九 州 大 学

教育における安全の指針

～ 実験室活動編 ～

(第1.2版)

令和元年７月

【 授業実施における安全管理検討ＷＧ 】

WG 長	大槻 恭一	教　授（農学部）
	飯嶋 秀治	准教授（文学部）
	池田　剛	准教授（理学部）
	笹岡 孝司	准教授（工学部）
	中野 伸彦	講　師（地球社会統合科学府）
	水野 清義	教　授（総合理工学府）
	安田 章人	准教授（基幹教育院）

＜＜実験室活動サブ WG＞＞

サブ WG 長	水野　清義	教　授（総合理工学府）
	山内　敬明	准教授（理学部）
	石橋　勇志	准教授（農学部）
	仙田　量子	准教授（地球社会統合科学府）
	猿渡　悦子	助　教（基幹教育院）
	山中 美智男	教　授（環境安全センター）

（　　）内は選出部局

はじめに

近年、大学等の教育機関における教育は高度化・多様化しており、その中で様々な体験型学習環境が提供されるようになった。体験型教育活動は、机上の学習だけでは得られない貴重な教育成果を提供する反面、参加者の経験の有無や準備不足などにより重大な事故につながるリスクを内包している。したがって、実験や実習・演習・調査などの体験型教育活動を実施する場合、細心の注意を払って安全・健康管理、事故防止・対応に努める必要がある。そこで、九州大学では教育企画委員会のもとに平成 28 年 11 月に「授業実施における安全管理検討ワーキンググループ（以下、WG）」を設置し、教育における全学的な安全指針の作成に着手した。

多様な体験型教育活動の安全指針を一括して取りまとめることは困難であり、また包括的な安全指針は実用性に欠けるため、体験型教育活動を以下の３つに分類し、個別に安全・健康管理、事故防止・対応に関する指針を設けることとした。

- 野外活動

  学内外を問わず、自然環境下で行う教育活動や、第一次産業（農業・林業・畜産業・水産業など）に関わる野外や生産現場（ビニールハウス、畜舎、船など）で行う教育活動を対象とする。
- 学外活動

  学外で実施する教育活動を対象とする。対人・社会関係における教育活動、教育現場への移動・調査・滞在（海外渡航調査も含む）などを対象とする。具体的には、インタビュー調査、（参与）観察、実測、臨床実習、臨地実習、インターンシップなどが該当する。
- 実験室活動

  授業や研究において実験室を使用して行う教育活動を対象とする。

平成 28 年度に「教育における安全の指針～野外活動～ 第 1 版」、平成 30 年度に「教育における安全の指針～実験室活動編～第 1 版」を発表し、平成 29 年度以降に「「教育における安全の指針～野外活動編～」を作成している。本編は、「実験室活動」に関する安全指針である。

安全・健康管理および事故防止・対応を適切に行うためには、活動前の周到な準備、活動中の細心の注意、万一事故にあった場合の適切な対応、活動後の反省と改善策の検討を行うことが必要である。したがって、安全指針は適宜改訂を加えることとする。また、安全指針を様々な媒体や機会を利用して周知するとともに、将来的には授業、講習会、ファカルティ・デベロップメント（FD）、ハンドブックなどを通じて、より実践的に教育における安全管理を推進することとする。

令和元年 7 月

授業実施における安全管理検討 WG

WG 長　大槻恭一

目　　次

第１章　実験室活動を行うための基本的心得　・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

第２章　実験室活動の準備と実施・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
2.1 事前調査と心構え　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
2.2 安全管理体制と実験室活動計画　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
2.2.1 安全管理体制について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
2.2.2 実験室活動の準備について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
2.2.3 実験室活動の実施にあたって・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
2.2.4 保険　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
様式１　ヒヤリハット情報・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
様式１　〃　記入例　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8

第３章　実験室活動を始める前に
～研究室での危険性の認識と対策（リスクアセスメント）　・・・・・・ 9

第４章　化学薬品の安全な取扱い　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
4.1 一般的注意　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
4.2 火災予防　―消防法危険物について―　・・・・・・・・・・・・・・・ 12
4.2.1 自然発火性物質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
4.2.2 禁水性物質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
4.2.3 低温着火性物質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
4.2.4 強酸化性物質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
4.2.5 酸化性液体　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14
4.2.6 爆発性物質および自己反応性物質　・・・・・・・・・・・・・・・14
4.2.7 引火性物質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・15
4.3 有毒性物質・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18

第５章　排出水と廃棄物の処理　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
5.1 はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
5.2 廃棄物の分類と廃棄・処理方法の概要　・・・・・・・・・・・・・・・ 20
5.3 九州大学における廃棄物の処理　・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
5.4 九州大学環境安全センターについて　・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
5.5 排出水の水質管理と水の循環利用　・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
5.5.1 排出基準　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
5.5.2 九州大学の水の循環利用　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24

5.6 実験系廃棄物の処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.6.1 無機系廃液 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.6.2 有機系廃液 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
5.6.3 酸・アルカリ廃液 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.6.4 廃薬品 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.6.5 含水銀廃棄物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.6.6 感染性医療系廃棄物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.6.7 有害物質含有固形廃棄物（汚泥等） ・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.6.8 実験系分別ごみ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.7 生活系ごみの処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
5.7.1 事業系一般廃棄物 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
5.7.2 古紙 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
5.7.3 瓶、飲料缶、ペットボトル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
5.7.4 発泡スチロール ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
5.7.5 廃蛍光管等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
5.7.6 廃乾電池・バッテリー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
5.7.7 スプレー缶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30
5.7.8 金属くず ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
5.7.9 粗大ごみ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
5.7.10 九大Webリサイクルシステム ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31

第６章 高圧ガス及び危険ガスの安全な取扱いと高圧・真空実験等の注意 ・・34
6.1 高圧ガス容器（ボンベ）の取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
6.1.1 表示 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
6.1.2 運搬上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
6.1.3 設置・保管上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
6.1.4 使用上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
6.2 危険ガスの取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
6.3 高温、低温実験の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
6.3.1 高温実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
6.3.2 低温実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
6.4 高圧、真空実験の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
6.4.1 高圧実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
6.4.2 配管 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
6.4.3 真空実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

第７章 機械類の安全な取扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
7.1 一般的な注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41

7.2 工具 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
7.3 工作機械 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
7.3.1 注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
7.3.2 旋盤 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
7.3.3 ボール盤 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
7.3.4 フライス盤 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
7.3.5 グラインダー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
7.3.6 ハンドドリル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
7.3.7 高速切断機 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
7.4 溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
7.4.1 注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
7.4.2 ガス溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
7.4.3 電気溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 48
7.5 運搬作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
7.5.1 注意事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
7.5.2 台車を用いる運搬作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50
7.5.3 クレーン・ホイストを用いる運搬作業 ・・・・・・・・・・・・・・50
7.5.4 玉掛け作業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50

第８章　電気の安全対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・52
8.1 感電と対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
8.1.1 屋内配電線、電気機器、漏電による感電と対策 ・・・・・・・・・・52
8.1.2 高電圧機器による感電と対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53
8.1.3 電子、情報機器による感電と対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・54
8.1.4 誤り易い配線、使用例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・54
8.2 OA機器の使用上の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55
8.3 休止機器の再使用時の注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55
8.4 過熱による火災と対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55
8.5 電気火花による可燃性ガス等の着火 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 56
8.6 事故防止のための点検項目 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
8.7 電気に関連した規格等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57

第９章　光と放射線の安全対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・58
9.1 紫外線およびレーザー光 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
9.1.1 紫外線 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・58
9.1.2 レーザー光 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59
9.2 放射線の安全対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61
9.2.1 放射線・RI・放射線発生装置の定義 ・・・・・・・・・・・・・・・62

9.2.2 放射線・RIを使用するにあたって ・・・・・・・・・・・・・・・・62
9.2.3 放射線防護の原則 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・64
9.2.4 X線発生装置および認証機器使用時の注意事項 ・・・・・・・・・65
9.2.5 学内外の放射線施設利用に際しての注意事項 ・・・・・・・・・・65
9.2.6 参考資料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・66

第10章 計算機の安全管理及びネットワークセキュリティ ・・・・・・・ 67
10.1 計算機のハードを取り扱う上での注意 ・・・・・・・・・・・・・・ 67
10.2 PCを利用するときの注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
10.2.1 利用の基本 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
10.2.2 著作権侵害 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
10.2.3 電子メールを使う上での注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
10.2.4 wwwブラウザーを使う上での注意 ・・・・・・・・・・・・・・・ 70
10.2.5 セキュリティ対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 70
10.3 サーバーを一般利用者として利用するときの注意 ・・・・・・・・・ 71
10.4 管理者としての注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71

第11章 遺伝子組換え実験、研究用微生物の取り扱い及び動物実験 ・・ 73
11.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
11.2 遺伝子組換え実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
11.3 研究用微生物の取り扱い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74
11.4 動物実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74
11.5 問い合わせ先 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76

第12章 事故が発生したら ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78
12.1 事故発生時の対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78
12.1.1 事故状況の把握と対処 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78
12.1.2 大学・保護者への連絡、現地での事故後の対応 ・・・・・・・・ 80
12.2 事故発生からの大学の対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
12.2.1 第一報の受信にあたって ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
12.2.2 対策班の設置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82
12.2.3 その他 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82
12.3 緊急時の心得 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83
12.4 出火の際の処置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 84
12.5 ガス中毒事故の際の処置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 84
12.6 応急手当 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85
12.6.1 ガス中毒 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85

12.6.2 有害物質を飲んだ場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85
12.6.3 熱傷（やけど）をした場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 86
12.6.4 けがをした場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 86
12.6.5 感電した場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 87
12.7 避　難・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 87
12.7.1 火災の場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 87
12.7.2 地震の場合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 87

第13章　救急蘇生 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
13. 1 救急蘇生の基本 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
13. 2 被災者の安全確保と体位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
13. 3 ファーストエイド ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 90
13.3.1 すり傷、切り傷への対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 90
13.3.2 出血への対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 90
13.3.3 捻挫、打ち身（打撲）、骨折への対応・・・・・・・・・・・・・・ 91
13.3.4 熱中症への対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
13.3.5 やけどへの対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
13.3.6 凍傷への対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
13.3.7 溺水時の対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
13.3.8 アナフィラキシーへの対応 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
13.3.9 その他 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
13. 4 一次救命処置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 93
13.4.1 心肺蘇生の手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 93
13.4.2 AED使用の手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
13. 5 救急用品 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・100

第14章 リスクアセスメント ― 表の作成例 ― ・・・・・・・・・・・・・ 101
14.1 化学・材料系学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・・・・・ 102
14.2 有機化合物を取り扱う学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・ 103
14.3 電気系学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・・・・・・・・ 104
14.4 物理・応用系学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・・・・・ 105
14.5 機械系学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・・・・・・・・ 106
14.6 シミュレーション研究に従事する学生のリスクアセスメントの例 ・ 107
14.7 生物系研究に従事する学生のリスクアセスメントの例 ・・・・・・・ 108

第15章 事故例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・109
15.1 感電事故 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109
15.2 引火事故 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109

15.3 フッ酸による薬傷 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109
15.4 目の負傷 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109
15.5 サンダルを履いての実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
15.6 液体窒素での皮膚炎症 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
15.7 寝不足での実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
15.8 短波長紫外線による暴露 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110

参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
謝辞 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111

第１章　実験室活動を行うための基本的心得

大学等の教育機関における実験室活動は、高度な研究活動そのものであり、教育の根幹をなすと同時に、さまざまな危険と隣り合わせである。特に、大学院における実験室活動は、最先端の研究活動であり、危険な薬品や装置などを使用する頻度が高く、予期せぬ実験結果が生じる可能性もあり、重大な事故につながるリスクを内包している。このような中で、十分な安全性を確保するためには、実験内容や薬品・装置などに関する十分な知識、綿密な実験計画と準備、繊細な実験操作と細心の注意力、豊富な経験と危険を察知する想像力などが必要である。グループで行う実験においては、十分な打合せによって共通認識を持ち、お互いの行動基準を確認しておく必要がある。また、どのような危険性があるのかを事前に把握し、万が一、事故が発生した場合に、その被害（特に人的被害）を最小限に留める方策を認識しておく必要がある。

そこで、九州大学では教育企画委員会のもとに平成 28 年 11 月に「授業実施における安全管理検討ワーキンググループ（以下、WG）」を設置し、教育における全学的な安全指針の作成に着手した。ただし、教育活動は多様であり、その安全指針を一括して取りまとめることは困難であり、また包括的な安全指針は実用性に欠ける。そこで、WG は教育活動のうち体験型教育活動を対象とし、体験型教育活動を以下の 3 つに分類し、個別に安全・健康管理、事故防止・対応に関する指針を設けることとした。

- 野外活動

  学内外を問わず、自然環境下で行う正課の教育活動や、第一次産業（農業・林業・畜産業・水産業など）に関わる野外や生産現場（ビニールハウス、畜舎、船など）で行う正課の教育活動を対象とする。
- 学外活動

  学外で実施する正課の教育活動を対象とする。対人・社会関係における教育活動、教育現場への移動・調査・滞在（海外渡航調査も含む）などを対象とする。具体的には、インタビュー調査、（参与）観察、実測、臨床実習、臨地実習、インターンシップなどが該当する。
- 実験室活動

  授業や研究において実験室を使用して行う正課の教育活動を対象とする。

本書では、教育における「実験室活動」に関する安全、事故防止・対応に関する指針を提示する。
実験室活動の安全および事故防止・対応を適切に行うためには、

- 活動前の周到な準備
- 活動中の細心の注意
- 万一事故にあった場合の適切な対応
- 活動後の反省と改善策の検討

を行うことが必要である。いかに周到に準備し、細心の注意を払っても、不可抗力により発生する事故や災害は存在する。可能な限り事故防止に努力しつつ、事故が発生した場合の対応についても事前に体制を整え、責任・連絡体制などを整備し、非常時に備えた訓練やシミュレーションを行っ

ておくことも必要である。

本指針は、

- 第 2 章「実験室活動の準備と実施」で事前の準備・計画、実施にあたっての指導およびヒヤリハットの報告など
- 第 3 章「実験室活動を始める前に」でリスクアセスメント
- 第 4〜11 章でそれぞれの注意事項
- 第 12 章「事故が発生したら」で活動中の事故における対応
- 第 13 章「救急蘇生」で被災者に対する救急蘇生法
- 第 14 章　リスクアセスメントの具体例
- 第 15 章　事故の具体例

を九州大学全体の共通安全指針としてとりまとめ､各部局で実験室活動を行う際の安全･衛生管理、事故防止・対応に役立てることを目的としている。第 4〜11 章および第 12 章 3〜7 節は学生向けに記載を行っているので、これらを参考にしてご指導いただきたい。

第２章　実験室活動の準備と実施

2.1 事前調査と心構え

実験室活動は、実験の内容や実験を行う場所により、想定すべき危険が異なる。そのため、

- どういう実験室環境で
- どういう実験をするのか
- 実験中に予想される危険は何か
- 予想される危険を回避するために身に付けておくべき知識、準備、心構えは何か
- 実際に事故が起こった場合にはどうすべきか

などについて、各自がきちんと把握しておくことが何よりも大切である。

大学教育の一環としての実験室活動では､｢初めて｣や｢経験不足｣の者がいることが想定される。実験に不安がある場合には、着手してはならない。十分な経験がある者と一緒に、あるいはその監督の下で予備実験等を繰り返すことにより、十分な経験を積んでいく必要がある。

学生実験は経験を積むための訓練の場となる。学生実験の担当者は、危険な状況が発生しないように周到な実験計画を練るとともに、実験中に誤った手順や使用方法がないか十分に注意を払う必要がある。一方、学生は、事前に実験の内容を理解しておき、実験中は指示された手順や使用方法を厳守する必要がある。

大学院での研究や卒業研究における実験室活動においては、さらに高度な知識・準備・心構えが必要である。各部局においては、必要な安全教育を義務付け、各研究室において十分な指導がなされているか管理する必要がある。各科目責任者（研究指導者）は、部局の取り決めに従って安全教育を行い、丁寧な指導を実施する必要がある。また、さまざまな法律を遵守する義務があるとともに、定められた登録手続きや講習会への参加を学生に課す必要がある。一方、学生は、実験室活動を始める前に、全般的な安全管理について、本指針や所属する部局（学部・学府・センター）の安全の指針を参照しながら教育を受ける必要がある。また、所属する研究室等において個別に具体的な安全教育を受け、必要に応じてリスクアセスメントを行う。そのうえで、個別の実験に対する準備を十分に行うとともに、定められた登録手続きを行い講習会に参加する義務がある。

注）リスクアセスメント：危機が発生した場合、どれだけの影響があるかを事前に評価すること。危険の発生源、伝播の経路、被害者の反応などのデータに基づき評価する。作業中の潜在的な危険性または有害性を見つけ出し、これを除去、低減するため手法である。

2.2 安全管理体制と実験室活動計画

2.2.1 安全管理体制について

本学の教育における実験室活動の安全管理については、教育担当理事の全般的な統括の下に行うものとする。

実験室活動を伴う本学の科目に関する「実施運営主体」としての部局は図 2.1 のとおりとし、当該部局長を**管理責任者**とする。管理責任者は当該科目の実験室活動の安全管理について統括するものとする。

なお、本指針における「部局長」とは、九州大学学則第 25 条に定める部局長に加え、同第 26 条に定めるセンター長のことをいう。

① 教育課程または教育プログラムを構成する科目の実施運営主体は、当該教育課程などを編成する部局（学部・学府・センター）とする。

② 基幹教育の実施運営主体は基幹教育院とする。

③ ②にかかわらず、基幹教育のうち科目担当部局が実施運営する科目（学部：総合科目、2 年生以上を対象として開講される科目の一部、大学院：展開科目）については、当該担当部局を実施運営主体とする。

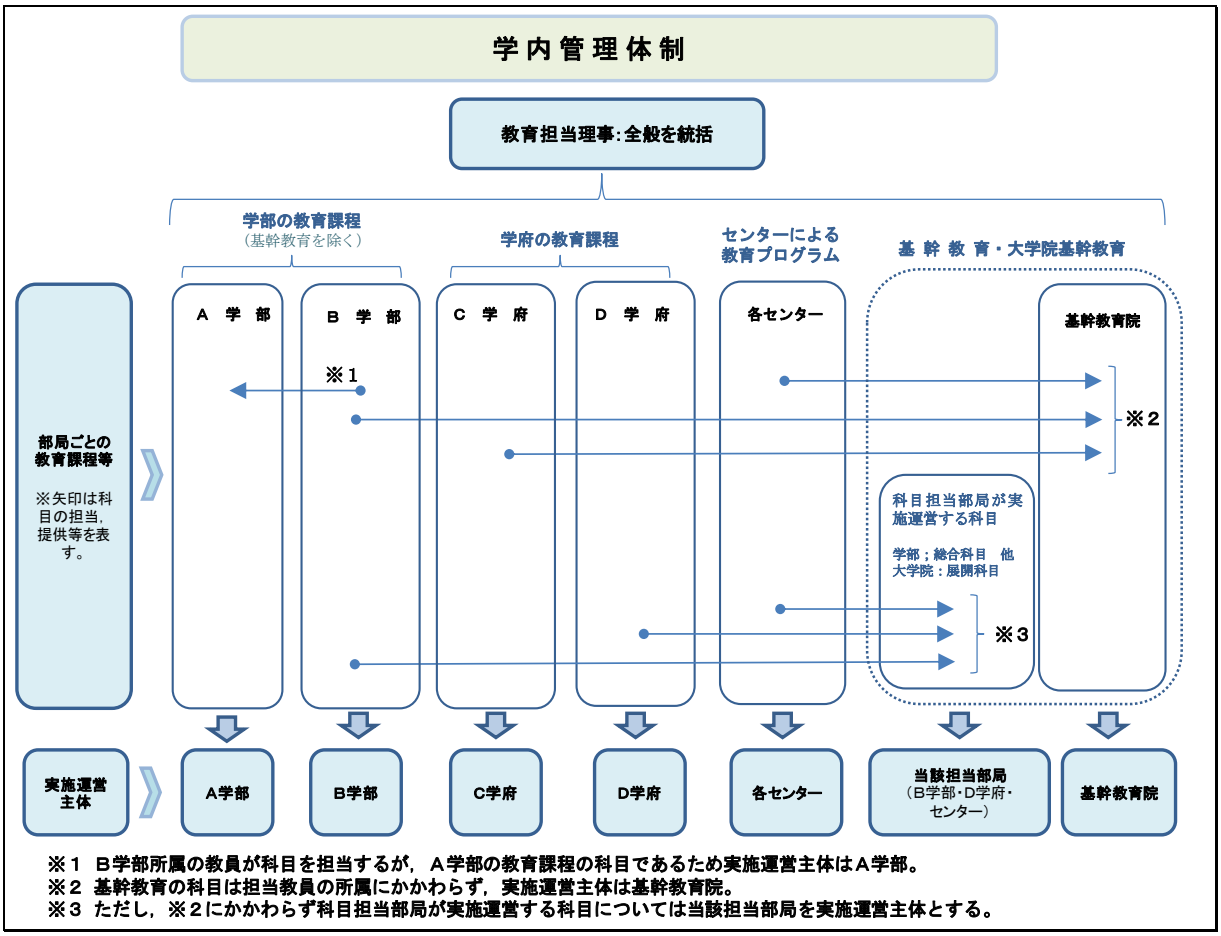


図 2.1 実験室活動に関する学内管理体制

2.2.2 実験室活動の準備について

実験室活動を伴う科目の代表担当教員を**科目責任者**とする。科目責任者は、事故防止、安全対策に留意して、学生が十分に準備できるよう指導する。

(1) 学生実験において

① 科目責任者は、実験の手引きなどを作成して学生に配布し、実験内容を理解させるとともに、薬品や装置の使用方法について説明する。

② 実験において危険な状況が発生しないか十分に確認する。

③ リスクが高い実験を行う場合は、そのリスクの内容と対策を学生に周知し十分に理解させるとともに、適切なリスク低減措置を講じる。

(2) 大学院の研究や卒業研究において

① 科目責任者、指導教員あるいは部局関係者は、本指針や部局独自の安全の指針等を配布するとともに、講義等を行って、安全に実験室活動を行うための全般的な教育を行う。

② 科目責任者あるいは指導教員は、各学生の安全な実験室活動に必要な知識・理解の教育に努める。また、必要に応じてリスクアセスメントを実施し、リスクの内容と低減措置を各学生に周知し十分に理解させる(第 3,14 章)。さらに、リスクアセスメントの結果を記録し、保管する。

③ 科目責任者あるいは指導教員は、実験に関連するさまざまな法律を遵守するとともに、定められた登録手続きや講習会への参加を学生に課す。

2.2.3 実験室活動の実施にあたって

実験室活動の実施に当たり、科目責任者は、法律の定め、義務化されている登録や講習会、事故対策などを熟知の上、安全に万全の対策を講じる。また、第 4 章～第 11 章に記載の実験室活動に関する注意事項などを利用して学生への指導を行う。

① 科目責任者は、参加者に対して実験室活動に関する事前指導、ガイダンスなどを実施し、その中で実験室活動における安全、事故防止・対応を周知徹底する。

② 科目責任者は、事前指導やガイダンスにおいて、参加者の疑問や不安に思う点などを収集し、学生の視点を取り入れ、安全対策を改善する。

③ 事故の報告とヒヤリハット情報の提供。

実験室活動において事故が発生した場合は、直ちに実験を中止し、適切な処置を講じるとともに、管理責任者へ報告しなければならない。事故に至らなかった場合でも、実験室活動の安全対策に資する情報がある場合、ヒヤリハット情報（様式 1）を部局等に提供する。

2.2.4 保険

参加者は学生教育研究災害傷害保険（以下、学研災）またはこれに準ずる保険に加入することを原則とし、科目の特性に応じ保険加入を履修の条件とするなどして取り扱うものとする。

学研災では、授業として実施される実験活動中の事故について、学内外を問わず補償の対象となるほか、保険の加入がインターンシップなどのプログラム参加の条件となっていたり、正課外の行事や通学時の事故も補償の範囲に含まれることから、本学では、学生の入学時に学研災加入を推奨している。ただし、学研災の補償内容は限定的であるため、付帯賠償責任保険など、その他の適切な保険についても検討する必要がある。

なお、学生の学研災などの保険加入状況の確認については、各部局等において行う。

※参考）　・学生教育研究災害傷害保険（学研災）
公益財団法人 日本国際教育支援協会ＨＰ　http://www.jees.or.jp/gakkensai/index.htm

ヒヤリハット情報（様式1）

平成　　年　月　日

ヒヤリハット情報（教育における実験室活動）

科 目 名				
参加人数	教職員：　　人	TA：　　人	学生：　　人	その他：　　人
報 告 者				
日　時				
場　所				
概要 対応 結果				
提　言				
備考				

・事故報告書ではありません。安全対策に資すると思われる情報があればご提供下さい。
・報告者の氏名は公開しません
・「概要・対応・結果」、「提言」の公開内容は、WGで編集致します。

ヒヤリハット情報記入例

ヒヤリハット情報（様式1）

平成　　年　月　日

ヒヤリハット情報（教育における実験室活動）

科 目 名	修士論文研究			
参加人数	教職員：　　人	TA：　　人	学生：　　1 人	その他：　　人
報 告 者	九大　太郎			
日　時	2018 年〇月〇日 13:30 頃			
場　所	〇棟〇〇室			
概要 対応 結果	概要：学生がドラフト内で実験中にチオホスゲン（25g)の瓶を転倒させてしまった。慌てて、こぼれたチオホスゲンを紙に吸わせてドラフト外に持ち出し、建物全体に悪臭が流出してしまった。学生はテラス側の窓から脱出し、せき込む症状があったが、その後、健康上の異常はなかった。 対応：かけつけた教員がチオホスゲンをふき取った紙を回収し、アンモニア水で無害化した。 結果：ドラフト外に持ち出したため、建物全体に悪臭が流出した（一方で、屋外には悪臭が流出しなかった）。教員の対応により、健康上の被害は発生しなかった。			
提　言	1．ドラフト内ですべての危険操作を完結するための教育の徹底。 2．防毒マスクの設置と設置個所の周知。 3．複数人での実験の励行と責任教員不在時の実験操作の制限。 4．研究室内における非常時の協力関係の確認。			
備考				

・事故報告書ではありません。安全対策に資すると思われる情報があればご提供下さい。
・報告者の氏名は公開しません
・「概要・対応・結果」、「提言」の公開内容は、WG で編集致します。

第３章　実験室活動を始める前に
～研究室での危険性の認識と対策（リスクアセスメント）

教職員および学生は、研究や教育の様々な場面で、色々な化学物質や電気機器、あるいは高圧、極低温などを使用することがあり、それらにより事故あるいは健康障害を引き起こす危険性（リスク）に直面している。健康障害の防止および予防には、障害の生じる恐れが何によって生じ、それがどの程度であるかを知り、さらにその対策としてどのようなものがあるかを調べておくことが何よりも重要となる。それらを予め評価することが、リスクアセスメントである。労働安全衛生法によると、事業者は事業場で行われる作業に対してリスクアセスメントを実施し、作業従事者にその結果を周知し、十分に理解させるとともに、結果の記録と保存を行う義務がある（実施義務）。また、事業者には、リスクを低減するための対策を講じ、実行することが求められる(努力義務)。すなわち、九州大学総長、担当理事をはじめとして、各部局等の長、安全衛生および化学物質管理責任者、各研究室の責任者にはリスクアセスメントの実施義務とリスク低減の努力義務がある。どのようなリスクがあるかは、各研究室で違い、さらに各教職員、各学生と一人一人異なるので、リスクアセスメントは研究室の構成員毎に行われる必要がある。各構成員それぞれがリスクアセスメントを行う場合であっても、各研究室の責任者にはそれを行わせる義務がある。各研究室の責任者は各構成員がリスクアセスメントの結果を理解しているかどうかを確認し、リスク低減措置を実行させることより事故等の防止に努めなければならない。

この安全の指針の第4～11章では、事故への対応や、危険物質、機械、電気、光、放射線、情報、遺伝子組み換え・動物実験といった各項目についての危険性や対応策が書かれており、それらについて、一般的に必要な知識を学ぶことができる。参考資料として、実際に起こった事故例も提示されている。これらを読むことで、ほんの小さな不注意で、事故は身の回りでいつでも起こり得ることに注意を喚起してもらいたい。

第14章には、特定の学生のテーマについて、具体的にリスクアセスメントを行った例を示している。これらに倣って、各研究室で、各構成員を単位としてリスクアセスメントの表が作成され、それらを実験室や研究室に掲示して、実験室活動の際にいつも身近に目にするようにしなければならない。

各研究室の責任者や教職員は、研究室の各構成員（教職員および学生）のリスクアセスメントに責任をもって指導する立場にあり、年度初め、あるいは研究手法の変更時に各構成員個々のリスクアセスメントをチェックしなければならない。

第４章　化学薬品の安全な取扱い

4.1　一般的注意

不注意な実験ほど危険を伴うものはない。どんな小さな実験にも油断をしてはならない。事故の打撃は、その当事者の物的、肉体的な面に止まらず、精神的な面にも影響が大きい。更に、周囲の者にも同等以上の影響を及ぼす。自分を傷つけ、他人まで巻き込むことを考えると、細心の注意を以て、正しいやり方で、実験しないといけない。研究従事者は実験に際して以下の点を心掛ける必要がある。

(1) 研究実験における事故防止並びに建物の効率的使用を図るため、常に実験台上、研究室内外の整理整頓に努めること。

(2) 実験室内に保管する物は、試薬、薬品、機器を問わず、地震などの不測の事態に備えて安全を確保すること。規制量以上の有機溶媒などの引火性物質や法令で定められた危険物質は責任者の管理の下に、指定された危険物保管庫に、整然と分類し、施錠して保管すること。

(3) 毒物、劇物や爆発性物質は研究室の保管管理責任者から手渡しの上、所定の注意事項を確認し、使用すること。毒劇物ではなくても他の法規で厳重に取り締まられているものがある。これらは取り扱いに注意するとともに物質名、使用者、使用日時、使用量等の使用記録をとっておく。九州大学では全ての化学物質を薬品管理システム（IASO）に登録して、管理することになっているので、化学物質管理取扱責任者の指示に従うこと。IASOの使用方法はホームページ（http://chem.ofc.kyushu-u.ac.jp/iasor6/view/cfw/cfw01/CFW0101/）で閲覧できる。

(4) 危険あるいは有害な物質の取扱に当たっては、リスクアセスメントを必ず行うこと。すなわち、安全データシート（Safety Data Sheet: SDS） などにより、その発火、爆発、燃焼の危険性（発火点、引火点、混合爆発範囲など）や有害性（許容量、致死量）を十分調査した上で、以下に示すような想定される万一の場合の対策および処置を検討し、必要な内外服用医薬品、保護具などを予め準備すること。

   (a) 引火物質に対する消火法
   (b) 毒劇物に対する除害、洗浄法
   (c) 揮発性悪臭物質および刺激性物質に対する除害、浄化法

(5) 引火性の低沸点物質を冷蔵庫に保管する際には、必ず、防爆型機を使用すること。

(6) 更に、実験に際しては、上記の注意事項に加えて、特に、以下の注意が必要である。

   (a) 実験時には必ず、保護眼鏡を着用する。また、手袋、防災マスク、防毒マスク、金網、衝立などの保護具を適切に使用すること。
   (b) 万一に備え、消火器の存在場所を常に確認しておくこと。特に発火の恐れのある実験を一般実験室で行わないこと。発火原因、実験室に貯留保管している化学物質の種類によって、有効な消火器、消火方法が異なる場合があるため、あらかじめ想定される火災に対して適切な消火器等を備え付けておく必要がある。
   (c) 目や皮膚に薬品がついた時にはただちに多量の流水で少なくとも15分以上洗うこと。軽度の火傷も同様である。それから病院に行くこと。
   (d) 下水下流での引火の恐れがあるため、有機溶剤などの化学薬品を決して下水に流しては

ならない。

(7) 揮発性悪臭物質および刺激性物質が発生する実験においては次のことを遵守すること。

(a) 実験は所定の基準を満たしたドラフト内で行い、外気と遮断した装置を使用すること。

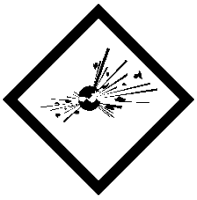
(b) 実験装置から排出される悪臭または刺激性物は適切な除害、洗浄装置を通して実験装置外に導くこと。

(8) 危険の予想される実験は必ず複数の在室者がいる時にその旨を周知の上で行うこと。

危険性や安全性の情報に関しては、「化学品の分類および表示に関する世界調和システム」(The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals：GHS) が2003年に国連勧告として出され、絵表示などを用いて分かりやすくラベル表示されるようになった。現在このシステムは国内法と必ずしも整合していないが、一部はすでに法改訂がすすんでいる。たとえば、「どくろマーク」の区分１と２が毒物に、区分３が劇物に相当する。また「腐食性マーク」の区分１も劇物相当である。一方、消防法危険物第４類では、「炎マーク」(区分１、２) は特殊引火物と第一石油類に相当する。表4.1にこれらの絵表示とその意味を示す。くわしくは厚生労働省や経済産業省のHPで調べること。

現在化学薬品の販売業者には、販売する薬品に対するSDSを提供することが義務付けられている。したがって、このSDSを予め熟読し、上記に関する情報を取得することに努めること。SDSは各試薬会社のCD版カタログに収録されている場合が多く、また、(社)日本試薬協会のホームページ(http://www.j-shiyaku.or.jp/)で閲覧することもできる。

表 4.1 GHS の絵表示とその名称および意味

絵表示 (四角枠は赤色)				
[名称] 表示の意味	[炎] 可燃性、引火性	[円上の炎] 支燃性、酸化性	[爆弾の爆発] 爆発のおそれ	[腐食性] 金属や皮膚の 腐食性
[ガスボンベ] 高圧ガス	[どくろ] 有毒性、 健康有害性	[健康有害性] 感作性、発ガン性 など	[感嘆符] 毒性・感作性など (左より弱い)	[環境] 水性生物への 有害性など

4.2　火災予防　−消防法危険物について−

可燃性物質の中でも、火災を引き起こす危険性の大きい液体および固体物質を消防法では危険物として指定し、火災予防上の観点から、その一定量以上の貯蔵、取扱い、運搬方法などについて規制している。その中には、空気中で自然発火、あるいは水と反応して発火するもの（第３類危険物）、熱的に不安定で比較的低い温度で分解、発熱し、又は衝撃などにより発火、爆発しやすいもの（第５類危険物）、近くに火源があると発火（引火）するもの（第４類危険物）などの他、それ自体は燃焼しないが、他の物質を強く酸化、燃焼させる性質を持つもの（第１類および第６類）などが含まれる。それぞれ取扱方法や、消火方法などが異なるので、取扱にはその特性をよく理解してあたらなければならない。

