う。
- ・ ドリルの折損の無いように切削条件や工作物の保持の仕方などに気を配る。
- ・ テーブル上に不要の物を置かない。

(10) 歯切盤（ホブ盤）

- ・ 各締め付け部が十分に締め付けられていることを確認する。
- ・ 始動するときは、他の人が機械の回転部分などに触っていないことを確認する。
- ・ 回転中は回転部分に触れない。
- ・ テーブル上に物品を置かない。
- ・ ホブを取り付けるときは切刃部を素手で持たない。
- ・ 早送りで移動するときは干渉する物がないことを確認する。

(11) 溶接

- ・ 周囲に燃えやすい物が無いことを確認する。
- ・ 溶接作業中は換気扇を回すなどして室内の換気を十分に行う。
- ・ 服は袖口など開口部のすくないものを着用する。さらに保護具として、保護面・保護メガネ、保護手袋、足カバー、マスクなどをあわせて着用する。
- ・ ガス溶接・アーク溶接の装置は使用前に点検し、正しく取り扱う。
- ・ 溶接室内は、整理整頓・清掃を常時行い、清潔に保つことを心がける。また、溶接以外の火気を使用しない。
- ・ 溶接作業を複数行う時は衝立をする。
- ・ 溶接作業中は他の者の入室は禁止する。やむを得ず入室する場合は、作業者同様の保護具を着用する。
- ・ 溶接後の材料は熱いので、箸などで掴む。
- ・ 周囲に可燃物を置かない。
- ・ ガスや酸素は漏れが無いことを定期的に点検する。また、使用前には点検・確認する。

(12) グラインダー、万能工具研削盤、卓上ドリル研磨機（これらは特に許可された者以外は使用してはならない。）

- ・ 急激に研削物を砥石に当てない。（砥石のヒビや割れの原因になる）
- ・ 砥石の側面は使用しない。（側面用砥石はこの限りではない）
- ・ 特に小さい物や薄板などは強く砥石に当てない。
- ・ 品物が熱くなるので、水で冷やしながら作業する。
- ・ 砥石と受け台の隙間は所定の値以内に調整する。また砥石の修正・交換は職員が行う。
- ・ 砥石のカバーは正確に取り付けられていることを確認する。

(13) 罫書き（けがき）

- ・ 定盤上は滑りやすいので治具や工作物などの移動は十分注意する。
- ・ 割り出し盤やマス定盤は重量があるので、移動の際や取り扱いには注意する。
- ・ 罫書き針やハイトゲージの先端は鋭利になっているので取り扱いに注意する。
- ・ 青ニスやエタノールを使用するときは、周囲に他の者がいないことと火の気がないことを確認する。

- ・ ポンチを打つときはハンマーなどで手を打たないように注意する。
- ・ 定盤上に不用の物は置かない。

第4節 建築学科構造実験室利用の安全対策（岡山キャンパス）

2.1 はじめに

(1) 目的

本節は、岡山理科大学工学部建築学科構造実験室（以下、実験室）における安全管理に必要な事項を定め、安全で快適な研究・教育環境の確立と維持を図り、実験研究における安全意識の向上、事故防止を図ることを目的とする。

(2) 用語

本節の主な用語は、以下の通りとする。

- ・ 実験室： 岡山理科大学工学部建築学科構造実験室
- ・ 実験室管理責任者：安全の手引に則った実験室の使用と、手引内容の改善および使用スケジュール管理に責任をもつ者。原則、構造分野教員の中から選出する。
- ・ 実験責任教員： 実験を安全に実施することに責任をもつ者。当該実験に関係する教員から選出する
- ・ 実験担当責任者： 実験担当者の長。担当する実験に関わる作業の安全等に配慮する。
- ・ 実験担当者： 当該実験を研究目的として実験室で実際に作業を行う者
(学内外問わない)

(3) 適用

本節に記載する事項は、実験室における実験研究やこれに付随する作業ならびに実験室内で行う全ての作業に従事する者に適用する。

2.2 使用許可

以下に示す手続きを経て、実験室管理責任者は実験室の使用許可を出し、最終計画書を保管する。

- ①実験責任者は、実験及び安全に関する計画書を作成する。
- ②実験責任者は、実験実施の安全管理に関する会議において、他の構造分野教員に計画書の内容について意見を聞き、必要に応じて計画書を修正する。
- ③構造分野教員は計画書に押印（サインを）し、これを実験室管理責任者に提出する。

2.3 注意事項

実験責任教員は、実験担当者に対して本手引に則した安全教育を行い、実験作業が安全かつ円滑に行われるように指導を行う。実験担当者は、本手引の内容を十分理解し、実験室の安全確保に努めるものとする。

(1) 基本事項

- ・実験責任教員は実験担当者の安全に対して責任を持ち、実験の作業内容や安全性を把握して、適切な人員配置を行う。
- ・実験担当者は、床面の清掃を行うなど実験室内での整理整頓を行い、良好な実験環境を整える。
- ・危険を伴う実験作業中は、実験責任教員あるいは構造分野教員が必ず立ち会う。

(2) 使用時間

実験室の使用時間は、実験責任教員が安全性を確保できるように適切に定める。実験責任教員は、無理のない作業工程及び作業日程を計画することに責任を持つ。

(3) 服装

- ・だぶつきやほころびがあれば、機械に巻き込まれやすいため、実験作業に適した衣服を着用する。
- ・実験室内に入る際は、安全確保に必要な靴を着用する。
- ・作業内容および作業領域に見合った保護具（ヘルメット、安全靴、手袋、安全带^{*1}、保護メガネ等）を着用する。

※ 1：高さ 2m 以上で作業する場合は手摺を設ける。手摺がない場合は親綱を張り安全带を使用する。

(4) 載荷

- ・試験機およびジャッキ等の載荷装置の操作に関しては、操作に習熟した者の指導を受ける。
- ・実験担当責任者は、常に、載荷装置が暴走した場合の安全策を講じる。

(5) 工具、工作機械、試験機等

実験室内の工具、工作機械、試験機、アクチュエータ、ジャッキ等の機器を使用する場合は、実験室管理者の許可を受け、管理者の指導のもとに行う。

(6) 玉掛け

玉掛け作業は、有資格者が資格の範囲で行うものとする。

(7) クレーン

クレーンの運転は、有資格者が資格の範囲で行うものとする。

(8) 運搬作業

運搬車を用いる場合は、積荷を正しく積み、安全に配慮して運搬を行う。必要に応じて、複数人で作業を行う。また、人力による場合は、無理な力がかからないように配慮する。

(9) PC 緊張作業

pc 銅棒および PC より線を緊張する際には、周囲の安全に十分気を配ること。また、緊張中や緊張後に緊張材が破断することを考慮して、十分な安全対策を講じること。

(10) 高所作業

- ・高所での危険な作業には、足場を架設する。架設が困難であれば命綱を使用する。
- ・高所から落下物、飛来物がないようにする。
- ・架設に関しては、資格を持ったものが資格の範囲で行うこと。
- ・梯子及び脚立は、点検を行い、定められた使用方法に従うこと。

(11) 溶接

溶接を行う場合は、資格を持ったものが資格の範囲で行うこと。

(12) 火気の取り扱い

火気を取り扱う場合は、消火器等の位置および操作を確認すること。使用後は、消火を確認する。

(13) 電気

電気機器は正しく接続し、決められた使用方法を守る。

(14) その他

- ・共同作業では、連絡・合図・確認を確実にする。
- ・吊り荷の下は、通らない。また、吊り荷が倒れても安全な場所にいる。逃げ場の無いところには、身をおかない。
- ・作業に必要なものは片付け、工具の清掃、点検を行う。作業後に床面の清掃を行う。持ち込んだ私物は退出時に持ち出し、実験室内に放置しない。
- ・安全な通路を確保する。
- ・漏電や感電による電気災害が起きないように、注意する。
- ・化学薬品は、薬品名を明記し、鍵のかかる場所に保管する。使用に関しては、実験責任教員の指導の下に行う。

(15) 災害発生時の措置

災害が発生した場合は直ちに作業を中止し、状況を判断して速やかに必要な連絡を行う。

- ・負傷者がいれば、救護の措置をとる。
- ・安全を確保するための措置を講じる。機器の停止、電源を止めるなどである。
- ・実験責任教員へ速やかに連絡をする。
- ・火災、地震、風水害に関しては、実験室管理者や実験室安全委員と十分連絡を取り、適切な対応を講じる。
- ・実験室管理責任者は、緊急連絡先を分かりやすい場所に掲示する。

(16) 救急法

救急法は、医師またはこれに順じる者が到着するまでの応急手当である。

- ・実験室管理責任者は、実験室の利用者を対象として救急法に関する注意を周知させる。
また、初歩的な救急法に関して、実験室内の分かりやすい場所に掲示する。
- ・実験室管理責任者は、救急箱を実験室内の1箇所に設置し、これを維持管理する。

第3章 化学物質の取扱いについて

第1節 はじめに

化学物質は、化学繊維、灯油・ガソリン、医薬品、洗剤など生活の中で広く使われている。大学では、自然科学系とくに化学系の実験において、多種多様の化学物質が取り扱われる。化学物質の種類により危険性の程度は異なるが、基本的には「すべての化学物質は潜在的に危険性をもつ」と考えるべきである。事故を防ぐために、消防法、毒物及び劇物取締法、労働安全衛生法、環境基本法などの多くの法律で化学物質の製造、貯蔵、取扱いが規制されている。

化学物質を使うときは、その「危険性を知る」ことがまず重要である。その知識に基づいて、「適切な取扱い」を心がけるべきである。反応を行うときは、化学物質の混合による危険性も十分に考慮する必要がある。反応後の処理や廃棄時の事故も少なくないので、「適切な後処理」も見逃すことができない。

本章では、化学物質の取扱いについて、関連する法令の概略、入手と貯蔵、取扱いおよび廃棄に分けて解説する。

第2節 法令の基礎知識

2.1 化学物質に関する法令

化学物質が原因となる災害および人体や環境への悪影響を回避するために、多くの法律・政令等で化学物質の取扱い等が規制されている。事業所としての大学、また大学に所属するすべての教職員と学生は、法令をよく守って化学物質の取り扱いにあたるべきである。

主要な法律は以下のとおりである。

表3-1 化学物質に関する主な法律

法律の名称	法律の目的および概要	対象となる化学物質
消防法	- 火災予防および火災等の災害による被害の軽減 - 危険物の製造、貯蔵、取り扱いの規制	危険性を示す化学物質 (第1～6類に分類)
毒物及び劇物取締法	- 毒物及び劇物を、保健衛生上の見地から取り締まる。 - 毒物等の製造、貯蔵、運搬などを規制	生体に悪影響を与える 毒物、劇物、特定毒物
高圧ガス保安法	- 高圧ガスによる災害を防止 - 高圧ガスの製造、貯蔵など取扱や容器の製造及び取扱を規制	圧縮ガス、 圧縮アセチレンガス、 液化ガス
環境基本法	- 健康で文化的な生活を確保するため、環境の保全に関する施策を推進 - 環境基本計画、環境基準を定める。	環境に影響を与える 化学物質
水質汚濁防止法	- 工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排水を規制し、水質汚濁を防止する。 - 規制対象物質と排水基準を定める。	人の健康に被害を生ずるおそれがある 有害物質

大気汚染防止法	・ 大気の汚染に関し、国民の健康を保護するとともに生活環境を保全 ・ 工場及び事業場からのばい煙等の排出を規制	ばい煙、揮発性有機化合物、粉じんなどの有害物質
土壌汚染対策法	・ 土壌の汚染の状況の把握及びその汚染による人の健康被害の防止 ・ 土壌汚染対策の実施を図り国民の健康を保護	鉛、ヒ素、トリクロロエチレンなどの特定有害物質
化審法 ^a	・ 難分解性で人の健康を損なうおそれがある化学物質による環境の汚染を防止 ・ 化学物質の審査制度、規制を行う。	第一種および第二種特定化学物質、監視化学物質
労働安全衛生法	・ 労働災害を防止するための対策を推進して、職場における労働者の安全と健康を確保 ・ 労働者に健康障害を生ずるおそれのある化学物質の規制	特定化学物質および名称などを通知すべき有害物質
化管法 ^b	・ 化学物質による環境の保全上の支障が生ずることを未然に防止 ・ 事業者ごとに有害性のある化学物質の環境への排出量、移動量を把握（PRTR 制度）	第一種指定化学物質などの指定化学物質

^a 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

^b 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律

2.2 危険物の分類

実験における事故防止の観点から最も重要であるのは、火災や爆発を起こす危険性をもつ「危険物」である。消防法に基づき、危険性の種類と形状（固体か液体か）に応じて、危険物は6種類に分類されている（表3-2）。試薬の取扱い（保管、使用、廃棄）において、危険物の分類を理解しておくことは必須である。

各類に該当する品目は法令で定められている。個別の試薬が危険物に該当するかどうかは、試薬のカatalog、ラベルまたは SDS（後述）で確認することができる。危険物には、品目または性質ごとに「指定数量」が定められており、危険性の高い品目ほど指定数量の数値は小さい。指定数量以上の危険物を取り扱う場合は消防法の規制を受け、一定の設備を備えた貯蔵所（屋内貯蔵所など）で保管する必要がある。指定数量未満の危険物も、少量危険物として条例の規制を受ける。

危険物取扱者の有資格者は該当する類の危険物を取り扱うことができる。危険物取扱者以外のものは、危険物取扱者（甲種または乙種）が立ち会わなければ、危険物を取り扱ってはならない。

表 3 - 2 消防法による危険物の分類

類別性質	品名	種別	指定数量
第 1 類 酸化性固体	1 塩素酸塩類	第 1 種酸化性固体	50kg
	2 過塩素酸塩類		
	3 無機過酸化物	第 2 種酸化性固体	300kg
	4 亜塩素酸塩類		
	5 臭素酸塩類	第 3 種酸化性固体	1000kg
	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 2 類 可燃性固体	1 硫化リン		100kg
	2 赤リン		100kg
	3 硫黄		100kg
	4 鉄粉		500kg
	5 金属物	第 1 種可燃性固体	100kg
	6 マグネシウム		
	7 その他のもので政令で定めるもの	第 2 種可燃性固体	500kg
	8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第 3 類 自然発火性物質及び禁水性物質	9 引火性固体		1000kg
	1 カリウム		10kg
	2 ナトリウム		10kg
	3 アルキルアルミニウム		10kg
	4 アルキルリチウム		10kg
	5 黄リン		20kg
	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	第 1 種自然発火性物質及び禁水性物質	10kg
	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）	第 2 種自然発火性物質及び禁水性物質	50kg
	8 金属の水素化物		
	9 金属のリン化物	第 3 種自然発火性物質及び禁水性物質	300kg
	10 カルシウム又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 4 類 引火性液体	1 特殊引火物		50 L
	2 第一石油類	非水溶性液体	200 L
		水溶性液体	400 L
	3 アルコール類		400 L
	4 第二石油類	非水溶性液体	1000 L
		水溶性液体	2000 L
	5 第三石油類	非水溶性液体	2000 L
		水溶性液体	4000 L
	6 第四石油類		6000 L
	7 動植物油類		10000 L
第 5 類 自己反応性物質	1 有機過酸化物	第 1 種自己反応性物質	10kg
	2 硝酸エステル類		
	3 ニトロ化合物	第 2 種自己反応性物質	100kg
	4 ニトロソ化合物		
	5 アゾ化合物		
	6 ジアゾ化合物		
	7 ヒドラジンの誘導体		
	8 その他のもので政令で定めるもの		
	9 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第 6 類 酸化性液体	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		300kg

点検 危険物を取り扱う研究室、実験室等を管理する教員は、貯蔵している危険物の数量を定期的に集計する。また、危険物等点検シートを用いて実験室等の要改善点を自己点検し、研究室外部者の点検を受ける。学部長・学科長はこれらの調査をとりまとめ、安全対策が不十分であると認められた場合、担当教員に改善指導を行うことができる。

2.3 化学物質排出移動量届出（PRTR）制度

化管法に基づき、人の健康や生態系に有害なおそれがある化学物質について、環境中への排出量及び廃棄物に含まれての移動量を事業者が自ら把握して行政庁に報告する必要がある（PRTR: Pollutant Release and Transfer Register）。大学等の高等教育機関も届出事業者であるため、定期的に該当物質の移動量を集計することになる。法令では「第一種指定化学物質」、「第二種指定化学物質」に分類されており、前者が届け出の対象である。

2.4 安全データシート（SDS）

化管法、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法では、特定の化学物質を他の事業者に譲渡・提供する際、その性状及び取扱いに関する情報「安全データシート」（SDS: Safety Data Sheet）の提供を義務付けられている。業者からの試薬の購入は譲渡に該当するため、購入者は SDS の情報を知っておく必要がある。SDS には、下記に示すような法規制や化学物質の安全性に関する有益な情報が記載されているので、大いに活用すべきである。

SDS の記載事項(化管法の場合)

- | | | |
|---|---------------|-----------------|
| 1. SDS の対象となる製品の名称、SDS を提供する事業者の名称、住所、連絡先 | 3. 組成、成分情報 | 4. 応急措置 |
| 2. 危険有害性の要約 | 6. 漏出時の措置 | 7. 取扱い上及び保管上の注意 |
| 5. 火災時の措置 | 9. 物理的及び化学的性質 | 10. 安定性及び反応性 |
| 8. 暴露防止及び人に対する保護措置 | 12. 環境影響情報 | 13. 廃棄上の注意 |
| 11. 有害性情報 | 15. 適用法令 | 16. その他の情報 |
| 14. 輸送上の注意 | | |

SDS は薬品管理システム（CRIS、3.3 節参照）および試薬会社のホームページから入手することができる。SDS 制度、PRTR 制度に関する情報は下記のホームページで提供されている。

・（独）製品評価技術基盤機構 <http://www.nite.go.jp/chem/prtr/prtr.html>

・経済産業省 http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/msds/msds.html

2.5 化学品の分類および表示に関する世界調和システム（GHS）

GHS（The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals）とは、2003 年に国際連合が勧告した、世界的に統一された規則に従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるようにラベルを表示し安全データシートを提供するシステムのことである。日本においても、GHS に対応するため試薬のラベルやカタログに危険有害性を示すシンボルマーク（絵表示）が記載されている。代表的な絵表示および注意喚起後と危険有害性情報は表 4-3 のとおりである。

表 3-3 有害危険性を示す絵表示 (GHS)

	火薬類、自己反応性化学品、有機過酸化物		急性毒性、皮膚腐食性・刺激性、眼に対する重篤な損傷・眼刺激性、皮膚感作性、特定標的臓器・全身毒性
	可燃性・引火性ガスおよびエアゾール、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体・固体、自己発熱性化学品、水反応可燃性化学品、有機過酸化物		急性毒性
	支燃性・酸化性ガス、酸化性液体・固体		高压ガス
	金属腐食性物質、皮膚腐食性・刺激性、眼に対する重篤な損傷・眼刺激性		呼吸器感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器・全身毒性、吸引性呼吸器有害性
	水性環境有害性		

急性毒性分類 (経口)

	区分 1	区分 2	区分 3	区分 4	区分 5
LD ₅₀ (mg/kg) 判定基準	5 以下	50 以下	300 以下	2000 以下	5000 以下
絵表示					なし
注意喚起語	危険	危険	危険	警告	警告
危険有毒性情報	飲み込むと生命に危険	飲み込むと生命に危険	飲み込むと有毒	飲み込むと有害	飲み込むと有害のおそれ

引火性分類

	区分 1	区分 2	区分 3	区分 4
引火点判定基準	引火点<23°C および 初留点≤35°C	引火点<23°C および 初留点>35°C	引火点≥23°C および 初留点>60°C	引火点>60°C および 初留点≤93°C
絵表示				なし
注意喚起語	危険	危険	警告	警告
危険有毒性情報	極めて引火性の高い液体および蒸気	引火性の高い液体および蒸気	引火性液体および蒸気	可燃性液体

第3節 化学物質の入手と保管

3.1 試薬の入手

実験に必要な試薬が手元にない場合、業者から購入するか他から譲渡を受けることより試薬を調達する。新しい試薬を入手しようとするときは、以下の点をよく確認してほしい。

・必要な試薬であるか？ 研究室に在庫がないか？

実験計画について指導者と十分に打ち合わせを行い、本当に必要であることを再確認する。研究室に在庫がないことをよく確認してから発注する。在庫確認を容易にするために、研究室毎に試薬のリストを作っておくことが望ましい。

・カタログ等の情報を最大限に活用する。

注文するときは、いくつかのメーカーのカタログを調べる。品目だけでなく、容量、容器の種類、等級、保管法なども確認する。使用後の保管や処分を考慮して、必要最小限の容量のものを購入する。

また、カタログには試薬の危険性、取り扱いの注意、法規制が簡潔に記述されている。この情報を十分に活用して、試薬の使用や保管の参考にしてほしい。さらに詳しい情報が必要な場合は、2.4節で述べた SDS を参照するとよい。

例 トルエン Toluene

規格：試薬特級 保存条件：室温

適用法規・危険有害性：危 4-1(非水溶性)-II、劇-III、引火性、毒性、PRTR-1、有機則 2 種、労 57-2



(危険性を示す GHS 絵表示等)

・容器の中身が確かであるか？

古い試薬または譲渡された試薬を使う場合は、中身が必要な試薬であることを十分に確認すること。ラベルが劣化して確認できない場合は使用すべきでない。水や酸素により分解しやすい試薬、過酸化物を生成しやすい試薬（エーテルやアルコール）は特に注意が必要であり、古い試薬は絶対に使用しない。

3.2 試薬の保管

未使用の試薬また使用後残った試薬は、試薬の劣化が進まないようにかつ安全に配慮して保管する必要がある。試薬の所在と在庫量は常に把握しておくようにする。試薬の性質や量に応じて、以下の方法で保管する。

・保管の一般的な注意

試薬は一般的に密栓をして、冷暗所で保管する。各研究室に試薬棚を設置し、秩序のある分類方法（含有元素、炭素数など）で整理して陳列する。使用後はすみやかに試薬棚に返却し、転倒を防ぐために扉を必ず閉める。地震などの震動で容器および試薬棚が転倒しないように対策する。定期的に試薬棚を点検して、使用できない試薬は廃棄し、劣化した

ラベルは新しいものと取り替える。テフロンシールやパラフィルムなどで栓の部分をシールすると、試薬の漏れや劣化が防止できる。

毒物・劇物は施錠可能な専用の保管庫に入れ、容器の外壁に「医薬用外毒物」「医薬用外劇物」の表示をつける。毒物は使用量を毒物使用管理台帳に記入し、定期的に使用量、保管量を報告する。劇物についても、これにならうことが望ましい。研究室毎に点検者を定めて、定期的に台帳と保管量の一致を点検する。

刺激性のガスが発生する試薬は、ドラフト内で保管する。定期的に、漏れがないか容器を確認する。酸素や水と反応しやすい試薬は、不活性雰囲気ドライボックス中か、アンプルなどに封管して保管する。容器のふたをパラフィルムなどで密閉することも一定の効果がある。

低温保存の指示がある試薬は、温度に応じて冷蔵庫、冷凍庫で保管する。揮発性の可燃ガス（有機溶媒など）を含む試料を保管するときは、容器を密閉して、防爆用の冷蔵庫に入れる。非防爆の冷蔵庫を用いると、火花により引火する危険性がある。

お互いに反応する危険性がある試薬は、離れた場所に保管する。例えば、強酸と強アルカリ、可燃性物質（危険物第2類、第4類）と酸化性物質（危険物第1類、第6類）などである。類が異なる危険物は、例外を除いて同一場所に保管しない。

・危険物屋内貯蔵所での保管

指定数量を超える危険物は、法令で定められた方法により貯蔵所で保管する必要がある。学内では、第4類危険物（可燃性液体）の屋内貯蔵所（以下「溶媒倉庫」）が岡山キャンパスではA3号館西、B7号館東、構造実験室裏に設置され、今治キャンパスでは排水処理施設棟に設置され、各倉庫に危険物保安監督者が選任されている。複数の危険物が同一場所にあるときは、それぞれの危険物の指定数量の倍数の和が対象になるので注意が必要である（ヘキサン0.5倍とメタノール0.5倍で規制対象）。指定数量以下の危険物でも、できるだけ溶媒倉庫で保管するようにする。

溶媒倉庫は施錠し、関係者以外の出入りをさせないようにする。倉庫内および周辺は火気厳禁であり、庫内は常に整理や清掃を行い、可燃物などの不要なものを置かないようにする。定期的に貯蔵量を確認し、届出の指定数量の倍数を超えないようにする。

3.3 試薬の管理

大学全体及び研究室単位で試薬を管理するため、平成19年度より試薬を使用する研究室には**薬品管理システム**（CRIS）を導入している。薬品管理システムを新たに導入するまたは廃止する研究室は水質管理室に届け出る必要がある。試薬の入庫と出庫は、基本的に薬品瓶単位で行っているが、毒物に限っては、毒物使用管理台帳と同様、使用するたびに登録しなければならない。また、薬品を使いきったときは、薬品管理システムから必ず出庫登録をする必要がある。薬品管理システムは、試薬の入庫・出庫・在庫確認・集計等をWebページから簡単に行うことができるので、試薬を使用する研究室では、大いに活用していただきたい。大学で定期

