

実験室バイオセーフティ指針

(WHO 第3版)

Laboratory biosafety manual

Third edition

World Health Organization, Geneva, 2004

監修 北村 敬
小松 俊彦

訳者 北村 敬 小松 俊彦
杉山 和良 森川 茂
篠原 克明

バイオメディカルサイエンス研究会

WHO図書館出版物分類登録
世界保健機関（WHO）
実験室バイオセーフティ指針－第3版

1. バイオハザード封じ込め方法
2. 実験室－基準
3. 実験室感染－予防と制圧
4. 指針
5. 標題

ISBN 92－4－154650－6 （LC/NLM分類；QY25） WHO/CDS/CSR/LYO/2004.11

本書の出版は、米国疾患対策センター（CDC）（ジョージア州アトランタ）よりの助成金（協力契約 No.U50/CCU02445－08）により、支援された。本書の内容は著作者の責任に基づくもので、必ずしも CDC の公式見解を述べたものではない。

世界保健機関2004年

著作権保有。WHO 刊行物はWHO販売部（WHO Marketing and Dissemination, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland; Tel +41-22-791-2476; Fax +41-22-791-4857; email: <bookorders@who.int>）で入手できる。WHO 刊行物の複製または翻訳－販売目的または非営利的頒布を問わず－は、上記住所のWHO出版部（WHO Publications; Fax+41-22-791-4806; email<permissions@who.int>）に申し込まれたい。

本書中の内容の表示ないし表現は対象となる国家、領地、都市、地域ないし管轄権または境界線の法的状況に関するWHOの見解の表明ではない。地図上の点線は今日も充分合意に達していない境界線の近似的表現である。

本書中に特定の企業ないし、特定の業者の製品が記述されている場合、記述されていない他企業ないし、他製品よりWHOがこれを保証しあるいは推奨するものである事を意味しない。誤記や脱落は例外として、財産権のある製品の名は大文字の頭書で区別した。

WHOは、本書の内容となる情報が完全で正確であるとの保証はせず、本書を利用したために被った損害の責任は負わない。

基本グラフィックス作画／マルタ共和国印刷

目 次

序 言	v
謝 辞	vi
1. 一般原則	1
はじめに	1
 第Ⅰ部 バイオセーフティ指針	 5
2. 微生物学的リスク評価	7
検体の情報が乏しい試料	8
リスク評価と遺伝子改変微生物	8
3. 基本実験室ーバイオセーフティレベル1, 2	9
作業原則	9
実験室の設計と設備	12
実験機器	14
健康と医学的管理	16
訓練	17
廃棄物の取り扱い	17
化学物質、火気、電気、放射線および機器に関する安全対策	19
4. 封じ込め実験室（Containment Laboratory）ーバイオセーフティレベル3	20
作業原則	20
実験室の設計と設備	21
実験機器	22
健康と医学的管理	22
5. 高度封じ込め実験室（Maximum Containment Laboratory）ーバイオセーフティレベル4	25
作業原則	25
実験室の設計と設備	25
6. 実験動物施設	28
動物施設ーバイオセーフティレベル1	29
動物施設ーバイオセーフティレベル2	29
動物施設ーバイオセーフティレベル3	30
動物施設ーバイオセーフティレベル4	31
無脊椎動物	32
7. 実験室／施設運営管理指針	33
8. 実験室／施設検証指針	36
 第Ⅱ部 実験室バイオセキュリティ	 45
9. 実験室バイオセキュリティの概念	47

第Ⅲ部 実験機器 49

10. 生物学的安全キャビネット	51
クラスⅠ生物学的安全キャビネット	51
クラスⅡ生物学的安全キャビネット	53
クラスⅢ生物学的安全キャビネット	55
生物学的安全キャビネットの排気接続	55
生物学的安全キャビネットの選択	56
実験室内の生物学的安全キャビネットの使用	57
11. 安全機器	61
陰圧柔フィルムアイソレーター	61
ピペットエイド	63
ホモジナイザー、シェーカー、ブレンダーおよびソニケーター.....	64
使い捨て式の移植ループ	64
微少焼灼装置	64
個人用防護具と防護服	64

第Ⅳ部 基準微生物実験技術 67

12. 実験室内技術	69
実験室における試料の安全取り扱い	69
ピペットとピペットエイドの使用	70
感染性材料の散乱を避けること	70
生物学的安全キャビネットの使用	70
感染性試料の経口摂取、皮膚および眼への接触を避けること.....	71
感染性材料の注射を避けること	72
血清の分離	72
遠心器の使用	72
ホモジナイザー、シェーカー、ブレンダー、およびソニケーターの使用.....	73
組織磨砕器の使用	74
冷蔵庫と冷凍庫の注意と使用	74
凍結乾燥した感染性材料を含むアンプルの開封	74
感染性材料を含むアンプルの保存	74
血液、その他の体液、組織、および排泄物の取り扱いにおける標準的注意.....	75
プリオンを含む可能性のある材料に関する注意	76
13. 突発事態対応計画と緊急時対応手順	79
突発事態対応計画	79
微生物実験室の緊急時対応	80
14. 消毒と滅菌	83
定義	83
実験室資材の清掃	84

化学殺菌剤	84
室内環境汚染除去	89
生物学的安全キャビネットの汚染除去	90
手洗い／手の汚染除去	90
加熱消毒と滅菌	91
焼却	93
廃棄	94
15. 感染性試料の運搬序論	95
国際輸送規則	95
基本的な三重包装システム	96
漏出清掃手順	96
 第Ⅴ部 バイオテクノロジー序論	 99
16. バイオセーフティと組み換えDNA技術	101
生物学的発現系のバイオセーフティ面からの考察	101
発現ベクターのバイオセーフティ面からの考察	102
遺伝子導入用ウイルスベクター	102
遺伝子改変およびノックアウト動物	102
遺伝子改変植物	103
遺伝子改変生物のリスク評価	103
その他の考慮	104
 第Ⅵ部 化学物質、火災、電気の安全確保	 105
17. 有害化学物質	107
曝露経路	107
化学物質の保管	107
化学物質の配合禁忌の一般原則	107
化学物質の毒作用	107
爆発性化学物質	108
化学物質の漏出	108
加圧ガスと液化ガス	109
18. その他の実験室災害	110
火災	110
電気災害	111
騒音	111
電離放射線	111

第Ⅶ部 安全組織と訓練 115

19. バイオセーフティ管理者とバイオセーフティ委員会	117
バイオセーフティ管理者	117
バイオセーフティ委員会	118
20. 補助職員の安全	119
設備および建物の維持管理業務	119
屋内清掃業務	119
21. 訓練プログラム	120

第Ⅷ部 安全点検リスト 123

22. 安全点検リスト	125
実験室構内	125
保管施設	125
衛生と職員用施設	126
暖房と換気	126
照明	126
基本機能	126
実験室バイオセキュリティ	127
火災防止と火災防護	127
引火性液体の保管	128
加圧ガスと液化ガス	128
電気災害	128
個人防御	129
職員の健康と安全	129
実験室機器	130
感染性材料	130
化学物質、放射性物質	131

第Ⅸ部 文献、附録、索引 133

文献	135
附録 1 応急手当て	138
附録 2 職員の予防接種	139
附録 3 WHO バイオセーフティ協力センター	140
附録 4 機器の安全	141
災害を生ずる可能性のある機器	141
附録 5 化学物質：災害と予防のための注意	145
索引	168

序 言

世界保健機関（WHO）は、古くから安全、特に生物学的な安全が重要な国際的問題である事を認識してきた。WHOは実験室バイオセーフティ指針（Laboratory Biosafety Manual）第1版を1983年に刊行した。同指針は各国が生物学的安全の基本的概念を受け入れて取り込み、自国内の実験室での病原微生物の安全取り扱いに関する国内実践指針を策定するよう勧奨するものであった。1983年以降多くの国で同指針に示された専門的な指導を利用してこのような実践指針が策定された。同指針の第2版が、1993年に刊行された。

WHOは引き続き、バイオセーフティの国際的な指導的役割を果たすべく、今回、同指針第3版を刊行して21世紀に我々が直面しなくてはならない生物学的安全と安全保障の問題に対処する事とした。第3版は、全体を通して個人的責任の重要性を強調する。第3版に新しく加えられたのはリスク評価、組換えDNA技術の安全な利用、感染性試料の運搬の各項目である。最近の世界的動向として、微生物および毒素の意図的悪用および撒布による公衆衛生上の脅威の可能性が示された。このような状況下に第3版は生物学的安全保障（biological security）の概念をとり込み、微生物学的資産が盗難、紛失または流用により、不適切に使用されて、公衆衛生上の災害をもたらす事の予防策を示している。更に本版にはWHOの出版物「医療検査室の安全」（Safety in health-care laboratories, 1997）（1）に掲載された情報もとり入れている。

WHO「実験室バイオセーフティ指針」第3版が微生物学的資産の安全を保障し、臨床研究、疫学的目的への利用の可能性は保証できるよう国内実践指針を策定しようとする各国の努力に対して、指針としてお役に立つ事を祈ってやまない。

WHO 事務局次長

感染症担当



謝 辞

「実験室バイオセーフティ指針」第3版は、下記の専門家の協力により作製された。ここにその名を記して謝意を表する：

W. Emmett Barkley 博士；Howard Hughes 医学研究所，シエビイチエーズ，MD, USA

Murray L. Cohen, 博士；(元) 国立疫病管理センター (CDC)，アトランタ，GA, USA

Ingegerd Kallings 博士；スエーデン国立感染症予防研究所，ストックホルム，スエーデン

Mary Ellen Kennedy 女史；バイオセーフティコンサルタント，Ashton, オンタリオ，カナダ

Margery Kennett 女史；(元) ピクトリア感染症参照検査室，Nメルボルン，オーストラリア

Richard Knudsen 博士；CDC 健康安全部，アトランタ，GA, USA

Nicoletta Previsani 博士；WHO バイオセーフティ室，ジュネーブ，スイス

Jonathan Richmond 博士；(元) CDC 健康安全部，アトランタ，GA, USA

Syed A. Sattar 博士；オタワ大学医学部，オタワ，オンタリオ，カナダ

Deborah E. Wilson 博士；米国衛生省国立衛生研究所 (NIH) 研究局，職業衛生安全部，ワシントン，DC, USA

Riccardo Wittek 博士；ローザンヌ大学動物生物学研究所，ローザンヌ，スイス

本書の取りまとめに当たっては、下記の人々の手助けを得た。ここに謝意を表明する：

Maureen Best 女史；カナダ衛生省実験室安全保障部，オタワ，カナダ

Mike Catton 博士；ピクトリア感染症参照検査室，Nメルボルン，オーストラリア

Shanna Nesby 博士；CDC 健康安全部，アトランタ，GA, USA

Stefan Wagener 博士；カナダ国立人体および動物健康科学研究センター，ウイニペグ，カナダ

執筆者および校閲者は、「実験室バイオセーフティ指針」第1版、第2版およびWHO「医療検査室の安全」(1997)

(1) に寄稿された多くの専門家各位の御貢献にも謝意を表する。

1. 一般原則

はじめに

本指針の中では一貫して、感染症微生物の相対的災害は、リスク群（WHO リスク群 1,2,3,4）で表現される。このリスク群分類は実験室内の作業に関してのみ適用される。表 1 にリスク群分類の基準を示す。