これら危険物のうちで、第４類の引火性物質は石油や各種溶剤などを含み、多量に使用されるので、各部局等では危険物貯蔵庫を設置しており、研究室への持ち込みは最小限にするよう努力すべきである。また、危険物貯蔵庫における危険物の取扱は危険物取扱者の指示の下に行うこととされており、危険物貯蔵庫の使用者は、危険物取扱者資格を取得することが望ましい。

4.2.1 自然発火性物質

発火の危険のある物質は非常に多い。空気にふれただけで容易に酸化、発熱して発火するものを自然発火性物質という。代表的なものとして、アルキルアルミニウム類、アルキル亜鉛類、アルキルリチウム類などの有機金属化合物（以上は水とも反応するので、取扱いには次の禁水性物質の項も参照すること）および還元ニッケル、還元パラジウムの他、黄リン（白リン）などがある。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 空気に触れると発火することがあるから、窒素やアルゴンなどの不活性ガス中で取扱う必要がある。
(2) 溶剤などへの火源となるから、付近に溶剤を置かないようにすること。
(3) 容器、シリンジ類はプラスチック製のものを用いないこと。
(4) 有機金属化合物溶液をシリンジで取出す際、ときとして針先から発火する場合があるが(例えばt−ブチルリチウム溶液、トリアルキルアルミニウム原液、ジアルキル亜鉛溶液など)、決してあわてないこと。液をこぼさない限り、最初の小発火のみでそれ以上燃え広がることはない。
(5) 還元金属触媒下での水素添加反応中、反応の進行が止まった場合、水素雰囲気下の反応系中に触媒をあらたに追加しないこと。必ず発火する。
(6) 水素添加反応後、還元金属触媒を濾別する場合、濾紙の使用はできるだけ避けること。乾燥させないようにセライトカラムに通すとよい。
(7) 水素添加反応後の還元金属触媒を決してごみ箱に捨てないこと。エタノールあるいは水を満たした容器内に回収保存すること。
(8) 黄リンは空気に触れると発火、発煙するので、pH.7〜9の水中に保存する。触れると重い化学やけどをおこすので、取扱いに注意する。
(9) 消火には粉末消火器あるいは防火用砂を用いること。ごく少量の時は多量の水がよい。

4.2.2 禁水性物質

水と接触すると（時には湿った空気中で）発火したり、発熱する物質であって、代表的なものとして、ナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属、カーバイドのような金属炭化物、水素化リチウム、水素化ナトリウム、水素化リチウムアルミニウムなどの金属水素化物、有機リチウムなどの有機金属化合物及びナトリウムアミドがある。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 水との接触は絶対さけること。
(2) 溶剤などへの火源となるから、付近に溶剤を置かないようにすること。
(3) ナトリウム、カリウムは灯油中または流動パラフィン中に貯蔵すること。ナトリウムの削りくずも灯油中または流動パラフィン中に貯蔵し、分解するときにはアルコール中に少量ずつ加え、発生する水素に引火せぬようにする。カリウムではtーブチルアルコールで同じ操作を窒素気流中で行う。
(4) ナトリウム、カリウムを取扱う場合、付近に低級ハロゲン化溶剤（クロロホルム、ジクロロメタンなど）を置かないこと。金属片が誤って溶剤の中に入ると爆発を起こす。
(5) 金属水素化物を分解するときは、酢酸エチルの中に少量ずつ加える。
(6) 消火には粉末消火器あるいは防火用砂がよい。注水したり、二酸化炭素消火器を使ってはいけない。
(7) 単独で発火することはなくても､吸湿性の高い物質は､吸水して高温になることがあるので、注意すること。

4.2.3 低温着火性物質

空気中で比較的低温で着火するもので､アルミニウムなどの金属粉､マグネシウムの他､赤リン、硫化リンなどがある。一般に強い還元性物質で、自身または酸化性物質と混合したものは、加熱、衝撃、摩擦等により発火する。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 加熱すると発火するので熱源、火気より遠ざけて冷暗所に保管する。
(2) 酸化性物質との接触をさけること。
(3) 金属粉は、燃焼しやすく、いったん点火すれば消火し難いので注意すること。
(4) 消火は少量の場合は注水消火でよいが、一般的には赤リン以外には水は不適で、粉末、二酸化炭素消火器あるいは防火用砂を用いること。
(5) 多量に保管する場合、空気酸化による発熱が蓄積して発火する場合があるので、注意を要する。

4.2.4 強酸化性物質

強酸化性物質としては塩素酸塩、過塩素酸塩、過マンガン酸塩、硝酸塩、無機過酸化物、有機過酸化物、無水クロム酸などがある。一般に加熱、衝撃、摩擦により容易に分解し、酸素を放出して可燃物と激しく燃焼し、有機物、還元性物質と混合したものは発火、爆発の恐れがある。また、強酸類と混合すると自身で分解し爆発するものがある。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 加熱、衝撃で爆発するので火気、熱源より遠ざけて冷暗所に保管し、衝撃を与えぬようにすること。
(2) 有機物、還元性物質との接触をさけること。

(3) 無機過酸化物は水で酸素を、希酸で過酸化水素を生じて発熱し、時には発火するので注意すること。
(4) 過酸化物は、金属、金属塩との接触で激しく分解するものがある。鉄さびなどの混入に注意すること。
(5) アルカリ金属過酸化物は水と反応するので防湿に留意すること。
(6) 消火は注水消火でよいが、アルカリ金属過酸化物には水は不適で、防火用砂がよい。

4.2.5 酸化性液体

消防法で酸化性液体と指定されているのは、過塩素酸、硝酸、発煙硝酸、過酸化水素、三フッ化臭素などであるが、これらの他にもクロム酸混液などがある。また、濃硫酸の酸化性は大きくないが、希釈する時に強く発熱して火事や事故の原因になることがある。

これらの物質は、有機物、還元性物質と混合すると発熱、発火することがある。強酸化性物質と混合すると爆発の恐れがある。取扱い上、以下の注意が必要である。過酸化水素については、次項に準じる。

(1) 有機物、還元性物質、強酸化性物質との接触をさけること。
(2) こぼしたときは、炭酸水素ナトリウムで覆い多量の水に溶かす。
(3) 皮膚及び被服に付着しないように注意すること。付着したときは多量の水で洗う。
(4) 消火には粉末消火器あるいは防火用砂がよい。
(5) 濃硫酸の希釈は、水の中に濃硫酸を少しずつ撹拌しながら加える。濃硫酸に水を加えてはならない。

4.2.6 爆発性物質および自己反応性物質

熱、火災、衝撃、摩擦により発火・爆発する物質であって、硝酸エステル（C-O-NO_2）、ニトロ化合物（C-NO_2）、ニトロソ化合物（C-NO）、ジアゾ化合物（-N＝N-）、ジアゾニウム塩（[-N≡N]$^+X^-$）、アジ化合物（RN_3、MN_3）、過酸化物（R-O-O-R、RCO-O-OR）、ハロゲン酸誘導体、（$HClO_3$、$HClO_4$）、アセチレン重金属塩などがある。一般に、N-O、N＝O、N-N、N＝N、O-O、O-ハロゲン、N-S、N-ハロゲンなどの結合を多く有するものほど危険度が高い。また、そのもの自体では爆発の危険性はないが、貯蔵中に過酸化物ができて爆発を起こす試薬がある。使用済み、あるいは長期間保存しているジオキサン、テトラヒドロフラン、ジエチルエーテルなどは特に注意を要する。これらを不用意に濃縮してはならない。

取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 打撃、摩擦、加熱は起爆の直接原因になるので、このような処置を施さないこと。
(2) 酸、アルカリ、金属、還元性物質などに触れると爆発することがあるので、不用意に混合しないこと。特に、重金属塩、鉄さびなどが混入しないように注意すること。
(3) 金属性スパチュラやすり合わせジョイントのあるガラス器具やグラスフィルターの使用を避けること。使用ガラス器具の切断面は炎でなましておく。
(4) 実験着（白衣）、保護眼鏡、防災面、手袋などの個人保護具を着用すること。

(5) 所定の基準を満たしたドラフト設備内で、安全ガラスか透明プラスチック製の衝立を間において操作すること。
(6) 反応あるいは扱う物質の安全性の程度がわかるまでは小スケールで実験を行うこと。
(7) その他、引火性物質に対するものと同様の注意が必要である。

4.2.7 引火性物質

空気に触れただけでは発火しないが、これに火源があると、容易に燃焼する物質である。引火点が低いほど危険性が大であるが、高いものでも引火点以上に加熱したときは危険であるので注意すること。消防法では、主として引火点の違いにより特殊引火物、第一石油類などに分類している。下表に各類の主な物質を記し、次にそれぞれの群の主な物質について取扱い上の注意を述べる。

表 4.2 主な引火性物質

消防法上の分類		代表的な物質
危険物第4類	特殊引火物	ジエチルエーテル、二硫化炭素、アセトアルデヒド、ペンタン、イソペンタン、酸化プロピレン、ジビニルエーテル
	第一石油類	石油エーテル、ガソリン、石油ベンジン、リグロイン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ペンテン、ベンゼン、トルエン、ジオキサン、アセトン、メチルエチルケトン、ギ酸エステル（メチル～ブチル)、酢酸エステル（メチル～イソブチル)、アセトニトリル、ピリジン
	アルコール類	メチルアルコール、エチルアルコール、n-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール
	第二石油類	灯油、軽油、テレピン油、キシレン、スチレン、アリルアルコール、シクロヘキサノール、ベンズアルデヒド、ギ酸、酢酸
	第三石油類	重油、テトラリン、エチレングリコール、ジエチレングリコール、エタノールアミン、ニトロベンゼン、アニリン、トルイジン

A. 特殊引火物

引火性物質の中で一番危険度の高い群で、消防法の定義では、20℃で液体、または20～40℃で液体になるもので、着火温度が、100℃以下、または引火点が－20℃以下で、沸点が40℃以下のもの、である。火災は化学実験室で最も多い事故であることを頭に入れ、これらの物質を取扱う場合は、以下の注意が必要である。

(1) これらのガスや蒸気の放出に十分に注意すること。
(2) 引火点、発火点、爆発限界（爆発範囲の上限及び下限の濃度）などを知っておくこと。
(3) 実験台に不必要な溶媒を置かないこと。
(4) 着火温度および引火点が低くきわめて引火しやすいので、使用時は近くの裸火を消すこと。
(5) 沸点が低く、また、爆発範囲の下限値が低く、爆発限界が広いので、通風をよくし滞留しないようにすること。
(6) 一度引火すると、爆発的に広がり消火しにくいので注意すること。

(7) 溶剤容器の上部空間は、爆発範囲に入っていることが多い。容器は密閉すると同時に、小出しのときは火気に特に注意すること。
(8) 実験室内で多量の特殊引火物を長期保存しないこと。
(9) 消火器の存在場所を確認しておくこと。特に発火の恐れがある場合はあらかじめ身近に用意しておくこと。
⑽ 消火には粉末、二酸化炭素消火器あるいは防火用砂がよい。注水消火は適当でないが、周辺の可燃物の消火によい。

B. 高度引火性物質

室温で引火性の高いもので、引火点が約20℃以下のもの、消防法上の第一石油およびアルコール類に相当する。化学実験の溶剤として重要なものが多い。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) 引火点、発火点、爆発限界などを知っておくこと。
(2) 実験台に不必要な溶媒を置かないこと。
(3) 特殊引火物ほどではないが、引火性が高いので、火、電気スパーク、ハンドバーナーの炎、赤熱物などを近づけないこと。近くの火気に注意し、直火での加熱など行わないこと。
(4) 蒸気の比重が大きいので通風をよくし低所に滞留しないようにすること。
(5) 消火には粉末、二酸化炭素消火器あるいは防火用砂がよい。

C. 中度引火性物質

加温時に引火性の高いもので、消防法の第二石油類に相当する。引火点がほぼ20～70℃のものである。これらの物質を開口容器により加熱する時は蒸気の滞留に注意することが必要である。また、消火には粉末消火器がよい。

D. 低度引火性物質

強熱時に分解ガスによって引火するもので、消防法の定義では、引火点が70℃以上のものである。これらの物質は引火点が高いので容易に引火しないが、一度燃えはじめると消火が困難になるので、加熱するときは引火点以上に加熱しないようにするとともに、発生した蒸気に引火しないように注意することが必要である。また、消火には粉末消火器がよい。

引火性・可燃性物質である一般溶剤の性状については表4.3に示す。

表4.3　一般溶剤の性状表

	沸点	引火点	爆発限界		自然発火	蒸気	許容限界	毒性
	℃	℃	上限 %	下限 %	温度 ℃	比重 (空気)	濃度 mg/m^3	
ペンタン	36	-49	1.4	8.0	309	2.48	1800	(麻)
ヘキサン	69	-23	1.2	6.9	260	2.97	180	(麻)(呼)
ヘプタン	98	-4	1.2	6.7	233	3.45	1600	(麻)(呼)
ベンゼン	80	-11	1.4	8.0	538	2.77	80	●■(麻)(呼)
トルエン	111	4	1.3	7.0	552	3.14	370	◎(頭)(目)
キシレン	138	25	1.1	7.0	496	3.66	435	◎(麻)(呼)
塩化メチレン (ジクロメタン)	40	－	12.0	19.0	662	2.93	1740	■(麻)(目)
クロロホルム	61	－	－	－	－	4.12	50	◎(麻)(目)
四塩化炭素	77	－	－	－	－	－	65	◎■(麻)(呼)
エチレンジクロリド (ジクロロエタン)	82	21	6.2	15.9	449	3.35	200	■(目)(皮)
メタノール	65	18	6.0	36.5	470	1.11	260	◎■(麻)
エタノール	78	16	3.3	19.6	399	1.59	1900	(麻)
２－プロパノール	82	21	2.5	5.2	456	2.07	980	(麻)
ジエチルエーテル	34	-45	1.8	48.0	180	2.55	1200	(麻)
テトラヒドロフラン	66	-14	2.3	11.8	321	2.50	590	(麻)(目)
ジオキサン	101	12	2.0	22.0	180	3.03	180	(目)(頭) 毒性あり
アセトン	57	-18	2.6	12.8	538	2.00	2400	(頭)
酢酸エチル	77	4	2.7	11.5	482	3.04	1400	◎(目)(呼)
酢酸	118	43	4.0	16.0	426	2.07	25	△(目)(皮)(呼)
無水酢酸	140	54	3.0	10.0	380	3.52	20	△(目)(皮)(呼)
アセトニトリル	80	6	4.0	16.0	524	－	70	◎(目)(皮)(呼)
二硫化炭素	46	-30	1.0	44.0	90	2.64	30	◎
ＤＭＳＯ	189	95	2.6	42.0	215	－	－	(皮)
ＤＭＦ	153	58	2.2	15.2	445	－	30	(目)(皮)(呼)
ＨＭＰＡ	233	105	－	－	－	6.18	－	(目)(皮)

◎：劇物、△：腐食性物質、■：土壌汚染対策法の特定有害物質、●：人に対して発ガン性あり（IARC Class 1）
(麻)：麻酔、(頭)：頭痛、(目)：粘膜刺激、(皮)：皮膚炎症、(呼)：呼吸器炎症

注）DMSOはジメチルスルホキシド、DMFは/N,N-ジメチルホルムアミド、HMPAはヘキサメチルりん酸トリアミド。

4.3　有毒性物質

実験に用いる試薬のほとんどはなんらかの健康有害性をもつと考えるべきである。許容濃度が定められていない物質も数多くあるうえに、反応で生じた新規化合物については、一般に毒性についての情報が得られないことも多い。従って、試薬や生成物を不用意に手で触ったり吸入しないように十分注意しなければならない。毒性には、短時間で中毒症状を起こす場合(急性毒性)と、少量のばく露を繰り返し受けることで長時間経過後にその症状が現れる場合(慢性毒性)とがある。また目や皮膚などに直接作用したときも、酸やアルカリのように急激な痛みを伴って付着した所が腐食されたり刺激を受ける場合と、後でかぶれを生じる場合とがある。既知化学物質のうち特に毒性が強いものに、毒性ガス（許容濃度が200ppm以下のもの)、毒物（経口致死量（LD_{50}）が体重１kgにつき50mg以下のもの)、劇物（経口致死量が50～300mgのもの）があるが、相当する毒性をもつ物質の全てが毒劇物の指定をされているわけではないことに注意するべきである。これら急性毒性物の他に慢性毒、発ガン性物質についても取扱いは十分に気をつけなければならない。取扱い上、以下の注意が必要である。

(1) あらかじめ許容濃度などをよく調査し、認識しておくこと。
(2) 有害無機物は一般的な化学知識から見当がつくことが多いが、有機物は類推が困難で、思いがけないものが強い毒物であったりすることがめずらしくないので、よく調べてから使用すること。
(3) 保護眼鏡、防災面、防毒マスク、手袋などの個人保護具を着用すること。また、汚染された保護具などを着用したままで周囲のものに触れない。これらを廃棄する際は適切に処理すること。
(4) 所定の基準を満たしたドラフト設備内で行うこと。ドラフト内でも有毒、有害なものをそのまま放出してはいけない。
(5) 許容濃度の低いものは少しの洩れもないように注意すること。
(6) 前もって研究室責任者に承認を得たうえで使用すること。また、同室者にもその旨を周知すること。
(7) 多量の取扱いは特に注意すること。
(8) 保護具を着用して有毒性物質の取扱いを行っても、万一吸入したり、目や皮膚に付着した場合には応急処置が必要である。一般的には目や皮膚に付着した場合にはただちに多量の流水で少なくとも15分以上洗うこと。それから状況により医師の手当を受けること。吸入した場合には直ちに現場より離れ、体を毛布などで暖かくしておく。呼吸困難な場合には人工呼吸又は酸素吸入を行い、速やかに医者の手当を受ける。
(9) 有毒性の物質（毒物、劇物、有害物質）は、「毒物」「劇物」と明記したラベルが貼付された施錠できる薬品庫に保管されているので、使用時には研究室教員に申し出ること。日付、使用者名、使用量等を使用簿に記入して記録を残す。
(10) 有機溶剤中毒予防規則(有機則)により、有機溶剤等を使用している実験室などでは、人体に及ぼす作用、取り扱い上の注意事項、中毒が発生した時の応急処置などの「有機溶剤等使用の注意事項」を実験室内の見やすい場所に掲示しなければならない。

(11) 特定化学物質障害予防規則(特化則)で指定された特定化学物質を使用している場合は、それぞれの特定化学物質について、名称、人体に及ぼす作用、取り扱い上の注意事項、使用すべき保護具について、実験室の見やすい箇所に掲示しなければならない。

有害性物質による人体への影響を表4.4に示す。

個々の危険物質については「実験を安全に行うために（第８版)」(化学同人)、「有機化学実験のてびき」(化学同人)、「取り扱い注意試薬ラボガイド」(講談社)、「先端技術産業における危険・有害化学物質プロフイル100」(丸善)、Merck Indexなどの書籍や、試薬各社のＳＤＳ、国立医薬品食品衛生研究所のデータベース（ICSC日本語版など)、日本化学工業協会の化学製品情報データベースなどを参照すること。

また、関連する法令として、火災や事故に関しては消防法、高圧ガス保安法などが、健康被害に関しては毒物及び劇物取締法、化審法、労働安全衛生法、環境基本法とその関連法等がある。

表 4.4　汎用有害物質の分類

種　　類	代　表　的　物　質
a．皮膚障害性	皮フ角化：ヒ素、コバルト、希アルカリ液など 皮フ着色：ピクリン酸、硝酸、ヨウ素、銀塩など 色素異常：タール、ピッチ、ヒ素など 急性皮フ炎及び湿疹：酸、アルカリ、クロロジニトロベンゼン、ホルマリン、タール、ピッチなど 潰瘍：クロム、ニッケル、酸、アルカリなど 毛髪及び皮脂腺の病変：鉱油、タール、クロロナフタリンなど 毛髪の病変：タリウム、マンガンなど 爪甲及び周辺の病変：セレン、タリウム、フッ素など
b．粘膜障害性	おもに上気道をおかす：アルデヒド、アルカリ性の粉じん及びミスト、アンモニア、クロム酸、エチレンオキシド、塩化水素、フッ化水素、亜硫酸ガス、無水硫酸など 上気道、肺組織をおかす：臭素、塩素、酸化塩素、臭化シアン、塩化シアン、メチル硫酸、フッ素、ヨウ素など 終末気道部および肺胞をおかす：三塩化ヒ素、過酸化窒素、ホスゲンなど
c．窒　息　性	単純性窒息：二酸化炭素、エタン、ヘリウム、水素、メタン、窒素、亜酸化窒素 化学的窒息：一酸化炭素、シアン、シアン化水素、ニトリル、芳香族ニトロ化合物（ニトロベンゼン、ジニトロベンゼンなど)、芳香族アミン化合物（アニリン、メチルアニリンなど)、硫化水素など
d．麻　酔　性	ほとんどの有機溶剤ならびに多くの脂溶性固体には、程度の差はあるが麻酔性あり
e．神経系障害性	二酸化炭素、ハロゲン化炭化水素、メタノール、チオフェン、テトラエチル鉛、マンガン、水銀など
f．肝・腎障害性	四塩化炭素、四塩化エタン、ヘキサクロロナフタレン、トリニトロトルエン、ジオキサンなど、特に腎臓に対してはウラン、カドミウムなど
g．血液障害性	ベンゼン、鉛、放射線、ホスフィン、アルシンなど
h．高組織障害性	酸ミスト、黄リン、フッ素など
i．肺障害性	肺胞刺激性物質(肺浮腫、肺炎)、難溶性粉じん(ジン肺)、遊離ケイ酸(ケイ肺)、石綿(石綿肺)、タルク(タルク肺)、ロウ石(ロウ石肺)、アルミニウム(アルミニウム肺)、石炭粉(岩肺)、黒鉛(黒鉛肺)、溶接じん(溶接肺)、ベリリウム(ベリリウム肺)など
j．発がん性（IARC Group1.2A)	砒素、ベンゼン、カドミウム、クロロメチルメチルエーテル、酸化エチレン、硫酸ジメチル、ホルムアルデヒド、アクリルアミド

第５章　排出水と廃棄物の処理

5.1　はじめに

地球的な環境保護の観点から、各国で環境保全関連の法令が強化される状況が加速されており、わが国もその例外ではない。現在わが国においては、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、水銀汚染防止法、廃棄物処理法ならびにこれらの関連条例などによって、有害物質の大気、水圏への排出の際の基準や適正な処理が義務づけられている。

大学における教育・研究活動では多種多様の物質が使用されるため、実験研究者は自分の排出水・廃棄物がどのようなものであるかを十分に認識し、その内容性状に応じた適切な対応が必要とされる。特にこれらを学外に排出しようとするとき、市民の健康と地球の環境を守るための諸規則の規制を受ける。実験を行う者には、規則を守り、有害物質を外部に排出しないよう努める義務と責任がある。もちろん、実験によって生じた排出水・廃棄物のみならず、食品ビン缶類や医薬品などの日常生活用品の廃棄についても留意することは必須である。理・工学を修める者として「油を下水に流さない」、「資源を再利用する」などの行動を率先して実行すべきである。

排出水や廃棄物の保管や委託処理方法は部局等によって異なる場合があるので、各部局等での具体的な処理方法などを熟知し、規則に沿った正しい手続き、処理を行う必要がある。有害物質の不適切な処理や漏洩などにより、学内外の環境を汚染することがないように心がけていただきたい。

5.2　廃棄物の分類と廃棄・処理方法の概要

廃棄物処理法によると、廃棄物とは、有償で他人に売却できず、また、自分で再利用できないため不要になり廃棄の対象となった不要物または汚物であって固形状または液状のものと定義される。廃棄物は一般家庭から排出される家庭系廃棄物と大学などの学校や工場、事務所、店舗、飲食店、病院などで事業活動に伴って生じる事業系廃棄物に分けられる。家庭系廃棄物の処理責任は市町村などの自治体にあるが、事業系廃棄物の処理責任は事業者にある。大学から排出されるごみはすべて事業系廃棄物であり、大学が責任をもって適正な排出処理を行わなければならない。

事業系廃棄物は図 5.1 のように産業廃棄物と事業系一般廃棄物に分類される。ここで、産業廃棄物とは表 5.1 に記載した廃棄物処理法で規定された 20 種の廃棄物である。さらに、産業廃棄物は表 5.2 に示す特別管理産業廃棄物とその他の産業廃棄物に分類される。有害物質を含む産業廃棄物は、法令によって適正な処理を行うことが義務づけられており、実験者は自分の廃棄物がどのようなものであるかを十分認識し、その内容性状に応じた適切な対応をとる必要がある。一方、事業系一般廃棄物は事業活動に伴って生じた廃棄物で産業廃棄物以外の廃棄物であり、リサイクルできない紙や生ごみ、燃えないごみ、せん定枝などである。

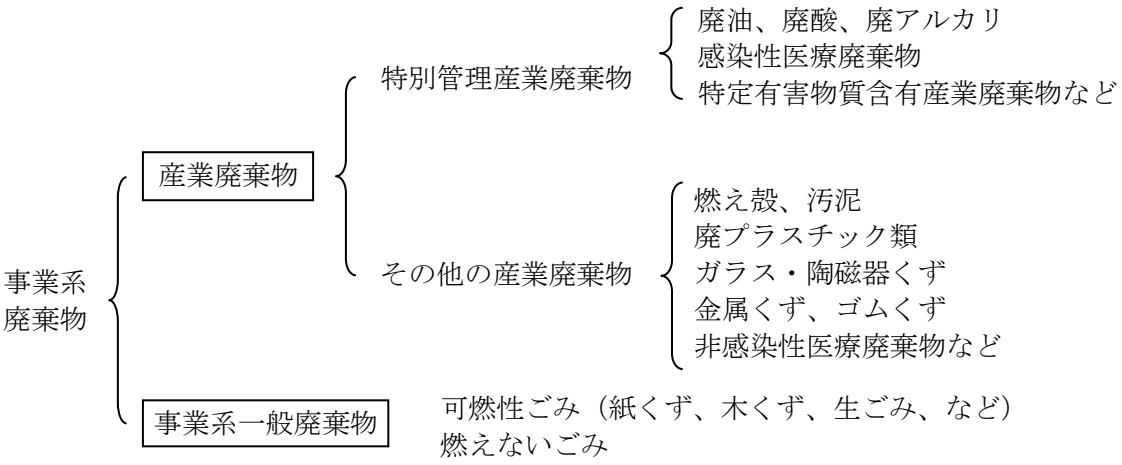


図5.1　事業系廃棄物の分類

表 5.1 産業廃棄物の種類

あらゆる事業活動に伴うもの	特定の事業活動に伴うもの	(20)左記の産業廃棄物を処理したもので、左記の産業廃棄物に該当しないもの。(例えばコンクリート固形化物)
(1)燃え殻、(2)汚泥、(3)廃油、(4)廃酸、(5)廃アルカリ、(6)廃プラスチック類、(7)ゴムくず、(8)金属くず、(9)ガラスくず、コンクリートくずおよび陶磁器くず、(10)鉱さい、(11)がれき類、(12)ばいじん	(13)紙くず、(14)木くず、(15)繊維くず、(16)動植物性残さ、(17)動物系固形不要物、(18)動物のふん尿、(19)動物の死体	

表 5.2 特別管理産業廃棄物の種類

廃油
廃酸
廃アルカリ
感染性産業廃棄物
特定有害物質含有産業廃棄物 PCB 廃棄物（廃 PCB など、PCB 汚染物、PCB 処理物） 廃水銀など及びその処理物 廃石綿(アスベスト)など 有害金属を含む産業廃棄物
輸入廃棄物（ばいじん、燃え殻、汚泥、これらの処理物）

5.3　九州大学における廃棄物の処理

九州大学から排出されるものには、排出水、実験によって生じる実験系廃棄物、資源ごみ（古紙、ペットボトル、瓶など）、事業系一般廃棄物（可燃性ごみ、燃えないごみ）がある。資源ごみと事業系一般廃棄物を合わせて生活系ごみとしている。実験系廃棄物及び生活系ごみはそれぞれの中で分別し、すべて学外委託処理を行っている。なお、九州大学では、「九州大学給排水及び廃棄物管理規則」に、飲用水及び再生水の給水、排出水ならびに廃棄物を適正に管理するために必要な事項を定めている。

5.4 九州大学環境安全センターについて

大学の実験室で排出される廃液の組成は千差万別であるため、廃液の処理はそれぞれの廃液の性状、毒性、危険性などを良く知る実験者自らが、最終処分可能な状態まで処理するのが最も良い。しかしながら、これは大変な作業を必要とする場合が多い。そこで、九州大学では、教育・研究活動により発生する廃液を適正に処理することを通して、環境に対する意識を高め、環境を保全することを目的として、昭和47年、無機系廃液処理設備を有する“特殊排水処理施設(旧施設)”を箱崎地区農学部構内に設置した。昭和57年には箱崎地区工学部構内に、学内共同利用施設“特殊廃液処理施設”として更新、平成22年4月には環境と安全に関する業務が中心となったことから“環境安全センター”と改称し、平成27年10月に伊都地区給水センター内に移転し、現在に至っている。環境安全センターでは、平成25年度までは、学内から集荷した重金属廃液について中和凝集沈殿処理を行っていたが、平成26年度以降は、環境安全センター内での重金属廃液の処理を廃止し、重金属廃液の収集運搬と処理を学外業者に委託している。

現在、環境安全センターの主な廃棄物処理関連の業務は、重金属廃液を含む廃液及び廃棄物の一括回収処理や廃棄物全般にわたるマニフェスト管理などである。また、これらに加えて、環境安全センターでは、排出水の水質管理、化学物質管理、環境と安全に関する講習会や授業、給水センターの見学会などの業務を行っている。

5.5　排出水の水質管理と水の循環利用

5.5.1 排出基準

水道水、河川、地下水及び下水道などには、全て水質基準が定められている。排水を下水道に排出する場合には下水道法により下水道排除基準が、河川などに直接排出する場合には水質汚濁防止法に排水基準が定められている。表5.3に下水道排除基準値を示している。平成23年11月に 1,1-ジクロロエチレンの基準値が 0.2 mg/Lから１ mg/Lに緩和され、平成24年5月に 1,4-ジオキサンが規制対象に追加（基準値 0.5 mg/L）された。参考に環境基準値も表5.3に示している。

水質汚濁防止法などにより、九州大学の各地区から下水道に放流される排出水に対して、各地区が所在する自治体の下水道管理者による立ち入り検査が実施されている。さらに、排出水の自主検査と分析結果の報告義務が課せられており、環境安全センターがこれを行っている。

表5.3　下水道排除基準 と 環境基準（公共用水域）

H26.12

物　質　名　・　項　目		下水道排除基準（下水道法）	環境基準（環境基本法）
カドミウム及びその化合物		0.03　mg／L 以下	0.003　mg／L 以下
シアン化合物		1　〃	検出されないこと
鉛及びその化合物		0.1　〃	0.01　mg／L 以下
六価クロム化合物		0.5　〃	0.05　〃
ヒ素及びその化合物		0.1　〃	0.01　〃
水銀及びその化合物		0.005　〃	0.0005　〃
アルキル水銀化合物		検出されないこと	検出されないこと
ＰＣＢ		0.003 mg／L 以下	検出されないこと
トリクロロエチレン		0.1　〃	0.03　mg／L 以下
テトラクロロエチレン		0.1　〃	0.01　〃
ジクロロメタン		0.2　〃	0.02　〃
四塩化炭素		0.02　〃	0.002　〃
1,2－ジクロロエタン		0.04　〃	0.004　〃
1,1-ジクロロエチレン		1　〃	0.1　〃
ｼｽ－1,2ジクロロエチレン		0.4　〃	0.04　〃
1,1,1-トリクロロエタン		3　〃	1　〃
1,1,2-トリクロロエタン		0.06　〃	0.006　〃
1,3-ジクロロプロペン		0.02　〃	0.002　〃
チウラム		0.06　〃	0.006　〃
シマジン		0.03　〃	0.003　〃
チオベンカルブ		0.2　〃	0.02　〃
ベンゼン		0.1　〃	0.01　〃
1,4-ジオキサン		0.5　〃	0.05　〃
有機リン化合物		1　〃	－
セレン及びその化合物		0.1　〃	0.01　mg／L 以下
ホウ素及びその化合物		伊都、別府地区：　230mg/L その他の地区　：　10 mg/L 以下	1　〃
フッ素及びその化合物		伊都、別府地区：15 mg/L その他の地区　：　8 mg/L 以下	0.8　〃
亜硝酸化合物及び硝酸化合物		－	亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量　10　mg／L 以下
フェノール類		5　mg／L 以下	－
銅及びその化合物		3　〃	－
亜鉛及びその化合物		2　〃	－
鉄及びその化合物		10　〃	－
マンガン及びその化合物		10　〃	－
クロム及びその化合物		2　〃	－
水素イオン濃度（ｐＨ）		5 以上　　9 以下	－
生物化学的酸素要求量（ＢＯＤ）		5日間に 600 mg／L 以下	－
浮遊物質量（ＳＳ）		600　mg／L 以下	－
n-ﾍｷｻﾝ抽出物質含有量	鉱油類含有量	5　〃	－
	動植物油脂類含有量	60（別府地区：30）　〃	－
大腸菌群数		－	－
温度		45 ℃　以下	－
ヨウ素消費量		220 mg／L 以下	－

自主検査で基準値を超過した場合には、直ちに下水道管理者へ連絡した後、原因の究明を行い、対象部局内に通知するなどの対策を講じ、以上をまとめた報告書を作成し、下水道管理者へ提出することとなっている。場合によっては、下水道への排水の制限や禁止の処分が下されることもあるので、表5.3に示された有害物質の取り扱いには十分な注意を要する。

本学のこれまでの自主検査の結果から、下水道排除基準値を超過しやすい水質項目にpHと動植物油由来のn-ヘキサンがあげられる。pH = 1の酸は、1万倍以上に希釈しなければpH = 5以上にはならないことからわかるように、高濃度の酸やアルカリを流しに流すと、排水のpHが基準値範囲（pH 5〜9）外となることがある。また、動植物油は厨房排水によるもので、オイルトラップからの流出が主な原因で高い濃度となる。

