

実験・実習における
安全の手引

2026年版

SAFETY GUIDE

for Experiments and Laboratory Exercises

2026 Edition

京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology

実験・実習における
安全の手引

2026年版

SAFETY GUIDE

for Experiments and Laboratory Exercises

2026 Edition

京都工芸繊維大学

Kyoto Institute of Technology

目 次

I 部	一般編	1
I.1	実験・実習における安全	2
1.1	安全をめざして	2
1.2	実験・実習における安全の基本事項	2
1.3	緊急時の通報手順	4
1.4	本学の安全管理体制	4
I.2	緊急事態の予防と対応	6
2.1	火災の予防と対応	6
2.2	地震に備えて	12
2.3	本学の防火・防災設備	18
I.3	応急手当	30
3.1	人身事故や急病の緊急処置の一般的注意事項	30
3.2	救命手当	30
3.3	応急手当	32

Table of Contents

Part I	General	1
I.1	Safety in Experiments and Laboratory Exercises	3
1.1	In Pursuit of Safety	3
1.2	Fundamentals of Safety in Experiments and Laboratory Exercises	3
1.3	Emergency Reporting Route	5
1.4	KIT Safety Management System	5
I.2	Prevention and Relief Measures for Emergency Situations	7
2.1	Prevention and Relief Measures in the Event of Fire	7
2.2	Preparation for Earthquakes	13
2.3	Disaster Fire-Fighting/Disaster Relief Equipment in KIT	19
I.3	First-Aid Measures	31
3.1	General First-Aid for Physical Injury or Sudden Illness	31
3.2	Emergency First Response (EFR)	31
3.3	First-Aid Measures	33

II 部	実験編	35
II.1	電気・電子実験・実習における注意	36
1.1	電気機器事故防止の一般的注意	36
1.2	感電	38
1.3	電気と火災	40
1.4	電気と爆発	40
II.2	機械実験・実習における注意	42
2.1	実験・実習での一般的注意	42
2.2	機械類の取扱い	42
2.3	機械工作および材料試験	44
2.4	溶接（アーク溶接）	50
2.5	工作機械等の地震対策	50
II.3	化学実験・実習における注意	52
3.1	実験における一般的注意	52
3.2	化学薬品の取扱い	54
3.3	化学薬品の廃棄処理	66
3.4	ガラス器具の取扱い	70
3.5	粉じんの取扱い	74
3.6	事故例	76
II.4	生物実験における注意	80
4.1	生化学実験における一般的注意	80
4.2	微生物学実験における一般的注意	82
4.3	動物実験における一般的注意	84
4.4	遺伝子組換え実験	86
II.5	レーザー・紫外線を用いる実験の一般的注意	90
5.1	レーザーの取扱いの注意	90
5.2	紫外線光源の取扱いの注意	96
5.3	その他の電磁波源の取扱いの注意	96

Part II Experiments	35
II.1 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Electric/ Electronic Fields	37
1.1 General Precautions for Preventing Electrical Equipment Accidents	37
1.2 Electric Shocks	39
1.3 Electricity and Fire	41
1.4 Electricity and Explosions	41
II.2 Precautions for Laboratory Experiments in Mechanical Engineering and Machine Shop Practice	43
2.1 General Precautions in Mechanical Engineering Laboratory and Machine Shop Practice	43
2.2 Handling of Mechanical Equipment	43
2.3 Machining Processes and Material Tests	45
2.4 Welding (Arc Welding)	51
2.5 Earthquake-Proof Measures for Machine Tools, etc.	51
II.3 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Chemistry	53
3.1 General Important Matters in Experiments	53
3.2 Handling of Laboratory Chemicals	55
3.3 Disposal of Laboratory Chemicals	67
3.4 Handling of Glassware	71
3.5 Handling of Dust	75
3.6 Case Studies of Accidents	77
II.4 Precautions for Biological Experiments	81
4.1 General Precautions for Biochemical Experiments	81
4.2 General Precautions for Microbiological Experiments	83
4.3 General Precautions for Animal Experiments	85
4.4 Recombinant DNA Experiments	87
II.5 General Precautions for Experiments Involving Lasers/UV Irradiation	91
5.1 Precautions for Handling Laser Equipment	91
5.2 Precautions for Handling of UV Light Sources	97
5.3 Precautions for Handling Sources of Other Electromagnetic Emissions	97

II.6	高圧力・真空、高温・低温実験の一般的注意	98
6.1	高圧力・真空実験の一般的注意.....	98
6.2	高温・低温実験の一般的注意.....	98
6.3	液体窒素の取扱いと注意.....	100
II.7	高圧ガスの管理と取扱い	106
7.1	高圧ガスの定義.....	106
7.2	高圧ガスの分類.....	106
7.3	管理と取扱い.....	108
7.4	緊急時の対応.....	112
II.8	放射性同位元素及びX線発生装置の取扱い	114
8.1	放射性同位元素の取扱い.....	114
8.2	X線発生装置の取扱い.....	116
II.9	本学の廃棄物処理方法	120
9.1	廃棄物の分類.....	120
9.2	特別管理産業廃棄物の廃棄方法.....	120
9.3	廃棄物の集積場所及び搬入時間.....	122

参考資料

・ AED（自動体外式除細動器）配置図.....	126
・ AED 使用手順.....	128
・ 救命の手順.....	130
・ 廃棄物の分類と搬入方法.....	132
・ 緊急時連絡先.....	134

II . 6	General Precautions for High-Pressure or Vacuum Experiments, and High-Temperature or Cryogenic Experiments	99
6.1	General Precautions for High-Pressure or Vacuum Experiments	99
6.2	General Precautions for High-Temperature or Cryogenic Experiments	99
6.3	Handling and Precautions for Liquid Nitrogen	101
II . 7	Management and Handling of High-Pressure Gases	107
7.1	High-Pressure Gases Defined	107
7.2	Categories of High-Pressure Gases	107
7.3	Management and Handling	109
7.4	Emergency Response	113
II . 8	Handling of Radioactive Isotopes and X-Ray Generators	115
8.1	Handling of Radioactive Isotopes	115
8.2	Handling of X-Ray Generators	117
II . 9	KIT's Waste Disposal Practices	121
9.1	Classification of Wastes	121
9.2	Disposal Method for Specially Controlled Industrial Wastes	121
9.3	Locations and Operating Hours of Waste Dumps	123

References

• Locations of AEDs (Automated External Defibrillators)	127
• Instructions for Using AED	129
• Emergency First Response (EFR)	131
• Waste Classification and Disposal	133
• Emergency Contact Channels	135

I 部 一般編

- I . 1 実験・実習における安全
- I . 2 緊急事態の予防と対応
- I . 3 応急手当

Part I General

- I . 1 Safety in Experiments and Laboratory Exercises
- I . 2 Prevention and Relief Measures for Emergency Situations
- I . 3 First-Aid Measures

I.1 実験・実習における安全

1.1 安全をめざして

平成16年4月1日から国立大学は法人化され、大学における労働安全衛生管理は、労働安全衛生法及びその他関連法規の適用を受けることとなった。労働安全衛生法とは、労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的に施行された法律である。

本学では、労働安全衛生法等を踏まえながら、大学という多種多様な業務を有する特殊な環境に配慮した安全衛生管理体制を構築してきた。これらの運用には、構成員の安全衛生に対する配慮と協力が不可欠である。

今後も安全で安心な大学を目指し、安全と健康に配慮した環境を整備するとともに、構成員も正しい知識を身につけ、常に安全を意識し事故防止に努める必要がある。

1.2 実験・実習における安全の基本事項

実験・実習は、事故の危険を伴うものであることを念頭におき、教職員の安全指導に従い、その目的と原理・方法を正しく理解して、十分な計画と準備のもとに注意深く行う必要がある。

以下に、事故を防止し安全に実験・実習を行なうための基本的な注意事項を示す。

(1) 目的・内容の把握

事前に実験・実習指導書や機器操作説明書を熟読し、内容及び手順を十分に把握しておくこと。
用いる器具、装置、薬品などの使い方や危険性についての知識を身につけておくこと。

(2) 適した服装

安全に配慮した服装（実験衣、安全メガネなど）を着用すること。

(3) 健康状態の管理

疲労・睡眠不足を避け、身体的・精神的に良好な健康状態で実験・実習に臨むこと。

(4) 環境の整備

常日頃から整理整頓し、良好な環境を維持すること。

終了後は後片付け・清掃を行い、機器等の不具合は指導教職員に連絡すること。

(5) ルールの順守

器具・装置の正しい使用方法を守ること。

使用済み器具や薬品等の廃棄方法を守ること。

周囲の人の安全にも留意し、必要な場合は互いに注意の合図をすること。

一人での実験・実習は事故時の救済や連絡などに支障を生じるので行わない。

安全性を検討し、万一事故が起きた時の対策を立てておくこと。

(6) 異常事態への対応

異常な臭気や音に気付いた時は、直ちに実験・実習を中断し、指導教職員に連絡すること。原因がわからないまま、実験を継続・再開してはならない。

事故があった場合は、直ちに周囲に知らせ助けを求めること。決して一人で対処しないこと。

I . 1 Safety in Experiments and Laboratory Exercises

1.1 In Pursuit of Safety

On April 1, 2004, the national universities in Japan became independent administrative institutions (IAIs); consequently, occupational safety and health in these organizations are now subject to relevant laws and regulations including the Industrial Safety and Health Act. The purpose of the Industrial Safety and Health Act is to ensure the safety and health of workers and promote development of comfortable work environments.

Strictly observing the Industrial Safety and Health Act and other safety and health regulations, Kyoto Institute of Technology (KIT) has developed a safety and health management system, taking into consideration the special environment where the diversity of tasks and activities unique to universities take place. Implementation of this system requires the consideration and cooperation on safety and health by all KIT members.

In aiming to be a safe and secure educational institution, KIT needs to develop a work environment that reflects safety and health; at the same time, KIT members need to have accurate knowledge and remain conscious of safety in order to prevent accidents.

1.2 Fundamentals of Safety in Experiments and Laboratory Exercises

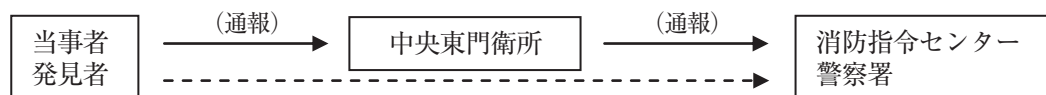
Being aware that experiments and laboratory exercises involve risk of accidents, students need to perform them carefully with sufficient planning and preparation under safety guidance by KIT's teaching staff, while correctly understanding objectives, principles and methods.

Basic precautions, to prevent accidents and safely perform experiments and laboratory exercises, are summarized below.

- (1) Understanding of objectives and content
Prior to performing an experiment or laboratory exercise, carefully study the instructions as well as users manuals for laboratory equipment to become fully familiar with the content and procedures.
Be fully knowledgeable about the safe usage and possible hazards of laboratory equipment, devices, chemicals, etc. to be used.
- (2) Safe clothing
Always wear safe clothing (laboratory coat, protective goggles, etc.).
- (3) Maintenance of physical fitness
Avoid excessive fatigue and/or insufficient sleep, and maintain good physical and mental fitness. Only begin the experiment or laboratory exercise in good health.
- (4) Maintenance of good environment
Always keep organized and maintain a good environment.
Clear and clean up the site when finished; report possible problems with the equipment used to the advising teaching staff.
- (5) Observation of rules
Strictly observe safe usage of laboratory equipment and devices.
Strictly observe safe disposal practices for used equipment, chemicals, etc.
Always remain conscious of other people; if needed, use mutually agreed warning signals.
Do not conduct experiments or laboratory exercises alone. This can hinder rescue and/or reporting in the event of accident.
Consider safety issues, and develop emergency relief plans for possible accidents.
- (6) Emergency relief measures
If you notice an abnormal odor or noise, immediately stop the ongoing experiment or laboratory work, and promptly report the situation to the advising teaching staff. NEVER resume the experiment or laboratory exercise before determining the cause.
If an accident should occur, immediately notify nearby people and seek help. NEVER attempt to handle the situation alone.

1.3 緊急時の通報手順

学内で緊急事態に遭遇した場合



※人命に関わる事態で、特に緊急を要する場合は、直接、消防指令センター等に緊急車両の出動要請を行うこと（中央東門衛所の警備員に、通報した旨を伝える）。

緊急時の連絡先

(学内)

- ・ 中央東門衛所 [内線] 110、119 又は 7065 [外線] 075-724-7065
- ・ 保健管理センター [内線] 7173 [外線] 075-724-7173

(学外)

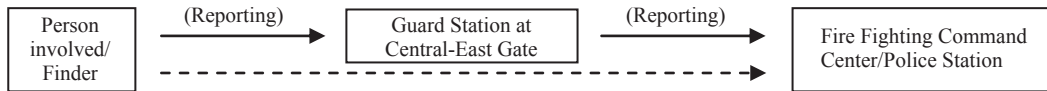
- ・ 消防指令センター [内線から] 0-119 [外線] 119
- ・ 警察署 [内線から] 0-110 [外線] 110

1.4 本学の安全管理体制

- (1) 環境安全保健委員会：安全管理について企画、審議、実施する
- (2) 防火・防災管理委員会：防火・防災及び消防計画等に関する事項を審議する委員会
- (3) 放射線安全委員会：放射線施設の管理運営及び放射線障害の防止に関し審議する委員会
- (4) 遺伝子組換え実験等安全管理委員会：遺伝子組換え実験等に関する安全性を審議する委員会
- (5) 動物実験委員会：動物実験の取扱いを審議する委員会
- (6) 安全衛生委員会：職員及び学生の安全確保と健康の保持増進のための対策を調査審議する委員会
- (7) 施設環境安全課環境安全係：危機管理情報の集約と危機管理の推進に向けた取組を提案する

1.3 Emergency Reporting Route

Case of an emergency situation encountered within KIT



* If the situation appears to pose a hazard to human life and needs to be addressed immediately, directly ask the Fire Fighting Command Center, etc. to dispatch emergency vehicles (then notify the guard at the Central-East Gate of the reporting).

Emergency contacts

(Within KIT)

- Guard Station at Central-East Gate [KIT extension] 110, 119 or 7065 [Outside line] 075-724-7065
- Health Care Service Center [KIT extension] 7173 [Outside line] 075-724-7173

(Outside KIT)

- Fire Fighting Command Center [from KIT extension] 0-119 [Outside line] 119
- Police Station [from KIT extension] 0-110 [Outside line] 110

1.4 KIT Safety Management System

- (1) Safety, Health and Environment Committee: plans, discusses and implements the safety management system.
- (2) Fire and Disaster Preparedness and Management Committee: discusses practical step and matters related to fire and disaster prevention and preparedness.
- (3) Radiation Safety Committee: discusses management/operation of radiation facilities and prevention of radiation hazard/damage.
- (4) Safety Management Committee for Recombinant DNA Experiments: discusses the safety of recombinant DNA experiments, etc.
- (5) Laboratory Animal Ethics Committee: discusses the handling of animal testing.
- (6) Safety and Health Committee: investigates and discusses measures for ensuring the safety and maintaining and promoting the health of faculty members and students.
- (7) Facility Management and Security Office, Safety and Environment: collects hazard management information and proposes programs for promoting hazard management.

I.2 緊急事態の予防と対応

2.1 火災の予防と対応

2.1.1 火災の予防

■ 火災予防のポイント

- ① 火気の近くに燃えやすいものは置かない。
- ② ガスコンロに火をつけたままで、その場を離れない。
- ③ 石油ストーブに火をつけたままで、給油をしない。
- ④ 電気製品のタコ足配線はしない。また、配線の上に重い物は置かない。
- ⑤ 指定された喫煙所以外での喫煙、ポイ捨てをしない。
- ⑥ 使用していないガスの元栓は閉めておく。
- ⑦ 消火器や屋内消火栓等の設置場所や使用方法を確認しておく。
- ⑧ 緊急時の避難経路を二つ以上決めておく。
- ⑨ 廊下や出入口、階段等には避難の妨げになるようなものを置かない。
- ⑩ 非常持出物品の内容物及び置き場所について確認しておく。

■ 特に実験室で留意すべきこと

- ① 可燃性溶剤などの消防法危険物を室内で多量に保管せず、特に一斗缶は消防法に準拠した専用の危険物貯蔵庫に保管すること。
- ② バーナーなどの火気を扱う実験を行う場合、引火性物質や風向き等に十分注意する。
- ③ 実験終了後は使用した器具の電源を切る。
- ④ 実験室では火災の発生を想定して、緊急時の避難経路を確保しておく。
- ⑤ 日頃より緊急シャワーや消火器・屋内消火栓の位置を確認しておく。

2.1.2 出火時の初動対応

■ 火災発生時の3大原則

[1] 初期消火

- ・ 火災発生を大声で他者に伝える。非常ベルを押す。
- ・ 近くの消火器・屋内消火栓で初期消火に努める。
- ・ 炎が天井まで燃え移ったら限界である。避難すること。

[2] 119番通報

- ・ 小さな火災でもすぐ119番通報する。

[3] 避難誘導

- ・ 構内放送や大声による避難誘導をする。人命第一。

■ 火災発見の周知

- ① 「火事だ。火事だ。」と大声で周囲に知らせる。非常ベルを鳴らし、金属製のものを叩く等、大きな音により非常事態であることを知らせる。
- ② 中央東門衛所の警備員に通報する。
- ③ 警備員、又は発見者は直ちに119番通報《火事》する。
- ④ 負傷者を発見した場合は、直ちに119番通報《救急》する。

I . 2 Prevention and Relief Measures for Emergency Situations

2.1 Prevention and Relief Measures in the Event of Fire

2.1.1 Fire prevention

■ Checkpoints for fire prevention

- ① Do not place readily combustible items near an open flame.
- ② Do not leave a burning gas cooker unattended.
- ③ Do not refuel a burning kerosene stove.
- ④ Do not overload outlets. Do not place heavy items on electric cables.
- ⑤ Only smoke or dispose of cigarettes in designated smoking areas.
- ⑥ Securely turn off unused main gas cocks.
- ⑦ Become familiar with the location and usage of fire extinguishers, indoor fire hydrants, and other fire-fighting equipment.
- ⑧ Prepare two or more emergency evacuation routes.
- ⑨ Do not place any objects that could be obstacles to emergency evacuation in the corridors, doorways, staircases, etc.
- ⑩ Know the contents and locations of emergency kits.

■ Precautions particular to laboratories

- ① Do not store fire hazards such as combustible solvents in large amounts indoors. Hazardous materials stored in 18 liter metal cans must be taken to dedicated dangerous goods storage compliant with the Fire Service Act.
- ② For experiments involving an open flame such as from a burner, be very careful about flammable materials, wind direction, etc.
- ③ After completion of an experiment, be sure to turn off any electrical equipment.
- ④ For each laboratory, establish an emergency evacuation route in the event of fire.
- ⑤ Always verify the locations of emergency shower equipment, fire extinguishers and indoor fire hydrants.

2.1.2 Initial response to fire

■ Three major rules to follow in the event of fire

[1] Initial response to fire

- Warn other people of the fire in a loud voice. Press the fire alarm button.
- Make initial fire-fighting efforts, using nearby fire extinguishers and indoor fire hydrants.
- If the ceiling has caught fire, give up further fire-fighting, and escape.

[2] Dial “119”

- Immediately dial “119” even for a small fire.

[3] Evacuation guidance

- Provide evacuation guidance through the public address system or in a loud voice. Put human lives first!

■ Notification of fire to all people involved

- ① Loudly shout “*KAJI-DA, KAJI-DA!!* (Fire, fire!!)” to warn other people. Press the fire alarm button, and bang loudly on metal objects to attract people’s attention to the emergency situation.
- ② Inform the guard in the Guard Station at the Central-East Gate.
- ③ The guard or person who discovered the fire should immediately dial “119” <fire>.
- ④ If an injured person is found, immediately dial “119” <rescue>.

■ 通報

[通報先]

- 中央東門衛所 内線 119, 7065 外線 075-724-7065
- 消防指令センター 内線から 0-119 外線 119

[119 番通報（消防指令センターへの通報）]

通報内容

以下の項目について簡潔に伝える。

- ① 「火事」又は「救急」の別
- ② 出火場所（大学名、住所、構内名、建物名、階数、部屋番号）
- ③ 燃焼物、火災の状況（付近に引火性の薬品がある場合はそのことも）
- ④ 逃げ遅れた者や負傷者がいる場合はその旨
- ⑤ 通報者の氏名・電話番号

《通報例》

◆ 火事の場合

- ① 「火事です。」
- ② 「左京区松ヶ崎、京都工芸繊維大学、東（西）構内、〇〇号館〇〇階、〇〇号室です。」
- ③ 「燃焼物は木製棚とダンボールで、部屋全体が火の海です。」
- ④ 「逃げ遅れた者が数名、3階で救助を待っています。」
- ⑤ 「私は、職員の〇〇〇〇です。電話番号は、075-724-〇〇〇〇です。」

◆ 救急の場合

- ① 「救急です。」
- ② 「先程連絡しました京都工芸繊維大学の〇〇〇〇です。」
- ③ 「3階で負傷者が発生しました。」
- ④ 「性別は男性、年齢40才程度、右足を骨折したようです。」
- ⑤ 「救急車の出動を要請します。」

■ 初期消火

- (1) 出火から3分以内、炎が天井に燃え移る前であれば初期消火により鎮火できる可能性がある。
- (2) 現場の状況を的確に判断し素早く行動に移すこと。消火が困難な場合は素早く避難する。

[消火器の使用方法]

① 安全ピンに指をかけ、上に引き抜く。



② ホースを外し、ノズルを火元に向ける。



③ 上下のレバーを強く握って噴射する。



■ Reporting

[Contact channels]

- Guard Station at Central-East Gate KIT extension 119, 7065 Outside line 075-724-7065
- Fire Fighting Command Center from KIT extension 0-119 Outside line 119

[Dial “119” (reporting to Fire Fighting Command Center*)]

Contents of fire report

Briefly report the following information:

- ① Specify “fire” or “rescue/ambulance” (*Kaji* or *Kyu Kyu*)
- ② Location of fire (name of university, address, campus name, building name, floor, room no.)
- ③ Specify burning objects, situation of fire (nearby flammable chemicals, if any)
- ④ Information about trapped or injured persons
- ⑤ Name and phone number of the reporter

<Sample reports>

◆ In case of fire

- ① “There is a fire.”
- ② “Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto Institute of Technology, East (West) Campus, Building No. ○○, Floor No. ○○, Room No. ○○.”
- ③ “Wooden shelves and cardboard are burning. The entire room is on fire.”
- ④ “Several people are trapped on the third floor. They are waiting for a rescue team.”
- ⑤ “I am ○○○○, a faculty member. My phone number is 075-724-○○○○.”

◆ When rescue/ambulance is needed

- ① “We need rescue.”
- ② “I am ○○○○ of Kyoto Institute of Technology.”
- ③ “There is an injured person on the third floor.”
- ④ “The victim is male, about forty years old. His right leg seems to be broken.”
- ⑤ “We request an ambulance.”

* Calls to 119 must be made in Japanese.

■ Initial fire fighting

- (1) It may be possible to extinguish the fire with initial fire-fighting efforts within 3 minutes after it breaks out or before the ceiling has caught fire.
- (2) Promptly assess the fire, and take immediate action. If fire-fighting is problematic, immediately escape from the fire.

[How to use a fire extinguisher]

① Pull the safety pin up and out with your finger.



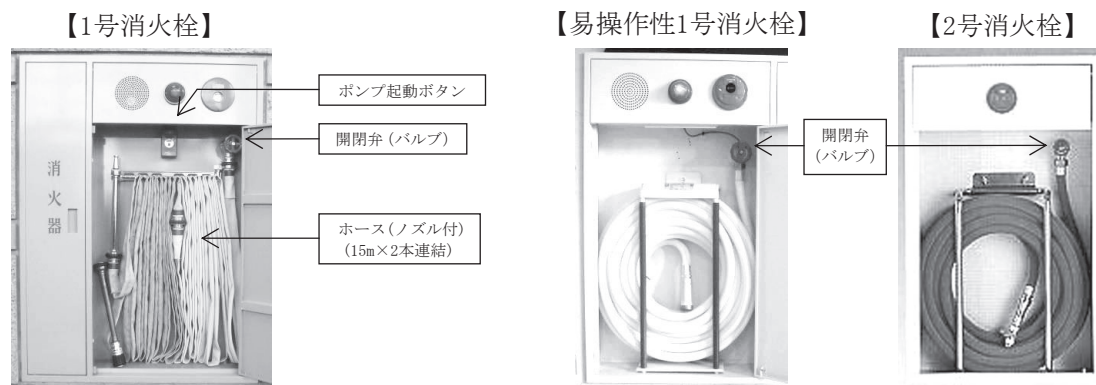
② Release the hose, and aim the nozzle at the fire.



③ Strongly squeeze the levers together to spray.



[屋内消火栓の使用方法]



1号消火栓 (2人で操作)	易操作性1号消火栓・2号消火栓 (1人で操作)
①ポンプの起動ボタンを押す。(ポンプが起動し表示灯が点滅する) ②ノズルを持ちホースを伸ばし放水体勢をとる。 ③開閉弁を開き放水する。	①開閉弁を開放する。(ポンプが起動し表示灯が点滅する) ②ノズルを持ちホースを伸ばし放水体勢をとる。 ③ノズルのコックを開き放水する。

(3) 実験室での初期消火の際の留意点

- ① 出火原因や燃焼中の物質の性質をよく考えて消火にあたる。
- ② ドラフト (フード) 内の火災では、換気を止める。
* 換気を行うと熱気が上方に伝わり、別の火災を引き起こす原因となる。
* 換気は燃焼に新たな酸素を供給することになり、消火活動を妨げることが多い。
- ③ 可燃性液体の場合は水を用いて消火しない (消火砂が広範囲の火災において有効)
* 水は一般に溶媒より重いため溶媒が水に浮く形となり、燃焼範囲の拡大につながる。
- ④ アルカリ金属、有機金属の火災では消火砂を用いる。
- ⑤ カリウムの火災では消火方法はないと考え、必要量以上ストックしない。
- ⑥ 過塩素酸塩や硝酸エステルなどの自己発火性物質 (分子内に酸化に用いられる酸素を含んでおり、燃焼に酸素の供給を必要としない物質) の消火方法はないと考え、必要量以上ストックしない。

(4) 衣服に火がついた場合

- ① 決して走らない。
- ② 直ちに廊下に出て、床に転がって消す。
- ③ 慌てずに人を呼んで消してもらおう。

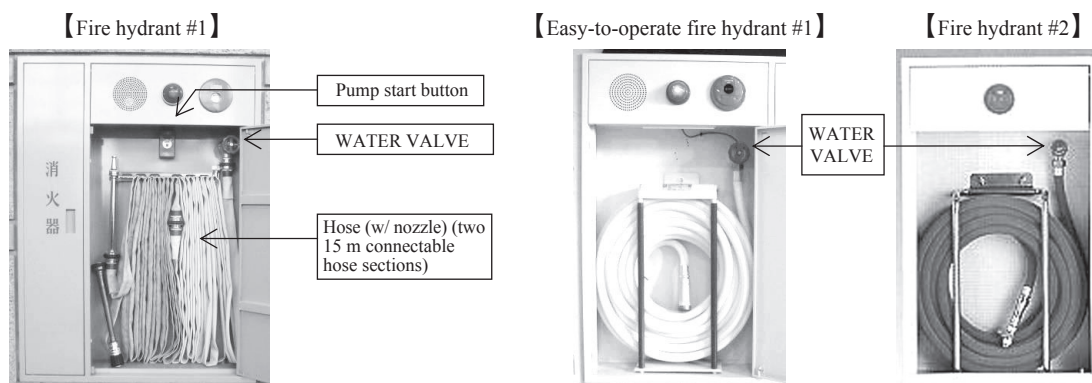
■ 避難

(1) 消火不可能と判断した場合は、速やかに屋外に避難する。

(2) 避難時の注意

- ① 電気・ガスの後始末をし、できるだけ危険物の安全処置をする。
- ② 逃げ遅れた者はいないか声を掛け合って確かめる。
- ③ 扉を閉める。(防火扉は自動的に閉まる。)
- ④ 避難には階段を使用する。絶対にエレベータは使用しない。
- ⑤ 煙のあるときは姿勢をできるだけ低くし、濡れたタオル等を口と鼻に当てて避難する。
- ⑥ 一度避難したら、二度と建物の中には戻らない。

[How to use indoor fire hydrants]



Fire hydrant #1 (two-man operation)	Easy-to-operate fire hydrant #1/ Fire hydrant #2 (one-man operation)
<ul style="list-style-type: none"> ① Press the pump start button. (The pump will start to run, and the pump status indicator lamp will flash.) ② Hold the nozzle, fully unfold the hose and brace yourself for the high-pressure water jet. ③ Open the WATER VALVE to start water discharge. 	<ul style="list-style-type: none"> ① Open the WATER VALVE. (The pump will start to run, and the pump status indicator lamp will flash.) ② Hold the nozzle, fully uncoil the hose and brace yourself for the high-pressure water jet. ③ Open the WATER VALVE on the nozzle to start water discharge.

(3) Precautions for initial fire-fighting in laboratories

- ① Take the cause of the fire and characteristics of the burning materials into consideration and fight the fire.
- ② In the case of a fire within a fume hood, shut off the ventilation.
 - * If ventilation is maintained, hot air can rise upward, possibly causing another fire.
 - * Ventilation will help resupply oxygen needed for combustion. Be aware that ventilation often hinders fire-fighting activities.
- ③ Do not try to extinguish a fire of combustible fluid with water (fire sand available in labs is effective in controlling a large area fire).
 - * Because water is usually heavier than solvents, solvents will float on the water, causing the fire to spread.
- ④ Use fire sand to fight fires involving alkali metals and organic metal materials.
- ⑤ Remember that there is no method for extinguishing burning potassium. Stock only minimum amounts of potassium materials.
- ⑥ Remember that there is no method for extinguishing self-igniting materials (materials that do not require an oxygen supply in combustion, since their molecules contain the oxygen atoms needed for oxidation), such as perchlorates and nitrates. Stock only minimum amounts of such materials.

(4) When your clothing has caught fire

- ① Do not run.
- ② Immediately exit to the corridor and roll on the floor to extinguish the fire.
- ③ Do not panic. Seek assistance from other people to extinguish the fire.

■ Evacuation

- (1) If you have judged that the fire cannot be extinguished, immediately evacuate to the outdoors.
- (2) Precautions of evacuation
 - ① Whenever possible shut off the electric power supply/gas supply, and secure the safety of hazardous materials.
 - ② Call out to make sure no person remains trapped.
 - ③ Close the door(s). (Fire doors will automatically shut.)
 - ④ For evacuation, use staircases only. NEVER use elevators.
 - ⑤ When smoke is present, keep as low as possible. Escape with your mouth and nostrils protected with a wet towel, etc.
 - ⑥ Once having successfully left the scene of the fire, NEVER reenter the building.

2.2 地震に備えて

2.2.1 地震対策

■ 地震対策のポイント

- (1) 背の高い什器類についてはL型金具等により床・壁面に固定する。
- (2) 扉や窓のガラス面にガラス飛散防止フィルムを貼る。
- (3) 電気製品、ガス器具等による火災をイメージして出火防止策を講じる。
- (4) 消火器や屋内消火栓等の設置場所や使用方法を確認しておく。
- (5) 緊急時の避難経路は二つ以上を決めておく。
- (6) 廊下や出入口、階段等には避難の妨げになるようなものを置かない。
- (7) 非常持出物品の内容物及び置き場所について確認しておく。

2.2.2 地震発生時の初動対応

■ 地震発生時の心得

- (1) まず、わが身の安全を確保する
 - ① 強い揺れを感じたら、直ちに机やテーブルの下に身を隠し、頭を覆い、机の脚を握る。もぐる、覆う、握るの三つの動作が身を守る。
 - ② 慌てて外に飛び出さない。危険の中に飛び込むことになる。
- (2) すばやく火を始末・消火する
 - ① ガスの元栓を閉める。
 - ② 使用中の電気器具の電源を切る。
 - ③ 万一火が出たらすぐに消火する。
 - ④ 天井に火が届いたら初期消火は限界。直ちにガスの元栓を閉め、電気のブレーカーを下ろして逃げる。
- (3) 危険な場所から離れる
 - ① 揺れが収まっても、慌てて外へ飛び出さない。
 - ② 耐震性のある建物では、急に倒壊に至らないので落ち着いて行動し、落下物、転倒物等を確認しながら避難する。
- (4) 正しい情報を掴む

ラジオや地域の緊急非常放送から正確な情報を得る。根拠のないデマに惑わされない。
- (5) 避難は徒歩で身軽に

動きやすい服装で、緊急車両の妨げとならないように車を使用せず歩いて避難する。
- (6) 地域の人たちと協力する
 - ① 近隣住民の方と力を合わせて救援活動を行う。近所に逃げ遅れた人がいないか確かめる。
 - ② 秩序を保って行動する。声をかけ合って冷静に対応する。

2.2 Preparation for Earthquakes

2.2.1 Earthquake countermeasures

■ Checkpoints for earthquake countermeasures

- (1) Permanently secure tall appliances/utensils to the floor/wall using L-brackets, etc.
- (2) Apply anti-shattering film to the glass panels of doors and windows.
- (3) Visualize possible fires on electric/gas appliances, etc., and accordingly develop fire prevention plans.
- (4) Become familiar with the location and usage of fire extinguishers, indoor fire hydrants, and other fire-fighting equipment.
- (5) Prepare two or more emergency evacuation routes.
- (6) Do not place any objects that would be obstacles to emergency evacuation in the corridors, doorways, staircases, etc.
- (7) Know the contents and locations of emergency kits.

2.2.2 Initial Earthquake Response

■ Mental preparedness for earthquakes

- (1) First, ensure your own safety.
 - ① If you feel violent quaking, immediately seek shelter beneath a desk or table, cover your head, and hold the legs of the desk. Three actions—seek shelter, cover, and hold—can save your life.
 - ② Do not go outdoors in a panic. You may run into danger.
- (2) Quickly turn off source of flame and extinguish fire.
 - ① Turn off the main gas cock.
 - ② Turn off any operating electric appliances.
 - ③ If fire breaks out, immediately extinguish it.
 - ④ If fire has reached the ceiling, initial fire-fighting efforts are no longer effective. Promptly turn off the main gas cock and electrical circuit breaker, and escape from the site.
- (3) Keep away from hazardous locations.
 - ① Even if the quake has stopped, do not go outdoors in a panic.
 - ② Remember that an earthquake-proof building will not collapse immediately. Act calmly and evacuate, being careful to avoid falling objects, fallen obstacles, etc.
- (4) Obtain accurate information.

Obtain accurate information from radio or local emergency broadcasts over PA systems. Do not believe groundless rumors.
- (5) Evacuate on foot, comfortably dressed.

Wear comfortable clothes. Evacuate on foot. Avoid using cars, as this can hinder emergency vehicle use.
- (6) Cooperate with people in the local community.
 - ① Conduct rescue activities in conjunction with local citizens. Check to see if there are trapped people near the KIT campuses.
 - ② Act in an orderly fashion. Verbally interact with others, and act calmly.

■ 大学にいるときに地震が発生したら

(1) 地震発生から2分間（まずは自分の身を守る）

[講義室]

- ① 衣服や持ち物で頭を覆い、落下物から身を守る。
- ② 机の下等に身を伏せ、体勢を安定させるため、机の脚を押さえる。
- ③ 余裕があれば、ドア付近にいる人は、ドアを開け出口を確保する。
- ④ 書架や窓等、落下や破損の危険性のあるものから離れる。

[廊下]

- ① 窓が割れたり、壁が倒れてくる危険性もあるため、できれば近くの講義室に避難し机の下にもぐる。
- ② 近くに講義室がない場合は、蛍光灯の下や窓のそばから離れ、衣類や持ち物で頭を覆ってかがむ。

[グラウンド、体育館]

- ① 落下物の危険性のない場所に集まってしゃがむ。
- ② 落下物がない場所の場合は、その場にしゃがんで揺れが収まるのを待つ。

[実験室]

- ① まず身の安全を図り、火の始末が可能な場合は、ガス器具の元栓を閉め、電気器具等の電源を切る。
- ② 火災が発生した場合は、揺れが収まってから消火活動を行う。
- ③ 初期消火が不可能と判断した場合は、速やかに部屋のドアを閉めて避難する。

[エレベータ]

- ① 学内の殆どのエレベータには、地震時に自動的に最寄階に停止し、扉を開放する機能（地震時管制運転システム）が付加されており、慌てずに停止階で降りる。ただし、図書館、大学センターホール及び大学会館のエレベータにはこの機能がないため、地震と気がついた段階ですべての階のボタンを押し、停止した階で降りる。
- ② 閉じ込められた場合は、慌てずにエレベータ内の「非常用電話（内線電話）」又はインターホンで中央東門衛所又は学内に助けを求める。
- ③ 自力で脱出を試みたりせず、エレベータ会社の救助を待つ。

(2) 揺れが収まったら

- ① ガスの元栓を閉め、電気機器のプラグをコンセントから抜く。ブレーカーを切る。
- ② 倒れやすくなっているもの、落下しやすくなっているものは応急措置する。
- ③ 負傷者がいたら救急措置をとり、必要に応じて応援を求める。
- ④ 避難する際は、エレベータを使用しない。

■ 出火したら初期消火

対応については、“2.1.2 出火時の初動対応”を参照すること。

■ If an earthquake occurs when you are at KIT

(1) Within 2 minutes after the occurrence of an earthquake (first, keep yourself safe)

[In lecture halls/rooms]

- ① Protect your head from falling objects with clothes or your personal belongings.
- ② Duck beneath a desk, etc., and hold the legs of the desk to keep your balance.
- ③ If possible, persons near doors should open the doors to secure an exit.
- ④ Keep away from any structures that can fall or cause damage, such as library shelves, windows, etc.

[In corridors]

- ① Window glass can fracture and walls can collapse. If possible, seek shelter in a nearby lecture room, and duck beneath a desk.
- ② If no nearby lecture room can be reached, keep away from places directly beneath fluorescent lamps and windows, and crouch with your head protected with clothes or your personal belongings.

[In the gymnasium or at the sports ground]

- ① Go to an area that is free from falling objects and crouch.
- ② If your location is free from falling objects, crouch there and wait until the quake subsides.

[In laboratories]

- ① First, secure your personal safety. If fire prevention seems possible, turn off the main gas cock, and turn off the power supplies to any electrical apparatuses/equipment, etc.
- ② If fire has occurred, attempt to put out the fire only after the quake has subsided.
- ③ If initial fire-fighting appears to be useless, promptly shut the door and escape from the room.

[In elevator cars]

- ① Nearly all the elevators within KIT have an earthquake emergency operation system feature that stops the cars at the nearest floor and opens the car doors when an earthquake occurs. Leave the elevator calmly. Note, however, the elevators in the University Library, Center Hall and Student Center lack this feature. Therefore, if you notice an earthquake while you are in an elevator in any of these buildings, press all the floor buttons, and get off at the nearest floor.
 - ② If you are trapped in an elevator, do not panic. Use the “emergency phone (internal line)” or interphone to contact the Guard Station at the Central-East Gate to seek help from this station or any place within the KIT campus.
 - ③ Do not attempt to escape without help; wait for the elevator service company to rescue you.
- (2) When a violent quake has subsided
- ① Turn off the main gas cock, and unplug electric appliances from the outlets. Turn off the circuit breaker.
 - ② Temporarily secure objects that appear they might topple or fall.
 - ③ Provide first-aid care to injured persons, if any, and seek help as necessary.
 - ④ Do not use an elevator when escaping.

■ If fire breaks out, attempt initial fire-fighting

For procedures of initial fire-fighting, refer to Sec. 2.1.2 “Initial response to fire.”

2.2.3 家庭での防災対策（普段の心構え）

■ 家庭での防災会議

家族が慌てずに行動できるように普段から、それぞれの役割分担を決めておくことが大切。

- ① 家の中でどこが一番安全か
- ② 救急医療品や消火器等の点検
- ③ 幼児と老人の避難はだれが責任をもつか
- ④ 避難場所、避難路はどこにあるか
- ⑤ 避難するとき、誰が何を持ち出すか
- ⑥ 家族が離ればなれになったときの連絡方法と最終的に落ち合う場所はどこにするか
- ⑦ 昼の場合、夜の場合の家族みんなの行動をはっきり決めておく

■ 防災訓練への参加

地域で行われる防災訓練にも積極的に参加し、初期消火、避難方法など非常時の防災行動力・知識を身につけておくことが大切。

■ 非常持ち出し品の準備

- ① 避難するときの持ち物はとりあえず必要なものだけにし、いつでも持ち出せる場所に備えておく。
- ② 日頃から救助のための道具を用意して、その置き場所をはっきりしておくことが大切。

■ 非常時の家族の安全対策

火を出さないために普段から家庭内を安全にし、災害の原因を除去しておくことが大切。

■ 家の中の防災対策

- ① 寝ている時、頭に物が落ちてこないように。特に、テレビ・本棚に注意。
- ② 家具の置き場所を見直す。積み重ねに注意。
- ③ 家具を固定する。重い物やガラス・陶器などは、棚の下部に移す。
- ④ 食器棚や窓のガラスに、飛散防止フィルムを貼る。食器の下に滑り止めのシートを敷く
- ⑤ 照明器具、額、時計、装飾品が落下しないよう補強する。
- ⑥ 消火器を備える。浴槽にはいつも水を張っておく。初期消火が被害の拡大をくい止める
- ⑦ 廊下や階段に荷物を置かない。避難する時の通路を確保しておく。
- ⑧ 部屋の中の危険な場所と安全な場所を確認しておく。

■ 家のまわりの防災対策

- ① 家の地盤・基礎に注意する。軟弱地盤や埋め立て地は要注意。
- ② 家の構造、壁の配置に偏りがないかどうかを調べる。
- ③ 家の老朽度を調べる。
- ④ 建物の外壁や瓦が落ちないように補修・補強する。
- ⑤ 電気のブレーカーやガス・水道の元栓の位置を確認する。
- ⑥ プロパンガスのボンベは鎖で固定する。地震後、ガス漏れなどにすぐ対処できるようにしておく。
- ⑦ ブロック塀は補修・補強する。
- ⑧ 避難所まで非常持ち出し袋をかついで歩いてみる。

2.2.3 Disaster relief measures at home (everyday preparedness)

■ Hold a disaster preparedness meeting at home

In order for all family members to be able to react without panic, it is very important that everyone's role be decided in advance.

- ① Which area in the house is safest?
- ② Inspection of first-aid kits, fire extinguishers, etc.
- ③ Who is responsible for evacuation of infants and elderly members?
- ④ Where are the evacuation sites and escape routes?
- ⑤ Who will carry what items during escape?
- ⑥ How will family members communicate with each other if they have been separated? Where is their final rendezvous point?
- ⑦ Clearly develop an action plan for each family member for both daytime and nighttime scenarios.

■ Participation in disaster relief drills

Actively take part in disaster drills in the local community to become familiar with emergency disaster relief measures and knowledge of initial fire-fighting techniques and evacuation procedures.

■ Preparation of emergency kits

- ① Take only necessary belongings when escaping, and keep an emergency kit in a readily accessible location.
- ② Always keep rescue tools and equipment at hand. Know their location.

■ Emergency home safety measures

Always keep the home safe to avoid fire, helping eliminate possible causes of disaster.

■ Disaster relief measures in your house

- ① Make sure that no object can easily fall and hit your head while you are sleeping; in particular, be careful about television sets and bookshelves.
- ② Reconsider the location of furniture. In particular, avoid unsafe pileups.
- ③ Secure furniture. Relocate heavy objects, glasses and earthenware to lower shelves.
- ④ Apply anti-shattering film to glass panels in cupboards and windows. Place anti-slip sheets beneath tableware.
- ⑤ Reinforce lighting equipment, picture frames, clocks, and ornaments to secure them.
- ⑥ Prepare fire extinguishers. Always keep the bathtub filled with water. Initial fire-fighting efforts can prevent the spread of fire damage.
- ⑦ Do not place packages in corridors or stairways. Secure the escape route.
- ⑧ Identify hazardous locations and safe places within rooms.

■ Disaster relief measures around your house

- ① Check the ground and foundation of your house for changes. Special attention will be needed for soft ground or reclaimed land.
- ② Check for imbalances in the structure of your house and skewing of walls.
- ③ Check for deterioration of your house.
- ④ Repair or reinforce the outer walls and roof tiles to prevent them from falling.
- ⑤ Know the locations of the circuit breaker, and main cocks for gas and water supply.
- ⑥ Secure LPG tanks with chains. Remain ready for immediate action against gas leakage, etc. after an earthquake.
- ⑦ Repair and reinforce concrete block walls.
- ⑧ Try walking to the evacuation shelter with the emergency bag on your shoulder.