表 1 感染性微生物のリスク群分類

リスク群 1 （個体および地域社会へのリスクは無い、ないし低い）

ヒトや動物に疾患を起す可能性の無い微生物。

リスク群 2 （個体へのリスクが中等度、地域社会へのリスクは低い）

ヒトや動物に疾患を起す可能性はあるが実験室職員、地域社会、家畜、環境にとって重大な災害となる可能性のない病原体。実験室での曝露は、重篤な感染を起す可能性はあるが、有効な治療法や予防法が利用でき、感染が拡散するリスクは限られる。

リスク群 3 （個体へのリスクが高い、地域社会へのリスクは低い）

通常、ヒトや動物に重篤な疾患を起すが、通常の条件下では感染は個体から他の個体への拡散は起こらない病原体。有効な治療法や予防法が利用できる。

リスク群 4 （個体および地域社会へのリスクが高い）

通常、ヒトや動物に重篤な疾患を起し、感染した個体から他の個体に、直接または間接的に容易に伝播され得る病原体。通常、有効な治療法や予防法が利用できない。

実験施設は、基本実験室－バイオセーフティ（BS）レベル 1、BS レベル 2、封じ込め実験室－BS レベル 3、高度封じ込め実験室－BS レベル 4 の何れかに分類される。BS レベルの分類は設計上の特徴、建設方式、封じ込め設備、機器、各リスク群の病原体に対して指示される作業と操作の方式の組合せに基いて行われる。表 2 に各 BS レベルの各事項の基本を示すが、BS レベル分類に取り扱われている病原体のリスク群分類とは相関するが必ずしも一致するものではない。

表2 リスク群分類と、BSレベル分類の関連、主な作業方式、機器

リスク群	BSレベル	実験室の型	作業方式	安全機器
1	基本－ BSレベル1	基本教育、 研究	GMT	特に無し；開放型作業台
2	基本－ BSレベル2	一般医療、診断 検査、研究	GMT＋保護衣、 バイオハザード標識	開放型作業台＋エアロゾ ル発生の可能性ある場 合はBSC
3	封じ込め－ BSレベル3	特殊診断検査、 研究	BSレベル2＋特別な保 護衣、入域の制限、一 定気流方向	全操作をBSC／ないし、 その他の封じ込め機器 を用いて行う
4	高度封じ込め 実験室－ BSレベル4	特殊病原体施設	BSレベル3＋入口部は エアロック、出口に シャワー、特別な廃棄 物処理	クラスⅢBSCまたは陽圧 スーツ＋クラスⅡ BSC、（壁に固定した） 両面オートクレープ； 給排気は濾過

略語：BSC, 生物学的安全キャビネット；GMT, 基準微生物実験技術（本指針第Ⅳ部参照）

各国（地域）は、下記の事項を考慮して、各国（地域）独自の微生物のリスク群分類を作製する：

1. 微生物の病原性。
2. 微生物の伝播方式と、宿主域。これには、当該地域の人口群の有する免疫レベル、宿主人口の密度と移動度、該当する媒介動物の存在、当該地域の環境衛生基準等により影響される。
3. 現地において、有効な予防法が利用できるか否か、考慮の対象は：予防接種または抗血清投与（受動免疫）、衛生手段、例、食品および給水の衛生、保有動物または媒介節足動物の駆除。
4. 現地において有効な治療法が利用できるか否か。考慮すべき対象は：受動免疫、曝露後予防接種、抗菌剤、抗ウイルス剤、その他の化学療法剤の利用、等であり薬剤耐性株の出現の可能性も考慮しておく必要がある。

実験室内で取り扱う病原体へのBSレベル指定は、リスク評価に基づいて行う。リスク群分類および他の要因も考慮に入れて適切なBSレベルを指定する。例えば、リスク群2に指定された病原体は通常、BSレベル2の施設、機器、操作方式を指定して、作業上の安全を確保する。しかし、特定の試験で高濃度のエアロゾル発生が避けられない場合は、実験室施設内のエアロゾル封じ込め性能が一段上のBSレベル3を適用して、必要な安全度を確保する。従って、特定の作業に指定されるBSレベルは、使用する病原体のリスク群分類に基くBSレベルを自動的に適用するのではなく、試験の行われる場所でのリスク評価に基く職業上の判断により指定されなくてはならない（第2章参照）。

表3に4種のBSレベルに対応する施設基準を要約する。

表3 BSレベル別施設基準要約

	BSレベル			
	1	2	3	4
実験室の隔離 ^a	不要	不要	要	要
汚染除去時の実験室気密封鎖性能	不要	不要	要	要
換気：				
内側への気流	不要	望ましい	要	要
制御換気系	不要	望ましい	要	要
排気のHEPA濾過	不要	不要	要 / 不要 ^b	要
入口部二重ドア	不要	不要	要	要
エアロック	不要	不要	不要	要
エアロック＋シャワー	不要	不要	不要	要
前室	不要	不要	要	—
前室＋シャワー	不要	不要	要 / 不要 ^c	不要
排水処理	不要	不要	要 / 不要 ^c	要
オートクレーブ：				
現場処理	不要	望ましい	不要	要
実験室内	不要	不要	望ましい	要
両面オートクレーブ	不要	不要	望ましい	要
生物学的安全キャビネット	不要	望ましい	不要	要
職員安全モニタリング設備 ^d	不要	不要	望ましい	要

^a 一般交通より、環境的、機能的に隔離。

^b 排気系の位置による（第4章参照）。

^c 実験室内で取り扱われる病原体による。

^d 例、覗き窓、有線テレビ、2方向通信系。

このように、BSレベルの指定は、取り扱われる生物（病原体）、利用できる施設、実験室での作業の安全確保に必要とされる機器の操作方式と行われる実験方式を考慮して行う。



第Ⅰ部

バイオセーフティ指針

2. 微生物学的リスク評価

バイオセーフティの実践の基本はリスク評価である。実験手順や実験に関するリスク評価に有用な手段は多々あるが、最も重要なものは専門家としての判断である。リスク評価は扱う予定の微生物の特性、用いられる器具や手順、用いられる予定の動物モデル、封じ込め器具や施設に最も精通した人によって行われるべきである。実験室の管理者や主任研究者は、リスク評価が適切かつ適時に実施され、また研究所の安全委員会やバイオセーフティ担当者と緊密な連絡をとり、想定されている作業に必要な設備や施設が整っているようにする責任がある。リスク評価を実施した後、更に定期的に検討し、必要があれば、リスクの程度に関係した新しいデータや他の適切な科学文献情報を収集し改定する必要がある。

微生物学的リスク評価を実施する上で、最も有用な手段のひとつは病原体のリスク群のリスト（第1章参照）である。しかし、リスク評価を実施する場合には、特定病原体のリスク群リストを単純に参照するだけでは十分ではない。以下のような、他の要因も考慮する必要がある：

1. 病原体の病原性および感染価
2. 曝露が起こった場合考えられる帰結
3. 感染の自然経路
4. 実験室の作業に由来する他の感染ルート（非経口、空気、経口摂取）
5. 環境中での病原体の安定性
6. 病原体の濃度と取り扱う濃縮材料の量
7. 適した宿主の存在（ヒトや動物）
8. 動物での研究情報、実験室感染または、臨床疾患の報告
9. 計画されている実験室作業（超音波処理、エアロゾル化、遠心分離など）
10. 病原体の宿主域を広げたり、既知の効果的治療方式に対する病原体の感受性を変えたりする可能性のある微生物の遺伝子操作（第16章参照）
11. 効果的予防法や治療法が現地で利用できるか。

リスク評価で確認された情報を基にして、計画された作業、選択された適切な個人防具、最も安全に仕事ができるように考案された他の安全対策を組み入れた標準操作手順（SOP）に対してバイオセーフティレベルが指定される。

検体の情報が乏しい試料

適切な情報が利用できる場合には上記のリスク評価手順は極めて有効に働く。しかし、適切なリスク評価を実施するために必要な情報が、例えば臨床検体や野外で集められた疫学サンプルなどのように、不足している場合がある。このような場合には、検体を取り扱うに当たっては慎重な行動をとることが賢明である。

1. 標準的安全対策(2)を必ず遵守し、試料を患者から採取する場合は、隔離防御具(手袋、ガウン、眼の防護具)を必ず着用しなくてはならない。
2. 基本的な封じ込め策—バイオセーフティレベル2の実践と手順は、検体を取り扱う場合の最低規準でなくてはならない。
3. 検体を運搬する場合には国内ないし国際的規則や規制を遵守しなくてはならない。

これらの検体を取り扱う場合のリスクを決定するために下記の情報も有用である：

1. 患者に関する医学的データ
2. 疫学的データ(罹病率と死亡率のデータ、疑われる伝播経路、その他の流行発生調査データ)
3. 検体の地理的起源に関する情報。

病因不明の病気が流行発生した場合には、国内の管轄当局ないしWHOが適切な特別指針を作成し、これをインターネットで(2003年の重症急性呼吸器症候群[SARS]の新規出現の場合のように)配信し、出荷のための検体の輸送委託方法や検体を取り扱うに当たってのバイオセーフティレベルを示すことも可能である。

リスク評価と遺伝子改変微生物

リスク評価の細かい検討と遺伝子改変微生物(GMO)の詳しい説明は第16章に記載する。

3. 基本実験室

ーバイオセーフティレベル1, 2

本指針の目的に沿って、バイオセーフティ全レベルに適合する実験室の基準に関する指針および勧告が、リスク群1-4の病原体に対して示されている。予防措置の中にはリスク群1に属する生物には不要なものもあるが、これらは研修目的の観点から良い（即ち、安全な）微生物学的技術（GMT）を推進するためにとり入れる事が望ましい。

診断用および医療用検査室（公衆衛生、臨床や病院内）は全て、バイオセーフティレベル2 またそれ以上のレベルに設計されていなければならない。実験室では受け取る試料に関し完全な管理を行えないから職員は予想より高いリスク群の微生物に曝露される可能性がある。バイオセーフティの計画や方針を立案するに当たっては、このような曝露の可能性をよく認識しておく必要がある。国によっては臨床検査室の認定が必要である。世界的には標準的安全対策（2）を常に採用し実施すべきである。

ここに述べる基本実験室ーバイオセーフティレベル1 および2の指針はすべてのバイオセーフティレベル実験室の基本になるものである。広範囲かつ詳細に説明してある。封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3 および後述の高度封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル4（第4、5章参照）の封じ込め実験室の指針は、これ等の実験室指針に変更を加えたり、追加したりしてより危険度の高い病原体を取り扱うように企画され作成されている。

作業原則

本原則は良い微生物学的技術（GMT）の基本となる最も重要な実験室の作業と手順を列記したものである。多くの実験室や国の各種実験室計画において、この原則は実験室安全運営の成文化された操作と手順の策定に利用され得るものである。

各実験室では、既知の、あるいは可能性のある災害を特定し、このような災害を排除または最小限にするための安全ないし操作に関するマニュアルを採用すべきである。GMTは、実験室の安全確保の基本をなすものである。特殊化した実験室機器は適切な手順を補完するものであって、これに代わるものではない。最も重要な原則を列記すると以下になる。

立入り

1. リスク群2 またはそれより高いリスク群の微生物を取り扱う部屋のドアには国際バイオハザード警告マークと標識（図1）を表示しなければならない。
2. 実験室の作業区域内に立入りを許されるのは認証された職員に限られなくてはならない。

3. 実験室のドアは閉鎖しておかなければならない。
4. 小児に実験室の作業区域への立入りを認定あるいは許可してはならない。
5. 実験動物室への立入りは別個に認定する。
6. 実験室での作業に関係のない動物を実験室に入れてはならない。