的に行っている試薬の在庫管理（毒物・劇物集計、PRTR 集計を含む）も、本システムを使えば容易に行える。また、本システムからも試薬の SDS の入手が可能なので参考にしてもらいたい。

本システムの使用マニュアルは、水質管理室のホームページにあるので参考にしていきたい。

第4節 化学物質の使用

化学物質を用いて実験を行うときは、その危険性を十分に認識しておくべきである。反応を行う場合は、反応の性質だけでなく、触媒、溶媒、生成物の危険性も考慮しておく。とくに、未知の実験では予想できない事故が起こる可能性が高いので、熟練した指導者のもとで、安全に注意を払い、できるだけ小さいスケールで実験すべきである。本節では、化学物質を使用するときの一般的注意を説明した後、個別の無機・有機物質の取り扱いについて述べる。

4.1 試薬の使用の準備と一般的注意

研究室内または研究室と溶媒倉庫間での試薬の運搬には、細心の注意をはらうべきである。試薬棚から取り出すときは、他の容器の転倒がないように気をつける。溶媒倉庫に保管されている危険物は、必要な分だけ小分けして研究室に持ち込む。溶媒を 18 L 缶から小分けするときは、液体の拡散を防ぐためにバットの上でポンプを用いて漏洩のないように行う。万が一漏洩したときは、まずポンプを止めて、液体の拡散を防ぐための措置を講じる。小分けされた容器を運ぶときは、内容物が漏洩することのないように、ふたを十分に閉めて慎重に取り扱う。ガロン瓶の有機溶媒が漏洩すると、火災や健康被害など大きな事故につながる可能性がある。毒物を使用したときは、使用量を毒物使用管理台帳に記録する。

使用における一般的な注意は以下のとおりである。

- ・必ず「保護メガネ」をかける。
- ・腐食性や毒性のある試薬を取り扱う場合は、手袋とマスクを着用する。
- ・試薬を容器から取り出すときは漏洩のないようにする。
- ・できるだけドラフト内で使用する。必要に応じて、防護用のシールドを使用する。
- ・不必要に加熱や混合をしたり、衝撃を与えたりしない。
- ・使用後は速やかにふたをして、試薬棚等にもどす。

4.2 無機試薬

(1) 酸化性物質（消防法危険物第1類、第6類）

- ・物質例 塩素酸カリウム、過塩素酸カリウム、過酸化ナトリウム、臭素酸カリウム、硝酸カリウム、硝酸アンモニウム、過マンガン酸カリウム、重クロム酸カリウム（以上第1類） 硝酸、過塩素酸、過酸化水素（以上第6類）
- ・性質 強い酸化力をもち、加熱、衝撃、可燃物との接触により大量の熱を発生し

て発火や爆発を起こす。

- ・ 使用時の注意 衝撃や摩擦を避ける。火気や加熱を避ける。有機物などの可燃性物質との接触を避ける。
- ・ 消火の方法 多量の水を使用する（水と反応するものを除く）。
水と反応する無機過酸化物の消火には、水を使うことはできない。
- ・ 補足 過酸化水素の容器は密栓せず、通気のため穴の開いた栓をする。
硝酸がこぼれてダンボール箱が燃焼することがある。

(2) 自己反応性物質（消防法危険物第5類）

- ・ 物質例 ヒドラジン、ヒドロキシルアミン、アジ化ナトリウム
- ・ 性質 加熱、衝撃、摩擦により発火し、爆発するものもある。酸素を含んでいるものは自己燃焼性がある。
- ・ 使用時の注意 衝撃や摩擦を避ける。火気や加熱を避ける。
- ・ 消火の方法 きわめて消火は困難。多量の水を使用する。
アジ化ナトリウムの火災は、乾燥砂でおおい消火する（水は使わない）。
- ・ 補足 N-N、N-O などの非共有電子対をもつ原子間の単結合は不安定である。

(3) 可燃性固体（消防法危険物第2類）

- ・ 物質例 金属粉（アルミニウム、マグネシウム等）、硫化リン、赤リン、硫黄
- ・ 性質 火気により着火しやすい可燃性の固体。酸化剤との混合で爆発の危険。
水と反応して有毒ガスを発生するものもある。
- ・ 使用時の注意 火気や加熱、および酸化剤との接触を避ける。金属粉は水や酸との接触を避ける。
- ・ 消火の方法 水と接触して発火やガス発生をするものは、乾燥砂で窒息消火。
赤リンや硫黄の場合は水による消火も可能。
- ・ 補足 粒子の細かい金属粉は粉塵爆発を起こすこともあり危険である。
硫化リンは水と反応して有毒な硫化水素を発生する。

(4) 自然発火性物質および禁水性物質（消防法危険物第3類）

- ・ 物質例 アルカリ金属（ナトリウム、リチウムなど）、アルカリ土類金属（カルシウムなど）、金属水素化物（水素化ナトリウムなど）、炭化カルシウム、黄リン
- ・ 性質 空気や水と接触すると自然発火する。
- ・ 使用時の注意 禁水性の物質は水との接触を避ける。自然発火性の物質は空気との接触を避ける。
- ・ 消火の方法 乾燥砂を用いる。禁水性のものは粉末消火器を用いる。
- ・ 補足 自己反応性の物質は不活性ガス（窒素またはアルゴン）中で保管。
黄リンは水の保護液中で保管。

アルカリ金属や金属水素化物などでは可燃性の水素が発生する。

炭化カルシウム（カーバイド）が水と反応すると可燃性のアセチレンが発生する。

(5) 酸・アルカリ

a) 強酸

- ・物質例 硝酸、過塩素酸、硫酸、塩酸、フッ化水素酸
- ・性質 無色の液体で強い酸性を示す。種類に応じて発煙性、腐食性、吸湿性がある。
- ・使用時の注意 皮膚に付着しないようにする。付着した場合はすみやかに多量の水で洗浄する。アルカリや可燃物との接触を避ける。発煙性のある酸はドラフトで取り扱う。
- ・消火の方法 硝酸と過塩素酸は危険物第6類であり、消火法は上述。
- ・補足 硝酸が皮膚に付着すると黄変する。
硫酸は水と混じると激しく発熱（希釈するときは水に濃硫酸をゆっくりと入れる）。
フッ化水素酸はガラスを侵すのでポリ容器で保管。皮膚に浸透して組織を侵す。

b) 強アルカリ

- ・物質例 水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、濃アンモニア水
- ・性質 強いアルカリ性を示す。水酸化ナトリウム、水酸化カリウムは白色の固体で、腐食性と潮解性を示す。濃アンモニア水は無色の液体で、強い刺激臭をもつ。
- ・使用時の注意 皮膚に付着しないようにする。粘膜を強く刺激するので、目には絶対に入らないように保護メガネを着用する。付着した場合はすみやかに多量の水（またはうすいホウ酸水溶液）で洗浄する。空気中の二酸化炭素を吸収しないように密栓をして保存。
- ・補足 水酸化物を水に溶解すると発熱する。

(6) 毒物・劇物

a) シアン化合物

- ・物質例 シアン化ナトリウム、シアン化カリウム、シアン化水素
- ・性質 シアン化ナトリウム、シアン化カリウムは白色結晶で潮解性あり。シアン化水素は無色の気体。吸入や皮膚への接触により呼吸麻痺などの中毒を起こす。
- ・使用時の注意 吸入や皮膚に付着しないように、手袋とマスクを着用してドラフト中で取

り扱う。

- ・補足 シアン化ナトリウム、シアン化カリウムの水溶液を酸性にするとシアン化水素が発生する。

b) リン化合物

- ・物質例 黄リン、ホスフィン
- ・性質 黄リンは黄色い固体で、空気中で自然発火。ホスフィンは無色の気体。消化器、肝臓障害を起こす。
- ・使用時の注意 吸入や付着しないようにする。ドラフト中で取り扱う。黄リンは空気中に出さないようにする。

c) 水銀化合物

- ・物質例 水銀、酸化水銀 (II)、塩化水銀 (II)
- ・性質 水銀は銀白色の液体金属。酸化水銀 (II) は赤色結晶。消化器に障害を与え、中毒を起こす。
- ・使用時の注意 吸入や付着しないようにする。ドラフト中で取り扱う。

d) ハロゲン単体

- ・物質例 塩素、臭素、ヨウ素
- ・性質 塩素は黄緑色気体、臭素は赤褐色液体、ヨウ素は紫色固体。いずれも刺激臭、揮発性を有する。粘膜や呼吸器に炎症を起こす。
- ・使用時の注意 吸入や付着しないようにする。ドラフト中で取り扱う。蒸気は空気より重いので注意。

e) その他の化合物

- ・毒物 ヒ素化合物、フッ化水素、ニッケルカルボニル、セレン化合物
- ・劇物 過酸化水素、ナトリウム、亜硝酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、硫酸、硝酸、アンモニア
バリウム、亜鉛、スズ、鉛、クロム、カドミウム、タリウムなどの化合物

4.3 有機試薬

(1) 引火性物質（消防法危険物第2、4類）

消防法の危険物第4類（引火性液体）は、引火点（点火したときに燃え出す最低の温度）や発火点（点火しなくても燃え出す最低の温度）などの危険性の程度により「特殊引火物」「第一石油類」「アルコール類」「第二石油類」「第三石油類」「第四石油類」「動植物油類」に分類されており、この順に危険性の程度が減少する。第一～三石油類は、水溶性と非水溶性液体で異なる指定数量が定められている。危険物第4類の共通の性質や注意事項は以下のとおりである。

- ・性質 引火性の液体であり、火気等により引火や爆発の危険性がある。

蒸気は空気より重いので、低所に溜まる。比重は1より小さいものが多い。

- ・ 使用時の注意 密栓をして冷暗所に保存。火気や加熱を避ける。
換気の良いところで取扱う。静電気の発生を防ぐ。
- ・ 消火の方法 消火器（粉末、二酸化炭素など）で窒息消火。水溶性のものを除いて、注水による消火は不適當。

固形アルコールなどの引火性固体は危険物第2類に分類され、注意事項は危険物第4類と同様である。

各物質の性質等は以下のとおりである。

a) 特殊引火物

- ・ 物質例 ジエチルエーテル、二硫化炭素、アセトアルデヒド、ジメチルスルフィド
- ・ 性質 発火点が100℃以下または引火点が-20℃以下。沸点が40℃以下。二硫化炭素は水より重く、燃焼すると亜硫酸ガス（二酸化硫黄）を発生する。
- ・ 使用時の注意 特に引火しやすいので取り扱いに注意。

b) 第一石油類

- ・ 物質例 〈非水溶性〉ガソリン、ベンゼン、トルエン、酢酸エチル
〈水溶性〉アセトン、ピリジン
- ・ 性質 引火点21℃未満。
- ・ 補足 ガソリンは液体の炭化水素で、自動車用のものは40～220℃の留分である。

c) アルコール類

- ・ 物質例 メタノール、エタノール、*n*-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール
- ・ 性質 炭素数3までのアルコールで、いずれも水溶性。

d) 第二石油類

- ・ 物質例 〈非水溶性〉灯油、軽油、キシレン、*n*-ブチルアルコール
〈水溶性〉酢酸、プロピオン酸、アクリル酸
- ・ 性質 引火点21℃以上70℃未満。
- ・ 補足 灯油は液体の炭化水素で、145～270℃の留分である。

e) 第三石油類およびその他の引火性液体

- ・ 物質例 第三石油類 〈非水溶性〉重油、アニリン、ニトロベンゼン
〈水溶性〉エチレングリコール、グリセリン
第四石油類 ギア油、シリンダー油
動植物油類 ヤシ油、アマニ油、ニシン油、ゴマ油
- ・ 性質 不飽和度の大きい動植物油類は自然発火することがある。

(2) 自然発火性物質および禁水性物質（消防法危険物第3類）

- ・ 物質例 アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、その他の有機金属化合物

- ・性質 無色から少し着色した液体。空気に触れると自然発火。水と激しく反応して発火する。分解して可燃性のガスを発生。
- ・使用時の注意 発火の危険が高く、必ず熟練した実験者の指導のもとで扱う。容器は不活性ガス中に密閉して保存。
- ・消火の方法 粉末消火器が有効。水およびハロゲン系の消火剤は不可。乾燥砂などで分解速度を遅くする。

(3) 自己反応性物質（消防法危険物第5類）

- ・物質例 過酸化ベンゾイル、硝酸エステル（ニトログリセリンなど）、ピクリン酸、トリニトロトルエン（TNT）、アゾビスイソブチロニトリル（AIBN）
- ・性質 加熱、衝撃、摩擦により発火し、爆発するものもある。爆薬の原料として用いられるものもある。
- ・使用時の注意 衝撃や摩擦を避ける。火気や加熱を避ける。
- ・消火の方法 きわめて消火は困難。多量の水を使用する。

(4) 有機酸

- ・物質例 ギ酸、酢酸、プロピオン酸、メタンスルホン酸、フェノール、ピクリン酸
一般的な注意事項は、無機酸の場合と共通である。ギ酸やフェノールのように、粘膜や皮膚を強く刺激するものもあり、取り扱いには十分注意する。

(5) 毒物・劇物

- ・物質例 ニコチン、ジニトロクレゾール、パラチオン、パラコート、四アルキル鉛（以上毒物）、メタノール、クロロホルム、四塩化炭素、ホルムアルデヒド、酢酸エチル、シュウ酸、アセトニトリル、トルエン、キシレン、フェノール、アニリン、ニトロベンゼン、二硫化炭素（以上劇物）
一般的な注意事項は、無機物質の毒物・劇物の場合と共通である。有機物質は、揮発性のものが多く、一般に皮膚や粘膜からの吸収が速い。

第5節 化学物質の廃棄

5.1 化学物質を廃棄する上での一般的注意

不要になった試薬や合成反応等で生じる反応残渣は廃棄されることになるが、適正な廃棄を行わないと、爆発・火災・中毒等の人身事故あるいは環境汚染を引き起こすことになりかねない。廃棄化学物質の内容を一番よく知っているのは廃棄物を出した実験者なので、**実験者本人が廃棄物を無害化処理するのが原則である**。ただし、実際には処理能力の問題等で大学内の処理施設または外部の廃棄物処理業者に集約処理を依頼することが多い。この場合には、実験者が可能な範囲で無害化を行った上で、廃棄物の内容と量を正確に相手に伝えることが必要である。本節では、岡山理科大学で定められている廃棄物の分類と廃棄方法について述べる。

(1) 廃棄物一般について

大学の研究教育活動に伴って排出される廃棄物は、産業廃棄物と事業系一般廃棄物に分けられる。一般廃棄物は一般家庭からでるものと同じ紙くず・木くず・プラスチックくずのたぐいであるが、試薬を拭き取った紙、使用済みのろ紙や薬包紙、試薬類の空き瓶、実験用のガラス・プラスチック・金属器具などは有害物質が付着している可能性があるためすべて産業廃棄物に分類され、大学の責任で廃棄処理される。つまり、**実験室からの廃棄物は実験廃液類も含めほとんどが産業廃棄物になると心得ておかねばならない。**

(2) 実験系廃棄物の分類

実験室からでる廃液・廃棄物（実験系廃棄物）は以下のように分類される。

- ・ 無機系廃液（重金属含有廃液、シアン含有廃液、水銀含有廃液 等）
- ・ 有機系廃液（可燃性有機廃液、含ハロゲン有機廃液 等）
- ・ 固形廃棄物（重金属残渣、シリカゲル、ガラス器具 等）

実験で廃棄物が出たら、まず有害か無害かを確認し、以下の処理を行う。

無害なもの → 固形廃棄物は「無害残渣」として担当部署に連絡し、指定場所へ搬入、
廃液は実験洗浄水として放流

有害なもの → 無害化できるものは実験室で無害化、無害化できないものは分別収集
し担当部署へ連絡し、指定場所へ搬入

5.2 岡山理科大学における廃棄物処理の流れ

(1) 岡山キャンパス

「実験排液」と「実験洗浄水」の定義は次のとおりである。

実験排液 → 実験で使用した有害物を含む溶液等

実験洗浄水 → 実験器具の洗浄に用いた有害物を含まない水

「実験廃液」は実験者が分別収集し研究室単位で水質管理室に搬入する（5.4～5.5 節参照）。一方、実験室の流れから排出される「実験洗浄水」は基本的に洗浄水であり、無害になっていなければならない。排水基準（表 3－4 参照）はすべて ppm（1 kg の溶液中に 1 mg が溶けている）レベル以下、ものによっては ppb（1 kg の溶液中に 1 μ g が溶けている）レベルである。一人のミスで排水が汚染されると簡単に排水基準を超え、最悪の場合、岡山キャンパス全体で水の使用禁止、排水の放流禁止命令がでる。汚染された排水は笹ヶ瀬川・児島湖・瀬戸内海へ流れ、食物連鎖等により有害物質が蓄積され、我々の体をむしばむ原因を増やすことになるので、微量であっても有害物質を排水へ流さないことを肝に銘じなければならない。

(1)－① 岡山キャンパス内の排水経路

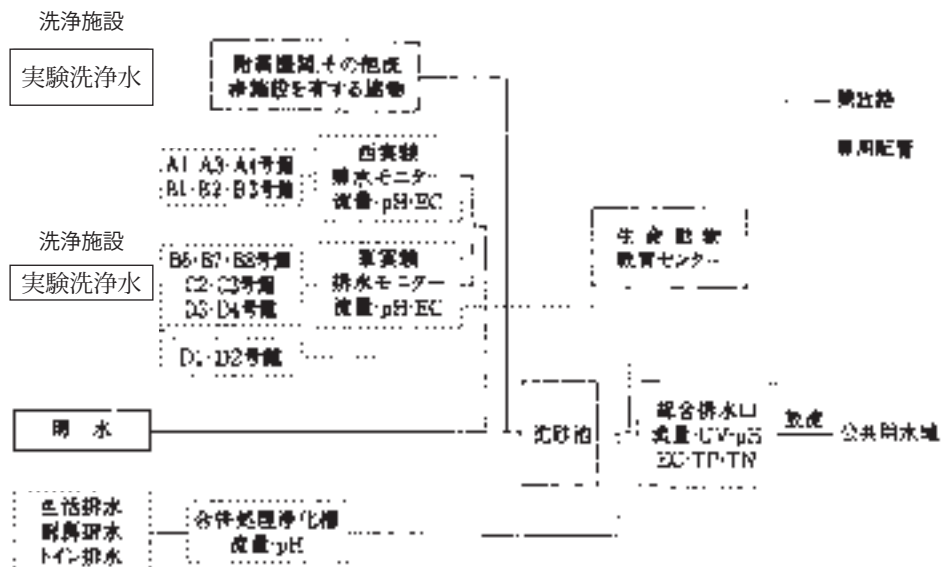
・実験洗浄水

実験洗浄水は東、西の 2 系統に分かれて専用排水管経由で集められ、常時モニターされている（西モニター：C 8 号館脇、東モニター：D 1 号館脇）。

系統別に流量・pH・電気伝導度（EC）を常時監視、その他項目は系統別に随時監視。
実験洗浄水は基本的に無害なので、公共用水域（用水路や河川）へ無処理で放流。

- ・ 生活排水（食堂での排水、手洗いの水、トイレの汚水等）

水質管理室横の合併浄化槽（流量と pH を監視）で処理後、公共用水域へ放流。



- ・ 公共用水域へ放流される前に、流量・pH・電気伝導度（EC）・COD（UV）・全リン量（TP）・全窒素量（TN）を常時監視、その他項目は随時監視。

岡山大学構内の用水路（座主川）を経て笹ヶ瀬川・児島湖・瀬戸内海へ放流される（下水道への放流ではない点に注意）。

(1) - ② 排水基準

岡山県は瀬戸内海（閉鎖海域で海水が入れ替わるのに時間がかかる）に面しているためその他の地域より排水基準が厳しい。表 3-4 の数値は水質汚濁防止法で定められている値だが、岡山県では条例でより厳しい基準を適用している。岡山キャンパスではそれに準じている。

(2) 今治キャンパス

「バイオハザード系洗浄水」、「実験排水」と「実験洗浄水」の定義は次のとおりである。

- バイオハザード系洗浄水 → 血液が付着した実験器具の洗浄に用いた水
- 実験排水 → 実験で使用した有害物を含む溶液等
(流しには流さず分別回収する)
- 実験洗浄水 → 実験器具の洗浄に用いた有害物を含まない水

「実験廃液」は実験者が分別収集し研究室単位で担当部署へ連絡し、指定場所へ搬入する(5.4～5.5節参照)。一方、実験室の流しから排出される「実験洗浄水」は基本的に洗浄水であり、無害になっていなければならない。排水基準(表3-5参照)はすべてppm(1kgの溶液中に1mgが溶けている)レベル以下、ものによってはppb(1kgの溶液中に1μgが溶けている)レベルである。

一人のミスで排水が汚染されると簡単に排水基準を超え、最悪の場合、今治キャンパス全体で水の使用禁止、排水の放流禁止命令がでる。

(2)-① 今治キャンパスの排水の経路

・実験洗浄水

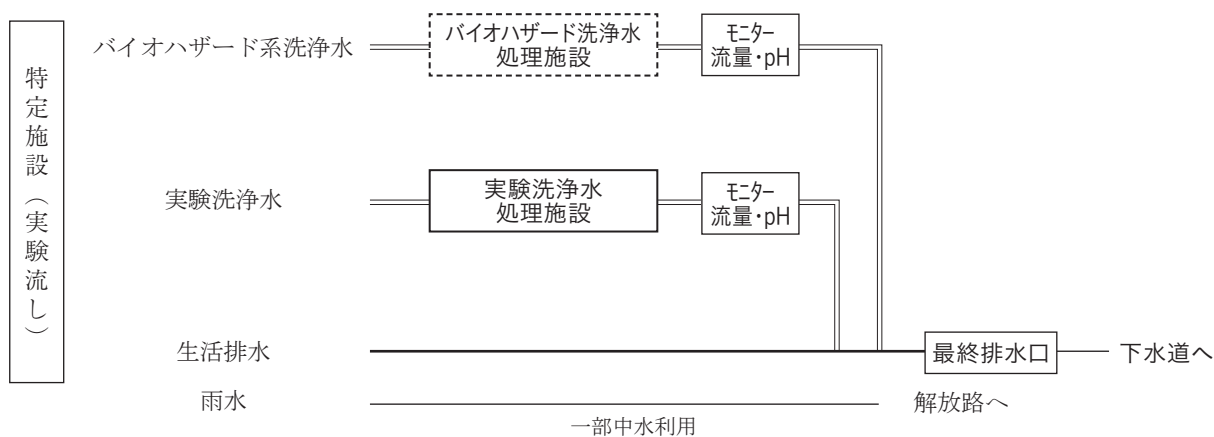
実験洗浄水は専用排水管経由で専用の排水処理施設で中和した後、公共下水道へ放流。

・バイオハザード系洗浄水

バイオハザード系洗浄水は専用排水管経由で専用の排水処理施設で滅菌した後、公共下水道へ放流。

・生活排水(食堂での排水、手洗いの水、トイレの汚水等)

無処理で公共下水道へ放流。



(2)-② 排水基準

表3-5の数値は下水道法で定められている値である。今治キャンパスの排水基準は、表3-5の値に準じている。

表 3-4 水質汚濁防止法による排水基準

(1) 有害物質に係る一律排水基準

(「人の健康の保護に関する環境基準」は概ね表の値の10分の1)

有害物質の種類	許容限度 (mg/L は ppm)
カドミウム及びその化合物	0.03 mg Cd/L
シアン化合物	1 mg CN/L
有機リン化合物 (パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及び EPN に限る)	1 mg/L
鉛及びその化合物	0.1 mg Pb/L
六価クロム化合物	0.5mg Cr(VI)/L
砒素及びその化合物	0.1 mg As/L
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005 mg Hg/L
アルキル水銀化合物	検出されないこと
ポリ塩化ビフェニル (PCB)	0.003 mg/L
トリクロロエチレン	0.1 mg/L
テトラクロロエチレン	0.1 mg/L
ジクロロメタン	0.2 mg/L
四塩化炭素	0.02 mg/L
1,2-ジクロロエタン	0.04 mg/L
1,1-ジクロロエチレン	1 mg/L
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4 mg/L
1,1,1-トリクロロエタン	3 mg/L
1,1,2-トリクロロエタン	0.06 mg/L
1,3-ジクロロプロペン	0.02 mg/L
チウラム	0.06 mg/L
シマジン	0.03 mg/L
チオベンカルブ	0.2 mg/L
ベンゼン	0.1 mg/L
セレン及びその化合物	0.1 mg Se/L
ほう素及びその化合物	海域以外 10 mg B/L、海域 230 mg B/L
ふっ素及びその化合物	海域以外 8 mg F/L、海域 15 mg F/L
アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	アンモニア性窒素×0.4、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素の合計量が 100 mg/L
1,4-ジオキサン	0.5 mg/L

要監視項目（人の健康の保護に関連する物質ではあるが、公共用水域等における検出状況等からみて、直ちに環境基準とはせず、引き続き知見の集積に努めるべき物質；現在 27 項目が設定されている）の一部を次表に示す。

有害物質の種類	許容限度 (mg/L は ppm)
クロロホルム	0.06 mg/L
トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/L
1,2-ジクロロプロパン	0.06 mg/L
p-ジクロロベンゼン	0.2 mg/L
オキシシン銅 (有機銅)	0.04 mg/L
トルエン	0.6 mg/L
キシレン	0.4 mg/L
フタル酸ジエチルヘキシル	0.06 mg/L
モリブデン	0.07 mg/L
アンチモン	0.02 mg/L
塩化ビニルモノマー	0.002 mg/L
エピクロロヒドリン	0.0004 mg/L
全マンガン	0.2 mg/L
ウラン	0.002 mg/L