2.3 本学の防火・防災設備

■ 屋内消火栓

屋内消火栓は、各棟各階の廊下に設置されており、消火水源、加圧送水装置（ポンプ・モーター）、ホース及びこれを収容する消火栓ボックス等で構成され、火災発生時にポンプを起動させ、ホースを延ばして消火するものである。

屋内消火栓の種類には、放水圧力、放水量及び操作性によって、「1号消火栓」、「易操作性1号消火栓」及び「2号消火栓」に区分され、設置する防火対象物及び水平距離が定められている。

項目\消火栓の区分	1号消火栓	易操作性1号消火栓	2号消火栓
放水量 (L/min)	130		60
放水圧力 (MPa)	0.17 ~ 0.7		0.25 ~ 0.7
水平距離 (m)	25 以下		15 以下
操作性	2人以上	1人	

※本学に設置されているのは1号消火栓及び易操作性1号消火栓である。

■ 火災感知器・報知器

- (1) 火災感知器： 各部屋の天井にあり、熱気で自動的に作動する。
(感知器の真下にはストーブ等の熱源となるものを置かない。)
- (2) 火災報知器： 各階の廊下にある消火栓ボックス（赤ランプがついている）上部の押しボタンを押すと警報機が鳴る。

*火災時には非常ベルが棟内で鳴るとともに、火災受信所の表示板上に火災発生場所がブロック単位で表示される。

2.3 Disaster Fire-Fighting/Disaster Relief Equipment in KIT

■ Indoor fire hydrants

An indoor fire hydrant is installed in the corridor of every floor of each building. Each indoor fire hydrant installation is comprised of a fire-fighting water supply, pressurized water feed system (pump and motor), hose and a hydrant box for housing these components. When a fire breaks out, the pump is started, and the hose is deployed, and then fire-fighting work is executed.

Depending on the discharge pressure, discharge rate and number of operators, indoor fire hydrants are classified as “fire hydrant #1”, “easy-to-operate fire hydrant #1” and “fire hydrant #2.” Information on what hydrants should be available in which type of building and maximum hose extension distances are specified.

Technical data/ Classification of hydrant	Fire hydrant #1	Easy-to-operate fire hydrant #1	Fire hydrant #2
Discharge rate (L/min)	130		60
Discharge pressure (MPa)	0.17 – 0.7		0.25 – 0.7
Horizontal distance (m)	25 or less		15 or less
Number of operators	Two or more	One person	

* Fire hydrants installed in KIT are fire hydrant #1 and easy-to-operate fire hydrant #1.

■ Fire detectors and alarms

- (1) Fire detector: Situated on the ceiling of each room, and automatically tripped by hot air
(Do not place a heat source such as a stove immediately beneath the detector.)
- (2) Fire alarm: A fire hydrant box (with a lit, red indicator lamp) is situated in the corridor of every floor.
Pushing the button on the upper part of the box will trigger an audible alarm.




* In the event of fire, the alarm bell will ring in the building in question and the display panel in the fire alarm reception station within the building will show the block where the fire has broken out.

■ 消火器

[消火器の種類]

粉末（ABC）消火器	身近な消火器として幅広く使われている。リン酸アンモニウムを主成分とし、放射用に蓄圧した加圧ガス容器を開封し、薬剤を放射する。粉末（ABC）消火器は、 <u>A（普通）・B（油）・C（電気）火災など、あらゆる原因の出火にすぐれた消火能力を発揮する</u> 、現在最も普及している消火器である。
二酸化炭素消火器	電気関係施設や精密機械・機器などの火災に能力を発揮する。消火剤の二酸化炭素を高圧で圧縮、液化して消火器内に充填している。これを放出すると気化の潜熱により、自らを冷却してドライアイス状となり、この冷却作用と、二酸化炭素の窒息効果によって消火する。

[消火器の適応火災表示]

適応火災表示			
ラベルの色	白	黄	青
火災の種類	A 火災 木材、紙、繊維などが燃える火災	B 火災 石油類その他の可燃性液体、半固体油脂類などが燃える火災	C 火災 電気設備のショートなどが原因による火災
適応する消火器	粉末（ABC）消火器	粉末（ABC）消火器 二酸化炭素消火器	粉末（ABC）消火器 二酸化炭素消火器



粉末（ABC）消火器






二酸化炭素消火器

■ Fire extinguishers

[Types of fire extinguishers]

Powder fire extinguishers (ABC)	These widely accessible devices mainly use ammonium phosphate to extinguish fires. In fire-fighting operation, the pressurized gas cylinder is unsealed and the medium is discharged. Powder fire extinguishers (ABC) are the most commonly used, and powerfully extinguish virtually any fire type—A (ordinary), B (oil) and C (electrical).
CO ₂ fire extinguishers	This type of fire extinguisher is highly effective in fighting fires on electrical equipment/facilities, and precision machines/equipment. The fire extinguishing medium, CO ₂ , has been compressed, liquefied and loaded in the pressure cylinder. When discharged, the liquefied CO ₂ cools itself and forms dry-ice powder owing to the latent heat of evaporation, thereby a fire will be extinguished by the cooling effect of dry-ice powder as well as the suffocation effect of CO ₂ gas.

[Fire extinguisher type labels for applicable fire type]

Labeling for fire type			
Label color	White	Yellow	Blue
Fire category	Category A fire Fire with burning wood, paper, fiber, etc.	Category B fire Fire with burning petroleum products or other combustible liquid, semi-solid oil, etc.	Category C fire Fire resulting from short-circuiting of electrical equipment
Applicable fire extinguisher	Powder fire extinguisher (ABC)	Powder fire extinguisher (ABC) CO ₂ fire extinguisher	Powder fire extinguisher (ABC) CO ₂ fire extinguisher





Powder fire extinguisher (ABC)



CO₂ fire extinguisher

■ 誘導灯

避難口誘導灯	通路誘導灯
 <p>避難口を表示 (緑色パネル)</p>	 <p>避難口への誘導 (白色パネルに 緑色の矢印)</p>

- ・誘導灯は常時点灯している。
- ・階段室、無窓居室、避難階の通路等に設置してある。
- ・誘導灯のプルスイッチ（紐で引くスイッチ）は点検用である。



■ 防火扉

- (1) 本学の建物は耐火構造で、煙や炎が全館にまわらないように防火の区画が決められ、仕切られている。防火扉も仕切りの役割をしている。
- (2) 防火扉の近くに物が置かれていて扉が閉まらなると、煙や炎が防火区画の外に流れてしまうので荷物等は置かないこと。
- (3) 共用廊下や避難階段も重要な避難通路となっている。物が置かれていたら避難の妨げになるばかりでなく、放火の原因ともなる。また、煙などで視界が悪くなった時や夜間に停電した際などには重大な障害となるため荷物等は置かない。

■ 避難器具

避難器具の種類	建 物	室 番 号
斜降式救助袋 (2台)	5号館	310
	東2号館	401
垂直式救助袋 (9台)	3号館	S307 (廊下)
	10号館	420 (1041 講義室)
	11号館	532 (廊下)・333 (廊下)
	12号館	319・405 (ベランダ)
	東1号館	518
	東2号館	303
	東3号館	K302
スローダン (3台)	12号館	510
	大学会館	302
	附属図書館	307B
避難はしご (7台)	附属図書館	303
	西実験棟	206
	北講義室	201 (NP21 講義室)
	60周年記念館	2階セミナー室(ベランダ)
	KIT HOUSE	2階廊下 (売店前)
	西部講義室	202 (WP22 講義室)
	東部講義室	2階廊下
固定式避難はしご(タラップ)	10号館	2～5階西側バルコニー

■ Emergency lights

Emergency exit light	Exit route light
 <p><u>Indicates emergency exit.</u> (Green panel)</p>	 <p><u>Shows safe exit route.</u> (Green arrow on white panel)</p>

- Emergency lights are always lit.
- Installed in staircases, windowless rooms, corridors of fire escape floors, etc.
- Pull-switches (switches with a string) on emergency lights are for inspection purposes only.

■ Fire doors

- (1) All the KIT buildings are fireproof. Each building has fire compartments and is segmented so that smoke and/or flame will not spread to the entire building. The fire doors double as partitions.
- (2) Never use the space near fire doors to place or store items. An object left near a fire door will prevent closing the door: as a result, smoke and flame will reach outside the fire compartment.
- (3) Common corridors and escape stairways also provide vital escape routes. Objects in escape routes can hinder escape or may even cause the fire to spread. Also, a package in a common corridor or escape stairway can be a difficult obstacle when visibility is reduced by smoke or by power failure at night.

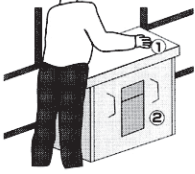
■ Fire escape apparatuses/equipment

Type of escape apparatus/ equipment	Building	Room No.
Inclined escape chute (2 sets)	Building No. 5	310
	East Building No.2	401
Vertical escape chute (9 sets)	Building No. 3	S307 (Corridor)
	Building No. 10	420 (Lecture hall for 1041)
	Building No. 11	532 (Corridor), 333 (Corridor)
	Building No. 12	319, 405 (Balcony)
	East Building No. 1	518
	East Building No. 2	303
	East Building No. 3	K302
Slowdown (3 sets)	Building No. 12	510
	Student Center	302
	University Library	307B
Escape ladder (7 sets)	University Library	303
	Research Laboratories	206
	North Lecture Hall	201 (Lecture hall for NP21)
	60th Anniversary Hall	Seminar Room on 2nd floor (Balcony)
	KIT HOUSE	Corridor on 2nd floor (in front of kiosk)
	West Lecture Hall	202 (Lecture hall for WP22)
	East Lecture Hall	Corridor on 2nd floor
Fixed escape ladder (Trap)	Building No. 10	West Balcony (2nd to 5th floor)

[斜降式救助袋の取り扱い上の注意と使用方法]

※本器機は避難用として設置されているものですから非常時又は訓練以外には絶対に使用しないこと。

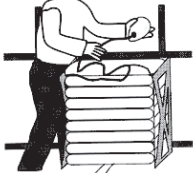
① 救助袋の格納箱を取り外す



格納箱を取り外すには

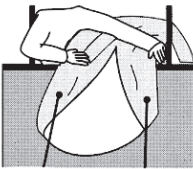
- 1) 上蓋の取手をもって上に持ち上げる。
- 2) 前板の取手をもって少し上に持ち上げて外す。

② 砂袋を投下



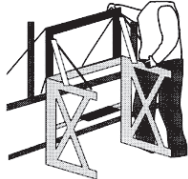
地上の安全を確認後、収納されている救助袋の上においてある誘導ロープの先についている砂袋を地上に投下し、袋全体を誘導できるようにする。このとき救助袋の収納ベルトを外しておく。

③ 袋本体を降下



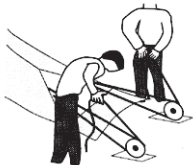
地上の安全を確認した後、誘導ロープのついている袋本体の出口部分から先に降下させる。袋本体の自重で自然に降下していく。このとき袋本体が取付金具や人体に引掛からないように注意する。

④ 入口金具を展張



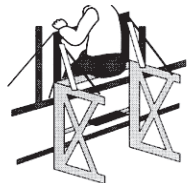
袋本体が最後まで降下してから入口金具を手前に持ち上げて回転させる。このとき入口金具の前面に立たないで側面から操作する。

⑤ 下部固定環に袋本体を固定



袋本体が降下すると、地上に居る者は袋本体部分のポケットに入っている固定ロープの先のフックを下部固定環に左右2ヶ所引掛けて固定する。

⑥ 降下



地上の安全、袋本体や金具が正常に展張されているか確認後、降下する。入口金具の中に入るときは足から降下できるような姿勢で中に入って袋入口部分の枠に腰を掛けた状態で金具上部についているロープをもって足から中に入りぶらさがる。次にロープを離すと降下していく。

⑦ 降下時の姿勢



降下するときは手を上にあげ、足をまっすぐにして閉じた姿勢をとる。このとき、靴や靴下等のはきものによって降下速度が変わることがあるので注意する。

⑧ 着地

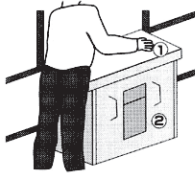


出口部では、両足が地面に着くまで絶対に立ち上がらないこと。出口部では、正面に向かって脱出し、できるだけ横方向には行かないこと。

[Precautions for handling the inclined escape chute/how to use this equipment]

* This equipment is provided for the purpose of escape. NEVER use it for any purposes other than emergency escape or disaster drills.

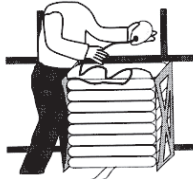
- ① First, take off the chute storage cover.



To remove the storage cover:

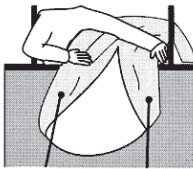
- 1) Hold the grip on the upper cover, and lift the cover.
- 2) Hold the grip on the front panel, and slightly lift it to remove the panel.

- ② Drop the sandbag.



First, verify that no one is on the ground below the window. Then, drop the sandbag to the ground (this sandbag is located at the end of the leader rope on the top of the stored escape chute) so that the leader rope can provide a guideline for the entire chute. At this point, release the tie-belt on the chute.

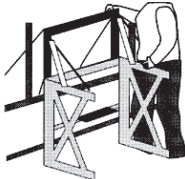
- ③ Lower the entire chute.



Verify that no one is on the ground below the window. Then, lower the chute, with the exit end attached to the leader rope falling first. The chute will automatically descend by its own weight.

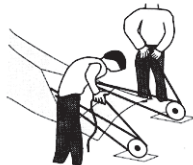
At this time, be careful that the chute itself does not catch on metal mounts or your body.

- ④ Deploy the metal entrance gate to the operating position.



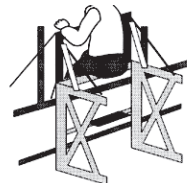
Allow the full length of the chute to fall, and only then lift the metal entrance gate forward and swing it up. At this time, do not stand in front of the gate, but handle it from the side.

- ⑤ Secure the chute onto the lower anchor rings.



When the leading end of the chute has reached the ground, persons on the ground should attach the hooks at the end of the guy ropes stowed in a pocket of the chute to the two (right and left) lower anchor rings to secure the chute.

- ⑥ Descend.



Make sure that the ground at the exit is unobstructed and the chute itself and entrance gate are correctly deployed. Only then, begin descending. When entering the entrance gate, take a feet-first posture, sit on the frame of the entrance gate, hold the ropes at the top of the gate, and then enter the chute while hanging from the ropes.

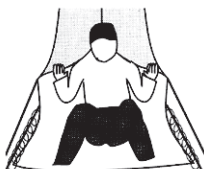
Then, release your hands from the ropes, and you will descend through the chute.

- ⑦ Posture during descent.



While descending, raise your hands and straighten your legs in a closed position. Note that depending on your footwear (shoes and stockings), the speed of descent can vary.

- ⑧ Landing.

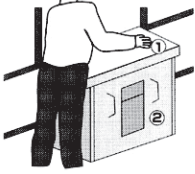


At the exit, NEVER stand up before both feet have firmly reached the ground. At the exit, come out straight forward. Avoid a sideways exit whenever possible.

[垂直式救助袋の取り扱い上の注意と使用方法]

※本器機は避難用として設置されているものですから非常時又は訓練以外には絶対に使用しないこと。

① 救助袋の格納箱を取り外す



格納箱を取り外すには

- 1) 上蓋の取手をもって上に持ち上げる。
- 2) 前板の取手をもって少し上に持ち上げて外す。

② 砂袋を投下



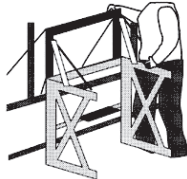
地上の安全を確認後、収納されている救助袋の上においてある誘導ロープの先についている砂袋を地上に投下し、袋全体を誘導できるようにする。このとき救助袋の収納ベルトを外しておく。

③ 袋本体を降下



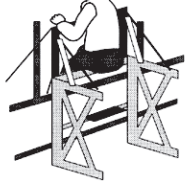
地上の安全を確認した後、誘導ロープのついている袋本体の出口部分から先に降下させる。袋本体の自重で自然に降下していく。このとき袋本体が取付金具や人体に引掛からないように注意する。

④ 入口金具を展張



袋本体が最後まで降下してから入口金具を手前に持ち上げて回転させる。このとき入口金具の前面に立たないで側面から操作する。

⑤ 降下



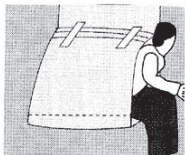
地上の安全、袋本体や金具が正常に展張されているか確認後、降下する。入口金具の中に入るときは足から降下できるような姿勢で中に入って袋入口部分の枠に腰を掛けた状態で金具上部についているロープをもって足から中に入りぶらさがる。次にロープを離すと降下していく。

⑥ 降下時の姿勢



降下するときには手を上にあげ、足をまっすぐにして閉じた姿勢をとる。このとき、靴や靴下等のはきものによって降下速度が変わることがあるので注意する。

⑦ 着地

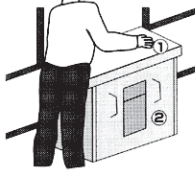


袋本体の出口部分に着地後、出口部分のマットの上に腰をかけた状態が出る。

[Precautions for handling the vertical escape chute/how to use this equipment]

* This equipment is provided for the purpose of escape. NEVER use it for any purposes other than emergency escape or disaster drill.

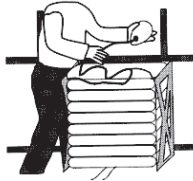
- ① First, take off the chute storage cover.



To remove the storage cover:

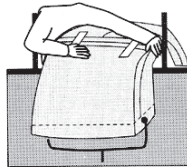
- 1) Hold the grip on the upper cover, and lift the cover.
- 2) Hold the grip on the front panel, and slightly lift it to remove the panel.

- ② Drop the sandbag.



First, verify that no one is on the ground below the window. Then, drop the sandbag to the ground (this sandbag is located at the end of the leader rope on the top of the stored escape chute) so that the leader rope can provide a guideline for the entire chute. At this point, release the tie-belt on the chute.

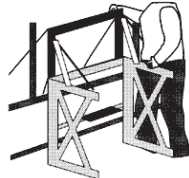
- ③ Lower the entire chute.



Verify that no one is on the ground below the window. Then, lower the chute, with the exit end attached to the leader rope falling first. The chute will automatically descend by its own weight.

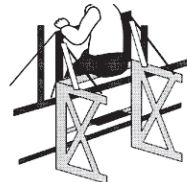
At this time, be careful that the chute itself does not catch on metal mounts or your body.

- ④ Deploy the metal entrance gate to the operating position.



Allow the full length of the chute to fall, and only then lift the metal entrance gate forward and swing it up. At this time, do not stand in front of the gate, but handle it from the side.

- ⑤ Descend.



Make sure that the ground at the exit is unobstructed and the chute itself and entrance gate are correctly deployed. Only then, begin descending. When entering the entrance gate, take a feet-first posture, sit on the frame of the entrance gate, hold the ropes at the top of the gate, and then enter the chute while hanging from the ropes.

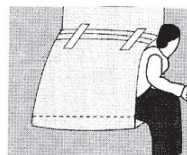
Then, release your hands from the ropes, and you will descend through the chute.

- ⑥ Posture during descent.



While descending, raise your hands and straighten your legs in a closed position. Note that depending on your footwear (shoes and stockings), the speed of descent can vary.

- ⑦ Landing.



When you have landed on the exit end of the chute, come out of the exit from a sitting position on the mat.

■ 特殊ガス消火設備

- (1) 設置場所は、主に電気室、ボイラー室、計算機室、書庫等、法定基準に該当する場所。
- (2) 起動スイッチは、該当する部屋の出入り口の赤色のボックス内に設置。
- (3) 消火設備の起動は手動で行う。ガス放出スイッチを起動させたら、直ちに避難する。
- (4) 起動スイッチを押すと、最初に避難誘導の放送とサイレンが鳴動し、30秒～60秒後にガスが放出される。

[本学の設置場所] (全てハロンガス消火設備)

情報科学センター主装置室及びメディア室、美術工芸資料館3階収蔵庫

■ 屋内危険物貯蔵所

- (1) 第1危険物貯蔵所 (12号館南側)



貯蔵危険物類
・危険物第4類

- (2) 第2危険物貯蔵所 (2号館北棟南側)



貯蔵危険物類
・危険物第1類
・危険物第2類
・危険物第3類
・危険物第4類
・危険物第5類
・危険物第6類

- (3) 12号館4階少量危険物貯蔵取扱所
- (4) 12号館5階少量危険物貯蔵取扱所
- (5) 14号館1階少量危険物貯蔵取扱所

■ Special gas fire extinguishing equipment

- (1) This type of equipment is mainly located in electrical rooms, boiler rooms, computer rooms, library stacks, and any location that is subject to the legal standard.
- (2) The START switch is in a red box at the doorway of the room.
- (3) The fire extinguishing equipment is started manually. Once the gas release switch is turned on, immediately escape from the site.
- (4) Once the START switch is pressed, a message on safe escape routes will be broadcast through the PA system and a siren will sound: then, 30 to 60 seconds later, the gas will be released.

[Locations within KIT] (all halon-gas fire-extinguishing equipment)

Main Equipment Room and Media Room in Center for Information Science, and Repository at 3rd floor of Museum and Archives.

■ Indoor hazardous materials storage sheds

- (1) Hazardous Materials Storage Shed No. 1 (south of Building No. 12)



Groups of hazardous materials stored
 • Group 4 Hazardous materials

- (2) Hazardous Materials Storage Shed No. 2 (south of Building No. 2 North Wing)



Groups of hazardous materials stored
 • Group 1 Hazardous materials
 • Group 2 Hazardous materials
 • Group 3 Hazardous materials
 • Group 4 Hazardous materials
 • Group 5 Hazardous materials
 • Group 6 Hazardous materials

- (3) Limited-Quantity Hazardous Materials Handling Facility at Building No.12,4th floor
- (4) Limited-Quantity Hazardous Materials Handling Facility at Building No.12,5th floor
- (5) Limited-Quantity Hazardous Materials Handling Facility at Building No.14,1st floor

I.3 応急手当

3.1 人身事故や急病の緊急処置の一般的注意事項

学内での事故発生や急病人が出た場合、慌てずにその状況を判断し、適格な応急手当を行い、緊急・救急方法で対処する必要がある。なお、次のいずれかに該当する場合は、大至急、救急車を要請すること。下記以外でも判断に迷う時は、救急車の出動を要請すること。

- ① 呼吸停止、意識障害のある時
- ② 胸痛（呼吸困難・胸が締め付けられるように痛い・胸が苦しい時）
- ③ 頭痛（頭を強く打って嘔気・嘔吐がある時）（激しい痛みがある時）
- ④ 腹痛（激しい痛みがある時）
- ⑤ けいれんを起こしている時
- ⑥ 大出血をしている時
- ⑦ 火傷（重症、広範囲の時）
- ⑧ 熱中症（1人では歩けないような状態の時）
- ⑨ 急性アルコール中毒の時

3.2 救命手当

救命手当とは、一般市民が行う救急蘇生法（心肺蘇生法、AED、止血法）を指す。

心肺蘇生法とは、傷病者が意識障害、呼吸停止、心停止もしくはこれに近い状態に陥ったとき、直ちに気道を確保し、必要に応じて人工呼吸と心臓マッサージを行い、呼吸及び循環を補助し、傷病者を救命するための手当をいう（心臓マッサージを適切に行えていれば、人工呼吸は省略してもよい）。AED（自動体外式除細動器）とは、心臓がけいれんし血液を流すポンプ機能を失った状態（心室細動）になった心臓に対して、電気ショックを与え、正常なリズムに戻すための医療機器であり、本学にも8台設置されている（表 I-3.1）。AEDの使用、応急手当を行ったことで人命が救われた例は多い。

表 I-3.1 AED設置場所

No.	キャンパス等	建物名称	設置場所
①	松ヶ崎（西部構内）	12号館	エントランスホール
②	松ヶ崎（西部構内）	8号館	エントランスホール
③	松ヶ崎（西部構内）	3号館	エントランスホール
④	松ヶ崎（東部構内）	中央東門衛所	守衛室
⑤	松ヶ崎（東部構内）	保健管理センター	ロビー
⑥	嵯峨	学道会館	エントランスホール
⑦	福知山	B棟	エントランスホール
⑧	吉田	国際交流会館	ロビー

I . 3 First-Aid Measures

3.1 General First-Aid for Physical Injury or Sudden Illness

If an accident or medical crisis occurs within KIT, do not panic. Assess the situation, provide appropriate first-aid assistance, and execute appropriate emergency or rescue measures. If any of the following situations arise, immediately call an ambulance. In situations other than those listed below, call for an ambulance when in doubt.

- ① The patient has respiratory arrest and/or disturbance of consciousness.
- ② The patient has chest pain (difficulty breathing, squeezing pain in chest, oppressive feeling in chest).
- ③ The patient has headache. (The patient has violently hit his/her head and vomited, or has nausea.) (The patient has sharp pain.)
- ④ The patient has stomachache. (The patient has sharp pain.)
- ⑤ The patient has a convulsion.
- ⑥ The patient has massive bleeding.
- ⑦ The patient has burns (serious, extensive).
- ⑧ The patient has heat stroke (inability to walk unaided).
- ⑨ The patient has acute alcoholism.

3.2 Emergency First Response (EFR)

Emergency First Response (EFR) can be defined as a group of emergency resuscitation methods undertaken by ordinary citizens (CPR, AED, and hemostasis).

Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) is a medical treatment for a patient experiencing disturbance of consciousness, respiratory arrest, cardiac arrest, or similar problems, in which the patient's airway is immediately secured, and artificial respiration and heart massage are provided to assist respiration and blood circulation so as to save the patient's life. (If cardiac massage is performed properly, artificial respiration may be omitted.) An Automated External Defibrillator (AED) is medical equipment that sends an electrical shock to a heart that has a spasm and is no longer functioning as a blood pump (ventricular fibrillation), in order to help restore its ordinary rhythm. KIT has a total of 8 AED installations (see Table I-3.1). Many human lives have been saved through use of AED and provision of first-aid measures.

Table I-3.1 Locations of AED Installations

No.	Name of campus, etc.	Building	Location of installation
①	Matsugasaki (West Campus)	Building No. 12	Entrance Hall
②	Matsugasaki (West Campus)	Building No. 8	Entrance Hall
③	Matsugasaki (West Campus)	Building No. 3	Entrance Hall
④	Matsugasaki (East Campus)	Guard Station at Central-East Gate	Guardhouse
⑤	Matsugasaki (East Campus)	Health Care Service Center	Lobby
⑥	Saga	Gakudo Kaikan	Entrance Hall
⑦	Fukuchiyama	Building B	Entrance Hall
⑧	Yoshida	KIT International House	Lobby

3.3 応急手当

応急手当はあくまでも専門の医師の診察を受けるまであるいは救急車が到着するまでに、一般の人が行う一時的な処置である。

創傷（切り傷・突き傷）

- (1) 流水でしっかり洗浄し、傷口から異物を取り除く。
- (2) 出血量が多い場合は、直ちに止血手当を行う。基本的な止血法として、きれいなガーゼやハンカチなどを傷口に当てて圧迫する直接圧迫止血法がある。直接圧迫止血法では止血が困難な場合は、手足に限って止血帯法で手当する。

火傷（やけど）

- (1) まず熱傷の深さを調べ、皮膚の状態が赤いか（Ⅰ度）、水疱か、水疱が破れた状態か（Ⅱ度）、白っぽい（Ⅲ度）を判断し、熱傷の程度が次の場合は直ちに救急車を呼び、専門医による処置を受ける必要がある。
 - a) Ⅱ度の熱傷で、体表面積の30%以上の熱傷
 - b) Ⅲ度の熱傷で、体表面積の10%以上の熱傷
 - c) 顔の熱傷で、Ⅲ度の熱傷または鼻毛が焦げる、または痰が黒色になっている熱傷
- (2) 比較的軽い熱傷の場合はできるだけ早く、きれいな流水で30分以上痛みのなくなるまで冷やす。顔や身体には濡れタオルや氷嚢を使う。

薬傷（化学熱傷）

- (1) 目に入った場合、流水で15分以上よく洗う。その後、目をこすらないで医師の診察を受ける。
- (2) 皮膚についた場合、大量の流水で30分以上洗う。範囲が広いときは、緊急シャワーを使う。
- (3) 飲み込んだ場合、直ちに口腔内を水で洗浄し、大量の水を飲ませる。無理に吐かせないで、すぐに保健管理センターに連絡する。

凍傷

患部の感覚が戻るまでぬるめの湯で少しずつ温め、血液の循環を良くしてから清潔な布で覆う。

ガス中毒

- (1) まずガスの元栓を閉め、中毒者を風通しの良い部屋に運び、衣服をゆるめて安静にさせて保温する。
- (2) 緊急にあたっては窓や扉を開放し安全を確かめてから行動する。

3.3 First-Aid Measures

A first-aid measure is essentially a temporary action undertaken by an ordinary citizen before the patient has medical attention by a specialist doctor or an ambulance arrives at the scene.

Wounds (cut, stab)

- (1) Clean the wound carefully with running water, and remove the foreign bodies.
- (2) In the case of massive bleeding, emergency bleeding control is required. Apply direct pressure to stop the flow of blood by pressing a piece of clean gauze or a handkerchief on the wound. Press hard enough to stop the bleeding. If the bleeding does not stop, then apply a tourniquet to the wound (for wounds on limbs only).

Burns

- (1) First, determine burn depth, and check if the skin is reddish (first degree), the skin has blisters or ruptured blisters (second degree), or the skin is whitish (third degree); if the burn severity falls within the following categories, immediately call an ambulance and seek medical attention from a specialist:
 - a) Second degree burn, more than 30% of body surface area
 - b) Third degree burn, more than 10% of body surface area
 - c) Burn in the face: third degree burn or nostril hairs have been scorched or phlegm is blackish.
- (2) In the case of a relatively light burn, immediately cool with clean running water for 30 minutes or longer until no more pain is felt. To cool the face or body, use a wet towel or ice-bag.

Chemical injuries

- (1) If a chemical enters the eye, rinse in a basin filled with clean water for 15 minutes or longer. NEVER rub the eye, and immediately seek medical attention.
- (2) If the skin has touched a chemical, rinse with plenty of running water for 30 minutes or longer. If the victim has been splashed with a chemical, immediately wash it away with running water (shower, etc).
- (3) If a chemical is swallowed, immediately rinse the mouth out with water and have the victim drink a large amount of water. Do not induce vomiting. Contact the Health Care Service Center right away.

Frostbite

Keep the affected area immersed in warm water until the peripheral circulation is restored and the sense of touch is revived. Begin with lukewarm water and gradually increase the temperature. Then, cover the area with a piece of clean cloth.

Gas poisoning

- (1) First, shut off the main gas cock at the site, move the victim to a well-ventilated room, loosen his/her clothing, and allow him/her to rest and keep him/her warm.
- (2) In an emergency, fully open the windows and doors to secure safety, and only then attempt to rescue the victim.

Ⅱ 部 実 験 編

- Ⅱ.1 電気・電子実験・実習における注意
- Ⅱ.2 機械実験・実習における注意
- Ⅱ.3 化学実験・実習における注意
- Ⅱ.4 生物実験における注意
- Ⅱ.5 レーザ・紫外線を用いる実験の一般的注意
- Ⅱ.6 高圧力・真空、高温・低温実験の一般的注意
- Ⅱ.7 高圧ガスの管理と取扱い
- Ⅱ.8 放射性同位元素及びX線発生装置の取扱い
- Ⅱ.9 本学の廃棄物処理方法

Part II Experiments

- Ⅱ.1 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Electric/Electronic Fields
- Ⅱ.2 Precautions for Laboratory Experiments in Mechanical Engineering and Machine Shop Practice
- Ⅱ.3 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Chemistry
- Ⅱ.4 Precautions for Biological Experiments
- Ⅱ.5 General Precautions for Experiments Involving Lasers/UV Irradiation
- Ⅱ.6 General Precautions for High-Pressure or Vacuum Experiments, and High-Temperature or Cryogenic Experiments
- Ⅱ.7 Management and Handling of High-Pressure Gases
- Ⅱ.8 Handling of Radioactive Isotopes and X-ray Generators
- Ⅱ.9 KIT's Waste Disposal Practices

II.1 電気・電子実験・実習における注意

電気は、電子システム工学課程の学生のみならず理工学系の学生全員にとっても、実験や研究を進めるうえで最も広く使われるツールの一つであり、研究・学習の対象でもある。

大学の実験・研究室で問題となる電気安全の項目は多岐に亘る。最近の研究分野の拡大と多様化に伴い益々その傾向が著しい。その中でも特に重大かつ急激な影響を及ぼすのは、電気に触れることによる感電災害であろう。電気火花や電流による火災・爆発災害、電動機・発電機など回転機操作に伴う機械的災害もある。また、レーザー光線、紫外線やマイクロ波等による眼や皮膚の傷害、OA 機器の電磁雑音による健康障害、半導体処理に用いられる種々の化学薬品やガス等による災害なども、最近注目されるようになってきた。

本章では、まず電気固有の災害として最も重大で悲惨な結果をもたらす感電について一層の注意を喚起するために、その概要、応急措置、原因と対策について述べる。

1.1 電気機器事故防止の一般的注意

実験室で使用される電気機器には、故障を起こしたとき、機器には自動で電源を切るなどの安全装置が付置されているが、適切な使用をしない場合にはそれが原因となって他の場所における故障を誘発することになる。したがって一般的に注意すべきことを以下に列記する。

- a) 各実験室内に設置されている配電盤のスイッチには、使用ヒューズの電流値が記入してあるが、その表示電流以上のヒューズは絶対に使わないこと。
- b) 同じ電流に多数の機器を接続するとき、各機器の定格電流値の合計が電源に設置されているヒューズの表示電流以上にならないようにすること。
- c) 各実験室で配線されている電線ならびにテーブルタップなどの器具の許容電流を必ず調べ、それ以上の電流を必要とする電気機械や電気装置を接続しないこと。
- d) 電気機器には個々にスイッチを付けること。また、ヒューズ付きスイッチには必ず使用ヒューズの電流値を表示しておくこと。
- e) 電気設備や配線は、足で踏んだり、引っかけたりする恐れがないようにすること。
- f) 電気エネルギーを熱に代えて使用する電気類には耐熱コードを使用すること。
- g) 被覆が破れたコードまたは老化したコードは使わないこと。
- h) ビニール線などの電気接続はハンダ付けをし、絶縁テープで被覆し、短絡やアースの危険が起これないようにして使用すること。
- i) 電気設備や配線が薬液やガスによって侵されないようにすること。
- j) 床上および湯気のある所にはケーブルコードを使用することが望ましい。
- k) 電気機器の運転に際しては、その使用方法を知らないでみだりにスイッチに触れないこと。
- l) アース端子の付いた機器には、必ずアースを取り付けること。この際ガス管からは絶対にアースを取ってはならない。配電盤ボックスのアース端子を利用することが望ましい。
- m) 実験を終了して実験室を退出するときには電源スイッチを切ることは当然のことであるが、停電時特に夜間において停電事故があつて、実験を断念して退出するときには、電源を切ることを忘れやすいので特に注意すること。
- n) 机上に置かれた機器の落下等による事故を未然に防ぐため、機器は安定した状態で設置し、机の端などには置かないよう注意すること。

II . 1 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Electric/Electronic Fields

Electricity provides an important tool that is one of the most commonly used by students in electronic system engineering courses as well as all students specializing in science and engineering, and is also a subject for research and study.

There are a variety of problems about electrical safety in university laboratories. This trend is increasingly apparent as the scope of research fields has recently been expanding and diversifying. A particular hazard that can have the most severe and sudden effects in experiments and laboratory exercises is an electric shock resulting from contact with electricity. Also, there are potential hazards of fire and/or explosion caused by electrical sparks or electric current, and mechanical accidents triggered by operation of rotary mechanisms such as electrical motors or generators. Furthermore, recently, still other challenges are emerging, examples of which include injury of eyes and skin by laser beams, UV rays or microwaves; health problems resulting from electromagnetic noise from OA equipment; and health hazards caused by a variety of chemicals and gases used in semiconductor manufacturing.

This chapter begins with information about electric shocks, which are accidents unique to electricity and can have the most severe and tragic outcomes, so as to promote people's awareness of electric shocks, by providing an overview, first-aid measures, causes and countermeasures for this problem.

1.1 General Precautions for Preventing Electrical Equipment Accidents

Electrical equipment in laboratories has safety features such as automatically shutting off the power to a failed machine. However, when not correctly operated, electrical equipment in a laboratory can trigger failure of equipment in other locations. General precautions for preventing accidents in laboratories are summarized below:

- a) Switches on the switchboard in each laboratory are marked with the rated current of its fuse. NEVER use a fuse whose rating exceeds the marked rated current.
- b) When a lot of apparatuses are connected to a common current source, the total of the rated current values of all the connected instruments should not exceed the rated current of the fuse on the power supply.
- c) Check the allowable current for wiring and devices such as power strips in each laboratory. Do not connect an electric machine or electrical apparatus that needs current greater than the allowable level.
- d) Provide each electrical appliance with an independent switch. Be sure to label each fused switch with the current value.
- e) Protect electrical equipment and wiring so that they are not directly stepped on or kicked.
- f) Use heat-resistant cables for electrical apparatuses that generate heat from electric energy.
- g) Do not use a cable with broken sheath or an aged cable.
- h) Electrical connections of PVC (polyvinyl chloride) wire should be soldered. Cover the connection with insulating tape so that the wire in use is free from hazards of short-circuit and ground fault.
- i) Make sure that electrical equipment and wiring are not damaged by chemical solutions or gas.
- j) Whenever possible, do not lay cables on the floor or in a steamy place.
- k) When using any electric machine, do not operate its switches before becoming fully familiar with their usage.
- l) For electrical equipment having a GND terminal, be sure to install a GND line. NEVER connect the GND line to a gas piping. Whenever possible, connect the GND line to the GND terminal in the switchboard box.
- m) When an experiment is finished and you are exiting the laboratory, be sure to turn off the main power switch. Remember, however, in the case of power failure, especially power failures at night, be sure to turn off the main power switch if you give up on continuing the experiment and leave the laboratory.
- n) To avoid accidents resulting from an electric machine falling off a desk, install it stably, and do not place it near the edge of the desk.

1.2 感電

1.2.1 感電の防止

通電中の電気機器や電気装置の内部に触れることは避けるべきである。一般的に感電を防止する方策としては次のような注意が必要である。

- a) 感電防止のためには、濡れた場所を避けることや濡れた手で操作しないことはもちろんのこと、体への通電を防ぐためゴム手袋やゴム靴の着用など、絶縁状態をよくしてから作業すること。
- b) 高電圧機器を操作するときには2人以上で行い、高電圧危険などの表示をして不用意に他人が近づかないようにすること。
- c) 電源を切っても、コンデンサなどに充電していることがあるので、十分放電させたことをテスターなどで確認してから触れること。

1.2.2 感電時の処理

電氣的には電圧の高低、電流の大小、周波数、通電時間および電流の通過路により人体の受ける電撃傷は異なる（表Ⅱ-1.1、1.2 参照）。感電した場合には火傷などの外傷のあるなしにかかわらず医師の診断を受ける必要のあることは言うまでもない。

電撃を受けた人を見つけた場合には

- a) 電源を切るか、または感電している電線あるいは機器から身体を引き離すこと。（その際、乾燥した木や竹の棒、またはゴム手袋などを用いること。）
- b) 現場近くの快適な場所、あるいは温かな室内に移して着衣を緩め、身体全体を楽にさせる。
- c) 医師に早急に連絡して、その手当てを受けること。

表Ⅱ-1.1 感電時の電圧による影響

接 触 時		接 近 時	
電 圧	人体への影響	電 圧	接近しうる安全距離
10V	全身水中にある時は電位傾度 10V/m が限界	3kV	15cm
		6	15
20	濡れた手で安全な限界	10	20
30	乾いた手で安全な限界	20	30
50	生命の危険のない限界	30	45
100～200	危険度が急に増大	60	75
200以上	生命に危険	100	115
約3000	荷電部に引きつけられる	140	160
10KV以上	はねとばされて助かる時がある	270	300

1.2 Electric Shocks

1.2.1 Prevention of electric shock

Whenever possible, do not reach into the interior of any running electric machine or electrical apparatus. Generally, the following precautions are necessary in order to prevent electric shock:

- a) To avoid electric shock, do not operate in a wet location, or with wet hands. Additionally, to prevent electrical continuity to your body, wear rubber gloves and boots in order to attain better electrical insulation.
- b) Operate a high-voltage machine or apparatus with two or more persons. Post a “DANGER! High-Voltage” signboard to prevent inadvertent approach by other people.
- c) Even after the power supply is shut off, a machine may still retain electricity in, for example, a capacitor. Therefore, use an electrical multimeter to be sure that electricity has been fully discharged, and only then touch the machine or apparatus.

1.2.2 Response to electric shock

The severity of an electric shock (injury) on the human body can greatly vary depending on the magnitude of voltage and current, frequency, duration and path of current (see Tables II-1.1, and 1.2). If someone receives an electric shock, immediately seek medical attention regardless of whether the victim has apparent injury such as an electric burn.

If you find a victim of an electric shock, do as follows:

- a) Turn off the power, or remove the electric wire or machine that is the source of electric shock from the victim.
(For this purpose, use dry wooden or bamboo sticks, or wear rubber gloves or equivalent.)
- b) Move the victim to a nearby comfortable place, or into a room air-conditioned to a comfortable temperature, loosen the victim’s clothing to make the victim’s entire body comfortable.
- c) Immediately contact a doctor to seek medical attention.

Table II-1.1 Effects of electric shock depending on voltage levels

Direct contact scenario		Approach scenario	
Voltage	Effects on human body	Voltage	Max. approachable safe clearance
10V	Humans can only withstand 10 V/m at maximum in potential gradient, if entire human body is immersed in water.	3 kV	15 cm
		6	15
20	Max. safe limit with wet hands.	10	20
30	Max. safe limit with dry hands.	20	30
50	Max. limit that does not pose human life hazard.	30	45
100 – 200	Sudden increase in magnitude of danger.	60	75
200 V or higher	Danger to human life.	100	115
Approx. 3000 V	To be pulled toward the electrically charged area.	140	160
10 kV or higher	Life may be saved as the human body is violently repelled.	270	300

表 II-1.2 感電時の電流量による影響

電流量	人体への影響
1mA	感覚に感知
5mA	かなりの苦痛
10mA	耐え難い苦痛
20mA	筋肉の収縮、感電回路部から自力で離脱不能
50mA	呼吸困難、相当危険
100mA	ほとんど致命的

1.3 電気と火災

1.3.1 火災の原因

火災につながる電氣的な事故は、実験室内に限ると、次のような場合に限定される。

- 電線や機器などに許容電流以上の電流が流れると、発熱して電線被覆や近くの可燃物が燃えることがある。
- 電線間が短絡すると過電流が流れ、ヒューズや遮断機により電流が断たれるが、短絡したときの火花によって可燃物に着火することがある。
- 電線の接続部分の接触不良による発熱が発火の原因となることがある。例えばネジ止めなどで接続している場合には一度過熱すると接触状態が悪くなり、発熱・冷却による膨張・収縮が繰り返されると、ますます接触不良になる可能性がある。

これらの事故は 1.1 で記載した一般的注意事項が守られていれば起こり得ないと考えられるが、特に夜間などのように実験室が長時間無人状態になったときに起こる可能性が多く、退出時には電源を切るという基本的なことを忠実に守らなければならない。

1.3.2 消火時の注意

電氣的事故による火災が生じたときは、電源が切断されていない状態では、一般の火災と異なり、消火に電気の導体である水は使用できない。その場合には粉末（ABC）消火器や二酸化炭素消火器などを使用すること。

1.4 電気と爆発

可燃性ガスまたは引火性の蒸気が空気と混合して危険な雰囲気を形成している場所、火薬類などの爆発物の存在する場所では、電気火花や電気熱が点火源となって着火することがある。

また、最近特に高分子化学の発達に伴って絶縁性の高い材料が多く用いられるようになったため、静電気の発生が増大しており、その静電気の放電火花が前記の点火源になることがある。これらの危険がある時には、帯電物体の遮へい絶縁物の導体化、帯電量の減少を図る接地方法、および徐電器の使用などの対策を考慮すべきである。

更に、電気回路を開くときには、正常なスイッチであってもスパークやアークを発生し、周囲の可燃物に着火したり、引火したりする恐れがあるので、スイッチの種類とその設置位置について十分な注意を払い、必要な場合には「防爆型」のスイッチその他の機器を使用しなければならない。

Table II-1.2 Effects of electric shock depending on current levels

Current level	Effects on human body
1 mA	Can be perceived
5 mA	Fairly great pain.
10 mA	Unbearable pain.
20 mA	Contraction of muscles. The victim cannot escape from the electric shock circuit by his/her physical effort alone.
50 mA	Difficulty in respiration: considerable risk.
100 mA	Usually fatal.