基準値を超過していないもので注意すべき有害物質として、水銀や有機溶剤のジクロロメタンなどがある。水銀は本来検出されてはならない物質であり、水銀と接触した水道水で水質汚濁法の基準値の2倍に相当する0.01mg/Lの値が報告されていることからわかるように、水銀は水に溶け出す性質を持っているので、破損した水銀温度計などから漏れ出た水銀が流しなどに入らないように注意すべきである。水銀などの有害重金属の場合は配水管の洗浄などに莫大な費用が必要となる場合もある。ジクロロメタンは水への溶解度が高く、溶解度と基準値の比が 65,000 倍もあるので、ジクロロメタンに触れた水1Ｌは、65 m^3 の水で希釈しなければ基準値以下にはならない。もちろん、希釈処理やバッキ処理は、環境を汚染するので行ってはならない。

5.5.2 九州大学の水の循環利用

九州大学では、上下水道に関する国の法令ならびに本学の各地区が所在する自治体の定める条例などを遵守し、学内規則（九州大学給排水及び廃棄物管理規則）を定めて学内における給排水を適切に管理している。九州大学の主な地区の水の使用と排水については以下のようになっている。

(1) 伊都地区では、飲料水や食堂で使う水は福岡市の上水を使用している。トイレ以外の排水は全て給水センターで処理し、循環利用している。処理方法は生物処理とこれに続く中空糸膜と限外ろ過膜による２段階の膜処理である。膜を透過して清浄になった透過水は実験用水として、膜処理で除かれた溶存物質を含む濃縮水はトイレ用水として地区内の各建物に供給している。有害物質が研究室から流されると、生物処理に使われている微生物にダメージを与える。また、生物処理で分解されない有害物質は膜処理によって濃縮され、トイレ用水に含まれるので、直接下水道に排出されることになる。有害物質は決して流しから流してはならない。

(2) 筑紫地区では、実験室からの排水は凝集沈殿法などを用いた再生処理をしている。再生水は井戸水と混合して実験用水として供給している。従って、実験室からの排水が直接下水道に排出されることはないが、再生処理能力を超えた量の有害物質が研究室から流されると、再生処理設備を痛めることや排水管からの漏水による地下水汚染などが懸念される。言うまでもなく、排水の再生処理は廃液処理ではないので、有害物質は決して流しから流してはならない。

(3) 病院地区では、福岡市からの上水を使用しているが、同時に構内の井戸水のうち脱塩ろ過を行った井戸水を飲料用として市水と混合して使用している。病院を除く各学部の各建物は、

井戸水をろ過した雑用水をトイレ洗浄用水として使用している。新病院においては、病棟から発生する風呂や洗面などの排水及び雨水、井戸水を処理し、トイレの洗浄水として再利用する設備を設置している。この再利用設備には、それぞれの排水を滅菌ろ過する装置を設置している。

(4) 大橋地区では、飲料水などは井戸水をろ過した水を使用している。排水は全て下水道に直接排出されるので、有害物質は決して流しから流してはならない。

5.6 実験系廃棄物の処理

実験系廃棄物(医療系廃棄物を除く)は有害・無害にかかわらず産業廃棄物として取り扱われる。実験系廃棄物の分類を表5.4に示している。また、分別の概略を図5.2に示している。

表5.4 実験系廃棄物の分類と処理

種　別	分　　別	記号	集荷方法、集荷日
無機系廃液	シアン及びヒ素廃液	B	20L の指定ポリ容器 各部局の集荷場へ 集荷：基本的に毎月第 1 木曜日
	フッ素廃液	C	
	重金属廃液	D－a	
	水溶性有機物含有重金属廃液	D－b	
	写真定着廃液	E	
有機系廃液	ハロゲン系有機溶剤	H－a	各部局のドラム缶へ 集荷：基本的に毎月最終水曜日
	その他の有機廃液	H－b	
含水銀 廃棄物	無機水銀廃液	A	集荷：10 月ごろ
	有機水銀廃液、含水銀廃薬品、含水銀汚泥、 水銀付着固形廃棄物、水銀使用機器（温度計など）		
その他	廃薬品など（危険･有害な固形物･廃液）		集荷：11 月ごろ
	感染性医療系廃棄物（旧疑似医療系廃棄物を含む）		個別委託
実験系 分別ごみ	実験系可燃ごみ　（廃プラなど）		分別置き場に搬出 委託業者により随時集荷
	有害付着物　（可燃・不燃とも）		
	瓶（洗浄済み薬品瓶）		
	不燃ごみ		

5.6.1 無機系廃液

九州大学環境安全センターに依頼して学外委託処理を行う無機系廃液は表5.5の分別記号B～Eである。処理を委託する廃液は九州大学指定の20Lポリエチレン製容器に入れ、貯留・搬出する。廃液は、表5.5に示すように廃液毎に決められた色のテープが巻かれたを用いて分別し、容器ごとに内容を明示することが必要である。なお、水銀を含む廃液は含水銀廃棄物として無機系廃液とは別に処理する。

無機系廃液の集荷・処理の手順は以下のようになっている。

(1) 処理依頼前に適切な前処理がなされているか、液量は適切かなどを点検する。

(2) 無機系廃液処理依頼伝票を提出する。

(3) 集荷日までに指定の場所に色分けした廃液容器を持参する。

(4) シアン及びヒ素廃液以外の廃液の空容器は集荷当日に返却される。

(5) 処理依頼時の条件に合わないものや注意事項に違反する廃液については集荷されずに返却される。

表5.5　特殊廃液の分類とテープの色

H30.3

分別記号	テープの色	分別	処　理　対　象	依頼時条件
B	(青)	シアン及びヒ素廃液	水銀以外の重金属、錯シアン、水溶性有機物は含有可 アルカリ廃液	pH＞10 Hg＜１mg/L
C	(茶)	フッ素廃液	無機フッ素化合物の廃液。水銀以外の重金属、水溶性有機物は含有可	pH＞6.0 Hg＜１mg/L
D-a	(黄)	重金属廃液	重金属を含む廃液。酸廃液	有機物＜４g/L Hg＜１mg/L シアン・ヒ素＜1mg/L フッ素 ＜15 mg/L
D-b	(黄＋黒)	有機物含有重金属廃液	キレート剤、４g/L以上の水溶性有機物を含む重金属廃液	有機物＞４g/L Hg＜１mg/L
E	(黒)	写真定着廃液	銀を含む写真定着廃液のみ	現像廃液は混入不可

・処理できないもの：感染性廃棄物、放射性物質、PCB、ダイオキシン類、ベリリウム、オスミウム、タリウム、セレン、希土類

・廃液中の固形物、沈殿物などは分離、除去する。取り出された固形物、沈殿物などは「廃薬品等の学外委託処理」の「汚泥等（Ｂ分類)」で処理すること。

・有機溶剤などの混入で水／油の2層になっているものは、水と油に分離し、それぞれを適切に処理する。

詳細は環境安全センター発行の「化学物質管理および廃液・廃棄物処理の手引き」に記載されているので、有害廃棄物を出すような実験を行っている者は必ず熟読しておくこと。また、処理を依頼する際には、規定の手続きや廃液の前処理を励行すること。

5.6.2 有機系廃液

有機系廃液も無機系廃液の処理の場合とほぼ同様の手続により集荷、学外委託処理される。各研究室から搬出した有機系廃液は、各部局等の「有機系廃液」集積場所に置かれたドラム缶に移し替える。(安全保護具（手袋、保護眼鏡、マスク）を持参、着用し、換気に注意すること）ドラム缶は毎月集荷され、学外の業者により委託処理される。

分別は以下のようになっている。

・「ハロゲン化有機溶剤（H-a)」－ハロゲン系有機溶剤
（ただし、フロンの処理は登録業者に依頼しなければならない。）
・「その他の有機廃液（H-ｂ）－非ハロゲン系有機溶剤、有機溶剤と接触した水、有機物質の水溶液、写真現像廃液（水系の廃液は、ドラム缶の腐食を避けるためにpH ＞ 5 とすること）

有機系廃液排出申請書の提出、廃液の搬出方法などの詳細については、各部局等の担当係に問い合わせること。

5.6.3 酸・アルカリ廃液

水銀を含まない酸・アルカリ系廃液は無機系廃液あるいは有機系廃液に分類される。重金属や有機物を含まない、酸・アルカリ廃液は中和し、pH 5～9 を確認して放流することもできるが、強酸や強アルカリの中和作業は発熱やガスの発生があり危険なので、酸廃液は「重金属廃液」、アルカリ廃液は「シアン廃液」の分類で排出すること。水溶性有機物を含む酸・アルカリ廃液は、pH ＞ 5として「その他の有機廃液」とするか、中和作業が困難な場合には、酸廃液は「水溶性有機物含有重金属廃液」、アルカリ廃液は「シアン廃液」（pH ＞ 10）とすること。濃硫酸や塩酸はそのまま廃薬品として処理すること。

5.6.4 廃薬品

使用不能の古い薬品やラベルがない薬品は、思わぬ事故につながりかねない。整理分類し、下記のいずれかの方法により処理すること。具体的な手続きについては「化学物質管理および廃液・廃棄物処理の手引き」に記載されているので、それに従うこと。

(1) 薬品瓶に入った有機溶剤および水溶性の有機系廃薬品は、瓶から取り出し、廃液とした後、毎月集荷している「有機系廃液」として処理する。
(2) 水溶性の重金属無機塩類は量が少なければ水に溶解し「重金属廃液」とする。
(3) 上記以外の廃薬品は、年１回の一括回収と学外委託処理（7月依頼リスト提出、11月一括回収）により処分すること。学外委託処理の集荷時まで、厳重に保管しておくこと。特に、毒物および劇物の廃薬品については、紛失などの事故がないようにすること。アンプルに入った薬品はすべて学外委託処理とすること。
(4) 内容物が不明の薬品は廃薬品としての一括回収処理はできない。個別に業者に処理を委託すること。

5.6.5 含水銀廃棄物

平成29年度まで無機水銀廃液は「無機系廃液」、有機水銀廃液、温度計、含水銀汚泥などは「廃薬品等」の分別で処理していたが、平成30年度より、廃乾電池、廃蛍光管以外の水銀を含む廃棄物は全てまとめて「含水銀廃棄物」として年１回の一括回収と学外委託処理（6月依頼リスト提出、10月一括回収）をしている。具体的な手続きや分別方法については「化学物質管理および廃液・廃棄物処理の手引き」に記載されているので、それに従うこと。

集荷搬出および集荷までの保管における主な注意点としては以下があげられる。

(1) 飛散、流失、地下への浸透などのないように保管する。
(2) 無機水銀廃液及び有機水銀廃液は、運搬中に倒れにくく、破損しにくいプラスチック製の容器に貯留する。環境安全センターからの容器の提供はない。
(3) 水銀廃液の処理のためには水銀含量の濃度計量証明が必要である。事前に分析業者に委託して準備しておくこと。濃度計量証明のない廃液は処理できない。
(4) 水銀以外の重金属が共存する場合も「水銀廃液」とする。
(5) 水銀廃液で、シアン・ヒ素化合物を含むアルカリ性廃液も「含水銀廃棄物」とする。中和作業は、シアン化水素（青酸ガス）が発生し、非常に危険である。
(6) 水溶性有機物の含有量は問わない。
(7) 水銀温度計や電極は種類別に複数をまとめる事ができる。外から中がわかるようなビニール袋（二重）に入れること。破損したものも個別にビニール袋（二重）に入れ、水銀が漏出しないようにすること。瓶入りの金属水銀もビニール袋（二重）に入れること。

5.6.6 感染性医療系廃棄物

医療行為以外の用途で用いられた注射器などは疑似医療系廃棄物として一括回収と学外委託処理をしていたが、平成29年度より感染性医療廃棄物として個別委託処理を行っている。旧疑似医療系廃棄物は感染性医療廃棄物と同様に感染性医療廃棄物用のハザードボックスに収納して搬出すること。一括回収は行わないので注意すること。処理手続きなどの詳細については、部局等の担当者に問い合わせること。

5.6.7 有害物質含有固形廃棄物（汚泥等）

実験室の流しの下のトラップに貯まった沈殿物などの研究室で発生した固形廃棄物は、「廃薬品等の学外委託処理」の「汚泥等（Ｂ分類）」で処理すること。カドミウム、シアン、鉛、クロムなどの有害物質を含む泥状物、沈殿物、触媒などは、集荷時まで厳重に保管すること。

5.6.8 実験系分別ごみ

・実験系可燃ごみ

有害物質が付着していない廃プラスチック、ゴム手袋などの可燃ごみは、透明袋（市販のもの）に入れ、各部局等の分別ごみ置場に出すこと。

・有害物付着廃棄物（可燃・不燃とも）

いずれも洗浄が不十分なガラス試薬瓶、ガラスくず、廃プラスチックや使用済みシリカゲルなどは、各部局等の分別ごみ置場に設置の「有害物質付着廃棄物」と書かれた蓋付のドラム缶に入れる。

・有害物が付着していないガラス試薬瓶

洗浄が十分に行われ有害物が付着していないことが確実なガラス試薬瓶のみ生活系ごみの「瓶」と同じカゴへ入れてもよい。小瓶は「不燃ごみ」とする。

・不燃ごみ

有害物が付着していないガラス器具、石膏、アルミ箔などの燃えないごみは各部局等の分

別ごみ置場に設置の「不燃ごみ」のドラム缶へ入れる。アルミ箔は十分に圧縮すること。

・PCB、アスベストなど

PCBやアスベストなどを含む廃棄物らしきものを発見した場合は、開封せず、直ちに部局等の担当者あるいは環境安全センターに報告し、その指示に従うこと。取り扱う際には、防塵マスクやゴム手袋などの保護具を装着すること。

5.7　生活系ごみの処理

生活系ごみには古紙、瓶、飲料缶、ペットボトル、発泡スチロール、金属くずなどの資源ごみ、有害物を含む廃蛍光管、廃乾電池、事業系一般廃棄物である可燃性ごみと燃えないごみが含まれる。九州大学では資源ごみとして処理できるものをできるだけ増やし、可燃ごみや燃えないごみは極力少なくなるように分別を行っている。生活系ごみの分別の概略を図5.3に示している。

5.7.1 事業系一般廃棄物

事業系一般廃棄物の可燃性ごみは、指定のビニール袋に入れて、各部局等で決められた分別ごみ置場に持参する。ビニール袋は詰め過ぎずしっかり結ぶこと。燃えないごみは各部局等で決められた分別ごみ置場に設置された「不燃ごみ」のドラム缶に入れる。可燃ごみには燃えないごみや金属くずなどを混入しないこと。収集作業者にとって凶器となるような鋭利なガラス片や針状の金属くずは缶に入れて出すなど、ごみの収集や後処理のことも十分に配慮した行動をとるように心がけること。

5.7.2 古紙

リサイクル可能な紙の種類：

・新聞紙

・ダンボール

・雑誌・雑紙（OA 用紙、パンフレット、菓子箱、ビニールを取ったティッシュ箱など）

・紙切れ（紐でくくれない小さな紙、メモ用紙、はがき、封筒、シュレッダー裁断紙など）

混入してはいけないもの：

ティッシュペーパー、感熱紙、防水加工紙、油紙、カーボン紙、コーティング紙、写真、合成紙、セロファン、ガムテープ、布、紐、金具など

注　意：

・新聞紙、ダンボール、雑誌・雑紙は紐でくくること。

・紙切れは透明のビニール袋（市販のもの）に入れ、異物は取り除くこと。

・シュレッダー裁断紙には他の紙切れを混入しないこと。

・感熱紙、カーボン紙、ビニール加工紙、銀紙、ワックス加工紙、油紙などは回収の対象外。

5.7.3 瓶、飲料缶、ペットボトル

瓶は必ずフタを取り除き、きれいに洗浄し、中を空にして各部局等の分別ごみ置場のリサイクル用カゴに入れること。

飲料用空き缶は、水洗し、中を空にして、透明ビニール袋に入れて各部局等の分別ごみ置場に出すこと。アルミ缶、スチール缶は混合可。吸い殻などの異物は入れないこと。

ペットボトルはキャップやラベルを取り除き、水洗し、中を空にして踏みつぶし、透明ビニール袋に入れ、各部局等の分別ごみ置場に出すこと。

なお、伊都地区では、その大部分のごみ置場に搬入された飲料缶とペットボトルの回収と再生処理を九州大学エコセンターが行っている。

5.7.4 発泡スチロール

再資源化できる発泡スチロールは、箱、板状のポリスチレン製のみである。ポリスチレン製の発泡材には「ＰＳ」や「リサイクル」のマークが付いている。

外見は似ているが、弾力（粘り）があり、ポリスチレンのように「パリッ」と割れないポリプロピレン製の発泡材や、チップス状、スポンジ状、数センチ大の充填物やシート状の発泡スチロールは、「可燃ごみ」とすること。

5.7.5 廃蛍光管等

新しい蛍光管に交換する際に生じた破損していない廃蛍光管や廃水銀ランプは所定の場所に持参する。水銀ランプについても廃蛍光管と一緒に処理している。年1回の一括回収・学外委託処理（8月処理依頼申請、10月一括回収）をしている。処理手続きなどは廃乾電池と同様に部局担当者の指示に従うこと。

5.7.6 廃乾電池・バッテリー

乾電池にはニッカド電池、リチウム乾電池、ボタン電池などがあるが、平成15年度より、水銀の有無による分別が廃止され、「乾電池」に統一された。ここでいうバッテリーとは鉛蓄電池のことである。ノートPCなどのバッテリーは乾電池に含まれる。年1回の一括回収・学外委託処理（6月処理依頼申請、7月一括回収）をしている。処理申請などの具体的な処理手続き、集荷場所への搬出は部局担当者の指示に従うこと。

5.7.7 スプレー缶

中身が入った家庭用スプレー缶は基本的には集荷しない。使い切って、あるいは、ガス抜きをし、穴を開けて「金属くず」とすること。中身が入っているスプレー缶を事業系一般ごみとして廃棄すると事故の元である。

化学薬品の小型圧力容器（ボンベ）については廃薬品でも一括回収しない。メーカー、代理店に処理を相談すること。

5.7.8 金属くず

大部分が金属からできている小物の金属くずは再資源化している。各部局等の分別ごみ置き場に設置された「金属くず」のドラム缶に入れること。刃物や針状の鋭利なものは、収集作業者にとって凶器となるので、金属製の缶に入れること。18L 缶(石油缶)は、できれば押しつぶして出すこと。大きなプラスチックなどが付いている金属は「不燃ごみ」とし、「不燃ごみ」のドラム缶に入れること。また、アルミ箔は資源化出来ないので「不燃ごみ」とすること。

5.7.9 粗大ごみ

棚、机など大型の有価金属は、各々の部局事務で回収業者に依頼し、搬出している。集荷日時、集荷場所などの詳細は担当事務に確認すること。

5.7.10 九大Webリサイクルシステム

使用可能であるが不要となったものについては、遊休物品あるいは貸付物品として「九大Webリサイクルシステム」(http://recycle.jimu.kyushu-u.ac.jp/asp/enteruser.asp) に登録し、学内での譲渡先、借り先を探すことにより、物品などの有効活用と経費節減を図ることができる。九大Webリサイクルシステムは、これまで、実験用装置など、パソコン、複写機など（周辺機器、関連消耗品含む)、事務用備品（机、書架、ロッカーなど)、 事務用消耗品（筆記具、用紙など）などで実績がある。

実験系廃棄物

瓶

きれいに洗浄された薬品瓶のみ
生活系ごみの「瓶」と同じかごへ
洗浄されていない瓶は「有害付着物」へ
小瓶は「不燃ごみ」へ

有害付着物

有害物が付着している物は
蓋付きドラム缶に入れる

無害な乾燥剤や吸着剤は
容器に入れ 物質名を表示する

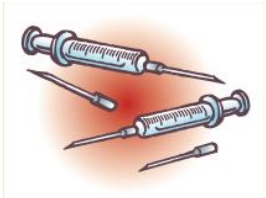
不燃ごみ

ガラス器具、石膏等
アルミ箔は 十分に圧縮する
生活系と同じドラム缶へ

実験系可燃ごみ

再利用できる物は 洗浄して用い、
温室効果ガスの排出量削減に努める

感染性医療系



擬似医療系廃棄物はH30より感染性医療系廃棄物として個別学外委託処理となりました。感染性医療系廃棄物専用のハザードボックスに入れて下さい。処理の詳細は部局担当係に問い合わせて下さい。

廃薬品等

含水銀廃棄物、スプレー缶を除く
不用薬品や有害固形物・汚泥等
スプレー缶等に入った試薬の処理
は購入業者等に相談して下さい。

含水銀廃棄物

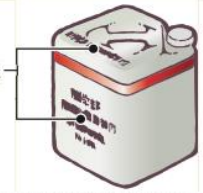
無機水銀廃液、有機水銀廃液
水銀及び水銀化合物廃薬品
含水銀汚泥、水銀付着固形物
温度計、血圧計、圧力計
水銀使用機器等

調査：5月頃、集荷：10月頃

無機系廃液

テープの色

青	B	… シアン・ヒ素廃液、pH＞10.5
茶	C	… フッ素廃液
黄	D-a	… 一般重金属廃液
黄	D-b	… 有機物含有重金属廃液
黒	E	… 写真定着廃液



劣化したポリ容器は使用しないこと

有機系廃液

H-a … ハロゲン化有機溶剤
H-b … その他の有機廃液
（油類や水系も含む）
水系は、必ず pH＞5 とする

無機系及び有機系廃液の処理依頼方法は
環境安全センター（伊都2591）「化学物質管理及び廃液・廃棄物の処理の手引き」を参照して下さい。

九州大学環境保全管理委員会

図 5.2　実験系廃棄物の分別

図5.3　生活系ごみの分別

第６章 高圧ガス及び危険ガスの安全な取扱いと高圧・真空実験等の注意

6.1 高圧ガス容器（ボンベ）の取扱い

6.1.1 表示

容器にはその肩部に次のような表示(例)があるので、確認すること。

(1) 容器製造業者の符号、充填ガスの名称　　U112・O_2
(2) 容器製造業者の容器記号および製造番号　　MLF44946
(3) 内容積（実測）L　　V47.2
(4) 容器重量kg　　W51.4
(5) 耐圧試験年月　月－西暦（下２ケタ）　　４－17
(6) 耐圧試験圧力　kg/c㎡　　TP250
(7) 最高充填圧力　kg/c㎡　　FP150
(8) 容器の色分け

酸素→黒　　水素→赤　　二酸化炭素→緑
アンモニア→白　　塩素→黄　　アセチレン→褐
その他→灰色

(9) ガスの性質を示すため、可燃性ガスは「燃」、毒性ガスは「毒」と表示。

6.1.2 運搬上の注意

(1) バルブを閉め、圧力調整器を外し、バルブ保護用キャップを取りつけて移動すること。
(2) ボンベ専用の手押し車を用いること。
(3) 手押し車が使えない所では、ボンベをわずかに傾け、転倒させないように充分注意して、底の縁で転がすようにして移動すること。
(4) 階段を人力で移動させる時は２人以上で行うこと。この際、キャップにロープを掛けてはならない。

6.1.3 設置・保管上の注意

(1) ボンベはしっかりと固定された容器架台に設置すること。
(2) 架台を使用しない場合は、実験台や柱などに鎖やベルトで胴体の２ヶ所を固定すること。ただし、鎖やベルトはボンベの首の部分にかからないようにすること。
(3) 液化ガスやアセチレンのボンベは必ず立てて使用すること。
(4) 直射日光や湿気の多いところをさけて、通風のよい所におき、40℃以上にならないようにすること。設置・保管場所の周囲に火気、引火性、発火性、腐食性のものを置かないこと。
(5) 電線、アース線の近くに設置・保管することは避けること。
(6) 非常階段など、避難の際に障害となる場所には保管しないこと。
(7) 使用しない場合は常にバルブを閉めて圧力調整器をはずして、キャップを取りつけておくこと。

(8) 未使用および使用済みボンベ（実験終了時）は、高圧ガス貯蔵所使用規定にしたがい、ボンベ庫に保管すること。

(9) 可燃性ガスや毒性ガスは明示して区分し、また充填ボンベと空ボンベを区分して保管すること。特に、可燃性ガスボンベと酸素ガス（支燃性ガス）ボンベの区分には注意を払うこと。

6.1.4 使用上の注意

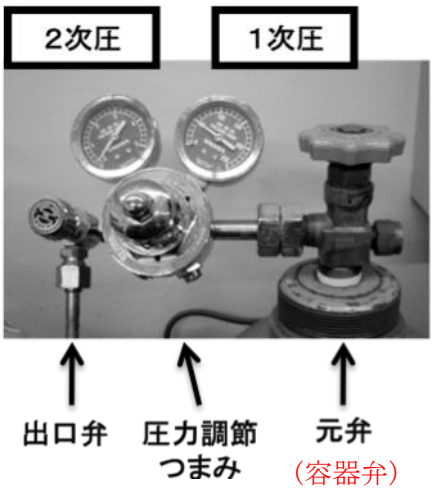
(1) 圧力調整器(以下調整器)

(a) 調整器はそのガス専用のものを用い、転用はしないこと。

(b) 調整器の取扱いは形式により異なるから、その取扱方法をよく理解しておくこと。

(c) バルブと調整器の接続部はよく清掃し、そのねじが合っているかどうかを調べること。パッキンは接触面に適合した新しいものを使用すること。

(d) 調整器の袋ナットを取り付ける時は、所定のスパナ以外は用いないこと。また、強い力で締めすぎて、パッキンやネジ山を破損しないように注意すること。



(e) 圧力計は常用圧力の1.5～３倍のものを使用すること。

(f) むやみに調整器に油をささないこと（火災の原因となることがある)。

(g) 調整器を取り外す時は、バルブを完全に閉め、調整器のガスを完全に放出してから行うこと。

(2) バルブ(元弁･容器弁)の操作

(a) バルブのネジには左ネジと右ネジがあるので注意すること。

(b) バルブについている安全弁は決して操作しないこと。

(c) バルブの開閉は常に調整器の圧力計の側方に立ち、静かに行うこと。急激に開くと事故や調整器の故障の原因となる。この際、専用のハンドルあるいはスパナを用いること。

(d) 使用中、バルブは１～1.5回転ほど開ければ十分である。

(e) バルブからガス漏れがあるときは、容器を屋外の安全な場所に移動させること。

(f) バルブを取り外したり、容器に傷をつけたりしてはならない。また容器から容器へのガスの移し替えは絶対にしないこと。

(g) ガスを使い終わった場合には、必ずガスが若干残った状態でバルブを閉め、調整器を外してバルブ保持キャップをつけておくこと。

(3) その他の注意事項

(a) ガスの使用を一時中止する際には、調整器だけでなくボンベのバルブを必ず閉じ、かつ実験装置と調整器との接続も外しておくこと。

(b) 調整器、バルブ、配管等を加温する場合には、熱湿布あるいは40℃以下の温湯を使用すること。

(c) 使用済みのボンベは、ガスの有無にかかわらず速やかに返却すること。

6.2 危険ガスの取扱い

(1) 可燃性・支燃性ガス

(a) 可燃性ガス（水素、炭化水素類など）または酸素を使用する設備から５m以内では火気の使用を禁じ、引火性、発火性のものを置かないこと。ただし、当該設備内のものを除く。

(b) 酸素を使用するときは、専用の部材で配管し、器具類から石油、油脂類の可燃性物質を除去した後に使用すること。

(c) 酸素ガスボンベの開閉は慎重にゆっくり行うこと（断熱圧縮火災を防ぐため)。

(d) 支燃性ガス（酸素）は、可燃性ガスと同じ部屋で使用することは、できるだけ避けた方が安全である。同じ部屋で使用する際には支燃性ガスと可燃性ガスを分離し、互いを遮蔽すること。

(e) 支燃性ガスの調整器には「禁油」と表示してある専用のものを使用すること。

(f) 酸化エチレンは設備の内部をN_2 、CO_2等で置換した後、使用すること。またボンベと設備の間に逆流防止装置をつけること。

(g) アセチレンは分解爆発を防ぐため、出口圧が0.1 MPa（１kgf/cm^2) 以下で使用すること。

(2) 有毒ガス

(a) 有毒ガス（H_2S 、CO 、Cl_2 、HCN 、SiH_4等）は吸入しないように、ドラフトなど局所換気装置内で実験を行うこと。シアンガス（シアン化水素：HCN）は吸入した場合、シアン中毒（頭痛、めまい、呼吸麻痺等）を起こす恐れがある。また、シランガス（SiH_4）は自然発火性で、爆発事故のおそれがあるため、加圧ガスの使用は法で厳しく規制されている。

(b) 有毒ガスの廃棄はアルカリ吸収剤などを通して無害にすること。ただし、毒性ガスボンベの場合には、残量があっても使用後は速やかに業者に返却すること。

(c) 有毒ガスは少量のガス漏れでも人命にかかわることに十分に留意して取扱うこと。

(d) 有毒ガスを使用するときは、防毒マスク・防毒衣・防毒眼鏡・防毒手袋等、各ガスに適応した保護具を必ず常備すること。また、使用ガスに応じたガス警報器を設置することが望ましい。

(e) 有毒ガスの使用はできるだけ少量容器で行う。なお、長期間使用しないで保管してはならない。

(f) 実験室内での有毒ガスボンベはシリンダーキャビネットに収納することを基本とする。

6.3 高温・低温実験の注意

化学実験では高温、低温実験に高圧、低圧などのいろいろな条件を組み合わせて行う場合がある。取り扱いを誤れば、凍傷などのほか、火災、爆発などの危険を伴うので、注意すること。

6.3.1 高温実験

(1) 高温装置を用いる実験は、防火建築内または防火設備を備えた室内で行い、室内の換気に十分注意する。

(2) 実験の性質に最も適した消火設備（たとえば、粉末、泡、炭酸ガス消火器など）を備える。

(3) 熱媒とする高温液体に水を加えない。高温物体を水中に落下させない。水が急激に気化し、水蒸気爆発を起こし、周囲に飛散する。

(4) 旧式の電気炉は炉内にアスベストが使用されている場合があるので、廃棄する際には注意する。

6.3.2 低温実験

低温を得るために寒剤がよく使用されるが、ドライアイスや低温液化ガスの使用にあたっては以下に述べる注意をはらい事故防止につとめる。

[A] 酸欠の予防

寒剤として汎用される低温液化ガスは気化すると 6～700 倍の体積となるため、通風の悪い部屋で使用すると酸欠のおそれがある。安衛法では酸素濃度 18%以下の状態を酸欠と定義し、その予防についての規定がある。酸欠を起こすと最初に脳機能が低下し、極端な酸欠空気を吸入した場合、直ちに意識不明と呼吸停止が起る。脳細胞への酸素供給が絶たれた時間が３分を超すと脳の諸機能が失われ、救出されても四肢の麻痺、記憶喪失、痴呆、性格異常等の後遺症が残る。

酸素濃度（%）	症状
14	判断力がにぶる。
12	めまい、吐き気など
10	意識不明
8	失神、放置すると死に至る。
6	1 呼吸で昏倒、数呼吸で呼吸停止、2、3 分で回復不能に。

また、ドライアイスについても二酸化炭素中毒にならないよう通風をはかることが必要である。（最低中毒濃度：2%)。これらの予防のため、酸素濃度計、二酸化炭素ガス警報器などを設置することが望ましい。

[B] 取扱上の注意

(1) ドライアイス寒剤

(a) ドライアイス寒剤は直接皮膚に触れると、凍傷のおそれがあるため、厚手の保護手袋または新聞紙などで取扱い、二酸化炭素中毒をふせぐために充分な換気が得られる場所で使用する。

(b) ドライアイス寒剤は気体になると容積が750倍にもなり、ビンなどの密閉した容器に入れると、破裂することがあるので密閉した容器に入れない。

(2) 低温液化ガス（チッ素、ヘリウムなど）

(a) 低温液化ガスは直接皮膚に触れないようにし、取扱いは通風のよい場所で、なるべ

く床面近くで操作することが安全である。

(b) 低温液化ガスの触れる器具等には油脂類を絶対につけてはならない。

(c) 低温液化ガスの使用にあたっては、革の手袋を着用すること。木綿の軍手は凍傷の危険性があるから着用してはならない。

(d) 液化チッ素は気化により体積が約 650 倍、ヘリウムは約 700 倍のガスになるため、酸欠事故を起こさないように注意する必要がある。したがって、実験室には酸素濃度計を用意すること。また、容器が破裂する危険を避けるため、開放容器を密閉してはならない。

(e) 構内の液化チッ素タンク（コールドエバポレータ）から液化チッ素を容器に取り出す場合には、以下の事項を守ること。

・原則として２人で作業し、特に汲出し時は容器のそばを離れない。

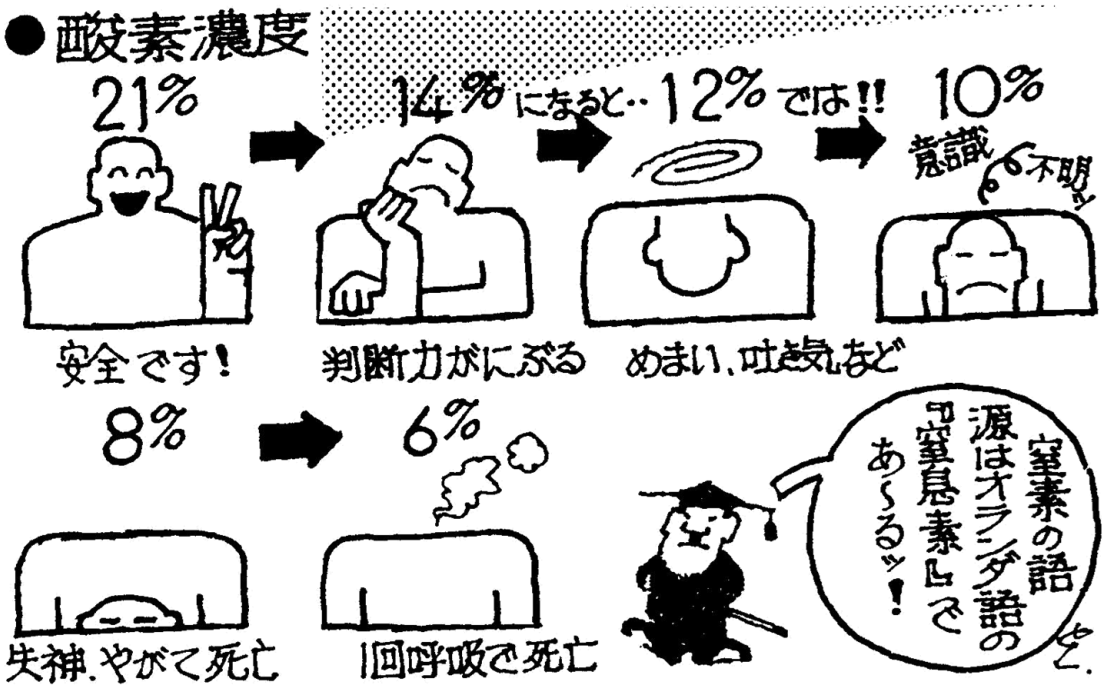
・バルブ・汲出し管は丁寧に扱い、汲出した後、バルブを確実に閉める。

・運搬の際は専用の台車を使用し、転倒防止に留意する。

・乗用車など室内が密閉状態になる車両での運搬は、酸欠の恐れがあるため避けること。~~やむを得ず乗用車などを使用する場合は窓を全開にする。~~

・自転車など容器が転倒する恐れのある車両で運搬してはならない。

・エレベーターよる運搬の際は人が同乗しない。



6.4 高圧、真空実験の注意

6.4.1 高圧実験

(1) たとえ短期間の実験であっても、しっかりしたスタンドまたはフレーム装置を組み、装置が安全に固定された状態で実験を行うこと。

(2) 圧力調整器は故障していないこと、ならびに、適正なものであることを確かめてからボンベに取り付けること。油類が、バルブや圧力調整器に付着していると火災を引き起こし易いことを忘れてはならない。