(2) 生活環境項目に係る一律排水基準

* は岡山県基準値

項 目	許容限度 (mg/L は ppm)
水素イオン濃度 (pH)	海域以外 5.8 以上 8.6 以下 海域 5.0 以上 9.0 以下
生物化学的酸素要求量 (BOD)	160 mg/L (日間平均 120 mg/L) * 30 mg/L (日間平均 20 mg/L)
化学的酸素要求量 (COD)	160 mg/L (日間平均 120 mg/L) * 50 mg/L (日間平均 30 mg/L)
浮遊物質 (SS)	200 mg/L (日間平均 150 mg/L) * 70 mg/L (日間平均 50 mg/L)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量	鉱油類含有量
	動植物油脂類含有量
フェノール類含有量	5 mg/L
銅含有量	3 mg/L
亜鉛含有量	2 mg/L
溶解製鉄含有量	10 mg/L
溶解性マンガン含有量	10 mg/L
クロム含有量	2 mg/L
大腸菌群数	日間平均 3000 個/cm ³
窒素含有量	120 mg/L (日間平均 60 mg/L) * 50 mg/L (日間平均 25 mg/L)
リン含有量	15 mg/L (日間平均 8 mg/L) * 6 mg/L (日間平均 3 mg/L)

表 3-5 下水道法による排水基準

(1) 有害物質に係る一律排水基準

2017 年版 p68、69 を掲載

ただし、アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物は削除

(2) 生活環境項目に係る基準

項	目	許容限度 (mg/L は ppm)
温度		45℃以下
沃素消費量		220mg/L
アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素含有量		380mg/L
水素イオン濃度 (pH)		5.0 以上 9 未満
生物化学的酸素要求量 (BOD)		600mg/L
浮遊物質 (SS)		600mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質含有量	鉱油類含有量	5mg/L
	動植物油脂類含有量	30mg/L
フェノール類含有量		5mg/L
銅含有量		3mg/L
亜鉛含有量		2mg/L
溶解性鉄含有量		10mg/L
溶解性マンガン含有量		10mg/L
クロム含有量		2mg/L
窒素含有量		240mg/L
燐含有量		32mg/L

5.3 廃棄物の原点処理

前述のように、廃棄物の内容を一番よく知っている実験者本人は危険の少ない状態への処理と適切な分別収集を行わねばならない。これを怠ると廃棄処理ができなくなるだけでなく、事故を誘発することになりかねない（家庭ゴミにおいて、スプレー缶のガス抜きをしないままに不燃ゴミとして出したために収集車内で爆発したという事例はよく知られている）。

以下に個別の処理方法について記述するが、実験で用いる薬品の組み合わせは多種多様であるので必ずしもこの通りにすればよいというものではない。類似の化学反応を扱った文献を参考にするなどして、反応ごとに適切な方法で処理するようにする。

<酸・アルカリ>

酸・アルカリを含む廃液は、水で希釈（濃度 5 % 以下）後中和し、表 4 - 5 の収集区分にしたがって分別する。中和は廃液同士で行うなどして、使用薬品量を最小限にする。

<水銀>

有機水銀を含む廃液は酸化分解して無機水銀に変えておく。

<シアン>

酸性では猛毒のシアン化水素ガスが遊離するので、必ず pH 11 以上にして分別収集する。

<クロム>

水で希釈後、硫酸を加えて pH 3 以下にしておく。

<金属粉>（危険物第二類「可燃性固体」）

Fe、Al、Zn、Mg 等の金属粉は、乾燥すると火気によって着火しやすい。希塩酸で処理し（発生する H_2 ガスに注意）安定な塩にしておく。

<アルカリ金属>（危険物第三類「自然発火性物質および禁水性物質」）

金属状態の Li、Na、K はメタノールなどを用いて穏やかに分解する（発生する H_2 ガスに注意）。

<金属水素化物>（危険物第三類「自然発火性物質および禁水性物質」）

LiH、NaH、KH、 CaH_2 等はメタノール（少量の場合は NH_4Cl 水溶液）で分解する（発生する H_2 ガスに注意）。

<アルキルリチウム、アルキルアルミニウム>（危険物第三類「自然発火性物質および禁水性物質」）

BuLi、MeLi、 $LiAlH_4$ 、DIBALH 等は酢酸エチルまたはアセトンで分解する。

<有機過酸化物>（危険物第五類「自己反応性物質」）

過酸化ベンゾイル等の有機過酸化物は $Na_2S_2O_3$ 水溶液で還元分解する。

5.4 廃棄物の収集

実験で生じる廃液・廃棄物は実験者が原点処理をした上で、表 4 - 5 の収集区分にしたがって分別する。ただし、PCB 等の特別管理産業廃棄物が発生した場合は、水質管理室へ連絡する。

表 3-6 実験系廃棄物の収集区分

無機系廃液	水銀廃液	水銀とその化合物を含む廃液
	シアン廃液	シアン化合物を含む廃液
	セレン廃液	セレンとその化合物を含む廃液
	ヒ素廃液	ヒ素とその化合物を含む廃液
	クロム廃液	クロムとその化合物を含む廃液
	有害重金属廃液	カドミウム、鉛、スズ等の有害金属を含む廃液
	有機無機混合廃液	有害重金属を含む有機廃液
	有価物を含む廃液	金、白金、銀、パラジウム、写真現像液及び定着液 ^(注) (他の金属とできるだけ分別すること)
	一般無機廃液	上記以外の酸、アルカリ、無機塩類の廃液
有機系廃液	可燃性有機廃液	ハロゲン以外の炭化水素、アルコール類、ケトン類、アルデヒド類、エステル類、エーテル類など 石油系廃液
	含ハロゲン有機廃液	ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素など
	含水有機廃液	希薄有機水溶液(含水率 95%以上)、浸け置き洗浄液 写真現像液及び定着液 ^(注)
	オイル	機械オイル、真空ポンプオイル、廃オイルなど (PCBを含まないオイルに限定)
固形廃棄物	残渣・汚泥・付着物	有害重金属の付着したろ紙、ろ布、残渣等 使用済みシリカゲル、沈殿物、汚泥、残渣等 水銀を含むもの、石綿を含むもの
	廃試薬	無機系・有機系の廃試薬
	電池類	乾電池・ニッカド電池、ボタン電池、リチウム電池等
	試薬瓶	使用済み試薬瓶(ガラスくずと分ける)
	ガラスくず	ビーカー及びTLC板等の実験ガラス器具類 (破損物及び不要物)等
	廃プラスチック	使用済みポリ試薬瓶(他のものと分ける) 使用済みチップ、シャーレ、チューブ、遠沈管、 使い捨てゴム手袋(実験・研究用)等
	注射筒・針	使用済み注射筒・針及びマイクロシリンジ等 (注射針については、安全な状態で搬入すること)

(注) 銀含有のものは分別し、有価金属含有廃液とする。

＜実験器具の洗浄の際の注意＞

実験器具を洗浄する際の洗液は少なくとも3回目までは実験廃液とする。4回目以降においても有機溶媒を使って洗浄する場合は決して洗液を排水口に流してはいけない。器具に付着している物質および洗浄に使用する溶媒に応じて、洗液を分別収集する。ジクロロメタン、クロロホルム等のハロゲン系溶媒を使用した器具を洗浄する場合は、1回目の洗液（洗浄溶媒はアセトン、メタノール等）は含ハロゲン有機廃液、2回目以降は可燃性有機廃液として収集する。

＜分別収集の際の注意＞

- ・ 無機系廃液、有機系廃液の分別は、図3-1のフローチャートにしたがって行う。
- ・ 有機無機混合廃液は無機系廃液に分類し、5.5節の処理方法にしたがう。
- ・ 残渣・汚泥・付着物は有害重金属を含むものとそうでないものを分ける。
- ・ 有害重金属以外の物質が付着した紙、ろ紙は一般廃棄物として処理する。
- ・ 未開封の不要試薬については、1週間程度学内アナウンスし引き取り先を探す。引き取り先が見つからなかった場合は廃試薬として処分する。
- ・ 試薬瓶は、毒・劇物・有害物等を含む場合は洗浄を行い、洗浄液は内容によって回収・中和を行う。無害なものは瓶にできるだけ残留物のないようにしておく。
- ・ 使用済み試薬瓶（ガラス・ポリ）のふたは必ずはずし、廃プラスチックに分別する。
- ・ シャーレ・遠沈管等の中身は、出しておく。
- ・ 割れたガラス類、TLC板等は必ず一斗缶に（8分目程度まで）入れて搬入する。

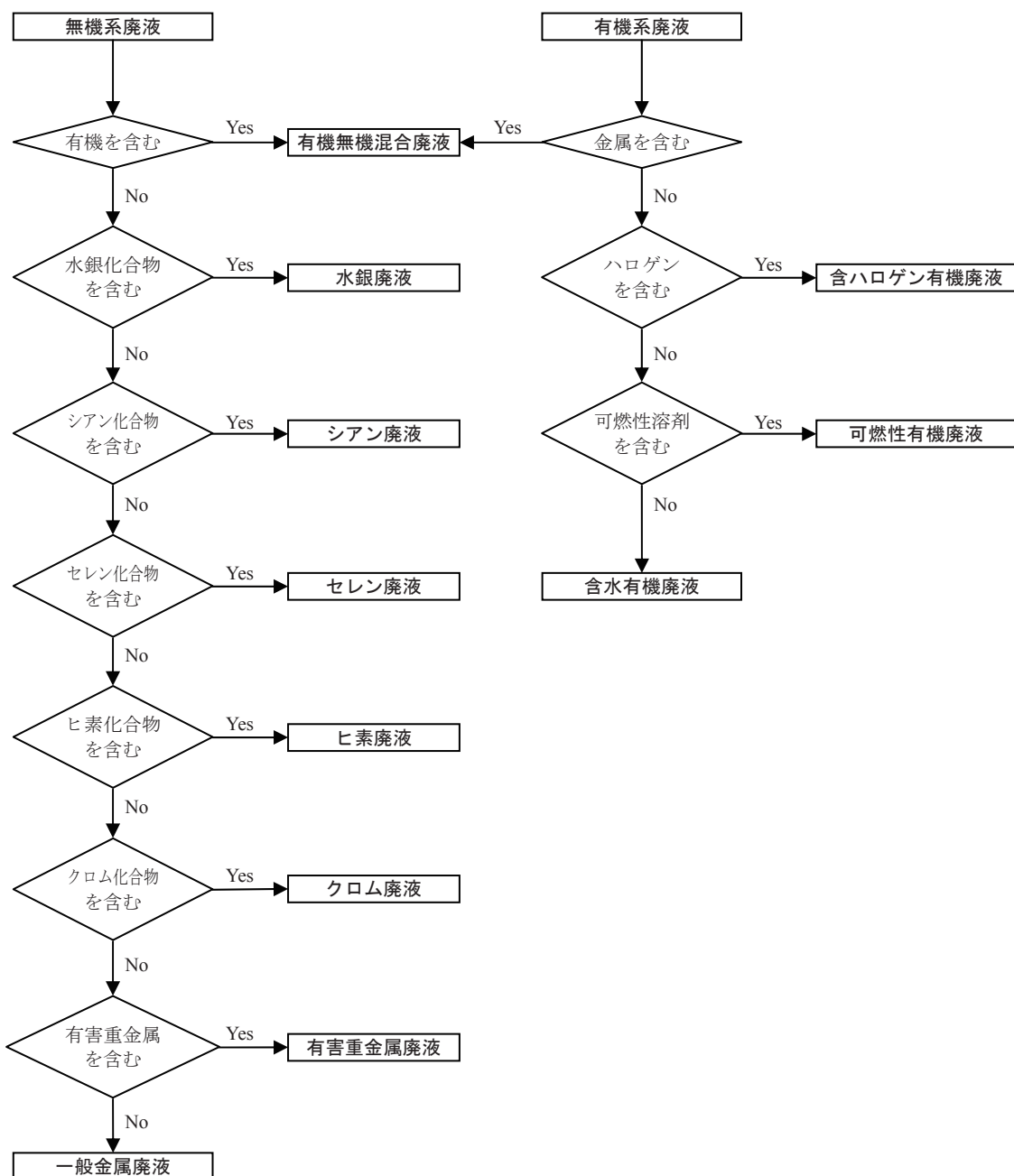


図 3-1 実験廃液の分別フローチャート

有害重金属廃液（水銀、クロム以外）に分別されるもの：

カドミウム、鉛、銅、鉄、マンガン、亜鉛、コバルト、ニッケル、銀、スズ、アンチモン、モリブデン、タングステン、ベリリウム、バナジウム、チタン、ビスマス、ジルコニウム、ランタン、バリウムなど

5.5 収集した廃棄物の搬出

(1) 岡山キャンパス

分別収集した廃液・廃棄物は表 3-7、図 3-2 にしたがって処理する。

表 3-7 実験系廃棄物の処理

分類		処理方法
無機系廃液	有害物質を含まないもの 無害化できるもの	各研究室で処理後、多量の水を流しながら 実験流しに排水
	水銀、シアン等含有廃液 有害重金属廃液 有機無機混合廃液	水質管理室へ搬入（処理は専門業者委託）
	可燃性有機廃液	専門業者委託（指定日に指定場所で収集）
	含ハロゲン有機廃液	指定日に水質管理室へ搬入 （処理は専門業者委託）
有機系廃液	含水有機廃液	指定日に水質管理室へ搬入 （処理は専門業者委託）
	固形廃棄物	水質管理室へ搬入（処理は専門業者委託）

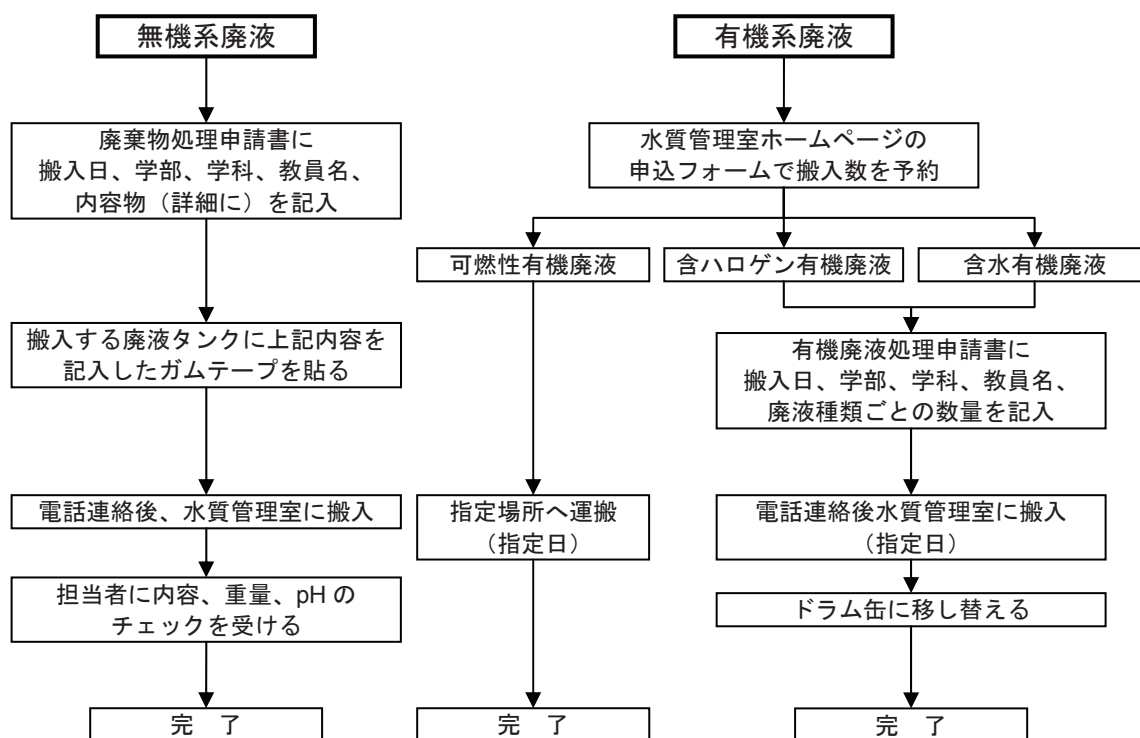


図 3-2 廃棄物の搬入手順

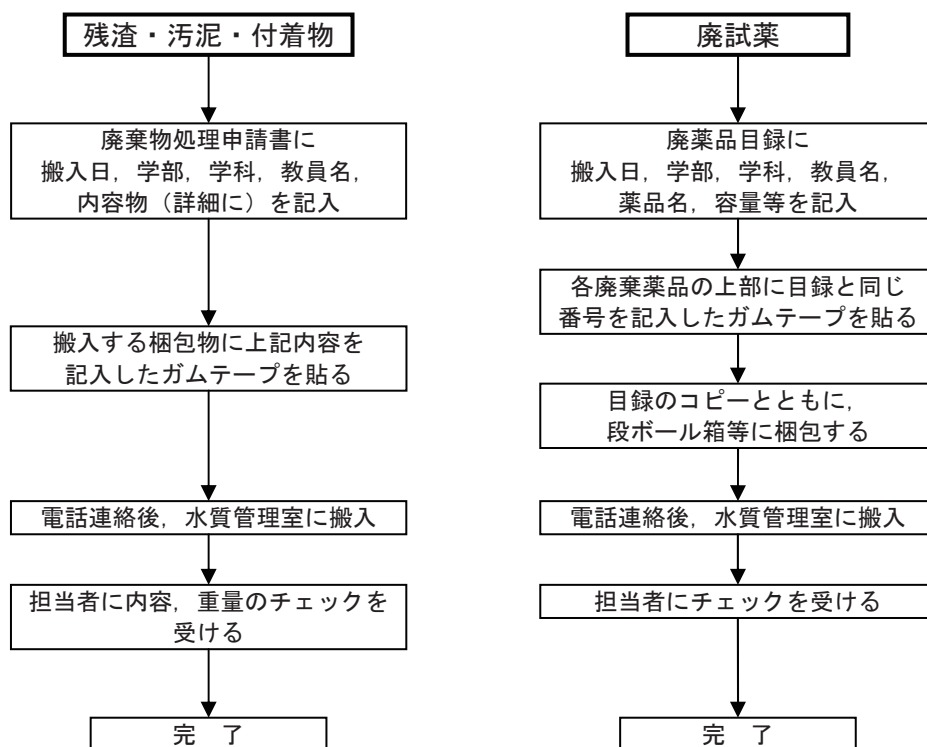


図 3 - 2 廃棄物の搬入手順（続き）

＜水質管理室へ搬入する際の注意＞

- ・ 有機系廃液は搬入可能な期間が定められているので、あらかじめ水質管理室ホームページ（<http://www.ous.ac.jp/suikan/>）を確認し、計画的に廃棄するようにする。
- ・ 「廃棄物処理申請書」、「有機廃液処理申請書」、「廃薬品目録」の様式は、水質管理室ホームページ（<http://www.ous.ac.jp/suikan/>）から PDF や Excel ファイルがダウンロードできる。
- ・ 搬入の際は事前に水質管理室（内線 2 4 1 2、2 4 1 4）へ電話連絡する。
また、安全袋（運搬中の事故の際に使用する応急用品一式が入っている袋）を必ず携帯し、搬入物の漏れや飛散に注意しながら搬入すること。

(2) 今治キャンパス

分別収集した廃液・廃棄物は表 3-8、図 3-3 にしたがって処理する。

表 3-8 実験系廃棄物の処理

分類		処理方法
無機系廃液	有害物質を含まないもの 無害化できるもの	各研究室で処理後排水へ
	水銀、シアン等含有廃液 有害重金属廃液 有機無機混合廃液	学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)
有機系廃液	可燃性有機廃液	学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)
	含ハロゲン有機廃液	学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)
	含水有機廃液	学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)
固形廃棄物		学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)
動物死体 血液付着物		学部運営支援課へ連絡 (処理は専門業者委託)

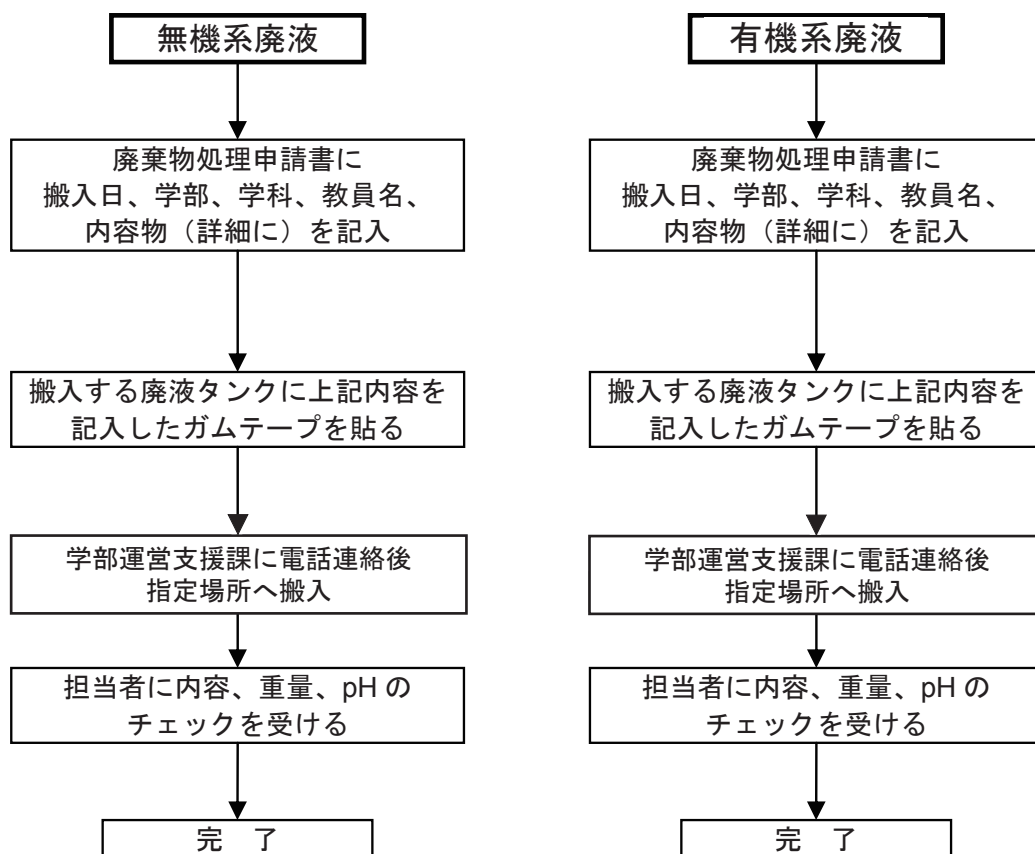


図 3 - 3 廃棄物の搬入手順

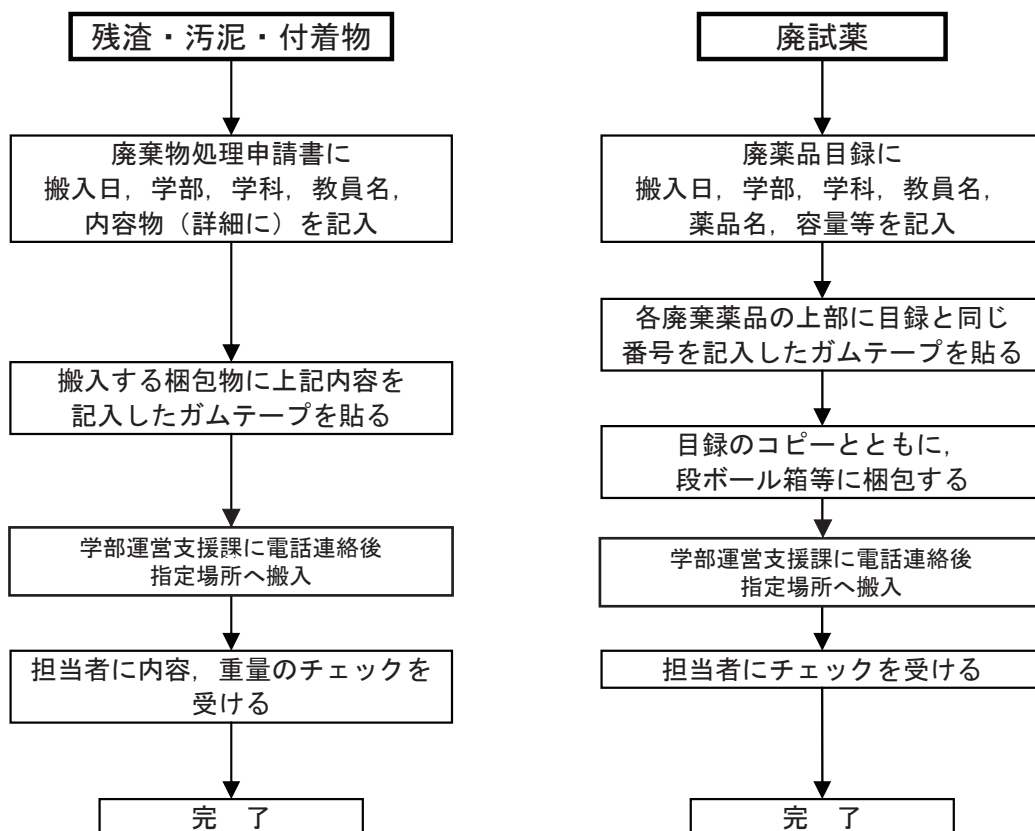


図 3 - 3 廃棄物の搬入手順（続き）

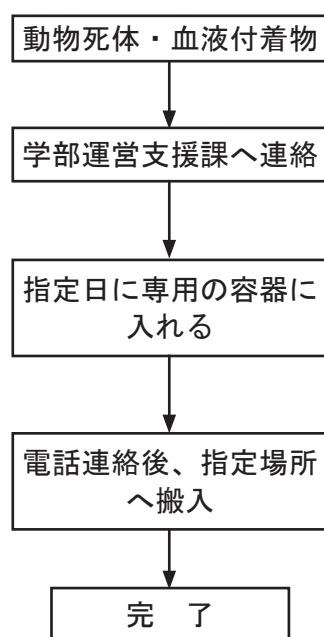


図 3－3 廃棄物の搬入手順（続き）

<搬入する際の注意>

- ・運搬の際は事前に学部運営支援課（内線 8053）へ電話連絡する。

第4章 生物的要因について

第1節 はじめに

バイオハザード（生物災害，biohazard）とは，生物学的要因による災害であり，病原微生物を取り扱う機会の多い医学薬学の分野では特に気をつけなければならない。人獣共通感染症に感染した動物をそうとは知らずに扱ったために，実験者が発症した例もある。バイオハザードの原因となる病原微生物は肉眼では見ることが出来ず，ちょっとした手抜きや油断が重大な感染事故につながる可能性がある。また，感染事故が仮に起きたとしても因果関係を実証することは難しい。ある製薬会社の研究所で，なんらバイオハザード対策をとらずにヒト胎盤から蛋白質を単離する実験を行いC型肝炎になった事例があるが，製薬会社側は研究内容とC型肝炎の因果関係を認めなかった。その理由は，C型肝炎になる原因は他にもある（私生活が原因とも考えられる）からである（会社側の主張）。さらに，原因不明の疾患になった場合その原因を追及することはきわめて難しい。結論として言えることは，バイオハザードの第一被害者は実験者自身であることを認識すること，そして，自己防衛こそがバイオハザード防止の最善の方法であるということである。性急にデータを取ろうとしてバイオハザード対策をなおざりにしてはいけない。バイオハザード対策が十分に行えていない条件で行った実験結果は，細胞や動物が正常であったかどうかの保証もなく，信頼性が低いと考えるぐらいの心構えが必要である。