1.3 Electricity and Fire

1.3.1 Causes of fire

The scope of electrical accidents that can cause a laboratory fire is limited to the following cases:

- If current in excess of the maximum allowable current flows into an electric wire or apparatus, overheating can occur and may cause the wire covering or nearby combustible items to ignite.
- When a short-circuit takes place across neighboring wires and overcurrent flows, the current flow is cut off by the fuse or circuit breaker. However, sparks resulting from a short-circuit can ignite nearby combustible items.
- Heat generated from poor continuity at a connection of electric wires can trigger a fire. For example, screwed-down wiring connections, once overheated, can develop poor continuity, and as the expansion-contraction cycle resulting from the heating-cooling cycle is repeated, continuity at the connection can further deteriorate.

These faults seem not to occur as long as the precautions described in Sec. 1.1 are strictly observed. Nevertheless, these faults tend to occur when a laboratory remains unattended for a long time, for example, at night. Therefore, students and researchers must strictly observe fundamental good practices such as turning off the main power supply when leaving their laboratories.

1.3.2 Precautions for fire-fighting activities

When a fire is triggered by electric fault, if the power supply has not yet been shut down, water (a good electrical conductor) cannot be used for fire extinguishing, unlike an ordinary fire. To fight an electric fire, use a powder fire extinguisher (ABC) or CO₂ fire extinguisher, etc.

1.4 Electricity and Explosions

In a place that contains a hazardous atmosphere of a combustible gas-air mixture or flammable vapor-air mixture, or in an area where explosives or gunpowder is present, electric sparks and heat can be an ignition source that triggers fire.

In addition, recent progress in polymer science has led to wider use of materials of greater electric insulation quality. Consequently, static electricity has been increasing, and sparks from discharge of static electricity can become the above-mentioned ignition source. If this type of hazard is present, consider appropriate countermeasures, for example, changing the insulating material for shielding a charged object with a conductive material, grounding to decrease the amount of charge, and use of a static eliminator.

Furthermore, remember that even when a normally functioning switch is used to open an electric circuit, that switch may generate a spark or arc that may ignite or set fire a nearby combustible item. Therefore, be careful about types of switches and locations where the switches are installed: when necessary, only use “explosion-proof” switches and other apparatuses.

II.2 機械実験・実習における注意

2.1 実験・実習での一般的注意

- a) 実験・実習中は担当者の指示、指導に従うこと。
- b) 実験・実習中はなるべく作業服を着用すること。危険防止のため靴を履くこと。スリッパ、サンダル等を履いて作業しないこと。
- c) 機械作業では、特に必要な場合を除いて手袋は着用してはならない。また、巻き込まれる部分がないように服装に注意すること。できるだけ着帽すること。
- d) 必要がある場合には、保護眼鏡その他の保護具を着用すること。
- e) 実験・実習室は常に整理整頓して清潔にしておくこと。これは安全確保のみならず、作業能率向上のためにも必要である。
- f) 電気配線作業や電气的エネルギーを使用する実験では、感電に注意すること。低電圧であってもそのショックによって、他の器具を破損したり、負傷したり、場合によっては感電死することもあるので十分に注意すること（1.2節参照）
- g) 水銀を使用している機器の取扱いには十分注意し、これを破損しないようにすること。水銀の取扱いは必ず水を入れた深い受け皿の上で行うこと。万一、水銀がこぼれた場合には、周辺を十分に点検し、スポイト等で吸い取る。その後の処置については、責任者の指示を受けること。
- h) 潤滑油、洗い油などの廃油を溝や下水に流してはいけない。実験室で一時保管しておく、定期的に環境科学センターに処理を依頼すること。

2.2 機械類の取扱い

- a) 原則として、駆動中の機械部分に直接触れないこと。小さなモーターや機械といえども運転中は油断してはならない。
- b) スイッチを切っても機械が完全に停止するまで可動部分に手を触れないこと。
- c) 実験・実験室あるいは通行中に触れる可能性のある運動部分には必ずカバーを付けること。
- d) 停止中の機械でも他人がスイッチを入れる可能性があるから、十分注意すること。
- e) 点検、調整、検査、給油等機械に接触して作業を行う場合は、必ず機械を止めて行うこと。
- f) 停電のときはスイッチを切っておくこと。
- g) 機械類の運転には、点検、合図、起動の三動作を励行し、また停止の際にも、合図、停止、確認の三動作を励行すること。
- h) 機械類の運動や構造を指し示す時には、決して指で指さずに、棒などで行うこと。
- i) 安全装置のあるものはその操作に習熟しておくこと。また、危険な機械類には二重以上の安全装置を施すことが望ましい。安全装置の故障時には運転しないこと。
- j) 機械類の取扱いには、標準動作、標準作業などの設定と訓練の実行が望ましい。
- k) 慣れない機械類に対しては、あらかじめその使用法を十分習得しておくこと。
- l) 体調が不十分なときは機械類を取り扱わないこと。

II . 2 Precautions for Laboratory Experiments in Mechanical Engineering and Machine Shop Practice

2.1 General Precautions in Mechanical Engineering Laboratory and Machine Shop Practice

- a) During a laboratory experiment or practice, strictly follow the instructions and guidance of the instructor.
- b) During a laboratory experiment or practice, wear appropriate work clothing whenever possible. Wear shoes to ensure safety. Do not work while wearing slippers or sandals.
- c) During work involving operation of a machine, do not wear gloves unless absolutely necessary. To avoid being caught in a running machine, wear tight clothing; and wear a cap whenever possible.
- d) When necessary, wear personal protective equipment including protective goggles.
- e) Keep the laboratory or machine shop organized and clean. This is necessary for ensuring safety as well as improving efficiency in work.
- f) During experiments that involve wiring work and use of electrical energy, be very careful to avoid electric shock. An electric shock even at lower voltage can damage other apparatuses, cause injury, or, even worse, may lead to electrocution; therefore, be extremely careful to avoid electric shock. (See Sec. 1.2.)
- g) Handle an apparatus containing mercury very carefully so as not to damage it. Always handle mercury over a deep tray filled with water. If mercury has spilt, carefully inspect the area, and remove the spill with a syringe or dropper. For disposal of recovered mercury, seek advice from the person responsible for management of the laboratory.
- h) Do not drain waste lubricant or washing oil into a dike or sewage. Temporarily store such waste in the laboratory, and request KIT Center for Environmental Science to dispose of the waste at regular intervals.

2.2 Handling of Mechanical Equipment

- a) As a rule, do not directly touch a running mechanical component. Do not be careless with even a small motor or machine while it is running.
- b) Even when the switch has been turned off, do not touch the movable parts with your hand before the machine has come to a full stop.
- c) Be sure to cover a moving machine component within the laboratory or a similar component with which a passer-by can come into contact.
- d) Be very careful even with a machine that is turned off since another person may switch it on.
- e) Be sure to stop a machine before starting work that involves direct contact with the machine, such as check, adjustment, inspection, and relubrication.
- f) When power blackout occurs, be sure to turn off the switches.
- g) When operating machines, strictly execute three actions—inspection, signaling and start. Also, when stopping machines, execute three actions—signaling, stop and check.
- h) When pointing at the motion or structure of a machine, NEVER use your finger; instead, use a pointing rod, etc.
- i) When a machine is equipped with a safety device, fully understand how to use the apparatus. Hazardous machines should have two or more safety devices. Do not operate any machine whose safety feature has failed.
- j) For safe handling of machines, it is desirable to develop standard operations, and accordingly implement training programs.
- k) Before operating an unfamiliar machine, first become familiar with its operating instructions.
- l) When not physically fit, do not handle machines.

2.3 機械工作および材料試験

2.3.1 一般的注意

- a) あらかじめ熟練者の指導を受ける等の方法により、機械、工具の使用法に習熟しておくこと。
- b) 実施責任者または熟練者の指示、指導に従うこと。
- c) 単に操作法のみならず、工作材料、形状の種別による危険の発生に注意すること。
- d) 作業途中で機械から離れるときは、必ず機械を止めること。
- e) 切削くずなどの処理は必ず鉄棒、ブラシなどの用具を使い、素手で行ってはならない。
- f) 切削くずが詰まったり、故障したりして機械が停止した場合は、必ずスイッチを切って十分注意して点検すること。
- g) 被工作物はそれぞれの機械の所定の位置にしっかりと取り付けること。被工作物の固定が不完全なために大事故を起こすことが多い。
- h) 溶接（電気、ガス）は有資格者または熟練者以外に行ってはならない。

2.3.2 工作機械

- a) 旋盤
 - (1) 被工作物は偏心がないようにチャックに取り付け、強固に固定する。
 - (2) バイトは正しい位置に緩まないように取り付けること。
 - (3) 切削くずが眼に入るのを防ぐため防じん眼鏡を着用すること。
 - (4) 取り付け用ハンドルや工具を外してからスイッチを入れること。
 - (5) 無理な切込み、送り、切削速度を与えないこと。
 - (6) 加工中の計測やバイトの掃除は必ず機械を止めて行うこと。
 - (7) 切削くずは切削直後では相当な高温になっているので直接手を触れないこと。
- b) 形削盤
 - (1) 機械（万力等）の上に工具、材料、製品等を置かないこと。
 - (2) ラムの運転する範囲内に衝突する物のないことを確認する。
 - (3) ストロークの長さ、バイトの調整は機械を止めて行うこと。
 - (4) バイトはできるだけ短く、また被工作物は確実に取り付けること。
 - (5) 加工中はラムの運転方向に立たないこと。また、切削面に手を出さないこと。
- c) フライス盤
 - (1) 機械のテーブル上に工具、材料、製品、布片等を載せないこと。
 - (2) 切粉が飛散する材料の切削にはカッタ部分を囲うか、保護眼鏡をかけること。
 - (3) カッタに袖口を巻き込まれないようにすること。
 - (4) カッタの注油は上から行うこと。
 - (5) 切削中は切粉に手を触れないこと。
 - (6) 回転中の刃物軸（アーバ）ごしに手を伸ばして工具を取らないこと。
 - (7) 切粉は手に刺さり易いので注意する。けがき線を見ようとして切粉を指先で払ってはいけない。ブラシを必ず使うこと。
 - (8) 早送りは特に注意すること（早送りを止めても送りは動いている。）
 - (9) 測定は必ず回転を止めてから行うこと。

2.3 Machining Processes and Material Tests

2.3.1 General precautions

- a) Be fully familiar with usage of the machine and cutting tools in advance, for example, through instruction from an experienced operator.
- b) Follow the instructions and guidance of the supervisor or experienced operator.
- c) Always be aware of possible hazards arising from the material type and shape of the workpiece as well as the operating method.
- d) If leaving the machine during a machining process, be sure to stop the machine.
- e) Remove chips, etc. with an iron bar, steel brush, or other appropriate utensils. Do not remove chips with your bare hand.
- f) If the machine has stopped owing to jammed chips or its own failure, be sure to turn off its power switch. Only then, carefully inspect it.
- g) Securely install a workpiece to the appropriate location of each machine. A workpiece not securely installed can often cause severe accidents.
- h) Welding (arc, gas) may be done only by an authorized or experienced person.

2.3.2 Machine tools

- a) Turning machine (lathe)
 - (1) Mount a workpiece to the chuck, making sure it is not eccentric, and firmly tighten the chuck.
 - (2) Securely install the cutting tool to the correct location so that it will not loosen.
 - (3) To prevent chips from coming into contact with eyes, wear protective goggles.
 - (4) Remove the handle and tools for mounting the cutting tool, and only then turn on the power switch.
 - (5) Avoid excessively high infeed speed, feed speed, or cutting speed.
 - (6) Before taking measurements of the workpiece being machined and cleaning the cutting tool during the machining operation, be sure to stop the machine.
 - (7) Immediately after the cutting operation, chips are still fairly hot. Do not directly touch them with your bare hand.
- b) Shaping machine
 - (1) Do not place a cutting tool, blank workpiece, products, etc. on the machine (vice, etc.).
 - (2) Before the shaping operation, make sure there is no obstacle within the operating stroke range of the ram.
 - (3) Before adjusting the stroke length and cutting tool, be sure to stop the machine.
 - (4) Keep the exposed portion of the tool as short as possible, and securely install the blank workpiece.
 - (5) During the shaping operation, do not stand in the feed direction of the ram. Do not reach toward the cut face.
- c) Milling machine
 - (1) Do not place a cutting tool, blank workpiece, products, factory cloth, etc. on the machine table.
 - (2) When cutting a material whose chips tend to fly, enclose the cutter or wear protective goggles.
 - (3) Avoid loose cuffs. Loose clothing can be caught by the running cutter.
 - (4) Feed oil to the cutter from directly above it.
 - (5) During the milling operation, do not directly touch the chips.
 - (6) Do not reach toward a cutting tool by hand over the running milling spindle (arbor).
 - (7) Remember that chips can readily cut into hands and fingers. Do not remove chips from the workpiece in process with fingers when viewing the scribed line on the workpiece. Use a brush for this purpose.
 - (8) Be extremely careful during rapid feed (feed will continue even after rapid feed has been terminated).
 - (9) Before taking measurements of the workpiece, be sure to stop rotation of the cutting tool.

d) 研削盤（グラインダー）

- (1) 使用前に、研削砥石と受台との隙間を常に 3mm 以内に保つこと。受台の調整は砥石の回転を止めてからすること。
- (2) 防じんガラス、また防じん眼鏡を必ず使用すること。
- (3) 平型砥石の側面は使用しないこと。（砥石は側面に弱い。）
- (4) 砥石の取り替えは、係員以外の者がしてはならない。（砥石はハンマーテスト、バランステスト、3 分間の試運転をしてから使用する。）
- (5) スイッチを入れて、十分に回転が上がってから使用すること。
- (6) 研削加工時に砥石の回転方向前面に立ち入らないこと。
- (7) 重い物は手持ちで作業せず、なるべくポータブルグラインダーを使用すること。
- (8) 砥石の目直し、形直しを怠らないこと。（形の不規則な砥石は砕けやすい。）
- (9) 小物、薄物を研削するときは十分注意すること。（材料がはねられる恐れがある。）

e) ボール盤

- (1) 回転している主軸やドリルには、手を触れたり、顔を近づけたりしないこと。
- (2) 工作物は確実に取り付け、無理な取り付け方をしないこと。また取付け取り外しに際しては、回転を必ず停止してから行うこと。穴あけや、穴あけのあとドリルを戻すとき工作物が振り回されやすいので気を付けること。薄板、銅合金は振り回されやすいので注意すること。（薄物の穴あけには木片を敷き、これと一体にして穴をあけること。）
- (3) ドリルの取付け取り外しが終わったならば、チャックハンドルを必ず抜き取っておくこと。
- (4) 切削中切粉は素手でつかんだりせず、ブラシ、払い棒を使用すること。
- (5) ドリルが折損などしないように、切削条件、ドリルの切刃の状態と切味、工作物の固定の仕方などに気を配って作業を進めること。
- (6) ドリルの大きさに見合った回転速度で使用する。

f) 帯鋸盤

- (1) スイッチを入れてから徐々に回転を上げ、作業終了後は回転を下げてから、機械を停止すること。（注：無段変速機構のため、停止中は変速しないこと。）
- (2) 鋸刃のゆるみ具合、定盤の鋸刃押さえの間隔などを調整してから作業をすること。
- (3) 切削中に異常（帯鋸刃の折損、刃が欠ける、刃が止まるなど）があった時は、ただちにスイッチを切り、係員に連絡すること。
- (4) 鋸刃に注油してはならない。
- (5) 巻き込まれる危険があるので、丸棒を切断してはならない。
- (6) 極めて小さい弧はひかないこと。材料をあまりねじらないように注意すること。
- (7) 切り出す前に装置上部の表示板にて材質、切削速度、押す具合を確認してから切断すること。

g) 高速切断機

- (1) 切断する材料などは確実に万力に取り付け、締付け具合を確認すること。
- (2) スイッチを入れ完全に回転が上がったことを確認してから切断を開始すること。
- (3) 砥石車が回転中に材料の取り外しをしないこと。
- (4) 切断中は、むやみに力を入れてハンドルを下へ押さないこと。
- (5) 切断された材料は摩擦熱で高温になっているから、取扱いに十分注意すること。
- (6) 切断する時、火花に注意し砥石の前後に立たないこと（砥石の破片でけがをする）。
- (7) 薄く切るときは、砥石が曲がって割れやすいので注意すること。

d) Grinding machine (grinder)

- (1) Before using a grinding wheel, make sure that the clearance between the grinding wheel and spindle guide always remains within 3 mm. Before adjusting the spindle guide, allow the grinding wheel to fully stop.
- (2) Always use protective glasses or wear protective goggles.
- (3) Do not utilize the side face of a straight grinding wheel (a grinding wheel is vulnerable when a heavy load acts on its side).
- (4) Only an authorized person can replace a grinding wheel. (Before using a grinding wheel for actual grinding operation, verify its soundness through hammer test, balance test, and 3-minute test run.)
- (5) Turn on the power switch of the machine. Only after the machine has fully accelerated, begin the grinding operation.
- (6) During the grinding operation, do not stand in front of the running grinding wheel.
- (7) Do not hold a heavy item by hand for grinding. Instead, use a portable grinder, whenever possible.
- (8) Always keep the grinding wheel in good condition through dressing and truing. (A grinding wheel of non-normal shape can fracture.)
- (9) When grinding a very small or thin blank workpiece, be extremely careful (the workpiece can be kicked away).

e) Drilling machine

- (1) Do not touch the running main spindle and drill or look at them from a very short distance.
- (2) Securely mount the blank workpiece; be sure to avoid unsafe installation. Before installing or removing a blank workpiece, be sure to fully stop the main spindle. Remember that during drilling or when the drill is removed from the workpiece after drilling, the workpiece can rotate, possibly posing an injury hazard. Remember that a thin sheet workpiece or copper alloy workpiece can be easily rotated by the running drill. (When drilling a hole in a thin sheet workpiece, place a piece of wooden board on the drilling table, and place the workpiece, and then make a hole that penetrates the workpiece and reaches into the wooden board.)
- (3) After completion of installation or removal of a drill, be sure to draw off the chuck handle.
- (4) During the drilling operation, do not pick up chips with your bare hand, and instead use a steel brush or chip removal stick.
- (5) To avoid damage to the drill, such as fracture, execute the drilling operation while optimizing cutting conditions, quality and sharpness of the drill cutting edges, and how secure the workpiece is mounted.
- (6) Run the drilling machine at a speed suitable for the size of drill used.

f) Bandsawing machine

- (1) Turn on the power switch, and then gradually increase the bandsaw blade speed. When the sawing operation is complete, gradually reduce the bandsaw blade speed, and then stop the machine. (NOTE: The machine is equipped with a variable speed-change system; therefore, do not attempt to change speed while the machine is at a standstill.)
- (2) Correct loosening of the bandsaw, intervals of bandsaw holders on the surface table, make other adjustments, and only then start the sawing operation.
- (3) When any abnormality (fracture of bandsaw, chipped blade, jammed bandsaw, etc.) occurs, immediately turn off the power supply to the machine, and report the situation to a supervisor.
- (4) Do not apply oil to the bandsaw.
- (5) Do not cut a round bar, because the operator and/or workpiece can be caught by the moving bandsaw.
- (6) Do not cut an extremely small arc pattern; be careful not to twist a workpiece too much.
- (7) Before starting a cut-off operation, check the indication on the display at the top of the machine for material type, cutting speed, and infeed pattern. Only then, start the cutting operation.

g) High speed cut-off grinding machine

- (1) Correctly install the blank workpiece in the vice, and be sure to fully tighten the vice.
- (2) Turn on the power switch, and allow the machine to reach the operating speed. Only then, begin the cutting operation.
- (3) Do not unload the workpiece while the cutting grinding wheel is still revolving.
- (4) During cutting, do not apply excessive downward force to the handle.
- (5) Immediately after the cutting operation, the cut-off material is still hot owing to friction heat. Handle it very carefully.
- (6) During cutting, be careful of sparks. Do not stand in front of or behind the running wheel (to avoid injury from fragments).
- (7) When cutting to obtain thin products, the cutting grinding wheel can be skewed and fractured. Gently apply force to the workpiece.

h) 高速砥石切断機

- (1) 切断する材料などは確実に万力に取り付け、締付け具合を確認する。
- (2) スイッチを入れてから、砥石の回転が完全に上がったこと、および砥石のガタ、異常な音がない事を確認してから切断を開始すること。
- (3) カットメータを見ながら切断すること（無理をすると砥石が割れる。）
- (4) 材質にあった砥石を使用すること。

i) マシンニングセンタ

- (1) 機械の操作は、十分に訓練を受けた者が一人で行うこと。二人以上で作業しなければならない場合は、お互いに合図しあって十分に注意すること。
- (2) 機械を運転する時には、可動部に人がいないか、障害物がないかを確認すること。
- (3) 機械運転中は、すべてのドアを閉めること。
- (4) 保護カバーやインターロック、その他の安全装置を取り外したままで、機械を使用しないこと。
- (5) 機械運転中は可動部分には絶対触れたり、近づかないこと。
- (6) 自動運転中は、むやみに各スイッチやボタンに触れないこと。
- (7) 加工が完了して、ワークを交換する時は、サイクルスタートのランプが消え、プログラムエンドランプが点灯してから交換すること。

j) レーザ加工機

- (1) レーザ加工機を使用する場合には、この安全の手引「Ⅱ.5 レーザ・紫外線を用いる実験の一般的注意」を熟読しておくこと。
- (2) 加工対象物の材質については、機械の管理者と相談すること。
- (3) 機械の操作は、十分に訓練を受けた者が一人で行うこと。二人以上で作業しなければならない場合は、お互いに合図しあって十分に注意すること。
- (4) 機械を運転する前に、排気装置が稼働していることを確認すること。
- (5) 常時、保護眼鏡を着用すること。
- (6) 機械を運転する時には、安全柵内に人がいないか、障害物がないかを確認すること。
- (7) 機械運転中は絶対に安全柵内に入らないこと。また、加工物に絶対に触れないこと。
- (8) 光学部品の分解・調整は、管理者以外絶対に行ってはならない。

2.3.3 プレス機械

a) シャーリングマシン

- (1) 作業は必ず一人で行うこと。共同作業者がいる場合は機械から 1m 以上離れること。
- (2) スイッチを入れる前に材料を入れないこと。機械が完全に回転してから使用すること。
- (3) 切断する時は、防止枠の内側に手を入れないこと。
- (4) 切断後の材料を取り出す場合は、スイッチを切り、機械が完全に停止してから行うこと。
- (5) 材料によって切断可能な板厚が異なるので、使用前に管理者に相談すること。

b) 熱間高速プレス

- (1) プレスが作動中は、圧縮工具の間に絶対に手を入れないこと。もし、圧縮工具の間に手を入れる必要が生じた場合には、スイッチを切り、機械が完全に停止してから、上下工具間にスペーサー（木片）をかませた後に行う。
- (2) 直径に比べて高さが高く不安定な（座屈しやすい）ものや、もろく破壊する恐れのある材料を圧縮する場合には、防護カバーをして試験片が飛び散らないようにすること。

- h) Abrasive cut-off machine
 - (1) Securely install a blank workpiece, etc. to the vice, and check that the vice has been fully tightened.
 - (2) Turn on the power switch. Allow the cutting grinding wheel to fully reach the operating speed, then check that the grinding wheel is free from imbalance or abnormal noise. Only then, begin the cutting operation.
 - (3) Execute cutting while monitoring the cut meter (application of excessive force can cause the cutting grinding wheel to fracture).
 - (4) Only use a cutting grinding wheel suitable for the material of the workpiece.
- i) Machining center
 - (1) Only one fully trained operator should operate the machine. If a particular task needs two or more persons, keep signaling to each other to ensure safety.
 - (2) Before operating the machine, make sure that there is no person or interfering object on or around the moving parts.
 - (3) Keep all the doors closed while the machine is running.
 - (4) NEVER operate the machine with safety devices removed (including protective covers, and interlock feature).
 - (5) While the machine is running, NEVER touch or approach the moving parts.
 - (6) During automatic operation, do not touch any switch or button unless an emergency situation occurs.
 - (7) When a machining cycle is complete, and the operator wishes to exchange the workpieces, be sure that the CYCLE START indicator lamp is turned off and the PROGRAM END indicator lamp is lit. Only then, exchange the machined workpiece for a blank workpiece.
- j) Laser processing machine
 - (1) Before operating a laser processing machine, carefully study “II.5 General Precautions for Experiments Involving Lasers/UV Irradiation” in this SAFETY GUIDE.
 - (2) Regarding the material of workpieces, the machine supervisor should be consulted.
 - (3) Only one fully trained operator should operate the machine. If a particular task needs two or more persons, keep signaling to each other to ensure safety.
 - (4) Before operating the machine, make sure that the exhaust system is operating.
 - (5) Always wear protective goggles.
 - (6) Before operating the machine, make sure that there is no person or interfering object within the safety fence.
 - (7) While the machine is operating, NEVER enter the area guarded by the safety fence. NEVER touch the workpiece.
 - (8) No person other than the supervisor is allowed to disassemble or adjust the optical components.

2.3.3 Press machine

- a) Shearing machine
 - (1) One operator has to operate the machine. A co-operator (if any) has to stand clear of the machine at least 1 m away.
 - (2) Do not load a workpiece before turning on the power switch. Start the cutting operation only after the machine has fully reached the operating speed.
 - (3) During shearing operation, NEVER reach within the guard by hand.
 - (4) When unloading the sheared material, turn off the power switch, allow the machine to come to a full stop. Only then, unload the product.
 - (5) The maximum allowable thickness of a blank workpiece can vary, depending on the material. Before operating the machine, consult the supervisor for technical assistance.
- b) High speed hot press
 - (1) While the press is operating, NEVER reach between the compression tools by hand. If it is absolutely necessary to reach between the compression tools by hand, be sure to turn off the power switch, and then allow the machine to fully stop. Only then, insert a chock (or equivalent wooden piece) between the upper and lower tools, and then conduct troubleshooting.
 - (2) There may be workpieces that are difficult to handle. Examples of such workpieces include a blank workpiece whose height is large relative to its diameter (prone to buckle) or a brittle, very fracture-prone material. When compressing this type of workpiece, provide a protective cover to contain possible splinters.

- (3) 荷重の急激な変動をさせないこと。
- (4) 加圧工具の一部に局所的な集中荷重を与えないこと。
- (5) 高速の場合は、保護カバーを使用すること。
- (6) 加熱装置を使用する場合は、電源端子などの絶縁が完全であることを確認すること。

c) 圧延機

- (1) 回転中のロールには、絶対に手を触れないこと。
- (2) 圧延中の試料には、素手で触れないこと。必要に応じて、適切な工具を使用すること。

2.3.4 材料試験機

- a) 機械が作動中は、圧縮工具の間に絶対に手を入れないこと。もし、圧縮工具の間に手を入れる必要が生じた場合には、スイッチを切り、機械が停止してから行うこと。
- b) 直径に比べて高さが高く不安定な（座屈しやすい）ものや、もろく破壊する恐れのある材料を圧縮する場合には、防護カバーをして試験片が飛び散らないようにすること。
- c) 荷重の急激な変動をさせないこと。
- d) 加圧工具の一部に局所的な集中荷重を与えないこと。
- e) 材料試験機を用いて長い柱の座屈実験など急激な破壊が予想される構造実験などを行う場合には、実験に習熟した管理者の指導のもとで行うこと。

2.3.5 クレーン

- a) クレーンの運転はクレーンの運転に関する特別教育修了者に限る。
- b) 玉掛作業は玉掛技能講習者が行うか、その指示により玉掛作業補助者が行う。

2.4 溶接（アーク溶接）

- a) 消火器を近くに置き、いつでも消火できる準備をしておくこと。また、近くに火のつきやすい物がないことを確かめること。（可燃性、引火性のあるものはその付近に置かないこと。）
- b) 溶接作業中は換気を行うこと。
- c) アセチレンガス溶接など他の溶接については、管理者（有資格者）に申し出ること。
- d) 溶接中は、強い紫外線が発生するので、必ず溶接用保護マスク、革手袋等で顔や手を保護すること。
- e) スパッタリングやスラグの飛散によって火傷をする場合があるので、革手袋のほか前掛け、そでカバー、足カバーを着用すること。
- f) むやみに材料に触れたり、ものを拾ったりしないこと（火傷をするときの多くの場合、その物が熱いように見えない。）

2.5 工作機械等の地震対策

工作機械（旋盤、フライス盤、形削盤、歯切盤、研削盤、コンターマシンなど）、材料試験機（引張試験機、万能試験機など）、塑性加工機（プレス、シャーリングマシン、圧延機など）、放電加工機、レーザ加工機など重量が大きく背の高い機器は、転倒するか転倒をまぬがれた場合でも飛び跳ねて移動する場合があるため、機器をパットで支えただけの設置方式では不十分である。これら重量の大きな機器についてはアンカーボルトで床に強固に固定すること。

- (3) Avoid rapid change in the load on the workpiece.
- (4) Avoid localized concentric load on any portion of the compression tool.
- (5) For high speed application, provide a protective cover.
- (6) Before operating a heater, make sure that the power terminals for the heater are reliably insulated.
- c) Rolling mill
 - (1) NEVER reach between the running rolls by hand.
 - (2) Do not touch a specimen being rolled by hand. Use an appropriate tool as necessary.

2.3.4 Material testing machine

- a) While the machine is running, NEVER reach between the compression tools by hand. If it is absolutely necessary to reach between the compression tools by hand, be sure to turn off the power switch, and then allow the machine to fully stop.
- b) There may be workpieces that are difficult to handle. Examples of such workpieces include a blank workpiece whose height is large relative to its diameter (prone to buckle) or a brittle, very fracture-prone material. When compressing this type of workpiece, provide a protective cover to contain possible splinters.
- c) Avoid rapid change in the load on the workpiece.
- d) Avoid localized concentric load on any portion of the compression tool.
- e) When a material testing machine is used to perform a structural test where violent fracture is expected, such as in a buckling test for a long column, perform the test under guidance of a supervisor experienced in this type of experiment.

2.3.5 Crane

- a) Only a crane operator who has completed a special training course for crane operation may operate the crane.
- b) Sling work must be performed by a person certified for sling work or by an assistant for sling work under the instructions of the certificate holder.

2.4 Welding (Arc Welding)

- a) Keep a fire extinguisher always at hand to be able to extinguish fire immediately. Make sure that there is no readily ignitable item near the place of welding. (Do not place a combustible or flammable item near the place of welding.)
- b) Maintain ventilation during welding.
- c) For other welding methods such as acetylene gas welding, contact the supervisor (authorized welder) for technical guidance.
- d) Welding generates powerful UV radiation. Always wear a welding protective mask, welding leather gloves, etc. to protect your face and hands.
- e) Burns can result owing to spatter and flying slag. For this reason, wear a welding apron, welding sleeves, and welding spats, in addition to welding leather gloves.
- f) Do not needlessly touch the workpiece or pick up objects (burns can often result from contact with an item that does not appear to be hot).

2.5 Earthquake-Proof Measures for Machine Tools, etc.

In the event of earthquake, heavy, tall machines such as machine tools (turning machine, milling machine, shaping machine, gear cutting machine, grinding machine, contouring machine, etc.), material testing machines (tension tester, universal tester, etc.), metal forming machines (press, shearing machine, rolling mill, etc.), electric discharge machine and laser processing machine can overturn; or, even if not overturning, they may be jolted up and down and around. Therefore, machine installation systems simply consisting of vibration damping pads for supporting machines are not insufficient. These heavy machines need to be securely fixed to the floor with anchor bolts.

Ⅱ.3 化学実験・実習における注意

3.1 実験における一般的注意

3.1.1 実験時の一般的注意

- ① 実験室は常に整理・整頓する。
- ② 薬品棚、試薬瓶、器具、手などは清潔に保つ習慣をつける。
- ③ 薬品棚は転倒防止及び薬品の落下防止措置をする。
- ④ 実験を行うときは適した服装（実験衣、安全眼鏡など）を着用する。履き物は足全体を被い、安全に歩行できるものを使用する。
- ⑤ 実験室内での飲食は厳禁である。
- ⑥ 端が破損したり、ひびが入ったガラス器具は使用しない。
- ⑦ 薬品に接触したり、その蒸気を吸わない。
- ⑧ できるだけ小スケールで実験を行い、取扱量を減らす。
- ⑨ 指導教員の注意を守り、決して無理をしない。特に深夜は1人で実験しない。
- ⑩ 実験廃液はその種類や量の多少に関らず、適正な処理を要するので、指導教員の指示を受ける（3.3 化学薬品の廃棄処理 参照）。
- ⑪ 実験・実習中に異常な臭気や音に気付いた時は、直ちに実験・実習を中断し、原因を調べる。また、指導教員に報告して、指示を受ける。

3.1.2 化学薬品による事故時の応急処置

下記は応急処置であり、処置後は速やかに医師の診察を受ける必要がある。

- (1) 眼に入ったとき
 - ・ 直ちに大量の清浄な流水で15分以上洗う。
 - ・ 特にアルカリは眼球を腐食するので、直ちに30分以上洗眼する。
- (2) 皮膚に付着したとき
 - ・ 直ちに汚染された衣装や靴などを脱がせて、付着又は接触部を多量の水で洗い流す。
 - ・ 特にアルカリ性物質はタンパク質を溶かして内部まで腐食するので、直ちに30分以上洗淨する。
 - ・ 酸やアルカリ性物質は皮膚のひだや毛髪の間に残ることが多いので、酸なら弱アルカリの溶液、アルカリなら2-3%の酢酸やレモン汁などで中和する。
- (3) 有毒ガスを吸入し中毒になったとき
 - ・ 頭痛やめまいがしたら、直ちに空気の新鮮な場所に移動する。
 - ・ まわりの人に有毒ガスが発生していることを知らせる。
 - ・ 中毒で倒れた場合は、患者を速やかに空気の新鮮な場所に移し、毛布等に包んで安静にさせる。嘔吐物は飲み込ませないようにする。
- (4) 飲み込んだとき
 - ・ 直ちに口の中を水で洗淨し、大量の水を飲ませる。
 - ・ 無理に吐かせない。
 - ・ 患者に意識がない場合は、口から何も与えてはならない。

II . 3 Precautions for Experiments and Laboratory Exercises in Chemistry

3.1 General Important Matters in Experiments

3.1.1 General precautions in experiments

- ① Keep the laboratory well-organized.
- ② Always keep storage cabinets, reagent bottles, laboratory instruments, your hands, etc. clean.
- ③ Provide the storage cabinets with anti-overturning and bottle-falling prevention measures.
- ④ When performing chemical experiments, always wear safe clothing (laboratory coat, protective goggles, etc.). Also, wear safe, comfortable footwear that covers the entire foot and allows the wearer to walk safely.
- ⑤ NEVER eat or drink within the laboratory.
- ⑥ Do not use glassware whose edge is chipped or cracked.
- ⑦ Do not touch a chemical or inhale the vapor of a chemical.
- ⑧ Perform experiments on the smallest possible scale in order to minimize the amount of chemicals handled.
- ⑨ Strictly follow the instructions of your advisor, and do not take risks. In particular, avoid experimenting alone at night.
- ⑩ Regardless of the type and amount, waste liquid occurring from any experiment has to be disposed of appropriately; follow the instructions of the advisor (see Sec. 3.3 “Disposal of Laboratory Chemicals”).
- ⑪ If you detect an abnormal odor and/or noise during an experiment or laboratory exercise, immediately interrupt the experiment or laboratory exercise, and investigate the cause. Also report the situation to the advisor to seek instructions.

3.1.2 First-aid care for accidents with chemicals

The responses described below are merely first-aid. After first-aid care, immediately seek medical attention.

- (1) Eye contact
 - Immediately rinse with plenty of clean running water for at least 15 minutes.
 - Alkali substances, in particular, can strongly corrode eyeballs; immediately rinse the eyes for at least 30 minutes.
- (2) Skin contact
 - Immediately remove the contaminated clothing, shoes, etc., and rinse the adhering or contacted area of the skin with plenty of water.
 - Alkali substances, in particular, can dissolve protein and corrode deeply; immediately rinse for at least 30 minutes.
 - Acid or alkali substances often remain in skin folds or between hairs. Neutralize an acid substance with mild alkali solution, and an alkali substance with 2 to 3% acetic acid or lemon juice.
- (3) Intoxication resulting from inhalation of toxic gas
 - If the victim has headache or dizziness, immediately move the victim to a location with fresh air.
 - Warn nearby people that toxic gas is present.
 - If the victim has collapsed from gas poisoning, immediately move the victim to a location with fresh air. Wrap the victim with a blanket or similar item, and allow the victim to rest. Do not allow the victim to swallow his/her vomit.
- (4) When swallowed
 - Immediately have the victim rinse his/her mouth with water, and have him/her drink large amounts of water.
 - Do not force the victim to vomit.
 - If the victim is unconscious, do not orally administer anything.

3.2 化学薬品の取扱い

化学物質の多くは法規制を受ける毒物・危険物・有害物であり、取り扱いを誤ると重大な事故や疾患につながる場合がある。表 II -3.1「危険化学物質の分類と取扱い方」を参考にし、個々の薬品については SDS や文献を確認のうえ、指導者の注意に従い、取り扱いには万全を期す必要がある。

なお、実験室で取り扱う化学薬品は、医薬品やサンプルキット商品等を除き、原則入手時に、全て化学物質・高圧ガス管理システム（以下「KITCRIS」と記す。）へ入庫登録する。また、使用・廃棄・管理換えがあったときは、KITCRIS へ入出庫登録を行い、年に 1 回以上の棚卸しを実施することで正確に在庫管理しなければならない。化学物質の管理手順については、環境安全マネジメントシステム関連文書（第 2 巻）＞化学物質管理手順書（20-25 頁）、環境安全保健委員会 HP ＞化学物質管理 を参照すること。

- ・環境安全マネジメントシステム関連文書（第 2 巻） http://www.ems.kit.ac.jp/05/ESMS_02.pdf
- ・環境安全保健委員会 HP ＞化学物質管理 <http://www.cis.kit.ac.jp/~shisetsu/anzen/03.html>
（いずれも学内者専用）

表 II-3.1 危険化学物質の分類と取扱い方

危険性区分	代表的物質	危険の種類および程度	取扱い
発火性 禁水性	金属カリウム、金属ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、黄りん、アルカリ金属及びアルカリ土類金属、有機金属化合物、金属の水素化物、金属のりん化合物、シラン、ジボラン	空気又は水と接触することにより発火又は可燃性ガスを発生する物質	空気に直接触れさせないようにして密封し、外の危険薬品と隔離して貯蔵すること。ナトリウム、カリウムは石油中に、黄りんは水中に貯蔵すること。試薬の取扱いには適当な器具を用い、皮膚に触れさせないこと。
引火性	メタン、アセチレン、プロパン、水素、二硫化炭素、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルアミン、ピリジン、酢酸エチル、アセトン、メタノール、エタノール、ヘキサン、石油、ガソリン、ジエチルエーテル	可燃性ガスまたは引火点 30℃未満の物質	着火源があると常温で引火するので、火気厳禁、ガスまたは蒸気洩れに注意しないと、ガス爆発の危険あり。大きな容器から移すときは、室外の日陰で行うこと。
可燃性	硫化りん、赤りん、硫黄、鉄粉、金属粉、マグネシウム	通常環境において着火した場合に燃焼が継続する物質	酸化剤と接触させないこと。金属粉は水や酸と反応するのでこれらと接触させないこと。
爆発性	ニトログリコール、トリニトロベンゼン、ピクリン酸、アジ化ナトリウム、過酸化ベンゾイル、アセチレン化合物、酸化エチレン、過酸化水素	物質自体が発熱的に分解する物質（燃料成分と酸化剤成分が同じ分子内にある）	強い衝撃や摩擦を与えないようにし、火気や加熱を禁ずる。できるだけ少量を扱い、多量の貯蔵又は取扱いを禁ずる。
酸化性	塩素酸カリウム、過塩素酸、過酸化バリウム、亜硫酸ナトリウム、酸素、過マンガン酸カリウム、過酸化水素	加熱や衝撃などにより分解して酸素を放出し他の可燃物を燃焼させやすい物質	還元性の強い物質又は全ての有機物との混合又は接触を避けること（混合危険）。酸化性の塩類と強酸は混合してはいけない。強い衝撃、摩擦、加熱を避けること。
強酸性	硫酸、硝酸、クロロスルホン酸、フッ化水素、クロロ酢酸、ギ酸	有機物や還元性物質と混合すると発熱・発火し、強酸性物質と混合すると爆発する物質	ガラス瓶中に入れ密栓すること。
腐食性	アンモニア水、過マンガン酸カリウム、硝酸銀、サリチル酸、クレゾール、ハロゲン、アミン類、水酸化ナトリウム	人体に接触したとき皮膚や粘膜を強く刺激し損傷する物質	眼に入ると激痛、時に失明する。直接触れないこと。衣服についたらすぐに着替えること。
有毒性	ハロゲン、水銀、アニリン、酸化ベリリウム、酸化エチレン、ニコチン、カルコゲナイド、ヒ素化合物、ベリリウム	経口致死量 50mg 未満の物質（毒物）	ガス又は蒸気を吸収してはならない。皮膚からも吸収されることがあるので、直接に触れないこと。多量に取り扱うときはドラフト中で行うこと。取扱い後は手をよく洗うこと。
有害性	クロム酸鉛、酸化鉛、酢酸鉛、臭化カドミウム、トリクロロエチレン、トルエン、ペンタクロロフェノール、ピクリン酸、キシレン、アルデヒド類	経口致死量 50mg 以上 300mg 未満の物質（劇物）	吸入、接触及び口の中に入れることを避けること。一時に多量を体内に摂取しない限り急性中毒をおこさないが、長時間にわたると慢性中毒を起こす恐れがある。
放射性	酸化トリウム、硝酸ウラニル、フッ化ウラン、ウラン、酸化ウラン	原子核壊変によって電離放射線を放出する核種を含む物質	皮膚に触れたり、口の中に入れて粉末を吸収することのないよう、多量の取扱いや貯蔵をしないこと。

3.2 Handling of Laboratory Chemicals

In principle, all chemicals handled in the laboratory, except for pharmaceuticals and sample kit products, must be registered as stock, with the Chemical Registration Information System (hereinafter referred to as "KITCRIS") when they are obtained. In addition, whenever there is a change in their use, disposal, or management, that altered inventory must be registered with KITCRIS, and accurately managed by conducting an inventory at least once a year. For management procedures of chemical substances, have a Japanese speaker refer to the document on the Environmental and Safety Management System (Volume 2)> Procedures for Chemical Substance Management (pages 20-25), and the website of the Safety, Health and Environment Committee> See: Chemical Substance Management.

- Environmental Safety Management System manual. Vol. 2
http://www.ems.kit.ac.jp/05/ESMS_02.pdf
- Safety, Health and Environment Committee website > Chemical Substance Management
<http://www.cis.kit.ac.jp/~shisetsu/anzen/03.html>
 (KIT personnel access only. The information above is only available in Japanese.)