(3) ガス反応装置では圧力が下がると空気を引き込んで装置内で爆発する危険性があるので、不活性ガスによってパージできるように窒素などの不活性ガスの配管を行うのがよい。炭化水素などの空気（または酸素）により気相酸化反応を行う場合には、爆発限界に充分注意しなければならない。

(4) 圧力調整器や装置の圧力計が古くなると、バルブを開けるときのショックで前面ガラスを破壊することがあるため、調整器取付位置は顔面付近に来ないようにし、バルブを開けるときには圧力計の正面に立たないこと。

(5) 反応後のガスは戸外へ排出すること。ガス中毒、火災、爆発などの危険がないよう、ガス吸収剤への吸収や局所排気装置などの方法を用いて他に影響のないようにすること。

6.4.2 配管

(1) ガスもれを防ぐために装置の接続を確実に行うこと。パイプとパイプ、装置とパイプ、フランジの接続、溶接部分等の接続に注意し、いずれの場合も不活性ガスを用いてガスもれ試験を行うこと。

(2) ボンベと圧力調整器の接続部分、圧力調整器と装置との接続部分および圧力調整器自体などからのガスもれの有無を確認すること。ガスもれの有無を確認する方法としては、加圧状態で接続部に石ケン水をぬり、泡の発生の有無により検査が可能である。また、バルブ（元弁）を閉じて圧力計の読みの変化を測定する方法等も用いられる。

(3) ボンベからの配管は原則として金属管を用いること。ゴムホースを用いる場合には、ホースバンド等を用いて確実に接続すること。

6.4.3 真空実験

(1) ポンプに関する注意

(a) 必要とする真空度に応じて適当な真空ポンプを用いること。

(b) 油回転真空ポンプでは大気圧の気体を大量に長時間排気しないこと。また、ポンプを止めたらすぐに空気を入れること。真空にしたままポンプを止めておくとオイルが装置に逆流する。

(c) 水冷油拡散ポンプが高温にあるときは冷却水を確実に循環させるようにすること。

(d) オイルは定期的に交換する。多量の錆がある場合は分解掃除が必要である。錆等により回転が阻害されて、停止する（ロック）と、モーターに過電流が流れ、過熱する。過電流防止回路がついていないポンプの無人運転は避ける。防止回路がついている場合は停止によりポンプオイルの逆流がおこることにも留意する。（古い真空ポンプには過電流防止回路がついていないものがあるので、使用にあたって確認する。）

(f) 周辺を片付け、オイルや引火物を近づけない。

(g) オイルミストトラップをつけている場合、エレメントを適宜交換する。エレメントが飽

和すると、室内にオイルミストが発散して引火したり、(インラインの場合) 排気抵抗となりポンプに負荷がかかり、発熱することがある。

(h) ごみや粉体を吸わないように注意する。また、酸や多量の水分を吸引すると錆の原因になるので、吸引した場合にはオイルを交換する。場合により洗浄が必要である。

(i) 圧力が下がるのが遅い場合 (系の大きさにもよるが) は空気漏れをチェックする。圧が高い状態で引き続けると、オイルミストが飛散する怖れがある。

(j) 直結型真空ポンプは、ベルト駆動型真空ポンプに比べて油量が少なく、モーターの回転数も高いため、モーター、ポンプ部ともに温度上昇が大きいので、使用条件には特に気をつけること。

(k) ベルト駆動型真空ポンプの場合、ベルトのゆるみや亀裂が生じていないかに注意し、早めに取り替える。運転中にベルトの切断がおこると極めて危険である。

(2) ガスに関する注意

(a) 回転ポンプに酸性ガス、水蒸気、有機物を吸わせないこと。

(b) 毒性ガス、可燃性ガス及び悪臭ガスの排気には注意し、必要に応じて排出ガスの吸収や局所排気装置の使用などの処理を行うこと。

(c) 水銀はできる限り真空装置に使用しない。やむをえず使用する場合にも水銀蒸気による汚染や破損による飛散に対して十分な安全対策をほどこすこと。

(3) 真空装置に関する注意

(a) ガラス製真空装置については配管の破損にとくに注意すること。

第７章　機械類の安全な取扱い

7.1　一般的な注意事項

(1) 操作は十分に指導を受けて、熟知した後行う。
(2) 起動直前には、必ず自分で周辺を確認する。
(3) 機械の変調（音・煙・臭気・熱・振動等により知り得る）やその他の異常を感じた時は、直ちに機械を停止し、責任者に連絡する。
(4) 機械の掃除・修理・点検・注油等は機械の運転を中止し、スイッチを切ったのちに行う。
(5) 歯車・ベルト・シャフト・砥石等の回転部分には覆いをする。
(6) 惰力で動いている機械を手足・工具・棒などで止めないこと。
(7) 停電の時は必ず電源スイッチを切っておく。
(8) 回転中の機械や品物の上を越して反対側に手を伸ばしてはならない。
(9) 終業の時は、点検を十分に行ったのち、機械の各部を必ず完全に停止位置に戻しておくこと。
(10) 作業のための活動範囲にある床上の障害物は、つまずく恐れがあるため除くこと。

7.2　工具

ハンマー、スパナ等の一般工具も、安全上軽視してはならない。一般注意事項として、１）工具は丁寧に扱う、２）作業に適したものを使用する（大きすぎたり、小さすぎたりしない事が必要)、３）欠けたり緩んだりした不良品は修理不能であれば廃棄する、４）工具は常時整理して保管し、使用後は元の位置に戻す、５）使用時には、保護眼鏡を使用する、等が挙げられる。個々の工具の使用上の注意を以下に示す。

(1) ハンマー
手袋・軍手を使わずに、素手で扱う。ハンマーは頭が欠けたり、まくれたり、面傷のないもの、柄にひび割れ、緩みがなく、くさびが確実にはいったものを使用する。頭や握り部に油等が付着していないことを確認する。また、自分の体力にあったものを使うようにする。

(2) スパナ
顎が開きすぎたり、傷、割れ、まくれ、摩耗があるものを使用しない。ナットサイズに合ったものを使う。握り部に油が付着していない状態で使用する。

(3) タガネ・ポンチ
頭部にまくれ、曲がり、割れ、傷がなく、刃先が摩耗していないものを使う。刃先の角度は、平タガネで軟鋼を切るときは50～70°、銅を切るときは60～75°となるよう調整する。

(4) ヤスリ
ヤスリを柄に良く叩き込んで使用する。傷のあるものは折れ易いので要注意である。また、作業中に切り粉が目に入ることがあるので、必ず防塵眼鏡を使用すること。

7.3　工作機械

7.3.1 注意事項

(1) 原則として、手袋･軍手は使用してはならない(特にボール盤･旋盤･フライス盤などは厳禁)。
(2) 作業服は袖口・裾の閉じているものを着用し、手拭いなどを腰にぶら下げたまま作業をしない。
(3) 切削屑や粉じんおよび切削油の飛散する工作作業は保護眼鏡･マスクを着用して行う。万一、飛散した切削屑などが目に入った場合眼球に突き刺さっていることが多いので、決してこすらないこと。直ちに眼科医の診察を受け、適切な処置をしてもらうこと。
(4) 機械の摺動部や嵌めあい部などに注油することがあるが、過剰に注油すると飛散したり、操作部や工具の握りに付着したりして滑る恐れがあるので、適量にとどめること。
(5) 切削時には回転部分に顔や手を近づけない。
(6) 工作物や工具の取り付け、取りはずしおよび寸法のチェックなどは、機械が完全に停止してから行う。
(7) 油筆などで切削油をつける時は回転部分に巻き込まれないように注意する。
(8) 切削屑は機械が完全に停止してからハケ・プライヤなどを用いて取り除く。
(9) 作業時には穴の開いていない、踵のある靴を必ず履くこと。スリッパや草履、クロックスなどは厳禁である。
⑽ 安全装置をはずして作業してはならない。
⑾ 切断面や切削面のバリを放置すると、指を怪我したり、次段の加工精度が低下したりするので、生じたバリはその都度除去しておく。

7.3.2 旋盤

(1) 始動前に旋盤の主電源スイッチを含む全てのスイッチが切ってあることを確認して、チャックやベッドなどの切削屑の有無を含む各部の点検と必要に応じ注油を行う。
(2) 主電源スイッチを入れ、始動音・運転音が正常であることを確認する。
(3) ワーク(被加工物)をチャックないしチャックに装着した面盤に確実に取り付け、チャックを手回ししながら、ワークと主軸の芯が最大限一致するように芯出しを行う。
(4) ワークが横送り台の中央を超過するような長尺の棒材の場合は、必ず芯押台を使用する。但し、完成品より著しく長い素材はワークとせず、予め切断機などで必要最小限の寸法に切断したものをワークとして準備する。(素材が主軸内部を貫通するような長尺の丸棒の場合は、主軸台からはみ出さない程度を限度として、ワークとして用いうる。)
(5) 所望の切削作業に適するバイトを刃物台に確実に取り付け、横送り台送りハンドルと往復台送りハンドルを操作して、バイト刃先が主軸中心軸と同じ高さとなるように芯出しを行う。この際、バイト刃先を確認し、刃こぼれや摩耗が著しいバイトは、能率が低下するだけでなく事故結びつく可能性があるので、使用しないようにする。
(6) 横送り台送りハンドルと往復台送りハンドルを操作して、ワークが回転中に振れても接触しない位置まで、バイトをワークから退避させておく。

(7) 刃物台や芯押台の固定ノブが固定側に回りきっていること、チャック締め付け具・バイト締め付け具を取り外してあることをよく確認してから回転させる。
(8) 主軸回転速度と主軸回転方向および自動送りを使用する場合は送り速度を、ワークの材質や形状および加工内容に適する値に設定したことを確認してから、主軸回転スイッチを入れる。
(9) 切削中は、横送り台、刃物台、刃先を除くバイト本体などが、回転している部分に接触しないように十分に注意して作業する。(利用できる場合は安全装置をセットする。また、安全装置を勝手に外さないこと。)
(10) 切削中は、チャックやワークなどの回転体の真横方向(事故の際にワークが飛散する方向)に立たないようにする。
(11) 切削中は、いかなる理由があってもチャック、ワークおよびバイトに手を触れてはならない。また、ウェス(ボロ布)などをこれらに近づけることも厳禁である。
(12) 必要に応じ、ノズルからバイト刃先に切削油を供給する。周囲に飛散しないようにカバーで周囲を覆うようにするが、切削状況を観察しにくくなるので注意する。
(13) 自動送りを使用する場合、特に切削開始時に異常がないことを良く確認する。その後も旋盤から離れず、切削状況を注視する。
(14) 異常を認めた場合には、即座に緊急ブレーキを作動させること。
(15) 主軸を停めるときは、バイトを十分に退避させた後に、必ず中間軸のクラッチを切ること。
(16) 切削作業の途中で寸法の確認やワークの掴み換え、切削工具の交換などを行う場合は、主軸が完全に停止した後に、ワークに付着した切削屑や切断面のバリ取りを十分に行うこと。
(17) 切削作業を終えたら、全てのスイッチを切り、バイトを取り外してよく清掃し、元の保管場所に返却しておく。ワークを取り外す際、高温になっていたり、切削面に鋭利なバリが出ていたりするので、十分に注意する。
(18) 旋盤の各部に付着した切削屑を基台下部の切削屑受けに集め、十分に切削油を落下させた後に回収する。旋盤周囲に飛散した切削屑と合わせ、切削屑の種類に適合するゴミに分別して廃棄する。

7.3.3 ボール盤

(0) 準備として、ワーク(被加工物)の穴開けを行う位置にケガキ線を入れ、穴中心位置にポンチでマーキングする。
(1) ボール盤の主電源スイッチを含む全てのスイッチが切られていることを確認し、主軸、ドリルチャック、テーブルなどの切削屑の有無を含む各部の点検と必要に応じ注油を行う。
(2) 使用するドリル刃やワーク(被加工物)に応じて、主軸回転速度が適切な値となるように、主軸、アイドラ、モーターの各プーリのベルト装着位置を調整する。
(3) ワーク(被加工物)の寸法と固定方法(バイスの利用、貫通穴の受け板の有無など)やドリル刃の種類と長さ(開ける穴の深さ)およびワークを固定した状態でドリル刃が交換できることなどを勘案して、テーブルの適切な高さを把握する。
(4) テーブルロックを解除し、テーブル昇降ハンドルを回して、テーブルを適切な高さに移動させた後に、再度テーブルロックを用いて固定する。

(5) 使用するドリル刃の刃先を確認し、刃こぼれや摩耗が著しいドリルは、能率が低下するだけでなく事故結びつく可能性があるので、適切なものと交換するか、刃研ぎしてから再使用する。

(6) ドリルには、ストレートドリルとテーパーシャンクドリルの2種類がある。前者はドリルチャックを介して、後者はドリルスリーブを介して主軸に取り付ける。前者は、ドリルチャック内部に切削屑が付着していないことをよく確認し、ワークの材質に適するドリルを偏心が生じないように、チャックハンドルを用いてドリル刃を確実に固定する。締め付け後は、チャックハンドルを取り外したことを確認する。後者は、主軸内部の切削屑を除去した上で、ドリルスリーブを介して確実に主軸に固定するが、ボール盤の許容最大径を超えていないことを確認する。

(7) 固定方法に応じてテーブルにバイスや受け板を固定した後、バイス、押え板クランプ、固定ボルトなどを介してワークを水平度・垂直度を確認しながらテーブルに固定する。必要があればテーブル高さを再調整する。

(8) ワークの穴開けを行う位置にドリル刃の中心が一致するように、慎重にワークの固定位置を調整して芯出しを終えた後、確実に固定する。

(9) 回転スイッチを入れ、送りハンドルを慎重に操作して穴開けを開始する。ワークにドリル刃が達した瞬間に僅かに振れまわることで芯出しが不十分なことがわかるので、再度調整を行う。

⑽ 芯出しに問題が無ければ穴開けに移行するが、作業中はドリルに過度の力が加わらないよう切削音や振動に注意して、送りハンドルを操作する。⑾　　穴開け作業中はいかなる理由があっても、ドリルチャック、ワークおよびドリルに手を触れてはならない。

⑿ 刷毛や油差から適宜、注油を行うが、刷毛先がドリル刃に絡まらないよう、よく注意する。切削屑がドリル刃の溝に沿って連続して放出されるような場合は、送りを中断して切削屑を途切らせてから刷毛などで取り除くこと。決して手で除去しないこと。

⒀ 送りハンドルの操作や切削状態が不良の場合、ドリルがワークに食い込んで主軸は空回りしつつ回転が停止したり、ワークがドリルと一体となって回転を始めたり、小径のドリルではドリル自体が折損したりする。これらの障害が生じたときは、直ちに回転スイッチを切り、主軸の回転が完全に止まってから処置すること。

⒁ 貫通穴開けの場合、貫通直前に切削抵抗が急減して、送りハンドルが急激に回って怪我することがあるので十分に注意する。このときは送り速度が過大となるため、ドリルがワークに食い込で、ワークが塑性材料の場合は開口部周辺の欠けを生じたりするので仕上がり上も好ましくない。

⒂ 穴開け作業を終えたら、送りハンドルを元の位置に戻して回転スイッチを切り、主軸の回転が完全に停止してからワークを取り外す。

⒃ 穴開け中および穴開け直後のワークは高温になっていることがあり、さらに開口部には鋭利なバリが出ていることがあるので、十分に注意する。

⒄ ドリル、バイス、固定ボルト、クランプなどを取り外してよく清掃し、元の保管場所に返却する。

⑱ ドリルチャックとテーブル、およびボール盤各部に付着した切削屑を、十分に切削油を落下させた後に回収する。周囲に飛散した切削屑と合わせ、切削屑の種類に適合するゴミに分別して廃棄する。

7.3.4 フライス盤

(1) 始動前にフライス盤の主電源スイッチを含む全てのスイッチが切ってあることを確認し、主軸チャック、テーブルなどの切削屑の有無を含む各部の点検と必要に応じ注油を行う。
(2) 主電源スイッチを入れ、始動音・運転音が正常であることを確認する。
(3) ワーク(被加工物)の寸法と固定方法(バイスの利用、貫通加工の受け板の有無など)やエンドミルの種類と長さ(開ける穴の深さ)などを勘案して、テーブルの適切な高さを把握する。
(4) 全てのテーブルロックを解除し、テーブル上下送りレバーを操作して、テーブルを適切な高さに移動させる。
(5) ワークをバイス、押え板、固定ボルトなどを介してテーブル中央部付近に固定する。作業内容に応じて、ワークの水平度・垂直度および、取付け角度が所定の値であることを確認する。
(6) 必要に応じ、テーブルの左右送りレバーや前後送りレバーを操作してワークを移動させた後、所望の切削作業に適するエンドミルを主軸のチャックに確実に取り付ける。この際、エンドミル刃先を確認し、刃こぼれや摩耗が著しいエンドミルは、能率が低下するだけでなく事故結びつく可能性があるので、使用しないようにする。
(7) テーブルの左右送りレバー、前後送りレバー、上下送りレバーを操作して、ワークに接触しない位置までエンドミルを退避させておく。なお、操作に習熟していない場合、送りレバーではなく、送りハンドルを用いた方が安全である。
(8) ロックレバーが解除され、チャックハンドルを取り外してあることを確認する。主軸回転速度と主軸回転方向および自動送りを使用する場合は送り速度を、ワークの材質や形状および加工内容に適する値に設定したことを確認してから、主軸回転スイッチを入れる。
(9) 切削中は、ワーク以外のバイス、固定ボルトや押え板にエンドミルが接触しないように十分に注意する。
⑩ 切削中は、いかなる理由があってもチャック、ワークおよびエンドミルに手を触れてはならない。また、ウェス(ボロ布)などをこれらに近づけることも厳禁である。
⑪ 必要に応じ、ノズルから切削部に切削油を供給する。周囲に飛散しないように覆いを設置するが、切削状況を観察しにくくなるので注意する。
⑫ 自動送りを使用する場合、特に切削開始時に異常がないことを良く確認する。その後もフライス盤から離れず、切削状況を注視する。
⑬ 異常を認めた場合には、即座に主軸を停止させ、エンドミルを適切な位置まで退避させる。
⑭ 切削作業の途中で寸法の確認やワークの掴み換え、切削工具の交換などを行う場合は、主軸が完全に停止した後に、ワークに付着した切削屑や加工面のバリ取りを十分に行うこと。
⑮ 切削作業を終えたら、全てのスイッチを切り、エンドミルを取り外してよく清掃し、元の保管場所に返却しておく。
⑯ フライス盤の各部に付着した切削屑を基台下部の切削屑受けに集め、十分に切削油を落下さ

せた後に回収する。フライス盤周囲に飛散した切削屑と合わせ、切削屑の種類に適合するゴミに分別して廃棄する。

7.3.5 グラインダー

基本的に砥石で削ることができるのは、鉄系材料だけである。アルミニウム合金や銅合金、木材などは砥石の目が詰まるので使用してはならない。作業時に砥石に指を巻き込まれないように注意する。

(1) 始動前に旋盤の主電源スイッチを含む全てのスイッチが切ってあることを確認する。
(2) 作業時は、保護眼鏡と防塵マスクを必ず着用すること。手袋・軍手の使用は厳禁である。
(3) 砥石が主軸に確実に取り付けられていること、支持台と砥石の間に適切な間隙が保持されていることを確認する。偏芯・横振れがあると砥石が割れる原因となる。なお、砥石の取り替え、または取り替え時の試運転は労働安全衛生規則（36条）で定める特別教育を受けた人が行うこと。
(4) 亀裂のある砥石は厳禁である。回転中に破損すると破片が高速で飛散し、極めて危険である。
(5) 砥削前に砥石を空転し、音・振動などに異常がないかを確認する。
(6) 定速回転になってから研磨を開始する。砥石により使用可能な最大の周速度が定められているので、その周速度を超えてはならない。
(7) ワーク(被加工物)を砥石に強く押し付け過ぎたり、砥石の側面を使用したりしてはならない。また、ワークを支持台から離して作業してはならない。
(8) 研削中の工作物は相当に高温になるので、やけどに注意すること。ワークの寸法が小さい場合、可能なら別部品に固定した状態で研削を行うようにする。
(9) 工作中はできるだけ砥石の正面に立たないようにする。
(10) 使用後は主軸が完全に停止した後にグラインダー本体とその周囲をよく掃除をしておく。砥石の目立て修正を怠らないこと。
(11) 集塵装置(年一回の定期検査が義務付け)が設置されていれば、必ず作動させること。

7.3.6 ハンドドリル

基本的な注意事項はボール盤に準ずるが、さらに以下の注意が必要である。

(1) 接続する電源に漏電ブレーカーが設置されていることを確認する。不必要に長い電源コードを使用しないこと。
(2) 繰り返しになるが、作業時の手袋・軍手の使用は厳禁である。
(3) ワーク(被加工物)が小物の場合、治具かバイスを介して安定した土台に固定する。
(4) 安定した体勢で作業する。足場の悪い場所、狭い場所、高所等での不安定な作業は避ける。
(5) 穴開け作業の前に必ずワークにポンチを打ち、ドリルがチャックに偏りなく装着されていることを確認してから、ワークに対してドリルが前後左右から見て常に垂直になるように注意する。ワークの材質や形状に応じ、押しつけ力を調節する。特にドリルの折損に注意する。

(6) 穴開け作業中はいかなる理由があっても、ドリルチャック、ワークおよびドリルに手を触れてはならない。
(7) 基本的には、連続回転には切り替えず、回転レバーを握りながら穴開けを行い、ハンドドリルを床上に置いた状態でドリルが回転することがないようにする。
(8) 作業が終わったら速やかに後片付けをするが、漏電や断線等の原因になるのでハンドドリルの電源コードに極端に小さな曲率を与えないように注意する。

7.3.7 高速切断機

高速切断機では砥石が割れて飛び散る危険がある。グラインダーとともに最も事故の多い機械であり、更に危険度は高い。砥石の取り替え、または取り替え後の試運転は労働安全衛生規則（第36条）で定める特別教育を受けた人が行うこと。

(1) 始動前に切断機の主電源スイッチを含む全てのスイッチが切ってあること、電源ケーブル等に異常がないことを確認する。
(2) 砥石に湾曲、割れや傷等の欠陥がある場合には、正常なものと交換する。
(3) 新しい砥石を主軸に取り付ける際は、砥石の両側を薄紙ではさみ、フランジを介して指定されたトルクで取付ネジを締め付ける。取付ネジは左ネジであることに注意する。安全カバーは必ず装着し、砥石全体が露出した状態で使用しないこと。
(4) 作業時は、保護眼鏡と防塵マスクを必ず着用すること。手袋・軍手の使用は厳禁である。
(5) 切断作業に入る前に一度空転させ、砥石の左右方向や前後方向の振れの有無を確認する。
(6) 砥石を新品に交換した際は、始めに砥石を軽くワーク(被加工物)に当てて外周を馴染ませる。
(7) 主軸が完全に停止したことを確認後、ワークを取り外すが、切断直後は高温になっているので十分に注意する。
(8) 作業が終了したら砥石をはずし、保管する。周囲の整理整頓を行う。砥石が湾曲しないように注意して保管する。

7.4 溶接

7.4.1 注意事項

溶接（ガス・電気）は有資格者または熟練者以外は行ってはならない。

7.4.2 ガス溶接

(1) 作業場所に可燃物、爆発物がないかよく調べ、これらを撤去した後に溶接作業を行う。
(2) 必ずガス溶接用保護眼鏡を着用し、溶接開始直前からは保護ガラスを通して溶接部周辺を注視すること。
(3) 作業にかかる前に酸素と燃料のボンベ残圧が十分にあることを確認する。ボンベ圧力計の下流にある圧力レギュレータ、逆火防止器、ガスホースに異常がないことを確認した後、ガスホースを吹管の酸素および燃料の供給口に確実かつ漏洩がないように接続する。

(4) ボンベ口金等からのガス漏れを調べるのに、油やグリース等の可燃物をつけると極めて危険なため、必ず石鹸水を使うこと。
(5) レギュレータにより供給ガス圧を被加工物の厚みに合わせて調整した後に、酸素バルブとガスバルブをガス過濃側に調整して吹管の火口に点火する。点火に成功した後、溶接に適した火炎が形成されるよう両バルブを調整し、必要に応じ溶加棒を用いながら溶接作業を行う。
(6) 溶接中に生じる火花や高温のワーク(被加工物)に触れないように注意する。溶接作業を通じてガスホースが高温部に触れないよう注意する。
(7) 作業終了後は、十分な時間放置してワークの温度を低下させる．吹管やガスホース等を整頓し、ガスボンベの元栓を忘れずに閉めておく。

7.4.3 電気溶接

基本的な注意事項は以下の通りである。

(1) 作業場所に可燃物、爆発物がないかよく調べ、を撤去した後に溶接作業を行う。保護面を被った作業者以外は、作業場所の周囲に近づかないように予め警告しておく。
(2) 必ず溶接用保護面(手持ち形とヘルメット形がある)と溶接用手袋を着用し、溶接開始直前からは保護面の遮光ガラスを通して溶接部を注視する。裸眼にアーク光が入った場合、失明する恐れがある。溶接保護面の遮光ガラスに割れや著しい汚損がある場合は、良品に交換する。
(3) 電気溶接では、溶接部にスラグが形成されたり、周囲に微少な金属球が付着したりするため、溶接作業後にこれらを除去する必要がある。この作業に備え、保護面とは別に保護眼鏡を着用しておくこと。
(4) 電気溶接は、被覆アーク溶接とシールドガスアーク溶接とに大別される。後者の場合、作業にかかる前にシールドガスのボンベ残圧が十分にあること、ガスホースに異常がないことを確認する。

以下では、シールドガスを用いない被覆アーク溶接の手順について説明する。

(1) 溶接作業の前に主電源スイッチを含む全てのスイッチが切ってあること、電源とアースケーブル、溶接棒ホルダおよびアースクリップなどに異常がないことを確認する。ケーブルその他に付着した塵埃は、乾燥した圧縮空気で吹き飛ばしておくこと。塵埃により絶縁が低下して、巻線を過熱させる恐れがある。
(2) アースクリップをワーク(被加工物)に接続する。ワークが小物でクリップが溶接部と重なるような場合には、十分な面積の厚い鋼板の上に導電を確保した状態でワークを固定し、鋼板にアースクリップを接続する。
(3) 主電源スイッチを入れ、異常がないことを確認する。次に、溶接棒を溶接棒ホルダに装着するが、溶接棒の先端が周囲の物体から十分な距離を隔てた空中にあることを確認してから、溶接機のスイッチを入れる。
(4) ここからは必ず溶接用保護面を通して溶接棒先端を注視する。溶接棒の先端をワークの溶接開始位置に慎重に近づけていき、アークの発生を確認する。その後は直ちに溶接作業を開始する。
(5) 溶接中の火花や溶接後の高温のワーク(被加工物)に触れないように注意する。溶接作業を中

断する場合は、溶接棒をワークから離してアークを停止させた後に溶接機のスイッチを切ること。スイッチを切る前に、溶接棒ホルダを鋼板の上に置いたりすると、極めて危険であるので注意すること。

(6) 溶接作業を終えた場合も中断時と同様であるが、溶接中に著しく昇温しているため、ワークを移動したり、鋼板から取り外したりするときは、十分に注意する。作業終了後は、主電源スイッチを切り、溶接棒ホルダやケーブルなどを整頓し、塵埃が付着しない状態で保管する。

7.5 運搬作業

7.5.1 注意事項

重量物の運搬を行う場合には台車、クレーン等を使用することが多いが、手作業で行われなければならないこともある。また一人でなく複数の作業者の共同作業となることも多い。以下に一般的注意事項をまとめておく。

(1) 服装

危険を避けるため、作業に適した服装で行う。例えば、作業服、ジーンズ等を着用する。白衣、背広のままでの作業は好ましくない。手袋を着用し、更に安全靴、安全帽（ヘルメット）を着用すると良い。

(2) 取扱い

品物は丁寧に取り扱う。投げ積み、引き落とし等をしてはならない。

(3) 荷積み

荷を積む際は出来る限り低く安定に積む。転倒しやすい物は予め当て物で支えるか、壁に縛り付けるなどの対策を講じる。また、荷崩れしないように大きい物の上に小さいものを載せる、重い物の上に軽い物を載せる等、積み方の順序を守る。小物の場合は、容器に入れるなどすると良い。

(4) 運搬重量

人手で運ぶ場合、無理して重い物を運ばない。一人で運べる重量は15～20 kg程度（女性の場合は10 kg）である。

(5) 運搬要領

人手で重量物を持ち上げる場合の要領を説明する。

(a) 手を深く掛け、腰を出来るだけ低くし、背骨をまっすぐにする。

(b) 足と肩に力を入れ、肘を伸ばしながら、ゆっくりと持ち上げる。

(c) 品物の重心を、出来るだけ身体につけ、バランスをとる。

(6) 意志疎通・連絡

複数の作業者が共同で作業を行う時は、指揮者を一人定め、その指示で行動することを心がける。また、作業者間の意志疎通が確実に行えるよう、声を出すなど、合図を必ず行う。

7.5.2 台車を用いる運搬作業

7.5.1で説明した一般的注意を基礎とし、以下に追加注意事項を示す。

(1) 運搬物の重量、寸法を確認し、運搬に適した台車を使用する。また、使用前に台車を点検する。

(2) 荷崩れしやすい積み方をしてはならない。また、積み荷が台車からはみ出さないように注意する。不安定なものを台車で運搬することを避ける。

(3) 長尺の積み荷を運搬する場合は、積み荷の先端に目に付き易い目印を付けると良い。

(4) 台車で運搬する場合は、前方に常に注意しながら作業をすすめる。また、十分な作業面積を確保する。

(5) 台車は所定の位置に置く。放置は禁止である。

(6) 停止時に台車が動くことがないよう、車輪止めを用意する。

7.5.3 クレーン・ホイストを用いる運搬作業

クレーン操作および玉掛けにおいて、つり上げ荷重が0.5 t以上のものについては表7.1に示す有資格者が行わなければならない。ここでは、これ以外の小型クレーン、ホイストなどの使用上の注意をまとめる。

(1) 指名された者がクレーンを操作する。

(2) 作業時には手袋、安全靴、安全帽の着用を心がける。

(3) 使用前にクレーン、フック、ワイヤー止め金、ワイヤーを点検する。また、スイッチの動作を確認する。

(4) クレーン操作者と玉掛け者の連絡を十分に行う。

(5) 定格荷重を越える重量を吊り上げない。

(6) 吊り上げの際、フックが吊り上げ物の重心の真上に来るよう、ゆっくりと吊り上げ、ワイヤーが確実に掛かっていることを確認する。

(7) クレーンを走行させるときは、吊り荷が横振れしないよう、ゆっくりと動かす。また、大きくたわむ物、長尺物を運ぶときは、膝位の高さに吊り、同じく、ゆっくりと運ぶ。滑り易い物、液体を運ぶ場合も同様である。急激な起動停止は禁物である。

(8) 吊り荷の下には人が居ないことを確認する。荷を吊って走行する場合、操作者は荷の後ろから歩く。また、常に前方向に注意する。

(9) 荷を下ろす時は、床上約10cmの位置でいったん止め、それから徐々に下げる。荷を吊ったまま放置してはならない。

⑽ 作業終了後、クレーン、スイッチ、ケーブル、ワイヤー等を所定の場所に戻す。

7.5.4 玉掛け作業

クレーンによる運搬作業の注意事項に加え、以下の注意が必要である。

(1) 指名された者が玉掛け作業に当たる。

(2) 玉掛けの合図は定められた方法で行い、クレーン操作者に確実に伝わるようにする。

(3) ワイヤロープは必ず健全なものを使用する。また、吊り上げ重量より約20%許容重量の高い

物を使用する。また、吊り具、補助具を使うときも適切な物を使用する。

(4) 吊り荷の重心の位置を正しく判定して吊り上げ、高さ約10 cmの位置でいったん止めて、フックが重心の真上にあるか、荷が傾かないか確認する。

(5) ワイヤロープの吊り角度は60度を原則とする。止むを得ない場合でも90度を超えてはならない。また、ワイヤロープ一本吊りをしない。吊り荷が回転して危険である。

(6) 角張った荷を吊る時は、当て物をして、ワイヤーが損傷しないようにする。

(7) 荷下ろしの時は床上約10 cmの高さで止め、地形を確認してから下ろす。荷下ろし後は、必ず、ワイヤーが完全に外れたことを確認する。空荷でクレーンを移動させる時、ワイヤーをフックにかけたままにしない。

(8) 100℃以上の高温物を運搬する時は、ワイヤロープでなくチェーンを使用する。

クレーン操作および玉掛け作業に関しては以下の法律で規定されている。

1. 労働安全衛生法 (昭和47年６月８日法律57号)
2. 関係労働安全衛生法施行令 (昭和47年政令318号)
3. 関係労働安全衛生規則 (昭和47年労働省令第32号)

上記関係法令により表5.1に示す特別講習ないし技能講習が必要となる。

表7.1 クレーン操作および玉掛け就業に関する諸規則

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="4">つり上げ荷重</td></tr>
<tr><td>0.5ｔ未満</td><td>0.5ｔ以上１ｔ未満</td><td>１ｔ以上５ｔ未満</td><td>５ｔ以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">床上操作式クレーン操作</td><td rowspan="2">一般の者</td><td colspan="2" rowspan="2">［特ク］［職］［技］［免］</td><td>［技］</td></tr>
<tr><td>［免］</td></tr>
<tr><td>玉掛け</td><td>一般の者</td><td>［特玉］</td><td colspan="2">［職］［免］［玉］</td></tr>
</table>