なお，本章に書かれた事柄については，それぞれ参考文献が付されているが，これ以外にも，インターネットを介して関係省庁，研究所，施設のホームページから関連法規，実験指針等の各種情報を入手することが可能である。

○文部科学省ホームページ

<http://www.mext.go.jp/>

○厚生労働省ホームページ

<https://www.mhlw.go.jp/index.html>

○環境省ホームページ

<http://www.env.go.jp/>

○国立感染症研究所ホームページ

<https://www.niid.go.jp/niid/ja/>

○長崎大学の動物実験施設のホームページ。動物実験に関する情報も充実している。

[http:// www.med.nagasaki-u.ac.jp/lac/](http://www.med.nagasaki-u.ac.jp/lac/)

第2節 微生物実験における安全

2.1 はじめに

「微生物 (microorganisms)」というのは正式な分類学上の用語ではない。通常は、原生生物 (protozoa)、藻 (algae)、真菌 (fungi) 等の一部と細菌 (bacteria) およびウイルス (viruses) を総称して微生物という。ところで、実験に微生物を使用するのは、微生物そのものを研究対象とする場合と研究手段として微生物を使う場合とに分けられるが、他に環境調査等で環境試料中の不特定の微生物を培養する場合もある。いずれにしても、微生物の中には、人に直接または間接に感染して障害を引き起こすものや動物や植物に感染するものがある。これら以外でも、水や空気の汚染につながるものもある。生物による災害をバイオハザードというが、その中でも大きな割合を占めているのは微生物によるバイオハザードである。微生物を扱う実験者は、自分自身および実験室に出入りする人々の健康を損なわないためにも、また、環境に余分な負荷をかけないためにも、自分が扱っている微生物の性質（特に、病原性）を十分に知り、実験に際しては必要な処置を講じなければならない。ここでは、このような観点から、微生物実験における安全対策について述べる。

2.2 微生物の危険度レベル

微生物の中には人に感染して病気を起こすもの（つまり、病原性を持つもの）がある。微生物の感染で伝播する伝染病の中には法律で指定されたものがある（表4-1）。これら以外にも人に感染する微生物は多い（当然、微生物の種類によって危険度に違いがある）が、微生物の危険度について、国としての網羅的な規定はない。ただし、多くの病原微生物を実験材料として使っている国立感染症研究所では、病原性微生物を4つの危険度に区分し、それ

表4-1 感染症法（1999年4月制定、2003年、2007年、2008年改正）

区 別	疾 病
1 類感染症	エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、痘そう、南米出血熱、ペスト、マールブルグ病、ラッサ熱
2 類感染症	急性灰白髄炎、結核、ジフテリア、重症急性呼吸器症候群（SARS）、鳥インフルエンザ（H5N1）
3 類感染症	コレラ、細菌性赤痢、腸管出血性大腸菌、腸チフス、パラチフス
4 類感染症	E 型肝炎、A 型肝炎、黄熱、Q 熱、狂犬病、炭疽、鳥インフルエンザ（H5N1 を除く）、ボツリヌス症、マラリア、野兔病、その他政令で定めるもの。
5 類感染症	インフルエンザ（鳥インフルエンザを除く。）、ウイルス性肝炎（E 型肝炎、A 型肝炎を除く。）、クリプトスポリジウム症、後天性免疫不全症候群、性器クラミジア感染症、梅毒、麻疹、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症、その他厚生労働省令で定めるもの。

1～3 類感染症（無症状病原体保有者を含む）は診断後直ちに、新感染症（疑い）、4 類、5 類感染症は 7 日以内に保健所に届ける。

ぞれに実験室の構造や設備等ならびに微生物取り扱い上の注意事項を定めているので参考になる。いずれにしても、微生物を扱うときには、その微生物について（特に、病原微生物においては病原機構について）十分な知識を持っているべきである。

2.3 消毒・滅菌

微生物を扱う実験においては、実験の再現性を確保するために、実験系に外部の微生物が混入しないようにすることが肝心である。また、病原微生物を扱う実験では、バイオハザードを防ぐために、その微生物が実験系の外に出ないようにする必要がある。ここで要求されるのがいわゆる“無菌操作”であり、基本になるのは、「消毒・滅菌」についての知識である（表4-2）。消毒・滅菌の目的を達成するには様々な方法（表4-3）があるが、微生物を扱う実験では、状況に応じて、各方法の特徴を生かして（単独または組み合わせで）有効に目的を達成するように工夫する。なお、いずれの滅菌法でも、微生物毎に感受性（＝耐性）が異なることを念頭においておくことが重要である（必要に応じて、確認テストを行う必要がある）。

表4-2 消毒・滅菌に関する用語

用語	意味
消毒	病原微生物を殺すこと（非病原微生物の残存・混入は問題にしない）
滅菌	全ての微生物を完全に死滅させるかまたは除去すること
殺菌	微生物を死滅させること
除菌	菌体をフィルター等で取り除くこと
洗浄	物体の表面から微生物や不要物質を物理的に除去すること
防腐	微生物の発育を阻止し、物質の分解・腐敗を防止すること
防菌	細菌の生育を防止すること
防ばい	カビの生育を防止すること

(1) オートクレーブ滅菌法

- 微生物実験で最も頻繁に使われる（微生物実験室にはオートクレーブ装置が不可欠である）。
- 培地等の液体の滅菌に適している。
- 滅菌効率は温度（圧）と時間に依存する。
- 廃棄するプラスチック器具（特に、シャーレ）の場合には、滅菌だけでなく容量を小さくできるという利点もある。

(2) オートクレーブ装置使用上の注意

- 器内に所定量の水を入れる（“から炊き”を防止する）。
- 器に入った物を滅菌する場合には、密封しない（キャップをゆるめる、綿栓を使用する等；綿栓には、脱脂綿ではなく吸水性の小さい生綿を使用する）。
- オートクレーブ終了後に滅菌状態を維持する必要がある物は、少量ずつ通気性のある

材質で包装する（綿栓の部分はアルミホイルや硫酸紙で覆う）。

- (d) 器内に物を詰めすぎると滅菌効率が低下する。
- (e) 蓋を締めすぎない（パッキングの消耗を防止する）。
- (f) 温度（圧）・時間の設定を確認する。
- (g) スイッチを入れる。
- (h) 温度（圧）の上昇を確認する（計器類のチェックを常時心がける）。
- (i) 滅菌サイクルが終了した後、十分に温度（圧）が下がるまで蓋を開かない（トラブルが起こったときは、電源を切り、温度が下がるまで待つ）。
- (j) 必要に応じて、滅菌した物を乾燥器で乾燥する。
- (k) 滅菌した物は、滅菌状態が維持される場所に迅速に移す。
- (l) 器内の清掃（特に、器内で物が破損したとき）を心がける（器内に水を入れ、蓋を締めて温度を 50 ～ 80℃ に上げた後にドレイン弁を開くと、汚水が出る）。

表 4 - 3 消毒・滅菌法

物理的滅菌法

加熱滅菌法

水を使用する（湿熱）滅菌法

煮沸滅菌法

連続煮沸滅菌法〔消毒法〕＊

間欠煮沸滅菌法〔消毒法〕＊

蒸気滅菌法

常圧蒸気滅菌法〔消毒法〕＊

加圧蒸気（オートクレーブ）滅菌法

水を使用しない（乾熱）滅菌法

火炎（焼却）滅菌法

乾熱滅菌法

濾過滅菌法

照射滅菌法：放射線滅菌法

紫外線滅菌法〔消毒法〕＊

高周波滅菌法〔消毒法〕＊

化学的滅菌法：ガス滅菌法

薬剤滅菌法〔消毒法〕

〔消毒法〕＊は完全に滅菌できない場合もあることを示す。

(3) 火炎（焼却）滅菌法

- (a) 火炎滅菌は、菌体に直接接触する白金耳（エーゼ）やガラスピペット等の滅菌に適している（微生物操作をするときには、ガスバーナーまたはアルコールランプを点火し、手元に置いておく）。
- (b) 培地に植菌する時には、操作の前後に培地の容器の口の部分と蓋（キャップや綿栓）を軽く火炎滅菌する。

- (c) 小型の金属器具は、アルコールを塗布した後に炎をくぐらせると、焼却滅菌の効果も得られる（容器のアルコールに着火しないように注意する；着火したときは、あわてずに容器に蓋をする）。
- (d) 少量の可燃性の汚染物はフード内で焼却する事も可能であるが、大量の場合は焼却装置を使用する（発生するガスに注意する）。

(4) 火炎（焼却）滅菌法の注意

- (a) 大量の菌体がついたエーゼを火炎に入れない（菌体のはじき飛ぶおそれがある；先ず、アルコールで洗浄する）。
- (b) エーゼは菌体に触れる部分だけでなく、より広い部分を火炎にくぐらせる。
- (c) 菌体を扱ったガラスピペットの外側表面は容易に火炎滅菌できるが、内側や内部に残っている菌液を火炎で滅菌するのは実際的ではない（消毒液を使用する）。
- (d) 火炎滅菌においては、綿栓の発火およびプラスチック器具の変形・発火に注意する。
- (e) 操作終了後は、ガスバーナ（またはアルコールランプ）の消火を確認する。

(5) 乾熱滅菌法

- (a) 温度調節ができるオーブンは乾燥器としても使える。
- (b) ガラス器具等の滅菌に適している。
- (c) ガラスピペットは金属容器に入れて滅菌すると便利である（ピペットを容器から出すときは火炎滅菌法を活用する）。
- (d) 滅菌効率は温度と時間に依存する。

(6) 乾熱滅菌法の注意

- (a) プラスチック器具を入れない（特に、乾燥器としても使用している場合には、使用前に内部をチェックする）。
- (b) 器内に物を詰めすぎない。
- (c) 滅菌温度と時間を確認する。
- (d) 滅菌中は扉を開かない（器内温度が低下するだけでなく、綿栓や紙類等が発火する恐れがある）。
- (e) 被滅菌物（綿栓等）に含まれる揮発性成分による影響に注意する。
- (f) 滅菌終了後、電源を切る（熱による発火の恐れがあるだけでなく消費電力がかさむので、長期休暇前には特に注意する）。

(7) 濾過滅菌法

- (a) 少量の溶液（特に、加熱できない溶液）の滅菌に適している。
- (b) 排気の浄化に適している。

(8) 濾過滅菌法の注意

- (a) フィルターの扱い（破損）に注意する。
- (b) ウイルスは除去できない。

(9) 紫外線滅菌法

- (a) あまり強力な滅菌法ではないが、殺菌灯が市販されているので簡便に利用できる。
- (b) 部屋全体の消毒に適している。

- (c) プラスチック器具等の加熱できないものに使用できる(照射箱は既製品もあるが、キャビネットやガラスケースを改造して簡単に作れる)。

(10) 紫外線滅菌法の注意

- (a) 線源からの距離が近いほど、滅菌効果は高い(距離の二乗に反比例する)。
 (b) 照射時間は長い方がよい。
 (c) 紫外線は直進するので、影になる部分には有効ではない。
 (d) ガラスやプラスチックは紫外線を通さない。
 (e) 紫外線の殺菌効果は可視光線で弱められるので、暗所で使用する。
 (f) 紫外線を直視しない(目の水晶体は紫外線に極めて弱い；安全眼鏡等を使用する)。
 (g) 皮膚に直射しない(皮膚癌の原因になる；手袋等を使用する)。
 (h) 殺菌灯の寿命は約 3,000 時間である(定期的に交換する)。

(11) ガス滅菌法

- (a) エチレンオキシドによる方法が一般的である。
 (b) 熱や高圧で変性する物に使用できる。
 (c) プラスチックや紙で包装したままで滅菌できる。

(12) ガス滅菌法の注意

- (a) 時間がかかる(通常は、一晩放置する)。
 (b) ガスの漏洩に注意する。
 (c) ガスの残留に注意する。
 (d) ガスの引火・爆発に注意する。
 (e) 特別な装置が必要で、費用がかかる(簡便法もあるが使用には注意を要する)。

(13) 化学的滅菌法(消毒法)

- (a) 消毒剤によって効力が異なる。

消毒剤	効果*				
	一 般 細 菌	結 核 菌	芽 胞	ウ イ ル ス	カ ビ
アルコール	○	○	×	△	×
水銀化合物	○	×	×	×	△
沃素および化合物	○	△	△	○	△
塩素および化合物	○	△	△	○	△
過酸化物	○	△	×	△	×
クレゾール・フェノール	○	○	×	×	△
中性洗剤・逆性石鹼	○	○	×	×	×
ホルムアルデヒド	○	○	○	○	○
グルタルアルデヒド	○	○	○	○	○
クロルヘキシジン	○	×	×	×	×

*○＝効果あり

△＝やや効果あり

×＝効果なし

- (b) エタノール（60～90%）やイソプロパノール（30～50%）は一般細菌に有効である（アルコール綿として、実験前後の手指や実験台の消毒に使用する）。
- (c) 金属化合物（特に、水銀化合物）には強力な殺菌作用があるが、毒性が強いことと環境への負荷を考慮すると、実用的ではない。
- (d) サラシ粉（ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等の混合物）は安価で、液体（排水等）の消毒に適している。
- (e) 次亜塩素酸ナトリウム（アンチホルミン； NaClO ）はB型肝炎ウイルスにも使え、かなり有効な殺菌剤である。10～500 ppm 溶液を器具や手の消毒に用いる（冷暗所に保存する）。
- (f) オキシドール、過マンガン酸カリウム（0.1～0.01%）は創傷や粘膜の消毒に使用される。
- (g) フェノール（石炭酸）の5%溶液は、空中散布による消毒剤として使用したり（皮膚への付着や吸入に注意すること）、菌液を扱ったピペットの消毒に使用したりする。
- (h) クレゾールを石鹼水に溶かしたクレゾール石鹼液は手指（3%）や器具（5%）の消毒に使用する。他に、洗剤と殺菌剤とを配合した洗浄剤が各種市販されているので、適宜希釈して器具の消毒・洗浄に使用するとよい（使用説明書をよく読むこと；殺菌効果は洗浄液に浸しておく時間による）。

2.4 微生物実験における安全操作の実際

- ・使用する微生物の危険度に応じて、微生物実験を行う場所（部屋）の構造・設備を整える（可能な限り、他の実験をする場所との区別を明確にする）。
- ・実験室の扉や窓を閉める。
- ・微生物実験室は使用前には、殺菌灯を点灯しておく（使用時には消灯する）。
- ・微生物実験室は時々5%フェノール溶液を噴霧し、空気の消毒を行う（実験室が微生物で重度に汚染された場合には、部屋を目張りし、ホルマリンに過マンガン酸カリウムを加えて（ホルマリン溶液を加熱するだけでもよい）ホルムアルデヒドを発生させた後、7～12時間放置する；ホルムアルデヒドの殺菌効果はアルカリで中和されるので注意する）。
- ・使用する器具・試薬はそれぞれ適切な方法で消毒・滅菌しておく。
- ・実験の前後には、衣服を着替える（長髪の場合は、適当に束ねる；必要に応じて、帽子等を着用する）。
- ・実験の前後に、実験台および手指をアルコール綿等で消毒する（爪は短く切っておく；手指に傷がある時は、十分な手当をしておく；場合によっては、手袋等を使用する）。
- ・実験中も、手指の消毒・洗浄を心がける（清浄なタオルを使用する）。
- ・微生物実験室内では喫煙・飲食をしない。
- ・実験台は常に整理・整頓を心がける。
- ・ピペットの吸い口には綿栓をする（可能な限り安全ピペッター使用する）。
- ・菌液を誤って口に入れたり、飲み込んだりした時は、唾液と共に近くにある容器（ビーカー等）に吐き出し（吐き出した物は後で消毒する）、0.1%過マンガン酸カリウム溶液で

口をよくすすぐ。その後、指導管理責任者に状況を連絡する（必要に応じて医学的処置を受ける）。

- ・注射器の使用は可能な限り避けるようにし、やむを得ず菌液を注射器で注入するときは十分に注意する（注射針を突き刺した時には、菌液を指で絞り出し、流水で十分洗い流し、アルコール等で消毒する）。
- ・注射器を使用した後は、針をはずして容器に入れる（後で先端を折り曲げるなり切り落として、オートクレーブをかけてから廃棄する）。
- ・バケツ等の容器に殺菌作用のある洗浄液を入れておき、菌液を扱った後のピペット等のガラス器具はその中に浸す（後でまとめて洗浄する）。
- ・菌体が付着したガラス器具については破損に注意する（破損したときには、怪我をしないようにする；怪我をしたときには、注射針を突き刺したときと同様に処置する）。
- ・菌液がこぼれた時は、アルコール綿で迅速に拭き取る（大量の時は、雑巾やティッシュで拭き取った後、アルコール等で消毒する；拭き取った雑巾やティッシュは後で消毒する）。
- ・菌体を遠心した後は、チェンバー内部およびローターを消毒・洗浄する。
- ・菌液を扱うときにはエアロゾル（しぶき）が発生しないように注意する（エアロゾルが発生する操作はフードや安全キャビネットの中で行う）。
- ・使い捨てのプラスチック器具は専用の容器に入れる（後でまとめて処分する）。
- ・菌体の入った溶液（培養液等）はオートクレーブした後、pHを調整して生活排水系に流す。
- ・寒天培地は、シャーレからはがし十分量の水を加えて（寒天濃度を0.3%以下にする）オートクレーブをかけた後、pHを調整して生活排水系に流す。
- ・変異原および発癌物質を含んだ溶液は適切な処置（多くの場合、次亜塩素酸ナトリウム溶液を約1%容量加えて数時間放置した後、生活排水系に流す（個々の薬品の化学的特性・危険性について事前に調べておく））。
- ・重金属と有機物とを共に含む溶液等については処理の方法がないので、適切な容器に貯めておく（従って、使用する量をできるだけ少なくする）。
- ・プラスチック器具を捨てる時には、オートクレーブ等で滅菌する。
- ・プラスチック器具を再使用する時は、殺菌作用のある洗浄液に十分な時間漬けて置き、その後よく洗浄する（殺菌剤の残存に注意する）。その後、よく乾燥させて紫外線滅菌を行う。
- ・殺菌作用のある洗浄液を捨てる時は、十分に薄めて生活排水系に流す。

微生物（特に、病原微生物）を使用する時には、起こり得るバイオハザードに十分な配慮をする必要がある。バイオハザードの予防には、実験室の設計や器具の設置等に加えて、実験者の微生物や公衆衛生についての知識および実験技量が大きな働きをする（実験者の不断の努力があって始めて施設や設備が十分に生かせる）。また、健康状態によって、微生物による感染の起こり易さ、感染したときの症状の強さは異なるので、微生物を扱う実験者は普段から自身の健康管理に心がけておくことも肝心である。

参考文献

- 1) 国立感染症研究所病原体等安全管理規定。
- 2) 日本微生物協会編「微生物学辞典」，技報堂出版，1989。
- 3) 泉 美治，中川八郎，三輪谷俊夫共編「生物化学実験のてびき 5 バイオハザード防止法」化学同人，1986。

第3節 動物細胞培養実験における安全

3.1 はじめに

動物の組織あるいは細胞を適当な培地を用いて生育させる技術を組織培養法という。多細胞生物における組織あるいはその構成細胞の性質を研究するためには必要不可欠な手段である。それらのうち，細胞をひとつひとつばらばらにして培養することが細胞培養であり，この技術の進歩によって，細胞を生体から独立させて扱うことが可能となった。そして，人為的な条件の中で細胞レベルでの分化・代謝・発癌機構・老化などを解析できるようになった。

細胞培養を行うにあたって常に注意されている点は，実験操作を無菌的に行い雑菌の混入を防ぐことであるが，それと同時に実験者の安全性に関しても十分気をつけなければならない。バイオハザードの点から考慮した安全対策は微生物実験の場合とほぼ同じであるが，ここでは，動物細胞を扱う実験で特に気をつけたいことに重点をおいて述べる。

3.2 リスク評価と一般的注意について

いかなる実験においても共通することであるが，その実験に伴うリスクについて適切な評価を行うことが，実験を安全に行う上で重要である。リスク評価は，その実験を構成する個々の要素について適切になされなければならない。バイオハザードという観点からリスク評価を行う際に，リスク評価の要素となるのは表4-4に示したような項目である。

試薬・物品の購入，貯蔵，実験，廃棄といった取り扱いの各段階で，十分に配慮するとともに，実験を構成する個々のステップや構成要素が，全体のリスクにどのように影響を及ぼすかについて注意する。

動物細胞や組織の培養を行う際に発生する可能性のある一般的な災害の原因として，表4-5のようなものをあげることができる。それぞれは，どんな種類の実験でも注意すべき項目であるが，特にバイオハザードという観点からは，例えば割れたガラス器具・注射針・メスやハサミなどの鋭い器具・パストールピペットなどは，防護のための手袋を貫通する可能性があり，汚染や感染の原因になる可能性がある。また，感染した細胞などを扱ったピペットやプラスチック器具などは，使用後の滅菌は不可欠である。クリーンベンチでは，滅菌にアルコールを使用するが，同時に無菌操作にブンゼンバーナーも使用する。従って，火気には十分に注意する必要がある。

表 4 - 4 リスク評価の要素³⁾

実験者	経験（レベル、適切さ、背景）、習熟度、防護用着衣
装置	経年劣化、運転状態、実験に用いることの適切さ、機械的安定性、電気的安全性、異物（エアロゾル、漏出）混入の有無、発熱、毒性揮発成分の発生
物理的なリスク	熱、強い冷却、電氣的ショック、火事（一般的注意、装置の配線・操作・メンテナンス、電気製品の近くでの水の使用、火災訓練・対処法・避難経路、溶媒の使用・貯蔵、引火性混合物、バイオハザードおよび放射性物質の貯蔵物の明示）
試薬・薬品類	毒性、発癌性、催奇形性、変異原性、腐食性、水との反応性、溶媒との反応性、揮発性、窒息性、微粉末およびエアロゾルの発生
生物学的リスク	病原性、感染性、宿主特異性、安定性
放射性同位元素	エネルギー、放射線の性質（透過性、相互作用／イオン化効果、半減期、遮蔽、揮発性、化学的毒性、生体内での局在、所在）
一般的注意	量、所在
特別な条件	妊娠、疾病、切り傷・擦過傷、免疫抑制剤
実験手技	規模、複雑さ、期間、関わる人数（リスクの上昇または減少）
予防措置	防護用着衣、物理的封じ込め（試薬、放射性物質、生物学的なもの）、観察、自動モニタリング、査察、記録の保存