Table II-3.1 Classifications and Handling Methods of Hazardous Chemical Substances

Hazard classification	Typical substances	Type of hazard and possible severity of outcome	Recommended handling
Pyrophoric Water-reactive	Metal potassium, metal sodium, alkyl aluminum, alkyl lithium, white phosphorous, alkali metals and alkali earth metals, organic metal compounds, metal hydrides, organic phosphides, silane, diborane	Material that, when coming into contact with air or water, can ignite, or generate combustible gas.	Store in a sealed container to avoid direct contact with air, isolated from other hazardous chemicals. Store sodium or potassium in petroleum, white phosphorus in water. When handling a reagent, use an appropriate instrument to avoid direct skin contact.
Flammable	Methane, acetylene, propane, hydrogen, carbon disulfide, benzene, toluene, xylene, ethylamine, pyridine, ethyl acetate, acetone, methanol, ethanol, hexane, petroleum, gasoline, diethyl ether	Combustible gas, or material whose flash point is lower than 30°C.	The material can catch fire at ordinary temperature if there is an ignition source; therefore, avoid coming in contact with flames. Accidental leakage of gas or vapor can pose a hazard of gas explosion. When transferring from a larger container to a smaller container, do it in the shade outdoors.
Combustible	Phosphorus sulfide, red phosphorus, sulfur, iron powder, metal powder, magnesium	Material that, if ignited in normal environments, can continually combust.	Do not allow to come into contact with an oxidizing agent. Metal powder can react with water or acid; avoid contact with water or acid.
Explosive	Nitroglycol, trinitrobenzene, picric acid, sodium azide, benzoyl peroxide, acetylene compounds, ethylene oxide, hydrogen peroxide	Material that can degrade without external assist, generating heat (one molecule includes both fuel component and oxidizing agent component).	Avoid strong impacts and friction. Strictly avoid open flame or heating. Handle only the smallest possible amount. Do not store or handle large amounts of material.
Oxidative	Potassium chlorate, perchloric acid, barium peroxide, sodium sulfite, oxygen, potassium permanganate, hydrogen peroxide	Material that, upon heating and/or impact, is decomposed, releasing oxygen, possibly helping other combustible materials to burn.	Avoid mixing or contact with a highly reductive substance or any organic substance (mixing hazard). Do not mix oxidizing salt with strong acid. Avoid strong impacts, friction and heating.
Strongly acidic	Sulfuric acid, nitric acid, chlorosulfuric acid, hydrogen fluoride, chloroacetic acid, formic acid	Material that, when mixed with organic substances or reducing substances, can generate heat and/or ignite; when mixed with strong acidic substances, can explode.	Contain in a glass bottle, tightly sealed.
Corrosive	Aqueous ammonia, potassium permanganate, silver nitrate, salicylic acid, cresol, halogen, amines, sodium hydroxide	Material that, when coming into contact with the human body, can strongly irritate and damage the victim's skin and/or mucous membranes.	Eye contact will cause severe pain, or even loss of sight. Do not directly touch. In case of contact with clothing, immediately change clothes.
Toxic	Halogen, mercury, aniline, beryllium oxide, ethylene oxide, nicotine, calcogenide, arsenic compounds, beryllium	Material whose oral lethal dose is less than 50 mg (poisonous substance)	Do not inhale gas or vapor. Toxic material may be absorbed through skin; therefore, do not directly touch. If handling of large amounts of material is necessary, do it only in a fume hood. After completion of handling, thoroughly wash your hands.
Hazardous	Lead chromate, lead oxide, lead acetate, cadmium bromide, trichloroethylene, toluene, pentachlorophenol, picric acid, xylene, aldehydes	Material whose oral lethal dose ranges from 50 mg or greater, to less than 300 mg (deleterious substance)	Do not inhale, touch or intake orally. Acute poisoning will occur only if a person consumes large amounts of material at one time. However, prolonged intake can lead to chronic poisoning.
Radioactive	Thorium oxide, uranyl nitrate, uranium fluoride, uranium, uranium oxide	Material that includes nuclides that, upon radioactive disintegration, can release ionizing radiation.	Avoid handling or storage of large amounts of material in order to prevent intake of powder through direct contact with skin or oral intake.

3.2.1 危険物（燃焼性物質）

有機試薬類の多くは可燃性であり、また、無機物の中にも可燃性のものや酸化性で、他の化合物の燃焼を引き起こす化合物がある。これらはいずれも危険物として「消防法」で貯蔵量や取扱方法が規制されている。「消防法」では危険物（燃焼性物質）をその形状や特徴に基づいて第1類から第6類に分けている（表Ⅱ-3.2参照）。これらの危険物はその類ごとに異なった場所に保管されなければならない、12号館南の第1危険物貯蔵所及び2号館北棟南側の第2危険物貯蔵所に、各類ごと別室に保管されており、有資格者（危険物取扱者）の立ち会いの下でのみこれらの危険物の取扱いが許されている。

危険物の一般的な注意は以下の通りである。

- ① 実験で取り扱う薬品は引火・発火しやすいので、周囲に火気がないのを確認する。
- ② 薬品に着火したらまず消火はできないと考えよ。火が出たなら周囲の可燃物を遠ざけて、消火器等で火勢が強まらないようにし、鎮火を待つのがよい。
- ③ 第1、6類の酸化物を有機物と混合すると爆発するので注意する。
- ④ 第2、3類の自然発火物は取扱いだけでなく使用後の後始末にも十分な配慮をする。
- ⑤ ジエチルエーテルは沸点が低く引火しやすいので特に注意を要する（バーナー、ストーブ、たばこ、電気スイッチ等）。
- ⑥ 第5類の爆発性物質には急激な加熱、ショックを与えない。金属製器具は過酸化物の分解を促進する。
- ⑦ 有機廃液の一部も燃焼性があり、その保管には十分な注意を払う。

表Ⅱ-3.2 消防法による危険物の分類と取扱い方

第1類	酸化性固体	塩素酸塩類、過塩素酸塩類、無機過酸化物、亜塩素酸塩類、臭素酸塩類、硝酸塩類、ヨウ素酸塩類、過マンガン酸塩類、重クロム酸塩類、等		
第2類	可燃性固体	硫化リン、赤リン、硫黄、鉄粉、金属粉、マグネシウム、等 引火性固体		
第3類	自然発火性及び禁水性物質	カリウム、ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、黄リン、アルカリ金属及びアルカリ土類金属、有機金属化学物、金属の水素化物、金属のリン化物、等		
第4類	引火性液体	特殊引火物	ジエチルエーテル 石油エーテル 二硫化炭素	その他1気圧において発火点が100℃以下、または引火点が-20℃以下で沸点が40℃以下のもの
		第一石油類	アセトン ベンゼン 酢酸エチル	その他1気圧において引火点が21℃未満のもの。
		アルコール類	メタノール エタノール 2-プロパノール	その他炭素数が1～3の飽和1価アルコール
		第二石油類	灯油、軽油	その他1気圧において引火点が21℃以上70℃未満のもの
		第三石油類	重油 クレオソート油	その他1気圧において引火点が70℃以上200℃未満のもの
		第四石油類	ギヤー油 シリンダー油	その他引火点が200℃以上250℃未満のもの
		動植物油類	白絞油等	
第5類	自己反応性物質	有機過酸化物、硝酸エステル類、ニトロ化合物、ニトロソ化合物、アゾ化合物、ジアゾ化合物、ヒドラジンの誘導体、等		
第6類	酸化性液体	過塩素酸、過酸化水素、硝酸、等		

3.2.1 Hazardous materials (combustible substances)

Many organic reagents are combustible. In addition, certain inorganic substances are combustible and/or oxidative and can trigger combustion of other compounds. These organic and inorganic substances are classified as hazardous materials, and their permissible amounts for storage and handling methods are regulated by the Fire Service Law of Japan. The Fire Service Law classifies the hazardous materials (combustible substances) into Groups 1 through 6 according to their appearance and characteristics (see Table II-3.2). These hazardous materials need to be stored separately by group. In KIT, they are stored in Hazardous Materials Storage Shed No. 1 located south of Building No. 12 and Hazardous Materials Storage Shed No. 2 south of Building No. 2 North Wing, each group being stored in a separate room; these hazardous materials may be handled only in the presence of an authorized person (hazardous materials engineer).

General precautions concerning hazardous materials are summarized below:

- ① Laboratory chemicals used in experiments are often inflammable or ignitable; make sure that there is no open flame near any laboratory chemicals.
- ② Remember that once a laboratory chemical catches fire, there is little, if any, chance of extinguishing the fire. If any laboratory chemical starts burning, move nearby combustible materials to a safe place, then use a fire extinguisher to prevent further intensification of the fire and allow the fire to go out by itself.
- ③ Strictly avoid mixing a Group 1 or 6 oxide with an organic substance; otherwise, explosion will occur.
- ④ Be extremely careful with Group 2 or 3 spontaneously combustible substances, not only in handling but also with regard to disposal.
- ⑤ Particular caution is necessary when handling diethyl ether because this substance has a low boiling point and readily catches fire (easily ignited by burners, stoves, cigarettes, electric switches, etc.).
- ⑥ **NEVER** apply sudden heating or shock to any Group 5 explosive material. Remember that a metal instrument can promote decomposition of peroxides.
- ⑦ Organic waste liquid is also a hazardous material. Remain very careful in storing this type of waste.

Table II-3.2 Fire Service Law classifications and handling methods for hazardous materials

Group 1	Oxidizing solids	Chlorates, perchlorates, inorganic peroxides, chlorites, bromates, nitrates, iodates, permanganates, dichromates, etc.		
Group 2	Combustible solids	Inflammable solids including phosphorus sulfide, red phosphorus, sulfur, iron powder, metal powder, and magnesium		
Group 3	Spontaneously combustible substances and water-reactive substances	Potassium, sodium, alkyl aluminum, alkyl lithium, white phosphorous, alkali metals and alkali earth metals, organic metal compounds, metal hydrides, organic phosphides, etc.		
Group 4	Inflammable liquids	Special inflammable materials	Diethyl ether Petroleum ether Carbon disulfide	Other materials whose flash point at 1 atm is not higher than 100°C, or whose flash point is -20°C or below with a boiling point of 40°C or below.
		Class 1 petroleums	Acetone Benzene Ethyl acetate	Other materials whose flash point at 1 atm is lower than 21°C.
		Alcohols	Methanol Ethanol 2-propanol	Other saturated monovalent alcohols whose carbon number is in the range of 1 to 3.
		Class 2 petroleums	Kerosene, light oil	Other materials whose flash point at 1 atm is not lower than 21°C and lower than 70°C.
		Class 3 petroleums	Heavy oil Creosote oil	Other materials whose flash point at 1 atm is not lower than 70°C and lower than 200°C.
		Class 4 petroleums	Gear oil Cylinder oil	Other materials whose flash point is not lower than 200°C and lower than 250°C.
		Oils extracted from animals and plants	<i>Shirashime</i> oil (refined canola oil), etc.	
Group 5	Self-reactive substances	Organic peroxides, nitrates, nitro compounds, nitroso compounds, azo compounds, diazo compounds, hydrazine derivatives, etc.		
Group 6	Oxidizing liquids	Perchloric acid, hydrogen peroxide, nitric acid, etc.		

3.2.2 毒物及び劇物（有害性物質）

毒物及び劇物

毒物及び劇物とは、「毒物及び劇物取締法」（以下「法」という）により指定された物質で、日常流通する有用な化学物質のうち、急性毒性による健康被害が発生するおそれが高く、特に取扱に注意を要する物質である。

(1) 毒物

シアン化ナトリウム、水銀、四アルキル鉛、セレン、砒素、フッ化水素、アジ化ナトリウム、2-メルカプトエタノール、アリルアルコール、ホスゲンなど。
経口判定基準：致死量が体重 1kg につき 50mg 以下。

(2) 劇物

アクリルニトリル、アンモニア、塩化水素、クロロホルム、硫酸、メタノール、トルエン、酢酸エチル、ホルムアルデヒドなど。
経口判定基準：致死量が体重 1kg につき 50 ～ 300mg。

毒物及び劇物の管理方法

毒物及び劇物は、「法」及び「京都工芸繊維大学毒物・劇物管理要項」に従って適正に管理する。以下に具体的管理手順を示す。

毒物及び劇物の管理体制

総括毒物劇物管理責任者（総括管理責任者）：環境安全保健委員会委員長

本学の毒物及び劇物の管理全体について総括し、管理責任者及び使用責任者の業務を総理する。

毒物劇物管理責任者（管理責任者）：毒物又は劇物を使用する課程等の長
使用責任者の業務を監督する。

毒物劇物使用責任者（使用責任者）：管理責任者の推薦に基づき、総括管理責任者が任命
管理責任者の指示に従い当該研究室等における毒物及び劇物を適正に管理する。

使用者：本学において毒物及び劇物を使用する者

使用責任者の指導等に従い、毒物及び劇物の適正な管理及び使用を行う。

毒物及び劇物に関する注意事項

- ① 毒物及び劇物は、一般の薬品と区別し、金属製等の堅固な構造で施錠機能を有する保管庫に保管すること。
- ② 毒物及び劇物は、それぞれ専用の保管庫で管理すること。
- ③ 毒物及び劇物の保管に当たっては、混合若しくは接触等による発火又は有毒ガスの発生等を防止するために必要な措置を講ずること。
- ④ 保管庫には、毒物及び劇物の盗難、紛失等を防止するための施錠を行い、鍵は管理責任者又は使用責任者が定位置に収納し、厳重に管理すること。
- ⑤ 保管庫の鍵は複製してはならない。
- ⑥ 保管庫は床等に固定するとともに、毒物及び劇物の容器の転倒及び転落を防止するための措置を講ずること。
- ⑦ 毒物及び劇物を入手、使用、廃棄又は管理換えしたときは、KITCRIS に登録すること。

3.2.2 Poisonous and deleterious substances (harmful materials)

Poisonous and deleterious substances

Poisonous and deleterious substances are substances designated by the Poisonous and Deleterious Substances Control Law (hereinafter referred to as “the Law”), and are, among commonly marketed useful chemical substances, those highly likely to cause health hazards owing to acute toxicity and needing particular caution in handling.

(1) Poisonous substances

Sodium cyanide, mercury, tetraalkyl lead, selenium, arsenic, hydrogen fluoride, sodium azide, 2-mercaptoethanol, ally alcohol, phosgene, etc.

Oral toxicity judgment criterion: Lethal dose is 50 mg per kg body weight or less.

(2) Deleterious substances

Acrylonitrile, ammonia, hydrogen chloride, chloroform, sulfuric acid, methanol, toluene, ethyl acetate, formaldehyde, etc.

Oral toxicity judgment criterion: Lethal dose is 50 to 300 mg per kg body weight.

Poisonous and deleterious substances management method

Poisonous and deleterious substances must be appropriately managed in accordance with the Law and “KIT Poisonous and Deleterious Substances Management Procedure.” Detailed management procedure is described below:

Poisonous and deleterious substances management system

Superintending Poisonous and Deleterious Substances Administrator (Superintending Administrator): Chair of the Safety, Health and Environment Committee

Shall superintend entire management of poisonous and deleterious substances used in KIT, and shall manage whole tasks of the Management Administrator and the Usage Administrator.

Poisonous and Deleterious Substances Management Administrator (Management Administrator): Chair of the Program that uses poisonous or deleterious substances

Shall supervise tasks of the Usage Administrator.

Poisonous and Deleterious Substances Usage Administrator (Usage Administrator): Appointed by the Superintending Administrator based on recommendation of the Management Administrator

Must appropriately manage poisonous and deleterious substances used in the concerted laboratory on the basis of instructions from the Management Administrator.

Users: People who use poisonous and deleterious substances at KIT

Must appropriately manage and use poisonous and deleterious substances on the basis of guidance and instructions of the Usage Administrator.

Precautions for poisonous and deleterious substances

- ① Discriminate poisonous and deleterious substances from ordinary laboratory chemicals and store them in safe storage cabinets that are strong in structure made of metal or a similarly strong material and can be padlocked.
- ② Safely keep any poisonous or deleterious substance in a substance-specific safe storage cabinet.
- ③ For safekeeping a poisonous or deleterious substance, implement measures necessary for preventing ignition or generation of poisonous gas owing to mixing or contact.
- ④ Padlock the storage cabinet to prevent theft or loss of a poisonous or deleterious substance: the Management Administrator or Usage Administrator shall store the key in a designated location and strictly safekeep it.
- ⑤ Do not duplicate the key to the storage cabinet.
- ⑥ Secure the storage cabinet to the floor or other fixed surface, and implement measures to prevent turnover or falling of containers for poisonous or deleterious substances.
- ⑦ When having obtained, used, disposed of, or assumed responsibility for a poisonous or deleterious substance, register this fact with the Chemical Registration Information System (KITCRIS).

- ⑧ 毒物は KITCRIS と受払簿の二重管理とすること。
- ⑨ 常用劇物（教育及び研究において溶剤等の汎用的な目的で使用される劇物のうち、当該物質を使用する際の安全性等を勘案し、大学が別に指定する劇物をいう。）は本数管理とすることができる。
- ⑩ 毒物は年一回以上在庫量の照合確認を行い KITCRIS 及び毒物受払簿へ記録すること。
- ⑪ 毒物及び劇物の保管庫には、それぞれ「医薬用外毒物」（赤地に白字）及び「医薬用外劇物」（白地に赤字）の法定表示をすること。
- ⑫ 使用見込みのない毒物及び劇物は、速やかに管理替え、廃棄処分等の措置を講じること。

毒物の使用手順

- ① 毒物を使用する場合は、使用責任者に申し出る。
- ② 使用責任者は、保管庫を開錠し、必要な試薬容器を使用者に受け渡す。
- ③ 使用責任者は、試薬容器を受け渡し後、直ちに保管庫を施錠し、秤量の間も施錠状態とする。
- ④ 使用者は、秤量の後、使用責任者の立ち会いのもとに試薬容器を返納する。
- ⑤ 使用責任者は、KITCRIS に記録するとともに、受払簿に記入・押印する。
- ⑥ 使用責任者は、試薬容器の返納後直ちに保管庫を施錠する。

事故等発生時の処理

- ① 毒物及び劇物が飛散、漏れ、又は流出等の事故が発生したときは、危害を防止するための必要な措置を行うこと。
- ② 使用責任者は、毒物及び劇物が、盗難、紛失、飛散、漏れ、流出した場合は、直ちにその旨を管理責任者に報告すること。報告を受けた管理責任者は、総括管理責任者に直ちに報告すること。

3.2.3 環境基準に基づく規制物質

人の健康、環境の保全に著しい影響を与える恐れのある物質は、その環境への排出が法令によって規制されている。環境基本法によって基本理念が示され、個別の排出基準が各法令で決められている。

化学系の実験に関連する物質の中で主な規制物質を示す。

- (1) 排水中の規制物質：カドミウム、シアン、鉛、6価クロム、ヒ素、有機リン、水銀、ハロゲン化炭化水素（トリハロメタン、四塩化炭素、ジクロロメタンなど）

※これらの規制物質が排水に流出した場合は、直ちに流しの使用を中止し、環境科学センターに連絡して指示に従うこと。

- (2) 大気中の規制物質：悪臭物質（アンモニア、硫化メチル、硫化水素、メチルメルカプタン、二硫化メチル、プロピオン酸など）、オゾン層破壊物質（特定フロン：CCl₃F, CHClF₂ など、特定ハロン：CBrClF₂, CBrF₃ など、塩素化物：四塩化炭素、1,1,1-トリクロロエタン）

- ⑧ Register any poisonous substance in both KITCRIS and “Poisonous Substance Reception & Release Record.”
- ⑨ Common deleterious substances (deleterious substances such as solvents used for common purposes in education and research, in particular, those substances separately designated by KIT, considering safety, etc. in using the substances in question) may be controlled on the basis of the number of bottles.
- ⑩ Inventory all poisonous substances at least once a year, recording the numbers of each and reporting them to both KITCRIS and “Reception & Release Records.”
- ⑪ Post the signs designated by Law on the poisonous and deleterious substances storage cabinets—“Non-Medical Poisonous Substance” (white characters against red background) and “Non-Medical Deleterious Substance” (red characters against white background).
- ⑫ Immediately transfer the responsibility of management for poisonous and deleterious substances whose further use is not expected, or dispose of such substances.

Procedures for using poisonous substances

- ① Before using a poisonous substance, ask the Usage Administrator for permission.
- ② The Usage Administrator must unlock the storage cabinet, and hand over the container of the required reagent to the user.
- ③ Immediately after handing over the reagent container, the Usage Administrator shall padlock the storage cabinet, and keep the cabinet padlocked during weighing.
- ④ After weighing the substance, the user shall return the reagent container in the presence of the Usage Administrator.
- ⑤ The usage administrator shall record use in the Chemical Registration Information System (KITCRIS) and enter it in the “Reception and Release Record” stamping the document with his/her seal.
- ⑥ After returning the reagent container, the Usage Administrator shall promptly padlock the storage cabinet.

Dealing with accidents

- ① When splashing, leakage or spillage of a poisonous or deleterious substance occurs, take all appropriate countermeasures to prevent damage.
- ② In case of theft, loss, splashing, leakage or spillage of a poisonous or deleterious substance, the Usage Administrator shall promptly report the fact to the Management Administrator. Upon reception of the report, the Management Administrator shall promptly report the problem to the Superintending Administrator.

3.2.3 Pollutants

Pollutants can significantly affect human health and the environment. Their emissions are controlled by law. The Basic Environment Law of Japan specifies the environmental quality standard according to which emission standards of individual pollutants are stipulated by relevant law.

The main controlled substances related to chemical experiments are listed below:

- (1) Controlled substances in wastewater: cadmium, cyanide, lead, hexavalent chromium, arsenic, organic phosphorous, mercury, halogenated hydrocarbons (trihalomethane, carbon tetrachloride, dichloromethane, etc.)

In the event these controlled substances are mistakenly poured down the drain, stop all use of the sink in question, contact the Center for Environmental Science and follow their instructions.

- (2) Controlled substances in air: malodorous substances (ammonia, methyl sulfide, hydrogen sulfide, methyl mercaptan, methyl disulfide, propionic acid, etc.), ozone depleting substances (specified chlorofluorocarbons: CCl₃F, CHClF₂, etc., specified halons: CBrClF₂, CBrF₃, etc., chlorinated compounds: carbon tetrachloride, 1,1,1-trichloroethane)

3.2.4 特に注意を要する化学物質及び実験上の注意

自然発火・爆発

- ① 金属カリウムは空気に触れただけで発火する危険がある。不活性ガス中で扱う場合でも、微量の酸素によって表面に過酸化物ができ、これが爆発の原因となるので、瓶から一旦出したものは元に戻さず、使い切る。
- ② 金属ナトリウムは水に触れると発火する。ドラフト内でエタノール中に少量ずつ加えて分解する。分解により水素が発生することにも注意すること。
- ③ 金属カリウム・ナトリウムはハロゲン化物と反応して爆発するので、クロロホルムや塩化メチレンの乾燥には絶対に用いてはならない。
- ④ エーテル、テトラヒドロフラン (THF) 等のエーテル類は空気中の酸素で酸化されて生じた過酸化物を少量含んでいる。このため、蒸留は不活性ガス気流下で行い、過酸化物の濃縮を防ぐため蒸留残液を相当残すようにしなければならない。特に、溶媒の精製を繰り返していると、残液に過酸化物が蓄積されて爆発の危険性が高まるので注意が必要である。
- ⑤ エーテルの蒸気は引火しやすい。蒸気の比重は空気より重いので、遠くから実験台や床上を這って流れてきて、引火、爆発することがある。
- ⑥ マントルヒーターを使用して可燃性有機溶媒の蒸留を行う場合、残液が完全になくなるまで蒸留すると、フラスコ内の温度は徐々に上昇し、やがて 1000°C 近くまで達してガラスが溶ける。通常の有機溶媒の着火点はこの心配はない。
- ⑦ 過酸化物は爆発しやすい。例えば、過酸化ベンゾイルは固体のまま 80°C にまで加熱すると爆発する。スパチュラなどの金属との接触で爆発を引き起こす。瓶を床に落としたり、瓶のネジ山に試薬が付着した状態で蓋をするなどの衝撃を与えることによっても爆発する可能性がある。
- ⑧ 連鎖重合性のモノマーは重合禁止剤を加え低温で保存し、蒸留精製も重合禁止剤の存在下で行う。この注意を怠ると蒸留時に重合を起こし、爆発を引き起こす危険性が高い。蒸留時に乾燥剤を併せて用いる場合、組み合わせによっては重合禁止剤が乾燥剤と反応して禁止能を失う場合があるので注意せよ。
- ⑨ ガラス器具を洗浄する際、しばしば、最後にアセトンで洗浄して、乾燥を速める場合があるが、アセトンが多量に付着したまま、乾燥機で乾燥すると（特に乾燥機内の換気が不十分である場合）、乾燥機内で爆発が起こることがある。

毒性

- ① 有害な水銀、カドミニウム、シアン、6 価クロム、鉛、ヒ素、銅、亜鉛、ベリリウム、セレン、オスミウムなどの化合物の使用はできるだけ避ける。やむを得ず使用する場合は自分自身の安全のみならず、周囲の環境を汚染することがないように万全の注意を払うこと。
- ② カチオン重合開始剤としてもよく用いられているアルキル化剤の中には DNA 中の核酸をアルキル化して突然変異を誘引する物質であるものも多い。アニオン重合性の高いモノマー（アクリロニトリル）も同様なアルキル化剤であり、このため、突然変異誘引物質である。各種のアルキル化剤や高アニオン重合性モノマーは毒性が未知であっても、取扱いにはくれぐれも注意すること。
- ③ ベンゼン、クロロホルムは反応や抽出に広く使用されている有機溶媒ではあるが、毒性が比較的高いため、可能な限り、トルエン、塩化メチレンでそれぞれ代替するようにする。但し、塩化メチレンは沸点が低いため、減圧濃縮時に排水系を汚染しないための注意・設備が必要である。

3.2.4 Precautions for experiments and for using high-caution chemicals

Spontaneous combustion/explosion

- ① When coming into contact with air, metal potassium can readily ignite. Even when handled in inert gas, peroxide will occur on the surface of metal potassium owing to a trace amount of oxygen, and this peroxide will become a source of explosion. Therefore, once an amount of metal potassium has been taken from a bottle, fully use up the amount: NEVER return the remnant to the bottle.
- ② When coming into contact with water, metal sodium will ignite. Decompose metal sodium by adding small portions into ethanol in a fume hood: remember that hydrogen gas will occur as a result of decomposition.
- ③ Metal potassium/sodium can react with halide and explode: NEVER use the substance to desiccate chloroform or methylene chloride.
- ④ Ethers such as ether and tetrahydrofuran include a trace amount of peroxide resulting from oxidation with oxygen in air. Therefore, distillation of these substances needs to be executed within a flow of inert gas, and care should be exercised to allow a considerable amount of distillation residue liquid to remain in order to prevent concentration of peroxides. In particular, when a solvent purification process is repeated, peroxides may accumulate in the residual liquid, and this situation can lead to higher possibility of explosion and should be strictly avoided.
- ⑤ Vapor of ether can easily catch fire. The vapor is heavier than air, and therefore it may flow a long distance along a laboratory testing bench or the laboratory floor, and can then catch fire or explode.
- ⑥ When a combustible organic solvent is distilled with a mantle heater: if distillation is continued until no residual liquid remains, the temperature within the flask will gradually rise and eventually reach to a point near 1000°C, and the glass will melt. The flash point of ordinary organic solvents will not pose this problem.
- ⑦ Peroxides will readily explode. For example, solid benzoyl peroxide explodes when heated to 80°C. When coming into contact with a metal instrument such as a spatula, a peroxide can explode. When a bottle containing peroxide falls onto the floor, or if the threads on the bottle's mouth are contaminated with a reagent and the cap is fastened, the peroxide can explode.
- ⑧ Add polymerization inhibitor to chain polymerization-capable monomer, and store this monomer substance at a low temperature, and execute distillation for purification in the presence of polymerization inhibitor. If this precaution is not strictly observed, this type of monomer can undergo polymerization during distillation and will explode. When desiccant is also used during distillation of polymer, and depending on the combination of polymerization inhibitor and desiccant, the polymerization inhibitor can react with the desiccant, and the polymerization inhibitor can lose its inhibition capability. Therefore, carefully select the polymerization inhibitor and desiccant.
- ⑨ When rinsing glassware, the final rinsing step is often done with acetone to accelerate drying. However, when glassware with a lot of acetone remaining is dried in a dryer (in particular, when ventilation in the dryer is insufficient), explosion may occur within the dryer.

Toxicity

- ① Whenever possible, avoid using hazardous compounds such as mercury, cadmium, cyanide, hexavalent chromium, lead, arsenic, copper, zinc, beryllium, selenium, osmium, etc. If use of such compounds is unavoidable, implement the best possible measures to ensure your own safety and avoid pollution of nearby environments.
- ② Alkylating agents, which are often used as cationic polymerization initiators, include many substances that may alkylate nucleic acid within DNA, inducing mutation. Monomers featuring high anionic polymerizability (acrylonitrile) are also alkylating agents, and therefore are chemical mutagens. Handle various alkylating agents and high-polymerizability anionic monomers with utmost care even when their toxicity is unknown.
- ③ Benzene and chloroform are organic solvents commonly used for reaction and extraction. However, because of their relatively high toxicity, if possible, use toluene and methylene chloride in place of benzene and chloroform, respectively. Note, however, that methylene chloride has a low boiling point, and therefore requires caution and equipment to help avoid contamination of the drain system during vacuum concentration process.

傷害

- ① ピペットでは希薄水溶液以外の液体は口を使って吸い取ってはならない。
- ② 硝酸は皮膚深くまで侵入するので着いたら念入りに洗う。
- ③ 人体は酸に対しての耐性はある程度有るものの、塩基に対しては弱い。弱塩基のアンモニアですら、眼に入ると失明を起こす。

廃棄・回収

- ① 反応性の高い試薬をそのまま廃液のタンクに捨てると、タンク内で予期せぬ反応が進み、思わぬ災害をもたらすことがある。このため、不要な反応性試薬はあらかじめ適当な処理をしてから廃棄すること。たとえば、酸塩化物、酸無水物、塩化チオニルなどは2規定の水酸化ナトリウム中に少量ずつかき混ぜながら注いで分解する。
- ② クロロホルムは光によって分解し、有毒なホスゲンを生成するため、通常安定剤としてエタノールを0.5%添加したものが市販されている。クロロホルムを回収して再使用する際にはこのエタノールが蒸留・分液など一連の回収操作中で失われることに留意せよ。

Injury

- ① Do not use your mouth to pipette a liquid other than a diluted aqueous solution.
- ② Nitric acid can deeply penetrate the skin. In case of skin contact, thoroughly wash it away.
- ③ The human body can withstand acid to a certain extent, but it is vulnerable to alkali. Eye contact with ammonia, which is a weak alkali, can cause permanent loss of eye sight.

Disposal/recovery

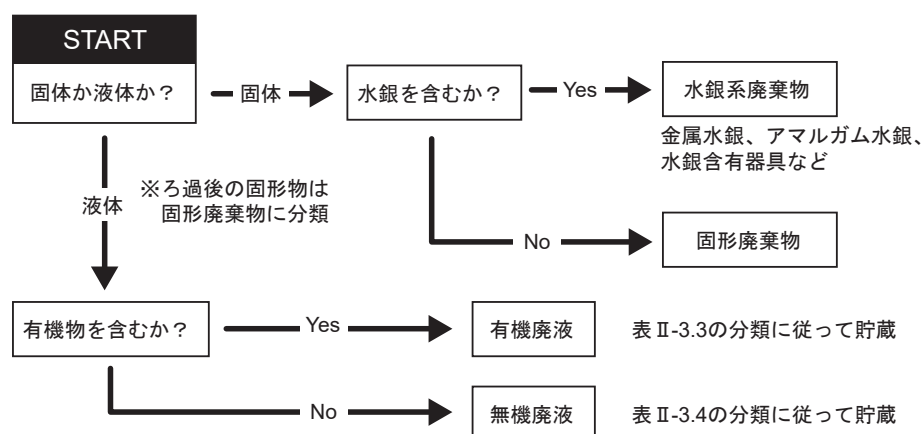
- ① If a highly reactive reagent is discarded without treatment into a liquid waste tank, an unexpected reaction may take place within the tank, possibly causing unexpected damage. Therefore, unneeded reactive reagents should be subjected to appropriate treatment before disposal. For example, add reactive reagents such as acid chloride, acid anhydride or sulfinyl chloride in small amounts to 2N sodium hydroxide while stirring to decompose it.
- ② Chloroform is decomposed by light and generates toxic phosgene. To help solve this problem, chloroform containing 0.5% ethanol as a stabilizing agent is commercially available. When recovering and reusing chloroform, remember that this ethanol portion will be lost during a series of recovery operations including distillation and liquid separation.

3.3 化学物質の廃棄処理

3.3.1 化学物質廃棄の一般的注意

- ① 環境保全及び事故防止のため、法令を遵守し、水銀などの有害な化学物質を含む廃棄物を、実験室の流し台やゴミ捨て場などに投棄してはいけない。
- ② 実験室の流し台は「水質汚濁防止法」と「下水道法」の特定施設に該当するため、その排水は法律によって厳しい規制を受けている。装置及び器具の洗浄液は2回目までを廃液として必ず回収すること。特に水質汚濁防止法の有害物質は注意深く取扱うこと。
- ③ 実験廃液・廃棄物は、安全に処理するため、次に示す分類フロー図に従って分類し、廃液は専用のポリ容器、固形廃棄物は適切な容器またはポリ袋に貯蔵すること。貯蔵に際しては、有毒ガスの発生や爆発の危険がないことを確かめること。
- ④ 実験廃液（有機廃液、無機廃液）、水銀系廃棄物及び固形廃棄物は環境科学センターへ、廃試薬は施設環境安全課環境安全係へ処分申請し、指定日時に搬入すること。

実験廃液・廃棄物の分類フロー



3.3.2 廃液処理の手順

本学における実験廃液の処理に関する業務は環境科学センターが担当している。廃液は有機廃液と無機廃液に分け、それぞれ年複数回の回収を実施している。いずれも申請期間中に申請し、指示された期間中にセンターに搬入する。

*有機廃液処理は2017年に、学内焼却から外部委託処理に移行した。また無機廃液処理は2023年に学内の処理施設の利用を中止し、外部委託処理に移行した。外部委託処理においても、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に従い廃液の適正な管理を行う必要があり、排出者責任が厳しく問われる。廃液を排出する場合は、排出者が排出に必要な前処理・分析を行い廃液の組成を明示しなければならない。

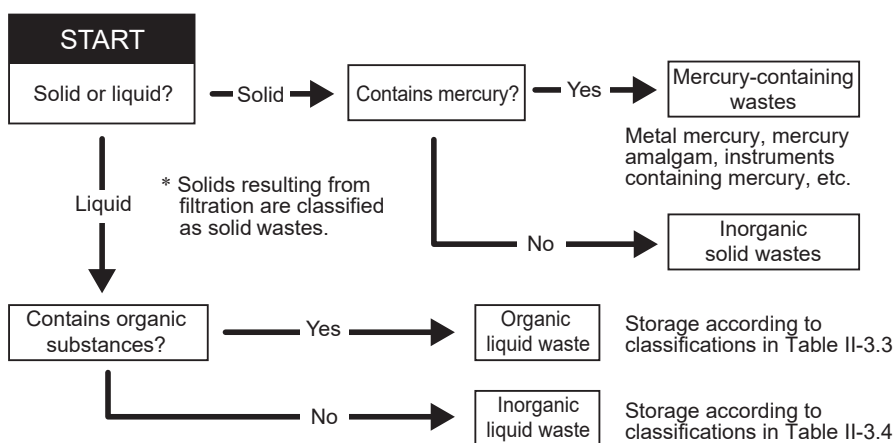
*外部事業者によって回収された廃液は、廃液の区分に応じて「シアン分解処理」「凝集沈殿処理」「油水分離処理」「中和処理」の工程を経た後に焼却され、最終的には管理型最終処分場に埋め立て処分される。

3.3 Disposal of Laboratory Chemicals

3.3.1 General precautions for disposal of laboratory chemicals

- ① In compliance with laws and regulations, to protect the environment and prevent accidents, do not dump wastes that contain hazardous materials such as mercury into laboratory sinks, disposal receptacles or other waste disposal containers.
- ② When washing experimental equipment or instruments, be sure to collect the first and second washing effluents as liquid waste. Be especially careful when handling substances defined as hazardous under the Water Pollution Control Law.
- ③ Dispose of laboratory wastewater and waste according to the following safe processing flow chart. Take precautions to prevent explosions or generation of toxic gases during storage. Store liquid waste in dedicated plastic containers and solid waste in containers or plastic bags in the laboratory respectively.
- ④ Apply to the Center for Environmental Science for disposal of liquid waste, mercury-containing wastes, and inorganic solid-wastes. Apply to the Facility Management and Security Office (Safety and Environment Section) for disposal of reagent waste.

Classification flowchart for liquid waste and solid waste



3.3.2 Procedure for liquid waste disposal

At our college, the Center for Environmental Science is in charge of operations related to the treatment of laboratory liquid waste. Liquid waste is divided into organic and inorganic liquid waste, each of which is collected multiple times a year. Apply in advance and bring liquid waste to the center during each designated period.

* liquid waste treatment

Our college had previously disposed of liquid waste at its on-campus facilities. However, it began outsourcing treatment of organic liquid waste in 2017 and inorganic liquid waste in 2023. Even with outsourced disposal, it is necessary to manage liquid waste according to the "Waste Disposal and Public Cleaning Law." Responsibility lies with the lab producing the waste. The discharger must specify the composition of the liquid waste, and perform necessary pretreatment and analysis for discharge.

* Processing steps

Liquid Waste collected by outside operators is incinerated after the processes of "cyanide decomposition treatment," "coagulation sedimentation treatment," "oil-water separation treatment," and "neutralization treatment," depending on the classification of the liquid waste, and is finally landfilled at "the controlled final disposal site".

3.3.3 廃液の分別貯蔵区分

廃液の貯蔵区分は表Ⅱ-3.3 及びⅡ-3.4 の通りである。

表Ⅱ-3.3 有機廃液の分類

処理区分	内容
可燃性有機廃液（有害）	有害物質*を含有する可燃性の廃液
可燃性有機廃液	有害物質を含有しない可燃性の廃液
不燃性有機廃液（有害）	有害物質を含有する不燃性の廃液
不燃性有機廃液	有害物質を含有しない不燃性の廃液
高ハロゲン系有機廃液	クロロホルムなど塩素系溶剤を多く含有する廃液
オイル類	重油、機械油等の鉱物油及び動植物油
写真廃液	写真現像液、定着液
混合不可の廃液	混合により沈殿が発生、重合反応が進行するなどの内容物を含む有機廃液

* 以下の 17 物質が有害物質に該当する。

(1) トリクロロエチレン (2) テトラクロロエチレン (3) ジクロロメタン (4) 四塩化炭素 (5) 1,2-ジクロロエタン (6) 1,1-ジクロロエチレン (7) シス-1,2-ジクロロエチレン (8) 1,1,1-トリクロロエタン (9) 1,1,2-トリクロロエタン (10) ベンゼン (11) 1,3-ジクロロプロペン (12) 1,4-ジオキサン (13) チウラム (14) シマジン (15) チオベンカルブ (16) セレン (17) クロロホルム **

** 廃棄物の処理及び清掃に関する法律の有害物質に該当しないが、処理工程上有害物質として取り扱う物質

<注意>アジ化ナトリウム、有機ヒ素化合物などの毒物を含む有機廃液は、無害化処理工程が必要となる。廃液処理申請前に必ず環境科学センターに問い合わせること。

表Ⅱ-3.4 無機廃液の分類

I 水銀含有	IV 一般重金属含有(軽金属は除く)
II シアン含有(アルカリ性で排出)	V 無機酸
III 有害重金属含有(Cr,Pb,Se,Cd,As)	VI 無機アルカリ

無機廃液は内容物によって I～VI に大別し、さらに液性 (pH) によって分別する。

[廃液貯蔵上の注意]

- ① 有機廃液は 10L、無機廃液は 20L の専用ポリ容器に処理区分名を明記して貯蔵する。搬出の際には、環境科学センターが指定したポリ容器を用いる。
- ② 廃液を貯蔵容器に加える場合には、発熱、発泡、変質などがないかを確認しながら、少しずつ投入する。
- ③ 健康被害を防止するため、換気のよい場所に置き、貯蔵容器の蓋は未使用時には閉めておく。
- ④ 貯蔵容器は転倒しないように措置し、床下に浸透しないように受け皿上で保管する。通路や屋外で保管しない。
- ⑤ 廃液の取扱い時や搬出時は、容器の劣化などによる漏れのないことを確認する。

3.3.3 Classification of liquid waste

Classifications for storing liquid waste are as summarized in Tables II-3.3 and II-3.4.

Table II-3.3 Classifications of organic liquid waste

processing category	component
Combustible organic liquid waste (Harmful)	Combustible liquid waste containing any of the “17 harmful substances” *
Combustible organic liquid waste	Combustible liquid waste containing no designated toxic substances
Incombustible organic liquid waste (Harmful)	Incombustible liquid waste containing any of the “17 harmful substances.”
Incombustible organic liquid waste	Incombustible liquid waste containing no toxic substances
Highly halogenated organic liquid waste	Liquid waste containing a large amount of chlorine-based solvent such as chloroform
Oils	Mineral oils and animal oils such as heavy oil and machine oil
Photographic effluent	Photographic developing solution, fixing solution
Non mixable liquid waste	Organic liquid waste containing substances which may cause precipitation or promote polymerization reactions when mixed.

* “17 harmful substances” are as follows.

(1)Trichloroethylene (2)Tetrachloroethylene (3)Dichloromethane (4)Carbon Tetrachloride (5)1,2-dichloroethane (6)1,1-Dichloroethylene (7)cis-1,2-Dichloroethylene (8)1,1,1-Trichloroethane (9) 1,1,2-Trichloroethane (10)Benzene (11)1,3-Dichloropropene (12)1,4-Dioxane (13)Thiuram (14)Simazin (15)Thiobencarb (16)Selenium (17)Chloroform**

**Although it does not fall under the hazardous substance of the Waste Management and Public Cleansing Act, but the material handled as purchase quality in the processing process

<Caution> Organic liquid waste containing toxic substances such as sodium azide and/or organic arsenic compounds requires detoxification treatment. Be sure to contact the Center for Environmental Science before registering in the online liquid waste treatment application system.

Table II-3.4 Classifications of inorganic liquid waste

I Waste liquid containing mercury
II Waste liquid containing Cyanide (should be adjusted to alkaline)
III Waste liquid containing hazardous metals (Cr,Pb,Se,Cd,As)
IV Waste liquid containing general heavy metals (excluding light metals)
V Inorganic acid
VI Inorganic alkali

Inorganic liquid waste is classified into categories I through VI according to their contents, and further sorted according to pH.

[Precautions for waste liquid storage]

- ① Store organic liquid waste in 10L and inorganic liquid waste in 20L dedicated plastic containers. Clearly label all storage containers with their specified processing category. When removing the materials, use the polyethylene containers designated by Center for environmental science.
- ② When adding liquid waste to a storage container, add it gradually checking for heat generation, foaming, deterioration and other issues.
- ③ Storage containers should be placed in a well ventilated area to prevent health hazards. Be sure to close storage container lids when the container is not in use.
- ④ Take measure to prevent storage containers from being overturned. Place them on a tray so that any leakage will not penetrate the floor. Do not store waste in aisles or outdoors.
- ⑤ Confirm that there is no leakage due to container deterioration before handling and discharging the liquid waste.

3.4 ガラス器具の取扱い

ガラスは容易に加工が可能なることから種々の複雑な構造の実験器具を作製することができ、また透明なことから器具の内側を観察できるという他の素材では得られ難い性質を有していることから通常の有機実験操作はもとより化学実験操作において一般的に使用されている。

3.4.1 機械的強度

ガラスの有する最も顕著な性質は非常に脆いことであり、しかも割れたときの形状がいわゆる貝殻状となり、またガラスの硬さもかなり大きいため、破片によって怪我をすることがよくある。ガラスの材料強度をプラスチックのそれと比較したものを表Ⅱ-3.5 に示した。

表Ⅱ-3.5 ガラスとプラスチックの比較

	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)
ガラス	～ 9,000	400 ～ 600
プラスチック	800 ～ 2,000	200 ～ 1,200

この表から見て取れるように、ガラスはプラスチックに比較して圧しに強く、引きに強くない。ガラスを曲げようとするとき、たやすく折れるのは、曲げるときは押しならびに引きが同時に働き、引かれた部分がじきに強度限界を超えることに因っている。板ガラスを切断するときダイヤモンドカッターにて傷を付け、ガラス管やガラス棒を切るときにヤスリ等で傷を付け、いずれの場合も傷の部分を開くようにしながら引っ張るのは、ガラスのこの性質を利用しているのである。板ガラス、ガラス管、ガラス棒をストックするとき通常は立てておくが、これも経験上から定性的にこの性質を知ってのことである。

3.4.2 耐熱性

代表的なガラスの温度特性を表Ⅱ-3.6 に示した。シリカガラスは線膨張率が低く、急冷・急加熱にも耐える。例えば赤熱したものを水中に入れて急冷しても割れないが、ホウケイ酸ガラスやソーダガラスは線膨張率が大きいため割れてしまう。

表Ⅱ-3.6 ガラスの温度特性

	軟化点 (°C)	最適加工温度 (°C)	線膨張係数 ($\times 10^{-7} \text{cm}^{\circ}\text{C}^{-1}$)
ソーダガラス	200	450 ～ 500	92
ホウケイ酸ガラス	820	750 ～ 1,100	33
シリカガラス	1,580	1,750 ～ 1,800	5.6

ガラス細工には、ガラス管とガラス棒を材料として使用するが、ガラス管を加熱する際によく割れることがある。とりわけ、管の内壁に引っ掻き傷があると、その傷が目視できないくらい小さいものでも、そこから割れてしまう。これは、ガラスは熱伝導が余りよくないことから、管の外壁が熱せられ膨張しても内壁の加熱膨張が遅れ、無理に引っ張られ、その結果として割れてしまうのである。一方、外壁にヤスリ等で傷をつけておいて加熱しても割れない。軟化点まで加熱されると傷は消失する。本職のガラス工もガラス管の内壁の傷には注意している。

ガラスは熱伝導が悪く、その上に脆いから部分的に大きな温度差があると割れてしまう。

3.4 Handling of Glassware

Because of its easy workability, glass can be used to manufacture various laboratory instruments of complex shape. Also, its transparency allows the inside of instruments to be readily monitored, which is a unique advantage not available from other materials. Thus, glassware is commonly used not only in ordinary organic experimental activities but also in other chemical experimental activities.