［特ク］ クレーン操作特別教育を受けた者
［特玉］ 玉掛け作業に関する特別教育を受けた者
［職］ 職業訓練法にて訓練を受けた者
［技］ 床上操作式クレーン技能講習修了者
［免］ クレーン運転免許所持者
［玉］ 玉掛け技能講習修了者

特別教育および技能講習は福岡では下記の箇所で行っている。

1. 福岡経営者労働福祉協会 Tel.585-9650 (福岡市南区井尻4-29-7)
2. 福岡中央労働基準協会 Tel.711-9132
3. 日本クレーン協会 Tel.471-7152
4. 日本経営教育センター Tel.481-3475

第８章　電気の安全対策

8.1　感電と対策

感電とは電流が人体内を流れることによる現象である。その特徴は一瞬の出来事であり、死亡率が高く、二次災害（転倒、墜落など）を伴うことが多い。感電時の生理作用は体内を流れた電流の大きさ（Ｉ）、体内の経路、流れている時間（t）によって大きく異なる。電流が脳や心臓など中枢機能を通るときわめて危険である。「危険臨界＝I^2t」の関係があり、小電流でも感電時間が長くなると危険になる。

電圧が高いほど危険である。過去の統計から40～60Ｖ以上は感電死の危険性がある。「死にボルト（42Ｖ）」と覚えておくとよい。感電時に人体を流れる電流は電圧と人間の抵抗と回路の抵抗から求められるが、人間や回路の抵抗値は状況によって著しく変わるので、危険性を判断する際には次の値を採用すること。

危険電流値＝10mA
人間の抵抗値＝1,000Ω
回路の抵抗値＝０Ω

たとえば、地面に素足で立っている人が（回路抵抗＝０Ω）、100Ｖに触れた時の電流は100Ｖ／1000Ω＝100mAになり、もし瞬時に離脱できなければ極めて危険な状態にある。

以下に感電の防止対策について述べる。

8.1.1 屋内配電線、電気機器、漏電による感電と対策

配電線の電圧（100－200Ｖ）は高電圧ではないが、次のような危険性を有している。

(1) 電線の一本に触れても電流が流れる。電気を通し易い床面（地面、コンクリート、金属製床）での作業は特に注意すること。
(2) 回路を切り放すまで大電流を流し続ける能力があり、感電時間が長くなる。
(3) 夏は汗ばんだ状態で電気機器に触れることが多い。統計的にも夏の感電事故が圧倒的に多い。

感電は配電線に直接触れた時ばかりでなく、漏電しているところに触れた場合にも起きるので、次のような方策を実施すること。

(1) 漏電遮断器を設置すること。しかし、絶縁不良があったら必ず漏電遮断器が動作するわけではないので、絶縁抵抗測定をときどき実施すること。
(2) 電線や端子を露出させないこと。切り替え抵抗器、トランスなどの端子は露出していることが多いので、カバーを付けて安全を図ること。
(3) 電気機器の本体やケースをアースすること。少なくとも次のような機器は漏電の可能性が高いので必ずアースをとること。
    (a) 水滴、水漏れの恐れのある機器、高湿度の雰囲気で使用される機器、人が濡れた状態で触れる機器。
    (b) 振動の激しい機器、移動の頻繁な機器。特に可搬式電動工具。
    (c) 老朽化している機器。
    (d) 「安全のためにアース」と指定されている機器。

(4) テーブルタップを100Ｖ配電盤から配線するとき、刃受穴の長さが違う２極テーブルタップの場合、長い方が接地側極となるように配線すること。３極テーブルタップの場合、３芯のケーブルを使用してアース端子を必ず配線すること。

(5) ３相200Ｖ配電盤から単相200Ｖを配線するときは、S相が通常アースされていることを考慮して、R-ＳまたはＳ-Ｔ間から配線すること。また、３相200Ｖを配線するときは（特に３相モーターの場合)、相順を間違えないためにも、相に合った色のケーブルを使用すること。

(6) 高圧電源の扉を不用意に開けないこと。配線、あるいは機器内部に触れる場合には必ず元電源を切り､アース棒で接地すること｡そして必ずテスターや検電ドライバーで確認すること。

(7) 暑い時は半袖シャツなどを着用するので皮膚が露出している。手先には注意していても他の部位がおろそかになりがちである。また、金属製時計バンドが電線に触れると感電時の電流が流れ易くなるので注意すること。

(8) 電気コードを天井または高所を配線する場合、重量がコードの一点にかかるような支持方法をとらないこと。とくにその支点で鋭角に曲がるようなことはしてはいけない。

(9) コードリールは巻いたまま使用してはいけない。発熱によりゴムが融ける場合がある。

8.1.2 高電圧機器による感電と対策

高電圧の場合は次のような点にも注意すること。

(1) 電圧が300Ｖ以上になると、直接触れなくても放電によってつながる。さらに電圧が高くなると、放電が予想外の距離、経路を通って人間に飛び込んでくることがある。

(2) 装置によっては異常電圧の侵入や共振のため定格の数倍の電圧を発生することがある。

(3) 高電圧装置はエネルギーが大きく強力な雑音源である場合が多い。そのために安全装置などに故障が生じ易い。

(4) 断線していても火花放電でつながるので、断線の発見が遅れることがある。

(5) 高電圧に適さない絶縁材料がある。フェノール樹脂などは充填材によっては高電圧で使用すると相当の漏れ電流が流れることがある。

高電圧を取り扱う場合は次の注意を厳守すること。

ただし、小規模装置（電圧30 kV、3 kVA程度以下）を対象とする。

(1) 高電圧を取り扱う場合には２人以上で行い、１人は監視を主とすること。体調が悪い時は気が散漫になるので実験に参加しないこと。

(2) 配線が外れて人間に触れることがないように、クリップ留めは避け、ネジなどでしっかり留めて配線すること。

(3) 可能な限り高電圧部を露出させないこと。ケーブルや高圧用コードを使用すること。ただし、高圧コードでも万全でないので人間に対して裸線と同じと考えて取り扱うこと。また、装置全体を金属性のカバー（アースする）で密閉すること。密閉できない場合は金属網などで仕切って、人が不用意に近づけないようにすること。

(4) 高電圧が発生していることを知らせるために警報ランプを点灯させ、警報音を発すること。電源スイッチは鍵付スイッチとして、鍵の管理は操作、アースする人が行うこと。

(5) 高電圧部に触れる場合や使用しない場合には必ず高電圧端をアースしておくこと。「アース

が命綱」であることを銘記し、作業中は絶対に外さないこと。アース線に細い被覆線を使用することは内部で断線していても判らないので危険である。太い丈夫な線もしくは硬網線を使用すること。

(6) コンデンサーが含まれる装置は電源を切っても充電されたままとなる。コンデンサーを確実にアースし、かつ作業中は絶対にアースを外さないこと。

8.1.3 電子、情報機器による感電と対策

比較的小容量の機器が多いが、なかには高電圧回路が内蔵されている機器がある。感電時の死亡率は低くとも、感電時の反射運動によって負傷することが多い。

(1) 製品に「高電圧危険」と表示されている部分には不用意に触れないこと。自作の場合、危険性のある部分はカバーをして、かつ「危険」の表示を付けておくこと。

(2) コンデンサーは電源を切っても充電されたままであることに注意すること。

(3) 電池といえども多数が直列に接続されていると危険である。

(4) 電子機器に限らず、高電圧部の計測を行う場合には接続線（プローブやテスターリード）が外れて人に触れることが無いように注意すること。

8.1.4 誤り易い配線、使用例

感電防止の点から配線、実験時に誤り易い例を紹介する（図8.1参照)。

(1) ナイフスイッチの方向が逆である。スイッチを切っているとき電源につながっているナイフが露出する。フューズ交換時に危険である。

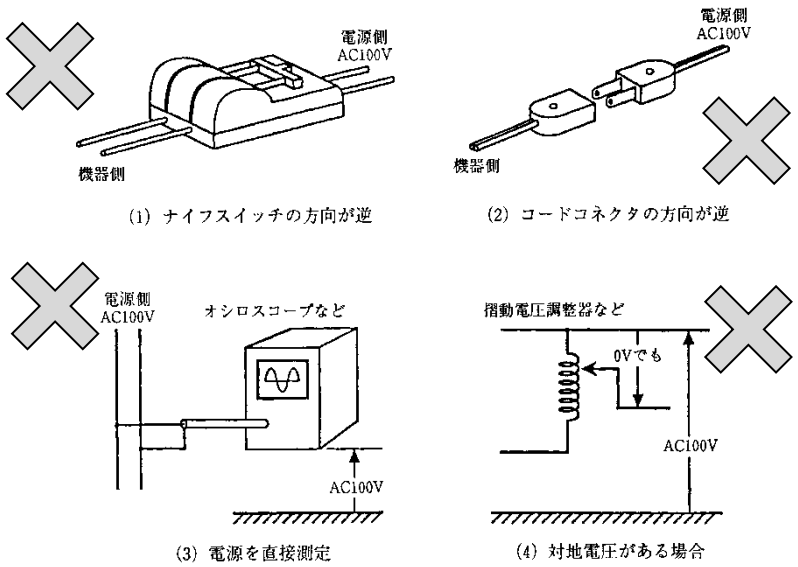


図8.1　誤り易い配線、測定例

(2) コードコネクタの方向が逆である。電源側が露出している。
(3) 電源を直接、測定器（オシロスコープなど）で測定している。測定器のケースがアースに対して電圧がかかっている。
(4) 摺動電圧調整器や誘導電圧調整器の電圧は浮いている。出力電圧は０であっても、アースに対して電圧がかかっている。

8.2 ＯＡ機器の使用上の注意

機器自体の危険性はほとんどないが、電源関係が次のような状況におかれていることが多い。
(1) 増設や配置替えが激しく、安易に「たこ足配線」をしがちである。電源コードやテーブルタップの定格電流を守ること。テーブルタップや二股ソケットなどの分電器具に、同種の分電器具を絶対つながないこと。
(2) 電源にテーブルタップが使用されることが多く、電源コードやテーブルタップが床面にそのまま置かれ、踏みつけられたり引っかけられたりして損傷しやすい。電源コードにはキャプタイヤケーブルを使用すること。電源コードを人が通行する床面に直接置かざるを得ない場合はコードプロテクタなどで保護すること。
(3) 電源スイッチの無い機器、スイッチを切っても一部が通電状態になっている機器がある。不在時には元電源を切ること。

8.3 休止機器の再使用時の注意

長期間使用していなかった電気機器を再使用する際には注意が必要である。潤滑油の欠乏や絶縁不良などの可能性が高い。使用開始にあたって次の項目を実行すること。
(1) 塵挨などを除去すること。
(2) 絶縁抵抗測定を実施すること。
(3) 計器、安全装置を点検すること。
(4) 再使用開始後はしばらく異常の有無を監視すること。

8.4 過熱による火災と対策

過熱の原因には次のようなことが挙げられる。
(1) 短絡（ショート）による過熱
ショートすると大電流が流れ、ショート点がアーク放電で1000度以上になるばかりでなく、コード全体が高温になり絶縁被覆も発火して、直接火災の原因となる。もしフューズ、ブレーカーが切れなければ確実に火災となる。
(2) 過電流による過熱電線
コードに定格以上の電流を流し続けると発熱する。特に「たこ足配線」は過電流に陥り易い。
(3) 接触不良や半断線による発熱

過電流でなくとも接触不良や半断線のところは発熱する。コンセント（テーブルタップ）とプラグのはめ込みが緩かったり、接続ネジが緩んでいると接触抵抗が大きくなり発熱する。また、コードなど屈曲の激しい部分や重量物で下敷きになったところは半断線状態になり易い。半断線は外見からは判らない。さらに断線すると、コードの内部で火花が発生して被覆破壊を起こす。

(4) 漏電による発熱

上記の発熱が長時間に及ぶと、過熱（漏電）－絶縁劣化－漏電－被覆破壊－ショートとなり、最後には火災の原因となる。

火災事故を起こさないためには、以下の点に注意すること。

(a) 定格以上の電流を流さないこと。また、その定格電流に耐える太さの電線を使用すること

(表8.1参照)。

(b) ショートした際のエネルギーを最小限に抑えるために、フューズやブレーカー容量は必要以上に大きくしないこと。また、そのフューズやブレーカー容量に耐える太さの電線を使用すること（表8.1参照)。

表8.1　600Ｖ３芯ゴム絶縁キャプタイヤケーブルの許容電流の例

公称断面積（mm^2）	許容電流（A）
0.75	11
1.25	15.5
2	19
3.5	27
5.5	35
8	43

(c) 漏電遮断器を設置すること。ただし、漏電遮断器はブレーカーの役割はしないことに注意すること。

(d) 電気エネルギーを熱に変えて使用する電熱器類には耐熱コードを使用すること。

(e) 許容電流の詳細は、使用するケーブルのメーカーの電線便覧を参照すること。

(f) コードリールに電線を巻いたままの状態で定格電流以上の高電流を流すと、電線が加熱して溶ける場合があるので、電線を巻いたままの状態での使用は避ける。

8.5　電気火花による可燃性ガス等の着火

可燃性ガスまたは引火性液体の蒸気が充満していると小さな電気火花でも着火するので、ガス漏れの恐れのある所では次のような注意をすること。

(1) 機械的接点（スイッチ類）：防爆型スイッチや半導体スイッチを使用すること。

(2) ショート、漏電：適宜点検して事前に異常を発見すること。

(3) モーター、発電機のブラシ：小型の機械でも火花が出る。密閉構造にするか、ブラシレス機

器を使用すること。

(4) 摩擦帯電：導電性素材の使用で帯電防止すること。

(5) 高電圧部のコロナ放電：尖った導体の先に（高電圧側だけでなくアース側でも）放電が生じるので、その部分を丸くすること。例えば、先端に金属球やリングを付けること。

(6) その他：絶縁体の液体、粉体を高速流動させると帯電して火花が発生し、それが可燃性の場合には爆発事故の原因となる。

8.6 事故防止のための点検項目

次の項目を定期的に点検することによって事故の大半が防止できる。

点　検　項　目　一　覧
① 装置、配管などに触れた際「ビリッ」と感じたことはないか。 ⇒ 漏電しており非常に危険である。直ちに使用停止し専門家に連絡すること。
② コード類の被覆が破損していないか。 ⇒ コードの引出し口や古いコード類は特に注意すること。
③ 接続ネジなどに緩みがないか。 ⇒ 発熱やショートの原因となる。
④ コードが変色していたり、熱くなっていたりする部分はないか。 ⇒ 接触不良、半断線、過電流のために発熱している。
⑤ 異常な音がしていないか。 ⇒ 漏電、放電が発生している。モーター類が回転不能（過電流の原因）となっている。
⑥ 異臭を発していないか。 ⇒ 漏電、放電、発熱で絶縁物が劣化している。
⑦ アース線が外れていないか。 ⇒ 装置を移動した際に取り付けを忘れている。
⑧ 機器や配線が冠水したり、薬液やガスによって侵されていないか。
⑨ 電源コードが重い機器の下敷きになっていないか。

8.7 電気に関連した規格等

電気機器、電気配線に関する詳細は次の規格表を参照すること。

(1) 日本工業規格（JIS）

(2) 日本電気工業会標準規格（JEM）

(3) 日本電気学会電気規格調査会標準規格（JEC）

(4) 電気設備技術基準（昭和40年通産省令第61号）

第９章　光と放射線の安全対策

9.1　紫外線およびレーザー光

強い放射エネルギー（赤外および紫外線やレーザー光など）は、熱ショックや光化学反応により人体に強い作用を与えうる。このうちレーザー光はエネルギー密度が極めて高く拡散・減衰しないという特徴から、取扱いに特別に注意が必要であるので、別項で取扱い、一般光源としては紫外線についてのみ触れる。

9.1.1 紫外線

人工光源を用いて実験を行なう場合、その人体への影響を顧慮して漏洩を防ぐ必要がある。光生物作用といわれる生体への影響は主として皮膚及び眼の障害である。ここでは紫外線（200 nm ＜ λ ＜ 400 nm）について記す。

この領域の光は、主として生体への影響から、UV-A, B, C に分けられる。表 9.1 にこれらの波長と主な健康障害を示した。

表 9.1　紫外線と主な健康障害

	波長　/nm	障害（皮膚）	障害（眼）
UV-A	315 ～ 400	日焼け、色素沈着	白内障
UV-B	280 ～ 315	紅斑、皮膚がん	角膜炎、白内障
UV-C	200 ～ 280	紅斑、皮膚がん	角膜炎

紫外線の有害性は波長依存性が強いが、合衆国労働衛生専門家会議（ACGIH）による紫外線の暴露許容量（Threshold Limit Values, TLV®；１日８時間暴露する場合、これ以下であれば繰り返し暴露を受けても差し支えないという数値。）を表 9.2 に示した。この値は日本の基準（JIS Z8812）にも採用されている。

人工光源は自然光と異なり、UV-B や UV-C を含むことが多いから、暴露を避けなければならない。特に波長 240～300 nm の光が特に有害である。よく使われる殺菌灯は低圧水銀灯（主放射 λ = 253.7 nm）であることが多く、取扱いには注意が必要である。

(1) 紫外線を発生させている時は、直接光源を見たり、皮膚をさらしたりしてはいけない。可視光以外の光源を使用する場合は、光源に気がつかないことが多いので、特に気をつけること。
(2) 紫外線を発生させている時は、紫外光使用中であることを「注意」あるいは「危険」の表示を周囲に掲示する。
(3) 適当な遮蔽壁を設け、漏洩光による作業者および第三者の予期せぬ被爆を避ける。
(4) 紫外光源、特に、低圧水銀灯やキセノンランプ波長 200 nm 以下の光を含む光源は有害なオゾンを多量に発生するので、換気に注意する。

表 9.2　UV 波長と TLV®[1)]

波長　/nm	TLV®[1)]　mJ/cm^2	相対分光有害作用[2)]
200	100	0.030
220	25	0.150
240	10	0.300
254[3)]	6	0.500
260	4.6	0.650
280	3.4	0.880
300	10	0.300
320	2,900	0.0010
340	11,000	0.00028
360	23,000	0.00013
380	47,000	0.000077

＊1)　1 日（８時間）暴露する場合の許容量。

2)　波長 270 nm の光を 1 とした相対値。

3)　低圧水銀灯の主放射。この TLV®は 0.2　μ W/cm^2 x 暴露時間(sec)に相当する。

9.1.2 レーザー光

レーザー光は指向性が高く、遠くまで減衰せずに空間を伝播するため、比較的出力が低いものでも単位面積におけるエネルギーが高く、同じ出力強度の他の光源の光に比べて危険性が著しく高くなる場合がありえる。不注意に扱うと、失明の危険さえもある。片目の網膜の一部のみ障害を受けた場合（視野欠損）は、すぐに気がつかない場合もあり、見えていないこと意識しないことから、他の事故の原因となる場合がある。危険度は、出力、波長、集光度などにより異なる。表9.3に示すように、レーザー機器はその出力レベルによりクラス分けされている。表9.4には、機器に応じて講じるべき安全措置がまとめてあるので、安全対策の指針とすること。

(1) レーザー光を発生させているときは、直接光源を見ないこと。漏洩光や反射光であっても大きな事故になる。

(2) レーザー光を発生させている時は、部屋の入り口にランプまたは掲示により使用中であることを明示すること。

(3) レーザー使用区域は遮光幕等で区画し、漏洩光による作業者および第三者の予期せぬ被爆を避ける。

(4) クラス３以上のレーザー装置には安全管理者をおき、技術的な指導を徹底すること。

(5) レーザー光路はなるべく低くする。実験中にかがんだりする場合はビーム位置と眼の高さに注意すること。また、光路の延長上には立たないように注意する。

(6) 遮蔽ガラスの使用や保護メガネの着用を怠らないこと。これらは使用する光の波長域に合ったものを選ぶこと。(色が濃いものでも紫外線の透過が大きいものがある。これを使用すると

瞳孔が開くので逆効果となる。)

(7) レーザー光路の近傍から高反射率を有するものを遠ざけること。特に、光路の調整時には腕時計や指輪をはずすなどの注意が必要である。

(8) 強力なレーザー光線を照射した試料から二次的にＸ線が発生することがあるのでX線に対する注意を要する。(Ｘ線の取扱に関しては、9.2.4節参照。)

(9) レーザー装置は高圧電源を使用しているので、この点を注意して取り扱わねばならない。(８章参照)

表9.3　レーザー機器のクラス分け

クラス	クラス分け概要
1	出力は 0.39 mW 以下。 予知できる条件の下では安全なレーザー。
1M	出力は 0.39 mW 以下 (波長：302.5 nm～4000 nm)。 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ー光を観察しなければ安全(裸眼は安全)。
2	可視光で出力は 1 mW 以下(波長：400～700 nm)。 瞬きなどの目の嫌悪反応により安全。
2M	可視光で出力は 1 mW 以下(波長：400～700 nm)。 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。レーザーの放射レベルはクラス 2 と同じ。
3R	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。
3B	出力は 0.5 W 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	高出力 (0.5 W 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。 これらは皮膚障害、火災を発生させる危険もある。

表 9.4　レーザー機器のクラス別措置基準一覧表

措置内容(項目のみ)			レーザー機器のクラス				
			4	3B	3R		2M & 1M
					不可視光[*1]	可視光	
レーザー機器管理者の選任			○	○	○	−	−
管理区域(標識・立ち入り禁止)			○	○	−	−	−
レーザー機器	レーザー光路	光路の位置	○	○	○	○	○
		光路の適切な設計・遮蔽	○	○	○	−	−
		適切な終端	○	○	○	−	*2
	キーコントロール		○	○	−	−	−
	緊急停止スウィッチ等	緊急停止スウィッチ	○	○	−	−	−
		警報装置	○	○	○	−	−
		シャッター	○	○	−	−	−
	インターロックシステム 等		○	○	−	−	−
	放出口の表示		○	○	○	○	−
作業管理・健康管理等	操作位置		○	−	−	−	−
	光学系調整時の措置		○	○	○	○	○
	保護具	保護眼鏡	○	○	○	−	−
		皮膚の露出の少ない作業衣	○	○	−	−	−
		難燃性素材の使用	○	−	−	−	−
	点検・整備		○	○	○	○	○
	安全衛生教育		○	○	○	○	○
	健康管理	前眼部(角膜・水晶体)検査	○	○	○	−	−
		眼底検査	○	−	−	−	−
その他	掲示	レーザー機器管理者	○	○	○	−	−
		危険性、有害性、取扱注意事項	○	○	○	○	○
		レーザー機器の設置の表示	○	○	−	−	−
	レーザー機器の高電圧部分の表示		○	○	○	○	○
	危険物の持込み禁止		○	○	−	−	−
	有毒ガス、粉じん等への措置		○	○	+	−	−
	レーザー光線による障害の疑いのある者に対する医師の診察、処置		○	○	○	○	○

*1　不可視光（400～700 nm の波長域以外のレーザー光）

*2　JIS 規格 10.6 に掲げるレーザー機器に限り、末端についての措置が必要。

出典：

http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000184700.pdf

参考：JIS C 6802 ： 2011

9.2　放射線の安全対策

放射線、放射性同位元素（RI）及び放射線発生装置を取り扱う際には、放射線防護や安全管理の観点から、遵守すべき様々な法的義務がある。RIや放射線発生装置を実験で使用する場合は、事前に登録手続きが必要となる。放射線安全管理に関する専門的な知識を習得した後、放射線の取扱に関連した規則を遵守し、安全を最優先に実験を計画・遂行しなければならない。

9.2.1 放射線・RI・放射線発生装置の定義

放射線：高い運動エネルギーを持つ粒子（アルファ線、重陽子線、陽子線、ベータ線、電子線、中性子線）と高エネルギーの電磁波（ガンマ線、エックス線）で、直接又は間接に物質を電離する能力を有するもの。

放射性同位元素（Radioisotope: RI）：同じ元素（原子番号）で中性子数が異なる核種の関係は同位体と（isotope）と定義されている。同位体の中でエネルギー的に不安定で、時間とともに放射線を放出しながら安定同位体へと放射性崩壊していく元素。「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（障害防止法）」で定められた濃度および数量をこえるRIは、その取扱いが厳しく制限されている。RIには密封と非密封があり、密封RIの取扱いには外部被曝を、また非密封RIの取扱の際には汚染に気をつける必要がある。

表示付認証機器：放射性同位元素装備機器のなかで設計認証を受けた安全性の高い装置のこと。例えば、核種が Am241 の「アルファ線源　162CE」などがある。原子力規制委員会への届出だけで一般の実験室でも使用可能であるが、放射線及び放射能測定器の校正、動作確認、実験、研究、教育（認証条件）以外の使用目的では使えず、廃棄の際はアイソトープ協会へ引き取ってもらう必要がある。

放射線発生装置：障害防止法では以下の加速装置を放射線発生装置と定義し、設置に条件をつけて許可届出を義務付けている。サイクロトロン、シンクロトロン、シンクロサイクロトロン、直線加速装置、ベータトロン、ファン・デ・グラーフ型加速装置、コッククロフト・ワルトン型加速装置、変圧器型加速装置、マイクロトロン、プラズマ発生装置（専ら、重水素と重水素との核反応を行うものに限る）。上記法律が対象としない放射線発生装置のうち、X線発生装置は電離放射線障害防止規則により規制され、放射線安全管理の対象とされている。

9.2.2 放射線・RIを使用するにあたって

放射線・RI を使用するにあたっては、法令や規則等で登録手続きや安全管理事項が定められている。図 9.1 に要点を図示し、以下、その概要を説明する。

- 法令および学内規則

放射線や RI の取扱いに関しては、放射線障害防止法や電離放射線障害防止規則よって規定されおり、本学もこれらの法令に基づき九州大学放射線障害予防規則を定めている。またこれに基づき、各部局で「放射線障害予防規程」等が定められている。放射線や RI の取扱う者はこれらの法令や規則を守らなければならない。

- 使用のための登録手続き（従事者登録及び教育訓練）

学内および他大学や研究所等に於いて、RI や放射線発生装置を使用する場合、放射線作業従事者登録を行わなければならない。登録の必要条件として、健康診断の受診（問診、血液、皮膚及び眼の検査）と教育訓練~~（新規教育、再教育）~~がある。ただし、管理区域に立ち入って作業をしない者（例：装置内部のみに管理区域が指定されたインターロック付の X 線発生装置の使用者）については、健康診断が免除される。

教育訓練に関しては、毎年 4 月、7 月、10 月に開催されるアイソトープ統合安全管理センター

主催の放射性物質取扱者向け、あるいはX線取扱者向けの新規教育訓練および部局毎の放射線障害予防規程に関する講習会の受講が、法令に基づいた九州大学放射線障害予防規則で義務付けられている。新規教育訓練では、①放射線の人体に与える影響、②放射線およびRIや放射線発生装置の安全取扱い、③関係法令、④放射線予防規程についての講習を受講しなくてはならないが、放射性物質取扱者は、X線発生装置のみの取扱者に比べ、講習内容が多いため、講習時間も長い。

健康診断の受診と教育訓練の受講を経て登録承認された者には、「九州大学放射性同位元素等取扱手帳」（以下「手帳」）が交付される。また、放射性物質取扱者に関しては法令で、1年を超えない期間内に再教育を受講することが義務付けられているため、年度末（1月、2月）に実施される再教育訓練を受講する必要がある。登録手続きの詳細については、研究室責任者ならびに事務部研究協力係にて確認すること。

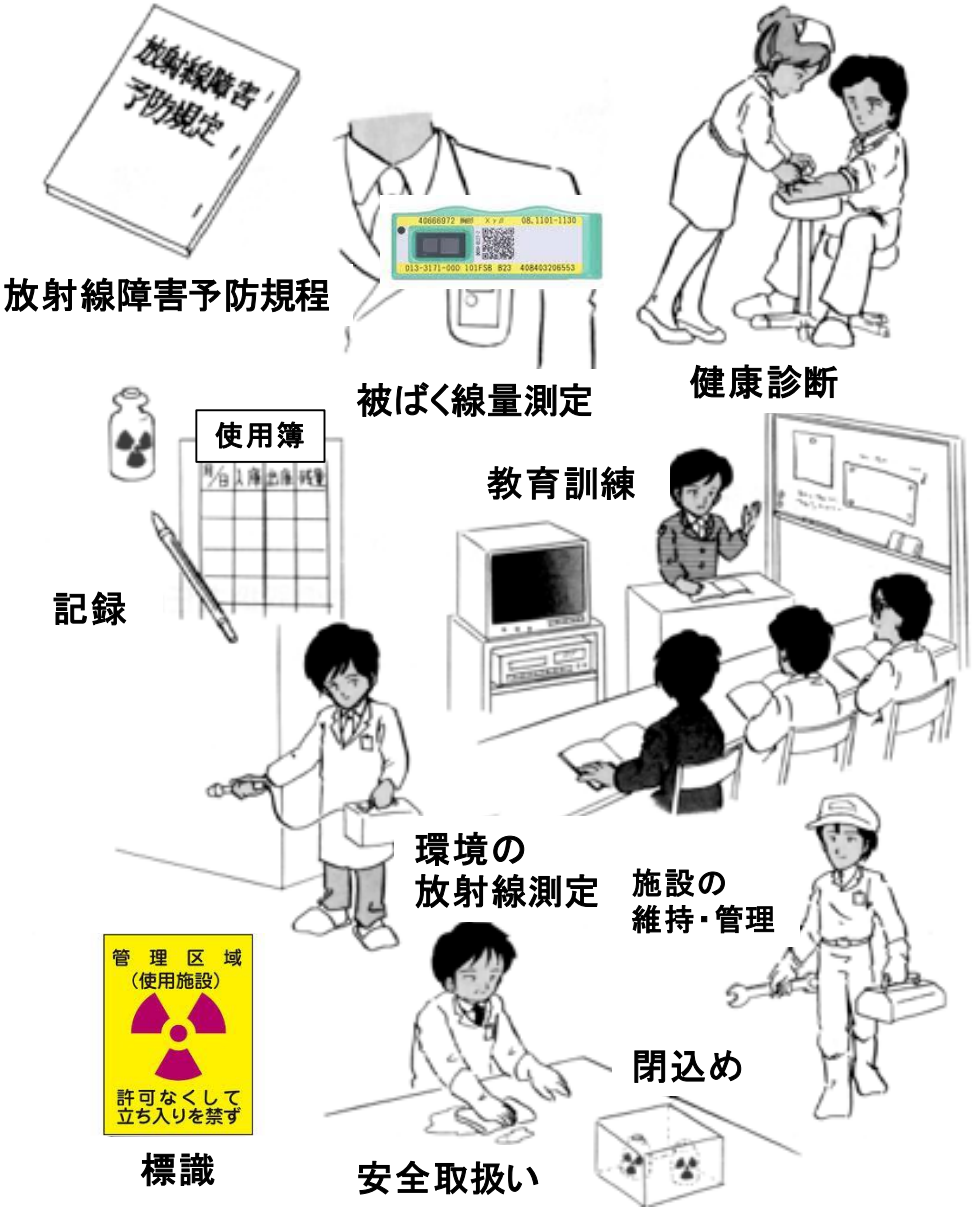


図9.1　放射線安全管理の要点

9.2.3 放射線防護の原則

実験中は放射線をできるだけ安全に取扱って、不必要な放射線を受けないようにすることが大切である。放射線による人体への障害発生を防止し、放射線被ばくから人体を守る放射線防護の立場から、実験者は、(1) 放射線を直接取り扱う人（「取扱者」）の防護と (2) RIの拡散や線源からの漏洩放射線により、放射線を直接取り扱わない周囲の人たちが受ける放射線被ばくの防護の両方を考えなければならない。以下に、外部被ばくと内部被ばく防護の原則を要約しておく。

X線などの外部からの放射線による被ばく防護の３原則は以下のとおりである。

① 遮へい壁その他の遮へい物を用いることにより放射線の遮へいを行う。(遮へい)
② 遠隔操作装置などを用いることによりRI又は放射線発生装置と人体との間に適当な距離を設ける。(距離)
③ 人体が放射線に被ばくする時間を短くする。(時間)

非密封線源（容器に密封されていない溶液、粉末、ガス状の RI）を扱う場合は、上述の外部被ばくに加えて内部被ばくについて考慮する必要がある。RI が体内へ入る経路は、経口摂取、吸入摂取、皮膚（とくに傷口）を経由する摂取がある。その対策としては、

① 取扱いは専用フードの中やグローブボックスなどを用いて行う。
② RI を含む溶液の取扱いにおいては、専用ピペットを使用し、口で吸引してはいけない。
③ 必要に応じて、専用の衣服、帽子、履物、ゴム手袋等の防護用品を使用し、さらに防塵マスクなども着用する。
④ 実験室内の整理整頓を心掛け、飲食、喫煙、化粧は厳禁である。

さらに非密封線源の使用に際しては、放射線防護の点から汚染の発生防止と拡大抑制に特に注意しなければならない。その要点は以下のとおりである。

① 事前に RI を使わない実験（コールドラン）を行い、操作手順を練習し作業に習熟する。
② 実験中でもサーベイメータで随時汚染検査し、小規模の汚染段階で発見・除染する。
③ RI 標識を使って、RI 線源・汚染物と非汚染物を区別する。
④ 廃棄物が生じた際は速やかに分類別に密閉して廃棄物保管庫へ隔離する。
⑤ 実験終了後は必ず汚染検査（床・実験台等の表面汚染検査や体内汚染検査）を行う。

上述のように、放射線を取扱う人（取扱者）、取扱わない周囲の人、これら両方の安全確保のためには、取扱者個人と、取扱う場所およびその周辺の環境が安全であることを定期的にモニタリングする必要がある。下記にこれら放射線安全管理の基本概要を示す。

- 個人の安全管理

管理区域に立ち入って作業をする放射線取扱者は、個人被ばく線量計としてガラスバッジを着用し、外部被ばく線量の測定を行い、累積線量が線量限度を超えていないことを定期的に確認する必要がある。また、空気中放射性物質濃度から内部被ばくを算出し、内部被ばくの恐れがないことも確認する必要がある。放射線取扱者は個人被ばく線量の測定結果や上述の健康診断結果を、手帳に添付することによって記録し、保管しなければならない。

- 環境の安全管理（管理区域、管理区域境界、敷地内）

放射線を使用する管理区域内外の空間線量率を適切なサーベイメータを用いて測定し、法令で定められた限度を越えていないことを定期的に確認する必要がある。また、非密封RI施設の場合は、それに加え表面汚染の測定を直接法（サーベイメータ）あるいは間接法（スミア法）で行う必要がある。