個人防衛

1. 実験室で作業をする際は常に実験室用カバーオール（上下一体型作業衣）、ガウン、または制服を着用しなくてはならない。
2. 血液、体液、他の感染性の可能性のある材料、感染動物などに直接または誤って触れる可能性のある作業に当たっては、必ず適切な手袋を着用する。使用後、手袋は無菌的に外し、その後、手を洗わなくてはならない。
3. 職員は感染材料や動物を取り扱った後および実験室の作業区域を出る前に必ず手を洗わなくてはならない。
4. 目や顔を飛沫、衝突する可能性のある物、人工紫外線照射光源から保護する必要がある場合は安全メガネ、顔面保護具、その他の防護具を着用しなくてはならない。
5. 実験室の外、例えば食堂、喫茶室、事務室、図書室、職員室、化粧室などで実験室用防護衣を着用することは禁じられる。

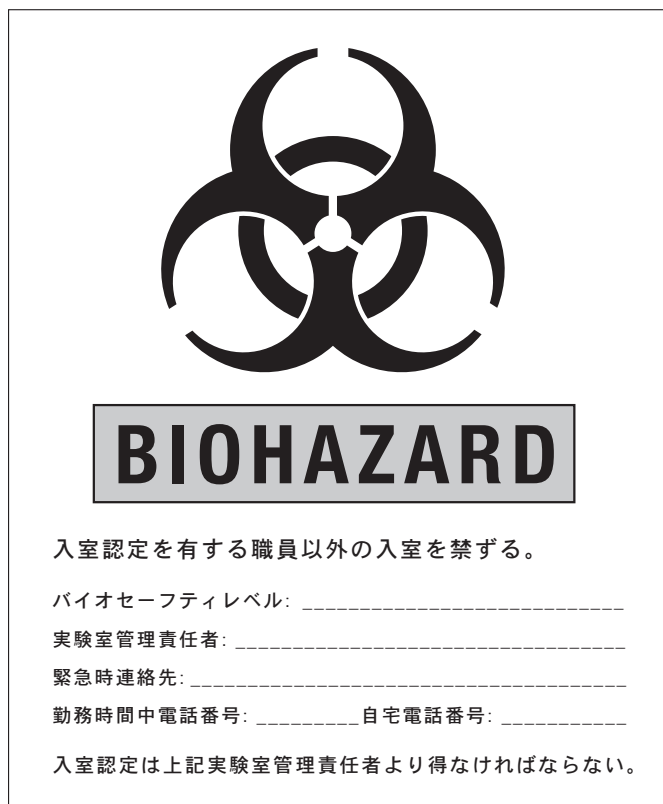


図1 実験室のドアに表示するバイオハザード警告標識

6. 実験室では爪先が露出した履物を着用してはならない。
7. 実験室の作業区域での飲食、喫煙、化粧、コンタクトレンズの扱いは禁じられる。
8. ヒトの食料や飲み物を実験室作業区域のいかなる場所にも保管することは禁じられる。
9. 実験室用防護衣は日常用衣服と同じロッカーや戸棚に貯蔵してはならない。

手順

1. 口を使つてのピペット操作は固く禁じられなくてはならない。
2. 試料を口に入れてはならない。ラベルを舐めてはならない。
3. 全ての技術的手順はエアロゾルや飛沫の発生を最小限に食い止める方法で実施しなくてはならない。
4. 皮下注射針や注射器の使用は制限すべきである。これらの注射器や針を、ピペット器具の代わりに用いたり、非経口的注射または実験動物からの体液吸い取り以外の目的に使用してはならない。
5. 病原体の漏出、事故、感染性材料への明白な曝露、あるいは可能性のある曝露等については、総て実験室管理者に報告しなくてはならない。このような事故や事例については文書による記録を作成し保存しなくてはならない。
6. 総ての漏出を清掃するための手順を文書で作成し、遵守しなくてはならない。
7. 汚染された液体は下水道に放流する前に（化学的もしくは物理的に）汚染除去しなくてはならない。取り扱われた化学薬品のリスク評価によっては廃液処理システムが必要となる。
8. 実験室からとり出されると予想される書類は、実験室においてある間、汚染されないように保護されなければならない。

実験室の作業区域

1. 実験室は整然と保ち、清潔に維持し、作業に必要でない物はおかないようにしなくてはならない。
2. 作業表面は危険の恐れがある試料が漏出した場合、および仕事の終了時、汚染除去しなくてはならない。
3. 全ての汚染した試料、標本、および培養は廃棄または再使用のための洗浄の前に必ず汚染除去する。
4. 梱包および輸送は適用される国内ないし国際規制に準拠しなくてはならない。
5. 窓が開けられる場合には節足動物侵入防止用網戸を取り付けなくてはならない。

バイオセーフティ管理

1. 実験室管理者（実験室の直接の責任者）はバイオセーフティ管理計画、安全操作マニュアルを策定し、採択されていることを保証する責任を負う。
2. 実験室の監督者は（実験室管理者に報告し）実験室の安全に関する定期研修が実施されている事を保証しなくてはならない。

3. 実験室の職員は特殊な災害について助言され、安全ないし操作マニュアルをよく読み、標準作業原則、手順に従い業務を遂行することを要求される。実験室監督者は全職員がこれらを理解していることを確実にすべきである。安全・操作マニュアルのコピーを実験室に備えておかななくてはならない。
4. 節足動物およびネズミ族の制御プログラムを用意しなくてはならない。
5. 適切な医学的評価、サーベイランスおよび治療の必要がある場合、全職員が受けられなければならない。また、職員の適切な医学的記録を保存しておかなければならない。

実験室の設計と設備

実験室を設計し、そこで行われる作業の種類を割り当てるに当たり安全対策上問題になる条件について特別の考慮を払う必要がある。主なものを挙げると以下のとおりである：

1. エアロゾルの発生
2. 微生物を大量ないしは高濃度に取り扱う
3. 実験室内の人口密度が高過ぎる、また機器が多過ぎる
4. 節足動物およびネズミ族の蔓延
5. 認証されていない者の立ち入り
6. 作業の流れ：特定の試料や試薬の使用。

バイオセーフティレベル1と2の実験室設計の例を図2、図3に示す。

設計の基準

1. 実験室作業の安全および清掃や保守のために十分なスペースが確保されていなくてはならない。
2. 壁、天井、床は平滑で、清掃が容易に行えるもので、液体を通さず、実験室で通常使用する薬品や消毒薬に耐え得るものでなければならない。床面は滑り止めの仕様でなくてはならない。
3. 作業台上面は耐水性で、消毒薬、酸、アルカリ、有機溶媒や中程度の熱にも耐えられるものでなくてはならない。
4. あらゆる活動のために適切な照明が確保されなくてはならない。好ましくない反射やぎらつきは避けなければならない。
5. 実験室の家具は頑丈なものでなくてはならない。作業台、キャビネット、機器の間と下の開放空間は、清掃のために立ち入れるようになっていなくてはならない。
6. 保管スペースはすぐ使用するための物を置いておくため、および作業台上や通路が雑然とするのを避けるために適切でなければならない。別に、長期保管用スペースを、実験室作業区域外の便利な場所に設けておかなければならない。

7. 溶剤、放射性物質、高圧ガス、液化ガスの取り扱いと保管を安全に行うためのスペースと施設を設けておかななくてはならない。
8. 外部衣服や私物を保管する施設は、実験室作業区域外に設置しなくてはならない。
9. 飲食、休憩のための施設は、実験室作業区域外に設置しなくてはならない。
10. 各実験室に可能であれば水道栓を有する手洗い流しを設置する。設置場所は出口ドア付近が望ましい。
11. ドアは適切な防火性能を有し、自動閉鎖式が望ましく、更に覗き窓を備えなくてはならない。
12. バイオセーフティレベル2では、オートクレーブや他の汚染除去法が実験室から適切な近さの場所に設置されていなくてはならない。
13. 火災、電気関係の緊急事態に対応し、緊急シャワー、および洗眼設備等を装備した安全システムが整備されていなくてはならない。
14. 適切な設備を有する救急区域や救急室が整備され、何時でも利用できなくてはならない（附録1参照）。

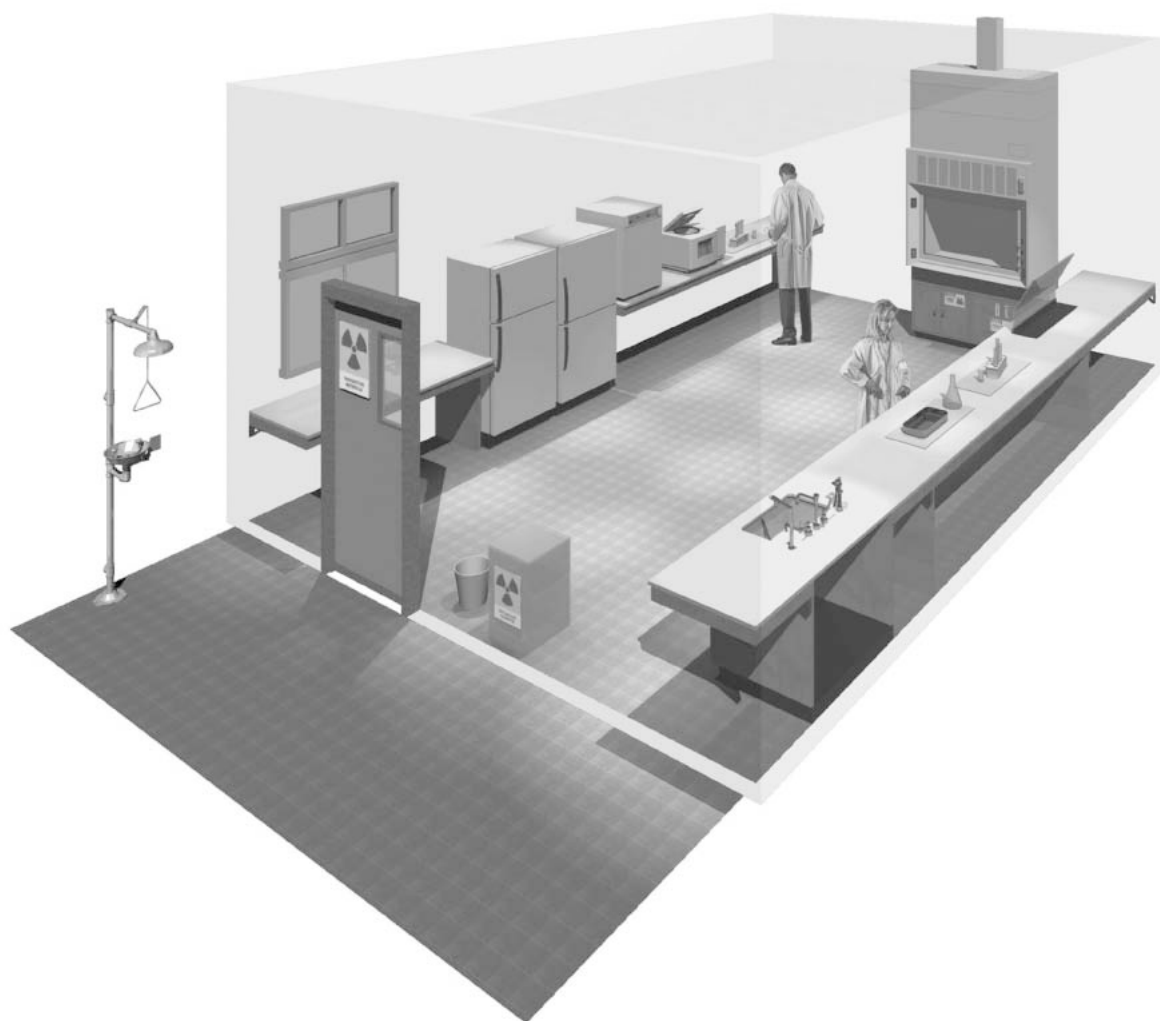


図2 典型的なバイオセーフティレベル1の実験室

(写真はCUH2A, Princeton, NJ, USAの提供による)