表 4 - 5 細胞や組織を培養する実験室で発生し得る典型的かつ一般的な安全災害の原因³⁾

割れたガラス器具	ピペット
配線	配管
注射筒	放射性同位元素
ブンゼンバーナー	メス・ハサミなどの鋭い器具
パスツールピペット	注射針

3.3 クリーンベンチと安全キャビネット

クリーンベンチとは、幅 120 ～ 180 cm、奥行 90 cm、高さ 180 cm 程度の箱型の実験台で、天井あるいは正面からフィルターでろ過された空気が流入するようになっている。使用時以外は殺菌のため紫外線ランプを照射しておく。無菌操作は全てこのクリーンベンチ内で行う。また、実験開始前および実験中においても必要に応じて手指を消毒して操作しなければならない。クリーンベンチ内には器具の加熱滅菌のためガスバーナーが設置されているが、これが引火しないよう付近に可燃性のものを置かないよう気をつけたい。

クリーンベンチは庫内の清浄に重点がおかれており、空気流（エアロゾル）は実験者に向

かって吹き出している。そのため、正常細胞を扱う実験には十分であるが、病原菌の取り扱いには不向きである。したがって、ヒトのウイルス感染細胞あるいは病原菌を培養する場合は、バイオハザード防止用の安全キャビネット（図４－１）を使用する。

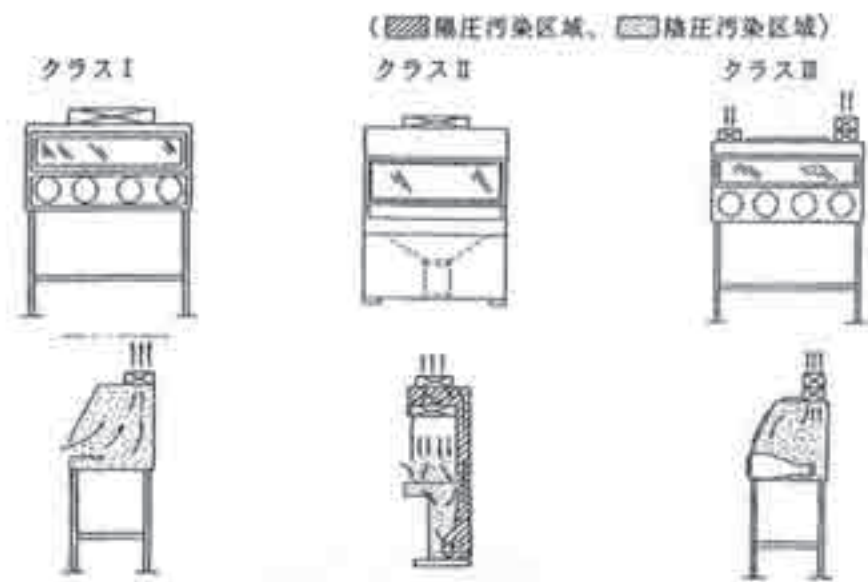


図４－１ バイオハザード用安全キャビネット素¹⁾

岡山大学薬学部安全委員会編「安全指針」第４章 p.12 より引用。

安全キャビネットは汚染エアロゾルを庫内に封じ込めて気流を一定に保ち、排気もフィルターによって浄化するように設計されており、その密閉度によりクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲに分類されている。実験に用いる細胞・病原菌の危険度²⁾に応じてキャビネットの機種、バイオハザードに対する防護のレベルを選定することが望ましい（表４－６）。また、そのような危険度の高い細胞または病原体を取り扱う場合は、手袋・マスクなどを着用し、誤って感染することのないように注意しなければならない。ただし、ウイルス感染細胞中のウイルスは生きた細胞内でしか生育できないとされており、誤って自分の手指を注射針で刺したり、傷のある手で直接触れたりするようなことがなければ感染の危険性はないであろう。

表4-6 バイオハザードに関わる実験と防護のレベル³⁾を一部改変

実 験	防護のレベル
培地調製、ヒトや霊長類以外の細胞株	オープンベンチ、標準的な微生物学的手法、水平層流型ベンチ（クラス I）。
ヒトや霊長類の細胞の初代または継代培養、異種間ハイブリッド、リコンビナント、形質転換細胞、ヒトの細胞、動物の腫瘍細胞	正面にエアカーテンと防護壁があり、フィルターを通して排気する垂直層流型のキャビネット（クラス II）。
レトロウイルス感染ヒト細胞	正面の防護壁との間にエアカーテンがあり、フィルターを通して排気する垂直層流型キャビネット（クラス II）。独立した装置（インキュベータ、細胞計数装置、遠心機など）を備え、独立して廃棄物をオートクレーブないし灰化でき、化学的な混入除去のできる独立施設。
ウイルスを産生しているヒト細胞株、複数の動物種に感染するウイルスに感染している細胞株	グローブポケットの付いたキャビネットでフィルターを通して空気が出入りし、排気中の病原体をトラップするようになっているもの（クラス III）。インキュベーション・遠心・細胞計数などの独立した設備を備える独立した部屋。許可を受けた者以外の出入りはしない。全ての廃棄物、汚染したガラス器具などは部屋から出す前に滅菌し、排気はフィルターを通して行う。
既知のヒトの病原体を持っている組織試料およびその培養	グローブポケットの付いたキャビネットでフィルターを通して空気が出入りし、排気中の病原体をトラップするようになっているもの（クラス III）。インキュベーション・遠心・細胞計数などの独立した設備を備える独立した部屋。許可を受けた者以外の出入りはしない。全ての廃棄物、汚染したガラス器具などは部屋から出す前に滅菌し、排気はフィルターを通して行う。部屋の出入りの際に、シャワー設備と服の着替えが必要。

3.4 動物および細胞株の維持

通常、*in vitro* の動物細胞実験には、SPF（specific pathogen free）動物が用いられる。動物の飼育に関しては「動物実験に関する安全指針」に述べられているように、病原体の感染がないよう注意することが大切である。また、摘出臓器を実験に用いる場合、特に輸送時間が長い場合であるが、細菌感染を防ぐために組織保存液に通常の3倍程度の抗生物質を添加すると良いといわれている。

細胞株を維持するにあたって最も大切なことは、微生物による汚染を防止することである。細菌や真菌が感染した場合は、増殖が悪い、死滅する、あるいは、細胞の形態が変わるといったことが認められる。しかし、マイコプラズマ感染ではそのように一見して分かる現象はまれで、気づかないうちに感染していることが多い。したがって、定期的にマイコプラズマ汚染の有無を調べる方がよい。また、細胞株の凍結保存には液体窒素がよく用いられるが、取り扱い時は革手袋を使用して直接皮膚が触れることのないよう気をつけなければならない。

3.5 使用後の器具と廃液の処理

無菌操作中、使用済みの器具および廃液を効率よく処理することは操作時間が短縮でき、実験の成功にもつながる。そのためには、可燃性・不燃性・ガラスなどのそれぞれの廃棄場所を決め、クリーンベンチの近くに備えつけておくとうよい。また、培地などの廃液は回収してアルカリあるいは次亜塩素酸ナトリウム処理して生活排水系へ流す。毒物・発癌性物質・変異原性物質・アイソトープなどを使用した場合はそれぞれの規定に従って不活化させてから廃棄する。ヒトの組織あるいは血液、ウイルス感染細胞などを扱う場合は、disposableの器具を使用すべきである。

3.6 おわりに

クリーンベンチおよび安全キャビネット内での操作は限られた箱の中で行われるため、通常の実験台での操作に比べ幾分不自由である。しかも、細胞を扱う場合は迅速性が要求される。従って、安全に実験を成功させるためには、あらかじめ入念な計画をたて、準備を怠らず、実験中にはクリーンベンチおよび安全キャビネット内の整理整頓を心がけることも大切である。

参考文献

- 1) 泉 美治, 中川八郎, 三輪谷俊夫共編「生物化学実験のてびき 5 バイオハザード防止法」, 化学同人, 1986。
- 2) 国立感染症研究所病原体等安全管理規定。病原体のバイオセーフティレベル。
- 3) R. I. Freshney, Culture of Animal Cells, A Manual of Basic Technique. Third Edition, John-Wiley Sons, New York, 1994。

第4節 動物実験に関する安全指針

4.1 はじめに

生物系学科における研究では、薬効の評価や薬物代謝、薬物動態の解析など医薬品開発に直接関連した分野だけでなく、抗体産生をはじめとする免疫学的研究や各種酵素の生体内での働き、個体レベルでの遺伝子発現機構など、生物現象そのものを理解する上でも、動物実験は不可欠である。動物実験における倫理や動物の保護などについては、「動物の愛護及び管理に関する法律」が定められており、これを受けて環境省告示として「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」、文部科学省告示として「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」などの指示がなされている。また、これらの法律や告示を受けて、実験動物管理委員会では、実験動物の扱いや倫理に関する規定を定めているほか、各種の実験動物を使用する学会では、動物実験に関する指針を定めている。動物実験に関する倫理規定についてはこれらを遵守した実験を行う必要があるが、動物実験に伴う危険と安全指針について触れられているものは少ない。しかし、人獣共通感染症によって動物から実

験者に感染するような危険が常にある事、また、動物間相互の感染は、実験データのばらつきを引き起こすだけでなく、倫理的側面からも好ましくない事などを考慮し、実験者だけでなく動物の安全についても十分配慮した実験がなされるべきである。また、毒性や発癌性の高い薬物を動物に投与する場合には、そのような薬物が実験者に対する危険とならないような措置を講じなければならない。ここでは、最も危険度の高いと思われる動物感染実験と人獣共通感染の間違を中心、動物実験の安全について示す。

4.2 動物実験における感染事故の原因

(1) 感染動物実験

実験動物に何らかの病原微生物を感染させる実験を行う頻度は、比較的低いと考えられる。しかし、弱毒化あるいは無毒化した微生物を adjuvant として動物に接種したり、ヒトの癌細胞を動物に接種して担癌動物を作製したりする実験では、感染動物実験と同様の危険が伴う事を念頭に置かなければならない。

感染実験に用いる病原体の人体に対する危険度については、微生物を用いた実験の項目を参照の上、それと同様の注意を払って実験を行わなければならない。しかし、同じ病原体であっても、用いられる動物種や接種経路が異なれば、病原体の増殖率や排出様式が異なる場合がある事、動物体内での増殖によって人体に対する病原性が増強する場合がある事など、*in vitro* の実験以上の注意を払わねばならない。*in vitro* の実験では、病原微生物のヒトへの感染、周辺への拡散の機会が実験操作時のみに限られるのが通常であるが、感染動物実験では、病原体接種から実験終了まで日・週・月の単位の時間的経過が必要であり、その間動物の給餌・給水・ケージ交換などの飼育作業を続けなければならない。従って、病原体が尿・糞・唾液などに排出されている場合、実験・飼育環境中には絶えず感染性のエアロゾルが拡散している危険性がある。また、動物の解剖時には、血液・体液・臓器中の増殖した病原体に実験者が接触する危険性が考慮されなければならない。更に、動物による咬傷、引っかき傷や、注射器・メスなどによる創傷による感染の機会は動物実験に特徴的な問題である。従って、感染事故発生の危険性は、通常の *in vitro* の実験よりもはるかに高いと考えるべきである。また、*in vitro* の実験では、病原体のヒトに対する危険性を中心に考えればよいが、動物実験では、これに加えて他の実験動物に対する感染防止も十分考慮されなければならない。

(2) 実験動物からの人獣共通感染症病原体による感染

実験に供される動物が、微生物学的に統御された場で生産され、厳重に品質管理されており、しかも、飼育環境も十分クリーンな状態に維持できれば、このような問題が発生する危険率は十分に低くなる。しかし、現実には、conventional 動物を使用する機会も多く、動物飼育環境も決してクリーンとは言えない状態であるため、実験動物がヒトに対して病原性を有する微生物を保有している場合があり得る。特に、通常では動物に対して病原性を発揮せずに潜在している病原体があるので、細心の注意を持って動物を扱う必要がある。

表4-7 (続き)

病名	病原体名	実験動物の種類							ヒト感染の可能性
		マウス	ラット	ウサギ	モルモット	ハムスター類	イヌ	ネコ	
肺炎(コウライマ)	<i>Mycoplasma phumonis</i>	○	○						
肺炎(コウライマ)	<i>Corynebacterium kutscheri</i>	○	○						
肺炎(コウライマ)	<i>Bacillus piliformis</i> (Tyzzer 菌)	○	○	○	○	○	○	○	
肺炎(コウライマ)	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>S. enteritidis</i> など	○	○		○		○	○	○
肺炎(コウライマ)	<i>Pasteurella multocida</i>			○					○
細菌性敗血症(ブドウ球菌)	<i>Bordetella bronchiseptica</i>		○	○	○		○	○	
仮性結核(ブドウ球菌)	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>			○	○				○
腸結膜肥厚症	<i>Escherichia coli</i> (大腸菌) O15a, c: K88	○							
緑膿菌病	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	○		○			○		○
溶血性連鎖球菌病	<i>Streptococcus zooepidemicus</i>				○				
肺炎(ブドウ球菌)	<i>Brucella canis</i>						○		○
Streptobacillus moniliformis 病	<i>Streptobacillus moniliformis</i>	○	○		○				○
梅毒	<i>Treponema cuniculi</i>			○					
結核	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> など						○	○	○
細菌性赤痢	<i>Shigella</i>								○
レプトスピラ病	<i>Leptospira canicola</i> など		○				○		○
真菌	<i>Trichophyton mentagrophytes</i> など	○	○	○	○		○	○	○
原虫	<i>Toxoplasma gondii</i>	○					○	○	○
原虫	<i>Entamoeba histolytica</i>								○
虫	<i>Eimeria stictae</i>			○					
寄生虫	<i>Toxocara canis</i> など						○	○	○
寄生虫	<i>Taenia taeniaciformis</i> など	○	○				○	○	
寄生虫	<i>Anchyllostoma caninum</i> など						○		○
他	各種ダニ			○			○		○

(中野他「実験動物入門」川島書店、1988 より)

このような問題に対処するためには、まず、実験動物の入手先から微生物汚染検査証明書等を提出させ、常に品質管理された動物を入手する様に努める事が必要である。同時に、実験動物飼育室をできる限り清潔な状態に保つ必要がある。

自然界から捕獲された野生動物では、自然感染を受けている可能性はますます高くなる。野犬からのブルセラ菌感染例が報告されている。屠殺場から動物の臓器提供を受ける場合も、これに準じた注意が必要である。現在のところ、本学ではサルを用いた実験を行うための動物飼育施設はないが、サルは、マールブルグ病ウイルス（死亡率25%以上と言われる）、Bウイルス、赤痢菌、結核菌などに汚染されている事例が世界的にも数多く報告されており、外部の研究機関と共同でサルを用いた実験を行う場合には、十分な注意が必要である。

ヒトの血液を使用した実験（日本赤十字血液センターから許可を得て期限切れ保存血の提供を受ける場合や保健管理センターで採血をしてもらって自己血を使う場合）や、医療機関との共同研究でヒトの臓器を使用する場合には、C型肝炎をはじめ、各種のウイルス性疾患に対する感染の防止に十分な注意を払った上で、実験を行わなければならない。Potential riskを回避するという立場からすれば、ヒトの血液や臓器を用いた実験は、P2レベル以上の物理的封じ込めの可能な環境で行われるべきである。

表4-7に、実験動物に関係する主な感染症と宿主動物およびヒト感染の可能性について掲載した。

4.3 感染経路

(1) 創傷感染

接種時における病原体注射器操作のミスによる刺傷、感染動物からの採血時の注射器による刺傷、解剖時のメスによる創傷による実験者、補助者に対する感染発生事故が多い。また、動物による咬傷、引っかき傷なども感染の原因となる。腎症候性出血熱の発症例では、採血時の刺傷や感染実験中の咬傷に起因している事例が知られている。咬傷については、狂犬病ウイルス、Bウイルスによる発症例が代表的である。また、ヒトのパスツレラ症の大部分は、イヌ、ネコからの咬傷、引っかき傷によるものとされている。高度危険病原体（クラス4病原体）についての実験では、全て完全隔離型のグローブボックス内で行う事が定められており、この装置内でゴム手袋を装着して実験をするようになっているが、ゴム手袋の上から自己の指に注射針を刺してエボラウイルスに感染、発症した事故例も知られている。

(2) 経口感染

動物実験に対する意識と認識が未熟な実験者が、実験室で喫煙、飲食し、汚染した手指で口唇に触れて感染・発症する場合がある。動物実験の基本を忠実に守れば、このような事故は発生し得ないと思われる。

(3) エアロゾルによる感染

糞尿や唾液中に排出された病原体を含むエアロゾルを吸入して感染発症する事例が多い。特に、汚染床敷を未滅菌のままかき出し作業を行うと、多量の感染性エアロゾルが環境中に放出され、感染発症の機会が増大する。感染実験の場合は当然滅菌を加えて処理されねばならないが、一般の動物実験においても、使用済み床敷の処理には注意しなければならない。動物死体は焼却処理まで冷凍庫で保管する事が通常行われているが、冷凍庫の解凍作業を行った技術者が2週間の潜伏期を経て腎症候性出血熱を発症した例も知られている。病原体接種時の接種液および感染動物解剖時の血液・体液の飛散もエアロゾル感染の原因となる。

(4) 昆虫による媒介

実験動物がダニ類などの外部寄生虫を保有している場合がある。感染動物実験においては、特にその駆除に努めるべきである。日本脳炎ウイルスは蚊によって媒介されるが、これは昆虫による感染経路の代表的な例である。ゴキブリなどが発生すると、病原体を伝播し、経口・エアロゾル感染の原因となる。

4.4 動物実験における感染事故防止の基本

(1) 感染動物実験における病原体の危険度分類

微生物を使用した感染動物実験を行う場合には、*in vitro*の実験を対象として作成された病原微生物の取り扱いに関する危険度分類に従って実験を行う。また、弱毒化もしくは無毒化した病原体を動物に接種する場合にも、動物に接種された後で生じる可能性のある変異などに十分に配慮して、病原微生物の危険度分類に準じた扱いをするべきである。死菌を抗体産生の adjuvant として用いる場合もあるが、この場合にも、微生物そのものは死んでいても、微生物の持っている有毒成分は分解したり、変性したりしていない状態で使用しているという事を念頭に置いて実験が行われなければならない。また、担癌動物を作製する実験においても、実験者自身に癌細胞が接種されないように細心の注意を払う必要がある。

動物実験では、*in vitro*の実験と異なり、動物実験の特殊性、すなわち実験動物の飼育期間（実験期間）が長期に及ぶ事、ケージ交換、使用済み床敷・糞尿の処理、病原体接種・薬物投与・解剖などの実験操作を行う事、さらには病原体の動物体内での増殖、ならびにそれに伴う病原性の増強などを考慮し、危険度分類を1ランク上位に上げる必要がある。また、病原微生物の危険度分類はヒトに対する危険性に基づいて作られたものであるが、実験動物の場合には、飼育室において、動物相互間の感染発症も考慮し、動物に対する危険性も考慮した危険度としなければならない。感染症では、病原体の感染から発症への転機、発症後の経過については、host-parasite relationship、すなわち病原体の量、ヒトに対する病原性、感染経路、ヒトの自然ならびに獲得抵抗性の四つの要因に左右されると考えられ、一般に病原体の危険度分類はこれらの要因を考慮して作成されている。動物実験では、これに加えて、動物相互間における伝播力、動物からの病原体の排出の二つの要因も考慮されなければならない。

(2) バイオハザード発生源に対する配慮

一般に、実験に使用する動物については、遺伝学的モニタリング・微生物モニタリングが定期的に行われ、実験者の請求によってその成績が提示される良質の動物を購入する事が、バイオハザード防止の面からは最善である。微生物モニタリングが十分に行われていない可能性のある他施設からの系統動物については、他の動物から隔離するぐらいの注意を払うべきである。感染症を早期に発見するためにも、飼育中の動物の外観や行動には常に気を配らなければならない。実験動物の感染症を見つける一つの基準として、以下の様な症状に注意しなければならない。

- ①全身症状： 死亡、被毛（光沢不良、立毛、汚れ、脱毛）、皮膚（発赤、潰瘍、痂皮など）、体型（痩せ、肥満、変形など）、行動の異常（不活発化、衰弱、旋回、横臥、うずくまり、あえぎなど）、発熱、黄痘など
- ②呼吸器症状：呼吸異常（呼吸促進、呼吸減少、呼吸リズムの異常など）、咳、鼻汁（前肢や鼻端の汚れ）、鼻出血（血液の付着）など
- ③循環器症状：貧血（可視粘膜などの退色）、チアノーゼ（口腔粘膜や眼結膜が暗青色に変わる症状）、リンパ節の腫脹、腹水貯留、顔のむくみ、など
- ④消化器症状：食欲不振（飼料、水の消費異常）、嘔吐、便秘、下痢（軟便、泥状便、水様便、血便、粘血便等）、腹部膨満など
- ⑤泌尿器症状：多尿、乏尿・無尿、頻尿、尿閉、血尿など
- ⑥神経系症状：痙攣、異常行動、運動麻痺、運動失調、旋回など
- ⑦その他： 眼（目やに、涙、眼球異常突出、眼瞼の汚れなど）、耳（分泌物、痂皮など）、口腔（よだれ、出血、潰瘍など）、肛門（周囲の汚れ、脱肛など）、妊娠の有無など
- ⑧検査値： 体重・摂餌量の減少、白血球の増加
- ⑨発生状況： 短期間に集中して発生、ケージ・ラック単位の広がり、購入（搬入）群単位の発生、実験群・対照群ともに発生
- ⑩解剖： 1) 肺：肝変化、凹凸、ひきつれ、気管粘液の増加
2) 肝：白点散在、凹凸
3) 腎：化膿、結石

などがあげられる。実験動物に感染症が発生したと疑われるときには、

- ①動物を移動しない事。
- ②実験者・飼育者を専任にすること。
- ③実験・飼育器材を専用にする事。
- ④病気の原因を診断する事。
- ⑤症状観察を強化する事。
- ⑥疑われる感染症について、死亡率、伝染力、病気の経過、実験データに及ぼす影響、ヒトも含めた他種動物に感染する可能性などについて調査すること。
- ⑦汚染区域の隔離と消毒を行う事。

などの措置を講じなければならない。

動物が何らかの病原微生物に感染している場合、血中には抗体が産生されているので、

血清を採取して、どのような抗体が産生されているかを確認する事が可能である。感染の原因が新たに搬入された動物にある事が確実であれば、実験動物の搬入業者を通じて生産者に検査を依頼する事が可能であると思われる。学内での感染が疑われる場合には、(財)実験動物中央研究所などに検査を依頼する事が望ましい。

(3) 教育

in vitro の実験でも同様であるが、病原微生物について教育・実習を受けた場合でも、初めてを行う研究者が単独で感染動物実験を行う事は、病原体の種類にもよるが、危険である。習熟した者から接種・採血・解剖・臓器摘出などの実際の操作手順について十分な指導を受けるべきである。接種菌液を注射器に吸入し目盛り合わせ・空泡除去のため注射器を上に向けてピストンを押すような行為は、きびしく戒められるべきである。脱脂綿やキムワイブなどで針先端を包み、空泡を押し出すという簡単な手順を踏むだけで、バイオハザードの危険率は非常に低くなるというような事についても教えるべきである。

4.5 動物実験において実験者が守るべき基本的事項

① 飲食物の持ち込み・喫煙の禁止

② 作業前後の手指の洗浄

③ 作業台表面の消毒

④ エアロゾル発生の防止

病原体液の注射器への吸入、接種準備に際してエアロゾル発生の防止に特に注意する。皮下・筋肉内・腹腔内・静脈内注射後、注射針を抜けば必ず液の漏出があるので、これに対するアルコール綿での消毒等の処置を怠らない事。接種に限らず、採血などに使用した注射針は、安全キャップをつけずに注射針専用の回収箱に入れ、刺傷事故の起こらないように注意する事。たまった注射針は必ず滅菌し、廃棄する事。

⑤ 昆虫対策

感染動物に限らず、一般動物実験においても、動物飼育室・実験室内での昆虫、特にゴキブリの発生は病原体の媒介、外部への漏出の原因となる。駆除薬による床上の清拭、飼料残渣の処理、糞尿の処理は完全に行わなければならない。

⑥ 使用済みケージ、汚物などの滅菌

⑦ 給水ビンや給餌カゴを介した動物相互間の感染防止

給水ビンや給餌カゴは、動物が口唇で接触する部分である。従って、給水ビンや給餌カゴを複数の飼育ケージで共有すると、飼育ケージ間の感染が生じる可能性も高い。バケツに汲みおいた水の中に給水ビンを投入して水を補給するというような事は、決して行ってはならない。

⑧ 動物の保定

動物に直接接触する場合、確実にこれを保定しなければならないが、咬傷や引っかき傷を避ける必要がある。特に、感染動物実験や感染症の疑われる動物を扱う場合には、革手袋の着用をするべきである。

⑨作業空間の消毒・清掃

感染動物を扱わなければならない場合には、作業空間に対する消毒液の噴霧、床上の薬液モップやスポンジによる清拭を必ず行う。ほうきによる清掃作業は、エアロゾル発生の原因になるので、動物室内では不適當である。

⑩マスク、帽子、予防衣、手袋の着用

病原体の種類にもよるが、感染動物飼育室や実験室内では、実験者は体表を被包し、病原体との接触や吸入を避ける事に注意しなければならない。また、動物室内のエアロゾルが原因で感作がかかり、アレルギー症状を呈する実験者は、マスク、手袋、予防衣の着用は不可欠である。動物飼育室内のエアロゾルによる実験者自身の感作を避けるためにも、動物室内のエアロゾルを極力少なくする様に努めなければならない。