3.4.1 Mechanical strength

The most outstanding characteristic of glass is its brittleness. Splinters of broken glass form “shell” shapes, and since glass is fairly hard, glass splinters often cause injury. Table II-3.5 summarizes comparison of the material strength of glass with that of plastic.

Table II-3.5 Comparison between glass and plastic

	Compressive strength (kg/cm ²)	Tensile strength (kg/cm ²)
Glass	~ 9,000	400 – 600
Plastic	800 – 2,000	200 – 1,200

As shown in the table, compared to plastic, glass is resistant to pressure, but not pulling. The reason that glass can break easily when bent is that it is both pressed and pulled while bending, and the pulled portion soon exceeds its strength margin. Plate glass is cut by scoring it with a diamond cutter, while glass tubes and glass rods are cut by scoring with a file or the like. In either case the scored line is pulled while being opened to utilize this characteristic of glass. Plate glass, glass tubes and glass rods are generally stored upright, due to experiential knowledge of this characteristic.

3.4.2 Heat resistance

Table II-3.6 summarizes temperature characteristics of typically used glasses. Silica glass features a low linear expansion coefficient, and can withstand rapid cooling and heating. For example, if red-hot silica glassware is immersed in water for rapid cooling, it will not break. In contrast, borosilicate glass or soda glass will break under the same conditions, due to its greater linear expansion coefficient.

Table II-3.6 Temperature characteristics of glass

	Softening point (°C)	Optimum working temperature (°C)	Coefficient of linear expansion ($\times 10^{-7}\text{cm}^\circ\text{C}^{-1}$)
Soda glass	200	450 – 500	92
Borosilicate glass	820	750 – 1,100	33
Silica glass	1,580	1,750 – 1,800	5.6

In glass work, glass tubes and glass rods are used as starting materials. During heating, glass tubes often break. In particular, a glass tube whose inner wall has a scratch (even when it is very small and cannot be detected by the eye) will break in this location. This is because the thermal conduction of glass is not very good, and when the outer surface of a glass tube is heated and begins to expand, thermal expansion of the inner wall is slower; thereby a greater pull force occurs between the outer surface and inner wall, and the glass tube breaks. On the other hand, if a scratch is intentionally formed with a file or the like on the outer surface of a glass tube, and the glass tube is heated, it does not break, and the scratch will disappear when the glass tube reaches the softening point. Professional glass workers are very careful about scratches on the inner walls of glass tubes.

Characterized by poor thermal conduction and high brittleness, glass can break when exposed to a large local thermal difference.

In particular, special care should be exercised with thick glass material. Beakers, flasks and test tubes that are used to heat liquids have thin walls in order to avoid this problem, at a cost of lower mechanical strength.

Therefore, when putting a solid into a beaker, flask, test tube or the like, it is necessary to allow it to slide down in the tilted glassware so that the solid does not directly fall and exert impact on the glassware.

とりわけ、肉厚ガラスでは注意を要する。液体を入れて熱するビーカー、フラスコ、試験管等が薄肉になっているのはこの理由により、機械的強度を犠牲にしているわけである。

それゆえ、ビーカー、フラスコ、試験管等へ固形物を入れるときには、落下の衝撃を与えないように容器を傾斜させて固形物を滑らせるようにして行う必要がある。また、これらのガラス器具を洗浄する場合も局部的に無理な力や衝撃が加わらないように注意すること。

ビーカー洗浄中に割れて手を切ったという例があるが、円筒形のものだから軽く握る用にすれば割れることはない。

3.4.3 耐食性

ガラスは殆どの酸に使用できるが、フッ化水素酸には侵される。また、強アルカリ性の水溶液にも徐々に侵される。この性質を利用して、フッ化水素酸によってガラスを腐食し、文字や刻度線等を描くことを行っている。このフッ化水素酸のガラスを腐食させる性質をうまく利用することにより、別の用途にもこの性質を利用できる。すなわち、ビーカー、フラスコ、試験管等の内壁に汚れがこびりつきなかなか取れないときに希薄なフッ化水素酸を入れてしばらく放置しておくときれいに取れる。このように希薄なフッ化水素酸で処理したガラスの表面はくもることもなく、非常に滑らかである。

3.4.4 ガラス細工

ガラス細工がある程度できると便利である。ガラス管を曲げたり引き伸ばしたりすることすらできないようでは、極めて非能率的である。しかしながら、高度のガラス細工は器用さ並びに多年の習練を要求されるので、化学者は日常必要な基本的なガラス細工ができ、また高度の細工がどのようにして行われているかを知識として心得ていれば充分であろう。

ガラス管やガラス棒を清浄な状態で保存しておくように心掛けることは言うまでもないことであるが、ガラス細工に供する前には水にてきれいに洗うことを推奨する。そのとき前述したようにガラス管内部には傷を付けないように注意する必要がある。この事前の水による洗浄は細工物の出来上がりにある程度影響を及ぼすから、このことを必ず実行することを忘れてはならない。

さらに、ガラス細工を行う場所から可燃物を遠ざけておくことは言うまでもない。また、ガラス細工場のガラス片の清掃を絶えず行うことを心掛けておかねばならない。また、ガラスは加熱された部分の判別が困難であるので、この点にも注意を払うことが必要である。

3.4.5 まとめ

これまでに述べてきたガラスの特性を理解したうえでガラス器具を取り扱うことにより、ガラスによる事故は未然に防ぐことができるが、以下に要点をまとめておく。以下にまとめたものは要点に過ぎず、常に細心の注意を払いながらガラス器具を取り扱うことを忘れてはならない。

- ① 使用前にガラス器具を点検し、ひびや傷のあるガラス器具を使用しない。
- ② ガラス細工中のガラス管やガラス棒の切り口並びに破損等により生じたガラス器具の鋭い角等はバーナーで焼くことにより丸めておくこと。この際ヤスリでこすって角を丸めるといったような容易な方法をとってはならない。
- ③ ガラス管をゴム栓やコルク栓の孔に差し込むときに、よく折れて負傷する。コルク栓はコルクプレスでよく押さえて孔をあける。コルク栓、ゴム栓を問わず、差し込むガラス

Additionally, when rinsing such glassware, be very careful not to exert a violent force or impact on a local point.

There have been cases of people cutting their hands when rinsing a beaker, but beakers are cylindrical objects and will not readily break as long as they are gently gripped.

3.4.3 Corrosion resistance

Glassware can be used for almost any acid; however, it is corroded by hydrofluoric acid. Glassware is also gradually corroded by aqueous solutions of strong alkali. Utilizing this characteristic, hydrofluoric acid may be used to intentionally corrode glassware to etch characters and graduation lines. The glass-corrosion capability of hydrofluoric acid may be conveniently used in other applications. For instance, when dirt is stuck to the inside of test tube and cannot be easily removed, if dilute hydrofluoric acid is poured into the test tube and allowed to stand for a while, the dirt can be fully removed. A glass surface treated with dilute hydrofluoric acid is very smooth, and does not become cloudy.

3.4.4 Glass work

Glass working skill of a certain level is useful in the laboratory. Inability to bend or stretch a glass tube is very problematic in the laboratory. However, highly advanced glass working skill will necessitate dexterity and long years of training; therefore, it is sufficient for chemists to be capable of the basic glass work needed for routine laboratory activities and have basic knowledge of how highly delicate glassware is produced.

It goes without saying that glass tubes and rods should be maintained in clean conditions; it is also recommended that glass tubes and rods be thoroughly rinsed with water before glass work. Be very careful not to scratch the inner wall of a glass tube, as described previously. Rinsing with water prior to glass work has some effects on the workmanship of the final glassware; therefore, do not omit water rinsing.

It also goes without saying that combustible materials must be kept away from a location where glass work is performed. Furthermore, always remove glass debris from the glass workshop. At the same time, remember that identifying the heated part of glassware is difficult; therefore, care should be exercised to identify the heated part.

3.4.5 Summary

Possible accidents associated with glassware can be avoided by becoming familiar with the characteristics of glass described above and accordingly handling glassware. Important considerations about handling of glassware are summarized below. Remember that the considerations given below are merely important points, and students are always required to handle laboratory glassware with utmost care.

- ① Before use, carefully inspect the glassware. Do not use glassware with cracks or scratches.
- ② By burning with a burner, round off sharp edges on the cut faces of glass tubes and rods being subjected to glass work, or on broken glassware. Do not adopt an easier technique such as rounding-off of edges by filing.
- ③ When inserting a length of glass tube into a rubber or cork stopper, the glass tube often breaks, causing injury. Drill a hole in a cork stopper after compressing it with a cork press. For either a cork or rubber stopper, first make a hole whose diameter is somewhat smaller than the outside diameter of the glass tube, and then carefully file the surface of the hole with a fine file to enlarge the hole while keeping its surface smooth. Before inserting the glass tube into the hole in the stopper, dampen the glass tube with water or alcohol for lubrication. When beginning insertion, hold the tube as near as possible to the leading end, and while turning the stopper, gradually insert the glass tube. Be very careful not to apply a strong force that could break the glass tube. If the fit is too tight, slightly enlarge the hole. If the hole is perfectly round, air tightness will be achieved without inserting the glass tube with a strong force. Try to insert the glass tube, and then slightly enlarge the hole—repeat this trial and error process until a satisfactory result is reached. When finally inserting the glass tube, cover the glass tube and stopper with a hand towel or the like to avoid injury, even though the possibility may be slight.

管よりも少し小さめの孔をあけ、目の細かいヤスリで丹念に孔の内面をすって滑らかにしながら孔を広げていく。ガラス管を栓の孔に差し込むときには潤滑のため水、アルコール等で濡らしてやる。差し込むときにはガラスの端の可能な限り近い部分を持ち、栓を回しながら少しずつ差し込む。ガラスを折るような力が加わらないように注意する。あまりにも堅いときには、孔を少し広げる。孔が真ん丸になっているなら、それほど無理に押し込まなくても気密になる。ガラスを差し込みかけては孔を少し広げる操作を試行錯誤して行う。最後に差し込むときには、万一の場合をも考え、タオル等でガラス管と栓とを包んで行う。

- ④ ゴム栓やゴム管がガラスと引っ付いて取れにくい時はカッターナイフで切り裂く。
- ⑤ 減圧実験に平面をもつ三角フラスコや平面フラスコを使用しない。
- ⑥ 温度計は温度の測定にのみ使用し、攪拌棒として使用しない。
- ⑦ ガラス器具に急激な温度差を与えない。

3.5 粉じんの取扱い

粉じん（粉塵）の取り扱いにあたっては、粉じんの体内への吸収による健康被害と粉じんによる爆発事故に注意し対策を講じて取り扱う必要がある。

3.5.1 粉じんの体内への吸収による健康被害の防止対策

けい酸を含む石粉、磨き砂、陶器の研磨粉などの粉じんが発生する場所での長時間の作業は、けい肺症などの病気になり易い。防じんマスクは粉じん粒径、濃度を考慮したもので顔に密着性の良いものを使用すること。粉じんや細片が目に入らぬようゴーグルをすること。また、カーボンナノチューブ（CNT）に発がん性のある可能性が最近指摘されている。予防的観点から、CNTを扱う研究室では、ドラフト内など取り扱い場所を決めて周囲への飛散防止対策を講じること。

3.5.2 粉じんによる爆発事故の防止対策

空気中に固体の可燃性粒子が遊離し、その濃度が適当な範囲内にあるとき、そこに花火、火焰などの火源からエネルギーが与えられると、燃焼してしばしば激しい爆発を生じることがある。これを粉じん爆発又は粉体爆発という。

粉じん爆発を起こす可燃性固体は特別の物質である必要はなく、空気中に浮遊した石炭粉（炭じん）、プラスチック粉末、小麦粉、ミルク粉のような有機物の粉末及び硫黄粉、アルミニウム粉、マグネシウム粉、カルシウムシリコン粉、チタン粉のような無機物の粉末ともに爆発する。

爆発防止のためには、粉じんを作らないようにすることももちろんであるが、生じた粉じんはできるだけ空気中に浮遊しないように、集じん除去することである。また、浮遊粉じんに不燃性微粉を混入浮遊させて爆発を抑えることもできる。

粉体が気流によって流送されている時、粉体粒子間あるいは流送管内壁との間に摩擦による静電気が発生し、その電荷が集積されて放電現象が起こることがある。そのときの火花は粉じん爆発の着火源となり得るので注意しなければならない。

- ④ If a rubber stopper or tube has stuck to the glassware and cannot be removed, cut up the rubber stopper or tube using a sharp knife.
- ⑤ Do not use an Erlenmeyer flask or other flat bottom flask in a vacuum experiment.
- ⑥ Use a thermometer only for temperature measurement, and do not use it as a stirrer rod.
- ⑦ Do not suddenly apply a high temperature heat to laboratory glassware.

3.5 Handling of Dust

Dust needs to be handled by implementing appropriate measures to avoid health hazards arising from intake of dust into the human body, as well as dust explosions.

3.5.1 Preventive measures to avoid health hazards arising from intake of dust

Prolonged activities in locations where heavy dust (stone dust containing silicic acid, dust of polishing sand, dust from polishing powder for ceramic ware) can cause sickness such as silicosis. Wear a respirator that fits the face well and is appropriate for the particle size and concentration of the dust type. To protect eyes against dust and fine chips, wear protective goggles. Note that possible carcinogenicity by carbon nanotubes (CNT) has recently been reported. To prevent cancer, a laboratory handling CNT shall designate a CNT handling location, such as within a fume hood, in order to prevent scattering of CNT to nearby areas.

3.5.2 Preventive measures to avoid dust explosions

When combustible solid particles are floating in air and the concentration of the particles falls within an appropriate range, and if energy from an ignition source such as a spark or open flame is applied to the air, the particles will burn, and in certain cases explode violently. This phenomenon is known as dust explosion.

Combustible solids that can trigger dust explosion are not necessarily special substances; they can be particles suspended in air including organic powder such as coal powder (coal dust), plastic powder, flour powder, or milk powder as well as inorganic powder such as sulfur powder, aluminum powder, magnesium powder, calcium silicon powder, or titanium powder.

To prevent dust explosion, it is of course necessary to prevent production of dust; also, it is recommended to collect and remove generated dust so as to minimize suspension of the dust in air. It is also possible to mix a suspension of incombustible fine particles into suspended dust so as to prevent explosion.

When powder is transported by air flow, triboelectricity occurs between particles or between the particles and inner wall of the transportation pipe owing to friction, and the resultant buildup of an electric charge can cause a discharge phenomenon. The resultant spark can ignite a dust explosion, and therefore should be strictly avoided.

3.6 事故例

3.6.1 試薬や物質の性質、化学反応に関する正しい知識の欠如がまねいた例

- 濃硫酸を希釈する際、硫酸に水を加えたため突沸し、薬傷した。
- 過塩素酸塩を減圧加熱乾燥させていたところ爆発した。
- 有機過酸化物をシリカゲルカラムで精製しようとして爆発した。
- メタノール中過酸化水素酸化でアミノオキシドを合成し、少量残った過酸化水素を白金粉末で分解するため、スパチュラで白金粉末を加えようとしたところメタノールが燃えだした。
- 水/エタノール中でラネーニッケル還元をしたのち、ラネーニッケルをろ過したろ紙をゴミ箱に捨てたところ、相当時間が経ってから発火した。ラネーニッケルは乾燥すると発火する。
- 水素化アルミニウムリチウムでの還元実験の際、フラスコに水素化アルミニウムリチウムを入れた後、エーテルを注加して発火した。加える順が逆であった。
- 有機リチウム試薬に金属スパチュラを近づけて発火した。
- 金属ナトリウムで乾燥中のエーテルのフラスコ/環流冷却器の上端に塩化カルシウム管を装着していたが、塩化カルシウムが潮解して、もう少しで水滴が入るところであった。
- 液体窒素で冷却したトラップを使用した後、トラップの両口を開放して液体窒素に漬けたままにしておいたところ、液体窒素がなくなった後、トラップ内に溜まった液体酸素が激しく気化。その際、トラップ内で固化していた有機溶剤が偶然トラップの両口を塞いだため、トラップが爆発した。
- テトラヒドロフランの蒸留で、残分が少なくなりすぎて爆発した。
- 過酸化ナトリウムを紙の中に少量取り、包もうとした摩擦で発火した。
- 過マンガン酸カリウムに希硫酸を加え、酸素を発生させていたところ、急速に熱し過ぎて爆発した。
- メタノールで分解した金属ナトリウムを水に捨てたら、分解が不十分であったため発火・燃焼した。
- 過酸化アセチルをスパチュラで秤量中に発火した。

3.6.2 不注意や実験室の整理整頓の不備がまねいた例

- 容器ラベルの見間違いで、溶媒の乾燥剤に硫酸マグネシウムと間違えて過塩素酸マグネシウムを使用し大爆発を起こした。
- 塩素酸カリウムをすりつぶした乳鉢をよく洗浄しないで、可燃物のすりつぶしに用いて爆発した。
- 金属ナトリウムをエタノールで処理し、視察で処理完了とみて水を加えたところ発火爆発した。
- ジムロート型の環流冷却器の通水管の破損に気づかず、ナトリウムでの溶媒乾燥に用いて事故になった。
- 反応混合物のエーテル抽出液を硫酸マグネシウムで乾燥した後ろ過し、硫酸マグネシウムを流しに捨てたところ、硫酸マグネシウムと水の作用での発熱で硫酸マグネシウムに残留していたエーテルが激しく気化し、瞬間湯沸かし器の種火で引火した。
- ボンベを運搬中転倒し、ナトリウムが入ったエーテルのフラスコが破損、発火した。

3.6 Case Studies of Accidents

3.6.1 Accidents arising from lack of correct knowledge about the characteristics of reagents and substances as well as chemical reactions

- When diluting concentrated sulfuric acid, water was poured into the sulfuric acid. As a result, bumping occurred, causing a chemical burn.
- While perchlorate was being desiccated by heating under reduced pressure, an explosion took place.
- During an attempt to purify organic peroxide with a silica gel column, an explosion took place.
- Amine oxide was synthesized by oxidation in methanol in the presence of hydrogen peroxide. In an attempt to decompose a small amount of leftover hydrogen peroxide, using platinum powder, an amount of platinum powder was added to this portion of hydrogen peroxide, and then the methanol began burning.
- After Raney nickel reduction in water-ethanol, the filter paper with filtered-off Raney nickel was discarded into a laboratory dustbin. After a fairly long time elapsed, the filter paper ignited. When desiccated, Raney nickel will ignite.
- During a reduction experiment with hydrogenated aluminum lithium, when it was put into a flask and then ether was poured in, ignition took place. Ether has to be poured into the flask prior to hydrogenated aluminum lithium.
- A metal spatula was placed near organic lithium reagent, and ignition took place.
- A calcium chloride tube was situated at the top end of a flask/reflux condenser that was desiccating ether using metal sodium, the calcium chloride deliquesced and water droplets almost entered the flask/reflux condenser.
- After using a trap that was cooled with liquid nitrogen, the trap was allowed to stand immersed in liquid nitrogen with both its openings remaining open. When the liquid nitrogen outside the trap fully evaporated, the portion of liquid oxygen remaining in the trap violently evaporated. On this occasion, the then solidified organic solvent within the trap accidentally blocked both openings of the trap; consequently, the trap exploded.
- During distillation of tetrahydrofuran, the residue became too small, and an explosion resulted.
- A small amount of sodium peroxide was put onto a sheet of paper, then an attempt was made to wrap the substance. Consequently, the substance ignited owing to friction.
- Dilute sulfuric acid was added to potassium permanganate to generate oxygen. Then, as a result of excessively rapid heating, an explosion took place.
- Metal sodium decomposed with methanol was discarded in water. Because of insufficient decomposition, the substance ignited and burned.
- While acetyl peroxide was weighed using a spatula, the substance ignited.

3.6.2 Accidents arising from careless acts or poor organization in laboratories

- The label on a container was misidentified. Consequently, magnesium perchlorate was mistakenly used as desiccant for the solvent rather than magnesium sulfate, the correct desiccant, resulting in a large explosion.
- A mortar was used for grinding potassium chlorate. Without thorough rinsing, the same mortar was used to grind a combustible material, leading to explosion.
- Metal sodium was treated with ethanol. Treatment appeared to be complete, and water was added. Then the substance ignited and exploded.
- Damage to the water pipe of a Dimroth condenser was not detected. When the condenser was used to desiccate solvent using sodium, an accident resulted.
- Ether extract of reaction mixture was desiccated with magnesium sulfate and was filtered; and then magnesium sulfate was drained away in the laboratory sink. Consequently, heat generated from reaction between magnesium sulfate and water caused the residual ether in magnesium sulfate to violently evaporate, and it was ignited by the pilot flame of the instant water heater.
- During transportation, a cylinder accidentally overturned, breaking a flask that contained ether and sodium, and the ether ignited.

- 実験台を雑布で清掃していたところ、実験台に落ちていたガラスキャピラリーが雑布を通して手にささった。
- 加熱用オイル浴から床へこぼれたオイルの処理が不完全であったため、滑って転倒した
- 床上に放置された真空用ゴム管を踏んで転倒した。
- 廃液処理の燃焼テストで、可燃性溶媒の容器から蒸発皿に移した後、その容器を横に置いたまま蒸発皿に火を付けたため、容器に火が燃え移った。
- 過塩素酸塩と有機物の混合廃液を処理中、乾燥したガロン瓶に移したところ、溶媒が蒸発し発火した。
- すりジョイント付きの器具のフックが欠けていて鋭利な状態になっているのを知らずに、洗浄時に手を切った。
- 水銀温度計を流しで洗浄中に誤って破損させた。水銀の回収に大変な労力を費やした。
- 床にこぼれた過塩素酸カリウムを踏んで発火した。
- 熱濃硫酸が衣服にかかり発火した。
- こぼれたクロロ硫酸を拭き取ったボロ布を廃油のついたボロ布と一緒に捨てて発火した。
- エーテルの少し残ったフラスコを洗っている時、湯沸かし器の炎によって引火した。
- エーテル溶液の入ったフラスコを冷蔵庫に入れておいたところ、庫内のスイッチの火により爆発した。
- エーテルを使用中、2m 離れたバーナーから引火した。
- フラスコをアセトンで洗い乾燥機に入れようとしたところ爆発した。
- シアン化カリウムを取り扱っていて、指についているのを知らずに湯飲みの茶を飲んだところ、目の前が真っ暗になり意識を失った。周囲の者が直ちに病院で胃洗浄を受けさせ、一命を取り留めた。
- 廃液処理の燃焼テストの際、まだ燃えている蒸発皿中の可燃性溶媒を廃液が入っている大バケツに投入したところ炎上した。

3.6.3 実験器具、反応装置や化学工学的な理解の欠如がもたらした例

- バケツに入った多量の酸性水溶液を中和する際、固形水酸化ナトリウムを加えていたところ、底に沈んだ水酸化ナトリウム部分で激しい反応が起こり突沸、薬傷した。
- 蒸留中、沸石の効果がなくなったので、あらたに沸石を加えたところ突沸した。
- トルエンを蒸留中、忘れていた沸騰石を加え、突沸・引火した。
- 蒸留装置と窒素風船を3方コックで連結して、窒素下での蒸留をしていた際、誤ってコックを閉じた状態で加熱したため密閉系での蒸留となり、爆発して内容物が吹き出した。
- 減圧されたデシケーターを運搬中、誤って落下させたため、ガラス片が激しく飛び散り怪我をした。
- ボンベの調圧弁の2次加圧ネジを作動させたままボンベのバルブを開いたため、調圧弁が破損し、ガスが吹き出した。
- オイル加熱浴用のミニ投げ込みヒーターをコネクターのところまでオイルに侵して使用していたところ、オイルが電熱線の部分まで染み込み分解して爆発した。
- 水銀マノメータを使用している減圧蒸留の終了時に、マノメータを閉じずに圧力を戻したため、水銀の慣性力でガラス管が破損し、水銀が飛び散った。
- 塩素ボンベが空になったと思ってバルブを取り外したところ、多量のガスが噴出して中毒した。

- While cleaning a laboratory table with a cloth, a length of glass capillary left on the table penetrated the cloth and pierced the hand.
- Oil spilt from a heating oil bath onto the floor was not thoroughly removed. Consequently, a person slipped and fell.
- A person fell when he/she stepped on a rubber vacuum tube that had been carelessly left on the floor.
- During a combustion test for liquid waste treatment, the liquid waste was transferred from a container for combustible solvent to an evaporating dish. Then the container was left nearby, and the evaporating dish was ignited. Consequently, the container caught fire.
- While liquid waste consisting of a mixture of perchlorate and organic substance was processed, the liquid was transferred to a dry gallon bottle. Then the solvent evaporated and the vapor caught fire.
- A hook on an instrument having a ground joint was chipped and had sharp edges. Without knowing about the sharp edges, a person rinsed the instrument and cut his/her hand.
- While being rinsed in the laboratory sink, a mercury thermometer was accidentally broken. Recovery of the spilt mercury required great effort.
- A person accidentally stepped on potassium perchlorate spilt on the floor, and the substance ignited.
- Hot concentrated sulfuric acid was accidentally splashed onto clothing, and the clothing ignited.
- A laboratory cloth used to wipe up spilt chlorosulfuric acid was discarded together with a laboratory cloth used to remove waste oil, and a fire resulted.
- While a flask containing a small amount of leftover ether was rinsed, the ether was ignited by the flame of the water heater.
- While a flask containing ether solution was stored in a refrigerator, the solution exploded by electric spark from the switch in the refrigerator.
- While ether was used, it was ignited by the flame of a burner 2 m away from it.
- A flask was rinsed with acetone, and was going to be put into a desiccator, then the acetone exploded.
- While handling potassium cyanide, a person did not notice that fingers were contaminated with potassium cyanide, and drank tea from a teacup. Then the person blacked out and became unconscious. Nearby people immediately sent the victim to hospital and the victim underwent gastric lavage, and the victim's life was saved.
- During combustion test for liquid waste treatment, the combustible solvent still burning in an evaporating dish was poured into a large capacity bucket containing liquid waste, and the liquid waste caught fire.

3.6.3 Accidents arising from lack of understanding of laboratory instruments, reaction equipment and chemical engineering

- To neutralize a large amount of acidic aqueous solution in a bucket, solid sodium hydroxide was being added. Violent reaction took place on and around the portion of sodium hydrochloride deposited on the bottom of bucket, leading to bumping and chemical burn.
- During distillation, zeolite lost its effectiveness. Then, fresh zeolite was added, and bumping resulted.
- During distillation of toluene without a boiling stone, a boiling stone was added, bumping occurred and toluene caught fire.
- A distillation apparatus was connected to a nitrogen balloon via a three-way cock, and distillation was performed in the presence of nitrogen. During this process, heating was continued with the cock erroneously shut, causing distillation in a closed system. Consequently, an explosion occurred and the content gushed out.
- During transportation, an evacuated desiccator was accidentally dropped, and glass splinters violently flew around, causing injury.
- While the secondary pressuring screw on the pressure regulating valve of a gas cylinder was left in the active state, the valve of the gas cylinder was opened. Consequently, the pressure regulating valve was broken, and the gas gushed out.
- A miniature electric heater for an oil heat bath was operated while it was immersed up to its connector, and oil penetrated to the heating wire. Consequently the oil was decomposed and exploded.
- After completion of vacuum distillation using a mercury manometer, the pressure was restored though the manometer was not closed. Consequently, the glass tube was broken by the inertia force of the mercury, and mercury splashed around.
- A person judged that the chlorine gas cylinder was empty and removed the valve. Then a large amount of chlorine gas was released, and the person was poisoned.

II.4 生物実験における注意

4.1 生化学実験における一般的注意

実験を始める前に実験手順を確認し、実験中は実験台上の整理を常に心掛ける。また、実験終了後は使用した器具等の洗浄や収納を速やかに行う。

実験器具及び操作に関する注意

- ① ビーカー、メスシリンダー、ガラスピペット等のガラス器具は破損しないように注意し、もし破損している物があれば速やかに廃棄、修理等必要な処理を行う。
- ② ピペットマンなどのピペッターは穏やかに扱うこと。不必要な上下動や乱暴な取扱いは不正確な表示の原因となる。
- ③ 遠心機は使用前に説明書をよく読み使用法を十分理解する。バランスには特に注意し、ローター及びチューブは回転数の上限に留意すること。チューブは溶媒に適した材質の物を使用する必要がある。
- ④ 有機溶媒、毒物等をピペット操作する際には必ず安全ピペッターを使用すること。危険な試薬の使用時にはプラスチック手袋を着用する。
- ⑤ 紫外線ランプ、超音波発生装置等の使用時には、目、皮膚、耳等の保護に留意すること。
- ⑥ 液体窒素中や超低温槽中の試料を扱う際には手や目を保護し、凍傷等が起きないように十分注意する。

試薬に関する注意

- ① 試薬の一般取扱い事項に関しては本書 54-65 頁を参照すること。
- ② なじみのない化合物を使用する時は、使用前に Merck Index 等でその化合物の性質について調べておくこと。有機溶媒の多くは可燃性で毒性を有するので、火の取扱いや換気には特に留意する。
- ③ ゲル電気泳動で用いるアクリルアミドモノマーは神経毒であるので、取り扱いに注意する。
- ④ DNA の染色に用いるエチジウムブロマイドは発ガン性があるので、使用時には必ず手袋を着用すること。また廃棄処理については“Molecular Cloning, 3rd edition” (Cold Spring Harbor Laboratory Press) を参照されたい。
- ⑤ 実験室でよく使用する以下の物質は発ガン性を有している。
アクリジンオレンジ、アスベスト、クロラムフェニコール、エチルメタンサルホン酸、ジメチルニトロソアミン、ヒドロキシルアミン、4-ニトロソキノリン-オキシド、ベンゼン、ベンジジン、ベンゾピレン、マイトマイシン C、メチルメタンサルホン酸、N-メチル-N'-ニトロ-N-ニトロソグアニジン。
- ⑥ 危険物の保管に関しては安全キャビネット等を使用し、地震等の災害時においても 2 次災害の原因とならないよう留意すること。
- ⑦ 各自が作製した実験用試薬類には責任者、作製日時を必ず記載すること。

試薬等の廃液に関する注意

- ① 試薬の廃棄にあたっては本書 66-69 頁、132-133 頁を参照すること。可燃性溶媒廃液は 10L のポリタンクに保管し、定期的に廃棄手続きを行い、多量に保管することがないように留意する。
- ② 実験台上は常に清潔に保ち、試薬等をこぼした時には速やかに除去する。使用済みの器具等を放置しない。
- ③ 実験ゴミの廃棄については、専門的知識を有しない人が行う可能性を考え、処理者の安全に十分に留意する。

II . 4 Precautions for Biological Experiments

4.1 General Precautions for Biochemical Experiments

Before starting a biochemical experiment, study the experimental procedure. While the experiment is in progress, always be aware of good organization of the laboratory table. After finishing the experiment, promptly wash and stow the laboratory instruments used for further experiments.

Precautions for laboratory instruments and operation

- ① Carefully handle laboratory glassware including beakers, graduated cylinders, and glass pipettes. Promptly discard or repair damaged glassware as appropriate.
- ② Handle a pipetter such as PIPETMAN gently. Unnecessary vertical motion or violent handling can lead to incorrect reading.
- ③ Before using a centrifuge, carefully study its operation manual to become fully familiar with operation of the machine. Be particularly careful about its balance, and be aware of the upper limits of rotary speed of rotor and tube. Be sure to prepare a tube whose material is suitable for the intended solvent.
- ④ When pipetting an organic solvent, toxic substance or any hazardous substance, be sure to use a safety pipetter. When handling a hazardous reagent, wear plastic gloves.
- ⑤ When using a UV lamp, ultrasonic generator or the like, be sure to protect your eyes, skin, ears, etc.
- ⑥ When handling a specimen in liquid nitrogen or cryogenic bath, protect your hands and eyes, being careful to avoid frostbite, etc.

Precautions for reagents

- ① For general handling of reagents, see pages 54-65 of this manual.
- ② When using an unfamiliar chemical compound, investigate the properties of the compound before using it by referring to the Merk Index or the like. Many organic solvents are combustible; handle open flames very carefully and be sure to provide ventilation.
- ③ Acrylamide monomer used for gel electrophoresis is a neurotoxin and must be handled very carefully.
- ④ Ethidium bromide used to dye DNA is carcinogenic; be sure to wear protective gloves when handling it. For information about its disposal, refer to *Molecular Cloning*, 3rd edition (Cold Spring Harbor Laboratory Press).
- ⑤ The following substances often used in laboratories are carcinogenic:
Acridine Orange, asbestos, chloramphenicol, ethylmethane sulfonate, dimethyl nitrosamine, hydroxylamine, 4-nitrosoquinolin-oxide, benzene, benzidine, benzopyrene, mitomycin C, methylmethane sulfonate, *N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidine.
- ⑥ To store hazardous substances, use safe cabinets or the like so that these substances do not trigger a secondary disaster in the event of disaster such as earthquake.
- ⑦ Label any experimental reagents prepared in the laboratory with the name of person responsible and date of preparation.

Precautions for liquid waste of reagents and the like

- ① In disposing of reagents, Refer to pages 66-69 and pages 132-133 of this manual for the disposal of reagents. Store liquid waste of combustible solvents in 10-liter PVC tanks, and apply for disposal at regular intervals, so that an excessively large amount of such liquid waste do not remain stored.
- ② Always keep the surface of laboratory table clean. Promptly remove the spilt reagent or the like. Do not leave instruments on the laboratory table after use.
- ③ For disposal of laboratory wastes, be very careful to ensure the safety of people who undertake disposal, because people without expert knowledge of the hazards of laboratory wastes may take part in disposal of such wastes.

4.2 微生物学実験における一般的注意

微生物学実験は、肉眼で確認できないほど微小な生き物（微生物）を培養して、実験の対象とするところに大きな特色があり、滅菌と無菌操作がその主要な基本的手法となる。

我々の周辺には多種多様な微生物が浮遊、付着して生存している。このような環境のもとで特定の微生物を取り扱うので、粗野な取扱いや手法は、実験材料である微生物を雑菌汚染させたり死滅させ実験そのものを無意味にするばかりでなく、また病原性のある微生物では実験室環境に飛散させることになり、環境汚染や感染症を起こす危険が伴う。従って有意義な微生物学実験を行うためには、滅菌操作の意味をよく理解し正しい手法を身につけることが必要である。そのためには次の一般的な注意事項を順守すること。

- ① 指導教員の指示に従い、正しい手技、器具や装置の正しい使用法を会得すること。決して未熟な我流の主義に固執してはならない。
- ② 実験の開始前には、手指の洗浄、消毒を励行すること。
- ③ 実験室では必ず清潔な実験衣を着用すること。また、実験衣のまま外出（特に食堂、休憩室等への出入りなど）しないこと。
- ④ 実験室では静かに行動し、室内空気の移動を極力抑えること。また、室内の窓をむやみに開けたり、ドアを頻繁に開けないこと。
- ⑤ 実験室内での喫煙や飲食は、厳に慎むこと。
- ⑥ 植菌した試験管やシャーレ、またその他の危険な物品を誤って破損した場合は、直ちに指導教員に申し出て消毒やその他の適切な処置を受けること。
- ⑦ 実験済みの培地や汚物は滅菌処理して廃棄し、また、器具（ピペット等）などの後始末には特別の注意を払い、危険のないようにしておくこと。
- ⑧ 実験終了後は、使用した試験管やその他器具類は洗浄し、使用した試薬類と一緒にして、もとの状態（場所）に戻し実験台上を整理整頓すること。
- ⑨ 実験終了で退出する際は、実験台や実験衣の消毒、手指などの洗浄・消毒を行い、実験室内の清潔、整理を心掛けること。
- ⑩ 顕微鏡、滅菌装置、ふらん器、遠心器などの正しい使用法を守り、使用後は次の使用に差し支えないように後始末しておくこと。
- ⑪ ふらん器や冷蔵庫などに実験済みの物をいつまでも入れて置かないこと。

微生物実験に用いる装置と器具類

① 装置

乾熱滅菌器、高圧蒸気滅菌器（オートクレーブ）、ふらん器、恒温槽、遠心器、冷蔵庫、フリーザ、顕微鏡、白金耳、白金線、秤量器具、試験管立て、消毒薬、クリーンベンチなど

② 器具類（消耗品）

ガラス器具（試験管、コルベン、シャーレ、ピペット、注射器、載せガラスなど）、各種試薬類（培地を含む）、紙類（薬包等を含む）、アルミ缶、ひも、鉛筆、マジックインキ、爪楊枝、綿（生綿）など

4.2 General Precautions for Microbiological Experiments

Microbiological experiments are unique in that very small organisms not visible to the naked eye (microbes) are cultivated for use in experiments; sterilization and germ-free operation are major basic techniques for these experiments.

A wide variety of microbes are living around us, either floating or adhering to certain objects. When performing microbiological experiments, particular microbes are handled in such environments, therefore, rough handling or technique can lead to contamination or destruction of the microbe (experimental material), causing the experiment to become meaningless. Even worse, such handling may allow pathogenic microbes to float in the laboratory environment, causing environmental pollution and contagious disease. Therefore, to be able to perform reliable microbiological experiments, it is necessary to fully understand the significance of sterilization and learn correct sterilization techniques. In this context, strictly observe the following general precautions:

- ① Follow the guidance of the advisors, and learn correct laboratory techniques, and correct usage of laboratory instruments and equipment. NEVER persist in crude self-taught technical policy.
- ② Before starting an experiment, thoroughly wash and sterilize your hands and fingers.
- ③ In laboratories, always wear safe laboratory clothing. Do not wear laboratory clothing outside the laboratories (in particular, to and from the student cafeteria, restroom, etc.).
- ④ Behave quietly in laboratories to minimize movement of air. Do not open the laboratory windows unless necessary. Open the laboratory doors only when necessary.
- ⑤ Do not smoke, eat or drink in the laboratory.
- ⑥ If a test tube or petri dish with microorganisms or any other hazardous item has been broken, promptly report to the advisor, and receive instructions about disinfection and other appropriate corrective actions.
- ⑦ Sterilize and then dispose of culture medium and other waste after experiment; very carefully clean the instruments (pipettes and the like) to avoid possible hazards.
- ⑧ After finishing the experiment, wash the test tubes and other instruments used, and return them together with the reagents used to their original state (locations), and thoroughly clean and organize the laboratory table.
- ⑨ When the experiment is finished, before you leave the laboratory disinfect the laboratory table and laboratory coat, wash and disinfect your fingers and hands, and clean and organize the laboratory.
- ⑩ Use a microscope, sterilizer, incubator, centrifuge and other equipment according to the operating instructions; after use, clean them so that they can be readily used for the next experiment.
- ⑪ Do not leave items that have been used in an experiment in an incubator or refrigerator for a prolonged time.

Equipment and instruments used for microbiological experiments

- ① Equipment
Dry heat sterilizer, autoclave sterilizer, incubator, constant temperature bath, centrifuge, refrigerator, freezer, microscope, platinum loop, platinum wire, weighing instrument, test tube stand, disinfectant, clean bench, etc.
- ② Instruments (consumables)
Glassware (test tubes, flasks, petri dishes, pipettes, syringes, thin glasses for microscopic preparation, etc.), various reagents (including culture media), papers (including weighing paper), aluminum cans, strings, pencils, felt-tipped pens, toothpicks, cotton (cotton wool), etc.

4.3 動物実験における一般的注意

動物を用いて再現性のある精度の高い試験研究を行うには、遺伝的に抑制され、系統が明確でしかも適正な環境で飼育された健康な動物を導入する必要がある。従って、実験動物の生理、生態、習性などをよく理解した飼育管理に細心の注意を払うとともに、「生き物」に対する十分な愛情を注ぎ、動物福祉への配慮を忘れてはならない。

実験に際しては本学に制定された『動物実験規則』に従い学長の承認を得たうえ、更に次の注意事項を順守すること。

- ① 動物の飼育管理（飼育室の温度・湿度調節、室内の清掃と消毒、悪臭の発生や騒音の防止、給水、給餌、床敷、ケージの交換など）及び健康管理（疾病、汚物処理など）に、細心の注意を払うこと。
- ② 実験室では必ず清潔な実験衣を着用すること。ただし、実験衣を着用したまま実験室外を出歩かないこと。
- ③ 実験は指導教員の指示に従って整然と行い、実験終了後は直ちに汚物処理、ゴミの排出、汚染物の除去と清掃を行うこと。
- ④ 簡単な実験手技から複雑な手技まで多彩な方法があるが、操作条件を一定にし、できる限り動物に苦痛を与えない手技で行うとともに、保温等の適切な処置をとること。
- ⑤ 実験の目的を明確にし、無益な殺生は厳に慎むこと。そして常に動物固体を用いた実験系から、単細胞や培養細胞さらには微生物（モデル実験など）などによる単純な実験系への置き換えを考えておくこと。
- ⑥ 動物を外部から導入したら直ちに指導教員に申し出、所定の手続きを行うこと。動物に異常が認められたら直ちに指導教員の指導を仰ぎ、隔離収容や殺処理など適切な処理を行うこと。
- ⑦ 特に遺伝子改変を行った動物を取り扱う場合は、指導教員と動物実験委員会両方の指示を仰ぐ必要がある。
- ⑧ 実験を終了した、あるいは中断した動物の処理は、致死量以上の麻酔薬の投与や頸推脱臼、頭蓋打撲、断首など速やかな処置を施し、実験動物にできる限り苦痛を与えないようにし、動物の安楽死を図ること。
- ⑨ 動物の死体や汚物（廃棄物）は、指導教員の指導のもとに専用のフリーザに保管するなど適切な処理を講じ、廃棄に際しては専門業者等に依頼し、人の健康及び生活環境を損なうことのないようにすること。
- ⑩ 麻酔等に用いた注射針や注射筒は所定の容器に入れ回収する。絶対に一般ゴミと同じ容器には捨てないこと。
- ⑪ 実験に使用した実験台、装置、手術機器はよく清掃し、消毒や乾燥等に留意すること。
- ⑫ メスや注射針による実験中のケガは直ちに消毒等の処置を行い、必要なら医師の診断を受けること。

4.3 General Precautions for Animal Experiments

To be able to achieve highly accurate tests and research of good reproducibility using animals, it is necessary to introduce healthy animals of known strain that have been raised in an appropriate environment. Therefore, remain very careful in caring for laboratory animals with full understanding of their physiology, habits and behavior, and at the same time, remain affectionate for “life” and conscious of animal welfare.

When conducting an animal experiment, obtain approval from the KIT President in accordance with the “KIT Animal Experiment Rules”, and strictly observe the following precautions:

- ① Remain very careful about animal care (temperature and humidity in the animal room, cleaning and disinfection of the animal room, prevention of odor and noise, water supply, feeding, replacement of bedding or cage, etc.) and healthcare (disease, disposal of fecal matter, etc.).
- ② Always wear a clean laboratory coat within laboratories. Do not wear the laboratory coat outside laboratories.
- ③ Perform an animal experiment in an orderly manner in accordance with the instructions from the advisor. After finishing the experiment, immediately dispose of fecal matter, remove wastes and contaminated items, and clean the cages.
- ④ A diversity of experimental methods ranging from simple procedures to complicated procedures are available. Maintain the same working conditions, and choose a procedure that can minimize the pain of animals, and take appropriate measures including warming the animals.
- ⑤ Clarify the objective of the experiment, and avoid waste of life whenever possible. Always consider to supersede experimental systems involving laboratory animals with simple experimental systems employing single cells, cultured cells, or microorganisms (model experiment, etc.).
- ⑥ When a laboratory animal from an external source has been introduced into a laboratory, immediately report it to the advisor, and execute the necessary procedures. If an animal exhibits any abnormality, immediately seek instructions from the advisor, and accordingly isolate or sacrifice the animal in question.
- ⑦ In particular, when handling a Living Gene-engineered animal, it is necessary to seek instructions from both the advisor and KIT Animal Experiment Committee.
- ⑧ When the experiment has been completed or discontinued, try to promptly subject the animals to euthanasia, minimizing the pain of the animals; more specifically, apply anesthetic in excess of lethal dose, or execute cervical dislocation, skull contusion, beheading, etc.
- ⑨ Appropriately handle animal carcasses and fecal matter (waste) under the guidance of the advisor; for example, store these wastes in a freezer designated for this purpose. Commission a specialist agent to dispose of these wastes. Make sure that these wastes do not pose hazards to human health and the living environment.
- ⑩ Collect hypodermic needles and syringes in a designated recovery container. NEVER discard these items in a container for general wastes.
- ⑪ Thoroughly clean the laboratory table, equipment, and surgical instruments, and make sure they are disinfected and dried.
- ⑫ If an injury occurs with a surgical knife or hypodermic needle, immediately disinfect and provide first-aid care, and if necessary seek medical attention.