15. 新しい施設を計画するに当たって、空気を室内に向けて流れさせ、排気は再還流させないようにする機械的換気システムにするよう考慮を払わなくてはならない。機械的換気設備がない場合には、窓は開放可能とし、節足動物侵入防止網戸を取り付けなくてはならない。
16. 良質の水を安定して供給できる給水システムが不可欠である。実験室の給水管と飲用水の給水系配管は分離されていなくてはならない。公共給水系を守る事のできる逆流防止装置の設置が必要である。
17. 安定した適切な容量の電力供給が確保され、非常時の安全な退室を可能にするための非常用照明が設備されていなくてはならない。ふ卵器、安全キャビネット、冷凍庫などの基本的機器や動物飼育装置の換気のために常時待機式の自家発電装置を設けておくことが望ましい。
18. ガスの安定した適切な供給を確保されていなくてはならない。装置を良好な状態に維持することが絶対必要である。
19. 実験室や動物室が、時として侵入者の標的になる。物質的耐久性と耐火性を考慮しなくてはならない。強固なドア、格子付き窓、鍵の交付を制限することなどは絶対条件である。安全保障を強化するため必要があれば他の対策も考慮し実施しなくてはならない（第9章参照）。

実験機器

良い手順と基本操作と共に、安全機器を使用すればバイオセーフティを伴う災害のリスクを減らすことが可能である。本節では全バイオセーフティレベルの実験室に適した機器の基本原則について述べる。それよりも高度のバイオセーフティレベルに向けられる機器の条件については該当する章で述べる。

実験室管理者は、バイオセーフティ担当者と（もし指定されていれば）安全委員会と協議の上、適切な機器が配備され、これが適切に使われている事を保証しなくてはならない。機器は、以下のような一般原則を考慮した上で選択しなくてはならない：

1. 操作者と感染性試料の接触を予防あるいは最小限に食い止め得るよう設計されている
2. 液体を通さず、腐食に耐え、また構造上の要件を満たす材料で作られている
3. 粗面や鋭角の縁がなく、可動部分が無防備になっていないよう作られている
4. 操作が簡単で、保守、清掃、汚染除去、確認試験などが容易であるように設計され、施工され、設置されている；ガラス類や他の割れ易い材質はできる限り使わない。

機器が必要な安全性能をきちんと具備しているようにするためには、器具の性能と構造上の仕様について詳しく合議しておく必要がある。（第10、11章参照）

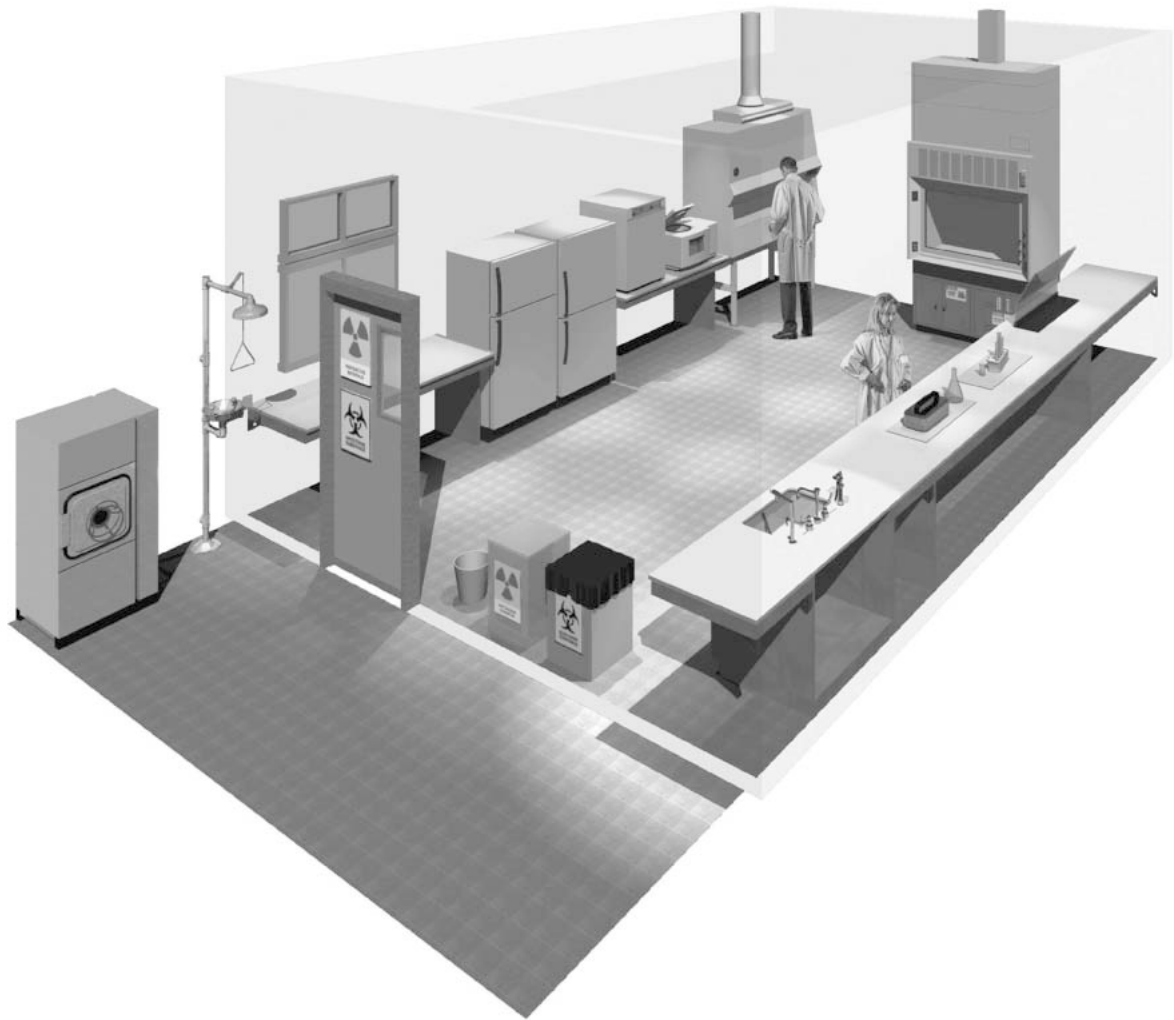


図3 典型的なバイオセーフティレベル2実験室

(写真はCUH2A, Princeton, NJ, USAの提供)

エアロゾルの発生しやすい作業は生物学的安全キャビネットの中で行われる。ドアは閉鎖しておき適切なハザード標識を表示する。汚染した可能性のある廃棄物は一般の廃棄物の流れとは隔離する。

基本的なバイオセーフティ機器

1. 口によるピペットの操作を避けるためのピペットエイド。多種多様なデザインのものが入手可能。
2. 生物学的安全キャビネット（以下、安全キャビネットと略記）は以下の場合にいつでも使用する：
 - －感染性の試料を取り扱う；これらの試料は、密閉した遠心カップを用い、このカップへの試料の出し入れを安全キャビネット内で行う場合には、安全キャビネットの外での開放性実験台上で遠心してよい
 - －空気感染のリスクが増大している
 - －エアロゾルを発生する可能性の高い手順が使われている；これらの実験作業には遠心、乳鉢による磨砕、ブレンダーによる磨砕、機械による強力な振盪または混合、超音波破碎、周囲の気圧と内部の気圧の異なる感染性試料容器の開封、動物の鼻腔内接種、動物や受精卵からの感染性組織の回収などが含まれる。

3. プラスチック製使い捨て移植ループ。代りに電気移植ループ焼灼器を、安全キャビネットの中で使うことでエアロゾルの発生を抑えることもできる。
4. ネジ蓋式試験管または試料瓶。
5. 感染性の試料を汚染除去するためのオートクレーブやその他の適切な方式。
6. 入手可能であれば使い捨てのプラスチック製バスターールピペットを用いてガラスの使用を避ける。
7. オートクレーブや安全キャビネットのような機器は使用前に適切な方法で有効性確認をしなければならない。製造者の指示（第7章参照）に従い、定期的に再検証を実施しなくてはならない。

健康と医学的管理

雇用責任者は実験室管理者を介して実験室職員のための適切な健康管理が実施されている事を保証する責任を負う。この健康管理の目的は職業上罹患した疾患を追跡監視することである。これらの目的を達成する適切な活動は以下の通りである：

1. 適応があれば能動あるいは受動免疫処置を行う（附録2参照）
2. 実験室内感染の早期発見を容易にする
3. 罹患しやすい個体（例：妊婦や免疫障害を有する個体）を危険度の高い実験室作業から排除する
4. 効果的な個人防御具と手順を提供する。

バイオセーフティレベル1の微生物を取り扱う実験室職員の健康管理指針

歴史的証拠によれば、本レベルの微生物を取り扱ってもヒトに病気を起こしたりあるいは獣医学的に重要な動物の病気を起こしたりする可能性は少ない。しかし、理想的には、既往歴の記録に基づく雇用前の健康調査を全実験室職員に対し行うべきである。疾患や実験室内の事故については速やかに報告することが望ましく、また、標準微生物学的技術（GMT）を守ることの重要性を全職員に周知させておくべきである。

バイオセーフティレベル2の微生物を取り扱う実験室職員の健康管理指針

1. 雇用前のまたは配置前の健康診断が必要である。当該職員の既往症を記録し、対象となる職業上の健康調査も行わなくてはならない。
2. 実験室の健康管理者は疾病と欠勤の記録を保管しておかなくてはならない。
3. 妊娠可能年齢の女性に対しては、ある種の病原体、例えば風疹ウイルスに職業上曝露された場合に胎児に及ぶリスクについて周知させておかなければならない。胎児を防御するために取られる措置は女性が曝露される可能性のある微生物によって異なる。

訓練

実験室の職員を保護するために安全対策をどんなに整備しても、ヒトの過誤や未熟な技術のために効果が得られないことがあり得る。従って、安全意識の高い職員に、実験室の災害の認識とその予防の重要性を熟知させることが実験室内感染、感染事例事故などを予防する上で鍵になる。このため安全対策について、実験室内での継続的研修が基本になる。効果的な安全対策は実験室管理者から始まり、管理者は安全な実験室の作業原則や手順が従業員の基本的研修に組み込まれるよう保証しなくてはならない。安全対策に関する訓練は新職員を実験室に導入するにあたり絶対必要なものである。職員は安全ないし操作マニュアルを含め作業原則や機関内の指針を教えられるべきである。従業員に指針をよく読ませ、十分理解させることを確認する対策、例えば本人の署名ページなどもとり入れなくてはならない。実験室管理者は実験室の基本技術原則を直属の部下に訓練する上で主要な役割を果たす。バイオセーフティ管理者は訓練や訓練教材や資料作成の援助をする事もできる（第21章参照）。