⑪動物の解剖などの操作について

病原体に感染している動物の解剖に際しては、病原体の種類に応じて、操作はクラスI、必要であればクラスIIの安全キャビネット内で行う事が最善である。血液、体液、臓器は増殖した病原体を含むので、解剖に際しては、動物の保定板をトレイに入れ、作業面、作業空間の汚染を可能な限り防止する。解剖前に動物の体表、体毛をアルコール綿、ヨードチンキ綿などで清拭、あるいはガスバーナーで焼く。臓器のホモジネートを作製するためにホモジナイザーを使用する場合には、多量の感染性エアロゾルが発生するので、完全密閉型のグローブボックス内でゴム手袋を着用して操作する事が望ましい。

4.6 その他

発癌性の高い薬物や劇毒物を動物に投与する実験では、使用する薬物の危険性に十分な注意を払う必要がある。特に、注射器の空泡を抜いたり、目盛り合わせをしたりする際に、不用意に注射器を上に向けてピストンを押すような行為は、決して行ってはいけない。脱脂綿やキムワイプなどで針先端を包み、空泡を押し出すようにする。また、実験者の手指に注射針を刺すような事が無いように、十分に気をつけて実験を行う必要がある。これら動物実験に関わる注意事項は、上述の項目に準じて行う。

実験動物もしくは動物室内のエアロゾルで感作がかけると、アレルギー症状が頻発し、場合によっては動物実験の遂行そのものが困難になる場合がある。実験動物による感作は、咬傷や引っかき傷、エアロゾル吸入などによって比較的簡単に成立し得る。従って、アレルギー疾患の既往症のある者は、マスク、手袋、予防衣などの着用を徹底すべきである。同時に、咬傷や引っかき傷を作らないような慎重な動物の扱い、動物室内のエアロゾルそのものを低減する工夫などをしなければならない。

岡山理科大学内でのすべての動物実験は、岡山理科大学における動物実験に関する取扱規程（平成24年4月1日施行）に従って行わなければならない。この指針の作成は岡山理科大学動物実験管理委員会規程（平成22年1月1日施行。平成22年4月1日最終改正。）に定めた岡山理科大学動物実験管理委員会が行った。岡山理科大学動物実験指針、岡山理科大学動物実験管理委員会規程は、岡山理科大学ホームページにて閲覧できる〔巻末参考資料を参考〕。

参考文献

- 1) 泉 美治, 中川八郎, 三輪谷俊夫共編「生物化学実験のてびき 4 動物・組織実験法」, 化学同人, 1986。
- 2) 泉 美治, 中川八郎, 三輪谷俊夫共編「生物化学実験のてびき 5 バイオハザード防止法」, 化学同人, 1986。
- 3) 中野健司, 前島一淑, 城 勝哉他「実験動物入門」, 川島書店, 1988。
- 4) 国立感染症研究所病原体等安全管理規定。

第5節 組換え DNA 実験の安全

5.1 はじめに

組換え DNA 実験には、当初心配された直接的な危険はないことが分かってきているが、万一 (potential risk) のトラブルを防止するために作られた法律 (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, 平成 15 年 6 月 18 日公布) に従って実験を行わなくてはならない。この法律は、「国際的に協力して生物の多様性の確保を図るため、遺伝子組換え生物等の使用等の規制に関する措置を講ずることにより生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書の的確かつ円滑な実施を確保し、もって人類の福祉に貢献するとともに現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与すること」を主眼として作られている。

この法律では、組換え DNA 実験を行う形式により「第一種使用等」、「第二種使用等」に分けている。「第二種使用等」とは、「施設、設備その他の構造物 (以下「施設等」という。) の外の大気、水又は土壌中への遺伝子組換え生物等の拡散を防止する意図をもって行う使用等であって、そのことを明示する措置 (その他の主務省令で定める措置) を執って行うもの」と規定されている。「第一種使用等」は以上のような施設等や処置を必要としない実験をさしている。大学内で行う組換え DNA 実験は、「第二種使用等」にあたる。その場合、この法律の「第二種使用等」の省令 (上のその他の主務省令の一つ) に従って実験を行わなければならない。この省令は「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令 (平成 16 年 文部科学省・環境省令第 1 号)」という。この省令では 2 重の安全対策を講じて実験を行うことを義務づけている。1 つは物理的に組換え遺伝子を持つ微生物 (組換え体) を外界に出さないように閉じ込めてしまうもので、P2 実験室などと呼ばれる専用の設備を持った施設 (研究室) が必要である。頭文字の P は物理的封じ込めという意味で physical の P をとったもので、数字が大きくなる程、組換え体の封じ込めが厳重で安全度を増す設備で実験する事を意味する。もう 1 つの安全対策は、生物学的に行うもので、実験室の中の培養装置の中以外では生きていけないような非常に弱い微生物を宿主として利用することにより、万一試験管の外に菌が漏れてもすぐに死滅してしまうようにし、外界の汚染を防ぐものである。これが生物学的封じ込めで biological の B をとって B1 とか B2 と書かれており、数字が増せばより高い安全性を確保しなければならない。

従って組換え DNA 実験の規制は、P と B の数字を足した総和で行う事になっている。P2 - B1 の総和が3となり、同じ実験が P1 - B2 の組み合わせでも行える事になる。

どのような生物種、宿主ベクターを用いた組換え DNA 実験が、どのレベルにあたるのかは詳細に定められている（「二種省令に基づく告示」）。実験計画を立てる際には、必ず見て確認しなければならない。

5.2 組換え DNA 実験

自然界が生物を発達させてきた遺伝子の「自然の」移動、つまり一つの細胞から他に移動するという知見は、1970 年代に比べると昨今は驚くほど増大している。挿入因子、トランスポゾン、ウイルス、プラスミドなどは皆、遺伝子交換を司るべく進化してきた DNA と見なしてよい。したがって、分類学上同じ種に属するものの DNA のみを使う実験や、同種でなくても自然界で DNA 交換が行われている組み合わせについては、組換え DNA 分子を人工的に作製してもこれを規制の対象外と考えることにしている。たとえば大腸菌の DNA、あるいはそれを宿主とするファージやプラスミドの DNA を組換えて大腸菌に戻す実験は「同種」生物の DNA 組換え実験である。「自然界に DNA 交換が存在する」と定義されているのは、同一群内の種または属の組み合わせの場合である。試験管内で組換え DNA 分子を作製しても、これを細胞に与えない、つまり「生細胞に移入して増殖」させない実験は規制の対象外になる。ついであるが、この省令では、試験管内で作製した組換え DNA を「組換え DNA 分子」と呼ぶことにし、組換え DNA 分子を移入されてこれを担いつつ増殖する生物を「組換え体」と呼ぶことにしている。組換え DNA を生細胞に移入しても、その機能発現のみが起こり、組換え分子が増殖しない実験も規制の対象外になる。

また、種の壁を越えた組換え体の生ずる実験であっても、その途上に「試験管内での組換え DNA 分子の作製」が含まれていなければ規制の対象外になる。たとえば、動物の培養細胞に異種生物の細胞やウイルスに由来する DNA をとり込ませれば、ある頻度で染色体に組み込まれて異種 DNA を担った細胞ができるし、さらに異種細胞どうしを融合させたときには、より大規模な遺伝子系の導入・交換が起こり得る。しかし、これらは上記の理由により規制の対象外になる。一見矛盾しているようであるが、細胞にとり込ませる DNA がその細胞と同種の DNA であっても、そこに異種生物の DNA、たとえば大腸菌のファージ DNA が人為的にあらかじめ結合させられているものを使うときは、組換え体作製実験となり、規制の対象となる。受精卵に DNA を注入するとその DNA を担った動物の家系ができるが、この場合にも、組換え DNA 分子を注入しない限り規制の対象とならない実験である。

組換え体、たとえば細菌やウイルスを動物や植物に接種する実験においては、その接種された個体をまるごと（排泄物や死体・枯死体なども含めて）管理することが要求されている。受精卵に異種 DNA 分子を注入する、いわゆる transgenic mouse 作製の実験も、その DNA が組換え DNA 分子であるならば、個体全体の管理が要求される。

5.3 特別な承認を必要とする実験

組換え DNA 実験を行うにあたっては、指針に従った施設で、指針に従った封じ込め操作を行うことが求められている。そして、実験を始めるまえに、その実験を行う承認を所属する機関の責任者から得ることが求められている。責任者は、大学の場合は学長である。この省令では「承認された宿主」を定めており、それ以外の宿主を用いて組換え体を作製する実験は、研究機関の長がさらにその上部機関から承認を求めることとされている。大学では文部科学大臣がこの承認を行う。特別な承認を必要とする実験は次の七つである。

- (1) 既に上記機関によって承認を受けている宿主・ベクター系以外の細胞を宿主として用いる実験。たとえば各種の土壌細菌や、病院由来の細菌、その他自分が単離した上記以外の微生物の使用がこの範ちゅうに含まれる。
- (2) 脊椎動物に対するタンパク質性毒素産生能を有する遺伝子のクローニング実験。実験に用いる宿主・ベクター系は認定されたものに限られるものとし、未認定のものは当分使わぬことと定められている。
- (3) 組換え体の動植物個体への接種実験。「接種実験」には飼料などに混ぜて摂取させる実験も含まれ、次のことが義務づけられている。すなわち接種された動物個体からは子孫を作らせぬこと、動物個体にはそれぞれ標識を付けて逃亡せぬよう管理すること、実験に用いた生物やその排泄物、廃棄物、死体などは消毒または焼却することである。
- (4) 組換え DNA 分子を導入された動物個体を作製する実験。受精卵にとり込ませて新しい家系を作らせる実験であり、おのおのの個体は(3)と同様に管理を行うこと、その繁殖を人に管理することが求められている。ヒト（受精卵を含む）を宿主として扱う実験は承認しないことになっている。また、組換え体細胞と胚細胞を混合、接触させて個体を作る実験も同じ思想の下に規制される。
- (5) 組換え DNA 分子を導入された植物培養細胞から個体を再生させる実験。
- (6) 組換え体の自然界への散布を含む実験。
- (7) 20L を越える大量培養実験。實際上、組換え体取り扱い量が大きくなると環境への流出の恐れが高まるためである。

5.4 組換え DNA の安全度評価の原則と封じ込めレベルの決定の原則

安全度評価にあたっては次の4点を考慮する。

- (1) どのような供与体の DNA を使うか。
- (2) どのような状態でその DNA を使うか。たとえばショットガン・クローニング用に全く純化しない DNA 断片の混合物を使うか、純化して性質のよくわかった DNA 断片を使うかなど。
- (3) どのような宿主・ベクター系を使うか。
- (4) 実験の際に取り扱うクローンの数が多いか少ないか。

要するに、組換え DNA を宿主に移入したときに、どのような生物学的性質を新たにその宿主に与えるか、あるいはその可能性があるかを第一の問題としている。これは供与体

の DNA と宿主・ベクターの組み合わせによって決まるわけである。その上で、実験を行う際に特定の DNA のみを扱うのか、性質のわからない DNA をクローニングする可能性があるのかということと、扱う数が多いかなどのファクターを加味するのである。

封じ込めレベルは安全性の評価の結果に応じて決定するが、そこで用いるのは生物学的方法（B レベル）と物理学的方法（P レベル）の二つの組み合わせである。

5.5 具体的な心得

計画書を提出し承認を得た上でないと実験を行ってはならない。実験をはじめる前に教育訓練を受け、「組換え DNA 実験」に関する省令の内容をよく理解する必要がある。P2 レベルの物理的封じ込め下で実験を行う際の注意事項を「組換え DNA 実験指針」より抜粋し、以下に記す。

(1) 封じ込めの準備

- (a) 組換え体の処理を行うため、ブレンダー、凍結乾燥機、超音波破碎装置、遠心分離機等のエアロゾルが発生しやすい機器を使用するときは、それらを収容する安全キャビネットを設置すること。ただし、エアロゾルが外部に洩れない設計が施されている機器を使用するときにはこの限りではない。
- (b) 安全キャビネットの設置に際しては、定期検査、HEPA フィルター（高性能微粒子除去装置）の交換、ホルムアルデヒドによる燻蒸等が安全キャビネットを移動しないで実施できるよう配置すること。また、安全キャビネットは、設置直後及び定期的に年 1 回、次の検査を行うこと。ただし、実験室内に排気するキャビネットについては、年 2 回とする。

ア 風速、風量試験

イ 密封度試験

ウ HEPA フィルター性能試験

(2) 実験室の設計

実験室は、汚染物及び廃棄物の消毒のための高圧滅菌機を備えた建物内に置くこと。

(3) 実験実施要項

- (a) 実験中、実験室の窓及び扉は閉じておくこと。
- (b) 実験台及び安全キャビネットは、毎日、実験終了後消毒すること。また、実験中汚染が生じた場合に直ちに消毒すること。
- (c) 実験に係わる生物に由来するすべての廃棄物は、廃棄前に消毒すること。その他の汚染された機器は、洗浄、再使用及び廃棄の前に消毒すること。
- (d) 機械的ピペットを使用すること。
- (e) 実験室内での飲食、喫煙及び食品の保存はしないこと。
- (f) 組換え体を取り扱った後、及び実験室を出るときは手を洗うこと。
- (g) すべての操作においてエアロゾルの発生を最小限にするよう注意を払うこと。例えば、熱した接種用白金耳や接種針を培地中に挿入したり、はねるほど強く炎であぶったり、

ピペットや注射器から液体を強く噴出させる等の行為は避けること。

- (h) 汚染した物質等の汚染を実験室以外の他の場所で除去しようとするときは、堅固で洩れのない容器に入れ、実験室で密閉してから搬出すること。
- (i) 実験室の昆虫、げっ歯類等の防除をすること。
- (j) 注射針の使用は避けること。
- (k) 実験室内では実験用の被服等を着用し、退室時にはこれを脱ぐこと。
- (l) 実施されている実験の性質を知らない者を実験室に入れないこと。
- (m) 実験が進行中の場合には、P2 レベル実験中の表示を実験室の入口に掲げること。また組換え体を保管する冷蔵庫等にもその旨表示すること。
- (n) 実験室は、常に整理し、清潔に保ち、実験に関係のないものは置かないこと。
- (o) 安全キャビネットの HEPA フィルターについては、その交換直前及び定期検査時並びに実験内容の変更時に、安全キャビネットを密閉し、10g/m³のホルムアルデヒドにより燻蒸した後、約1時間放置し、汚染を除去すること。
- (p) 封じ込めのレベルがP1でよいとされる他の実験を同じ実験室で同時に行う場合には、明確に区域を設定して注意深く行うこと。
- (q) その他実験責任者の定める事項を遵守すること。

組換え体を処分するにあたっては、逆性石けん（塩化ベンザルコニウム）あるいは次亜塩素酸ナトリウム処理（塩素ガスの発生防止処理を含む）した後、1.5 気圧（約126℃）で30分以上オートクレーブし、殺菌しなければならない。

5.6 組換え植物を用いる実験室外実験の手続き

実験室内における実験の安全性が実験室外の実験でも評価できるようにするためには次の手続きが必要である。

- (1) 実験室内における実験の安全性についての評価報告書をあらかじめ組換え DNA 専門委員会に提出すること。
- (2) 3段階のステージ分けに従った実験計画を作成して文部科学大臣の承認を得ること。
 - 第1ステージ：実験温室，すなわち実験室外の特定の区画された隔離温室，網室，培養増殖室。
 - 第2ステージ：普通温室，すなわち実験室外の通常の温室またはフェンス等で囲った圃場の隔離された区域。
 - 第3ステージ：実験圃場，すなわち実験室外の通常の圃場であって大学等の管理下にあるもの。
- (3) 実験終了後、実験結果報告書（安全性に関するもの）を安全審査会に提出すること。

5.7 その他の注意事項

- (1) 最近の核酸を扱う分子生物学実験の普及から、以下の点についても注意が必要である。
 - (a) フェノールで核酸を抽出する際、チューブからの漏れによる手の汚染、更に、それによる目の汚染を防ぐ必要がある。汚染した場合は、直ちに水洗いを充分に行う。状況によっては、病院で適切な処置を受ける。
 - (b) サンプルをエーテル等の有機溶媒で処理する際には、ドラフト内で行うこと。
 - (c) 電気泳動用のゲルの材料であるアクリルアミド類は神経毒なので、呼吸器系への吸引あるいは皮膚への直接の汚染を防ぐ必要がある。
 - (d) 高電圧を用いて電気泳動を行う際は、不注意による感電事故を避けるため、特に使用場所の指定等を行うことが望まれる。
 - (e) 核酸ゲルのエチジウムブロマイド (EtBr) 染色の際、EtBr は発ガン性を有するので、ゲル等を直接手で触らず必ずゴム手袋を着用する。また、その廃液は、次亜塩素酸ナトリウム処理を行ってから廃棄する。
- (2) 最近、培養細胞等に種々の生物毒素を投与してその影響を調べる実験が多くなっている。このような毒素を扱う際も、空気中への飛散、皮膚への汚染を極力避ける必要がある。また、その廃棄は、それらを十分に不活性化してから行う。
- (3) 培養細胞等の無菌操作時における消毒用エタノールへの引火には注意すること。この際、引火しにくい白衣の着用を励行すべきである。
- (4) ヒトの血液や組織を実験材料として用いる時は、マスク、ゴム手袋および白衣の着用を行い、病原菌を扱う際と同程度のバイオハザード対策を講ずる必要がある。
- (5) オートクレーブおよび電子レンジの使用上の注意：寒天培地や電気泳動用アガロースゲルを溶かす目的でオートクレーブや電子レンジを用いて爆発事故を起こし、命を落とした実験者がいる。事故は容器に密栓できるガラス培地ビンを用いることに起因し、密栓して作業を行った事により爆発事故に遭遇したのである。培地ビンオートクレーブや電子レンジに入れる前にビンの栓を緩める（一回転させて緩める）ことで、この事故を防ぐ事が出来る。事故を起こそうとして作業をする者はいないので、万一の事故に備え、常日頃から、オートクレーブの蓋を開けるときは中を覗き込む姿勢をとらない事、また電子レンジの使用中は扉の正面に立たない事を心掛けるべきである。
- (6) 図4-2に示したマークはバイオハザード実験区域を示しており、立ち入りの際は注意を要する。

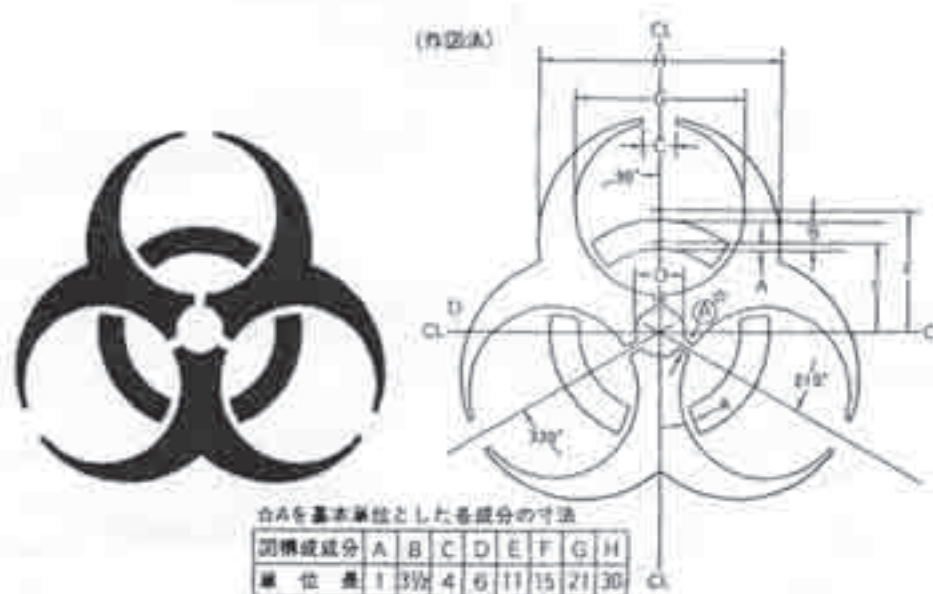


図4-2 国際バイオハザード標識

すべての組換え DNA 実験は、「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」（平成 15 年 6 月 18 日交付，平成 28 年 4 月 1 日施行）に従って行わなければならない。この法律のもと，岡山理科大学では，「第一種使用等」，「第二種使用等」にかかわらず予め岡山理科大学組換え DNA 実験安全管理委員会に実験計画を提出しなければならない。岡山理科大学組換え DNA 実験安全管理委員会は提出された実験計画の安全性を審査し，実験の実施を承認する。ただし大臣承認を必要とするものは，その手続きを行う。この組換え DNA 実験は岡山理科大学組換え DNA 実験安全管理規程（昭和 57 年 1 月 25 日施行。平成 28 年 4 月 1 日施行。）に従って行われなければならない。岡山理科大学組換え DNA 実験安全管理規程，岡山理科大学組換え DNA 実験安全委員会規程（昭和 57 年 1 月 25 日施行。平成 28 年 4 月 1 日施行。）は，学部運営事務室にて閲覧できる〔巻末参考資料を参考〕。

- 「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」のホームページ <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H15/H15HO097.html>
- 「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に当たって執るべき拡散防止措置等を定める省令（平成 16 年 文部科学省・環境省令第 1 号）」
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H16/H16F20002005001.html>
- 「研究開発等に係る遺伝子組換え生物等の第二種使用等に関する Q & A」.
http://www.lifescience.mext.go.jp/files/html/6_27.html

参考文献

- 1) 泉 美治, 中川八郎, 三輪谷俊夫共編「生物化学実験のてびき5 バイオハザード防止法」, 化学同人, 1986.
- 2) 国立感染症研究所病原体等安全管理規定.
- 3) 吉倉 廣監修, 遺伝子組換え実験安全対策研究会編著「よくわかる! 研究者のためのカルタヘナ法解説 —遺伝子組換え実験の前に知るべき基本ルール—」, (株) ぎょうせい, 2006.