4.4 遺伝子組換え実験

4.4.1 目的

京都工芸繊維大学で行われる遺伝子組換え実験に関して、安全かつ環境に負荷を与えないための管理・実施の手順について規定する。「遺伝子組換え実験」、「遺伝子組換え生物等」とは、『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日法律第97号）、『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施行規則』（平成15年11月21日財務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・環境省令第1号）及び『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1月29日文部科学省・環境省令第1号）が定義するものをいう。ただし、京都工芸繊維大学では、執るべき拡散防止措置が法令等により定められている「機関実験」のみが遺伝子組換え実験として承認・運用されている。この手順書はそれに対応するものであり、これ以外の遺伝子組換え実験（遺伝子組換え生物等の第一種使用等や第二種使用等のうち執るべき拡散防止措置が法令等により定められていない「大臣確認実験」）については、この手順書の指示するところではなく、別途作成が必要である。

4.4.2 関連学外及び学内規定との対応

(1) 本学での遺伝子組換え実験においては、『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』、『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施行規則』、『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』及び本学が定める『京都工芸繊維大学遺伝子組換え生物等使用等管理規則』を順守する。

(2) 実験などで生じた廃液等の廃棄物の分別収集及び処理は、『3.3 化学薬品の廃棄処理』に従う。

上記の関連法令及び規定は、この『安全の手引き』よりも優先される。

4.4.3 遺伝子組換え実験の管理責任

遺伝子組換え実験の管理は、『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』及び本学の『京都工芸繊維大学遺伝子組換え生物等使用等管理規則』が定める実験計画ごとの『実験責任者』が行う。実験従事者は、従事する実験計画の実験責任者の指導に従って遺伝子組換え実験を行う。

4.4.4 遺伝子組換え実験の承認・報告

(1) 遺伝子組換え実験を行うには、実験責任者があらかじめ京都工芸繊維大学遺伝子組換え実験等安全管理委員会に『遺伝子組換え実験等承認申請書』及び関連書類を提出し、承認を受けなければならない。

(2) 実験責任者は、実験を終了したときは、速やかに『遺伝子組換え実験等報告書』を学長に提出し、報告する。

4.4 Recombinant DNA Experiments

4.4.1 Objectives

This section shall specify the management and implementation procedures that are safe and do not impact the environment in recombinant DNA experiments that are performed in KIT. “Recombinant DNA Experiments” and “Living Gene-engineered Organisms” shall mean those defined by the “Act on the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity through Regulations on the Use of Living Gene-engineered Organisms” (Act No. 97, June 18, 2003), “Ordinance for Enforcement of the Act on the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity through Regulations on the Use of Living Gene-engineered Organisms” (Ordinance No. 1, November 21, 2003, the Ministry of Finance Japan; Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT); Ministry of Health, Labour and Welfare; Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries; Ministry of Economy, Trade and Industry; and the Ministry of the Environment) and “The Ministerial Ordinance Providing Containment Measures to Be Taken in Type 2 Use of Living Gene-engineered Organisms for Research and Development” (Ordinance No. 1, January 29, 2004, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT); and the Ministry of the Environment). Notwithstanding in KIT, only “Organizational Experiments”, for which an appropriate containment measure has been stipulated by an ordinance or the like, have been approved and implemented as recombinant DNA experiments. This guidebook shall accordingly specify requirements about this type of experiment. Other recombinant DNA experiments (Type 1 Use of Living Gene-engineered Organisms; and Type 2 Use, in particular, “Minister Affirmed Experiments” where a necessary containment measure is not stipulated by an ordinance or the like) require development of separate guidebook.

4.4.2 Compatibility of KIT rules with related outside rules

- (1) For recombinant DNA experiments in KIT, the “Act on the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity through Regulations on the Use of Living Gene-engineered Organisms”, “Ordinance for Enforcement of Act on the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity through Regulations on the Use of Living Gene-engineered Organisms” and “The Ministerial Ordinance Providing Containment Measures to Be Taken in Type 2 Use of Living Gene-engineered Organisms for Research and Development” as well as the KIT-developed “KIT Management Rules for Usage of Living Gene-engineered Organisms or the Like” shall be strictly observed.
- (2) Sorted collection and disposal of laboratory wastes including liquid waste occurring from experiments or the like shall be done according to the “EMS Experimental Site Training Textbook.”

The above-mentioned related laws, ordinances and rules shall have priority over this “3.3 Disposal of Laboratory Chemicals”

4.4.3 Management responsibility for recombinant DNA experiments

Management of recombinant DNA experiments shall be undertaken by the Principal Investigator for each experiment plan stipulated by “The Ministerial Ordinance Providing Containment Measures to Be Taken in Type 2 Use of Living Gene-engineered Organisms for Research and Development” and the KIT-developed “KIT Management Rules for Usage of Living Gene-engineered Organisms or the Like.” The Experiment Participants shall perform a recombinant DNA experiment under the guidance of the Principal Investigator of the experiment he/she takes part in.

4.4.4 Approval and reporting for recombinant DNA experiments

- (1) When conducting a recombinant DNA experiment, the Principal Investigator shall in advance submit an “Application Form for Approval of Recombinant DNA Experiments or the like” and related documents to the KIT Safety Management Committee for Recombinant DNA Experiments or the Like to obtain approval for the experiment.
- (2) Upon completion of the experiment, the Principal Investigator shall promptly submit a “Report on Recombinant DNA Experiments or the Like to the KIT President to report that the experiment is finished.

4.4.5 遺伝子組換え実験の管理手順

(1) 遺伝子組換え実験区域内の環境維持

- ① 実験試料の取り扱いについては、実験区域の拡散防止措置レベルに応じた実験実施要項を順守する。
- ② 遺伝子組換え生物等を含む試料は、法令等の規定に留意し管理する。
- ③ 実験に係わる施設・設備については定期的及び必要に応じて随時点検を行い、法令等の規定に適合するようにしなければならない。

(2) 遺伝子組換え実験区域外に対する環境維持

- ① 遺伝子組換え生物等を含む材料は、漏れのない容器に実験区域内で密閉し、拡散防止措置レベルに応じた処置を講じ、容器に取扱注意を要する旨を表示することにより、区域外へ運搬できる。
- ② 遺伝子組換え生物等を含む材料及びこれによって汚染された物は、遺伝子組換え生物等の不活性化を目的として、すべて滅菌のうえ廃棄する。滅菌後の廃液・廃棄物は、『実験廃液・廃棄物管理手順書』に従い、処分を行う。

(3) 緊急時対応

火災、地震などの緊急時は、緊急時対応手順書に従う。ただし、緊急時発生に伴い(4)の③に該当するような場合及び遺伝子組換え生物等が実験区域外に不可抗力により放出され、汚染された場合は、直ちに遺伝子組換え実験等安全主任者及び部門等の長に報告し、その指示のもと必要な措置を講じなければならない。また、緊急事態が収束後、実験の復帰は、『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』に適合するように行う。

(4) 教育訓練・健康管理

- ① 実験責任者は実験開始前に実験従事者に対して教育訓練を実施し、実験従事者は法令等及び『京都工芸繊維大学遺伝子組換え生物等使用等管理規則』を熟知するよう努める。
- ② 実験開始前及び開始後1年を超えない範囲ごとに学内で開催される健康診断を受ける。
- ③ 以下の事項に該当するときは、直ちに実験責任者は遺伝子組換え実験等安全主任者及び部門等の長に報告し、その指示のもと必要な措置を講じなければならない。
 - ・ 遺伝子組換え生物等を間違えて飲み込み、または吸い込んだとき。
 - ・ 遺伝子組換え生物等により皮膚が汚染したとき。
 - ・ 遺伝子組換え生物等により著しく区域内が汚染したとき、もしくはその場に居合わせたとき。
 - ・ 実験期間中もしくは実験後に健康に変調をきたしたとき、または重症もしくは長期にわたる病気にかかったとき。

4.4.5 Control procedures for recombinant DNA experiments

- (1) Environment conservation within recombinant DNA experiment area
 - ① When handling experimental specimens, strictly observe the experiment implementation procedure that meets the containment measure level of the experiment area in question.
 - ② Control the specimens containing Living Gene-engineered organisms or the like, remaining conscious of provisions in the applicable ordinances or the like.
 - ③ Inspect the facilities and equipment to be used in recombinant DNA experiments at regular intervals or as needed in order to ensure that such facilities and equipment satisfy provisions in the applicable ordinances or the like.
- (2) Environment conservation outside recombinant DNA experiment area
 - ① A material containing a Living Gene-engineered organism may be transferred to a place outside the recombinant DNA experiment area, provided that the material is contained and sealed in a leak-free container within the recombinant DNA experiment area; the fully-sealed container is subjected to a measure that meets the containment measure level, and the container is labeled “handle with care.”
 - ② Sterilize and dispose of any material containing a Living Gene-engineered organism or an item contaminated with such a material in order to inactivate the Living Gene-engineered organism. Dispose of the sterilized liquid waste and solid-wastes in accordance with the “Experimental Liquid-Wastes/Solid-Wastes Control Procedure.”
- (3) Emergency response

In the event of emergency situation such as fire or earthquake, follow the instructions in the emergency response procedure. However, when an emergency situation takes place, and if any problem included in ③ of (4) below has occurred, or a Living Gene-engineered organism or the like has accidentally been released outside the experiment area, promptly report the fact to the safety director of recombinant DNA experiment or the like as well as to the department director, and execute necessary measures under the instruction of the safety director or department director. Additionally, when the emergency situation is under control, the experiment shall be resumed in compliance with “The Ministerial Ordinance Providing Containment Measures to Be Taken in Type 2 Use of Living Gene-engineered Organisms for Research and Development.”
- (4) Training and maintenance of health
 - ① Prior to implementation of the experiment, the Principal Investigator shall train the Experiment Participants, and the Experiment Participants shall try to become fully familiar with the “KIT Management Rules for Usage of Living Gene-engineered Organisms or the Like.”
 - ② Receive medical check held within KIT prior to implementation of the experiment, and at intervals not greater than one year after implementation of the experiment.
 - ③ If any of the following problems occurs, the Principal Investigator shall promptly report the fact to the safety director of recombinant DNA experiment or the like as well as to the department director, and execute necessary measures under the instruction of the safety director or department director.
 - If you have accidentally swallowed or inhaled a Living Gene-engineered organism or the like.
 - The skin has been contaminated with a Living Gene-engineered organism or the like.
 - The experiment area has been heavily contaminated with a Living Gene-engineered organism or the like, or you have been present within the contaminated experiment area.
 - During or after the experiment, you have a health problem, or are experiencing serious or chronic illness.

Ⅱ.5 レーザ・紫外線を用いる実験の一般的注意

5.1 レーザの取扱いの注意

5.1.1 レーザの身体への危険性

レーザの取り扱いを誤ると、以下の身体への障害が発生する場合がありますので、その取扱いは周知な準備の下で適切に行われなければならない。

- (1) 眼の障害（網膜火傷、剥離、失明、白内障）（表Ⅱ-5.1 参照）
- (2) 皮膚の障害（火傷、色素沈着、発がん性、熱凝固）
- (3) その他（感電、色素レーザの取り扱いによる障害）

5.1.2 レーザの使用上の注意

(1) 眼障害に対する注意等

- ① 使用レーザの波長に対応した保護眼鏡を必ず着用する。
- ② レーザ光を直接見ない。
- ③ ミラー等の光学系がしっかり固定されていることを確認してから使用する。
- ④ 反射率の高い物体をレーザの周囲に置かない。
- ⑤ レーザ光の光路の高さは、歩行時、作業時における目の高さを避ける。
- ⑥ 可能な限り明るい場所でレーザを扱う。
- ⑦ 可能な限りレーザ光路および光路の延長上をカバーで覆う。
- ⑧ レーザ機器設置場所の入口又は保護囲いに、適切な警告標識を掲示する。
- ⑨ レーザビームが戸口の方に向く配置としない。

(2) 皮膚障害に対する注意

- ① 衣服の上からでも、身体にレーザ光をさらさない。
- ② 皮膚の露出を少なくする。難燃性の長袖の衣服を着用が望ましい。
- ③ レーザ光路上及び光路の延長上に立たない。
- ④ レーザ光路に燃えやすいもの（溶剤、油、紙など）を置かない。
- ⑤ レーザ光は、専用のビームストッパーや不燃性の遮蔽物（レンガなど）を置いてレーザビームを終端させる。

(3) その他使用上の注意事項

- ① 使用中は、レーザの使用を意識しない他の作業者に、その使用が分かるようにする。
- ② レーザ装置は高電圧電源を使用しているので、感電や漏電に十分注意して取り扱う。
- ③ ハロゲンなど有害ガスを用いているレーザでは、漏洩や排気に対する適切な処理をし、取扱いも注意をする（「Ⅱ.7 高圧ガスの管理と取扱い」参照）。
- ④ その他、詳細な注意については表Ⅱ-5.2 及びⅡ-5.3 を参照のこと。

II . 5 General Precautions for Experiments Involving Lasers/UV Irradiation

5.1 Precautions for Handling Laser Equipment

5.1.1 Health hazards of lasers

Mishandling of laser equipment can lead to the following health hazards. Therefore, laser equipment needs to be appropriately and correctly used.

- (1) Eye injury (burn or detachment of retina, loss of eyesight, cataract) (See Table II-5.1.)
- (2) Skin lesions (burn, pigmentation, cancer, thermal coagulation)
- (3) Other (electric shock, disorder resulting from handling of dye laser)

5.1.2 Precautions for using laser equipment

(1) Precautions against eye injury

- ① Always wear protective goggles that suit the wavelength of laser used.
- ② Do not directly look into a laser beam.
- ③ Make sure that the optical system including mirrors is securely mounted before operating the laser equipment.
- ④ Do not place any highly reflective object near the laser equipment.
- ⑤ Be sure that the height of the laser beam path is not at the eye level of people walking or working near the laser equipment.
- ⑥ Whenever possible, operate the laser equipment in a well illuminated place.
- ⑦ Whenever possible, fully cover the laser beam path as well as the extension of the laser beam path.
- ⑧ Post an appropriate laser warning plate at the entrance of a laser installation or on the protective cover.
- ⑨ Do not install the laser equipment in a direction where the laser beam can be directed to the door.

(2) Precautions against skin lesions

- ① Do not irradiate a human body with laser beam, even through clothing.
- ② Minimize skin exposure. When possible, wear long-sleeved clothing made of fireproof material.
- ③ Do not stand in the laser beam path or the extension of the laser beam path.
- ④ Do not place a readily combustible item (organic solvent, oil, paper, etc.) in the laser beam path.
- ⑤ Terminate the laser beam by using the special beam stopper designed for this purpose or non-combustible shield (such as brick wall).

(3) Other precautions for use of laser equipment

- ① While operating the laser equipment, signal its use to others who are unaware of it.
- ② Lasers equipment operates on a high-voltage power supply. Handle the power supply very carefully to avoid electric shock or power leakage.
- ③ For lasers involving hazardous gas such as halogen gas, provide an appropriate measure to address possible gas leakage and necessary gas purging, and extremely carefully handle this type of laser equipment (refer to II . 7 Management and Handling of High-Pressure Gases).
- ④ For further information about laser/UV precautions, refer to Tables II-5.2 and II-5.3.

表 II-5.1 光に対する過度の露光に伴う病理学的影響の要約

波長領域	目の症状	皮膚の症状
紫外 C 180 ~ 280nm	光化学的角膜炎	紅しん（疹）（日焼け） 皮膚老化プロセスの促進 色素の増加
紫外 B 280 ~ 315nm		
紫外 A 315 ~ 400nm	光化学反応による白内障	色素の黒化 光による反応 皮膚のやけど
可視 400 ~ 780nm	光化学反応及び熱性の網膜損傷	
赤外 A 780 ~ 1400nm	白内障、網膜焼け	皮膚のやけど
赤外 B 1.4 ~ 3.0 μ m	前房フレア、白内障、角膜熱傷	
赤外 C 3.0 μ m ~ 1mm	角膜熱傷だけ	

表 II-5.2 レーザの人体に対する危険度による分類と概要

クラス	危険度	危険評価の概要
1	本質的に安全	出力は 0.39mW 以下。 合理的に予見可能な運転条件下で安全であるレーザ
1M	集光しなければ 本質的に安全	出力は 0.39mW 以下（波長：302.5nm ~ 4000nm）。 予知できる合理的な条件の下で、レンズ系を用いてレーザ光を 観察しなければ安全。
2	安全	可視光で出力は 1mW 以下（波長：400 ~ 700nm）。 瞬きなどの目の嫌悪反応で目を保護することで安全。
2M	集光しなければ 安全	可視光で出力は 1mW 以下（波長：400 ~ 700nm）。 レンズ系を用いて観察することがなく、瞬きなどの目の嫌悪反 応ができれば安全。レーザの放射レベルはクラス 2 と同じ。
3R	少し危険	出力はクラス 2（可視光の場合）またはクラス 1（不可視光の 場合）の出力の 5 倍以下（波長：302.5nm ~ 106nm）。 直接のビーム内観察は潜在的に危険。
3B	かなり危険	出力は 0.5W 以下。 直接または鏡面反射した光を見たり触れたりすると危険。
4	とても危険	高出力（0.5W を超えるレベル）。 直接または鏡面反射した光だけでなく散乱光も危険。 皮膚損傷を起こすだけでなく、火災発生の危険がある。

Table II-5.1 Summary of Pathological Effects Resulting from Excessive Exposure to Optical Irradiation

Wavelength	Eye symptoms	Skin symptoms
UV-C 180 – 280 nm	Photochemical keratitis	Rubedo (sunburn) Acceleration of skin aging Hyperpigmentation
UV-B 280 – 315 nm		
UV-A 315 – 400 nm	Cataract from photochemical reaction	Skin pigmentation Reaction by light Skin burn
Visible 400 – 780 nm	Damage to retina resulting from photochemical reaction or irradiation with heat	
IR-A 780 – 1400 nm	Cataract, retina burn	Skin burn
IR-B 1.4 – 3.0 μm	Aqueous flare, cataract, corneal burn	
IR-C 3.0 μm – 1 mm	Corneal burn only	

Table II-5.2 Classifications and Overview of Hazard in Laser Irradiation to Human Body

Class	Severity of hazard	Overview of hazard assessment
1	Inherently safe	Output of 0.39 mW or lower. Inherently safe laser under rationally predictable operating conditions.
1M	Inherently safe if there is no beam focusing	Output of 0.39 mW or lower (wavelength: 302.5 – 4000 nm). Safe if laser beam is not observed through a lens system under predictable rational conditions.
2	Safe	Visible light whose output is not greater than 1 mW (wavelength: 400 – 700 nm). Safe owing to eye protection by aversion response, such as blinking.
2M	Safe if there is no beam focusing	Visible light whose output is not greater than 1 mW (wavelength: 400 – 700 nm). Safe if eye protection by aversion response such as blinking is possible and the laser beam is not observed through a lens system. Laser irradiation level is same as that of class 2.
3R	Somewhat hazardous	Output is not greater than five times the output of class 2 (visible light) or class 1 (invisible light) (wavelength: 302.5 – 106 nm). Direct observation into the beam is potentially hazardous.
3B	Fairly hazardous	Output is not greater than 0.5 W. Hazardous when directly viewing or touching the laser beam, or light reflected from a mirror surface.
4	Highly hazardous	Highly powerful (greater than 0.5 W). Directly viewing the laser beam, light reflected from a mirror surface or scattered light is hazardous. Can not only damage the skin but also cause fires.

表 II-5.3 レーザ機器のクラス別措置基準

措置項目		措置内容	レーザー機器のクラス					
			4	3B	3R	2M	1M	
レーザー機器管理者の選任		レーザー機器の取扱及びレーザー光線による障害の防止について十分な知識と経験を有する者のうちから選任	○	○	○* ¹			
管理区域（標識、立入禁止）		他の区域と区画し標識等で明示、関係者以外立入禁止	○	○				
レーザー機器	レーザー光路	光路の位置	作業者の目の高さを避ける	○	○	○	○	○
		光路の適切な設計・遮へい	可能な限り短く折れ曲がる数を最小にして、歩行路と交差させず可能な限り遮蔽	○	○	○* ¹		
		適切な終端	適切な反射率及び耐熱性をもつ拡散反射体又は吸収体で終端	○	○	○* ¹	○* ²	○* ²
	キーコントロール		キー等により作動する構造	○	○			
	緊急停止スイッチ等	緊急停止スイッチ	レーザー光の放出を直ちに停止できる非常停止スイッチ	○	○			
		警報装置	容易に確認できる自動表示灯等の警報装置	○	○	○* ¹		
		シャッター	放出口に不意の放出を避けるシャッター	○	○			
	インターロックシステム		管理区域開放、光路遮蔽解除の時、レーザー放出自動停止	○	○			
	放出口の表示		レーザー光放出口に表示	○	○	○		
	作業管理	操作位置		レーザー光路からできるだけ離れた位置でレーザー機器の制御	○			
光学系調整時の措置		光学調整時は必要最小限のパワーで行う	○	○	○	○	○	
保護具		保護眼鏡	レーザーの種類に応じた適切なレーザー用保護眼鏡の着用	○	○	○* ¹		
		皮膚の露出の少ない作業着	皮膚の露出の少ない作業衣の着用	○	○			
		難燃性素材の使用	難燃性素材の衣服着用、熔融して玉状になる化学繊維は不適	○				
点検、整備		始業点検、一定期間ごとの点検、調整	○	○	○	○	○	
安全衛生教育		レーザー機器を使用するための安全教育	○	○	○	○	○	
その他	掲示	レーザー機器管理者	レーザー機器管理者氏名	○	○	○* ¹		
		危険性・有害性、取扱注意事項	見やすい箇所に、レーザー光線の危険性、有害性及び取扱注意事項	○	○	○	○	○
		レーザー機器の設置の表示	レーザー設備の標識	○	○			
	レーザー機器の高電圧部分の表示		高電圧部分の表示、感電防止措置	○	○	○	○	○
	危険物の持ち込み禁止		爆発物、引火性物質	○	○			
	有毒ガス、粉じん等への措置		労働安全衛生法所定の措置	○	○			
	レーザー光線による傷害の疑いのある者に対する医師の診察、処置		レーザー光による障害が疑われる者には、速やかに医師による診察・処置を実施	○	○	○	○	○

○印は、措置が必要なことを示す。

※1 400nm～700nmの波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器について措置が必要である。

※2 JIS規格10.6に掲げるレーザー機器にあっては、レーザー光路の末端について措置が必要である。

Table II-5.3 Laser Safety Standards by Laser Equipment Class

Safety measure		Contents of safety measure	Laser equipment class					
			4	3B	3R	2M	1M	
Appointment of laser equipment manager		Selected from people who have sufficient knowledge and experience in handling of laser equipment and prevention of injuries from laser beam.	○	○	○*1			
Control area (signboard, Authorized only)		The area is separated from other areas, and is clearly marked with a signboard, etc. Authorized personnel only.	○	○				
Laser equipment	Laser path	Location of path	Avoid the height of the operator's eye level.	○	○	○	○	○
		Appropriate design and guarding of optical path	Whenever possible, minimize the length of laser path as well as the number of bends within the path; make sure that the laser path does not interfere with the walkway within the area. Whenever possible, enclose the laser path with a cover.	○	○	○*1		
		Appropriate termination	Terminate the laser path with an appropriate diffusing reflector or absorbing material featuring appropriate reflectance and heat resistance.	○	○	○*1	○*2	○*2
	Key control		Equipment controller structure that features key-operated functions.	○	○			
	Emergency stop switch, etc.	Emergency stop switch	Emergency stop push-button switch that can be used to immediately stop laser emission.	○	○			
		Alarm system	Alarm devices such as easily recognizable automatic alarm lamp, etc.	○	○	○*1		
		Shutter	Shutter on the laser beam outlet, for protecting nearby people from sudden laser emission.	○	○			
	Interlock system		Laser emission is automatically interrupted when the control area is open, and laser beam path guard is released.	○	○			
	Warning indication for laser beam outlet		Marking on the laser beam outlet.	○	○	○		
	Work control	Workstation		Control of laser equipment in a location as far as possible from the laser path.	○			
Safety measure for adjusting optical system		Optical system is adjusted to the minimum necessary laser power.	○	○	○	○	○	
Personal protection		Protective goggles	Wear laser protection goggles suitable for the laser type used.	○	○	○*1		
		Work clothing with minimum skin exposure	Wear work clothing with minimum skin exposure.	○	○			
		Use of incombustible materials	Wear clothing made of fire-resistant material. Do not use chemical fiber material that melts and generates small beads when heated.	○				
Inspection, maintenance		Do start-up inspection. Inspect and adjust at regular intervals.	○	○	○	○	○	
Education for safety and hygiene		Safety education for using laser equipment	○	○	○	○	○	
Others	Signs	Laser equipment manager	Name of laser equipment manager	○	○	○*1		
		Danger, hazard, handling precautions	On readily visible points: warning message about danger and hazard, and handling precautions about laser beam.	○	○	○	○	○
		Marking of laser equipment installation	Signboard about laser equipment.	○	○			
	Marking of high-voltage portion of laser equipment		High-voltage warning plate, electric-shock prevention measure	○	○	○	○	○
	Do not bring in dangerous items.		Explosive material, flammable substances	○	○			
	Countermeasures against poisonous gas, dust, etc.		Measures provided by the Industrial Safety and Health Law of Japan.	○	○			
	Medical attention for a person who may have injury by laser beam		Promptly seek medical attention for a person who may have injury by laser beam.	○	○	○	○	○

○ mark means the safety measure is needed.

*1: The safety measure needs to be implemented for laser equipment that emits laser beam whose wavelength does not fall in the range of 400 – 700 nm.

*2: An effective laser beam termination needs to be provided for laser equipment that is specified in Sec. 10.6 in the JIS Standard.

5.2 紫外線光源の取扱いの注意

紫外線は目に入っても即座に痛みを感じないが、数時間後になって、目が充血して痛み、涙が止まらないことがある。このほか、皮膚が爛れるなどの傷害を生むこともあるので、水銀ランプ（殺菌灯も含む）や高圧 Xe ランプなどの紫外線光源の取扱いには以下のような注意が必要である。

- (1) 紫外線を直接皮膚に浴びたり、直視してはいけない。必ず紫外線専用保護眼鏡などを使用して厚いガラスやアクリル板を用いて遮へいすることに努める。
- (2) 大気中で点灯するとオゾンが発生するので、光源室に排気管又はオゾン除去装置を付けることが望ましい。
- (3) 高圧ランプなどは、点灯時や作動中に爆発する恐れがあるので、必ず所定のハウジング（光源室）に入れて使用する。
- (4) 紫外線顕微鏡を使用する時には、必ず紫外線防止用フィルタを取り付ける。
- (5) 紫外線照射中は、表示等で周囲の作業者にその使用が分かるようにする。場合によっては、照射中の立ち入りを禁止する。

5.3 その他の電磁波源の取扱いの注意

強いマイクロ波や赤外線も火傷や目の傷害を招く。マイクロ波は内臓の傷害を引き起こす恐れもある。また、強力な赤外線の照射は火災の原因になることもある。これらの電源や光源の使用に当たっては、十分な遮へいを施すことが必要である。

5.2 Precautions for Handling of UV Light Sources

Even in the case of eye contact with UV irradiation, the victim will not immediately feel pain in his/her eyes. Nevertheless, several hours later, his/her eyes may become bloodshot, painful and watery. Furthermore, UV irradiation can cause injury such as skin inflammation. Therefore, certain considerations such as those listed below are needed when handling UV sources such as mercury lamps (including a germicidal lamp) and high-pressure Xe lamps:

- (1) Do not directly irradiate skin with UV rays and do not directly look into UV rays. Be sure to wear UV protective goggles or equivalent equipment, and contain UV rays with a thick glass or acrylic plate.
- (2) When a UV light source is lit in air, ozone will be generated. Therefore, it is desirable to provide an evacuation pipe or ozone eliminator within the UV lamp house.
- (3) A light source such as a high-pressure lamp can explode when it is turned on or while it remains lit. Therefore, operate such light sources in a purpose-specific housing (lamp house).
- (4) When operating a UV microscope, be sure to install a UV protective filter.
- (5) During UV irradiation, warn nearby people that the UV light source is active by using a signboard. If necessary, prohibit entry of unauthorized personnel during UV irradiation.

5.3 Precautions for Handling Sources of Other Electromagnetic Emissions

Intense microwaves and IR rays can burn skin and damage eyes. Microwaves can also damage internal organs, and powerful IR irradiation can cause fires. When using such power supplies and light sources, it is necessary to provide sufficiently effective shielding measures.

II.6 高圧力・真空、高温・低温実験の一般的注意

6.1 高圧力・真空実験の一般的注意

高圧力を用いる実験では、高圧機器の破壊・爆発が起こる可能性が常にあり、また、この破壊・爆発によって重大事故に至る場合もある。このため、高圧機器の管理、保守、使用について細心の注意を払う必要がある。まず、高圧機器の定期的な点検を行い、実験に際しては、その作業手順を明確に定め、かつ、慎重に行う必要がある。真空（減圧）実験でも、上記と同様の現象が起こるので、高圧実験と同様の注意が必要である。一般的な注意を以下に挙げる。

- ① 高圧の実験装置では、部品の損耗や締付けボルトの緩みなど、装置の異常を定期的に検査する。気密性（漏れの有無）も所定の方法で検査する。
- ② 高圧用装置（コンプレッサーやオートクレーブなど）では安全装置の作動を確認する。万一、事故が発生した時には、遠隔操作できるようにしておく。
- ③ 実験装置や容器がガラス製の場合には特に損傷しやすいので、実験開始前に傷や歪みがないかよく調べること。
- ④ 三角フラスコのように、平たい部分のある薄手の容器は減圧下で破損しやすく、特別の場合を除いて、決して減圧下で使用してはならない。
- ⑤ 真空蒸着用のベルジャーなどの大型ガラス容器には、破損時に備えて防護用の覆いで遮へいすることが望ましい。
- ⑥ 冷却水を必要とする真空排気装置では、冷却水配管の破断を防止するための措置及び点検が必要である。
- ⑦ 加圧中や減圧中には装置に余計な力や衝撃を加えてはならない。
- ⑧ 減圧を常圧に戻す時には温度を下げてから徐々に行うこと。
- ⑨ 化学気相堆積（CVD）装置などは、それぞれの取扱説明書に基づいて、操作に間違いがないよう、慎重に実験を行うこと。
- ⑩ 高圧ガスを用いる実験については、II-7.1を参照のこと。

6.2 高温・低温実験の一般的注意

高温や低温を扱う実験では、火傷や凍傷などの傷害に対する注意が必要である。また、高温では火災に対する注意も不可欠である。一般的な注意のみを以下に示すが、個別には指導教員や熟練者の指導に基づいて実験を行うこと。

- ① 高温用装置には安全装置を装備し、その動作を確認しておく。事故が発生した場合を想定し遠隔操作できるようにしておく。
- ② 高温用装置を取り扱う時には、簡単に脱ぎ捨てることのできる衣服を着用する。また手袋は乾いた物を使用する。
- ③ 超低温装置・器具の使用時には、冷媒等の洩れや材質の過冷却などによる破損に十分な注意を払う。
- ④ 液体酸素、液体窒素等の低温液化ガスの取扱いでは、断熱を施していない配管等に人体が直接接触すると凍傷を起こす。革手袋（軍手などは不可）・保護眼鏡などを着用して慎重に行うこと。
- ⑤ 液体酸素、液体窒素等の低温液化ガスを密室で取り扱うと酸素濃度の低下を生じ窒息の危険性がある。換気に注意し、頻繁に使用する場合は酸素濃度警報計を設置することが望ましい。
- ⑥ 液体窒素等をエレベーターで運搬する際は、窒息事故を防止するため、容器のみを乗せ、他者の途中階からの同乗を防ぐための表示をエレベーター内に掲示する。

II . 6 General Precautions for High-Pressure or Vacuum Experiments, and High-Temperature or Cryogenic Experiments

6.1 General Precautions for High-Pressure or Vacuum Experiments

In experiments employing high pressure, there is always hazard of breakage or explosion of high-pressure apparatuses, possibly leading to severe accidents. Therefore, high-pressure apparatuses have to be controlled, maintained and used with utmost care. First, high-pressure apparatuses need to be inspected at regular intervals, and clear-cut work procedures for experiments have to be developed and implemented carefully. In vacuum (evacuated) experiments, similar problems can occur, and the same precautions as those for high-pressure experiments should be paid attention. General precautions for high-pressure or vacuum experiments are summarized below.

- ① Inspect high-pressure experimental equipment at regular intervals for worn parts, looseness of lock bolts, and other problems. Also, check gas-tightness (possible leakage) by predetermined methods.
- ② For high-pressure apparatuses (such as compressors and autoclaves), check that their safety devices function normally. Employ a remote control feature to cope with possible accidents.
- ③ Experimental apparatuses and vessels made of glass are particularly fragile. Before starting an experiment, check that this glassware is free of flaws and distortion.
- ④ Thin-walled glass vessels having a flat bottom such as an Erlenmeyer flask can readily break under reduced pressure, and should NEVER be used in vacuum, except for exceptional applications.
- ⑤ Large glassware such as a bell jar for vacuum evaporation should be enclosed with a protective covering in case of breakage.
- ⑥ For a vacuum evacuation system that requires cooling water, measures and inspections are needed to prevent break of the cooling water line.
- ⑦ During pressurization or depressurization, do not subject the equipment to excessive force or impact.
- ⑧ When restoring reduced pressure to normal pressure, first lower the temperature and then gradually increase the pressure.
- ⑨ For experiments with a chemical vapor deposition (CVD) system, carefully read the operation manual of the equipment, and carefully handle the equipment so as not to misoperate it.
- ⑩ For precautions about experiments involving high-pressure gases, refer to Sec. II-7.1.

6.2 General Precautions for High-Temperature or Cryogenic Experiments

For experiments involving high temperature or extremely low temperature, special precautions need to be taken against injuries such as burn and frostbite. In addition, during an experiment at high temperature, caution should be paid attention to prevent fire. General precautions for high-temperature or cryogenic experiments are summarized below. For individual application, carry out the experiment under the guidance of supervisor or experienced personnel.

- ① Incorporate safety devices into high-temperature experiment equipment, and check that the safety devices function normally. Employ a remote control feature to cope with possible accidents.
- ② When handling equipment for high-temperature experiment, wear clothing that can be readily stripped away. Always wear dry gloves.
- ③ When using cryogenic equipment or instruments, be particularly careful about possible leakage of refrigerant, and breakage of materials owing to overcooling.
- ④ When cryogenic liquefied gas such as liquid oxygen and liquid nitrogen is handled, and if the human body directly comes into contact with non-insulated piping, frostbite can result. Wear leather protective gloves (not cotton work gloves) and protective goggles, and then carefully handle the cryogenic liquefied gas.
- ⑤ When cryogenic liquefied gas such as liquid oxygen and liquid nitrogen is handled in a closed room, the oxygen concentration in the room decreases, possibly leading to suffocation. Provide ventilation, and if cryogenic liquefied gas is often used in a particular room, an oxygen concentration alarm should be placed in the room.
- ⑥ When cryogenic liquefied gas such as liquid nitrogen is transported on an elevator, allow the elevator car to carry only the gas cylinder in order to avoid suffocation accidents, and post a warning within the elevator car to prevent a passenger riding from another floor in this elevator car.

6.3 液体窒素の取扱いと注意

液体窒素や液体ヘリウムなどの液化ガスは極低温であるとともに、容易に気化する性質も有する危険物質である。実験事故を防ぐためばかりでなく浪費を避けるためにも、その取扱いには十分な注意が必要である。

6.3.1 各液化ガスの基本的性質

- ① 窒素は、液体状態において、無色透明、比重： 0.81 g/cm^3 、沸点： $-195.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 、融点： $-209.9 \text{ }^\circ\text{C}$ である。気体状態においては、無色・無味・無臭、密度： 1.25 g/L (RT)、比重： 0.97 (vs 空気)、液体に対する体積比：約 650 倍、常温以下で不活性、不燃であり、高温で窒素酸化物を生成する。
- ② ヘリウムは、液体状態において、比重： 0.125 g/cm^3 ($-269.0 \text{ }^\circ\text{C}$)、沸点： $-268.9 \text{ }^\circ\text{C}$ である。気体状態においては、無色・無味・無臭、密度： 0.179 g/L (RT)、比重： 0.14 (vs 空気)、液体に対する体積比：約 700 倍であり、非引火性である。

6.3.2 液化ガスの取扱いにおける危険性

- ① 極低温による危険性として、凍傷、容器等の物性変化による破損、液体酸素の凝集による火災や爆発がある。
- ② 気化時における危険性として、異常加圧による破裂や爆発、大量気化による窒息や酸素欠乏症（酸欠，低酸素症）がある。

6.3.3 基本的な取扱注意事項

- ① 液化ガスが眼に入ると失明するおそれがあるので、取扱中は必ず保護メガネを使用すること。
- ② 液化ガスそのものや、それから生じた低温ガス、冷えた金属部分に直接肌を触れさせないこと。そのような危険性が想定される場合は、乾燥した革手袋を着用すること。
- ③ 容器は専用に設計された物を用いること。容器には様々な種類がある。それぞれの取扱説明書を熟読しておくこと。
- ④ 急冷によるサイズ収縮・応力発生・熱衝撃などを考慮すること。初めて使用する装置（特にガラス製品）は破損しやすい。
- ⑤ 断熱効果の低い容器は無駄な気化が多いばかりでなく、大量突沸などの危険性があるので使用しないこと。
- ⑥ 必要量以上の汲み取りや移し替えを行わない。計画的に行うこと。また保存容器はなるべく空にせず保管し、次の充填での無駄な気化を避ける。
- ⑦ 金属製容器中に霜や氷が入ると、あとでサビの原因となるので、できるだけ入れないこと。
- ⑧ 液体ヘリウム容器において、断熱の不足した部分からは液化した空気が滴下するので触れないこと。
- ⑨ エレベーターによる運搬はできるだけ使用しない。エレベーターで運搬を行う場合は、必ず2名以上で行い、まず一人が容器のみをエレベーターに乗せて出発させ、あらかじめ目的階に待機させた別の一人が容器を降ろすこと。その際、他者の途中階からの同乗を防ぐための表示をエレベーター内に掲示すること。
- ⑩ 液化ガスは気化すると約 700 倍もの体積となる。圧力増加による危険性を常に考慮すること。
- ⑪ 大量気化した場合、空気中の酸素濃度の低下による窒息の危険性が生じる。酸素濃度は通常約 21% であるが、18% 以下となると酸素欠乏症状を示し、さらに約 15% では脳活動が著しく低下し、身体機能が低下する。最悪の場合 6% 以下の空気を吸うと呼吸機能が麻痺し、たった 1 回の吸入でも失神や昏睡、昏倒、呼吸停止に陥ることがある。

6.3 Handling and Precautions for Liquid Nitrogen

Liquefied gases such as liquid nitrogen (LN₂) and liquid helium are hazardous substances since they are cryogenic and can readily vaporize. To prevent accidents during experiments as well as waste of liquefied gas, these substances should be carefully handled.

6.3.1 Basic characteristics of various liquefied gases

- ① Nitrogen in liquefied state is colorless and transparent, and has a specific gravity of 0.81 g/cm³, boiling point of -195.8 °C, and melting point of -209.9 °C. Nitrogen in gaseous state is colorless, tasteless, and odorless, and has a density of 1.25 g/L (RT), specific gravity of 0.97 (relative to air), volume ratio relative to liquid of approximately 650 times, and is inactive and noncombustible at ordinary temperature or lower, but can generate nitrogen oxide at higher temperature.
- ② Helium in liquefied state has a specific gravity of 0.125 g/cm³ (-269.0 °C), and boiling point of -268.9 °C. Helium in gaseous state is colorless, tasteless, and odorless, and has a density of 0.179 g/L (RT), specific gravity of 0.14 (relative to air), volume ratio relative to liquid of approximately 700 times, and is nonflammable.

6.3.2 Hazards of handling liquefied gases

- ① Hazards of cryogenic property include frostbite, fracture of gas storage vessel owing to deteriorated physical properties, and occurrence of fire or explosion owing to condensation of liquid oxygen.
- ② Hazards of vaporization include rupture or explosion owing to excessive pressure buildup, and suffocation or Hypoxia (oxygen deficiency) owing to presence of a large amount of vaporized gas.

6.3.3 Basic precautions for handling liquefied gases

- ① Getting liquefied gas into the eye can lead to loss of vision. Wear protective goggles while handling liquefied gas.
- ② Do not allow your skin to come into contact directly with liquefied gas itself, low temperature gas deriving from liquefied gas or a cold metal surface. If such a hazard is expected, wear dry leather gloves.
- ③ Only use gas storage vessels specially designed for storing cryogenic gases. Various gas storage vessels are available. Before using a gas storage vessel, carefully read the instruction manual.
- ④ Consider the size reduction, stress generation, thermal shock, etc. possibly resulting from quick cooling. Remember that an apparatus (glassware in particular) can develop fracture when it is used first time.
- ⑤ Do not use a gas storage vessel with poor heat insulating performance. Such gas storage vessels can lead not only to excessive vaporization but also violent bumping.
- ⑥ Do not attempt to pump up or transfer liquefied gas in unnecessary large amounts. Execute such a procedure systematically. Keep gas storage vessels with their content not fully depleted, in order to avoid unnecessary vaporization during the next recharging operation.
- ⑦ Frost or ice in a metal gas storage vessel can later cause rusting inside the gas storage vessel. Avoid this problem whenever possible.
- ⑧ On a liquid helium gas storage vessel, liquefied air can drip from an area with insufficient heat insulation performance. Do not touch this area.
- ⑨ Do not transport a gas storage vessel on an elevator. When transportation on an elevator is unavoidable, at least two persons are needed for the transportation. One person starts the elevator car carrying only the gas storage vessel, and the other person waits for the arrival of elevator car at the target floor to unload the gas storage vessel. For this operation, a signboard should be posted inside the elevator car with the message of "No passengers are allowed during this operation."
- ⑩ When liquefied gas vaporizes, the volume of the gas is approximately 700 times as large as that in liquid state. Therefore, always remain aware of possible hazards arising from pressure buildup.
- ⑪ Vaporization of a large amount of gas can cause the hazard of suffocation owing to decrease in oxygen concentration in air. Usually, oxygen concentration in air stands at 21%. If oxygen concentration decreases below 18%, people involved will suffer from oxygen deficiency; if oxygen concentration further decreases to approximately 15%, brain activity will be significantly deteriorated and bodily functions will be jeopardized. In the worst situation, if a person inhales air with oxygen concentration of 6% or lower, he/she will lose normal respiratory function; even one inhalation of such air can lead to loss of consciousness, coma, unconsciousness, or loss of respiration.