職員の訓練には、多くの実験室職員が一般的に遭遇する危険度の高い操作に関する安全な方法で、以下に列記するようなものを必ず含めるべきである：

1. ループの使用、寒天平板上の塗布、ピペット操作、塗末標本作成、培養器を開ける、血液／血清を採取する際に病原体を吸入するリスク（エアロゾルの発生）
2. 検体、塗末標本、培養を取り扱うときに病原体を口に入れるリスク
3. 注射器および針を使うときに起こり得る経皮曝露のリスク
4. 動物を取り扱うときの咬傷や掻き傷
5. 血液やその他の有害な可能性のある病理学的試料の取り扱い操作
6. 感染性試料の汚染除去や廃棄処理。

廃棄物の取り扱い

廃棄物とは捨てられるべき物の総てである。

実験室では、廃棄物の汚染除去と最終的な処分とは密接に関連している。日常的な使用の意味からすると、汚染材料は少ないが、これ等は一定の基準に従って実験室から除去する、ないし破棄する必要がある。ガラス器具、器材や実験室衣服の大部分は再使用またはリサイクルされる。全ての感染性試料は、実験室内で汚染除去する、あるいはオートクレーブにかけ、または焼却するのが基本原則である。

感染性の可能性のある病原体または動物組織を取り扱う実験室から出る物や試料を破棄する前に、必ず問われるべき主な質問は以下の通りである：

1. 物や試料は公認の手順に従い効果的に汚染除去ないし消毒されているか？
2. 汚染除去や消毒がされていない場合、所定の方法で即時現場焼却処分や焼却能力のある他の施設に移送できるように梱包されているか？

3. 汚染除去された物や試料の処理は、即時現場処理を行う人員や実験室の外で廃棄物に接触する可能性のある人員に生物学的その他の追加的災害を起こす可能性はないか？

汚染除去

全ての汚染除去処理の中で望ましい方法はオートクレーブ（高圧蒸気滅菌）処理である。汚染除去および廃棄すべき試料は容器、例えば、内容物が高圧滅菌処理されるか焼却処分されるかにより、色で分類されたオートクレーブ可能なプラスチック袋に入れなくてはならない。微生物を除去できないしは殺せる方法がある場合に限り、オートクレーブ処理に代わり得る方法として考えてよい（詳細は第14章参照）。

汚染物や廃棄物の取り扱いおよび処分手順

感染性の試料とその容器を特定し隔離できる方式を採用しなくてはならない。国内および国際規制を遵守しなくてはならない。少なくとも、下記の範疇に分ける：

1. 再使用、リサイクル、または一般“家庭”廃棄物として処分可能な非汚染（非感染性）廃棄物
2. 汚染した（感染性）鋭尖物—皮下注射針、メス、ナイフや破損ガラス片；これらのものは常に、蓋付きで穿刺に耐える容器に集め、感染性として処理しなくてはならない
3. オートクレーブ処理により汚染除去し、次いで洗浄の上再使用またはリサイクルする汚染物
4. オートクレーブ処理の上、廃棄する汚染試料
5. 直接焼却する汚染試料。

鋭尖物品

使用後、皮下注射針は再度キャップをかぶせたり、クリップで留めたり、使い捨て注射器から外したりしてはならない。注射器と針はセットしたままで鋭尖物品廃棄容器に入れなくてはならない。使い捨て注射器は単独で使用した場合も針をつけてある場合も、必要ならば高圧滅菌した後、鋭尖物品廃棄容器に入れ焼却しなければならない。

鋭尖物品廃棄容器は針が貫通しないものであり、容器には容量いっぱいまで詰め込んではいけない。容器の4分の3までいっぱいになったら、実験室の作業基準で必要なら高圧滅菌処理をした後、“感染廃棄物”容器に入れ焼却しなくてはならない。針廃棄容器は埋立て処理場に捨ててはならない。

オートクレーブ処理の上再使用する汚染（感染性の可能性のある）器材

オートクレーブして再使用する汚染（感染性の可能性のある）器材については、事前に洗浄を試みてはならない。洗浄や修理が必要ならばオートクレーブや消毒をした後にのみ行うべきである。

廃棄用汚染（感染性の可能性のある）器材

上述の鋭尖物品は別として、全ての汚染（感染性の可能性のある）器材は漏れない容器、例えばオートクレーブに耐え、色で分類されたプラスチック袋に入れ、廃棄する前にオートクレーブ処理しなくてはならない。オートクレーブ後、焼却炉に移す移送用容器に入れる。可能な場合には、医療活動に由来する器材は汚染除去した後であっても埋立て処理場に捨ててはならない。焼却炉が実験室と同じ場所にある場合には、オートクレーブ処理は省略してもよい：汚染廃棄物は所定の容器（例えば色分けされた袋）に入れ焼却炉に直接搬入する。再使用する運搬容器は漏れないもので、密閉できる蓋のあるものでなければならない。今後の使用のために、実験室に戻す前に汚染除去と洗浄をしなくてはならない。

廃棄用容器、盤、広口容器は、なるべくなら割れにくいもの（例えばプラスチック）を各作業場所に備えておかななくてはならない。消毒薬を使用した場合は、廃棄器材は使用した消毒薬に従い（第14章参照）、適当な時間消毒薬に直接（即ち空気の泡で隔てられないで）接触させておかなければならない。廃棄用容器は再使用する前に、汚染除去して洗浄しなければならない。

汚染廃棄物の焼却は、公衆衛生当局、大気汚染管理当局および実験室バイオセーフティ担当官の公認した所定の方式に合致して行わなくてはならない（第14章 焼却の項参照）。

化学物質、火気、電気、放射線および機器に関する安全対策

病原性微生物の封じ込めシステムの破綻が、化学災害、火災、電気事故、放射線事故の間接的結果として起こり得る。従って、微生物実験室においてはこれらの分野の安全基準を高水準に保つことが絶対必要である。これらの各事項に対する法令や規制は、通常、機能中の国や地方の担当局によって定められるが、必要ならばこれらの機関の援助を求めるべきである。化学、火気、電気、放射線の各災害は本指針第4部で詳しく検討されている（第17、18章）。

安全機器に関するその他の情報を第11章に示す。

4. 封じ込め実験室（Containment Laboratory） ーバイオセーフティレベル3

封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3は、リスク群3の病原体およびリスク群2の病原体を大量に、または高濃度のものを使用してエアロゾル飛散のリスクの高い条件下で行う実験作業を目的として設計されている。バイオセーフティレベル3の封じ込めは、第3章に示した基本実験室ーバイオセーフティレベル1および2の運営および安全プログラムに下記の事項を加えて更に強化するものである。

本章に示す指針は、既に適用されている基本実験室ーバイオセーフティレベル1および2の指針に安全実験室ーバイオセーフティ3の具体的指針を追加する形で示されている。主な追加および変更点は以下の通りである：

1. 作業原則
2. 実験室の設計と設備
3. 健康管理

この範疇に属する実験室は、国またはその他の保健当局に登録または届け出がなされていなければならない。

作業原則

以下の変更部分を除き、基本実験室ーバイオセーフティレベル1および2の操作原則を適用する。

1. バイオセーフティレベル、実験室区域への立ち入りを管理する実験室管理責任者の名前および入室を許可する特別な条件（例、予防注射）を明示した国際バイオハザード警告標識（図1参照）を、実験室の入口ドアに掲示しなければならない。
2. 実験室用防護衣には、前面閉鎖式または巻き付け式のガウン、手術着、カバーオール、ヘッドカバーおよび必要であれば靴カバーまたは実験室専用の履物が含まれる。前ボタン式の標準実験衣や、袖が前腕全体に被らないものは適切でない。実験室用防護衣は、実験室外で着用してはならず、また、洗濯する前に汚染除去しなければならない。特定の資材（例、農薬、人獣共通伝染症病原体）を取り扱うときは、外部衣服を脱いで指定の実験室専用衣服に替えなくてはならない事がある。
3. 感染性の可能性のある材料を開放状態で操作する場合は、安全キャビネットの中または他の一次封じ込め装置を使って行わなければならない（第10章参照）。
4. ある種の実験操作またはある種の病原体で感染した動物を取り扱う場合は、呼吸防護器具を着用しなくてはならない（第11章参照）。

実験室の設計と設備

以下の変更部分を除き、基本実験室－バイオセーフティレベル1および2の設計と設備基準を適用する。

1. 実験室は、建物内の交通が制約されていない区域と切り離さなければならない。実験室を廊下の行き止まり部分に設置したり、仕切り、ドア、または実験室と実験室に隣接する場所の差圧を維持するために設計された前室（例：二重ドアの入口または基本実験室－バイセーフティレベル2）を通して入るようにすることにより、さらに隔離を強化できる。前室には清浄衣服と汚染衣服を分離するための設備と、また必要であればシャワーを設ける。
2. 前室のドアは自動閉鎖式で、同時に片側のドアしか開かないインターロック構造にする。非常脱出に備え、破壊して通り抜けるパネルを設けても差し支えない。
3. 壁、床、天井の表面は耐水性で清掃し易いものとする。これらの表面の（配管、配線用）貫通部は、部屋の汚染除去がし易いようにシールする。
4. 実験室は汚染除去のため、シール可能でなければならない。ガス消毒ができるように通気管システムが構築されていなくてはならない。
5. 窓は閉鎖し、シールして、破損されないようにしておかなくてはならない。
6. 実験室の各出口近くに、手を使わないで操作できる手洗い用流しを設置する。
7. 出入り口から実験室に一定方向の気流を確保する制御された換気システムを設置しなくてはならない。職員が、実験室内に正しい一定方向の気流が確保されていることを確認できるよう警報装置付きまたは付きでない可視的な監視装置を設置しなくてはならない。
8. 建物の換気システムは、封じ込め実験室－バイセーフティレベル3からの排気が建物内の別の区域に再循環しないような構造でなければならない。実験室内で、空気が高性能粒子吸着空気（HEPA）フィルターを通して、再調和、再還流されることは差し支えない。実験室から（安全キャビネット以外から）の排気を建物の外に排出する場合は、内部に人間の居る建物および空気取り入れ口から離れたところに拡散するようにしなくてはならない。使用する病原体にもよるが、実験室の排気はHEPAフィルターを通して、排出して差し支えない。実験室内が持続的に陽圧状態になるのを防ぐために、加熱、換気、空調（HVAC）の制御システムを設置する。HVACシステムの故障を職員に連絡できるようなシステムには音声または明確に観察される警報装置を装備する事を配慮する必要がある。
9. 全てのHEPAフィルターはガスによる汚染除去や試験ができるような形で設置しなくてはならない。
10. 安全キャビネットは通行区域から離し、ドアや換気システムからの気流と離れた場所に設置する（第10章参照）。
11. HEPAフィルターを通して排出されるクラスⅠまたはクラスⅡ安全キャビネットからの排気（第10章参照）は安全キャビネットまたは建物の排気システムの空気バランスに影響しないように排気しなくてはならない。

12. 汚染廃棄物を滅菌するため、オートクレーブを封じ込め実験室内に設置しなくてはならない。感染廃棄物を汚染除去や廃棄のため封じ込め実験室から持ち出して運ぶ場合は、国内や国際規制に従い密閉した、壊れない、漏れの起こらない容器に入れて運搬しなくてはならない。
13. 給水系には逆流防止装置を取り付けなければならない。真空ラインは、液体消毒薬トラップおよびHEPAフィルターで保護しなければならない。代替の真空ポンプもトラップとフィルターで適切に保護されなければならない。
14. 封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3の設備設計と運用手続きは文書にしなくてはならない。