付表1 病原体等のバイオセーフティーレベルを分類する基準

(国立感染症研究所 病原体等安全管理規定より抜粋)

病原体等を試験管内で通常の量取り扱う場合ヒトを標準として, 以下の基準により, 病原体等のバイオセーフティーレベルを分類する。

レベル1 (個体及び地域社会に対する低危険度)

ヒトに疾病を起こし, 或いは動物に獣医学的に重要な疾患を起こす可能性のないもの。

レベル2 (個体に対する中等度危険度, 地域社会に対する軽微な危険度)

ヒト或いは動物に病原性を有するが, 実験室職員, 地域社会, 家畜, 環境等に対し, 重大な災害とならないもの。実験室内で暴露されると重篤な感染を起こす可能性はあるが, 有効な治療法, 予防法があり, 伝播の可能性は低いもの。

レベル3 (個体に対する高い危険度, 地域社会に対する低危険度)

ヒトに感染すると重篤な疾病を起こすが, 他の個体への伝播の可能性は低いもの。

レベル4 (個体及び地域社会に対する高い危険度)

ヒトまたは動物に重篤な疾病を起こし, 罹患者より他の個体への伝播が, 直接または間接に起こり易いもの。

注: ①国内に常在しない疾患等の病原体等についてはより高いレベルに分類する場合がある。

②院内感染の原因となる重要な病原体等については通常のレベルより高くした。

③これに記載されない病原体等については個別に考慮する。

④臨床検体の取扱いはレベル2で行うが, 臨床診断から危険度の高い病原体等が疑われる時は, それと同等の扱いとする。

付表2 病原体等取扱い実験室の安全基準及び運営基準

(国立感染症研究所 病原体等安全管理規定より)

レベル1 ①通常の微生物学実験室を用い, 特別の隔離の必要はない。

②一般外来者の立入りを禁止する必要はない。

レベル2 ①通常の微生物学実験室を限定した上で用いる。

②エアロゾル発生のおそれのある実験は生物学的安全キャビネットの中で行う。

③実験進行中は, 一般外来者の立入りを禁止する。

レベル3 ①廊下の立入り制限, 二重ドアまたはエアロックにより外部と隔離された実験室を

用いる。

- ②壁，床，天井，作業台等の表面は洗浄及び消毒可能なようにする。
- ③排気系を調節することにより，常に外部から実験室内に空気の流入が行われるようにする。
- ④実験室からの排気は高性能フィルターで除菌してから大気中に放出する。
- ⑤実験は生物学用安全キャビネットの中で行う。動物実験は生物学安全キャビネットまたは陰圧アイソレータの中で行う。
- ⑥作業職員名簿に記載された者以外の立入りは禁止する。

- レベル 4
- ①独立した建物として，隔離域とそれを取り囲むサポート域を設ける。
 - ②壁，床，天井は全て耐水性かつ気密性のものとし，これらを貫通する部分（給排水管，配線，ガス，水道管等）も気密構造とする。
 - ③作業者の出入口には，エアロックとシャワーを設ける。
 - ④実験室内の気圧は隔離の程度に応じて気圧差を設け，高度の隔離域から，低度の隔離域へ，また低度の隔離域からサポート域へ空気が流出しないようにする。
 - ⑤実験室への給気は1層のHEPA フィルターを通し，実験室からの排気は，2層のHEPA フィルターを通して外部に出す。この排気除菌装置は予備を含めて2組設ける。
 - ⑥実験室とサポート域の間に実験器材の持ち込み及び取り出し用として，両面オートクレーブ及び両面ガス（エチレンオキサイドまたはホルマリン）滅菌装置を設ける。
 - ⑦実験室からの排水は120℃加熱滅菌し，冷却した後，一般下水へ放出する。
 - ⑧実験は完全密閉のグローブボックス型安全キャビネットの中で行う。
 - ⑨作業職員名簿に記載された者以外の立入りは禁止する。

○「病原体等安全管理規程」（平成 22 年 6 月改正）の分与は，〒 162-8640 東京都新宿区戸山 1-23-1 国立感染症研究所 総務部 調整課 研究支援係 TEL:03-5285-1111（内線 2040）に頼むことができる。なお、付表 1－1 病原体のレベル分類，付表 1－2 実験動物の病原体等のバイオセーフティーレベル分類は「病原体等安全管理規程」に含まれる。

以上のうち，岡山理科大学内で可能な実験は，レベル 1 及びレベル 2 である。レベル 3，レベル 4 は，岡山理科大学では不可能な実験である。

第5章 フィールドワークについて

第1節 心構え：ケガや遭難をしないために

1.1 事前準備

- ・調査対象・調査地： 対象とする事物はどのようなものか、いつ、どこに行けばいいのかなどを文献やネットで調べておく。調査地についても、周辺の地域も含めて危険な場所、病院などを調べておく。
- ・天候： 調査期間の天候はニュースやインターネットで調べておく。また、天気図の見方に慣れておく必要がある。海に行く場合は、潮汐表を確認しておくこと。
- ・装備： 調査に必要な装備は、天候の変化や事故に対応できるよう十分な装備をしていく必要がある。
- ・活動届： 事前に野外実習に関わる活動届けを提出しておく。

1.2 無理な計画を立てない

調査は予定通り進まないことが普通である。時間に追われ、あせって行動をしているときに事故に遭う確率が高い。無理な計画を立てず、最低限やるべき仕事を十分な余裕を持って実施できる予定を立てること。また、適切な休日・休憩時間をあらかじめ設定すること。

1.3 単独行動は避ける

野外ではどんなトラブルがあるかわからない。研究は個人個人の努力に負うところが大きいが、救助や危険回避のため、できるだけ個人行動は避けること。特に山・川・海など、事故が起きたときに近くに助けを求める人がいない場所では、複数の人間で調査をおこなうこと。

1.4 調査先の連絡

ゼミの担当教員、友人に事前に連絡を入れてから出発し、長期の調査では定時連絡を入れること。活動計画書を事前に作成してゼミに残しておくことが望ましい。また、ゼミ担当教員の緊急連絡先はメモして、常に連絡できる状態にしておくこと。調査場所が誰もわからない状態での調査は絶対に避けること。

1.5 体調管理

野外調査では、天気や地形などの状況が常に変わる。めまぐるしく変化する状況に的確かつ冷静に判断できるよう、体力・精神力を整えておく必要がある。寝不足や風邪気味など、体調の悪い日には調査に出ない勇気も必要である。また、きちんと食事（特に朝食）を取ることでも体調を維持するのに必要である。炎天下の作業においては熱中症に、寒冷地では低体温症に注意する。

1.6 天候

悪天候が予想される場合は、計画を中止あるいは変更して待機する。調査中に悪天候になった場合は安全な場所に避難する。天候が回復した後も、足下が滑りやすくなる上に、落石や土砂崩れの危険性が増すので注意する。

落雷にも充分注意する。雷鳴が聞こえたら、すでに落雷の危険性があるので、平坦地では姿勢を低くして非難する。木の下は、木に落雷する可能性があるので危険である。木から2m以上離れ、木の上を45度の角度で見上げる位置に、しゃがみこむ。建物や自動車などの中は安全である。送電線の下も安全であるが、2m以上離れること。

1.7 山での調査

道に迷ったと思ったら、水でも飲んで落ち着くこと。絶対に沢に下りてはいけない。滝などにあたることが多い。下ろうとせず、登ること。道が違うと思ったら思い切って引き返す。日が暮れたら動かない。

崖などで採集調査をおこなうときには、ヘルメットを着用し、落石等の心配がないか常に上方の安全を確認する。岩石標本を採集する際には、ハンマーの使用に充分注意し、できるだけ周囲に破片が飛散しないようにする。採集や調査が終了したら速やかに崖から離れること。

1.8 川、海での調査

事前に調査地点およびその周辺の天候をよく確認しておくこと。調査地点では晴れていても、上流での降雨やダムの放水などによって川が増水することがある。流れや波が強いと判断したときには十分に注意し、状況によっては調査を中断、延期することも必要である。

1.9 けが人をみつけたら

まずは自分の安全を確保する。医薬品を極力使用せず、医師の診察を受けさせる。おぼれた人を見かけたら、非情なようでも自ら飛び込んで助けることはしない。二次災害の危険が大きいので、協力者を探してから対応する。上着、シャツ、長い棒などや、バケツなど浮力のあるものを投げてつかまらせ、引き寄せるなどする。

1.10 救助・搬送が必要な事故等が発生した場合

迅速に救助を要請する（救急車：119、警察：110、海難事故：118）。事故等の発生場所と内容、時刻、けが人の状況などについて正確に伝える。その後、指導教員、大学にも状況を連絡する。

1.11 災害時の対応

地震などの災害に遭遇した場合には、まず身の安全を確保し、関係者に連絡して指導教員、大学に安否を知らせる。

1.12 帰還時

帰還したら必ず指導教員に報告する。現場で処理した小さな事故やけが等があった場合には、帰還後ただちに報告する。

第2節 装備：「備えよ、常に」

2.1 はじめに

調査に際しては、暑いかもしれない、寒いかもしれない、雨が降るかもしれない、帰れなくなるかもしれない、虫に刺されるかもしれない、崖から落ちてけがをするかもしれないなど、起こりうる様々な可能性を考え、十分な装備をしてでかけること。

救急処置に必要な、最小限のファーストエイドキットを持参する。健康保険証かそのコピー、各自が保険に加入した場合は契約書の写しなどを持参する。携帯電話は非常時に有効な通信手段であるが、電波が届かない場所が存在することに注意し、そうしたエリアでの連絡手段についてあらかじめ検討しておく。

調査の形態により必要な装備は変わる。個別の調査に必要な装備は、各自それぞれ準備すること。

2.2 山での装備

長袖シャツ、長ズボン： 山に入るときは肌が出ない服装にすること。これだけで不用意なけがを防ぐことができる。

着替え： 宿泊する場合はもちろん、川で浸水したり、大雨でぬれたりする可能性があるので、下着や靴下の着替えを準備しておくこと。ぬれないようにビニール袋に入れて運ぶこと。

防寒具： 暖かいと思っても、急に寒くなったり雨にぬれたりすることがある。そのような時のために、薄手のカーディガンやセーターなどを1枚持って行く。寝袋のときは中に新聞紙を入れると防寒効果がある。

運動靴、靴下、長靴： 歩きやすく、疲れない靴を選ぶこと。ぞうりやサンダルは厳禁。ちょっとした調査であればスニーカーでもよいが、未舗装道や山道を歩く場合は、くるぶしが隠れるような軽登山靴がよい。その場合、靴下は厚手で長めのものがよい。湿地の調査などでは長靴が必要。キャンプをする場合は、キャンプサイトで着脱しやすいサンダルがあれば便利である。

帽子： 夏は日差しが強いので必ずかぶること。

ハンカチ（タオル）、ティッシュペーパー（トイレットペーパー）： ハンカチやタオルは手をふいたり、汗をぬぐったりするのに必要。ティッシュペーパーはあると何かと便利。長期間の調査の場合には、トイレットペーパーをビニール袋にいれておけば、いざというときに役に立つ。

傘、雨ガッパ： どちらかは必ず用意すること。できれば両方準備しておけば使い分けられて便利。山に入る場合や両手を使った作業をする場合は雨ガッパの方がよい。傘は、軽量でコンパクトに折りたたみができるものがよい。雨ガッパは、雨は通さないが、内側からの汗は蒸発させることのできるゴアテックスなどの素材のものがよい。

ナップサック： 両手が自由になる両肩にかけるタイプのもの。

ザックカバー： 雨が降ったときにナップサックの上にかぶせて雨が中に侵入するのを防ぐ。

ヘッドライト： 道に迷ったりして日が暮れたときに必要となる。日帰りの調査でも準備しておくこと。

水筒： ペットボトルなどでも代用できる。

行動食： チョコレート、あめ、ピーナッツなど。道に迷って野宿するときには命のかてとなる。おやつとして食べてしまわないこと。

携帯電話： 電波が届かないこともあるが、道に迷った場合に役に立つ。

※上記のものをナップサックに入れるが、ナップサックの中に大き目のビニール袋を広げ、荷物を入れると雨の時に濡れなくて済む。

2.3 川や沢での調査

帽子： 崖や岩場がある場合にはヘルメットを着用する。

靴： コケやぬめりなどで滑ったり、不法投棄物や岩でけがをするおそれがある。フェルト底のシューズや胴長など、調査場所に応じた装備を選ぶこと。胴長は落水時に水が入ると危険なので、沢での調査には適さないことがある。もし、川に落ちて胴長に水が入った場合は、速やかに胴長を脱ぐこと。

記録用紙： 耐水性のものが望ましい。カメラや携帯電話も防水機能があるものを用意するか、防水ケースを使用するとよい。

2.4 海岸での調査

帽子： 日射しをさえぎる物が少ないので、必ず着用する。

靴： 滑りにくいものを選ぶこと。ビーチサンダルなどは危険。

ウインドブレーカー： 海上は冷えることがあるので、防寒に気を配る。

ライフジャケット： 水中で身を守る最も基本的な装備であり、特にボートなどを使用する場合には必ず装着する。

日焼け止め、サングラス： 過度な肌の露出は極力控えること。

記録用紙、カメラ： 耐水または防水性のものや防水ケース等の使用が望ましい。

※大型の学術研究船等に乗船する場合は、それぞれの船の定める安全対策の規定に従う。また、ダイビングを伴う調査には、相応の装備と準備が必要となるが、ここでは割愛する。

2.5 都市など日常生活に近い空間での調査

服装： 歩きやすい靴を選び、必要に応じて帽子を着用する。ヒアリングをおこなう場合などは、相手に不快感を与えない服装を心がける。

調査機材： 調査内容によって異なるが、不特定多数の人間と接する機会が多いことを認識し、機材がいたずらや盗難の被害を受けないよう注意する。また、通行人がそれを避けて事故に遭うようなことが起きないように気をつける。

2.6 薬関係

たとえ短期間の調査でも、ちょっとしたすり傷や切り傷はすぐにできるし、急におなかが痛くなったり、風邪をひいたりする。ここでは薬局で購入できる一般的な薬を示した。各自の個別に必要な薬や、考えられる事故・病気に応じて準備をすること。また、保険証（または保険証のコピー）は必ず用意しておくこと。

傷の消毒薬、バンドエイド、胃腸薬、風邪薬、抗菌目薬、虫さされ、かぶれ用クリーム、口内炎用塗り薬、痛み止め、下痢止め、便秘薬、ビタミン剤など。

とげ抜き、綿棒、包帯、脱脂綿、滅菌ガーゼ、包帯用テープなど。

※ビン入りの薬などは、そのまま持って行くとかさばるので、必要な量（一日に必要な量×調査日数）だけ小分けして持って行く。

※薬品関係だけコンパクトな収納箱（袋）に入れて持ち運びすると便利である。

2.7 その他

必要に応じて、ウェットティッシュ（手を拭く）、虫よけ、日焼け止め、使い捨てカイロ（寒いとき）、毒液吸い出しキット（「ポイズンリムーバー」等の商品名で販売）などを準備する。

ガムテープや瞬間接着剤があれば、ちょっとした修理などに役立つ。

宿泊する場合は着替え、洗面用具、目覚まし時計（携帯電話で代用可）などが必要。

第3節 事故発生時の対応と応急処置

3.1 状況の把握、救助、連絡

まずは、事故者本人と関係者が落ち着いて行動しなければいけない。事故の状況を冷静に把握し、危険な状態にある場合はそこから脱出し、自力での脱出が困難であれば救助を求める。同行者が事故に遭った場合は、救助が可能かどうか、二次災害に巻き込まれないかどうかを判断し、状況によっては外部に救助を要請する。大きな事故の場合、決して一人で対応しようとせず、できるだけ多くの人を集めて対応すること。

けが人がいるときは、その程度に応じて、すぐに救急車などで病院に搬送すべきか、まずは安静にすべきかを判断する必要がある。

3.2 切り傷・すり傷・刺し傷

野外調査ではケガをすることは多い。深い傷でなければ、傷口を水で洗い消毒液を塗り、バンドエイドや包帯を巻く。ツバをつけておけば治るような傷は、フィールドワーカーの勲章と考える。

深い傷の場合、なかなか血が止まらないときがある。その場合、滅菌ガーゼを傷口に当て、強く押さえて血を止め、押さえたまま傷口を心臓よりも高く上げる。出血が止まらない場合は、止血点（こめかみ、指の関節、腕の内側、腕のつけ根、股のつけ根など）付近を圧迫し、包帯を巻いて病院に行く。止血点を圧迫すると血流が止まるので、30分に1回くらい圧迫をゆるめて血液を流すようにする。

＊指を切断した場合、すぐに対応すれば再びつながる可能性がある。手で切断面に滅菌ガーゼを当てて強く押さえる。水洗いをしたり薬につけたりしないこと。切れた指は滅菌ガーゼに包んでビニール袋に入れ、それを氷を入れたビニール袋に入れて病院に運ぶ。直接氷や氷水につけないこと。

3.3 打撲、ねんざ、脱臼（だっきゅう）、骨折

切り傷・すり傷と同様、野外でよく経験するのが打撲やねんざである。骨折や脱臼の危険がない場合は、患部を水などで冷やす。脱臼や骨折の心配がある場合は、患部を動かないよう固定し、病院に行く。

3.4 鼻血

転んだり、木の枝で強く打ったりすると鼻血が出ることがある。座って軽く下を向き、鼻を強くつまむ（これで大部分は止まる）。また、額から鼻の部分冷やし、胸元をあけ、静かに座る。ガーゼを切って鼻孔に詰め、鼻を強くつまむ。血が止まっても、すぐに鼻をかまない。もし血が止まらない場合には、もっと深い部分から出血している可能性があるため、医師の診療を受ける。鼻からの出血の場合、頭を後ろにそらせると、温かい血液が喉に回り、苦しくなったり、飲み込んで気分を悪くすることがあるので、上を向かない。

3.5 痙攣（けいれん）

山登りで疲れたり、海や川で泳いだりするときに、足がつる（痙攣する）ことがある。また、帰宅後に風呂や寝ているときに起きることがある。その場合、あわてず、固まった筋肉を伸ばす努力をする。患部を温め、軽くマッサージする。症状がおさまってもすぐには動かないこと。

3.6 日焼け

暑い夏、強い太陽光のもとで肌を露出していると日焼けする。軽度のもものでは小麦色の肌（土方焼け）で済むが、ひどいときには水ぶくれができて皮がむける。日焼けしたときは冷たい水で冷やす。痛みが取れるまで繰り返し冷やす。水ぶくれができていても自分で破らないこと。痛みが取れず発熱が続くようであれば、医者に行く。

3.7 頭や胸、腹などを強く打った場合

崖から落ちたり、木から落ちたりしたときに、体を強く打つことがある。以下の症状が見られる場合は重症なので、その場合は水平な体位を保ち、安静に保ちながら、早く医者に連れて行く。欲しがっても飲食物を与えてはならない。

- (1) 目、耳、鼻、口などから出血している
- (2) 吐き気をもよおしたり意識がもうろうとしている
- (3) 下血や尿に血がまざっている
- (4) ショックの症状がいつまでも消えない
- (5) 胸腹部に大きな内出血の症状が出ている
- (6) 手足が動かなかったり、痛さが長引く

3.8 熱中症（日射病）

炎天下、調査に熱中していると、かかることがある。熱中症になったときは、風通しのよい暑くないところで水平位に寝かせる。顔が赤いときには上半身をやや高めにする。顔が青白く脈が弱いときには足のほうを高めにする。熱がなく、皮膚が冷たいときには冷やさない。体温が高いときには、大きな静脈のあるところ（脇の下、首筋、ふとももの付け根など）を水枕で冷やしたり、冷たい水に浸したタオルなどで全身を拭く（ペットボトルをわきの下に挟むのも効果的である）。熱中症にかかったら、必ず医者に連れて行くこと。事故防止には炎天下で長時間活動することを避け、直射日光下では必ず帽子をかぶること。

3.9 植物によるかぶれ等

a. ウルシの仲間（ハゼノキ、ヤマウルシ、ヌルデ、ツタウルシなど）にかぶれたら

森林調査（特に林縁）などで上記植物に接触することによって、皮膚にぶつぶつができた、炎症が起きたりする。かぶれやすい体質とかぶれにくい体質の人がいるが、かぶれやすい人はその木の下を通るだけでかぶれるという。

かぶれた場合、患部をかいたり、こすったりしてはいけない。抗ヒスタミン成分を含むステロイド系クリームをぬる。治療には医師の診断を受ける。

b. イラクサの仲間に触ってしまったら

調査中、鋭い痛みを感じて見てみると、全身辣だらけの植物がいたりする。その痛みはなかなか治らず、いらいらする（ので、「イラクサ」）。これはイラクサの嫌に含まれる蟻酸による。

イラクサに触ってしまったときには、セロテープなどを数回患部に押し当て、辣を取り除く。重曹やアンモニア水で毒を中和させればいいが、ない場合は水で洗って、後は我慢する。

c. 棘のある植物（ノイバラ、ジャケツイバラ、サルトリイバラ、ナワシログミなど）の妹がささったら

棘のある植物はブッシュや林縁に多く生える。そんなところに入らないのが一番だが、入らなければならないこともある。ナタやせん定ばさみを持っているときはまだいいが、なけ

れば悲惨なことになる。

棘が刺さった場合はとげ抜きで抜く。後の治療は「切り傷・すり傷・刺し傷」に準ずる。棘でけがをしないためには、肌を露出させないことである。少し厚手の服を着ることが効果的である。

3.10 水難事故

川や海での調査で、もっとも気をつけなければならないのが水難事故である。水難事故に遭わないようにするには、水の状態を注意深く観察しながら行動することである。雨の後、川が増水しているときには川に入らない。風が強く海が荒れているときには海岸に近づかない。水の中を歩くときは、急に深みがあるかもしれないので、足下をよく確認しながら進むなど、慎重な行動をすること。

もし転倒したり、大波をかぶって溺れかけても慌てないこと。胴長をはいている場合、胴長を脱ぐ。足がつった場合は、あわてず、水に浮いた姿勢で、ゆっくりとつった部位を伸ばす。

また、溺れた人を見かけた場合、一人で飛び込んで助けないこと。非情のようだが、二次事故の危険が多い。その場合、協力者を探し、上着、シャツ、ポリ袋、長い棒などや、浮力のあるものを投げてつかまらせ、引き寄せるなどする。

第4節 動物に襲われたら

4.1 蜂に刺された（スズメバチ、アシナガバチなど）

森で調査をしていると、単独で行動している蜂によく出会う。そのような蜂は特に危険はないので、刺激しないようにする。無理に追い払おうとしたり、たたこうとすると、自衛のために襲ってくることもある。

ただし、特に夏から秋には巣内にいる働き蜂の数がもっとも多くなり、蜂の巣を刺激すると大量の蜂に襲われることがある。中でもオオスズメバチは毒量も多く危険である。また、過去にもハチに刺された経験のある人が再び刺されると、アナフィラキシーショックにより危険な状態になることがあるので、特に注意が必要である。

予防としては、蜂の巣に近づかないことが一番である。ある程度近づいた場合でも、働き蜂がカチカチと音を立てて警告しているのに気づいたときは、刺激しないように気をつけながら速やかにその場を離れる。蜂に襲われてしまった場合には、全力で逃げるしかない。水の中に飛び込むという手もある。また、蜂には黒い色を攻撃する性質があるので、髪の毛の中に飛び込まれて刺される場合がある。明るい色の服や帽子を着用するのがよい。

運悪く刺され、針が残っている場合は、根元から毛抜きで抜くか、横に払って落とす（針をつまむと、針の中の毒をさらに注入することがある）。ポイズンリムーバーを用いて刺入部から毒を吸い出す。ハチの毒は水に溶けやすいので、傷口から毒を絞り出すようにしながら流水で洗うのも効果的である。ショック症状などが現れた場合には、できるだけ早く病院へ行くこと。

4.2 ドクガに刺された

ガの鱗粉に毒があると誤解する人は多いが、そのようなことはない。ケムシの毛についてもほとんどは同様であるが、ごく一部のガの成虫や幼虫には刺毛があり、刺されると痒みや痛みを感じるものがある。庭木のツバキやサザンカにはチャドクガが、林の中ではドクガが発生する。

ドクガやチャドクガの成虫や幼虫に触れてしまったときには、かいたりこすったりしてはならない。流水で洗い流すなどして刺毛を取り除き、抗ヒスタミン剤を含むステロイド軟膏を塗ること。イラガの幼虫に触れるとそのときは激痛を感じるが、ドクガより早く治癒する。

4.3 ムカデにかまれた

ムカデは「狭い」、「暗い」、「湿り気がある」、「餌となる小さい虫がいる」といった条件のところに出てくる。つゆ時などには室内にも出てくる。

ムカデに触ると、かまれることがある。かまれたら、傷口を圧迫して毒液を出し、患部を冷やす。その後、傷口に抗ヒスタミン剤やステロイド剤の入ったクリームを塗る。ムカデにかまれると痛いですが、通常は患部が腫れる程度で済む。しかし、ごくまれにアナフィラキシーショックにより危険な状態になるので、かまれた後に気分が悪くなるようであれば、すぐに病院に行って治療を受けること。

4.4 蛇にかまれた（マムシ、ヤマカガシ、ハブなど）

日本本土で注意を要する蛇はマムシである。少し胴回りが太く、褐色のまだら模様で、頭が三角形をした蛇がいたらマムシと考えられる。岩が多い斜面や、暖かい春や秋には道路や田んぼの畦で日向ぼっこをしているマムシに出会うことがある。マムシはもともとはおとなしい性格の蛇なので、踏んだり触ったりしなければ襲われることはない。足もとも、軽登山靴程度の靴で大丈夫である。予防としては、マムシのいそうなところで歩いたり、座ったりするときは注意することである。

ヤマカガシもよく見かける蛇であるが、自分から攻撃を仕掛けることはない。無視するか、木の棒で追い払えば逃げるが、手で持つとかまれ、毒が入ることもある。

もし毒ヘビにかまれたら、手足であれば、傷口より上部を軽くしばり、ポイズンリムーバーで毒を絞り出す。傷口を口で吸うのは、口内の傷から毒が入る可能性がありかえって危険なことがある。水があれば血を絞り出しながら洗い流す。

毒ヘビでは、10分程度でかまれた傷口がはれてくる。かまれたらすぐに病院に連れて行き、抗血清の投与など適切な治療を受ける。その際、走ったりすると毒が全身に回りやすいので、落ち着いてゆっくり行動する。

ハブは、マムシやヤマカガシと違い、攻撃性が強いので注意が必要である。ハブは木にも登るので、木の上からも襲うことがある。奄美諸島や沖縄諸島での調査の際は、採集すべきものがあっても、木の棒などで安全を確認してから手を出すなど、細心の注意が必要である。

4.5 犬・猫・鼠（ねずみ）にかまれた

動物にかまれた場合、感染症のおそれがあるので、どんなに小さな傷でも石けんを使って水でよく洗う。傷のまわりも、唾液のついていところはよく洗い流す。その後、医師の診療を受ける。

・犬

かまれた時には、石けんを使ってよく洗う。こちらからちょっかいを出していないのに襲ってきた場合は、狂犬病にかかっている疑いがあるので、かまれた場合はすぐに病院で受診する。頭をかまれたのであれば、発病までには約40日かかるので、適切に処置すれば問題ない。

・猫

かまれたときには、傷口を石けんを使ってよく洗う。かまれた後に発熱が続くようであれば、必ず医者に見せる。

・鼠（ねずみ）

かまれたときには、石けんを使ってよく洗う。どんな小さな傷でも、感染症にかかるおそれがあるので、必ず医者に見せる。

・コウモリ

洞窟で調査をすると、コウモリ類がいることがある。コウモリ類にかまれると、狂犬病に類似したウイルスに感染するおそれがある。コウモリにかまれたら、石けんでよく洗い、必ず医者に見せる。

4.6 熊、猪（いのしし）に襲われた

・熊

本州にツキノワグマ、北海道にヒグマが生息している。熊が生息すると考えられる山に入る場合は、鈴や笛、ラジオなどを鳴らして自分の存在をアピールする。それでも出会った場合は、決して背中を見せて逃げてはいけぬ。相手から目を離さず、少しずつ後ずさりして遠ざかるようにする。大声を出したり、ものを投げて刺激してはいけぬ。ザックなどを置いてそちらに注意をそらしている間に逃げることもできる。ただし、そのザックを取り返そうと思っははいけぬ。

襲われた場合、前肢（の爪）による打撲とかみ傷により致命的な被害を受けることが多い。まず安全を確保し、傷、骨折などの手当の後、病院に連れて行くこと。また、熊が出たことを近くの住民に知らせる。

・猪（いのしし）

昼間にイノシシに出会うことはほとんどないが、子連れの親と出会うと攻撃してくることがある。間違っても刺激してはいけぬ。下あごの犬歯で突かれると大けがをする。木の上や岩の上に逃げること。