6.3.4 開放型保存容器（デュワー瓶など）による取扱い

- ① いかなる時も、気化したガスを閉じこめるような密閉をしてはならない。
- ② デュワー瓶は二重壁による真空断熱構造となっているが、破損時は急激な大量気化、および爆縮による飛散などが起こるので十分に注意する。
- ③ ガラス容器の底や壁はもろく、中に入れた物とのほんの小さな接触でも割れることがある。液化ガスの移し取りは、熱衝撃を防止するためにゆっくり行うこと。
- ④ 容器による運搬を行うときは容器の転倒に気をつけ、また液化ガスが外にこぼれないように注意する。
- ⑤ 可搬台を用いるときは振動で容器が脱落・転倒しないような処置をとる。
- ⑥ 運搬中はできるだけ静かに運搬し、また火気を避けるよう努める。
- ⑦ 不用意に容器内を覗き込んではいけない。
- ⑧ 保管時は水分凍結による開口部分の閉塞や酸素の濃縮を警戒し、カバーをかける。
- ⑨ 液化ガスを用いたトラップ冷却などは液体酸素（沸点 -183°C ）が凝縮しやすい。高濃度の酸素雰囲気においては多くの物質の引火・発火点は大きく下がり大変危険であるので、凝集させないように十分注意する必要がある（易可燃・爆燃性）。
- ⑩ また液体酸素も常圧で気化しやすく、容器爆発の危険性が伴う。万が一、トラップ等に液体酸素が凝集した場合は、気化酸素を開放するための開口部をできるだけ広く確保し、液体窒素・液体酸素が自然に蒸発するまで放置する。その間できるだけ装置に近づかないこと。

6.3.5 超低温容器（可搬式）による取扱い

- ① 必ず高圧ガス保安法に適合したものを用品、容器の再検査などの自主管理も所有者が行って、利用状況や安全面に気を配らなくてはならない。
- ② 各弁の役割などの使用法は、使用者全員が熟知しているべきである。
- ③ 大容量の容器であることが多いが、破損すると大量気化をまねく。構造上ネック部分が一番弱いため、ショックを与えたり、横倒しにしたり、落下させないこと。
- ④ 満載時はかなりの重量となる。転倒防止のため、移動の際は2名以上で行う。移動させる場合は決して転がしてはならない。
- ⑤ 屋内で使用するときには十分に換気に気をつける。
- ⑥ 密閉型の容器であるので、周囲は火気厳禁である。付近2 m以内に熱源、引火性、発火性物質をおいてはならない。（法規則）
- ⑦ 圧力調整器には必ず規格が適合するものを用品、バルブは静かに開閉するなど、適切な方法で使用する。
- ⑧ 異物混入および気化浪費を避けるために、使い切らずに残圧を残すとよい。

6.3.6 コールドエバポレータ（CE、大型貯槽）からの汲み取り

- ① 本学では共同利用施設として容量4トンの大型液体窒素貯槽（以下、貯槽と略す）を所有しており、各研究分野はこれを利用して必要な量の液体窒素を下記の②～⑧に従い、随時汲み出すことができる。
- ② 共同利用施設である大型液体窒素貯槽（以下、貯槽と略す）の利用を希望する分野は、あらかじめ特定高圧ガス取扱主任者の許可を得る必要がある。
- ③ 新規利用者は全て、特定高圧ガス取扱主任者が指導する所定の講習会を受講しなくてはならない。
- ④ 貯槽利用法の詳細については、次の頁 [6.3.7] 記載の「液体窒素汲取作業手順書」に規定する手順を遵守すること。

6.3.4 Handling open type storage vessels (Dewar vessel, etc.)

- ① NEVER seal the storage vessel to shut in gas vapor.
- ② A Dewar vessel features dual-wall structure for vacuum insulation. Handle it very carefully. If damaged, violent vaporization of a large amount of gas can occur, and implosion can occur at the same time, causing glass splinters to fly.
- ③ The bottom and wall of the glass vessel are brittle, and can break by even slight contact with the content of the vessel. Additionally, carefully transfer liquefied gas so as to avoid heat shock.
- ④ When transporting a vessel with liquefied gas in it, be very careful not to allow the vessel to fall. Also, be careful to avoid spilling liquefied gas.
- ⑤ When using a platform cart, take care to prevent the vessel from coming off or falling owing to vibration.
- ⑥ Transport the vessel very carefully. Avoid open flame.
- ⑦ Do not carelessly look inside the vessel.
- ⑧ During storage, protect the vessel with a cover to prevent blocking of the opening owing to frozen moisture and condensation of oxygen.
- ⑨ Trap-cooling using liquefied gas can cause the condensation of liquid oxygen (boiling point $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$). In an atmosphere of high oxygen concentration, the flash point and ignition point of many substances are much lower compared with those in the normal atmosphere. Note that this situation is very hazardous (increased flammability and increased tendency for deflagration); therefore, utmost care should be taken to avoid the condensation of oxygen.
- ⑩ Also, remember that liquid oxygen can readily vaporize under ordinary pressure, and can cause a hazard of explosion of the vessel. If liquid oxygen condensates in a trap, etc., keep the opening wide open in order to release oxygen vapor, and allow the vessel to stand until the trapped liquid nitrogen and liquid oxygen spontaneously evaporate. Before completion of the release of liquid nitrogen and liquid oxygen, keep away from the apparatus as far as possible.

6.3.5 Handling cryogenic storage vessels (portable)

- ① Only use a storage vessel complying with the High-Pressure Gas Safety Law of Japan. The owner must implement self-management, such as a re-inspection of the vessel, remaining careful about the state of use and safety of the cryogenic storage vessel.
- ② All the users must be fully familiar with correct usage including functions of the valves.
- ③ In many cases, the cryogenic storage vessels are large capacity gas cylinders. When broken, such large capacity gas cylinders can emit a large amount of vaporized gas. Because of structural design limitation, the neck of the storage vessel is the most vulnerable. Do not subject the neck to shock. Do not place the vessel sideways or turn it over.
- ④ A fully charged storage vessel is relatively heavy. To avoid overturning, move the storage vessel with at least two persons. Do not roll the vessel to move it.
- ⑤ When using indoors, provide sufficiently effective ventilation.
- ⑥ Since this storage vessel is a closed type, avoid open flame near it. Do not place a heat source, flammable or ignitable substance within 2 m of it (relevant laws and regulations).
- ⑦ Only use a pressure regulator whose specifications meet the requirements for the storage vessel. Handle the storage vessel in an appropriate way; for example, carefully open/close the valve.
- ⑧ To prevent ingress of foreign matter and avoid waste of gas owing to vaporization, leave a certain level of residual pressure rather than fully consuming the gas within the storage vessel.

6.3.6 Pumping out from the cold evaporators (CE, large storage tank)

- ① KIT owns a large liquid nitrogen storage tank with capacity of four tons as a shared facility (hereinafter simply referred to as the LN2 storage tank). Each research field (laboratory) can pump out a necessary amount of LN2 at any time from this storage tank, provided that the research field follows the instructions ② through ⑧ below:
- ② A research field (laboratory) wishing to use KIT's LN2 storage tank has to obtain permission for use from the High Pressure Gas Operation Safety Chief prior to use of this shared facility.
- ③ All new LN2 storage tank users must participate in the training session of High Pressure Gas Operation Safety.
- ④ Comply with the procedures in “the Liquid nitrogen pumping out procedure (for small vessels)” instructions on the next page [6.3.7] when using the LN2 storage tank.

- ⑤ 利用時間帯は、平日の午前 8 時 30 分から午後 5 時 30 分まで、とする。
- ⑥ 汲み出し作業及び容器運搬は、最低 2 人以上で行わなければならない。
- ⑦ 汲み出し作業においては、必ず防護メガネ・革手袋を着用すること。
- ⑧ 利用者は毎回、開閉バルブ及びノズル接合部などのゆるみや液漏れ等を点検し、記録しなければならない。異常が見られた場合はすみやかに特定高圧ガス取扱主任者や他の適切な部署に報告しなくてはならない。

6.3.7 液体窒素汲取作業手順書（小型容器向け）

- ① 液体窒素の取扱は超低温に対する注意だけでなく、気化時の危険性も考慮する必要がある。作業においては必ず防護メガネ・革手袋を着用し、取扱いに充分注意すること。液取出弁以外の弁類を絶対に開閉しないこと。
- ② 汲出前に、貯蔵量を液面計の圧力単位で確認し、その値を「管理用汲み出し簿」の「液面計・前」の欄に記入する。追加用紙は各バインダの後に綴じてある。
※指示値が「発注レベル」を下回ったら、自主的に経理課調達係（内線 7078）に連絡し、液体窒素の発注（タンクローリー配達）の手配をお願いする。納期は手配後約 3 日間かかることに注意。
- ③ 貯槽内圧を圧力計で確認し、その値を「管理用汲み出し簿」の圧力計・前の欄に記入する。
- ④ 貯槽に向かって右側が小型容器向け液取り専用ノズルである。金属フレキシブルホースに無理のないよう、ゆっくりノズルを容器に差し込む。（大型タンクの直結充てん方法については、別途相談のこと。）
- ⑤ 液取出弁を少しずつ静かに開けて液体窒素を取り出す。配管や金属フレキシブルホースが冷えるまで、暫くはガス状態で出てくる。（ガス体積＝液体体積× 650 倍）
※液体窒素の吹き出しや飛散に注意。吹き出しの状態を確認しながら液取出弁の開閉状態を調整する。操作には必ず乾いた革手袋を使用すること。低温金属部分に直接手や皮膚、塗れた革手袋で触ると凍傷になる恐れがある。
- ⑥ 必要量を取り出したら液取出弁をしっかり閉め、ノズルを専用スタンドにゆっくりもどす。
- ⑦ 再び液面計および圧力計で、それぞれ貯蔵圧力および貯槽内圧を読み取って、汲み出し後の各値を「管理用汲み出し簿」の該当欄に記入する。また汲出量など、その他の必要事項を記入する。
- ⑧ 講座別汲み出し簿に必要事項の記録を行う。間違った分野欄に記入しないこと。
- ⑨ 退出前に液取出弁が閉まっていることを再度確認する。

- ⑤ The LN2 storage tank is available from 8:30 AM to 5:30 PM on weekdays.
- ⑥ At least two persons have to cooperate in pumping out LN2 and transportation of the storage vessel.
- ⑦ In pumping out LN2, be sure to wear protective goggles and leather gloves.
- ⑧ At every operation with the LN2 storage tank, the user must check for looseness of joints, liquid leakage and other problems on the open/close valve and nozzle joint, and record the findings. If any abnormality is found, immediately report it to the High Pressure Gas Operation Safety Chief or appropriate department.

6.3.7 Liquid nitrogen pumping out procedure (for small vessels)

- ① When handling liquid nitrogen, always remain careful about not only its cryogenic quality but also hazards arising from vaporization of liquid nitrogen. For this handling work, wear protective goggles and leather gloves, and keep in mind careful treatment. NEVER open/close any valves other than the liquid withdrawal valve.
- ② Before pumping out, read the amount remaining in the evaporator on the liquid level gage as a pressure unit and enter the number into the space for “Liquid Surface/before” in the “Pump-out Log for Management.” Additional form sheets are available at the back of each binder.
 Note: When the reading drops below the "order level" line, voluntarily report this to the Procurement Section of the Accounting Department (ext. 7078) to request an LN2 delivery tank truck. Note that delivery will be done about three days after ordering. After requesting a delivery, hang the yellow message plate that reads “Already reported to the Procurement Department” on the liquid level gage.
- ③ Read the internal pressure of the storage tank with the pressure gage, and enter the reading into the space for “Pressure/before” in the “Pump-Out Log for Management.”
- ④ Use the right-side nozzle exclusively to pumping-out for small vessels. Insert the nozzle slowly into the vessel, being careful not to exert excessive force to the metal flexible hose. (For direct connection and filling a large storage tank, consult separately.)
- ⑤ Carefully open the liquid withdrawal valve to start pumping-out LN2. Until the piping and metal flexible hose get fully chilled, gaseous nitrogen is delivered (gaseous volume = liquid volume × 650).
 * Be careful about blow off and splashing of liquid nitrogen. While observing the state of released liquid nitrogen, carefully open or close the withdrawal valve. When operating the valve, wear dry leather gloves. Direct touching of cryogenic metal areas with bare hands, skin or wet leather gloves can result in frostbite.
- ⑥ Once a necessary amount of LN2 has been obtained, securely shut the liquid withdrawal valve, and return the nozzle back to the nozzle stand slowly.
- ⑦ After pumping out, read the liquid level and the internal pressure, and enter the values into the space in the “Pump-Out Log for Management.” Be certain to enter any other necessary data in the log, ex. the amount of LN2 pumped out.
- ⑧ Record necessary data in the “Pump-Out Log for Each Research Field”, being fully careful not to enter the data in a wrong research laboratory.
- ⑨ Before leaving the facility, confirm the liquid withdrawal valve is properly closed again.

II.7 高压ガスの管理と取扱い

7.1 高压ガスの定義

高压ガスとは、高压ガス保安法により、①と②の圧縮ガス、③と④の液化ガスの4種類に大別される。(1kg/cm² = 0.098MPa)

- ① 常用の温度または35℃でその圧力が1MPa以上になる圧縮ガス
- ② 常用の温度または15℃でその圧力が0.2MPa以上になるアセチレンガス
- ③ 常用の温度または35℃でその圧力が0.2MPa以上になる液化ガス
- ④ 35℃でその圧力が0MPaを越える液化ガスのうち液化シアン化水素、塩化ブロムメチル、またはその他の液化ガスであって政令で定めるもの

7.2 高压ガスの分類

容器内の状態、ガスの性質などをもとに分類され、それに応じて種々の名称で呼ばれている。代表的な分類法と名称は以下の通りである。

(1) 容器内の物理的状态による分類

- ① 圧縮ガス：高压容器内で圧縮された状態においても気体であるガス
(例) 水素、酸素、窒素、メタン、モノシラン、アルゴンなど
- ② 液化ガス：高压容器内に液体として存在するガス
(例) 液化アンモニア、液化塩素、LPガス、二酸化炭素、など
他に極低温にある液化酸素、液体窒素、液化天然ガスもこの分類に含まれる。
- ③ 溶解ガス：法令上は圧縮ガスであるが高压状態に圧縮すると分解爆発を起こすため容器内で特定の溶剤に溶解されているガス。
(例) アセチレン (溶剤：アセトン)

(2) 燃焼性や毒性などの化学的性質による分類

(ガスの種類によっては複数の性質を合わせ持つものがあることに留意する)

- ① 可燃性ガス：空気中や酸素中で燃焼するガス
(例) 水素、メタン、エチレン、アセチレン、アンモニア、一酸化炭素、特殊高压ガス、プロパン、ブタンなど
アセチレンや一部の特殊高压ガスなどは、空気や酸素が無くても自己分解により爆発することがあるので、注意を要する。
- ② 支燃性ガス：他のものを燃焼させることができるガス
(例) 酸素、空気、塩素、三フッ化窒素など
- ③ 不燃性ガス：不燃性、他の物質を燃焼させる性質を有しないガス
(例) 窒素、二酸化炭素、アルゴン、ネオン、ヘリウムなど
- ④ 毒性ガス：許容濃度(じょ限量*)が200ppm以下のガス
(例) アンモニア、塩素、一酸化炭素、一酸化二窒素など

*じょ限量(定義): 一般の人が有毒ガスを含んだ環境の下で中程度の作業を1日8時間行い、かつ長時間継続しても健康に障害を及ぼさない程度の濃度

II . 7 Management and Handling of High-Pressure Gases

7.1 High-Pressure Gases Defined

The High Pressure Gas Safety Law of Japan categorized high-pressure gases into four groups: compressed gases in ① and ② below, and liquefied gases in ③ and ④ below (1 kg/cm²=0.098 MPa).

- ① Compressed gas whose pressure at ordinary temperature or 35°C is 1 MPa or more.
- ② Acetylene gas whose pressure at ordinary temperature or 15°C is 0.2 MPa or more.
- ③ Liquefied gas whose pressure at ordinary temperature or 35°C is 0.2 MPa or more.
- ④ Among liquefied gases whose pressure at 35°C exceed 0 MPa, liquefied hydrogen cyanide, liquefied bromomethyl chloride, and any other liquefied gases specified by government ordinance.

7.2 Categories of High-Pressure Gases

High-pressure gases are categorized in accordance with the state of the gas in a gas cylinder and characteristics of gas, and are accordingly designated. Typical categorizing schemes and resultant gas designations are as given below:

(1) Categorization by physical state in cylinder

- ① Compressed gas: Gas that remains gaseous even when compressed in a gas cylinder.
(Ex.) Hydrogen, oxygen, nitrogen, methane, monosilane, argon
- ② Liquefied gas: Gas that exists as liquid in a gas cylinder.
(Ex.) Liquid ammonia, liquid chlorine, LP gas, carbon dioxide
This category includes liquid oxygen, liquid nitrogen and liquefied natural gas kept in cryogenic conditions.
- ③ Dissolved gas: This category of gas is regarded as compressed gas by law; however, when compressed to high pressure, it can be degraded and lead to explosion. To prevent this hazard, it is kept in a gas cylinder dissolved in a particular solvent.
(Ex.) Acetylene (solvent: acetone)

(2) Categorization by chemical characteristics including combustibility and toxicity (Remember that certain high-pressure gas types feature two or more chemical characteristics.)

- ① Combustible gas: Gas that can burn in air or oxygen gas.
(Ex.) Hydrogen, methane, ethylene, acetylene, ammonia, carbon monoxide, special high-pressure gas, propane, butane
Remember that acetylene and certain special high-pressure gases can explode owing to self-decomposition, even when air or oxygen is absent.
- ② Oxidizing gas (combustion enhancing gas): Gas that helps other substances burn.
(Ex.) Oxygen, air, chlorine gas, nitrogen trifluoride
- ③ Noncombustible gas: This gas is noncombustible and does not help other substances burn.
(Ex.) Nitrogen, carbon dioxide, argon, neon, helium
- ④ Toxic gas: Gas whose permissible concentration (threshold limit value*) is not greater than 200 ppm.
(Ex.) Ammonia gas, chlorine gas, carbon monoxide, dinitrogen monoxide

* Threshold limit value (definition): Concentration of a poisonous gas at which an ordinary person does not experience health hazard when he/she performs moderately hard work for 8 hours a day in an environment that contains the poisonous gas and if this practice is continued for a prolonged period.

(3) その他

- ① 特殊高圧ガス：可燃性・毒性ガスのうち特に危険性が高いとして一般高圧ガス保安規則により規定されている7種類のガス。

(モノシラン、ジシラン、アルシン、ホスフィン、ジボラン、モノゲルマン、セレン化水素)

- ② 特殊材料ガス：特殊高圧ガスと類似の構造と危険性を有する一連のガス。

- ③ 不活性ガス：希ガスの他に窒素、二酸化炭素、不燃性フルオロカーボン

なお、特殊高圧ガスを用いる実験装置を設置する時には、使用するガスの量や濃度に関わらず、例外なく学長の許可を得たのち、知事に届け出なければならない。また、一部の特殊材料ガス（注）は届出を要しないが、取扱基準が特殊高圧ガスに準じる点がある。

（注）該当する特殊材料ガス：四フッ化ケイ素、フッ化ヒ素(V)、フッ化リン(IIIおよびV)、三フッ化ホウ素、テルル化水素、スチビン、三フッ化窒素、四フッ化硫黄

7.3 管理と取扱い

高圧ガス容器（ボンベ）にはこれまで数多くの破裂事故を起こし、多数の死傷者を出しているの
で、これを取り扱うときは慎重でなければならない。以下にボンベを取り扱う者が必ず知っておか
なければならないことを列挙するが、これは決して重要さの程度の順に並べたものではなく、どれ
1つでも忘れてはならないものである。また、学内の高圧ガス容器は、「化学物質・高圧ガス管理
システム（KITCRIS）」で管理しているので、その手順に従うこと。

7.3.1 高圧ガス容器の取扱い

(1) 容器の刻印

容器の肩部には、検査に合格した印として必ず次の事項の刻印がある。

- ①検査実施者の名称の符号、②ガスの名称、③容器の記号および番号、④内容積、
⑤容器質量、⑥容器検査年月日、⑦耐圧試験の圧力、⑧最高充填圧力、
⑨容器所有者の登録記号および番号

容器の塗装色はガスの種類によって定められており、ガス名及びガスの性質を示す文字と色も
決まっている（表Ⅱ-7.1 参照）。

表Ⅱ-7.1 容器の色と文字色

高圧ガスの種類	塗色	ガスの名称の文字色	ガスの性質を示す文字と色
酸素	黒色	白色	「燃」白
水素	赤色	白色	
二酸化炭素	緑色	白色	「燃」赤、「毒」黒
アンモニア	白色	赤色	
塩素	黄色	白色	
アセチレン	褐色	白色	「毒」黒
その他のガス	灰色	白色	「燃」白

(2) 設置・保管

- ① ボンベを貯蔵あるいは使用している部屋の入り口にガスの種類を明記する。
② 転倒防止のためロープや鎖などで2ヶ所を固定する。専用のボンベ立てを使用し、可能な
限りマニホールド、キャビネットを使用する。

(3) Others

- ① Special high-pressure gases: Seven particularly hazardous gases among combustible and/or toxic gases specified by the Security Regulation for General High-Pressure Gas. (Monosilane, disilane, arsine, phosphine, diborane, monogermane and hydrogen selenide)
- ② Special material gases: A group of gases whose chemical structure and hazards are identical to those of special high-pressure gases.
- ③ Inert gases: Rare gases, as well as nitrogen, carbon dioxide and incombustible fluorocarbon.
When installing an experimental apparatus that uses a special high-pressure gas, the user has to obtain permission from the KIT President, and has to notify the prefectural governor. Also, some handling standards of certain special material gases (NOTE) are identical to those of special high-pressure gases though these special material gases do not require notification of the prefectural governor.
(NOTE) Applicable special material gases: Silicon tetrafluoride, arsenic fluoride (V), phosphorus fluoride (III and V), boron trifluoride, hydrogen telluride, stibine, nitrogen trifluoride, sulfur tetrafluoride

7.3 Management and Handling

High-pressure gas cylinders have caused many rupture accidents, claiming many casualties. Therefore, it is necessary to handle these gas cylinders with utmost care. The important tips people handling these gas cylinders must know are listed below. Note that these tips are not arranged in the order of importance; each one must be always kept in mind. Additionally, the high-pressure gas cylinders used in KIT are controlled per the “Chemical Registration Information System (KITCRIS)”, and the users of high-pressure gas cylinders have to strictly observe the procedures stipulated by this system.

7.3.1 Handling of high-pressure gas cylinders

(1) Data stamped on gas cylinder

The shoulder of gas cylinder has to carry the stamped data described below to certify that the gas cylinder has been found satisfactory in the inspection:

- ① Symbol for name of inspector or inspecting institute, ② name of gas, ③ code and ID No. of gas cylinder, ④ internal volume, ⑤ gas cylinder mass, ⑥ year, month and date of inspection, ⑦ pressure applied in pressure test, ⑧ maximum charging pressure, ⑨ registration mark and number of the owner of gas cylinder.

The paint color of a gas cylinder is dependent on the gas contained, and the character and character color indicating the name and characteristics are stipulated by rule (see Table II-7.1).

Table II-7.1 Paint Colors of High-Pressure Gas Cylinder and Colors of Characters

Type of high-pressure gas	Paint color	Color of characters for name of gas	Characters and colors for characteristics of gas
Oxygen	Black	White	
Hydrogen	Red	White	“燃 (combustible)”； white
Carbon dioxide	Green	White	
Ammonia	White	Red	“燃 (combustible)”； red, “毒 (toxic)”； black
Chlorine	Yellow	White	“毒 (toxic)”； black
Acetylene	Brown	White	“燃 (combustible)”； white
Other gases	Gray	White	

(2) Installation and storage

- ① The entrance of a storage room where the gas cylinder(s) is stowed and/or used shall post a sign that clearly states the type of high-pressure gas used.
- ② To prevent the cylinder from falling, secure it at two places, with a rope or chain. Use a purpose-built cylinder holder, and employ a manifold and cabinet whenever possible.

- ③ 直射日光を避け、40℃以下の通風の良い場所に置く。
- ④ 可燃性ガスと支燃性ガス（例えば酸素と水素）を同じところに設置、保管しない。
- ⑤ 可燃性及び毒性ガスは十分な換気設備を備えた場所で使用・保管し、特に毒ガスの排出にあたっては無害化の処置をとる。
- ⑥ 可燃物、自然発火性物質、引火性物質、火気から距離を置く。
- ⑦ 電気線、アース線から離れた場所に置く。
- ⑧ 空容器と充填容器は区別し、空容器は速やかに返却する。
- ⑨ 使用しない時はキャップを装填する。
- ⑩ 長期保管を避け、容器の再検査期間を超えないよう留意する。

(3) 運搬

- ① 専用の運搬ワゴンを用いる。
- ② 手で移動する場合は容器を少し傾け、底部の縁で転がすようにして移動する。担ぎ上げたり持ち上げたりは絶対にしないこと。
- ③ 運搬時にはバルブに保護キャップを装填し、直接手を触れないようにしてバルブに損傷を与えないように注意する。

(4) 使用上の注意事項

- ① 使用に先立って、バルブ及び接続部分の破損、漏れなどがいないかチェックする。
- ② 容器に調節器を接続する際、新品のパッキンを使用すること。
- ③ バルブの開閉は専用のハンドルを使用し注意深く行う。急激に開いたり無理な力で開いた場合、発火することがある。特にアセチレン容器は一回転程度とする。
- ④ ガスの使用中はハンドルをバルブに差し込んだままにしておく。
- ⑤ 使用後はバルブを完全に閉め、キャップを被せておく。
- ⑥ 容器から容器へガスの移し替えをしない。
- ⑦ ガスの出る方向に注意し、出口側に人がいないことを確認する。
- ⑧ 容器を返却するときは必ずバルブを閉じ、ガスが若干残った状態で業者に渡す。
- ⑨ バルブの不具合を感じる時は、すぐに使用を中止し、納入業者に連絡する。

7.3.2 調節器・圧力計の取扱い

(1) 装着の際の注意

- ① 調節器を取り付ける際に放出口を身体の方に向けないこと。
- ② 調節器はそれぞれのガス専用のものを使用し、絶対に他のガスのものを転用しないこと。パッキンには定められた物を使用し、とりわけ酸素用には温度上昇で硬化する材質のものを使用しないこと。
- ③ 接続口のねじの形状がガスの種類により異なるので、装着の際には注意する。
右ねじ：酸素、窒素、他 左ねじ：水素、可燃性ガス、ヘリウム
- ④ 容器弁の取り付けネジが変形して調節器が取り付け難い場合は無理に取り付けないこと。
- ⑤ ガス漏れの調査には市販のガス漏れ検出用発泡液などを使用し、絶対に火気を使ってはいけない。
- ⑥ 故障または一部破損した圧力計は、速やかに取り替えること。酸素用の圧力計は絶対に禁油のものでなければならないが、可燃性ガス用のものも禁油であることが望ましい。

- ③ Avoid direct sunlight, and place the gas cylinder in a well ventilated place where the temperature does not exceed 40°C.
- ④ Do not install or store both a combustible gas cylinder and oxidizing gas cylinder (for example, oxygen and hydrogen) in the same location.
- ⑤ Use or store combustible or toxic gas in a place having a sufficiently effective ventilation system. When discharging toxic gas, in particular, provide detoxification measures.
- ⑥ Keep sufficiently large safe clearance to combustible substance, spontaneously combustible substance, flammable substance or open flame.
- ⑦ Keep sufficiently large safe clearance to electric lines or earth grounding wire.
- ⑧ Discriminate empty gas cylinders from charged gas cylinders. Promptly return an empty gas cylinder.
- ⑨ Fit a cap over the valve on an unused gas cylinder.
- ⑩ Do not store gas cylinders for a prolonged period. Be careful that gas cylinders do not remain uninspected beyond the reinspection deadline.

(3) Transportation of gas cylinders

- ① Use carrier wagon dedicated to this purpose.
- ② For manual transportation, somewhat tilt the gas cylinder, and turn it on the edge of its bottom to move to the intended location. NEVER carry it on shoulder or hoist by hand.
- ③ During transportation, keep the protective cap on the valve, and do not directly touch the valve by hand so as to avoid damage to the valve.

(4) Cautions for use

- ① Prior to use, check the valve and piping joints for possible damage or leakage.
- ② When connecting a pressure regulator to the gas cylinder, insert fresh packing.
- ③ Carefully open/close the valve only by using a purpose-built handle. Excessively rapid opening of the valve or violent opening can lead to ignition of the gas. In particular, limit turning the valve on a gas cylinder for acetylene gas to approximately one turn.
- ④ While the gas is being used, keep the handle fitted over the valve.
- ⑤ After use of the gas, fully close the valve, and then fit the protective cap onto the valve.
- ⑥ Do not transfer the gas from one cylinder to another cylinder.
- ⑦ Be sure of the direction to which the compressed gas is released. Make sure there is no person on the discharge side of the gas cylinder.
- ⑧ Before a gas cylinder is returned to the vendor, be sure to shut the valve and hand over a gas cylinder that still contains some compressed gas.
- ⑨ If malfunction is sensed in the valve, immediately stop use of the gas cylinder and report it to the vendor.

7.3.2 Handling of pressure regulator and pressure gage

(1) Cautions for installation

- ① When installing a pressure regulator, make sure that you are not facing the gas release port.
- ② Use a pressure regulator dedicated to one gas type. NEVER use a pressure regulator that has been used for another gas type.
Only use specified packing. In particular, for supplying oxygen, do not use packing that hardens as temperature increases.
- ③ The threading on the connection port varies depending on the gas type handled. Be fully sure to install the correct pressure regulator to the gas cylinder.
Right-hand thread: Oxygen, nitrogen, etc. Left-hand thread: Hydrogen, combustible gas, helium
- ④ If the mounting thread on the cylinder valve has been deformed and it is difficult to install the pressure regulator, do not install the regulator by excessive force.
- ⑤ To detect gas leakage, use a commercially available gas leakage checker liquid. NEVER use an open flame.
- ⑥ Promptly replace a failed or partially damaged pressure gage. The pressure gage for oxygen must be the oil-free type. Also, the pressure gage for combustible gas is preferably the oil-free type.

(2) 使用時の注意

- ① 容器弁を開く前に調節器のハンドルは、左回りに緩むまで戻しておく。容器弁を開く時は調節器のガス出口側に立たないこと。
- ② 容器弁の開閉は急激にしないで、高圧圧力計の指針がゆっくりと上がるように開く。指針の動きが止まったら普通の早さで開くこと。
- ③ 酸素は、急激に油性分に触れると爆発的に燃焼するので、絶対に油やグリースの付いた手や手袋で容器や調整器を取り扱わないこと。また、ネジ部やその他に油脂類を使用してはならない。
- ④ 容器に調整器を取り付けたまま移動してはならない。
- ⑤ 長時間作業を中止する時は、容器の弁を閉じ、調節ネジを緩めておくこと。

7.4 緊急時の対応

(1) 高圧ガスの危険性

- ① ボンベが火炎に曝されたり、高温になると爆発することがある。
- ② ボンベへの強い衝撃による爆発（アセチレン、酸化エチレンなど）。
- ③ 可燃性ガスの漏洩によるガス爆発。
- ④ 毒性ガスの吸引による中毒。高濃度の場合は極めて危険。
- ⑤ 毒性のない不活性ガスでの酸欠。一時に大量に吸い込むと死亡することがある。

(2) 緊急時の処置

- ① 上記のような緊急時または緊急事態の発生が予想される時は以下の処置を行う。教職員がいる場合は教職員の指導のもとで行い、夜間等で周囲に誰もいないときは独自の判断で処置するか、不可能であれば中央東門衛所に援助を求める（内線 7065）。
- ② 可燃性ガス、毒性ガスの漏れを検知した場合、身に危険が及ばない可能な範囲で以下のような処置をとる。処置法は、ガスの種類や使用の状況によるので、日頃から指導教員と学生の間で、緊急時の処置法について十分な意思疎通をしておくこと。
 - ・ ガスボンベのバルブを閉じる。
 - ・ 換気扇をつけ、窓を開けて換気する。ただし、可燃性ガスが大量に漏洩した場合は、換気扇のスイッチの火花により引火することがあるので注意を要する。
 - ・ ボンベが火炎に曝される危険性がある時はボンベを火気から遠ざける。
 - ・ 出来る限り周囲の人に知らせ、危険を周知する。状況に応じて、援助を求めるか、または、避難させる。
 - ・ 火気の使用を止め、教職員に急報する。
- ③ 適切な防毒マスクなどを常備し、緊急時には着用する。
- ④ 不活性ガスであってもバルブの破損などで大量のガスが噴出した場合、酸欠により死に至ることがあるので即座に避難し、教職員に急報すること。
- ⑤ 被害者がいる場合、身の安全を確保し、必要などときには救急車の出動を要請する（内線から 0-119）。窒息性、毒性ガスの場合、救援者の二次的被害を避けるため細心の注意を払う。
- ⑥ ガス（特に毒性ガス）を吸引した場合には、教職員に知らせると同時に速やかに応急処置を講じる。状況に応じて医師の手当てを受ける。

(2) Cautions for use

- ① Before opening the gas cylinder valve, return the regulator handle counterclockwise until the handle can turn without difficulty. When opening the cylinder valve, do not stand in front of the gas release port of the pressure regulator.
- ② Do not violently open/close the cylinder valve. Carefully open the valve, observing that the pointer on the high-pressure pressure gage slowly turns to indicate pressure buildup. When the pointer stops turning, steadily open the valve.
- ③ Rapid contact with oil or grease can cause oxygen to help a combustible material violently burn. NEVER handle the gas cylinder and/or pressure regulator for oxygen with hands or protective gloves contaminated with oil or grease. Also, do not apply oils to the thread and other areas on the pressure regulator and valves.
- ④ Do not transport a gas cylinder with a pressure regulator installed on it.
- ⑤ When operation with a gas cylinder will remain inactive for a prolonged period, close the cylinder valve, and leave the regulator screw in loosened position.

7.4 Emergency Response

(1) Possible hazards of high-pressure gases

- ① When a high-pressure gas cylinder is exposed to flame or high temperature, it can explode.
- ② Gas explosion triggered by strong impact on a gas cylinder (acetylene, ethylene oxide, etc.).
- ③ Gas explosion resulting from leakage of combustible gas.
- ④ Poisoning resulting from inhalation of toxic gas. Inhalation of highly concentrated toxic gas is extremely dangerous.
- ⑤ Oxygen deficiency arising from non-poisonous inert gas. Inhalation of a large amount of inert gas at one time can lead to death.

(2) Emergency relief measures

- ① In the above-mentioned emergency cases, or if an emergency is anticipated, act as described below. If a faculty member is present, follow the instructions from that faculty member. If, at night for example, no nearby assistance is available, act on your own judgment or call the Guard Station at Central-East Gate (KIT ext. 7065).
- ② If you have detected leakage of combustible and/or toxic gas, take the responsive actions described below, provided that you do not jeopardize your own safety. Appropriate relief measures can vary depending on the type of gas and how the gas is used. Thus, students and advisors should regularly discuss emergency relief plans.
 - Close the valves on gas cylinders.
 - Turn on the ventilator fans and open the windows to promote ventilation. However, remember that if a large amount of combustible gas has leaked, a spark resulting from switching on the ventilator can ignite the combustible gas.
 - When there is risk of direct exposure to flame, remove the gas cylinder from an open flame.
 - Whenever possible, warn the people nearby about the hazard. As the situation requires, seek assistance or evacuate.
 - Stop the use of fire, and immediately alert faculty members.
- ③ Keep emergency equipment such as gas masks at hand, and use them in the event of emergency.
- ④ Leakage of a large amount of gas owing to a damaged valve or the like, even if inert gas, can lead to oxygen deficiency and possible death. Immediately escape, and report the situation to faculty members.
- ⑤ If there are victims, ensure their safety, and if necessary call an ambulance (call 0-119 from KIT extension). If the emergency situation is caused by suffocating/toxic gas, act very carefully to avoid secondary damage to rescuers.
- ⑥ If the victim has inhaled a gas (in particular, toxic gas), report the problem to the KIT faculty and promptly give the victim first-aid measures. If necessary, seek medical attention.

Ⅱ. 8 放射性同位元素及びX線発生装置の取扱い

8.1 放射性同位元素の取扱い

- (1) 放射線とは α 線、 β 線、 γ 線（X線）、中性子線等、直接または間接的に空気を電離する能力をもつものであり、それを放出する物質が放射性同位元素（以下RIという）である。
- (2) 本学におけるRIの取扱いは「放射性同位元素等の規制に関する法律」及び「国立大学法人京都工芸繊維大学アイソトープセンター放射線障害予防規程」により規制を受ける。
- (3) RIの取扱は本学放射線取扱主任者が特別に許可した場合を除きアイソトープセンターの管理区域内にてのみ可能である。
- (4) アイソトープセンターで取り扱えるRIは ^{45}Ca , ^{125}I , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , ^{59}Fe , ^3H , ^{14}C である。
- (5) RIを取扱う者は、予め「放射線業務従事者のための教育および訓練」と「放射線業務従事者のための健康診断」（以下「教育訓練」と「健康診断」と略称）を受け、本学の放射線業務従事者として登録される必要がある。
- (6) 「教育訓練」には「新人教育」と「再教育」の2種類がある。「再教育」は放射線業務従事者として登録された後、前回の受講日の属する年度の翌年度の開始日から1年以内に受講しなければならない。
- (7) 「健康診断」は6ヶ月を超えない期間ごとに受けなければならない。
- (8) アイソトープセンターを利用する者は放射線取扱主任者及び管理者の指示に従わなければならない。
- (9) アイソトープセンターの管理区域入室時には所定の手続きを行い、ガラスバッジ等被ばく量測定器を装着し、その他、必要に応じた保護具を着用すること。
- (10) 管理区域内では放射線による被ばくを避けるために次の三原則に注意すること。
 - RI取扱作業の時間をできるだけ短くすること
 - RIからの距離をできるだけとること
 - RIと人の間に放射線の種類に応じたしゃへい物を置くこと
- (11) 実験によって生じた放射性廃液や放射性固体廃棄物は、核種や廃棄量を記録し、指定された廃棄物保管容器に入れること。
- (12) 管理区域からの退出時には、ハンドフットクロズモニターを用いて、手足、着衣のRIによる汚染を確認し、万一汚染が認められる場合は放射線取扱主任者もしくは管理者に連絡し適切な指示を仰ぐこと。

II . 8 Handling of Radioactive Isotopes and X-ray Generators

8.1 Handling of Radioactive Isotopes

- (1) Radiation includes α -rays, β -rays, γ -rays (x-rays) and neutron rays, which have the potential to directly or indirectly ionize the air. Substances which emit isotopes, in the form of radiation, are referred to as Radioactive Isotopes (RI) below.
- (2) Handling of radioactive isotopes within KIT shall take place in accordance with the “Act on the Regulation of Radioisotopes, etc.” and the “National University Corporation Kyoto Institute of Technology Isotope Laboratory Radiation Hazard Prevention Rules” and related ordinances.
- (3) Without special permission of the radiation protection supervisor, RI may only be handled in the controlled area within the Isotope Laboratory.
- (4) RI that may be handled in KIT’s Isotope Laboratory are ^{45}Ca , ^{125}I , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , ^{59}Fe , ^3H , ^{14}C .
- (5) Persons wishing to handle RI must receive training and undergo preparation in advance. Prerequisites: “Education and Training for Radiation Workers,” “Medical Examination for Radiation Workers” (hereafter referred to as “Education and Training” and “Medical Examination” respectively) and KIT Radiation Worker registration.
- (6) “Education and Training” is categorized into a “Beginner Course” and a “Refresher Course.” Radiation workers must receive the “Refresher Course” within one year of the first day of the fiscal year following the fiscal year of the day on which the previous "Education and Training" was provided.
- (7) Radiation Workers must undergo “Medical Examinations” every 6 months, or less.
- (8) All Isotope Laboratory users must obey the instructions of the radiation protection supervisor or other person in charge.
- (9) Persons entering the Isotope Laboratory and/or its controlled area must complete the specified paperwork, wear a glass dosimeter or other radiation monitor and other necessary protective gear.
- (10) At all times when in the Isotope Laboratory and its areas, maintain a high awareness of the 3 fundamental rules for avoiding radiation exposure, below.
 - Keep RI exposure time to a minimum
 - Maintain the maximum possible distance from RI
 - Use radiation type-specific shielding (screens) between RI and persons in the area
- (11) The nuclear species and amount of any radioactive liquid or solid waste resulting from experimentation must be recorded and deposited in the specified waste storage receptacle.
- (12) When leaving the laboratory area, use the hand-foot-clothing contamination monitor to confirm the absence of radioactive contamination on your hands, feet and clothing. If contamination is detected, inform the radiation protection supervisor, or other person in charge, and obey his/her instructions.

8.2 X線発生装置の取扱い

8.2.1 X線の発生

X線は波長 0.1 ～ 数 10nm 程度の電磁波である。短波長側は γ 線に移行し、長波長側は紫外線に移行する。

X線は次のような場合に発生する。

- (1) β 線や高速の電子が物質に入射し原子核の電場によって減速すると、制動放射により連続的な波長分布の X線が発生する。この X線は連続（白色）X線と呼ばれる。
- (2) β 線や高速の電子、あるいは X線や γ 線が物質に入射し、原子核の回りの比較的内部の電子軌道から電子がはじき出されて空孔が生じる。外部軌道の電子がその空孔に落ち込む際、この二つの軌道のエネルギー差に相当する一定波長の X線が発生する。この X線は特性（固有）X線と呼ばれ元素の種類によって固有の波長をもっている。例えば Cu の $K\alpha$ 線の波長は 0.154nm である。X線や γ 線によって発生した特性 X線は蛍光 X線と呼ばれる。

8.2.2 X線発生装置の概要

一般の X線発生装置は、X線管球部、高圧電源、冷却装置、コリメータ、フィルタ、またはモノクロメーター、制御盤から構成されている。発生する X線のエネルギースペクトルは、X線管のターゲット材料、管電圧、フィルタなどによって決まる。X線の一般的性質として、以下のような事項が挙げられる。

- (1) X線照射線量、吸収線量は管電圧のほぼ 2 乗に比例して増大する。
- (2) 管電圧の増加は連続 X線の平均波長を短くする。その最短波長 λ_{\min} (nm) は、電子加速電圧を V (kV) とすると、 $\lambda_{\min} = 1.24/V$ となる。
- (3) 管電流は波長には関係せず、線量に比例する。
- (4) X線の強度は X線管からの距離の 2 乗に反比例する。
- (5) 一般に X線管から発生する X線のエネルギースペクトルは連続 X線と特性 X線が重なったものである。フィルタやモノクロメーターは X線の単色化に用いられる。

8.2.3 X線発生装置を使用する上での一般的注意

主な X線発生装置としては、X線照射装置（生物の放射線障害や工業材料の放射線による変化を調べる）、X線透過試験装置（被検体の内部における不均一性を X線透過度の差から解析する）、蛍光 X線装置（試料に連続 X線を照射し、発生する蛍光 X線（特性 X線）から試料を構成する元素分析を行う）、電子線マイクロプローブアナライザ（電子線で試料面を走査して出てくる特性 X線から元素の二次元分布を観測する）、回折用 X線装置（特性 X線または連続 X線を細いビームにして試料に入射させ、その回折像から試料中の原子配列等の情報を得る）、電子顕微鏡装置（X線使用が目的ではないが必然的に X線を発生する）などが挙げられる。それらの装置の取扱いに関し、留意すべき点を以下に示す。

- (1) スイッチ入力時や発生装置の窓を開けるときの、周囲の人の安全をまず確認する。
- (2) X線が漏れていないか、強い散乱線が出ていないかをチェックする。

8.2 Handling of X-Ray Generators

8.2.1 Generation of X-rays

X-rays are electromagnetic waves whose wavelength falls in a range of 0.1 to several 10 nm, and its shorter wavelength side shifts to γ -rays and its longer wavelength side shifts to UV rays.

X-rays will occur in the following situations:

- (1) When a β -ray or high-speed electron beam hits a substance and is decelerated by the electric field on the atomic nucleus, the resultant bremsstrahlung will cause X-rays of continuous wavelength distribution. This type of X-ray is known as continuous (white) X-ray.
- (2) When a β -ray or high-speed electron beam, or X-ray or γ -ray hits a substance, an electron will be ejected from an electron orbit relatively near to the atomic nucleus and an electron hole will occur. When an electron on an outer orbit falls into this electron hole, an X-ray of a particular wavelength corresponding with the energy difference across these two orbits will be generated. This type of X-ray is known as a characteristic X-ray and has a wavelength unique to the element type of the target substance. For example, when the target substance is Cu, the wavelength of the resultant $K\alpha$ -ray is 0.154 nm. The characteristic X-rays triggered by X-rays or γ -rays are called fluorescent X-rays.

8.2.2 Overview of X-ray generator

Common X-ray generators consist of an X-ray tube system, high-voltage power supply, cooling system, collimator, filter, or monochromator, and control panel. The energy spectra of generated X-rays are governed by the material type of the target of the X-ray tube, tube voltage, filter and other factors. General characteristics of X-rays will include the following:

- (1) Radiation dose and absorption dose of X-rays increase about proportionally to the square of the tube voltage level.
- (2) Higher tube voltage will result in shorter average wavelength of continuous X-rays. If electron acceleration voltage is taken as V (kV), then the shortest wavelength λ_{\min} (nm) of a continuous X-ray can be defined as $\lambda_{\min}=1.24/V$.
- (3) The level of tube current is not governed by the wavelength, but is proportional to the intensity of dosing.
- (4) Intensity of the X-ray is inversely proportional to the square of the distance from the X-ray tube.
- (5) Generally, X-ray energy spectra generated from X-ray tubes consist of overlapped spectra from continuous X-rays and characteristic X-rays. Filters and monochromators are used to monochromatize X-ray spectra.