バイオセーフティレベル3実験室の例を図4に示す。

実験機器

安全キャビネット（第10章参照）を含む実験室の機器を選択する際の原則は、基本実験室ーバイオセーフティレベル2の場合と同じである。しかし、バイオセーフティレベル3では、感染性の可能性のある試料の操作は、安全キャビネットまたは他の一次封じ込め装置内で行わなければならない。封じ込めのための特殊な付属品、例えば、安全バケットないし、封じ込めローター、を必要とする遠心器や他の装置には特別な配慮をしなくてはならない。ある種の遠心器や感染細胞を扱うセルソーターなどには、効果的な封じ込めのためにHEPAフィルター付きの局所的排気換気装置を別途必要とするものがある。

健康と医学的管理

以下の修正事項を除いて、基本実験室ーバイオセーフティレベル1および2用健康と医学的管理プログラムの目的は、封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3にも適用される。

1. 封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3で作業を行う実験室職員全員に対し健康診断を義務付ける。
健康診断では医学的既往歴の詳しい調査のみならず、業務に関連した身体検査も行うものとする。
2. 十分な臨床評価の後、検査受診者には本人が安全実験室ーバイオセーフティレベル3に就業していることを記載した健康診断連絡カード（例、図5に示すもの）を渡す。このカードは保持者の写真入りで、財布に入る大きさとし、保持者は常時携帯することを義務付けられる。記載する連絡先人物の氏名は各部門で合意する必要があるが、実験室監督者、健康管理者、ないしバイオセーフティ担当者のいずれでもよい。

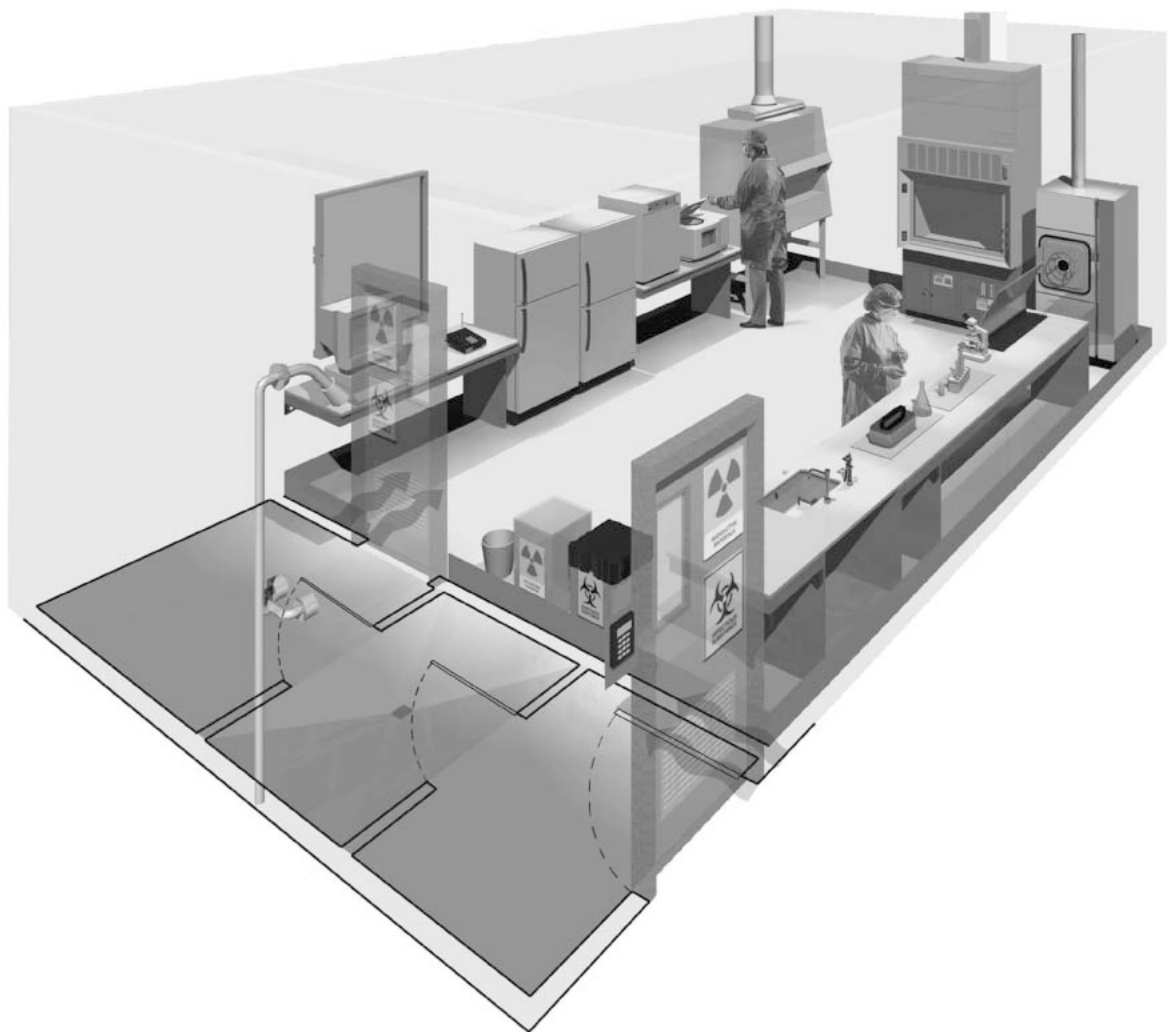


図4 典型的なバイオセーフティレベル3実験室

(図面はCUH2A, Princeton, NJ, USA 提供)

実験室は、一般の気流の流れとは分離され、前室（二重ドアの入口または基本実験室ーバイオセーフティレベル2）またはエアロックから入る。廃棄物を処分する前に汚染除去するため、オートクレーブが施設内に設置されている。手を使わずに操作できる流しが設置してある。出入り口から実験室に一定方向の気流が確保され、感染性の試料を取り扱う作業は全て安全キャビネットの中で行われる。

図 5 健康診断連絡依頼カード様式案

A. カード表面

疾病調査通知		カード保持者 の写真
氏名		
従業員各位 本カードは常時携帯する。原因不明の発熱性疾患が発生した場合は、 このカードを医師に提示し、下記の連絡先の何れかに掲載順序に連絡すること。		
医師	電話（勤務先）：	
	電話（自 宅）：	
医師	電話（勤務先）：	
	電話（自 宅）：	

B. カード裏面

医師各位

本カードの所有者は、病原性ウイルス、リケッチア、細菌、原虫類、または蠕虫が存在する _____ 区域において勤務しております。

原因不明の発熱性疾患が発生した場合は、雇用者に連絡して頂き、本従業員が曝露された可能性のある病原体についての情報をお求めください。

実験室名： _____

住 所： _____

電 話： _____

5. 高度封じ込め実験室 (Maximum Containment Laboratory) ーバイオセーフティレベル4

高度封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル4は、リスク群4に属する微生物を取り扱う作業をするため設計されている。このような実験室の建設と稼動に先立ち、既に同様の施設の運営の経験のある研究機関と十分に相談する必要がある。高度実験室ーバイオセーフティレベル4の運営は、国や、他の適当な保健当局の管理下に行われなければならない。下記の情報は予備的な資料でしかない。バイオセーフティレベル4実験室の開発に取り組んでいる組織体で、これ以上の情報が必要な場合にはWHOのバイオセーフティ室¹⁾に連絡をとりたい。

作業原則

下記の変更部分を除き、バイオセーフティレベル3における操作原則を適用する：

1. 作業は必ず2人で行い、個々人が単独で実験室の作業を行ってはならない。このことは、バイオセーフティレベル4宇宙服施設で作業をする場合には、特に重要である。
2. 実験室の入室・退室の前に衣服を完全に着替え、履物を完全に履き替えなければならない。
3. 職員は、職員の負傷や病気が発生した場合の緊急時対応手順について訓練を受けていなければならない。
4. 高度実験室ーバイオセーフティレベル4の中で実験作業している人と実験室の外の職員の間の通常時と緊急時の連絡方法を、確立しておかなければならない。

実験室の設計と設備

封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3の設計と設備基準が、高度封じ込め実験室バイオセーフティレベル4にも下記の事項を加えて適用される。

1. 一次封じ込め (Primary containment) 次の一つまたは二つ以上の組み合わせを用い、有効な一次封じ込めシステムを実現する。

ークラスⅢ安全キャビネット実験室 クラスⅢ安全キャビネット (キャビネット室) を設置してある部屋に入る前に、少なくとも2つのドアを通る。この実験室の構成では、クラスⅢ安全キャビネットが一次封じ込めの役割を果たす。職員用のシャワーと外部用、内部用更衣室を設置する必要がある。更衣区域を通過して安全キャビネット室に搬入されなかった資材や試料は、2重ドア式オートクレーブまたは燻蒸

1) Biosafety Programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>).

器から持ち込まれる。外側のドアがしっかりと閉められた後、実験室に居る職員が内側のドアを開けて材料を回収する。オートクレーブや燻蒸器のドアは、オートクレーブの滅菌処理や燻蒸器の汚染除去（第10章参照）が終わっていないければ、外側のドアが開かないようにインターロックされている。

一宇宙服実験室 自己封じ込め式呼吸装置を取り付けた防護宇宙服実験室は、クラスⅢの安全キャビネットを有するバイオセーフティレベル4実験室に比べ設計や施設条件の点で大きく異なる。防護宇宙服実験室の部屋は、職員が感染性の材料の取り扱われている区域に入る前に更衣と消毒区域を通るような作りとなっている。宇宙服汚染除去用シャワーを設備し、職員は封じ込め実験室を退去する前に必ずこれを使わなくてはならない。また、別に職員用シャワーと外部用、内部用更衣室も設置する。宇宙服区域に入る職員は、一体の構造で陽圧に保たれ、HEPAフィルターを通した給気系を有する宇宙服を着用する。宇宙服への給気は、緊急時に備え独立した給気源を有し、100%余裕のある方式で行われなければならない。宇宙服実験室への出入は、気密ドアを具えたエアロック式出入口を通る。宇宙服実験室で作業する職員のため適切な警報システムを設置し、機械システムや給気の故障に対処する（第10章参照）。

2. 立入り制御 高度封じ込め実験室－バイオセーフティレベル4は別の建物内か、頑丈な建物内の明確に区画された場所に設置する。職員および資材の出入はエアロック式または通り抜け式の出入口を通じて行う。職員は入室に当たり完全に更衣する。退出前にシャワーを浴びてから外部衣服をつける。

3. 給排気系制御 施設内は陰圧に維持されなければならない。給気と排気ともHEPAフィルターを通さなければならない。クラスⅢキャビネット実験室と宇宙服実験室の換気システムには大きな違いがある。

一クラスⅢキャビネット実験室 クラスⅢ安全キャビネットへの給気は、キャビネットに搭載したHEPAフィルターを通して部屋の空気をとり込み、あるいは給気システムから直接行うこともできる。クラスⅢ安全キャビネットからの排気は、戸外に排出する前に2層のHEPAフィルターを通す。安全キャビネットは周りの実験室に対して常時陰圧が保てるように運転しなくてはならない。キャビネット実験室用に専用の、再還流しない換気システムを設置する必要がある。