襲われた場合、安全を確保した上で、被害者の出血や骨折の手当てをして、傷口を洗い、病院に連れて行くこと。

4.7 クラゲに刺された、ウニ・ヒトデを踏んだ

お盆をすぎた頃、海で泳いでいるとクラゲ（カツオノエボシ、アンドンクラゲなど）に刺されることがある。また、波打ち際で調査をしているときに、ウニ（ガンガゼ、ラッパウニ、シラヒゲウニなど）、ヒトデ（オニヒトデなど）、シロカヤ、ケガキなどを踏んでしまうことがある。海での調査の際には、そのような動物の存在に注意することが必要である。イモガイ類（アンポイナ）は触ろうとすると、猛毒の針で刺されるので注意すること。

クラゲにさされた場合、真水で洗ってはいけない（毒の入った袋がはじけて毒が広がる）。特別な治療法はないが、海水でトゲや針を洗い流し、刺された直後はアンモニア水、重曹水などを塗る。痛みがなくなるまで刺されたところを冷やす。発疹（ぶつぶつ）ができた場合には、病院へ行き抗ヒスタミン剤やステロイド剤を処方する。ウニ・ヒトデを踏んだ場合は、トゲを抜き、傷口をよく洗う。痛みが引かない場合は病院でみてもらう。

第5節 交通事故を起こしたり被害にあったら

5.1 はじめに

野外調査における移動には、調査の便利さなどから、多くの場合で自転車、バイク、自動車などを使うことになる。自分の車を使った場合、便利ではあるが、交通事故に遭う確率が高くなる。交通事故は、自分が重大な損害を受ける場合が多いだけでなく、同乗者や一般市民を巻き込むこともあり、特別の注意を払う必要がある。

5.2 交通事故にあわないようにするためには

交通規則を守るのは当然のこととして、注意すべき点がいくつかある。

(1) 無理な計画を立てない

調査では、いろいろなアクシデントがあり、予定通り進まないことが多くある。時間に追われ、あせって移動をしているときに事故や検問に遭う。無理な計画を立てず、余裕を持った予定を立てること。

(2) 休養を充分にとる

寝不足や前日の深酒で充分に休養がとれなかった場合、注意力が足りなくなったり、居眠り運転をしたりするおそれがある。調査の前日は早く寝て充分に休養をとるとともに、運転中に疲れを感じたり眠気を感じたりしたら、運転をやめて休むよう心がけること。短時間の休憩でも、かなり回復するはずである。

(3) 路面の状態を注意深く観察する

野外調査では、舗装道路ばかりではなく、未舗装の道路やぬかるみ、デコボコの悪路を走らなければならない場合もある。また、極端に狭い道路を走らなければならないときもある。路面の状態と車の性能、自分の運転技術を考え、間違っても道から転落しないよう気をつけること。

以上のような注意をしても、思わぬトラブルや、もらい事故などにより交通事故に

遭う場合がある。その時には、あわてず、適切に対処すること。

自損事故の場合は、自分の責任で対処する。ぬかるみにはまったり、溝に車輪を落としたりしたら、押したり引いたり底に板をいれたり、ジャッキで持ち上げたり、考えられる限りの手段を講じてみて、だめだったら JAF を呼ぶ。

5.3 相手（対歩行者、対バイク・乗用車）がある場合

(1) 人命第一

事故を起こしたら、まず落ち着くこと。自分は比較的軽傷で、動けない負傷者がいる場合、自分自身の安全を確保し、負傷者を安全な場所に移動させ、119 番通報する。

(2) 事故発生のお知らせ

救急車を呼ぶ必要がある場合は、119 番通報（消防司令センター）する。

司令センターから聞かれる

「火事か救急か？」→「救急です。」

「場所は？」→場所が特定できない場合は、大きな目標物などを知らせる。

「事故の内容は？」→「車と歩行者の事故です。」などや、事故の状況、負傷者の状況などをつたえる。

(3) 現場の安全確保

事故現場は、車を道路の脇に移動させたり、非常用停止板などを使って二次災害が発生しないようにする。

(4) 警察へ連絡

どんな小さな事故でも警察に届けること。その場で示談などしないこと。後々トラブルになる場合が多い。

(5) 事故相手の確認・目撃者の確保

自分の免許証を示し、相手の免許証の提示を求めるとよい。

確認事項：

- ・相手の住所、氏名、電話番号、免許証の登録番号（免許証で確認）。
- ・車両番号、登録番号、車名、車の色など（車検証で確認）。

もし目撃者がいる場合は、その人の連絡先も確認しておくこと。

(6) 事故状況のメモ

記憶が薄れないうちに、現場の見取り図や事故の経過などを記録したり、写真に撮っておくこと。できるだけ詳しく記録しておくことが大事である。きちんと記録しておかないと、損害賠償の交渉の際に、お互いの言い分が食い違い、決着がつかなくなることがある。あるいは説明があいまいだと、不利な状況になる可能性もある。

確認事項：

- ・事故の状況
- ・事故現場の住所、周辺の状況等

(7) 保険会社へ連絡

保険会社、代理店に連絡する。保険を使えば料金はかからないので、自己の判断で示談にせず、保険会社に相談すること。

(8) 教員へ連絡

まずゼミの担当教員に連絡すること。担当教員に連絡がつかない場合は、誰でもいいので教員に連絡する。事故の発生場所、発生状況などを説明し、適切な指示を待つ。

第6章 X線・放射性同位元素(RI)の取扱いについて

第1節 放射線と安全取扱い

放射線とエネルギーが1MeV以上のX線は文部科学省管轄の放射線障害防止法、エネルギーが1MeV以下のX線は厚生労働省管轄（労働安全衛生法）の電離放射線障害防止規則から法的規制を受ける。岡山理科大学では毎年4月下旬に放射線・X線業務従事者新規（再）教育講習会を開き、放射線・X線を扱う放射線業務従事者と学生に対し、それらについての基礎知識と安全取扱いの説明を行っている。個々の実験室での機器操作や安全についての説明は各機器管理者、主任者から行われる。ここでは簡単に基礎知識を説明し、安全への基本的態度と災害・事故時の対応を解説する。なお学生は労働法上の労働者と見なされない。従って仮に事故が起きた場合、学生に対しては大学入学時に加入する学生教育研究災害傷害保険でしか保障されないので十分注意していただきたい。

1.1 放射線の種類

(1) X線

銅・モリブデンなどの金属電極に数十keV程度以上の電子線を当てると金属原子の1s軌道電子がはじき飛ばされて、外側の軌道（2p、3p）から電子が遷移してくる。その際に放出されるエネルギーによる電磁波（特性X線）をX線という。またX線には荷電粒子の加速度運動による強力なX線（Spring-8放射光施設）も含まれる。結晶の構造決定や元素分析、医療などに幅広く用いられている。

(2) α 線（岡山キャンパス）

ウラン・トリウムなどの不安定核の崩壊により放出されるヘリウムの原子核を α 線（粒子）という。透過力が小さく紙1枚で、また、空気中では数cmで止まる。しかし質量が大きく電離作用が強いので内部被ばく（体内に取り込むこと）には注意が必要である。身の回りには、その電離作用を利用する夜光塗料、火災報知器（煙探知機）（ ^{241}Am ）やキャンプ用ガソリンランタンのマンテル（トリウム）として使用されている。また高級一眼レフレンズにトリウムが入っている場合がある。これらは免除レベルとして使用が制限を受けずに許されている範囲の量である。

(3) β 線（岡山キャンパス）

原子核（中性子）が β 崩壊をした際に放出される電子を β 線（粒子）という。透過力は弱く、通常は数mmのアルミ板や1cm程度のプラスチック板で十分遮蔽できる。空気中での飛程は数十cmである。身の回りには ^{147}Pm が蛍光灯用のグローランプに用いられている場合がある。

(4) γ 線（岡山キャンパス）

波長がおおよそ10pm（ 10^{-11}m ）より短い電磁波であるが、X線とは波長領域（エネルギー領域）の一部が重なっている。原子核内のエネルギー準位の遷移を起源とするものを γ 線と呼び、軌道電子の遷移を起源とするものをX線と呼ぶ。電荷は持たない光子で透過力が

強く、エネルギーにもよるが厚さ2cmの鉛でも約半分程度にしか減衰しない。

その他陽子線、中性子線などの粒子線も放射線に含まれるが、岡山理科大学内では扱われていないのでここでは触れない。

1.2 安全取扱いの基本

(1) X線源

X線は高電圧で加速された電子線によって発生する。従って装置の電源スイッチを切ればX線の発生は止まる。最近の装置では、効率的な遮蔽が施され、機器内部のみが管理区域になっているものも多い。安全装置（インターロック）を装備した機器では、X線の発生中に遮蔽扉を開放すると電源が自動的に切れる仕組みになっている。インターロックを改造したり、解除したりしてはならない。

一部のX線回折装置等では試料の軸あわせ等のためにX線発生中に作業する必要がある。従事者は被ばく線量の管理用バッジ・指輪などを着用する必要がある。回折装置などでは特定の方向に強いX線が放出されることがあり、使用に際してはそれぞれの機器の構造・機能に関する説明を受け、それらを十分理解しておくことが大切である。

本学ではたとえ機器内部のみが管理区域であってもバッジの着用と健康診断を受けることが義務づけられる。それは事故などの際に被ばくする可能性を完全に排除できないからである。

(2) α 線源（岡山キャンパス）

大学内にある α 線源は、放射線検出器の標準校正線源としての密封線源のみである。標準校正線源は使用の許可・届出無しに所持できる程度の量であり、保管・管理が適正で、使用に関する教育を受けていれば被ばく事故のおそれはほとんどない。これは β 線源、 γ 線源についても同様である。

(3) β 線源（岡山キャンパス）

大学内の β 線源は、放射線検出器の標準校正線源とガスクロマトグラフに用いられる ^{63}Ni の密封線源とアイソトープ実験施設にある固体の非密封線源（放射化鉍物試料）である。ガスクロマトグラフは装置表面での実効線量がほぼゼロであり、被ばくのおそれはない。標準校正線源と非密封線源はいずれも少量であり、健康に害があるような被ばくのおそれは少ない。しかし非密封線源は散逸のおそれがあるので使用の際に十分な注意が必要である。RIの詳しい使用の方法については放射性同位元素実験施設運用細則を参照し、主任者による教育を受けることが必須である。

(4) γ 線源（岡山キャンパス）

大学内の γ 線源は、 β 線源と同じく標準校正線源の密封線源とアイソトープ実験施設の固体の非密封線源である。したがって取扱いは基本的に同じであるが、 γ 線は β 線に比べて透過力が大きい点に特に注意が必要である。

1.3 安全のための三原則

放射線を扱う基本的な安全のための三原則は**距離・時間・遮蔽**である。

(1) 距離

放射線の実効線量は万有引力やクーロンの静電気力と同じく線源からの距離の2乗に反比例する。したがって、距離を2倍にとれば強度は4分の1、3倍では9分の1と急速に減少する。作業をする際には、十分な距離を保つことが被ばく線量を減少させる大きな要素になる。

(2) 時間

放射線の被ばく線量は作業時間を短くすることで減少させることができる。線源を用いる作業の手順をよどみなく行い、作業の途中で説明書を読む、道具を取りに行くなどの無駄な時間をなくすることが作業時間の短縮にもっとも効果的である。具体的にはコールドラン（cold run；線源を用いる作業を bot run という）と呼ばれる線源を用いないで行う一連の作業を（できれば複数回）練習することにより、習熟した上で、ホットランに臨むのがよい。コールドランをおこなうことで無駄な作業手順や必要な準備、道具の整理等が洗い出され、作業の効率化をはかることができる。これはRIに限らず他の危険物を扱う時や作業を行う時も同様である。実際の作業では想定外のことがよく起きる。あらかじめ作業に習熟しておくことにより想定外の事態に対処する余裕が出来る。

(3) 遮蔽

Y線以外の放射線の実効線量は遮蔽物によって著しく減少させることができる。しかし強い β 線は遮蔽物によっては2次的にX線を放出することがあるため注意が必要である。X線や他の線源の遮蔽に有効な鉛でさえY線に対しては効果が小さく、十分といえる遮蔽は線源の強度によって大きく変わる。厚い遮蔽物は作業効率を低下させるのみならずコスト面の制約から不十分になりがちであるため距離・時間面での改善を第一に優先すべきである。たとえば鉛入りグローブを使って試料を処理することは β 線源に対しては有効であるが、作業効率がさほど変わらなければY線源にはピンセット・ tong等（距離をとる）を用いてすばやく作業を終える（時間を短くする）ほうが総合的な被ばく線量の減少により効果的である。

1.4 RI室の入退出（岡山キャンパス）

非密封線源を扱うRI室の入室時には、バッジ（必要に応じて実験着）を着用し、時刻を記帳する。退出の際には手洗いを行い、サーベイメーターを用いて汚染検査をした後、時刻と作業内容を記帳する。

第2節 災害・事故への対処

2.1 基本ルール

どんなに安全を心がけても災害・事故は（小さいものから大きなものまで）起きると考えるのが危機管理の基本である。したがって起きないようにするにはどうするか、起きてても被害を最小限にするにはどうするか、起きた時にどう対処すべきかを日頃から意識しておく必要がある。またそれらにはいくつかのルールがある。これらの基本については第1章を参照のこと。

2.2 災害・事故発生時の連絡

災害・事故はたとえば実験室での火災や地震による危険物の拡散などのように単に1種類の災害・危険物にとどまらずそれらが複合することが多いので、それぞれの安全を見極める必要がある。その様な場合、連絡網を使って各方面に連絡する役割と現場での当座の安全の確保と救出を行う役割を分担できるよう災害・事故発生時にはひとりで処理しようとせず、まず第一に連絡を行う。RI 災害・事故の場合、放射線取扱主任者（内線 4291、4591）および学部運営事務部（内線 1161）へ連絡する（緊急連絡系統図参照）。

2.3 安全の確認・救出

災害・事故が起きた時には被災者の救出を優先する。しかしその前に救援者の安全が確保されているかを確認する必要がある。X線源では電源の遮断、RI の場合、線源から受ける被ばくを最小限にとどめ被災者の救出が可能であるかを判断しなければならない。通常 RI について判断できない場合は放射線取扱主任者に通報することが先決である。本学の場合少量しか保管されていないので緊急に RI の拡散のおそれがないければ、通報後主任者の指示を待つ。

2.4 措置

(1) X線装置

災害・事故の際、まず電源を遮断する。実験装置の電源のスイッチがX線の照射範囲にある場合は、さらに上部系統の電源（ブレーカー等）から遮断する。

冷却水は漏れて感電の危険等があるのでなければ必ずしも止める必要はない。被ばくした場合は、被災者を学園の医師に診断してもらう。その際およその被ばく量が必要なので必ずX線または放射線取扱主任者に連絡してその指示に従う。

(2) 密封線源

学内の密封線源で大きなものはガスクロマトグラフに装着された ^{63}Ni (370 MBq × 2 個) である。頑丈にシールされた装置内部から露出する可能性はほとんど無い。装置が破損していない限り安全である。地震などで装置が破損した場合、むやみに近づかずサーベイメーターで線量率を確認する。

非密封線源は保管可能最大数量でも 5. 3MBq を越えない。仮に全部の量が露出したと

しても 1 ～ 2m の距離を保てば安全は確保される。通常は耐火性鉛金庫に保管されているので全量が露出する可能性はきわめて少ない。ただし（可能性は少ないが）火災による爆発などで粉塵となった場合、吸入するおそれがあるので注意する。

(3) 非密封線源（岡山キャンパス）

非密封線源（放射性同位元素）が床等に散らばった場合、すぐに放射線取扱主任者に連絡する。

実験着が汚染されたと思われる場合はすぐに脱いでサーベイメータ等で汚染を確認し、除染できない場合は汚染物・廃棄物入れに入れる。

衣服に付いた RI は主任者の指示に従ってビニール手袋を装着して払い落とした後、RI 室用掃除機で吸い取り汚染検査を行う。汚染がとれない場合汚染物として廃棄する。

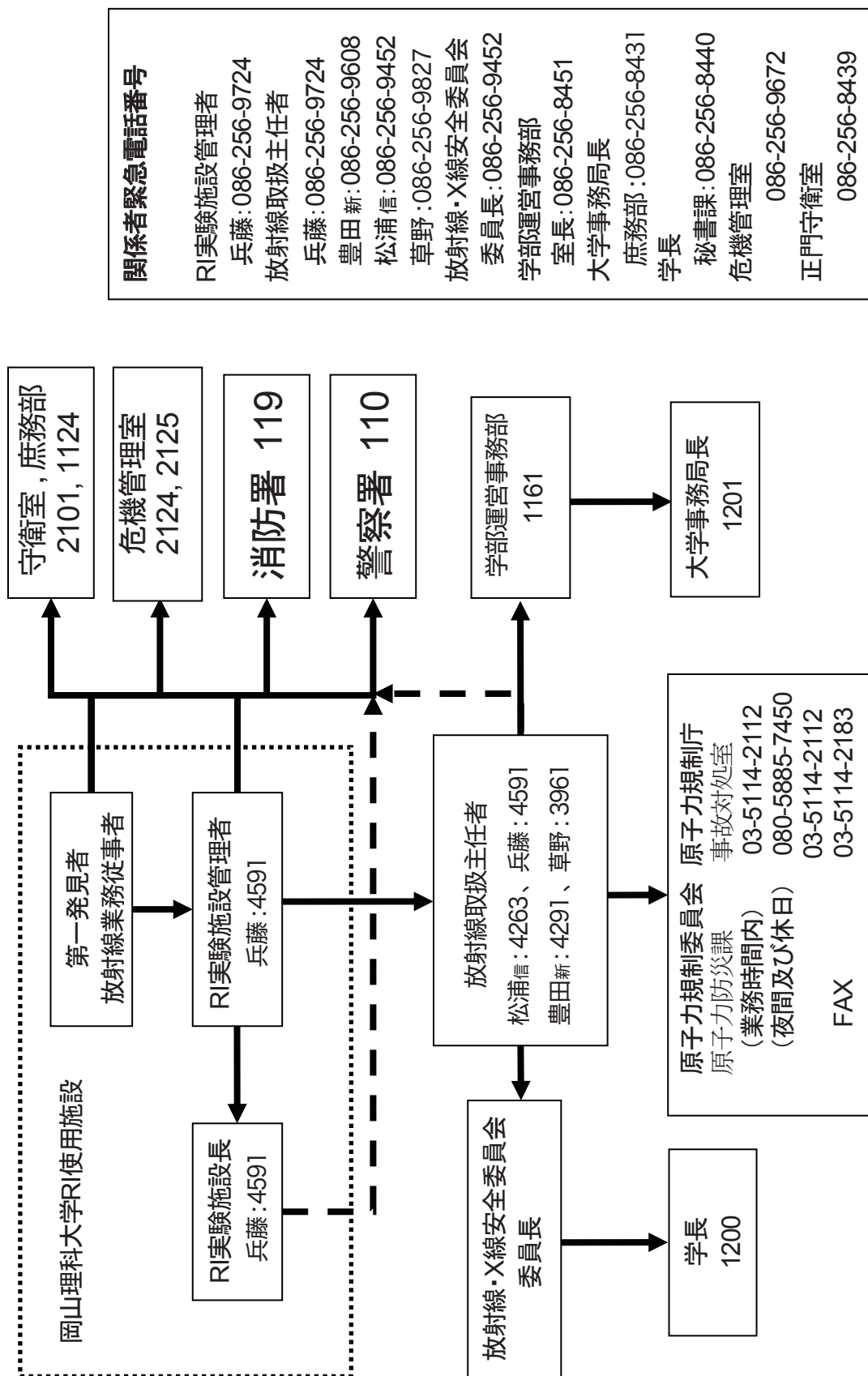
手指等に RI が付着した場合、紙タオルに少量の水またはアルコール等をしみこませてぬぐい取り、石けんで洗浄した後、汚染検査を行う。それでも除染できない場合、前室に保管されているクリーニングキットの酸化チタン等を使用して汚染検査で検出されなくなるまで洗浄する。洗浄には前室の手洗いをうい、除染が終了するまで実験施設を出ない。

床に散らばった RI は大まかな清掃をおこなった後、さらに紙タオル等でていねいにふき取りを行い、汚染検査を行う。集めた RI は廃棄用 RI 容器へ、紙タオル等は汚染物入れに入れる。

RI がスリッパの底に付着する場合があるので十分注意し、汚染検査を行う。

岡山キャンパス

RI 使用施設 放射線・X 線災害・事故時緊急連絡系統図



緊急シャワー配置図

岡山キャンパス

A 1 号館







- 屋内消火栓
- 障がい者用トイレ
- エレベーター
- 緊急シャワー
- 消火器



A3号館

理学部 化学科
工学部 バイオ・応用化学科
自然科学研究所
総合機器センター



→ 出入口



B1号館 (第27号館)

工学部 生命医療工学科
建築学科
総合機器センター
ワイン発酵科学センター
プロジェクト研究スペース



→ 出入口



B2号館
(第13号館)

理学部 化学科
臨床生命科学科
大学院
自然科学研究所
総合機器センター



1階平面図



2階平面図



3階平面図



4階平面図



B6号館
(第12号館)

工学部 バイオ・応用化学科
生命医療工学科
技術科学研究所：1階



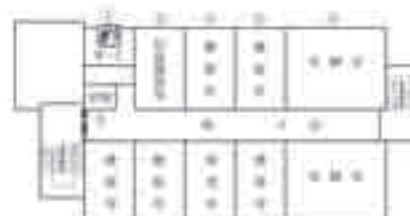
1階平面図



2階平面図



3階平面図



4階平面図



緊急シャワー配置図

今治キャンパス

獣医学部棟

(獣医学部 獣医学科)
獣医保険看護学科)



- 屋内消火栓
- 火災報知器受信機
- 障がい者用トイレ
- エレベーター
- 防火扉、防火シャッター
- 緊急シャワー
- AED

獣医学教育病院棟

動物病院診療施設



3階平面図



2階平面図



PH



1階平面図



4階平面図

関連規程一覧

岡山キャンパス

- ・岡山理科大学における動物実験に関する取扱規程
- ・岡山理科大学組換え DNA 実験安全委員会規程
- ・岡山理科大学組換え DNA 実験安全管理規程
- ・岡山理科大学化学物質取扱要領
- ・岡山理科大学洗浄施設からの排水に関する管理要領
- ・岡山理科大学水質管理委員会規程

今治キャンパス

- ・岡山理科大学病原体等安全管理規程
- ・岡山理科大学獣医学部病原体等安全管理細則
- ・獣医学部病原体等安全管理委員会規程
- ・岡山理科大学獣医学部実験動物センター規程
- ・岡山理科大学獣医学部実験動物センター運営委員会規程
- ・岡山理科大学獣医学部実験動物センター使用内規
- ・岡山理科大学獣医学部における動物実験に関する取扱内規

上記の規程は岡山理科大学ポータルサイトに掲載しています。
ご参照ください。

学生教育研究災害傷害保険について

教育研究活動中の不慮の災害事故時補償を受けるために、入学時に本学の学生は大学が加入保険料を負担し、全員が「学生教育災害傷害保険」に加入しています。概要は以下の通りです。

対象となる活動範囲

1. 教育研究活動中の急激かつ偶然な外来の事故によって身体に傷害を被った場合。

「教育研究活動中」とは次の場合です。

- ① 正課中（講義、実験・実習などの授業中。卒業論文研究や学位論文研究も含む）
- ② 学校行事中（入学式、オリエンテーションなど教育活動の一環としての行事）
- ③ ①②④以外で学校施設内にいる間
- ④ 大学に届け出た課外活動（クラブ活動）を行っている間

2. 通学中の事故・学校施設等相互間の移動中に発生してしまった事故によって身体に傷害を被った場合。

3. 臨床実習の目的で使用される施設内で、感染症の病原体に予期せず接触し感染予防措置を受けた場合（獣医学部のみ）

保険金の種類

死亡保険金、後遺障害保険金、医療保険金、入院加算金が支給されます。

障害の程度、担保範囲により金額が異なります。

問合せ先 岡山キャンパス：学生課（C 1 号館 6 階）

 今治キャンパス：教学・学生支援課

岡山理科大学 安全対策マニュアル

理学部初版	2007年3月	工学部初版	2009年11月
		全学改訂版	2011年11月発行
			2014年3月改定
			2017年3月改定
			2019年3月改定

平成31年4月1日 印刷
平成31年4月1日 発行

編集兼
発行者

岡 山 理 科 大 学

〒700-0005 岡山市北区理大町1-1
電話 256-8431 (庶務部)

印刷所

(有)大学製本所
〒700-0984 岡山市北区桑田町10-5
電話 224-7020

実験を安全に！

岡山キャンパス

◇ A 1 号館 学部運営事務部	086-256-8451
◇ C 2 号館 学部運営事務部分室	086-256-8003
◇ C 8 号館 学部運営事務部分室	086-256-8471
◇ 庶務部	086-256-8431
◇ 健康管理センター	086-256-8434
◇ 正門インフォメーション室 (守衛室)	086-256-8439

今治キャンパス

◇ 学部運営事務部	0898-52-9024
◇ 教学・学生支援部	0898-52-9019
◇ 健康管理室	0898-52-9030
◇ 守衛室	0898-52-9101

万一の時は、**あなた**が**落ち着いて連絡しましょう**