9.2.4 Ｘ線発生装置および認証機器使用時の注意事項

本キャンパス内の主要な放射線発生装置はＸ線発生装置（Ｘ線回折装置や蛍光Ｘ線分析装置など）である。また、表示付認証機器（放射性同位元素が装備されたAm241中和器）も所有している。
以下、取扱い上の注意事項をまとめておく。

(1) 使用場所は常に整理・整頓し、必要以上の測定器・器具類を持ち込まないこと。。
(2) 経験の少ない取扱者は、単独で操作しないこと。
(3) Ｘ線発生装置の使用に際しては、それを管理している「エックス線作業主任者」または「Ｘ線障害防止責任者」の指示に従うこと。
(4) 表示付認証機器の使用に際しては、それを管理している「認証機器責任者」の指示に従うこと。
(5) 認証機器を使用する者は当該機器の認証条件および技術上の基準を遵守すること。
(6) Ｘ線発生装置を使用する際には、ガラスバッジを装着すること。ただし、装置内部のみに管理区域が指定されたインターロック付Ｘ線発生装置を使用する場合には、その限りではない。
(7) Ｘ線発生装置または認証機器を使用する際には、使用記録帳簿に所定の事項を記入すること。（鉛筆記入は不可）
(8) Ｘ線発生装置を使用する際には、使用中を示す表示灯を点灯すること。
(9) Ｘ線発生装置に電圧を印加する前に、ウィンドウのシャッターが閉じているか、あるいは遮へいが十分になされているか確認すること。
(10) 電圧を印加後およびウィンドウを開けた後、遮へいが十分であることを確かめること。特に、古い装置や自作の装置などを使用する場合は、運転中および前後に適切なサーベイメータ（電離箱式、NaIシンチレーションサーベイメータ等）でＸ線の漏洩の有無を確認すること。
(11) 取扱者は、人体の受ける外部被曝線量をできるだけ少なくするように、最も適した遮へいを行うこと。
(12) 事故発生の場合または装置に異常を認めた場合は、直ちに電源を切り、直ちにＸ線の発生を停止して、Ｘ線障害防止責任者に連絡し指示を受けること。Ｘ線の被ばくを受けたと思われる場合も、同様な処置を講ずること。

9.2.5 学内外の放射線施設利用に際しての注意事項

学内の他の放射線取扱施設又は他大学若しくは研究所等において、RIや放射線発生装置を使用した実験を行う場合は、各施設で実施される法令で定められた教育訓練や安全教育を受講しなければならない。なお、学外施設利用の際の個人被ばく線量管理は学内で使用するガラスバッジを持参し

て行うために、学内のいずれかの取扱施設に登録済である必要がある。詳細は研究室責任者ならびに事務部担当係にて確認すること。

9.2.6 参考資料

- 九州大学放射性同位元素等取扱手帳
- 九州大学大学院総合理工学府等放射線障害予防規程および予防内規
- 「大学等における放射線安全管理の要点」大学等放射線施設協議会編集、丸善（1998）
- 「放射線安全取扱の基礎（第２版）」西澤邦秀編、名古屋大学出版会（2004）

第10章　計算機の安全管理及びネットワークセキュリティ

実験器具がコンピューターに接続されているような場合を除いて、コンピューターやネットワーク利用によって人命が直接危険にさらされる事ということは確かに少ない。そのため、ともすればコンピューターの利用に際しては、安全に気を配らない安易な利用が行われがちである。しかしそのような利用が、貴重なデータの損失やシステム障害など、研究教育活動に対して深刻な損害を引き起こす可能性は大きい。

特に、ほとんど全ての計算機をネットワークに繋げて使用する現状では、障害は簡単に世界中の非常に広範囲に及び、極めて大きな損害を与えることも多い。また、自分では不正アクセスを行なっているつもりがなくても､自分の使用している計算機のセキュリティのチェックを怠っていると、その計算機をのっとられて踏み台にされ、不正アクセスの手助けをしてしまうことが起こる。このような計算機ののっとり（正確にはクラッキングという。あるいは俗にハッキングと言われることもある｡）はプログラムによって自動的に走査して行なわれるため､自分の計算機などは見つからないのではないかなどとは決して思ってはいけないのである。また、一度セキュリティの対策を施したとしても、それでその後ずっと安心できるわけではない。セキュリティの弱い場所（セキュリティホールと呼ばれる）は次々と新しいものが見つけられ、クラッカーは新たなセキュリティホールを攻撃してくるので、対策も常に最新のものを導入していかないと、対策の意味が半減してしまうのである。

このように、計算機を扱う時には、自分では意識していないうちに広範囲に障害を与えかねないこと、進歩が著しく状況が日々変化していくことを肝に命じ、実験器具や薬品を扱う時と同様、あるいはそれ以上の細心の注意をはらう必要がある。

10.1　計算機のハードを取り扱う上での注意

(1) 計算機は衝撃や振動に弱いので、丁寧に取り扱う。
(2) 稼働している計算機の電源をいきなり落とすと、システムに致命的な障害を与えることがある。電源を切る前には決められたシャットダウン手続きを行なうこと。停電が予定されている時はあらかじめシャットダウンして電源を落としておく。
(3) 計算機の中には高電圧がかかっている部分がある。メモリの増設など中を開けて作業する時には、あらかじめ電源プラグを抜いておく。
(4) 喫煙や飲食などが禁止されている計算機室内では、禁止されている行為を絶対に行なわない。計算機は塵や水に弱いため、故障の原因となる。
(5) プリンタなどで特殊なインクなどを使っている機器においては使用済みカートリッジなど廃棄物の取り扱いに注意する。
(6) ディスプレイ装置（VDT）の前での長時間の作業は、目を痛める原因となるので、適度の休息をとりながら行なう。
(7) ハードウェアを取り扱う時には、セーターなどは脱ぎ、アースバンドを使用するなど、静電気に注意して作業する。計算機は静電気に極めて弱い。

10.2 PCを利用するときの注意

この節以降では計算機の利用形態に応じて利用上の注意を述べていくが、研究や学習における計算機の役割が大きくなっている現状において、PCを用いないことはまずあり得ない。その意味でこの節での注意点は、最低限、全ての人が常に心がけておくべきことである。但し、PCを一人で占有して使用することは、そのPCの管理者となることも意味するので10.4節で述べる「管理者としての注意」に心がける必要も出てくる。

10.2.1 利用の基本

(1) 許可の無いコンピューターへのアクセスは絶対にしない。アクセスを試す事自体が使用規則で禁じられている行為であり、実際にコンピューターの権限を不正に使用する事は犯罪行為である（不正アクセスの禁止等に関する法律：平成12年施行)。

(2) 障害と思われる状況時には、管理者に届ける。その際、次のような情報を伝える事が望ましい。

What	どんな障害が起こったのか
When	いつ、どのくらいの期間か、周期的な発生の場合はその周期
Where	どのマシンでか、ネットワーク関連ではどこからどこへの接続か
Who	自分だけの障害か、他の人も同様なのか
Why	操作を行った理由・意図
How	操作手順

また、ネットワーク接続のうち、どの種類の通信（表10.1）が可能かわかると、障害復旧に役立つ場合がある。

(3) ネットワークの関係した障害では、多くの要因があり複数の管理者が関係している場合がある。例えば、「メールが読めない」と言う障害では、(a) 自分が使っているマシン、(b) ネットワーク、(c) メールサーバー、などの要素が考えられる。このような場合、まず自分が使っているマシンの管理者に連絡し、その指示に従う。

(4) OS、プログラムのバグが発見された場合には、速やかに対応する措置（対応するサービスの停止、修正プログラムの適用）を行う。修正の施されていないPCはクラッカーから真っ先に狙われるものと心得た方がよい。

(5) 特にWindowsが動いているコンピューターでは、ウィルスチェックソフトをインストールしておくことが望ましい。(10.2.4節参照のこと）少なくとも定期的に、無料のオンラインスキャンでチェックすること。

(6) 多くのトラブルに対して、定期的なバックアップが最も基本的で有効な対策となる。特に、データや自分で作ったプログラムなどは、もし破損した場合、バックアップ以外に修復の方法はない。

その他日頃から関連ハードウェア、ソフトウェアに関する最低限の知識の取得に努めてほしい。

表10.1　主なネットワークプロトコル

SMTP	主にメールの配信に使われる。smtpサーバーはsmtpクライアントからの送信に従い、メールを宛先まで配信する。
POP	主にPCでのメールの受信に使われる。メールは一旦popサーバーで受け取られ、随時PC（popクライアント）がサーバーから受信する。
APOP	popの改良版で、パスワードのやり取りを暗号化して行う。
DNS	ホストネーム（例：www.kyushu-u.ac.jp）とIPアドレス（例：133.5.1.2）の変換を行う。IPアドレス指定で通信が出来るが、ホストネーム指定で通信が出来ない場合、この通信が出来ていない事が多い。
~~Telnet~~	~~遠隔マシンに対してコマンドを送り結果を受け取る。~~
SSH	遠隔マシンに対してコマンドを送り結果を受け取る（暗号化した通信を行う）。
FTP	遠隔マシンに対してデータファイルを送受信する。（暗号化はSFTP）
LPR	リモートプリンターへの出力を行う。
HTTP	主にホームページ(Webページ、Wor1d Wide Web(WWW)文書)の送受信に用いられる。

10.2.2 著作権侵害

有償ソフトウェアを無許可で複製･インストールしないこと。不正コピーは著作権の侵害である。フリーソフト（料金不要のソフトウェア）といえども、著作権を有する者の同意なくしてソフトウェアを使用・複製・改変してはならない。九州大学では、著作権侵害等の違法行為や個人情報等の情報漏洩を招きかねないファイル交換ソフトウェア（いわゆる P2P）の使用も禁止している。禁止されているソフトはWinny、 WinMX、 Share、 Gnutella 等様々な亜種もあるので、情報統括本部のホームページ(http://www.sec.kyushu-u.ac.jp)で最新情報を確認されたい。

10.2.3 電子メールを使う上での注意

電子メールは日常的に使われるものであり、PCの利用の中でもメールの占める割合は一般的にかなり高いと思われる。しかし、そのせいもあって計算機のウィルス感染の90%はこのメールに伴うものと報告されている。ここでは、メールを使用する上での注意をまとめる。特に、コンピュータウィルスの多くがメール（特に添付ファイル）を経由して感染することを考えると、ウィルスに対しては細心の注意を要する。

(1) 当然の事であるが、大学内のメールアカウントは研究目的に使う事。私用のものについては、自分で大学外に取得する。

(2) 半角カナや機種依存文字（「①」、「②」、…や、「Ⅰ」、「Ⅱ」、…や、「㍉」、「㎏」、「㈱」など）は、差出先で読めなくなる事があるので使わない。

(3) POPでメールを読んでいる場合には、サーバーにメールを残す設定をしない。あまりに多くのメールがサーバーに貯まるとサーバーが不安定になり、自分や他人のメール読み出しに迷惑をかけることがある。

(4) 特に必要のある時を除いて、テキスト形式（添付でない普通のメール）で送ることが望まし

い。どうしてもレイアウトが必要な文書にのみワープロ文書などの添付ファイルとして出すようにする。さらに、HTMLメールはウィルス感染の経路ともなり得るのでできる限り使用を避ける。メールソフトは、標準でHTML形式のメールを作成せず、HTMLメールを自動で展開しないように設定しておく。

(5) 添付ファイルは文字コード化を行なってメールとして出される。文字コード化の方法はBASE64（主にWindows)、BinHex（主にMac)、uuencode（主にunix系）など複数あり、適切な処理をしないとファイルが壊れるので、本文にコード化の方法を書くのが望ましい。

(6) 大きいサイズのファイルを添付ファイルとして差し出してはいけない。大抵の場合、5 MB程度までは大丈夫なことが多いが、この制限値はサーバーによって異なるので、あらかじめ確認しておくこと。ここで気をつけなければならないのは、自分の使うメールサーバーだけでなく、送り先の制限もクリアしなければならないことである。制限を越えた大きなメールを送りつけて相手方のメールサーバーをダウンさせてしまうこともある。大きなファイルのやり取りには九大ファイル共有システムProselfを利用するとよい。

(7) 不審な添付ファイル（知らないアドレスから届いた、添付ファイルのファイル名の意味がわからないなど）は、ウィルスの可能性が高いため絶対に開かない。なお、一部のソフトでは自動で添付ファイルを開く設定が出来るが、決してそのような設定にはしない。

(8) ウィルスはなくとも、奇怪なメッセージ（口コミ情報・救援募金・懸賞当選・恋人紹介・ネズミ講など）には対応しないこと。重要な個人情報（銀行口座やクレジットカード番号など）をだまし取るフィッシング詐欺やスパイウェアが横行している。

(9) 卒業などでアカウントが無効になる場合には、それ以前にメーリングリスト退会や登録情報の変更を必ず行なう。

10.2.4 WWWブラウザーを使う上での注意

Internet ExplorerやFirefoxなどのWWWブラウザーは、メールと並んでほとんどの人が日常的に使用するものと思われるが、やはりウィルスなどのトラブルの原因となることも多い。

(1) 重要な情報の送信は極力避ける（Fax、電話や郵便の利用）か、あるいはSSL暗号通信に対応したページで行なう。

(2) ホームページを閲覧しただけでウィルスにかかる場合があるので、Javascript、Java、ActiveXなどの機能は無効にするかその都度使用時に許可する設定が望ましい。

(3) プロクシーはキャッシュなどの公正な目的にのみ使い、決してアクセス元の隠蔽などには使わない。

(4) 学術論文データベースでは、通常、大量のデータをダウンロードする事は契約で禁じられているので、そのような危険性のあるものは導入しない。インターネット接続を「加速」するソフトが先読みとして同様の事を自動で行なってしまい、ドメイン全体からのアクセスが制限されてしまうケースが実際にあった。

10.2.5 セキュリティ対策

九州大学情報統括本部のホームページからセキュリティ対策ソフトウェアを提供しているので、

必ず適切なセキュリティ対策ソフトをインストールすること。

九州大学情報統括本部では「情報セキュリティ安全対策」などのマニュアルが発行されている。下記の URL 情報なども参考にして、計算機・ネットワークの安全性向上に努めるべきである。また、万一情報セキュリティの被害・加害事故が発生した場合、発見者は速やかに情報統括本部九大 CSIRT へ通報する義務がある。http://www.sec.kyushu-u.ac.jp/

10.3 サーバーを一般利用者として利用するときの注意

計算用のスーパーコンピューターや各種サーバー類など、複数の人間がログインするコンピューターを使用する場合、さらに次のようなことにも気をつけなければならない。

(1) パスワードの管理に気をつけること。特に多くのコンピューターを使う場合、複数のパスワードを使う事が望ましいが、忘れてしまいがちであるので注意する。英単語や字数の少ないパスワードは簡単に破られてしまうので、パスワードとして用いるべきではない。大文字・小文字・数字・記号を混ぜることが望ましい。一旦パスワードを破られると、自分だけでなく他のユーザーや他の計算機にも損害を与えてしまう。(不正アクセスはもちろん違法行為であり、処罰の対象となる。)

(2) 障害時に備えて、使用するコンピューターの管理者を把握しておく。

(3) 使用上どのような制限がかけられているかについて熟知し、その制限を破らないように注意する。

(4) 自分が常にどのような計算資源を使っているのかを定量的に把握しておく。これは共用ディスクを使いきってコンピューターをダウンさせたり、メモリを使い切って他の利用者に迷惑をかけることを避けるためである。

(5) 特に課金が生じる資源(スーパーコンピューター、データベースなど)の利用は、予め管理者に相談をしてから計画的に利用する。また利用中は課金はもとより、その詳細(接続時間、ディスク使用量等)に常に注意を払う。

10.4 管理者としての注意

複数ユーザーの使用する各種サーバーの管理者(ルートユーザー)となる場合、その権限が大きいだけにその不注意から起こり得る障害も重大となるので、細心の注意を要する。かつてはSUNを代表とするワークステーションなど高価なものが多かったが、現在はLinuxやFreeBSDなどPC－Unixなどの形で安価に導入できるだけに、ともすれば安易な管理が行なわれやすくなってしまっているようにも見える。なお、一般のPCも個人で占有している場合には、その人がそのPCの管理者であるという面もあり、その心得を知っておく必要がある。広く使われているWindowsやMacintoshでもデフォルトで提供されるサービスについて、ワークステーションの管理者に近い知識を持ち、注意を注がなければならない。

(1) 日頃から管理対象のコンピューターおよび関連するネットワークの状態を把握しておく。具体的には、

- ユーザーアカウント（使われてない物は消す）
- CPU、メモリ、ディスク、その他周辺機器の使用状況
- OSやインストールされているアプリケーションの種類・バージョン、またその設定の記録。
- ネットワークに接続する場合には、ホストネーム、IPアドレス、DNSアドレス、ゲートウェイアドレスなど必要な設定項目。
- コンピューターが接続されているネットワークの大まかな構成、ファイアウォールなどがある場合にはその設定状況。

(2) 周辺の関連する設備の管理者（ネットワーク、メールサーバー、基盤センターその他ログイン先）を把握し、連絡が取れるようにしておく。

(3) 長期間大学に来ない場合には、障害時に備え、連絡先を研究室の関係者に伝えておく事が望ましい。

(4) 24時間使う必要の無いマシンは、使用しない時に電源を落としておく。

(5) 可能な限り、アクセス制限をかける事。特に学外からのアクセスに対して、IPアドレス等による制限（決まったアドレスのみの通信を許可するなど）をかける事が望ましい。

(6) アクセスに対してログを取る設定を行い、定期的に調査する。

(7) 必要の無いサービスは立ち上げない。特にメール配送を行うサービス（SMTP）は、迷惑メール送出の「踏み台」にされる恐れもあるので、本当に必要な場合のみ立ち上げる。

(8) 特に外部と通信を行う場合、APOP、SSHなど暗号通信を用い、パスワード盗聴に対する対策を行う事が望ましい。またワンタイムパスワードの使用も推奨される。

(9) OS、プログラムのバグが発見された場合には、速やかに対応する措置（対応するサービスの停止、修正プログラムの適用）を行う。

⑽ バックアップを定期的に行なう。

⑾ その他日頃から関連ハードウェア、ソフトウェアに関する知識の取得に努める。

第 11 章　遺伝子組換え実験、研究用微生物の取り扱い及び動物実験

11.1　はじめに

遺伝子組換え実験や研究用微生物の取り扱い及び動物実験は研究者自身による倫理や自主規制に基づいて実施されてきた。しかし実験方法の汎用化や社会的影響の増大に伴って法律による規制が求められるようになった。特に遺伝子組換え実験に関しては従来の文部科学省告知「組換え DNA 実験指針」から罰則の伴う「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（カルタヘナ法。平成 16 年 2 月施行、平成 25 年 12 月 13 日最終改正)」に移行し、同規制を受けることとなった。また多くの遺伝子組換え実験は研究用微生物を用いて行われることからその取り扱いの知識、技術も身につける必要があり、研究用微生物を取り扱う際には、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（感染症法；平成 11 年 4 月施行、平成 26 年 11 月 21 日最終改正)」を遵守しなければならない。

「動物の愛護及び管理に関する法律（昭和 54 年 4 月 7 日施行、平成 25 年 8 月 2 日最終改正）は動物の虐待等の防止について定めた法律であり、実験動物を飼養保管し、動物実験に供する際は本法律を遵守するものとする。

11.2　遺伝子組換え実験

九州大学において遺伝子組換え実験を実施する者は、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法)」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」等の法令、並びに「九州大学遺伝子組換え実験指針」、「九州大学遺伝子組換え実験安全管理規則」及び「九州大学遺伝子組換え実験安全管理細則」を遵守する。

遺伝子組換え実験は認可された（拡散防止措置を講じた）実験室以外では行ってはならない（P1 を除く）。また、実施にあたっては、

・実験承認を得ること。
・教育訓練を受講した者だけが行うこと。
・許可された実験室内で組替え生物の取り扱いから不活化まで行うこと（原則的に)。

これら 3 点を基本原則とし、法律を遵守すること。

(http://ura.kyushu-u.ac.jp/dna/)

(1) 遺伝子組換え実験は、本学の遺伝子組換え実験に関する規則等に基づき、所属部局長を通じて総長に実験計画書を提出し、その審査を受け、承認を得ること。安全性が不明な遺伝子組換え実験は、大臣の確認が必要となる可能性があるので注意すること。
(2) 実験を行う者は、本学の遺伝子組換え実験に関する規則等に基づき、月 1 回程度実施される教育訓練を受けてから実験に従事すること。また 5 年に 1 回の再教育訓練を受けること。
(3) 実験従事者は、本学の規則等に決められた健康診断を定期的に受診すること。
(4) 実験責任者は、実験報告書を実験終了又は中止時に総長に提出すること。
(5) 組換え生物等を譲渡し、または譲渡を受けた場合には、両機関で情報提供を行い、譲受完了

後には総長へ報告すること。

(6) 哺乳類、鳥類、爬虫類に属する動物を用いて実験を行う場合は、動物実験委員会に動物実験申請書を提出し、その審査を受け、総長の承認を得ること。。

カルタヘナ法については以下を参照すること。

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/about/

11.3 研究用微生物の取り扱い

研究用微生物の取扱いに当たっては、下記の事項を遵守しなければならない。

(1) 研究用微生物の取扱いに当たっては、安全確保に配慮するとともに、病原微生物に係る必要な知識、技術を備えること。

九州大学研究用微生物安全管理規則

(http://ura.kyushu-u.ac.jp/dna/biseibutu/biseibutukisoku.pdf)

九州大学研究用微生物安全管理細則

(http://ura.kyushu-u.ac.jp/dna/biseibutu/biseibutusaisoku.pdf)

(2) 研究用微生物の取扱いに当たっては、本学の研究用微生物安全管理規則に基づき、微生物のバイオセイフティーレベル（BSL）に応じて管理部局長に届け出るか、管理部局長を経て総長に申請しその承認を得ること。

(3) 実験を行う際には、本学の研究用微生物安全管理規則に基づき、教育訓練及び健康診断を受けた後、それぞれの実験バイオセイフティーレベルに応じた設備を用いること。

(4) 特定病原体等を用いて実験する場合は事前に施設の認可を得ること。

(5) 研究用微生物は、それぞれの BSL 分類に応じた消毒滅菌方法により処理すること。

(6) 実験従事者は本学の研究用微生物安全管理規則に定められた健康診断を定期的に受診すること。

11.4 動物実験

九州大学において実験動物の飼養・保管及び動物実験を実施する際は、「動物の愛護及び管理に関する法律」、「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」、「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」、「九州大学動物実験規則」及び「九州大学動物実験細則」を遵守すること。特に安全面においては、人獣共通感染症、アナフィラキシー、咬傷、掻傷等に充分注意し、動物実験マニュアルに記載されている内容を参照すること。

(http://ura.kyushu-u.ac.jp/animal/)

(1) 動物の愛護及び管理に関する法律（昭和４８年法律第１０５号)、実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準（平成１８年環境省告示第８８号)、研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針(平成１８年文部科学省告示第７１号)、九州大学動物実験規則、その他の動物実験等に関する法令等に基づき適正に取り扱うこと。

(2) 動物実験及び実験動物の飼育保管等に携わる者は、あらかじめ教育訓練を受けた上で、総長に対し、実験従事者の登録の申請をすること。

(3) 動物実験に携わる者は、動物実験の開始前に、動物実験申請書を、所属部局長を経て総長に提出し、その承認を得ること。また、動物実験計画を変更するときは、動物実験計画変更承認申請書を、所属部局長を経て総長に提出し、その承認を得ること。

(4) 動物実験計画の立案に当たっては、実験動物を使用しない方法について十分検討し、~~必要性を考慮して~~実験動物を使用する場合には、動物福祉の精神に沿った適正な動物実験を実施し、動物実験を研究目的達成のために必要な範囲にとどめるよう努めること。

(5) 実験動物の選択に当たっては、実験目的に適した動物種の選定、実験成績の精度及び再現性が十分に得られる必要最小限の実験動物の適正な数並びに遺伝的及び微生物学的な品質に留意し、必要に応じて検疫を行うこと。

(6) 実験操作に当たっては、適切な保定や麻酔等の手段によって、実験動物に無用な苦痛を与えないよう最大限の努力を払うこと。

(7) 実験終了後、実験動物の終生飼養を行わない場合は、できるだけ速やかに安楽死の処置を行うこと。

(8) 実験動物の死体、廃棄物等は、焼却等の最終処理に至るまでの間、環境汚染の原因とならないよう最大限の努力を払うこと。

(9) ~~核燃料物質や~~放射性同位元素、劇物、毒物等の有害な物理的・化学的な材料又は病原体を取扱う等、安全管理に特に注意を払う必要のある動物実験を実施する場合には、関係法令並びに該当する学内規則を遵守し、実施する者のみならず、周囲の人と動物の安全を確保するとともに、環境汚染の防止に努めること。

⑽ 麻薬、向精神薬を使用する場合は、法に基づき承認を得た上で適切に使用すること。

⑾ 動物実験を行うに相応しく適切に維持管理された施設及び設備を用いて実施するよう最大限の努力を払うこと。

⑿ 動物実験責任者は、動物実験を終了又は中止した場合は、当該動物実験の実施の結果について、速やかに所属部局長を経て総長に報告すること。

⒀ 動物実験実施者等は、動物実験等において、感染、環境汚染その他の事故が発生したときは、直ちに部局長に通報すること。

⒁ 遺伝子組換え動物等を使用する実験は、別途、事前に九州大学遺伝子組換え実験安全委員会へ所定の手続きを行うこと。

⒂ 実験終了後も実験室、動物材料などの最終的な処理が終了するまで、実験者は責任を持つこと。

⒃ 実験動物の飼養又は保管に従事する者は、科学的観点及び動物愛護の観点から、実験動物の生理、生態、習性等を考慮し、適正な給餌及び給水を行い、常に健康状態を観察し、必要に応じて適切な処置を施すとともに、安全確保に努めること。

11.5　問い合わせ先

【事務局】

部・課・係名	電話番号/内線	メールアドレス
総務部環境安全管理課安全管理係	092-802-2387 伊都(90)2387 時間外 090-9952-5758 （公用）	gjgseimei@jimu.kyushu-u.ac.jp

【部　局】（遺伝子組換え実験、研究用微生物の取扱い及び動物実験の事務担当係）

部・課・係名	電話番号/内線	メールアドレス
【比較社会文化研究院】 地球社会統合科学府等事務部庶務係	092-802-5762 伊都(90)5762	hbssyomu@jimu.kyushu-u.ac.jp
【理学研究院】 理学部等事務部学術企画係	092-802-4007 伊都(90)4007	rixkenkyo@jimu.kyushu-u.ac.jp
【医学研究院・歯学研究院・薬学研究院・生体防御医学研究所・病院・循環器病未来医療研究センター・先端融合医療創成センター】 医系学部等事務部学術協力課生命倫理係	092-642-6772 病院(91)6772 病院(91)6774 病院(91)7134	ijkanimal@jimu.kyushu-u.ac.jp
【工学研究院・バイオメカニクス研究センター・稲盛フロンティア研究センター】 工学部等学術研究支援課学術推進係	092-802-2790 伊都(90)3890	koegsuisin@jimu.kyushu-u.ac.jp
【芸術工学部】 芸術工学部事務部総務課企画・広報係	092-553-4570 大橋(95)4570	gkskenkyo@jimu.kyushu-u.ac.jp
【農学研究院・生物環境利用推進センター】 農学部事務部戦略企画係	092-802-4507 伊都(90)4507	noxsenryaku3@jimu.kyushu-u.ac.jp
【先導物質化学研究所】 筑紫地区事務部庶務課研究協力係	092-583-7917 筑紫(93)7917	srskenkyu@jimu.kyushu-u.ac.jp
【先端医療イノベーションセンター】 病院事務部研究支援課運営支援第二係	092-642-4982 病院(91)4982	mdtsien@jimu.kyushu-u.ac.jp

【アイソトープ統合安全管理センター】 アイソトープ総合センター病院地区実験室	092-642-6194 病院(91)6194	rimed-info@ric.kyushu-u.ac.jp
【基幹教育院】 学務部基幹教育課運営支援係	092-802-5921 伊都(90)5921	gazsomu@jimu.kyushu-u.ac.jp
【カーボンニュートラルエネルギー国際研究所】 I2CNER 研究支援・国際連携グループ	092-802-6934 伊都(90)6934	wpikenkyu@jimu.kyushu-u.ac.jp

第 12 章　事故が発生したら

12.1 事故発生時の対応

12.1.1 事故状況の把握と対処

事故・災害などで人身事故が発生した場合、慌てずに落ち着いて、安全に、迅速に、単純に対処する。事故が発生したら、以下の手順で対処する。

① 事故状況の把握
② 参加者の安全確保・安否確認
③ 救護者の安全確保
④ 被災者への接近
⑤ 救護者・被災者の安全確保
⑥ 被災者の傷病状況確認
⑦ 119 番通報あるいは医療機関への被災者の搬送
⑧ 救急蘇生（ファーストエイド、一次救命処置）

事故・災害に対しては決して一人で対処せず、

- 全体を統括して指示を出すリーダー
- 被災者の救急蘇生にあたる者
- 事故や災害の被害拡大防止に対処する者
- 119 番通報や医療機関などに連絡する者

などに手分けをして対応する。原則として科目責任者がリーダーとなるが、科目責任者自身が被災することもある。したがって、事前に定めた役割分担で対処できない場合は、予備の役割分担に切り替えるか、状況に応じて現場でリーダーおよび補助者の役割を決めて対処する。

参加者以外で、周囲から救助者を集めることができる場合、周囲から応援を求める。

(1) 事故状況の把握

事故の状況をできるだけ素早く正確に把握する。

(2) 参加者の安全確保・安否確認

事故現場の危険性・安全性を確認し、状況に応じて参加者を避難させ、参加者の安全を確保し、参加者の安否を確認する。

(3) 救護者の安全確保

被災者を直接救護するにあたっては、自分たちの能力で可能か、二次被害に巻き込まれる恐れはないかなど安全確保を第一に冷静な判断を行う。被災者の救護に当たる場合、まず自分（救護者自身）の安全を確保する。救護を行う場合、救護者自身の安全確保が第一義の命題である。

(4) 被災者への接近

救護者の安全が確保された後、被災者への接近方法について検討する。被災者への接近が安全に行えると判断されれば、被災者に接近する。被災者への接近の安全性が確保できない場合は、被災者へ接近せず、119 番通報して消防署などの救命専門機関の救援を待つ。

(5) 救護者・被災者の安全確保

被災者に接近した後、必要に応じて、救護者および被災者の安全が確保できる場所に移動する（13.2 「被災者の安全確保と体位」参照）。

(6) 被災者の傷病状況確認

被災者に声を掛け、意識（反応）を確認する。119 番通報あるいは早急に医療機関に搬送するべき症状には、以下のようなものがある（東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策 WG, 2011）

- 意識がない、またはぼんやりしている（大きな声で呼びかけても返事が鈍いなど）
- 呼吸が弱い、または呼吸が荒く早い
- 激しく咳き込んでいる
- 顔面が蒼白、冷汗をかいている
- なまあくびをしている
- 出血が多い（圧迫しても止まらない
- 四肢に麻痺（運動障害）がある
- 骨折・脱臼が疑われる
- 広い範囲のやけど（上肢全体、下肢の半分以上、体幹の 1/4 以上）
- 火炎による顔のやけど
- 眼の傷害

(7) 119 番通報あるいは医療機関への被災者の搬送

救助、搬送が必要な際は救援を要請する。【 救急１１９　警察１１０　海難１１８】

119 番通報による救助要請にあたっては、主に次のようなことを聞かれるので、正確に内容を伝える。

- 火災か救急か
- 事故か急病か
- 誰がどうしたか（事故の状況）
- 被災者の性別・年齢
- ケガなどの状況・意識の有無
- 通報者の名前・電話番号

携帯電話からは必ずしも直近の消防本部などに繋がるとは限らないため、落ち着いて現場の位置（住所または必要に応じて目標物、目印、地形など）をできるだけ正確に伝える。119 番通報を終えたら、以下の手順で救急車対応する。

- 救急車を待つ。

  救急車対応できる救護者がいる場合は、事故現場付近の目標物付近や目立ちやすい場所に出て、救急車を待つ。救急車対応できる救護者がいない場合は、事故現場付近の目標物付近や目立ちやすい場所に事故現場であることが分かる目印を置く（その内容は119番通報時に伝えておく）。
- 救急車が到着したら、次のことを報告する。
  - 救急車が到着するまでに行った手当の内容
  - 救急車が到着するまでの被災者の状態
- 救急車に同乗する。

  救急車対応できる救護者がいる場合は、救護者も救急車に同乗する。

(8) 救急蘇生（ファーストエイド、一次救命処置）

被災者には、必要に応じて救急蘇生（ファーストエイド、一次救命処置）を行う。救急蘇生は、第13章に記載の救急蘇生法に従って実施する。119番電話を通じて救急蘇生の指導がある場合、その指示に従う。

12.1.2 大学への連絡、現地での事故後の対応

科目責任者（またはリーダー、以下リーダー）は、事故発生にあたって参加者の安全確保、被災者の救助を優先した後、部局学生担当係の緊急時連絡対応者（実施届（様式２）に記載）に連絡を入れるよう手配する。

連絡の際には、緊急連絡である旨を明確にした上で、事故状況

- 被災の日時・場所
- 被災者の氏名（学生か職員か）
- 事故の態様
- 被災者の容体
- 被災者の搬送先
- リーダーの氏名
- 連絡担当者の氏名
- 連絡担当者の連絡先（常時連絡できる電話など）