一宇宙服実験室 専用の室内給気、排気システムが必要である。換気システムの給気系と排気系の両者のバランスを取ることで、実験室内で危険性の最も低いところから危険性の最も高いところに一定方向の気流を確保する。施設内でいつも陰圧が保てるようにするためには余力のある排気ファンが必要である。宇宙服実験室内と宇宙服実験室と隣接する区域との差圧を監視しなくてはならない。排気システムの給気系と排気系の気流も監視し、宇宙服実験室の加圧を防ぐため適切な制御システムを使う必要がある。HEPAフィルターを通した給気を、宇宙服区域、汚染除去シャワーおよび汚染除去エアロックまたは汚染除去チャンバーに設備する。宇宙服実験室からの排気は、建物の外に排出する前に2層のHEPAフィルターを通す。また、2層のHEPAフィルターを通した後であれば、排気は宇宙服実験室に

限って再循環させて差し支えない。どんな状況であろうとも、バイオセーフティレベル4宇宙服実験室からの排気を他の区域に再循環してはならない。宇宙服実験室への再循環を選ぶ場合には極めて慎重に行う必要がある。実験室内で行われる研究の種類、宇宙服実験室で使われる機器、化学物資、その他の試料の他に研究で用いられる動物についても、十分な配慮が必要である。

全てのHEPAフィルターはテストし、毎年、検査証明を受ける必要がある。HEPAフィルターを収める箱は、取り外す前にフィルターの汚染除去ができるような設計とする。代りに、フィルターを、シールしたガス漏れのしない一次容器の中で取り外し汚染除去や焼却処理ができるようにしてもよい。

4. **廃液の汚染除去** 宇宙服実験室区域、汚染除去チャンバー、汚染除去シャワーやクラスⅢ安全キャビネットからの廃液は全て、最終的に排出する前に汚染除去しなければならない。加熱処理が望ましい方法である。廃液は放出する前に中性pHに修正する必要がある場合もある。職員用のシャワーやトイレからの水は処理せずに直接衛生下水道に放出してもよい。
5. **廃棄物の滅菌** 2重ドア式、通り抜け式オートクレーブを実験室区域に装備しなければならない。蒸気滅菌に耐えない機器や器材には、別の汚染除去方法を用意しなければならない。
6. **試料、材料および動物用エアロック式入口を装備**しなければならない。
7. **非常時用電源と専用の電力線を装備**しなければならない。
8. **封じ込め排水設備を装備**しなければならない。

バイオセーフティレベル4施設の実験室は、キャビネット実験室、宇宙服実験室を問わず、技術、設計および建設の点で非常に複雑なので、簡略化した図説は表示しない。

バイオセーフティレベル4実験室の作業は非常に複雑なので、詳細作業マニュアルを別に作成し、研修の場でテストしておく。さらに、緊急用プログラムを策定する必要がある（第13章参照）。本プログラムを作成するに当たり、国および地方の保健当局と積極的な協力関係を確立しておく必要がある。他の非常事態用行政機関、即ち消防、警察、指定救急病院などとも連絡しておかなくてはならない。

6. 実験動物施設

実験動物を用いて実験または診断検査を行うにあたって、使用者は動物に不必要な疼痛や苦痛を与えないよう万全の注意を払う道徳的義務がある。動物室は快適で衛生的な住居と、健康的で適切な食物と水を与えられなくてはならない。

安全のため、動物舎は独立した、離れた単位施設でなければならない。実験室に隣接している場合は、一般の実験室から分離した設計とし、必要があれば、汚染除去と消毒ができるような構造にする。

表4 動物施設封じ込めレベル：作業原則と安全機器の要約

リスク群	封じ込めレベル	実験室作業原則と安全機器
1	ABSL 1	立ち入り制限、保護衣および手袋
2	ABSL 2	ABSL 1の作業原則に加えて：災害警告標識。エアロゾルを発生する全作業にクラスⅠまたはクラスⅡBSC。洗浄前に廃棄物および飼育ケージの汚染除去。
3	ABSL 3	ABSL 2の作業原則に加えて：立ち入り管理。全ての作業にBSCおよび特別保護衣。
4	ABSL 4	ABSL 3の作業原則に加えて：厳格な立ち入り制限。入室前の更衣、クラスⅢのBSCまたは陽圧宇宙服。退出時のシャワー。施設から搬出する前に全廃棄物の汚染除去。

ABSL, 実験動物施設バイオセーフティレベル (animal facility Biosafety Level) ; BSC, 生物学的安全キャビネット (biological safety cabinet)

実験動物用施設は、実験室と同じく研究中の微生物のリスク評価とリスク群に従い、実験動物施設バイオセーフティレベル (ABSL) 1、2、3、または4の指定をすることができる。

動物実験室で使われる病原体については、以下の要因を考慮する必要がある：

1. 通常の伝播経路
2. 使用される病原体の量と濃度
3. 接種経路
4. 病原体が排出されるのか、そしてどの経路で排出されるか。

動物実験室で使われる動物については、以下の要因を考慮する必要がある：

1. 動物の性格、即ち攻撃性、かみつくか、ひっかくかなどの性向
2. 外部および内部寄生虫

3. 当該動物の人獣共通感染症に対する感受性
4. アレルゲン散布の可能性。

実験室の場合と同様に、設計の特徴、機器、注意事項に求められる基準が、動物バイオセーフティレベルに従って、その厳しさを増す。下記に示し、表4に要約する。これらの指針は累加方式で形成され、上位レベルは下位レベルの基準を組み入れ、これに追加する事で成立する。

動物施設 – バイオセーフティレベル1

本施設は、検疫後（ヒト以外の霊長類を除く、霊長類については国の当局に相談すること）のほとんどの飼育動物およびリスク群1に属する病原体を故意に接種された動物の維持に適している。微生物実験技術（GMT）を必要とする。動物施設担当管理者が、全ての操作および動物施設への立ち入りに関する方針、手続きおよび手順を確立しなくてはならない。職員に対する適切な健康管理プログラムを制定する。安全ないし操作マニュアルを作成し実施しなくてはならない。

動物施設 – バイオセーフティレベル2

本施設は、リスク群2に属する病原体を故意に接種された動物を扱う作業に適している。次ような注意事項を適用する：

1. 実験動物施設–バイオセーフティ1に対する全ての条件を満たさなくてはならない。
2. バイオハザードの警告標識（図1参照）をドアおよびその他の適当な場所に掲示しなくてはならない。
3. 施設は清掃および日常の維持管理が容易にできる設計になっていなくてはならない。
4. ドアは内開きで、自動閉鎖式としなくてはならない。
5. 暖房、換気、照明が適切でなくてはならない。
6. 機械的換気を設ける場合は、気流は室内向きでなくてはならない。排気は、実験室の外に排出し、建物内のいかなる場所にも再還流させてはならない。
7. 立ち入りは認可された者のみに限られる。
8. 実験に使用するもの以外いかなる動物も立ち入ってはならない。
9. 節足動物およびネズミ族予防プログラムを実施していなくてはならない。
10. 窓がある場合は堅牢で破壊されないもので、開けられる構造の場合は、節足動物の侵入防止網戸を取り付けなくてはならない。
11. 使用後、作業台の表面は、有効な消毒薬で汚染除去しなくてはならない（第14章参照）。
12. 専用の給気系およびHEPAフィルター排気系を有する生物学的安全キャビネット（クラスⅠまたはⅡ）またはアイソレーター飼育籠をエアロゾルの発生を伴う可能性のある作業に対しては設置しなくてはならない。

13. 実験動物施設内または近くの適当な場所にオートクレーブを設置しなければならない。
14. 動物の敷藁はエアロゾルやほこりの発生を最少限にとどめる方法で除去しなくてはならない。
15. 全ての廃棄物と敷藁は廃棄前に汚染除去しなければならない。
16. 鋭利な器具の使用はできる限り制約するようにしなくてはならない。鋭尖物品は、常に蓋付きの、貫通しない、ないし抵抗性材質の容器に集め、感染性物質として扱わなくてはならない。
17. オートクレーブや焼却処理する物は、密閉容器に入れて安全に運ばなくてはならない。
18. 飼育ケージは使用后汚染除去しなくてはならない。
19. 動物の死体は焼却しなくてはならない。
20. 防護衣およびその他の装備品は施設内では着用し、退室時には脱衣しなくてはならない。
21. 手洗装置を設けなくてはならない。職員は実験動物施設退出前に手を洗わなくてはならない。
22. 如何に軽傷であっても総ての負傷は適切に処置し、報告、記録しなくてはならない。
23. 施設内での飲食、喫煙、化粧を禁じなくてはならない。
24. 全職員は適切な訓練を受けなくてはならない。

動物施設　ーバイオセーフティレベル3

本施設はリスク群3の病原体を故意に接種された動物を扱う作業に適している。全てのシステム、作業原則および手順は毎年検討し、再検証しなくてはならない。次の安全上の注意事項が適用される。

1. 実験動物施設ーバイオセーフティレベル1および2に対する全ての条件を満たさなくてはならない。
2. 立ち入りは厳重に管理しなくてはならない。
3. 施設を他の実験室および動物飼育区域から2重のドアを有する前室により隔離しなくてはならない。
4. 前室には手洗い施設を設置しなくてはならない。
5. 前室にはシャワーを設置しなくてはならない。
6. 全室に持続的な気流が確保されるような機械的換気設備を設置しなくてはならない。排気は、再循環せず、大気に排出される前にHEPAフィルターを通さなくてはならない。換気システムは、動物室のいかなる部分でも事故による逆気流や陽圧が起こらないように設計されていなくてはならない。
7. バイオハザード封じ込め動物室の便利な場所にオートクレーブを設置しなくてはならない。感染性廃棄物は、施設の他の場所に移す前にオートクレーブ処理をしなくてはならない。
8. 焼却炉を施設内に設置するか、または代り得る設備を関係当局と相談し設けなければならない。
9. リスク群3の微生物に感染した動物は、アイソレーター内の飼育ケージ、または飼育ケージの後ろに換気装置の排気口を設置した部屋に収容しなくてはならない。
10. 敷藁は、できる限りほこりのないようにしなくてはならない。
11. 全ての衣服は、洗濯する前に汚染除去しなくてはならない。

12. 窓は閉鎖し、シールし、割れないようにしてなくてはならない。
13. 職員には然るべき予防接種が受けられるよう手配しなくてはならない。

動物施設　－バイオセーフティレベル4

この施設での作業は、通常、高度封じ込め実験室－バイオセーフティレベル4の作業と連結しており、国家および地方の規則や規制を調和させ両施設に適用しなければならない。作業を宇宙服実験室で行う場合には、本章で記載した事項に加えてさらなる作業原則および手順が必要である（第5章参照）。