8.2.3 General precautions for using X-ray generator

Examples of typical X-ray generators include X-ray irradiation equipment (for investigating biological radiation hazards or change of industrial materials by radiation), X-ray radiographic inspection apparatuses (for analysis of nonuniformity within subjects through difference in X-ray transmittance), fluorescent X-ray apparatuses (for analysis of elements that constitute the specimen, by irradiating the specimen with the continuous X-ray and analyzing the resultant fluorescent X-ray (characteristic X-ray)), electron beam microprobe analyzer (the surface of specimen is scanned with an electron beam and the two-dimensional distribution of constituent elements is determined on the basis of the resultant characteristic X-ray beam), diffraction X-ray equipment (the specimen is hit with a sharp beam of characteristic X-ray or continuous X-ray to obtain diffraction image with which the information such as atomic layout in the specimen is induced), and electron microscopes (use of X-rays is not their objective, but nevertheless the equipment generate X-rays). Precautions about handling of this equipment are summarized below.

- (1) Before powering on the equipment or opening the emission window, ensure the safety of nearby people.
- (2) Make sure that X-rays are not leaking or powerful light is not scattered from the equipment.

- (3) 必要に応じて、眼鏡、防御衣などの防具をつける。
- (4) ガラスバッジ、ポケット線量計などによる個人被ばく線量モニタリングを必ず行う。
- (5) 定められた使用記録をつける。
- (6) 健康診断を必ず受ける。

万一大量の被ばくを受けた時またはその疑いのあるときは、X線装置管理者に報告する。
以上の他、本学の「エックス線障害防止管理規則」に従う。

8.2.4 回折用 X 線装置の取扱い

前節で挙げた X 線発生装置のうち、回折用 X 線装置は他の装置に比して事故発生の可能性が高く、本学における使用頻度も高い。以下、その使用に関し留意すべき点を挙げる。

- (1) スリット系と発生装置との間からの散乱 X 線は意外に強い場合が多い。この部分からの X 線の漏れを常にチェックし、鉛板で隙間を覆うなどの注意を欠かさない。
- (2) 試料を通り抜けた直線 X 線は強い二次散乱の原因となるので、散乱 X 線を防ぐ構造のビームトラップを取り付け、その位置ずれや構造変形などがないように常に留意する。
- (3) 回転対陰極式などの強力な X 線発生装置や、単結晶を用いる実験の場合、試料からの散乱（回折）X 線に注意する必要がある。実験を行う者が自らそのつどサーベイメータなどでチェックを行う事が望ましい。
- (4) 単結晶を用いる回折装置や小角散乱装置などではコリメーション操作が重要であり時間を要するが、その際指先などに強い X 線を浴びないように、装置上の工夫と操作上の細心の注意が必要である。

※装置使用者は前もっての届出（登録）とフィルムバッジの着用が義務付けられている。また、散乱 X 線を防ぐための防 X 線カバーが必要で、X 線発生部と光学系はその中に設置されるべきである。

8.2.5 X 線装置の安全取扱いに関する法令と運用

電離放射線障害防止規則第 15 条によると、X 線装置は線量当量率が $20\mu\text{Sv/h}$ を超える場合、専用の X 線装置室に設置しなければならない。

最近市販されている装置は専用カバーで保護されており、カバー外の線量率はこれより低いので、専用室にしなくてもよいが、不測の事態を考えると、常時人がいる部屋に設置することは避けるべきである。また、X 線装置とその設置室には標識を掲げなければならない。標識の体裁は決められていないが、装置の種類と定格出力等を表示することが望ましい。また、装置が稼働中であることを示すランプなどの表示装置を部屋の入り口に設置したほうがよい。線量当量率が週 $300\mu\text{Sv}$ を超える管理区域は、装置の防御カバー内部に通常限られているが、装置の周囲まで管理区域を広げねばならないときは、テープ等で境界を明示する必要がある。

- (3) As necessary, wear personal protection such as protective goggles and protective clothing.
- (4) Always practice personal dose monitoring using a glass badge and pocket dosimeter.
- (5) Record use of the X-ray generator as specified.
- (6) Be sure to receive medical check.

If overdosing occurs or is suspected, report it to the X-ray Apparatus Supervisor. Furthermore, strictly observe the instructions in KIT's "X-Ray Hazards Prevention Control Rules."

8.2.4 Handling of diffraction X-ray equipment

Among those X-ray generators listed in Sec. 8.2.3, diffraction X-ray equipment poses the highest risk of accidents, while it is very often used in KIT. Particular precautions for using this equipment are summarized below.

- (1) The intensity of scattered X-rays transmitted between the slit system and X-ray generator may be unexpectedly high. Always check for X-ray leakage from this area, and cover this gap with a lead plate.
- (2) Linear X-rays that have passed through a specimen can cause intense secondary scattering. To address this problem, install a beam trap that features a structure to contain scattered X-rays, and always take care to prevent displacement or deformation of this structure.
- (3) When performing an experiment using a powerful X-ray generator such as a rotating anticathode X-ray generator or a monocrystal target, it is very important to be cautious about the scattered (diffracted) X-rays from the specimen. It is desirable that the person performing the experiment check the scattered X-rays with a survey meter every time X-rays are generated.
- (4) With a diffraction apparatus or small angle scattering apparatus that employs a monocrystal specimen, collimation is important and takes time. During collimation, it is necessary to provide optimal arrangement of hardware and utmost care about operation in order to protect finger tips against powerful X-ray radiation.

* The user of diffraction X-ray equipment must notify (register) beforehand, and has to wear a film badge during operation of the equipment. Also, an anti-X-ray cover needs to be installed to contain scattered X-rays; the X-ray generation section and optical system should be installed within this cover.

8.2.5 Government ordinance and operation for safe handling of X-ray equipment

Article 15 of the Ordinance on Prevention of Ionizing Radiation Hazards stipulates that when the dose equivalent rate exceeds 20 $\mu\text{Sv/h}$, the X-ray equipment has to be installed within a dedicated X-ray equipment room.

Recently marketed examples of X-ray equipment are guarded with dedicated protective covers and their dose equivalent rate outside the cover is lower than the above-mentioned level; therefore this recent equipment need not be installed in a dedicated room. However, due to the possibility of unexpected events, they should not be installed in rooms where people are usually present. Also, the X-ray equipment and room for installation need to be marked with posted signboards. Though there is no definite design, these signboards should clearly indicate the type of X-ray equipment, rated power, etc. Additionally, it is also desirable that a display apparatus such as "X-ray equipment ON" is provided at the entrance of room. A control area where the weekly dose equivalent rate exceeds 300 μSv is usually restricted to within the protective cover of X-ray equipment. However, when the control area needs to be expanded to the perimeter of the equipment, the demarcation needs to be clearly marked with an off-limit warning tape, etc.

Ⅱ.9 本学の廃棄物処理方法

9.1 廃棄物の分類

- (1) 特別管理産業廃棄物
 - ・ 感染性産業廃棄物（動物実験に用いた器具、注射針など）
 - ・ 動物死体
 - ・ 廃試薬、廃液、有害固形物、水銀含有物など
 - ・ 放射性同位元素関係廃棄物
 - ・ PCB 及び PCB 含有機器
 - ・ アスベスト及びアスベスト含有機器
 - ・ 廃乾電池、ボタン電池、廃蛍光灯管球
- (2) 産業廃棄物
 - ・ 生活系プラスチック類
 - ・ 実験系プラスチック類
 - ・ 資源ごみ（飲料缶・びん・ペットボトルなど）
 - ・ 金属屑（金属片、金属製品、スプレー缶、薬品缶など）
 - ・ ガラス屑（薬品びん、実験機器破片など）
 - ・ 大型ごみ（家具、家電など）
- (3) 特別管理一般廃棄物
 - ・ 本学には特別管理一般廃棄物に相当するものはない
- (4) 一般廃棄物
 - ・ 可燃性ごみ（生ごみ、紙屑、木屑など）

9.2 特別管理産業廃棄物の廃棄方法

- (1) 感染性産業廃棄物（注射器及び注射針など）

専用箱に保管し、年1回の一括回収時に会計課に処分依頼する。
- (2) 動物死体
研究室で冷凍保管し、許可業者に処理委託する。
- (3) 廃試薬
年1回の一括処分時に施設環境安全課に処分申請する。個別に処分する場合は、会計課を通して、業者に処理委託する。
- (4) 廃液、有害固形物、水銀含有物など
環境科学センターに処理依頼する。

II . 9 KIT's Waste Disposal Practices

9.1 Classification of Wastes

- (1) Specially controlled industrial wastes
 - Infectious industrial wastes (instruments and hypodermic needles used for animal experiments)
 - Animal carcasses
 - Waste reagents, liquid waste, hazardous solids, mercury-containing substances, etc.
 - Radioactive isotope-related wastes
 - PCB and PCB-containing equipment
 - Asbestos and asbestos-containing equipment
 - Used dry batteries, button batteries, and fluorescent tubes
- (2) Industrial wastes
 - Domestic plastic wastes
 - Experimental plastic wastes
 - Recyclable wastes (beverage cans, bottles, PET bottles, etc.)
 - Metal scraps (metal pieces, metal products, spray cans, chemical cans, etc.)
 - Glassware wastes (reagent bottles, fragments of laboratory glassware, etc.)
 - Bulky wastes (furniture, home electric appliances, etc.)
- (3) Specially controlled municipal wastes
 - KIT does not generate any specially controlled municipal wastes.
- (4) Municipal wastes
 - Combustible wastes (garbage, waste paper, waste wood, etc.)

9.2 Disposal Method for Specially Controlled Industrial Wastes

- (1) Infectious industrial wastes (syringes and injection needles)
Stow in containers for this purpose, and request disposal during annual bulk recovery session via the Accounting Office.
- (2) Animal carcasses
Freeze and stow in the laboratory, and commission an authorized agent to dispose of them.
- (3) Disposal of reagents disused
Users must apply to the Facility Management and Security Office to make a single disposal of 12 months of accumulated waste. In case of individual disposal, users may entrust the disposal of unnecessary reagents to the authorized agent to dispose of them via the Accounting Office.
- (4) Liquid-wastes, hazardous solids, mercury-containing substances, etc.
Users may ask the Center for Environmental Science for the disposal of the wastes.

9.3 廃棄物の集積場所及び搬入時間

(1) 一般廃棄物及び産業廃棄物・古紙

集積場所： 廃棄物集積場

回収日： 月・水・木・金曜日（祝日を除く）

回収時間： 10:00～12:00、13:00～15:00

(2) 大型ごみ（家具、大型家電、パソコンなど）

集積場所： 2号館北側倉庫

回収日： 第1・第3水曜日（祝日を除く）

回収時間： 14:00～15:00

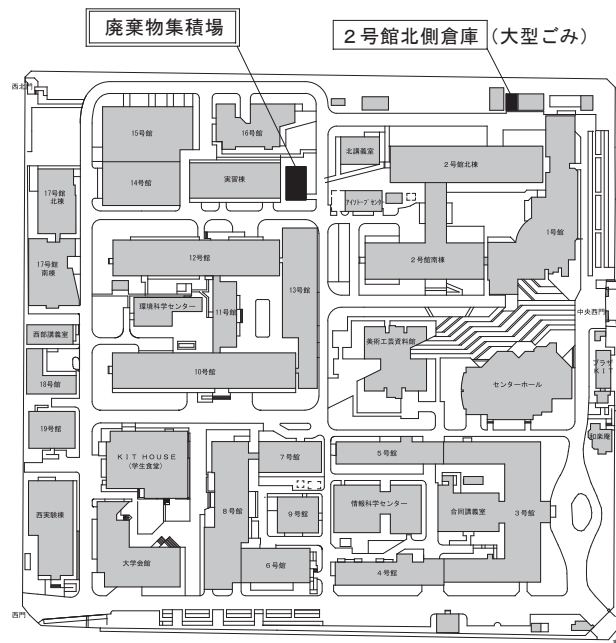


図1 廃棄物集積場所配置図

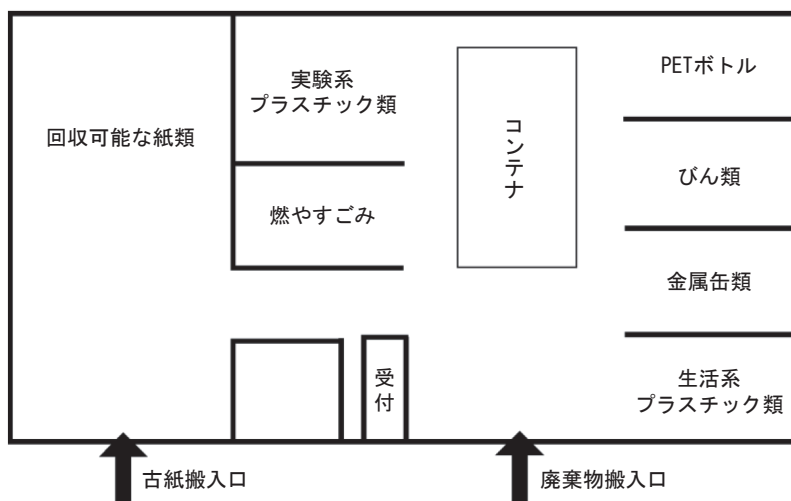


図2 廃棄物集積場収納区分

※ごみの分別や搬入方法については、巻末の参考資料「廃棄物の分類と搬入方法」を参照してください。

9.3 Locations and Operating Hours of Waste Dumps

- (1) Municipal wastes and Industrial wastes, Paper
 Site for waste recovery: Waste dump
 Days for recovery: Monday, Wednesday, Thursday and Friday (no recovery is provided on national holidays)
 Hours for recovery: 10:00 to 12:00, and 13:00 to 15:00
- (2) Bulky waste (furniture, large home electric appliances, personal computers, etc.)
 Site of waste recovery: Storehouse north of Building No. 2
 Days for recovery: First and third Wednesdays of every month (no recovery is provided on national holidays)
 Hours for recovery: 14:00 to 15:00

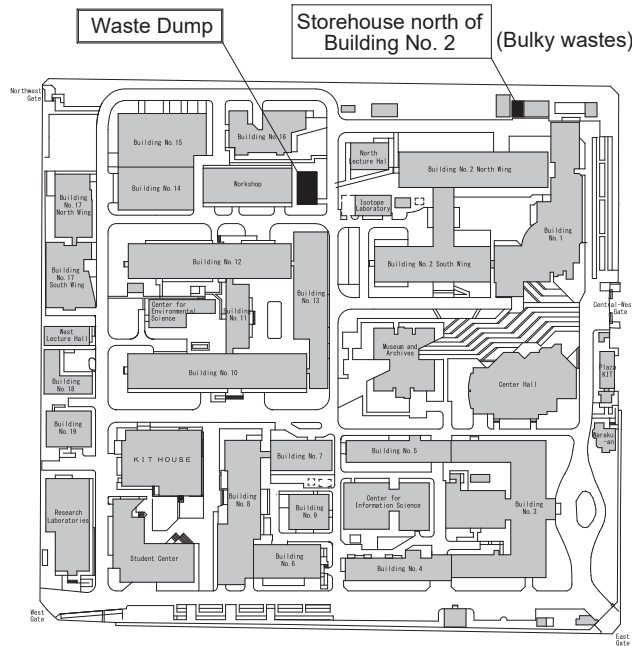


Fig. 1 Locations of Waste Dumps in KIT

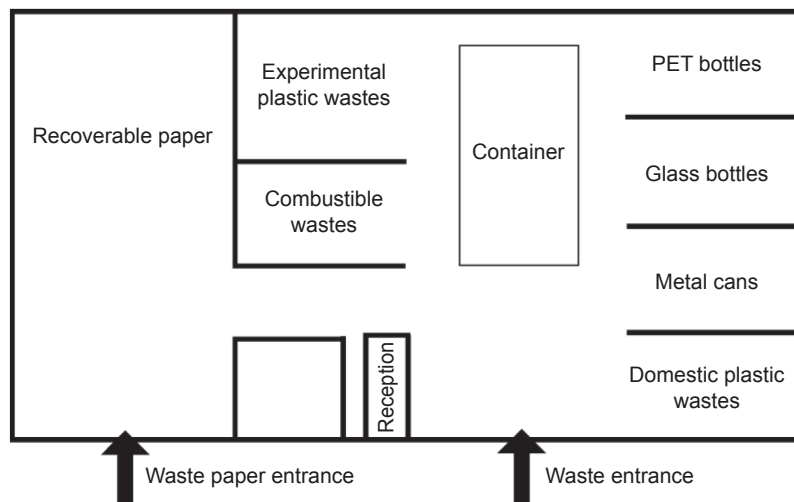


Fig. 2 Stowing Areas in Waste Dump

* About waste classification and disposal, refer to: “Waste Categories and Collection” at the end of the book.

参考資料

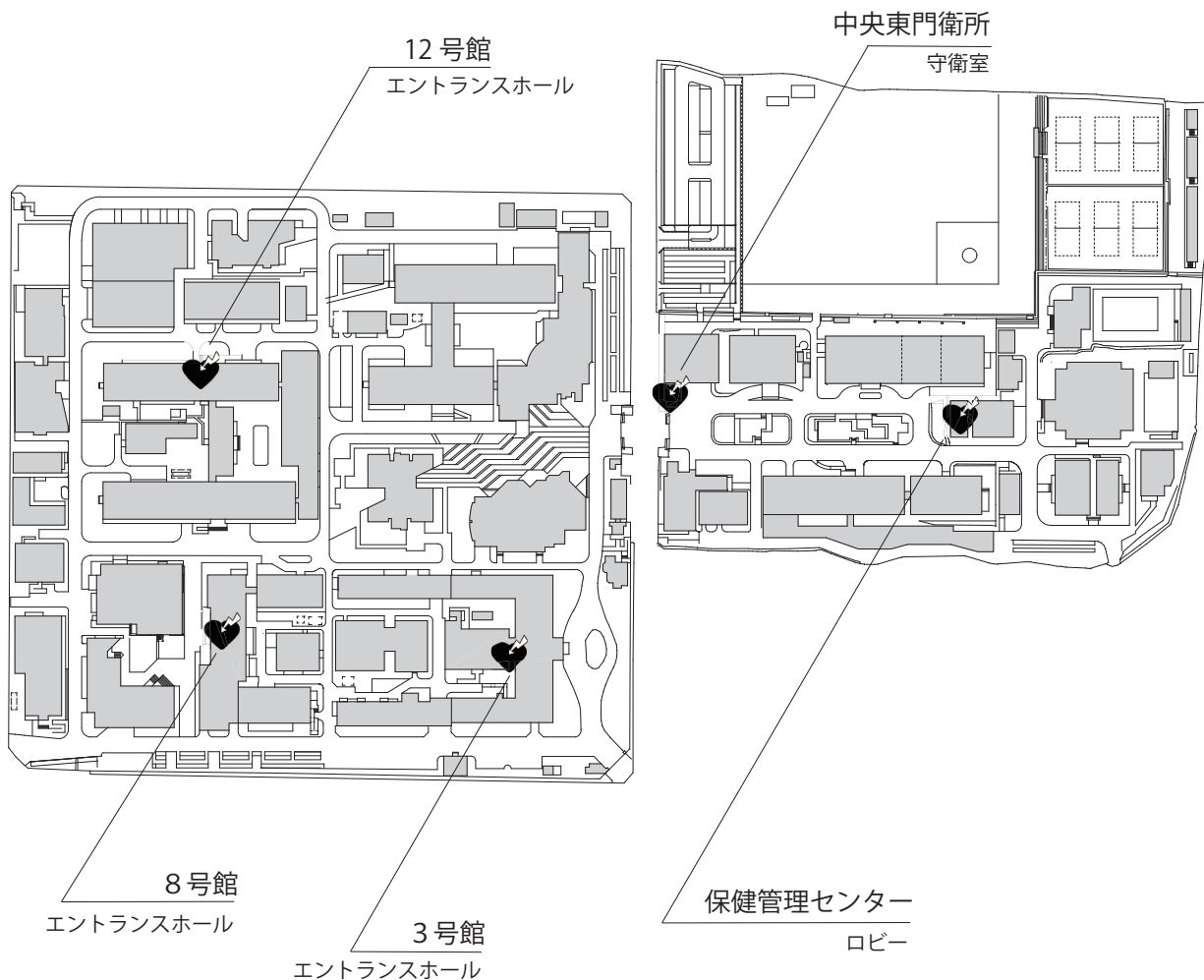
- AED（自動体外式除細動器）配置図
- AED 使用手順
- 救命の手順
- 廃棄物の分類と搬入方法
- 緊急時連絡先

References

- Locations of AEDs (Automated External Defibrillators)
- Instructions for Using AED
- Emergency First Response (EFR)
- Waste Categories and Collection
- Emergency Contact Channels

AED（自動体外式除細動器）配置図（令和7年4月現在）

松ヶ崎キャンパス



嵯峨キャンパス

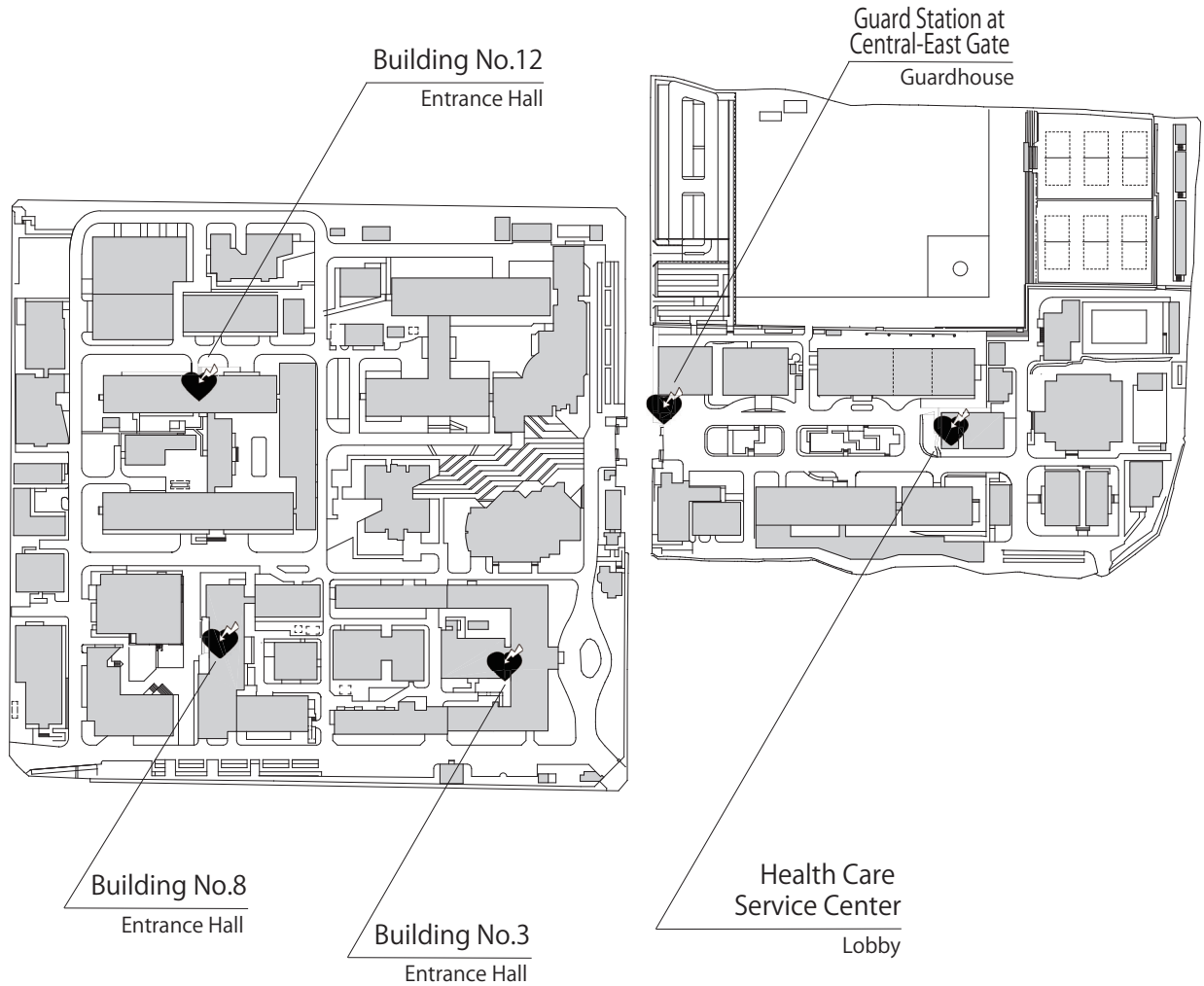


設置場所一覧

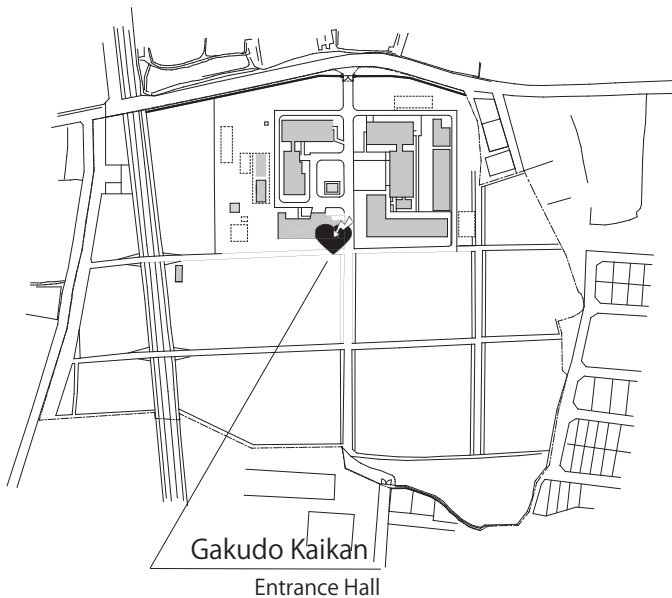
キャンパス等	建物名称等	設置場所
松ヶ崎 西部構内	12号館	エントランスホール
	8号館	エントランスホール
	3号館	エントランスホール
松ヶ崎 東部構内	中央東門衛所	守衛室
	保健管理センター	ロビー
嵯峨	学道会館	エントランスホール
福知山	B棟	エントランスホール
吉田	国際交流会館	ロビー

Locations of AEDs(Automated External Defibrillators)(as of April 2025)

Matsugasaki Campus



Saga Campus



Locations of AED Installations

Name of campus, etc.	Building name	Location of installation
Matsugasaki (West Campus)	Building No. 12	Entrance Hall
	Building No. 8	Entrance Hall
	Building No. 3	Entrance Hall
Matsugasaki (East Campus)	Guard Station at Central-East Gate	Guardhouse
	Health Care Service Center	Lobby
Saga	Gakudo Kaikan	Entrance Hall
Fukuchiyama	Building B	Entrance Hall
Yoshida	KIT International House	Lobby

AEDの使用法

1 フタを開ける

自動的に電源がオンになり、音声ガイドが流れます

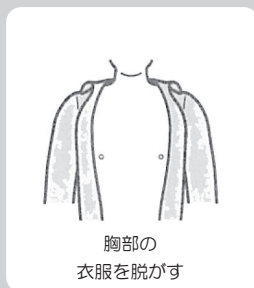


AEDの使用条件

- 意識がない
- 呼吸していない
- 脈がない
(医療従事者のみ)
- 1歳以上である

2 パッドを貼る

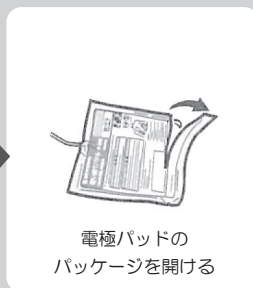
音声ガイドに従って落ち着いて行動して下さい



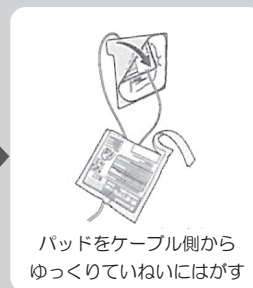
胸部の
衣服を脱がす



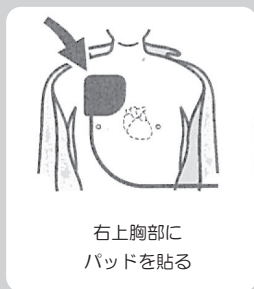
AED 本体から
電極パッドを取り出す



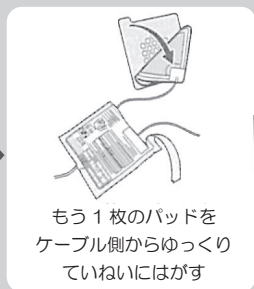
電極パッドの
パッケージを開ける



パッドをケーブル側から
ゆっくりとはがす



右上胸部に
パッドを貼る



もう1枚のパッドを
ケーブル側からゆっくり
とはがす



心臓の左下に
パッドを貼る

パッドを貼ると、
心電図の解析が
始まります
体にさわらずに
次の音声ガイドを
待ちます

3 操作ボタンを押す

電気ショックが必要な心電図と判断すると、エネルギーの充電後操作ボタンが点滅します。



体から離れてください。
点滅ボタンをしっかりと
押しして下さい。



周囲の安全を確認し、
操作ボタンを押します。
(アナウンス後30秒以内)

電気ショックを与えた後は、直ちに胸骨圧迫と人工呼吸を繰り返し行います (次の心電図解析までの2分間)

Instructions for Using AED

1 Open the cover

The power will be turned ON automatically, and you will hear the voice prompt.



Use AED in these cases!

The person...

- is unconscious,
- is not breathing,
- has no pulse (health professionals only),
- is 1 or more years old.

2 Attach the pads

Please stay calm and follow the voice prompt.



Expose the chest



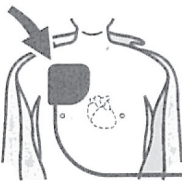
Remove the electrode pouch from the AED cover



Tear open the pouch and remove the pads



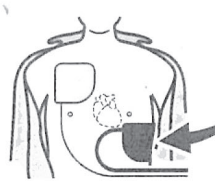
Peel one of the pads from the sheet



Attach it to the upper right of the chest



Peel the other pad from the sheet



Attach it to the lower left side

ECG analysis will automatically start when the electrode pads are attached. Do not touch the person. Wait for the next voice prompt.

3 Push the shock button

If the ECG indicates that an electric shock is needed, the button will flash on and off after charging is complete.



“Move away from the person. Press the flashing light firmly”



Make sure everyone is clear, then press the shock button. (within 30 seconds).

After giving the electric shock, repeat 30 chest compressions and 2 artificial respirations, for 2 minutes (until the next ECG analysis starts).

救命の手順



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、痛み刺激を行う

2. 救急車、AEDの依頼

『誰か、来て下さい!』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を持ってきて下さい』と依頼する



3. 気道確保、呼吸の確認

頭部後屈—あご先挙上を行い気道確保を行う
傷病者の口と鼻に耳を近づけ、
普段どおりの呼吸であるか確認をする(5~10秒以内)

<呼吸の確認>

- ①胸部の上下運動を『見る』
- ②呼吸があるのか音で『聞く』
- ③頬で息を『感じる』



4. 胸骨圧迫、人工呼吸

- ①服を脱がせ、乳首と乳首の間に手のひらの付け根を置く
- ②1分間に100~120回のリズムで30回胸骨圧迫を行う
(5cm以上で6cmをこえない程度の深さで圧迫)
- ③AEDが到着するまで②を繰り返し行う

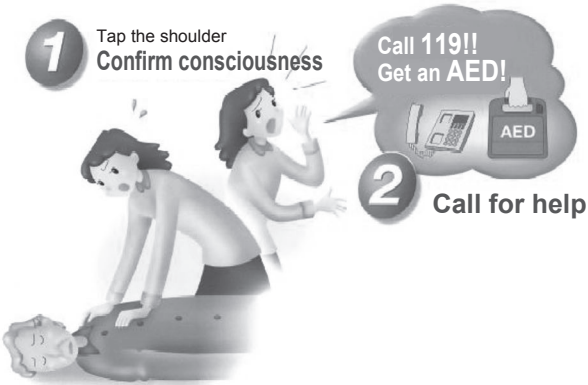


5. AEDが到着したい、AEDを使用

- ①ふたを開ける(電源を入れる)
- ②電極を貼る(右の鎖骨の下と左の脇腹)
- ③電気ショックが必要な場合は、放電ボタンを押す

※ 手順4の「胸骨圧迫」は、AEDが到着するまでの応急措置である。
従って、AEDが近くにある場合やすぐに到着した場合は、直ちに
AEDを使用すること。

Emergency First Response (EFR)



1 Tap the shoulder Confirm consciousness

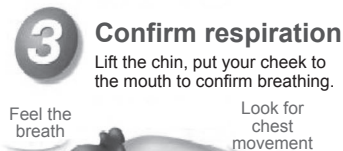
1. Check for Consciousness

Call out to the person 3 times, such as “Are you all right?”
Tap the shoulder (around the collar bone) to stimulate pain.

2 Call for help

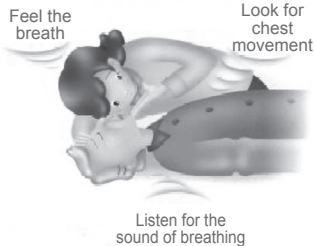
2. Request Ambulance, AED

Call for help loudly, “Somebody please come!”
Ask a person nearby, “Please call for an ambulance at 119”
and “Please bring an AED.”



3 Confirm respiration

Lift the chin, put your cheek to the mouth to confirm breathing.

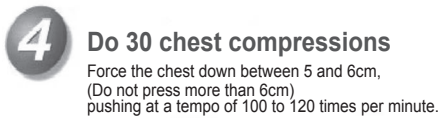


3. Secure Airway, Confirm Respiration

Secure an airway by the head tilt/chin lift maneuver, place your ear close to the person’s mouth and nose, and check whether respiration is normal (within 5 – 10 seconds).

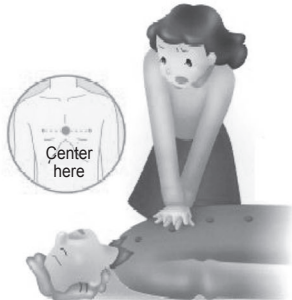
<Confirming respiration>

- ① LOOK for up and down chest movement
- ② LISTEN for the sound of breathing
- ③ FEEL the breath on your cheek



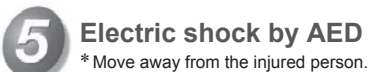
4 Do 30 chest compressions

Force the chest down between 5 and 6cm,
(Do not press more than 6cm)
pushing at a tempo of 100 to 120 times per minute.



4. Chest Compression, Artificial Respiration

- ① Remove the clothing and firmly plant the heels of the palms of your hands between the nipples.
- ② Compress the breast bone 30 times in a rhythm of 100 to 120 times per minute
(with depth of compression of between 5 and 6cm,
do not press more than 6cm).
- ③ Repeat ② until the AED arrives.



5 Electric shock by AED

* Move away from the injured person.

5. Use the AED when it arrives

- ① Open the cover (power on).
- ② Attach the electrodes (below the right collar bone and on the left side).
- ③ If an electric shock is needed, push the discharge button.

* Chest compression of step 4 is an emergency measure until an AED arrives. Therefore, if there is an AED nearby or one is brought quickly, begin to use the AED immediately.

研究室等のごみは適正に分別し
各自で集積所まで搬入すること

廃棄物の分け方と出し方

- ごみ袋は透明袋を使用してください（京都市指定の「家庭ごみ」袋は大学では使用できません）
- ごみ袋には「研究室名」「担当教員の内線番号」等を明記した専用シールを貼付すること

廃棄物集積場 一般廃棄物、産業廃棄物、古紙 回収曜日：月・水・木・金 曜日（祝日を除く） 回収時間：10:00～12:00、13:00～15:00	大型ごみ集積所 家具、大型家電など 回収曜日：第1・第3 水 曜日（祝日を除く） 回収時間：14:00～15:00
--	--

廃棄物の分類方法 ※大学のごみは「事業系廃棄物」であり、市の「家庭ごみ」の分別とは異なります
 ※プラスチック類などの産業廃棄物やリサイクル可能な紙類は、燃やすごみと分別すること（京都市の条例により義務化）

一般廃棄物	燃やすごみ	生ごみ、汚れのついた紙くず類 など 実験系生ごみ （おが屑、昆虫死骸、寒天培地など）※非感染性に限る 必ず滅菌処理をし、透明ポリ袋で二重に密封して出す
	リサイクル可能な紙類	①新聞 ②白上質紙（コピー紙） ③段ボール ④雑誌類 ⑤シュレッダーダスト ⑥雑がみ（空き箱、メモ用紙など） ①から④は紐等で束ね、⑤⑥は透明袋に入れる
	缶・ビン	飲料缶・飲料ビン 洗淨・乾燥したものを専用回収箱に入れる
	PET	ペットボトル 蓋とラベルをとり、洗淨・乾燥して袋にまとめる
産業廃棄物	資源ごみ	金属類 スプレー缶、カセットボンベ、一斗缶、金属コード、刃物 など スプレー缶、カセットボンベは使い切り、穴を開ける それぞれの専用回収箱に入れる（刃物はカバーをして管理人に渡す）
	生活系プラスチック類	プラスチック製品、プラスチック容器、包装類 など 汚れや生ごみは取り除く
	実験系プラスチック類	① 実験用手袋、プラケース、プラシャーレ など 有害化学物質を含まないこと。透明ポリ袋で密封して出す 寒天培地は分別して「燃やすごみ」に出す（プラシャーレと培地が分別できないものは透明ポリ袋で二重に密封して出す）
		② 生活系プラを混在させないこと 生物系残渣が付着しているプラ容器 など 残渣を取り除くことが困難なものに限る、専用容器（事前購入・有料）に密封して出す 分別可能な場合は、残渣は「燃やすごみ」、容器は「①」に出す
	ガラス・陶器類	試薬ビン 洗淨・乾燥したものを専用回収箱に入れる（洗淨液は2回目までは実験廃液とする）
		ガラス破片・陶器類 それぞれ専用の回収箱に入れる
その他	リチウムイオンバッテリー、電池類、小型家電、インクカートリッジ など それぞれ専用回収箱に入れる	
大型ごみ	オフィス家具、大型家電、パソコン など 「大型ごみ集積所」（2号館北側倉庫）に搬入する	

廃棄物集積場・大型ごみ集積所に搬入できないもの

- ・廃蛍光灯 [経理課で随時回収]
- ・注射器・注射針 [感染性産業廃棄物として経理課で定期回収]
- ・廃試薬 [施設環境安全課で外部処理委託]
- ・動物死体 [経理課で外部処理委託]
- ・有機廃液・無機廃液・無機固形廃棄物 [環境科学センターへ廃棄申請]

[お問合せ先] ① 廃棄物集積場：施設環境安全課施設企画係（内線 7083） ② 大型ごみ集積所：財務課財務係（内線 7044）

③ 廃棄物契約他：経理課調達係（内線 7075） ④ 実験廃液他：環境科学センター（内線 7982） ⑤ 廃試薬他：施設環境安全課環境安全係（内線 7961）

Waste Categories and Collection

- Separate waste and bring it to the collection area according to the KIT regulations below.
- Use **transparent colorless bags**. (Kyoto city disposal bags must NOT be used at KIT.)
- Put a special sticker with your [Lab Name] or [Extension No.] on each garbage bag. You can get a sticker at garbage dump site.

Waste Disposal (Municipal and industrial waste, paper) Collection schedule: Mon., Wed., Thu. and Fri. From: 10:00-12:00, 13:00-15:00	Oversized items and computers (Furniture, large electric appliances PCs, etc.) Collection schedule: 1st & 3rd Wednesdays From: 14:00-15:00
--	--

Waste Categories

NOTE: University waste must be processed as business refuse. It is processed separately from residential waste.

Municipal waste	Combustible waste		Garbage, paper waste, etc. Don't mix recyclable paper and industrial waste. Experimental waste (sawdust, insect carcasses, agar etc.) NO BIO-Hazard materials allowed. Sterilize and seal in double transparent plastic bags.
	Recyclable waste	Paper	①newspaper ②copy machine paper ③corrugated paper ④magazines ⑤shredded paper ⑥other recyclable paper (Memo paper, empty snack boxes, etc.) ①②③④: Tightly bundle with string ⑤ and ⑥: Collect in transparent bags.
		Cans・Glass bottles	Empty cans and beverage bottles Rinse and dry. Separate and place in transparent bags. Dispose of in the respective dedicated waste bins.
		PET bottles	PET bottles: Remove the caps and labels, rinse and dry. Collect in transparent bags, and place in the designated box.
Industrial waste	Metal	Spray cans, compressed-gas cartridges, 18-liter metal cans, electric cables, etc. Completely empty out the gas and make a hole in the can before placing it in the designated box.	
	Clean plastic waste		Wrap from plastic containers, products, bags, etc. This category is only for clean, unsoiled plastic trash.
	Experimental plastic Do not mix with plastic waste.	①	Laboratory gloves, plastic cases Only those not contaminated by chemicals. Petri dishes, etc. contaminated by biological experiments Only items from which medium cannot be removed by high-temperature sterilization treatment. If possible, remove agar medium and dispose of as "burnable garbage" in container "①."
		②	Plastic contaminated with biological residue. Only items from which residue cannot be removed. If possible, remove agar medium and dispose of as "burnable garbage", container "①"
	Glass and ceramics(broken and unbroken)	Reagent bottles Wash and dry before depositing in the designated box. (Treat waste water from the 1 st and 2 nd washing as experimental waste.)	
		Glass and ceramic fragments Place in the designated box.	
	Other	Used batteries, small electric appliances, ink cartridges, etc. Sort by type (lithium, cadmium, etc.), and dispose of in respective collection boxes.	
Oversized items and computers	Furniture, large electric appliances, personal computers, etc. Take to the disposal site for large garbage.(Large shed north of Building 2)		

ITEMS BELOW are NOT accepted at the KIT Waste Management site:

- ・Fluorescent light tubes・Syringe and injection needles (sharps)・Animal carcasses [call the Accounting Office]
- ・Reagent waste [call the Facility Management and Security Office]
- ・Organic liquid waste・Inorganic liquid waste・Inorganic solid waste [call the Center for Environmental Science]

Call these extension numbers for information: ①Waste Management : Facility Management and Security Office, Facility Planning (7083) ②Dump site for oversize garbage : Financial Affairs Office, Treasury Services (7044) ③Waste contracts etc. : Accounting Office Procurement (7075) ④Laboratory waste, etc. : Center for Environmental Science (7982) ⑤Disposal of unused reagents, etc. : Facility Management and Security Office Safety and Environment (7961)

緊急時連絡先

火災、漏水、ガス漏れ、事故、盗難等発生時
(火災報知器発報時)

発見者

中央東門衛所

(内線)

110、119、7065

(外線) 075-724-7065

消防車・救急車の要請 (必要に応じて)

消防指令センター

119 (内線から 0-119)

※ 携帯電話からも「119」(局番必要なし)

通報内容 (例)

- ① 出火場所の住所、大学名等
「左京区松ヶ崎 京都工芸繊維大学、東(西)構内、〇〇号館〇〇階、〇〇号室です。」
- ② 火災の状況(出火箇所等)、けが人の有無
何がどの程度燃えているのか具体的に説明する。
室内に引火性薬品、禁水物質、高圧ガスボンベ等あれば伝える。
- ③ 通報者の氏名・電話番号
学内の固定電話から通報の場合は「724-(内線番号)」を伝える。

【連絡先メモ】

連絡先	電話番号	備考

Emergency Contact Channels

**In the event of fire, water leakage, gas leakage, accident, theft, etc.
(in case of a tripped fire alarm)**

Detector →

Guard Station at Central-East Gate

(KIT extension)

110, 119, 7065

(Outside line) **075-724-7065**

Request dispatch of fire engine or ambulance (if necessary)

**Fire Fighting
Command Center**

119 (from KIT extension 0-119)

* "119" from cellular phone (no area code needed)

Content of fire report* (example)

① Address of fire, name of university, etc.

"Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto Institute of Technology, East (West) Campus, Building No. ○○, Floor No. ○○, Room No. ○○"

② Situation of fire (location of fire, etc.), presence of injured victims

Specify what is burning and to what extent.

State whether there are flammable laboratory chemicals, water-reactive substances, high-pressure gas cylinders, etc.

③ Name and phone number of reporter

If reporting from a land-line phone within KIT, tell "724-(KIT extension)."

* Given in Japanese

[Memo about contact channels]

Contact channel	Phone No.	Comments

実験・実習における
「安全の手引」

編集・発行 京都工芸繊維大学環境安全保健委員会

平成 19 年 4 月 1 日 初 版
令和 8 年 4 月 1 日 第 20 版

SAFETY GUIDE

for Experiments and Laboratory Exercises

Compiled & Published by Safety, Health and Environment Committee, Kyoto Institute of Technology

April 1, 2007 1st Ed.
April 1, 2026 20th Ed.