などを伝える。リーダーは記録者を定め、

- 事故発生
- 対応
- 連絡
- 医療機関における対処

などについて関連の記録（内容、時刻など）を残す。

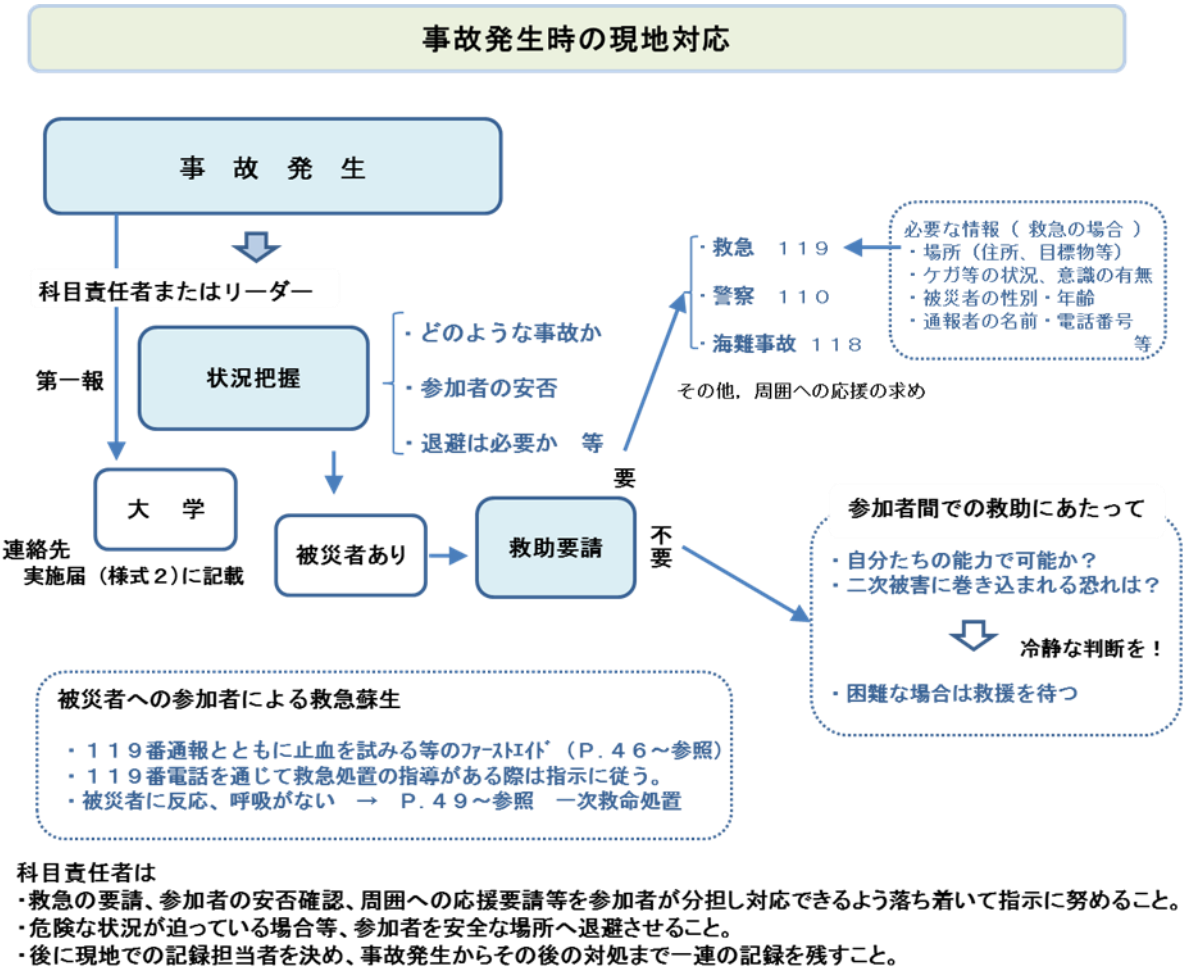


図 12.1 事故発生時の現地対応

12.2 事故発生からの大学の対応

12.2.1 第一報の受信にあたって

① 第一報を受けた部局学生担当係の緊急時連絡対応者は、次のことを確認のうえ、部局内の緊急連絡網により部局長（管理責任者）に伝達する。

- 事故の態様
- 被災の日時・場所
- 被災者の名前（学生か職員か）
- 容体、搬送先
- 連絡担当者の名前
- 常時連絡のつく電話番号 など

② 部局長（管理責任者）は、常時連絡のつく手段を確保する。

③ 当該部局は、死亡事故、被災者が重体であるなどの重大な事故にあたっては、直ちに部局内に対策班を設置し、大学本部連絡対応者（学務企画課課長補佐）および保護者に連絡する。

【連絡先】業務時間内：092(802)5912　　業務時間外：別途、各部局に通知

④ 大学本部連絡対応者は緊急連絡網に従い、本部内の関係者を通じて教育担当理事及び総長に必要な報告を行う。

12.2.2 対策班の設置

① 被災者の死亡、あるいは、被災者が重体であるなどの重大事故に対して、管理責任者は部局内に対策班を設置するほか、事故の状況により大学本部内でも必要に応じた体制を取り、部局との協議のうえ対応にあたる。

② 事故後の対応の妨げとならぬよう、大学・現地・保護者間の連絡は原則として対策班に一元化する。

③ 対策班は第一報以降も現地の情報収集に努め現地への指示を行うほか、必要な救援に関し現地や大学本部とも相談のうえ対策を講じる。

④ 対策班は当該事故等に係る一連の記録を残すとともに学内関係先に適宜情報提供を行う。

⑤ 対策班は被災者の保護者に対して、きめ細かな情報提供などに努める。また、必要に応じて参加者の保護者にも連絡を入れる。

⑥ メディア対応が必要な場合は、大学本部（総務課）が行う。

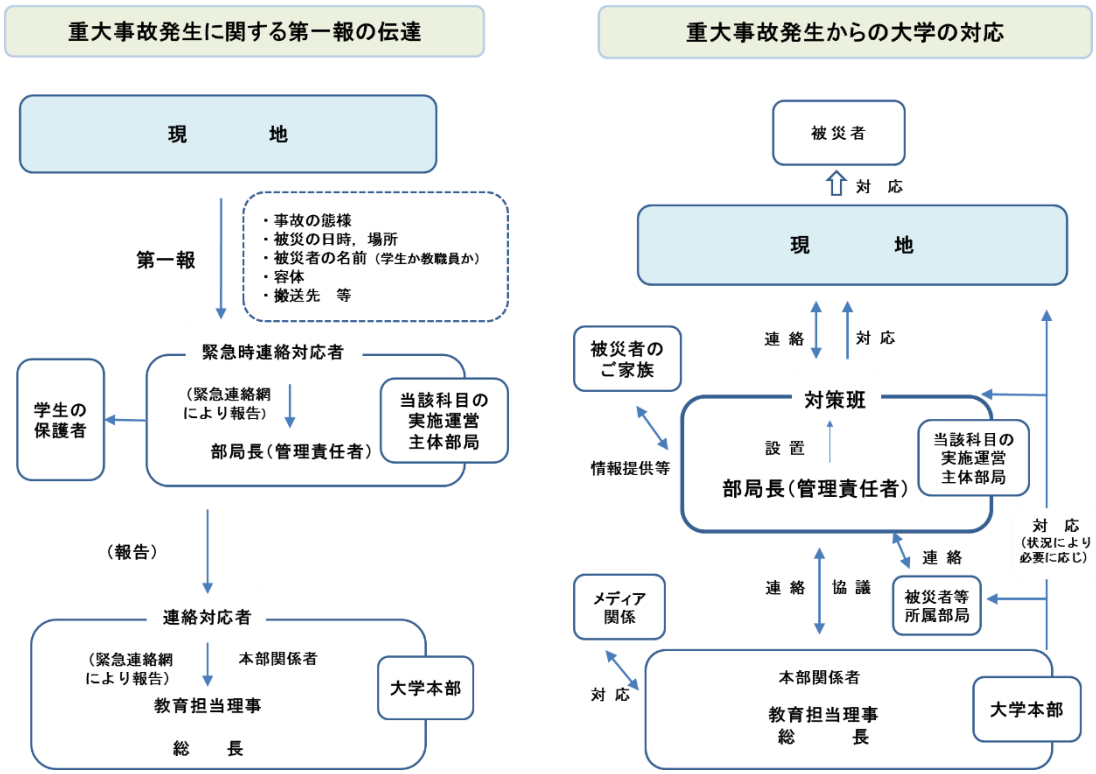


図 12.2 重大事故発生時の連絡･対応体制

12.2.3 その他

軽微な事故などについても、部局内において報告書の提出などを義務付けることが望ましい。

12.3　緊急時の心得

身体の安全を第一に考え、落ちついて対処すること。

緊急事態発生時の対応

(1) 事故が発生した場合、大きな声で近くにいる人に事故を知らせる。

(2) 一人で対処しようとしてはならない。

(3) 負傷者を安全な場所に移す。

(4) 身体の安全を確保した上で、出来るなら事故が拡大しないような処置を取る。

- スイッチを切る。
- ガスの元栓を閉める。

(5) 特に火災の場合

- 適切な初期消火を心がける。
- 火災報知器のボタンを押す。
- 手に負えない火災なら速やかに避難し、緊急連絡をとる。(表紙裏 : 緊急連絡を参照)

(6) 特にガス中毒（窒素による酸素欠乏を含む）の場合

- 不用意に飛び込まない。
- 元栓を閉める。
- 窓を開ける。

(7) 特に感電の場合

- スイッチを切る。
- 不用意に感電している人に触れてはならない。
- 乾燥した棒、布または絶縁手袋を使用する。
- 必要なら、人工呼吸および心臓マッサージを施す。

(8) 特に大量出血の場合

- 出血部を心臓より高くする。
- 傷より心臓に近い動脈を圧迫して止血する。

12.4　出火の際の処置

(1)　まず大声を出して、出来るだけ多くの人に知らせる。一人で対処しようとしてはならない。
(2) 次に周囲の可燃物、とくにカーテンなどの垂直方向に燃え上がり易いものを引きちぎるなどして火元から遠ざけ、ガスの元栓、電源のスイッチ、ボンベの元栓など燃料の供給源を止める。
(3) 消火器、水バケツなどを用いて、落ちついて、初期消火に努める。ただし、薬品火災については、消火器および水をかけられないものがあるので注意すること。
(4) 消火器で初期消火が出来るのは壁の内装材が燃えている程度である。天井が燃えていると消火器での消火は難しい。
(5) 火災が天井に達したり、濃煙やガスのため火元付近におれなくなり初期消火が困難になった時は、直ちに緊急連絡の処置を取るとともに、安全な場所まで避難する。
(6)　着衣に火がついた場合には、立っていたり走ったりするとかえって火勢を大きくするので、すぐに衣服を脱がせるか、床上に身体を転ばせるようにし（本人が出来なければ他の人が本人を倒して)、大量の注水または毛布などでくるんだ上から注水して消火する。
(7) ドラフト内での火災は、上方への火災の拡大防止と消火の効果からいって、換気を止めるのが普通である。ただし、煙、有毒ガスの発生を伴う場合など、状況によっては換気を続けた方がよい場合もあるので、燃えている物質および状況によって判断する。
(8) ボンベからの可燃性ガスの噴出による発火が起こったときは、安全なところまで避難し、人に知らせる。被害の拡大防止を試みる場合は、周囲の可燃物を除去し、ボンベに注水し冷却する。
(9) 火災がボンベに近づけば爆発する恐れがあるので退避する。
⑽ 発火を伴わずに可燃性ガスが噴出しているときは、なるべく離れたところから電源、ガスの元栓を切るなど着火元を取り除く操作を行い、次に窓などをあけて換気を図る。出来れば、噴出口を塞ぐとよい。
⑾ 有毒ガスの発生を伴う恐れのある火災の場合には、消火にあたって防毒マスク等の保護具を付けるか、少なくとも風上側から消火を行う。
⑿ 他の実験室での火災を知ったときには、まず自分の研究室の安全を確認した上で、消火器などを持って出火室へ駆けつける。

12.5　ガス中毒事故の際の処置

不用意に無防備で汚染環境に飛び込まないこと。人を救出する場合、有毒ガスを吸わないように入室し、窓や扉を開放し、新鮮な空気を入れて患者を安全な場所に移す。

ガス漏れの場合、つねに火気に注意し、余裕があれば元栓を閉め、窓を開けること。

不活性ガス（炭酸ガス、窒素、アルゴンなど）や低温液化ガス（液体窒素、液化アルゴン、液化ヘリウムなど）は、少量なら吸収しても無害であるが、大量に使用するときは酸欠に注意すること。酸素濃度が18%以下に低下すると酸欠障害をおこし、10%以下では失神、痙攣し、自力脱出が不可

能になり、６％以下では昏睡、呼吸停止、心停止となり、極めて危険であるため、換気に注意する。

12.6　応急手当

事故の大小に応じて病院や救急車に運び込まれるまでに次のような処置をすること。

12.6.1 ガス中毒

下記にあげる対処法は、被災者が置かれている状況が明らかである場合のみに行うべきものである。

すなわち、被災原因のガスなどの種類が明らかであり、それに対する防護措置がとれる場合のみに救出を実行すること。原因不明の場合は、被害拡大の阻止のみに努めること。いずれの場合も救急車を最初に要請すること。

(1) 酸素欠乏症：換気不足によるものは、送気や換気を十分に行い、酸素濃度を確認の上救出に向かうことが重要である。換気が不可能な場合は酸素マスクや送気マスクがなければ救出は二次災害をもたらす。安全な場所に移し、倒れている人の意識を確認し、必要に応じて、気道の確保、心臓マッサージなどを施す。

(2) 一酸化炭素中毒：換気などが行えない場合は、一酸化炭素用の防護マスクを着用の上救出に向かうこと。一酸化炭素を扱う研究室は室外に防護マスクを備えるべきである。救出後はすぐに新鮮な空気がある所につれ出し、安静と保温に注意すること。呼吸が弱っていたり、止まった場合は根気よく人工呼吸を続ける。初期症状は、頭痛、吐き気などである。

(3) ハロゲンガス中毒：塩素を吸入した時は、エーテルとアルコール１：１の混合蒸気をかがすこと。臭素の蒸気を吸入した場合は、すぐに新鮮な空気の所に移し、鼻やのどの刺激を和らげるために、薄いアンモニア水をかがすこと。

(4) シアン化水素中毒：非常に猛毒で、数分以内に死亡する可能性が高い。中毒したら安静にして、亜硝酸アミルをガーゼ等に浸してかがせること。これを１分間に15～30秒ずつ続け、呼吸が止まったらただちに人工呼吸を行うこと。

(5) 亜硫酸ガス中毒：亜硫酸ガス（二酸化イオウ）にやられると、目やのどの粘膜を強く刺激する。目の場合は、大量の水で洗い、のどは何回もうがいを繰り返す。咳止めには、飴をなめるとよい。多量に吸入したときは、しばらく安静にすること。二酸化窒素の場合も同様である。

(6) 硫化水素中毒：換気などが行えない場合は、硫化水素用の防護マスクを着用の上、救出に向かうこと。硫化水素を扱う研究室は室外に防護マスクを備えるべきである。空気の新鮮な場所に移して、洗眼、うがい等を行って、安静にすること。

(7) 有機溶媒中毒：ガス中毒に準じて処置すること。新鮮な空気がある所に移し、しばらく安静にし、念のために、肝臓保護剤を飲むのもよい。

12.6.2 有害物質を飲んだ場合

(1) 有害物質を飲んだ場合：まず、指をのどに入れるなどして毒物を吐かせること。うがいを繰り返し、また大量の温水、食塩水を飲ませ毒物を薄めてはかせることも有効である。その後

は、早急に救急医療機関に搬送する。ことに意図的に服用した場合には複数名で付き添って受診させることが重要である。粘膜を強く腐食する毒物（例えば強酸、強アルカリ）の場合、無理に吐かせると、粘膜の損傷が助長され潰瘍などを起こすことがあるため、初期対応で十分な嘔吐反射が出ない場合は早急に救急医療機関へ搬送する。一般に、化学薬品を誤って飲んだ場合の万能吸着解毒剤として、活性炭、酸化マグネシウム、タンニン酸を１：１：１の割合に混合したものを15ｇ程飲むと有効である。

(2) 皮膚についた場合：薬品が目に入ったり皮膚についた場合は、汚染した部分を速やかに大量の流水で洗い流すこと。

12.6.3 熱傷（やけど）をした場合

熱傷は、その深さと範囲の広さで命に関わる場合がある。かりに軽度と思われても範囲が広い場合には必ず救急医療機関を受診させること。また、炎を顔面に受けるような熱傷を受けたときは、気道熱傷の可能性が高いため、救急車を要請すること。

とにもかくにも多量の水で冷やし、氷等をタオルに包んで冷却すること。

軽度の火傷の場合、空気にさらすと痛むことがあるので、ワセリンを塗るか、滅菌ガーゼ、または救急絆創膏を貼っておく。

真皮に傷ができて、水疱になり、痛みが強い第２度の火傷の場合は、冷却を継続し、創面の保護を行って医療機関を受診させる。水疱はそのままにして、破ってはいけない。水疱が破れたら、テラマイシン軟膏などの感染防止剤の入った軟膏を厚く塗ったガーゼをしわにならないように傷面に当てること。油類は細菌の繁殖を助けるので付けてはいけない。

皮膚の表面が黒く焼けてしまった第３度の火傷の場合、植皮の対応となるため、直ちに救急医療機関へ受診させる。のどの渇きを訴える場合は、顔面の熱傷がない場合は飲水を行なわせてよい。のどの渇きを訴える場合は、顔面の熱傷がない場合は飲水を行なわせてよい。

12.6.4 けがをした場合

出血が少ないときは、傷口を、水道水でよく洗い流すか、３％過酸化水素水でよく洗うこと。油類で汚れている時はアルコールで拭くとよい。傷口の十分な洗浄がその後の回復過程を左右する。十分な洗浄を心がけること。切り傷・擦り傷の場合には傷口奏を洗浄したあとは、消毒ガーゼや救急絆創膏を当て包帯を巻いておく。消毒ガーゼ等は、消毒したピンセットで扱い、無い時には患部に当てる所は手で触れないように注意する。汚れのひどい傷や深い傷は早く医者の手当を受けること。刺し傷の場合は、深さが不明のことがあり医師の診察を受ける方が良い。

多量の出血の場合には、速やかに出血部を心臓より高く保持し、傷より心臓に近い動脈の部分を指またはガーゼで圧迫する。包帯によって止血する時は、縛り方が強すぎると止血された部分の組織が破壊されるので、強く締めすぎてはいけない。

打撲傷には、冷湿布をする。頭を打った時には外からみてなんとも無くても必ず医者の診察を受けさせること。一人では受診させない。

骨折の場合は、骨折部がうごかないように軽く固定を行い、整形外科を受診させる。

12.6.5 感電した場合

スイッチを切るか、器具を破壊するかして、電気回路から解放する。電線を除去する場合は、完全に乾燥した棒、布、または絶縁手袋を使用すること。

電撃傷に伴う熱傷がある場合は、熱傷に準じた処置を行う。

呼吸、脈拍の確認を行い、どちらも停止している場合は、気道の確保を行い、AEDが到着するまで、BLS（Basic Life Support：一次救命処置）を行う。AEDが到着したら、AEDを使用した処置に切り替える。具体的な処置方法の例は13.4節を参照のこと。

12.7 避　難

12.7.1 火災の場合

(1) 火災等が初期消火では手に負えないと判断したときは、速やかに避難し、緊急連絡をとる。

(2) 消火器で初期消火が出来るのは壁の内装材が燃えている程度である。天井が燃えていると消火器での消火は難しい。

(3) 部屋から避難する際には、ガスの元栓を閉める。余裕があれば危険物の処理を行った後、部屋に人のいないのを確認し、退出時には出入り口の扉は閉める。その際、カギはかけてはならない。

(4) 火災が天井に達したり、濃煙やガスのため、火元付近におられなくなったときは速やかに室外に退避し、緊急連絡をとるとともに安全な場所まで避難する。

(5) 廊下における避難路の選択は、アナウンス等の情報がない場合は、煙の動きをみて風上に逃げる。屋内での煙の速度は、縦方向は３～４ｍ／ｓ、横方向は0.5～0.8ｍ／ｓである。

(6) エレベーターは、火災等の緊急時には停止させることになるので使わない。

(7) 階段は煙の通路になり、危険が多い。平常から避難経路を考え、建物の構造、非常口などをよく調べておく。

(8) 煙が多い場所では、手拭いなどを口に当て、低い姿勢で避難する。煙が床まで下がるにはかなりの時間がかかるので、冷静に行動する。

(9) 非常階段、避難梯子その他が使用できない緊急の場合は、窓からテラスを伝って避難する。ただし、テラスには手すりがない場合もあるので注意する。

(10) 屋上は比較的安全な場所ではあるが、緊急の場合以外は避難場所とはしない。

(11) 廊下の防火扉は内側に人のいないことを確かめてから閉めるのが原則である。ただし、強く押すか引くことによって再び開けることもできる。

なお、火災発生等緊急時における避難の際は非常口表示灯を参考にする。

12.7.2 地震の場合

(1) 落下物の危険のない安全な広場、駐車場などに速やかに避難する。

(2) 部屋から避難する際には、火災を発生させないために電気のスイッチを切り、ガスの元栓を閉める。

(3) エレベーターは、緊急時には停止させることになるので使用しない。

(4) 避難場所への移動中、ガラスの破片や壁などが落ちてくることがあるので、ヘルメットや頭巾などで頭を守って、なるべく建物の外壁から離れた経路で避難する。

なお、地震に備えて定期的な防災訓練等に参加するとともに、下記のような点検や環境整備を心掛けること。

(5) 建物やブロック塀の倒壊、看板等の落下の危険性はないか。

(6) 危険物は適正に保管されているか。

(7) 消火器や避難設備は常に有効に使えるようにしているか。

(8) ボンベ類および爆発などの危険性のある装置は、転倒しないように壁や床に固定されているか。

(9) 実験装置や工作機械類の設置は十分強固か。またそれらに接続されている配管や配線類は外れることがないように連結されているか。

(10) 書庫や金庫のような重量物が移動しないように固定されているか。

(11) 不要な薬品類、すでに使用不能となっている機器、不要な書類などが貯蔵・保管されたままになっていないか。定期的に実験室や居室の整理・整頓を行うこと。

第13章　救急蘇生

事故・災害などによって人身事故が発生した場合、救急蘇生を行うことによって、傷病の悪化を防ぐことが期待できる。救急蘇生には、ファーストエイドと一次救命処置がある。ファーストエイドとは、急な病気やけがをした人を助けるためにとる最初の行動をいう。一次救命処置とは、心臓や呼吸が止まってしまった人を助けるために、胸部圧迫や人工呼吸による心肺蘇生と AED（自動体外式除細動器）を用いた緊急の救命処置をいう。

13.1 救急蘇生の基本

事故・災害などで人身事故が発生した場合、慌てずに落ち着いて、安全に、迅速に、単純に対処する。救急蘇生は、以下の手順で実施する。救急蘇生は特別な資格をもたない者でも比較的安全に実施できるが、そのために 119 番への通報や医療機関への搬送が遅れないようにする。

① 事故状況の把握
② 参加者の安全確保・安否確認
③ 救護者の安全確保
④ 被災者への接近
⑤ 救護者・被災者の安全確保
⑥ 被災者の傷病状況確認
⑦ 119 番通報あるいは医療機関への被災者の搬送

13.2 被災者の安全確保と体位（日本救急医療財団心肺蘇生法委員会、2015）

被災者に接近した後、必要に応じて、救護者および被災者の安全が確保できる場所に移動する。

被災者が望む姿勢にして安静を保つ。心肺蘇生が必要な場合、仰向け（仰臥位）にする。この場合、頭や首（頸椎）がねじれないように頭を支えながら仰向けにする。

反応はないが普段どおりの呼吸をしている傷病者は、横向きに寝た姿勢（回復体位）にして、喉の奥の空気の通り道が狭まったり、吐物で詰まったりすることを予防する。回復体位では傷病者の下になる腕を前に伸ばし、上になる腕を曲げ、その手の甲に傷病者の顔を乗せるようにする。横向きに寝た姿勢を安定させるために、傷病者の上になる膝を約 90 度曲げ前方に出す（図 13.1）。

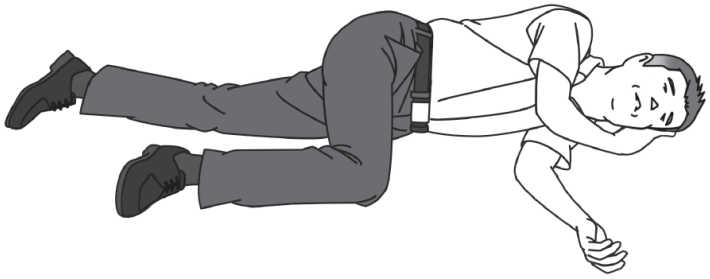


図13.1　回復体位（厚生労働省、2015）

自動車にはねられたり、高所から落ちた場合、あるいは顔や頭に大きなけががある場合、首の骨（頸椎）を痛めている可能性がある。このような場合には傷病者の首の安静を保つ必要がある。傷病者の頭を手で両側から包み込むように支えて、首が大きく動かないようにする（図 13.2）。この場合、頭を引っ張ったり曲がっている首を戻そうとしたりせず、そのままの位置で保持する。

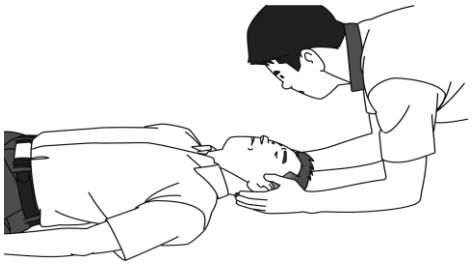


図13.2　首が動かないように頭を両手で支える（厚生労働省、2015）

13.3 ファーストエイド（日本救急医療財団心肺蘇生法委員会）

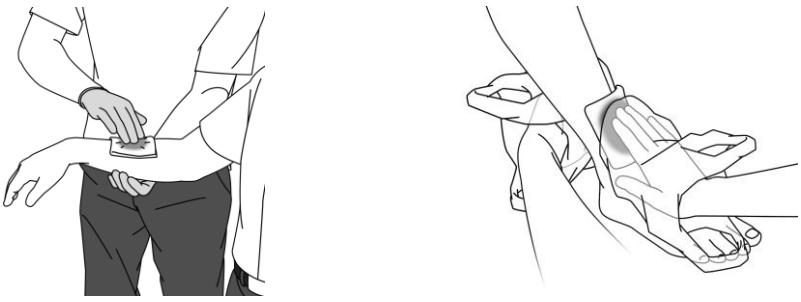
13.3.1 すり傷、切り傷への対応

土や砂などで汚れた傷口をそのままにしておくと化膿したり、傷の治りに支障をきたす場合がある。予防接種をしていない場合や接種から年月が経っている場合、後で破傷風になる心配もある。可能であれば、傷口をすみやかに水道水など清潔な流水で十分に洗う。深い傷や汚れがひどい傷では、洗浄後は傷口の清潔を保ってすみやかに医師の診察を受ける。

13.3.2 出血への対応

けがなどで出血が多い場合、命の危険があり、できるだけ早い止血が望まれる。出血部位を見つけ、そこにガーゼ、ハンカチ、タオルなどを当てて、その上から直接圧迫して止血を試みる（直接圧迫止血法）。圧迫にもかかわらず、出血がおさまらない場合、圧迫位置が出血部位から外れていたり、圧迫する力が弱いことなどが考えられる。救急隊が到着するまで出血部位をしっかり押さえつづける。

止血のさいに救助者が傷病者の血液に触れて感染症にかかる危険はわずかであるが、念のために、可能であれば救助者はビニール手袋を着用するか、ビニール袋を手袋の代わりに使用するとよい（図 13.3）。



ビニール手袋を着用してガーゼなどで出血部を圧迫する

手袋の代わりにビニール袋を利用する

図13.3 直接圧迫止血法（厚生労働省、2015）

なお、直接圧迫止血法で出血が止まらない場合にベルトなどで手足の根元を縛る方法もあるが、神経などをいためる危険性があるので、訓練を受けた人以外には推奨できない。

13.3.3 捻挫、打ち身（打撲）、骨折への対応

捻挫や打ち身（打撲）は、冷却パック・氷水などで冷やす。けがをした部位の冷却は内出血や腫れを軽くする。冷却パックを使用する際には、皮膚との間に薄い布などをはさんで直接当たらないようにする。

けがで手足が変形している場合は骨折が強く疑われる。変形した手足を固定することで、移動するさいの痛みを和らげたり、さらなる損傷を防ぐことができる。固定には添え木や三角巾などを使用する。変形した状態を元に戻す必要はない。

13.3.4 熱中症への対応

熱中症は重症化すると死に至る緊急事態である。立ちくらみ、こむらがえり、大量の汗といった症状だけなら、傷病者を涼しい場所で安静にさせ、塩分を含んだ飲み物（経口補水液、スポーツドリンクなど）を与えながら体を冷やす。頭痛や吐き気、倦怠感があるときは医療機関を受診さる。「意識がもうろうとしている」、「体温が極端に高い」などの症状がある場合、ただちに 119 番通報し、救急隊が到着するまで体を冷やし続ける。

体を冷やすために、氷のうや冷却パックなどを用いるときは、脇の下、太ももの付け根、首などに当てる、それよりも衣服を脱がせて体を濡らし、うちわや扇風機で風を当てるほうが効果的で安全である。

13.3.5 やけどへの対応

やけどをすぐに冷やすことにより、悪化を防ぎ、治りを早める。すみやかに水道の流水で痛みが和らぐまで 10 分以上冷やす。氷や氷水で冷却すると、やけどが悪化することがある。やけどの範囲が広い場合、できるだけ早く医師の診察を受ける。またこの場合、冷却しつづけると体温が極端に下がることがあるので、過度な冷却は避ける。

水疱（水ぶくれ）は傷口を保護する効果をもっている。水疱ができている場合、つぶれないようにそっと冷却し、触らないように保護する。

13.3.6 凍傷への対応

凍傷は、指先や皮膚の露出部が強い寒冷にさらされて傷害を受けた状態である。まず、濡れた衣服は脱がせ、乾いた毛布や衣服で覆うなどして、体温の低下を防止する。次に、患部を擦らないようにしてぬるま湯で温める。ただし、凍傷部位が再び強い寒冷にさらされる可能性がある場合や、医療機関が近くにある場合は、温めないですみやかに医師の診察を受ける。凍傷部位は締めつけない。また、足が凍傷になった場合、体重をかけないようにする。

13.3.7 溺水時の対応

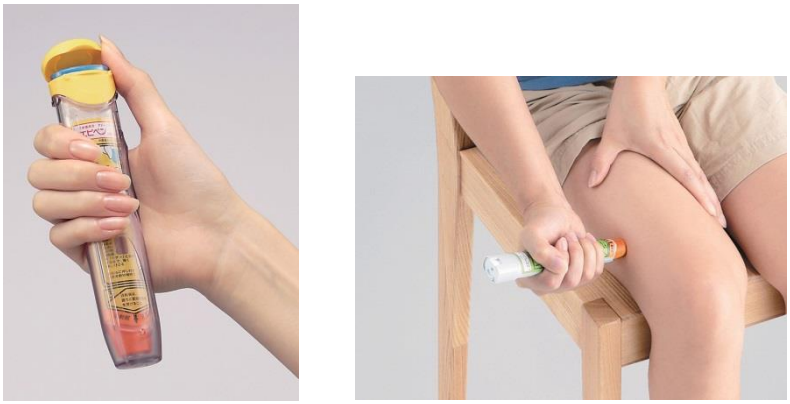
溺れている人の救助は、消防隊やライフセーバーなどの救助の専門家に任せるのが原則である。溺れている人を見つけたら、ただちに 119 番（海上では 118 番）などで救助の専門家に通報する。水面に浮いて助けを求めている場合、つかまって浮くことができそうな物を投げ入れる。さらにロープがあれば投げ渡し、岸に引き寄せる。水没したら、水没した場所がわかるように目標を決めておく。救助の専門家が到着したら、その目標を伝える。

浅いプールなど確実に救助者の安全が確保できる環境であれば、救助の専門家の到着を待たずに水没した人を引き上げる。水の流れがあるところや、水底が見えなかったり、水深がわからない場合は水に入らない。水から引き上げたら、一次救命処置の手順に従って反応や呼吸を確認する。その際、水を吐かせるために溺れた人の腹部を圧迫する必要はない。

13.3.8 アナフィラキシーへの対応

特定の物質に対する重篤なアレルギー反応をアナフィラキシーという。アナフィラキシーでは気道（肺への空気の通り道）が狭くなって息ができなくなったり、血圧がひどく下がったりして命にかかわることもある。このような症状が起きた場合、ただちに 119 番通報する。

このような場合、アドレナリンという薬の一刻も早い使用が望まれる。このため、過去にアナフィラキシーで重い症状がでた人の中には、医師から処方されたアドレナリンの自己注射器（エピペン®：図 13.4）を持っている人がいる（たとえば、ハチに刺される危険性の高い林業関係者や、食べ物にアレルギーのある人など）。傷病者自身が使用できない場合、エピペン®を使用できるように助ける。



エピペン®を皮膚に押し当てる

図13.4 エピペン®（厚生労働省、2015）

13.3.9 その他

高山病、雪眼炎（ゆきめ）、潜水病、動物が媒介する疾患などのフィールドごとに配慮を要する事項については、必要に応じ情報収集などに努める必要がある。

13.4 一次救命処置

一次救命処置とは、心臓や呼吸が止まってしまった人を助けるために心肺蘇生を行ったり、AED を使ったりする緊急の処置のことを指す。ここでは、一次救命処置のうち、心肺蘇生の方法と AED の使用方法について順を追って説明する。

13.4.1 心肺蘇生の手順

(1) 安全を確認する

誰かが突然倒れるところを目撃したり、倒れているところを発見した場合、まず周囲の状況が安全かどうかを確認する。車の往来がある、室内に煙がたち込めているなどの状況があれば、それぞれに応じて安全を確保する。自分自身の安全を確保することは傷病者を助けることよりも優先される。暴力行為を受けたり、火事や感電事故に巻き込まれる危険がある場合、傷病者に近づかず、警察や消防の到着を待った方がよいこともある。

(2) 反応を確認する

安全が確認できたら、傷病者の反応を確認する。傷病者の肩を優しく叩きながら大声で呼びかけたときに、目を開けるなどの応答や目的のある仕草があれば、反応があると判断する。突然の心停止が起こった直後には引きつるような動き（けいれん）が起こることもあるが、この場合は呼びかけに反応しているわけではないので、「反応なし」と判断する。

「反応なし」と判断した場合や、その判断に自信が持てない場合は、心停止の可能性を考えて行動する。「誰か来てください！　人が倒れています！」などと大声で叫んで応援を呼ぶ。

(3) 119 番通報をして AED を手配する

そばに誰かがいる場合は、その人に 119 番通報をするよう依頼する。また近くに AED があれば、それを持ってくるよう頼む。できれば「あなた、119 番通報をお願いします」、「あなた、AED を持ってきてください」など、具体的に依頼するのがよい。

119 番通報するときは落ち着いて、できるだけ正確な場所と、呼びかけても反応がないことを伝える。もしわかれば、傷病者のおよその年齢や、「突然倒れた」、「けいれんしている」、「体が動かない」、「顔色が悪い」など倒れたときの状況も伝える。

119 番通報をすると電話を通して、あなたや応援に来てくれた人が行うべきことの指導がある。AED が近くにある場合、その場所を教えてもらえることもある。また、電話を通して「胸骨圧迫ができますか」と尋ねられるので、自信がなければ指導を求め、落ち着いて従う。

大声で叫んでも誰も来ない場合、心肺蘇生を始める前に 119 番通報と AED の手配をあなた自身が行わなければならない。この場合、AED を取りに行くために傷病者から離れてよいのか心配になるかもしれない。すぐ近くに AED があることがわかっていれば、あなた自身で AED を取りに行く。

(4) 呼吸を観察する

心臓が止まると普段どおりの呼吸がなくなります。

傷病者の呼吸を観察するには、胸と腹部の動き（呼吸をするたびに上がったり下がったりする）を見る。胸と腹部が動いていなければ、呼吸が止まっていると判断する。呼吸が止まっていれば心停止なので、胸骨圧迫を開始する。

一方、突然の心停止直後には「死戦期呼吸」と呼ばれるしゃくりあげるような途切れ途切れの呼吸がみられることも少なくない。このような呼吸がみられたら心停止と考えて、胸骨圧迫を開始する。普段どおりの呼吸かどうかがわからないときも、胸骨圧迫を開始する。

呼吸の観察には 10 秒以上かけないようにする。約 10 秒かけても判断に迷う場合、「普段どおりの呼吸がない」、すなわち心停止とみなす。

反応はないが普段どおりの呼吸がある場合、様子を見ながら応援や救急隊の到着を待つ。とくに呼吸に注意して、呼吸が認められなくなったり、呼吸が普段どおりではなくなった場合、心臓が止まったとみなして、ただちに胸骨圧迫を開始する。

(5) 胸骨圧迫を行う

呼吸の観察で心停止と判断したら、ただちに胸骨圧迫を開始する。

① 圧迫の部位

胸の左右の真ん中に「胸骨」と呼ばれる縦長の平らな骨がある。圧迫するのはこの骨の下半分である。この場所を探すには、胸の真ん中（左右の真ん中で、かつ、上下の真ん中）を目安にする（図13.5）。

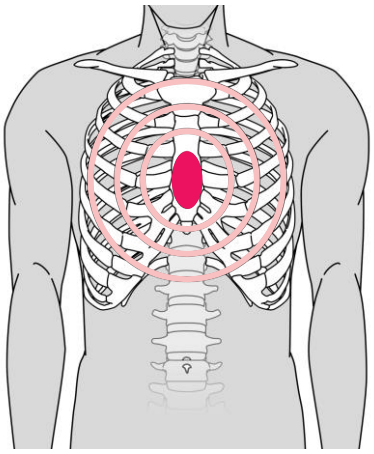


図13.5　胸骨圧迫をする場所（厚生労働省、2015）

② 圧迫の方法

胸骨の下半分に一方の手のひらの基部(手掌基部）を当て、その手の上にもう一方の手を重ねて置く。重ねた手の指を組むとよい。圧迫は手のひら全体で行うのではなく、手のひらの基部（手掌基部）だけに力が加わるようにする。指や手のひら全体に力が加わって肋骨が圧迫されるのは好ましくない。垂直に体重が加わるよう両肘をまっすぐに伸ばし、圧迫部位（自分の手のひら）の真上に

肩がくるような姿勢をとる。

③ 圧迫の深さとテンポ

傷病者の胸が約 5cm 沈み込むように強く、速く圧迫を繰り返す（図 13.6）。

圧迫の強さが足りないと十分な効果が得られないので、しっかり圧迫する。小児では胸の厚さの約 1/3 沈み込む程度に圧迫する。成人でも小児でも、こわごわと圧迫したのでは深さが足りずに十分な効果が得られない。

強く、速く圧迫しつづけるように心がける。ただし、体が小さいため両手では強すぎる場合は片手で行う。

圧迫のテンポは 1 分間に 100～120 回である。胸骨圧迫は可能な限り中断せずに、絶え間なく行う。

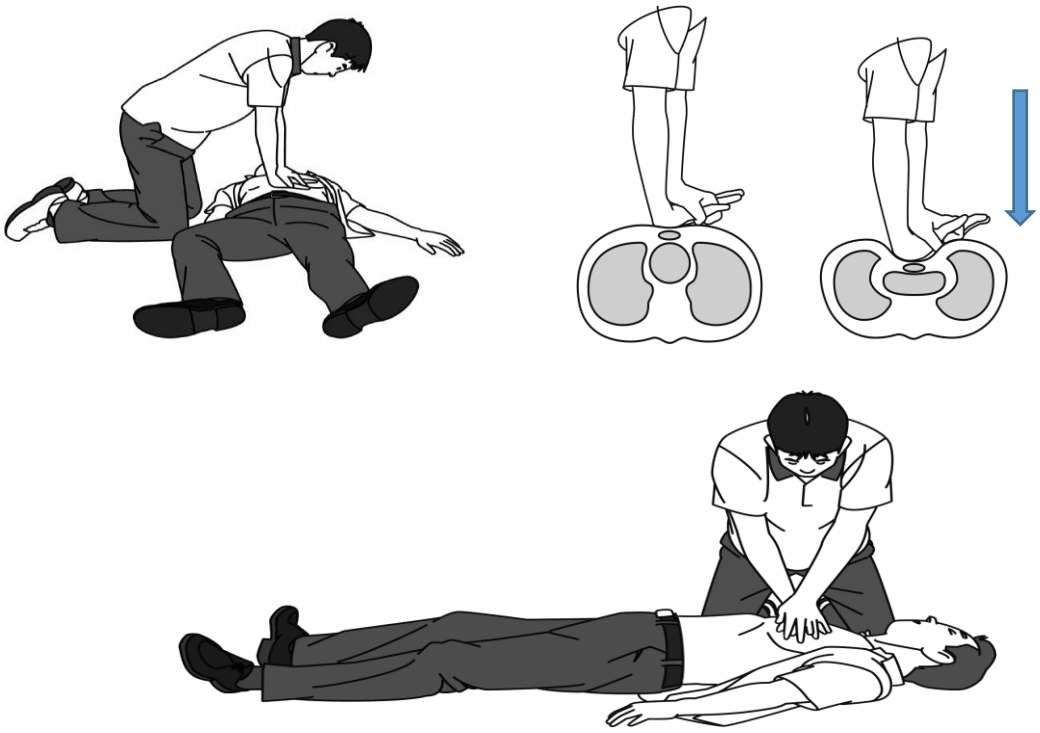


図13.6 胸骨圧迫の方法（厚生労働省、2015）

④ 圧迫の解除

圧迫と圧迫の間（圧迫を緩めている間）は、胸が元の高さに戻るように十分に圧迫を解除することが大切である。ただし、圧迫を解除するために自分の手が傷病者の胸から離れると、圧迫位置がずれることがあるので注意が必要である。

⑤ 救助者の交代

成人の胸が約 5 cm 沈むような力強い圧迫を繰り返すには体力を要する。疲れてくると気がつかないうちに圧迫が弱くなったり、テンポが遅くなったりするので、常に意識して強く、速く圧迫す

る。ほかに手伝ってくれる人がいる場合は、1〜2 分を目安に役割を交代する。交代による中断時間をできるだけ短くすることが大切である。とくに人工呼吸を行わず胸骨圧迫だけを行っている場合、より短い時間で疲れてくるので、頻繁な交代が必要になる。

⑥ 胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回の組み合わせ

講習を受けて人工呼吸の技術を身につけていて、人工呼吸を行う意思がある場合、胸骨圧迫に人工呼吸を組み合わせる。胸骨圧迫と人工呼吸の回数は 30：2 とし、この組み合わせを救急隊員と交代するまで繰り返す。

人工呼吸のやり方に自信がない場合や、人工呼吸を行うために傷病者の口に直接接触することにためらいがある場合、胸骨圧迫だけを続ける。

⑦ AED を使用する

AED は、音声メッセージとランプで実施するべきことを指示するので、それに従う。AED を使用する場合も、AED による心電図解析や電気ショックなど、やむをえない場合を除いて、胸骨圧迫をできるだけ絶え間なく続けることが大切である。

なお、AED 使用の手順は「6.4.2 AED 使用の手順」で確認すること。

⑧ 心肺蘇生を続ける

心肺蘇生は到着した救急隊員と交代するまで続けることが大切である。効果がなさそうに思えても、あきらめずに続ける。

傷病者に普段どおりの呼吸が戻って呼びかけに反応したり、目的のある仕草が認められた場合は心肺蘇生をいったん中断するが、判断に迷うときは継続する。心肺蘇生を中断した場合、反応の有無や呼吸の様子を繰り返しみながら救急隊の到着を待つ。呼吸が止まったり、普段どおりでない呼吸に変化した場合、ただちに心肺蘇生を再開する。

13.4.2 ＡＥＤ使用の手順

(1) AED を持参する

AED は多くの場合、図 13.7 に示すように、AED のマークが目立つように貼られた専用のボック

図13.7 AEDの設置状況事例（厚生労働省、2015）

スの中に置かれている。AED を取り出すためにボックスを開けると、警告ブザーが鳴る。ブザーは鳴りっぱなしにしたままでよいので、すぐに傷病者のもとに持参する。

(2) AED を準備する

心肺蘇生を行っている途中で AED が届いたら、すぐに AED を使う準備に移る。AED を傷病者の頭の近くに置く（図 13.8）。

図13.8　AEDの位置（傷病者の頭の近く）（厚生労働省、2015）

(3) 電源を入れる

AED の電源を入れる。機種によって、ボタンを押して電源を入れるタイプと、ふたを開けると自動的に電源が入るタイプ（電源ボタンはありません）がある。

電源を入れたら、以降は音声メッセージとランプに従って操作する。

(4) 電極パッドを貼り付ける

傷病者の胸から衣服を取り除き、胸をはだける。ボタンやホックが外せない場合や、衣服を取り除けない場合、衣服を切る必要がある。

AED のケースに入っている電極パッドを袋から取り出す。電極パッドや袋に描かれているイラスト（図 13.9）に従って、2 枚の電極パッドを肌に直接貼り付ける（図 13.9）。イラストに描かれている貼り付け位置は、胸の右上（鎖骨の下で胸骨の右）と、胸の左下側（脇の下から 5〜8cm 下、乳頭の斜め下）である。電極パッドを貼り付ける間も胸骨圧迫を続ける。

電極パッドは傷病者の肌にしっかり密着させる。電極パッドと肌の間に空気が入っていると電気がうまく伝わらない（図 13.10）。

機種によっては、電極パッドから延びているケーブルの差込み（プラグ）を AED 本体の差込み口に挿入する必要がある。AED の音声メッセージに従って操作する。

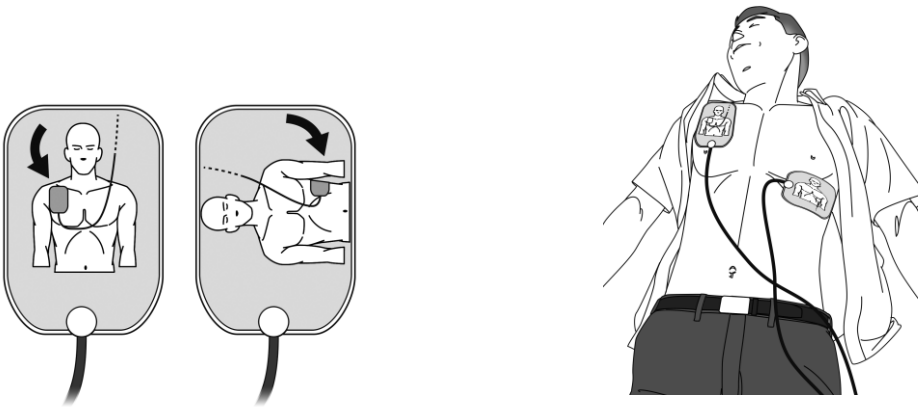


図 13.9 電極パッドの貼り付け位置。胸をはだけて電極パッドを肌に貼り付ける。
（厚生労働省、2015）

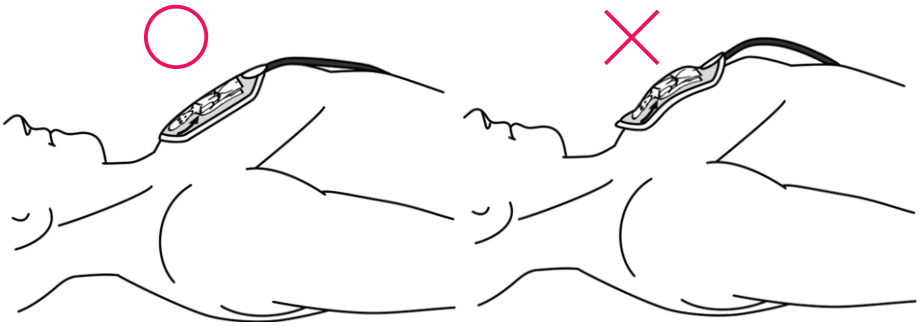


図13.10 電極パッドは肌に密着させる（厚生労働省、2015）

(5) 心電図の解析

電極パッドが肌にしっかり貼られると、そのことを AED が自動的に感知して、「体から離れてください」などの音声メッセージとともに、心電図の解析を始める。

周囲の人にも傷病者から離れるよう伝え、誰も傷病者に触れていないことを確認する。傷病者の体に触れていると、心電図の解析がうまく行われない可能性がある。

(6) 電気ショックを与え、心肺蘇生を再開する

① 電気ショックの指示が出たら

AED は心電図を自動的に解析し、電気ショックが必要な場合、「ショックが必要です」などの音声メッセージとともに自動的に充電を開始する。周囲の人に傷病者の体に触れないよう声をかけ、誰も触れていないことをもう一度確認する。

充電が完了すると、連続音やショックボタンの点灯とともに「ショックボタンを押してください」など電気ショックを促す音声メッセージが流れる。これに従ってショックボタンを押して電気ショックを行う。このとき AED から傷病者に強い電気が流れ、体が一瞬ビクッと突っ張る。

電気ショックのあとは、ただちに胸骨圧迫から心肺蘇生を再開する。「ただちに胸骨圧迫を開始し

てください」などの音声メッセージが流れるので、これに従う。

② ショック不要の指示が出たら

AED の音声メッセージが「ショックは不要です」の場合は、ただちに胸骨圧迫から心肺蘇生を再開する。「ショックは不要です」は、心肺蘇生が不要だという意味ではないので、誤解しない。

(7) 心肺蘇生と AED の手順を繰り返す

AED は 2 分おきに自動的に心電図解析を始める。そのつど、「体から離れてください」などの音声メッセージが流れる。心肺蘇生中はこの音声メッセージを聞きのがさないようにして、メッセージが流れたら傷病者から手を離すとともに、周囲の人にも離れるよう声をかけ、離れていることを確認する。

以後も同様に心肺蘇生と AED の手順を繰り返す。

(8) 救急隊へ引き継ぐ

心肺蘇生と AED の手順は、救急隊員と交代するまであきらめずに繰り返す。

傷病者に普段どおりの呼吸が戻り、呼びかけに反応したり、目的のある仕草が認められた場合、心肺蘇生をいったん中断して様子をみる。再び心臓が停止して AED が必要になることもあるので、AED の電極パッドは傷病者の胸から剥がさず、電源も入れたままにしておく。

13.5 救急用品

実験室活動において､研究室や学科事務室等に常備するとよいと思われる救急用品がある場合は、必要に応じて使用できるように管理するとともに、保管場所の周知に努める。以下には、参考のため､野外活動に携帯すべき一般的な救急用品を示す｡(東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策 WG、2011)。

① 絆創膏（大小の複数サイズのもの）
② 清潔なガーゼ（袋を開封していないもの）
③ 包帯
④ 弾性包帯（捻挫などのときに関節固定のため）
⑤ 三角巾（肩や上肢の脱臼、骨折のときのため）
⑥ 毒吸引器（ポイズンリムーバー。蜂刺傷、蛇咬傷などの際に使用する）
⑦ ゴム手袋、プラスチック手袋（負傷者の出血の処置などのため）
⑧ 体温計
⑨ 滅菌蒸留水（創の洗浄のため）
⑩ ヨードホルム系消毒薬（イソジン消毒薬など）
⑪ 過酸化水素系消毒薬（オキシフル消毒薬、ピロゾン消毒薬など）
⑫ 湿布薬、消炎剤軟膏
⑬ 抗ヒスタミン系軟膏（虫刺されなどのため）
⑭ ステロイド系軟膏（かぶれなどのため）
⑮ 抗生剤軟膏

可能であれば、以下のものを用意することが望ましい。

⑯ エピペン自己注射剤（蜂刺傷などでのアナフィラキシーショックの際に使用する）

引用文献

日本救急医療財団心肺蘇生法委員会（監修）：救急蘇生法の指針 2015（市民用）
https://www.fdma.go.jp/neuter/topics/kyukyu_sosei/sisin2015.pdf
東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策 WG（編）：野外活動安全衛生管理・事故防止指針 第 1 版、

第14章　リスクアセスメント ― 表の作成例 ―

「実験室活動を始める前に」で述べたように、九州大学において実験室活動を行う教職員および学生は、事故あるいは健康障害の防止のためにリスクアセスメントを行なわなければならない。リスクアセスメントの目的は、「ハザード（危険要因）」を知り．それに対して「適切な対策・措置」を講じることにより、リスクを低減し、危険を回避することである。複数の危険要因に対しては、対策に優先順位を考えることも必要となり、このためには各要因の「リスクの大きさの評価」を行なう。これらをあわせてリスクアセスメントという。

実験室活動を行なうにあたっては、あらかじめリスクアセスメントを行い、事故あるいは健康障害の防止に努めるべきであるが、どのような危険性があるかは、各研究室、各構成員で異なるので、リスクアセスメントは研究室の責任者の指導の下に、個人ごとに行なわれる必要がある。

次項以下は、５つの研究室（化学・材料系、電気系、物理・応用物理系、機械系、環境系）における特定の学生の研究テーマについてリスクアセスメントを行った例である。これを参考にして、年度初め、あるいは研究手法の変更時にリスクアセスメント表を作成し、研究室や実験室の見やすい所に掲示し、安全対策の確認を行なうべきである。

各研究室の教員は、そのリスクアセスメント表をチェックし、指導する他、研究室に何らかのヒヤリハット事例（運良く事故にいたらなかった、事故一歩手前の事例）があれば、リスクアセスメント表を見直し、対策を立てる必要がある。

なお、平成２７年６月の労働安全衛生法の改正により、一定の危険性・有害性のある物質については、使用前に SDS（第２章参照）を用いてリスクアセスメントを行なうことが義務づけられた。これは機械類その他の危険性については個別規定または JIS などがあるのに対し、化学物質については一部を除いてそのような基準がないために、化学物質の多様性に対応できないためである。

当該法改正に対応したリスクアセスメントについては、実施方法等について現在検討中である。しかし、大学において研究に使用する化学物質は SDS が得られないものや、安全性評価のデータがないものも多いという事実に鑑み、実験者は、化学物質の使用には慎重さが必要である。

14.1　化学・材料系学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　真空シュレンクラインを用いた無機材料の合成

危険要因	危険性	対応策
化学物質	発火、引火、皮膚の炎症、失明	合成用原料の秤量・混合時には、その危険性に応じて眼鏡、防護面、マスク、手袋を着用する。 加熱する際は、激しい反応が生じる場合に備えて、実験中は席を離れない。
ガラス器具	けが	使用前にガラス器具に破損がないかチェックする。 真空系と接続する場合には、真空グリースを接続部に塗布する。
真空ガラスライン	けが	ガラスの破損による事故に注意する。 コックの開閉は無理に行うと破損する場合があるので、コックへのグリース塗布の有無を確認するなど、慎重に取り扱う。
高圧ガス	爆発、窒息	ボンベを固定された容器架台に設置する。 圧力調整器を適切に使用する。 ガス流通路の漏れを確認し、反応によって生じたガスが系外に漏れ出ることを防ぐ。
液体窒素（コールドトラップ用）	爆発、窒息、凍傷	液体窒素の容器は異常な高圧になるのを防ぐため、完全には密閉しない。 一方で、完全に開放した場合、空気から酸素が混入し、爆発性の液体酸素となるため、容器に蓋をかぶせて使用する。 別容器への移し替え作業の際には革手袋を使用して凍傷を防ぐ。
真空ポンプ	けが、火災	真空バルブの開閉状況を常に把握してポンプの動作を行う。 ラインの漏れ等でポンプに過負荷運転が生じると、発熱や火災の原因となるので注意する。

14.2　有機化合物を取り扱う学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　有機化合物の官能基変換（合成反応）と、ガスクロマトグラフィーによる生成物の分析

危険要因	危険性	対応策
化学物質	発火、引火、皮膚の炎症、失明	合成用原料の秤量・混合時には、その危険性に応じて眼鏡、防護面、マスク、手袋を着用する。 激しい反応が生じる場合に備えて、実験中は席を離れない。 換気をする。化学物質アセスメントに基づいて必要に応じドラフト内での作業を行う。
ガラス器具	けが	使用前にガラス器具に破損がないかチェックする。 ガラスの破損による事故に注意する。
廃液	皮膚の炎症、環境負荷	廃液は適切な処理を行う。特に塩素系有機溶剤を用い、抽出作業をした場合は要注意、水層は塩素系有機溶剤廃液と同様の取り扱いをする。
高圧ガス	爆発、窒息	ボンベを固定された容器架台に設置する。 圧力調整器を適切に使用する。 ガス流通路の漏れを確認し、反応によって生じたガスが系外に漏れ出ることを防ぐ。 部屋の換気を行う。
真空ポンプ	けが、火災	真空バルブの開閉状況を常に把握してポンプの動作を行う。 ポンプに過負荷運転が生じると、発熱や火災の原因となるので注意する。
機器への配線と分析機器の使用	火災、漏電、感電	大電力を必要とする分析機器に対しては専用のブレーカーから配線をとる。コード類は人の通らないところで配線する。機器の異常（異常音や異常動作等）に注意する。

14.3　電気系学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　大気圧短パルス高電圧放電プラズマのレーザーによる診断

危険要因	危険性	対応策
クラス４のレーザー	目の失明､皮膚への照射による火傷、火災	レーザービームの安全な終端、ビームに触れない措置、散乱光の遮光、保護メガネの着用、光路を目の高さより低くする。
高電圧回路	感電による死亡や火傷、火災	高電圧部を隔離、複数の人員での実験、相互に安全を確認。 各回路素子のチェックの際は電源オフを確認、コンデンサーの電極間はショートして作業する。
低電圧の電子回路	感電、火災	各回路素子のチェックの際は電源オフを確認、コンデンサーの電極間はショートして作業する。 埃などの除去。
機器への配線	火災、漏電、感電	タコ足配線をしない、漏電遮断器の設置、コード類に足を引掛けないよう保護または人の通らないところで配線、水や可燃物から離す。
高圧ボンベ	爆発、火災、窒息	ボンベを固定された容器架台に設置すること、圧力調整器の適切な使用、換気や防火設備の設置、可燃性ガスは火気の近くで使用しない、スヌープにより配管からのガス漏れをチェックする。
真空系	けが、火災	油回転ポンプやターボ分子ポンプの過負荷による発熱に注意する。 可燃性や毒性のガスを排気する場合は、除外装置や換気に特に配慮しなければならない。
装置の改造・再配置	けが	実験装置の改造や場所を移動する場合、重量物の取り扱いに当っては、けがのないよう複数の人員で計画的に実行する。 業者に依頼して、これらを行う場合には、事前にリスクアセスメント表を共同して作成しておく。

14.4　物理・応用物理系学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　加速器等の大型放射線発生装置を用いた放射線計測実験

危険要因	危険性	対応策
加速器施設	外部被ばく､放射性物質の管理区域外への持ち出し	加速器運転の自動表示およびインターロックを解除してはいけない。複数で入室し、個人線量計を常時身につける。加速器非常停止ボタンの位置を確認。運転後のビームライン付近や照射室ではサーベイメータ等で空間線量率を測定し、外部被ばく防護３原則「距離、時間、遮蔽」を念頭に被ばく線量の低減化を図る。管理区域からの物品持ち出しの際には汚染検査が必要。
検出器の校正用密封線源	外部被ばく､破損による汚染、紛失・盗難	被ばく線量の低減化を図る。作業中は個人線量計を着用し、サーベイメータで線量測定。目視による密封性の維持確認。 使用後は貯蔵室へ収納し、紛失や盗難防止。使用簿に記録（年月日、氏名、線源名）を残す。
照射後サンプル（ターゲット）	外部・内部被ばく、放射性物質の漏洩	放射化に伴う残留放射能による被ばくの恐れがあるので、サーベイメータ等で表面近傍の線量率を計測し、被ばく線量の低減化を図る。 放射化サンプルは手袋をして扱う。
高電圧機器	感電による死亡や火傷、火災	高電圧部（加速器イオン源など）にはむやみに近づかない。加速器施設運転員の指示に従い、単独での操作はしない。
クレーン操作	けが・死亡、装置破損	0.5t 以上のものについては有資格者に操作を依頼する。定格荷重を越える重量を吊り下げない。単独では操作しない。吊り荷の下に人が居ないことを確認。
計測機器等への電気配線	火災、漏電、感電	タコ足配線にしない。コード類に足を引掛けないように保護、または人が通らないところで配線。水や可燃物から離して配線。
真空ポンプ系	けが、火災	旧式油回転ポンプ（ゴムベルト駆動）の使用時は回転ベルトに巻き込まれないように服装に注意する。真空バルブの開閉状況を把握してポンプの動作を行う。過負荷運転による発熱に注意し、冷却（水冷、空冷）動作を確認する。

14.5　機械系学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　風洞を用いた流動やガス拡散の実験

危険要因	危険性	対応策
風洞装置	けが、装置破損、火災	送風機の起動は決められた手順によること。 回転機械に異音など異常のないことを確認する。単独では操作しない。 風洞内の設置物の固定は確実に。
自動移動装置	けが、装置破損	自動装置の移動範囲内に入るときは電源を切る。
計測機器への配線	火災、漏電、感電	タコ足配線をしない、漏電遮断器の設置、コード類に足を引掛けないよう保護または人の通らないところで配線、水や可燃物から離す。
レーザー計測	目の失明､皮膚への照射による火傷	レーザービームの安全な終端、ビームに触れない措置。保護メガネの着用。
トレーサ・ガス	爆発、装置破損、窒息	ボンベは固定された容器架台に設置する。配管の接続を確実にする。ガスの排出時は換気を行う。
クレーン操作	けが・死亡、装置破損	0.5t 以上のものについては有資格者が操作する。定格荷重を越える重量を吊り下げない。 単独では操作しない。吊り荷の下に入らない。
工作	けが	工作機械を使う際は、以下に示す例のようにリスクアセスメントを行うこと。

工作を行う際のリスクアセスメントの例

危険要因	危険性	対応策
旋盤 ボール盤 フライス盤	切傷	工作対象物の強固な保持。適切な回転数。 巻き込み防止（適切な作業服・靴、軍手の使用は不可)。飛散物からの防護メガネ。
グラインダー 高速切断機	切傷 煙の吸引	砥石の欠陥の目視検査。回転異音がないことを確認。工作対象物の適切な保持。 安全カバーの確認。保護メガネの使用。 集塵機あるいは防塵マスク。換気。 砥石の交換は有資格者が行なう。

14.6　シミュレーション研究に従事する学生のリスクアセスメントの例

研究テーマ：　海洋循環の数値モデリング

危険要因	危険性	対応策
乗船実習	甲板から海へ転落	ライフジャケットの着用。 夜間や飲酒寺には甲板に出ない。
長時間の PC 使用（VDT 作業）	視力の低下･頭痛や肩こりなど心身の不調、VDT 症候群	１時間に１度はパソコンを離れ、目を休める。
計算機内部の整備	感電	電源をコンセントから抜いておく。無停電電源装置(UPS)も要注意。
PC ウィルス感染	個人的 PC だけでなく、近隣の PC にも感染する怖れ	ウィルス監視・検出ソフトを常駐させる。
違法にビデオファイル取得	著作権侵害	P2P ソフトはインストール禁止
夜間の下校	暴漢に襲われる危険性	地下道など、危険な場所の通行を避ける。 特に女子は早めに帰宅する。
海外での学会発表	治安の悪さ	日本のように治安のよい国はほとんどないと自覚し、夜間の外出や狭い路地はなるべく避ける。単独行動の場合は特に周囲を警戒する。

14.7　生物系研究に従事する学生のリスクアセスメントの例

危険要因	危険性	対応策
オートクレーブ	火傷､蒸気漏れ等による空焚き	軍手ではなく、防水型の耐熱手袋を使用。取り出した直後に溶液を振り混ぜたりしない。揮発性の薬品はフィルターで滅菌する。
遠心分離機	けが、装置破損	モーメントバランスを正確に取る。試料漏れに注意する。運転中に蓋を開けない。ローターを手で止めない。
恒温槽	漏電、空焚き	制御部に水をかけない。終夜運転や無人運転の場合は特に水位を確認する。
乾燥機、乾熱滅菌器	火災、装置破損	有機溶媒、可燃性ガス、プラスチック、紙などの可燃物は入れない｡試料の詰め過ぎには十分注意する。
減圧操作	けが	容器は減圧に耐えるものを使用する。突沸に対応できるよう備える。
電子レンジ	火傷	軍手ではなく、防水型の耐熱手袋を使用。突沸に対応できるよう備える。
紫外線ランプ	けが	保護メガネを着用する事。長時間の作業では、フェイスマスク等も着用する。
クリーンベンチ・安全キャビネット	火災､コンタミネーション	ガスバーナーやアルコールランプの取り扱いに注意する｡70%エタノール等で消毒を入念に行い､袖は肘までまくる。

第 15 章　事　故　例

15.1　感電事故

平日の午後８時頃、学生が熱負荷装置を用いて実験していた。実験中、高電圧部内にあるブレーカーが落ちた。これを復旧しようとして20 kVの高電圧に指でふれ、電流が右手から左手へ走り、右手中指及び左手掌に火傷を負った。そのさい共同実験中の別の学生が、指導教員に直ちに連絡し、救急車を要請し、当人は入院し治療を受けた。

高電圧部分を点検するさいには、本指針８章記載の注意を十分守る必要がある。

15.2　引火事故

ある学生が、直流により加熱された金属細線をエタノール中に落下させ金属細線の冷却特性を調べる実験中に引火事故を起こし両手指に火傷を負った。

金属細線に接続された電源のスイッチは、金属細線がエタノールの入った容器に入る直前に自動的に切れ、また金属細線が容器中から引き上げられて５秒後に自動的に再入するように設計されていた。しかし、その学生は誤って電源を入れて金属細線の引き上げ操作を行ったため、加熱された金属細線に付着していたエタノールに着火し、続いて着火したエタノール液滴が容器内に落下して容器中のエタノールに引火した。その学生は発火直後に容器に蓋をして消火しようとしたが、消えなかったため、容器を移動させようとしてエタノールをこぼし、これに着火した。その後、隣室にいた別の学生が、急報を受けて廊下に配置されていた消火器を用いて消火した。

引火性溶媒を扱う際には、本指針４章記載の注意を十分守る必要がある。

15.3　フッ酸による薬傷

ある大学院学生が Si ウエハ基板をドラフト内で洗浄していたところ、テフロン製メスピペット（全長約 380 mm）先端部に残ったフッ酸溶液（フッ化水素 46%含有）原液が右足甲部皮膚に直に滴下した。少量なので気に留めず放置したら、１時間後に酸接触部位が赤化した。薬傷部分を水道水で流水冷却洗浄し、健康科学センターの指示を受けた後、医師の治療を受けた。（フッ酸は弱酸であるが、他のハロゲン酸と異なり皮膚透過性が高く、皮膚刺激性は低いが、骨を侵すほかカルシウム欠乏による全身中毒症状をおこす。）

15.4　目の負傷

学生がシリンジを左手で押さえてGPCの試料注入口にクロロホルムを注入していたが、左手下からクロロホルムが跳ね返って、実験者の目に入った。このとき、保護メガネを着用していなかった。

15.5　サンダルを履いての実験

学生が滴定実験中に使用していた濃度35%塩酸を足にこぼして火傷を負った。

塩酸を小瓶に分けて使用していたが、実験中に机の上の瓶を倒してしまい中に入っていた塩酸が飛び散って一部が足の甲に飛散した。靴を履いていれば直接皮膚にかかることはなかったと思われるが当時暑くてサンダルを履いていたので皮膚の露出部分があった。

15.6　液体窒素での皮膚炎症

学生がSEM観察に使用するため液体窒素を汲みにいったとき、皮膚に炎症を起こした。凍傷を防ぐためタオルや軍手などを使用しているのだが、皮手袋を使用しなかったものと思われる。

15.7　寝不足での実験

学生が深夜のアルバイトをしているために、翌日の実験に寝不足で携わって、高温の容器の近くで居眠りをして火傷しそうになった。また、工具として鋭利なものを使用する際、手をすりむいてしまいそうになった。

15.8　短波長紫外線による暴露

低圧水銀灯を短波長紫外線発生源として組み込んだ実験装置を自作して実験を行ったところ、紫外光の漏洩に気づかず、低波長紫外線（UV－C）に暴露し、皮膚および眼に障害が発生し医師の診察を受けた。 (1)低圧水銀灯では、UV-C領域の強い紫外線が発生するのに対し、可視光域ではそれほど強い強度の光は発生せず、明るい室内で可視域による漏洩光を認識しにくいこと。(2)短波長紫外線（UV-C）が、生体に強い影響を与えることを十分認識せず実験を行っていたこと。(3)実験装置を組み立てるうえで、発生紫外光の遮蔽チェックが十分になされなかったことにより、上記の事故が発生した。実験者は、実験前に実験装置にかかわる十分な知識を持って、実験を実施するよう努める必要がある。

参考文献

日本救急医療財団心肺蘇生法委員会監修：救急蘇生法の指針 2015（市民用）
https://www.fdma.go.jp/neuter/topics/kyukyu_sosei/sisin2015.pdf
東京大学環境安全本部フィールドワーク事故災害対策 WG 編（2011）：野外活動安全衛生管理・事故防止指針 第 1 版、霞出版社
日本生態学会野外安全管理委員会編（2008）野外調査の安全マニュアル案.
http://www.esj.ne.jp/safety/manual/ （2016.12.22.参照）
公益社団法人日本山岳協会（2002）：登山と計画 http://www.jma-sangaku.or.jp/（2016.12.22.参照）

謝辞

本指針の第 3～第 11 章、 第 14～15 章は、九州大学大学院総合理工学府「安全の指針」をもとにしています。転載をご快諾いただきました総合理工学府長 原田明教授をはじめ、総合理工学府安全委員会委員の皆様に深く感謝いたします。

問い合わせ先：学務部学務企画課
E-mail：gaphosa@jimu.kyushu-u.ac.jp
電 話：０９２－８０２－５９１７

第 1 版（初版） 平成３０年１１月 公表
第 1.2 版 令和 元年 7 月 公表