1. 実験動物施設－バイオセーフティレベル1、2および3に対する全ての条件を満たさなくてはならない。
2. 立ち入りは厳重に管理されなければならない。施設の管理者により指名された職員のみが入室の資格を持つてなければならない。
3. 職員は単独で作業してはならない。2人作業方式を適用しなければならない。
4. 職員は、微生物学者としての可能な限り最高レベルの訓練を受け、作業上の災害および必要な注意事項に精通していなければならない。
5. リスク群4の病原体に感染した動物の飼育区域は、高度封じ込め実験室－バイオセーフティレベル4の封じ込め基準を維持しなくてはならない。
6. 施設には、エアロック式の前室から入り、前室の清浄側は更衣室およびシャワー室によって制限区域が分離されていなくてはならない。
7. 職員は入室時には外部衣服を脱ぎ、専用の防護衣を着用しなくてはならない。作業後は、その専用防護衣を脱いでオートクレーブに入れ、シャワーを浴びてから退出しなくてはならない。
8. 施設は、陰圧（施設の外から内に向かう一定方向の気流）が保てるように設計されたHEPAフィルター排気システムで換気しなくてはならない。
9. 排気システムは、逆流および陽加圧を防止するよう設計されていなくてはならない。
10. 材料の交換用に封じ込め施設各室の外側に清浄側を出した両面オートクレーブを、封じ込め室内に設置しなくてはならない。
11. オートクレーブ処理のできない物の受け渡しには、封じ込め施設各室の外側に清浄側を出したエアロック式パスボックスを用意しなくてはならない。
12. リスク群4の病原体に感染した動物を扱う全ての操作は高度封じ込め－バイオセーフティレベル4の条件下に行わなくてはならない。
13. 全ての動物はアイソレーターに収容しなくてはならない。
14. 全ての敷藁および廃棄物は施設から撤去する前にオートクレーブ処理しなくてはならない。
15. 職員の健康管理を行わなくてはならない。

無脊椎動物

脊椎動物の場合と同様、無脊椎動物施設のバイオセーフティレベルは、研究中または別途指示された病原体のリスク評価によって決定する。ある種の節足動物、特に飛翔する昆虫については次のような注意事項を加える必要がある：

1. 感染および非感染無脊椎動物用には、別個の部屋を設置しなければならない。
2. 部屋は、薫蒸処理のためのシールができるようにしなければならない。
3. 殺虫剤スプレーをいつでも使えるように準備しておかねばならない。
4. 必要な場合に無脊椎動物の動きを弱めるため「冷却施設」を設置しなければならない。
5. 入室は、昆虫トラップおよび節足動物防御網戸を付けたドアを有する前室を通らなければならない。
6. 全ての排気換気ダクトおよび開閉可能な窓には、節足動物防御網戸を取り付けなければならない。
7. 流しおよび排水口のゴミ除去装置は乾燥状態にしてはならない。
8. 無脊椎動物のなかには消毒剤で死なないものがあるため、全ての廃棄物をオートクレーブで処理しなければならない。
9. 飛翔、匍匐、跳躍する節足動物の幼虫および成虫の数を調査し続けることが必要である。
10. ダニの容器は油をはった皿に入れなければならない。
11. 感染した、または感染した可能性のある飛翔する昆虫は、2重張りネットの飼育ケージに収容しなければならない。
12. 感染した、または感染した可能性のある節足動物は、安全キャビネットまたはアイソレーターの中で取り扱わなければならない。
13. 感染した、または感染した可能性のある節足動物は、冷却トレー上で取り扱わなければならない。

詳しい情報は、文献（3～6）を参照。

7. 実験室／施設運営管理指針

実験室／施設運営管理指針とは、特定の実験室の建築成分、システムないしシステム成分が適用されている国内または国際基準に合わせて作られ、査察され、機能を試験され、当該基準に合致している事を認証する体系的評価と文書記録の過程であると定義される。当該建築システムの設計基準と設計機能が上記の基準を構成する。換言すれば、BSレベル1－4に指定された実験室の運営管理基準は個々に異なり、レベルが上になるほど複雑になる。地質学的な断層、極端な高温、低温、湿度等の地理的および気候上の条件に合わせて、実験室の設計やそれに対する運営管理基準も設定しなくてはならない。

運営管理手続きの中で当該建築構造と支援システムは、論理的に予期される種々な運転条件と過失形式の下で試験され、それに合格することで認証されなければならない。

運営管理手続きと、許容基準を早期に、できれば計画段階ないし改築計画立案時に、確立しておかなければならない。運営管理手続きを計画段階から知っておく事で、建築担当者、技術者、安全および健康管理担当者ならびに将来の実験者、使用者が特定の実験室の性能基準を知り、実験室ないし施設の性能について均一な期待を持つ事ができる。運営管理手続きにより研究施設および国内の地域社会に建築、電気、機械設備、配管設備、封じ込めおよび、汚染除去システム、警備および警報システムが設計通り働き、特定の実験室ないし動物施設で扱われる危険な可能性のある微生物の封じ込めが保証されるという高次の信頼感を与える事ができる。

運営管理活動は一般に計画の企画段階にはじまり、建設とそれに続く実験室、施設の保証期間にも継続して行われる。保証期間は一般に、完成、入居後の1年間に渉る。運営管理担当組織は設計および建設に当たった、建築、技術、建設企業とは独立のものである事が勧告される。運営管理組織は、実験室の建設ないし改築を行う機関の側に立ち、設計チームの一員と考えられるべきである。運営管理組織が計画の企画段階から参画する事が必須である。場合によっては、発注機関自体が運営管理組織として活動する。

(BSレベル3または4のような)複雑な実験室、施設にあっては、研究機関は複雑なBS実験室および動物施設の運営管理に経験と実績のある外部の運営管理組織に活動を委託する事もできる。独立の運営管理組織に委託する場合も運営管理チーム、当該研究機関も構成員として参入する。運営管理組織の他に研究機関の安全管理担当者、計画担当者、計画管理者、運転と維持管理職員の代表が、参加する事が勧告される。

運営管理計画で、改築または建設の対象となる当該施設の封じ込めレベルに対応して機能試験を行うべき実験室システムと構成要素を下記に列挙する。このリストで全部が尽きるものではない。計画された実験室の複雑さに応じて、現実の運営管理計画を策定すべきである。

1. 遠隔監視および制御部署との連結を含む建築物自動化システム
2. 電子的監視および探知システム
3. 電子的警備施錠および接近者感知装置
4. 加熱、換気（給気および排気）、空調系（HVAC）
5. 高性能粒子空気（HEPA）フィルター系
6. HEPA汚染除去系
7. HVAC および排気系制御および制御インターロック
8. 気密性隔離ダンパー
9. 実験室用冷蔵系
10. ボイラーおよび蒸気系
11. 火災探知、消火、警報システム
12. 施設内水系逆流防止装置
13. 加工水系（即ち、逆浸透圧、蒸留水）
14. 液性廃棄物処理・中和システム
15. 配管放水導管系
16. 化学的汚染除去系
17. 医療実験室用ガス系
18. 呼吸用給気系
19. 点検用機器用給気系
20. 実験室および支援区域の段階的気圧差の検証系
21. 施設内ネット（LAN）その他のコンピュータデータ処理系
22. 平常時の電力系
23. 非常時の電力系
24. 電力供給の遮断予防システム
25. 非常時の照明系
26. 照明設備の貫通部の封鎖
27. 電気設備、機械設備の貫通部の封鎖
28. 電話系
29. エアロックのインターロック制御
30. 気密ドアの封鎖
31. 窓および監視パネル貫通部の封鎖
32. バリアーパスボックス貫通部の封鎖

- 33. 構造的性能の検証：コンクリート床、壁、天井
- 34. 表面バリアー塗装の検証：床、壁、天井
- 35. BSレベル4封じ込め構造の耐圧および隔離機能
- 36. 生物学的安全キャビネット
- 37. オートクレーブ
- 38. 液体窒素系および警報装置
- 39. 排水システム（例えば、封じ込め区域の床の場合）
- 40. 汚染除去シャワーおよび化学薬品添加系
- 41. ケージ洗浄および中和系
- 42. 廃棄物管理。

8. 実験室 / 施設検証指針

実験室は複雑で動的な環境である。今日の医学生物学的研究室と臨床検査室は、絶えず増大する公衆衛生的需要と圧力に迅速に適応できなければならない。例えば、新興ないし再興感染症の問題に対応して実験室はその活動の優先順位の調整も求められる。このような適応と維持が迅速に、適切に安全な方式で企画される事を保障するために総ての生物学的実験室や臨床検査室は定期的に認証されなくてはならない。実験室の認証により、下記の事項を保証することが可能となる：

1. 適切な技術的管理が行われ、設計された通りに機能している
2. 場所と運営方式の個々について、適切な管理、運営が行われている
3. 職員用防具が行われる業務に対して適切である
4. 廃棄物と試料の汚染除去が適切に配慮され、適切な廃棄物管理が行われている
5. 物理的、電氣的、化学的安全を含む、適切な一般実験室安全確保方式が行われている。

実験室の認証方式は、実験室運営管理活動（第7章）と、幾つかの重要な点で異なる。実験室認証は実験室内の安全に関する総ての設備とそれを機能させる方式（技術的管理、個人用防具、管理方式）に関する体系的検証である。実験室認証は、定期的に行われ、その間の実験室の負債と安全性を進行形で保証するものである。

適切に訓練された安全管理、健康管理ないし、バイオセーフティの専門家が実験室認証活動を行う。研究機関は、適切な技能を有して、監査、調査、ないし査察（これ等の用語は交互に兼用して用いられる）を行い得る職員を備わなくてはならない。但し、研究機関がこのような活動を第三者と契約して行わせる事を考慮してもいいし、あるいは、これを行わせる事を要請される事もあり得る。

医学生物学研究実験室および臨床検査室、施設が認証過程の一貫性を保証するため、監査、検査、査察のための判定表を作製しておく事も許される。これ等の判定表は、研究機関内での各施設への均一な適用が保証されていると共に、各施設内で行われている作業の種類の違いに対応して物理的、手続的な調節が可能になるような弾力性を持たなくてはならない。これ等の判定表が適切に訓練された職員のみにより使用され、また適切に専門的に規定され、バイオセーフティ評価の代替物として利用されないよう注意しなくてはならない。これらの判定表の例を表5－7に示す。

監査、検査、査察での所見は実験室職員と管理担当者と討議しなくてはならない。実験室では監査中に指摘される欠陥に対する補正のための対応を保証する責任者を指名する。このような欠陥が適切に対処されるまで、実験室の認証を終了し、実験室が適切に機能していると宣言してはならない。

BSレベル4実験室の運転は複雑であるから、本指針で総てを扱う事はできない。その他の詳細については

WHO バイオセーフティ部¹⁾ (附録 3 も参照) に問合せられたい。

¹⁾ WHO Biosafety Programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>).

表 5 基本実験室—バイオセーフティレベル 1 : 実験室安全調査

所在地	日付			

実験室責任者	-----			
点検項目 (点検日付記入)	有	無	判定保留	その他

実験室				バイオセーフティ レベル : 適切な バイオセーフティ レベル検査書式 を添付の事
適切な表示 : 紫外線灯、レーザー、 放射性物質、他	☐	☐	☐	
適切なバイオセーフティ指針の配置、遵守	☐	☐	☐	
実験室機器の表示適切 (バイオハザード性、放射線、毒性、他)	☐	☐	☐	
実験室の設計				
清掃が容易な設計	☐	☐	☐	
室内紫外線灯スイッチ連結式	☐	☐	☐	
棚の安全確保	☐	☐	☐	
実験台表面の防水、酸、アルカリ、有機溶媒、熱耐性	☐	☐	☐	
適切な照明	☐	☐	☐	
貯蔵スペース適切配置、適切利用	☐	☐	☐	
ガスボンベ				
全ボンベの安全固定	☐	☐	☐	
予備ボンベの封鎖	☐	☐	☐	
窒息性、有害ガスは換気機能を有する室のみ	☐	☐	☐	
過剰なボンベ、使用済みボンベの室内蓄積	☐	☐	☐	

化学物質

可燃性物質の貯蔵は可燃性物質貯蔵庫に限る	☐	☐	☐
過酸化物質の二重日付（受領日付と開栓日付）	☐	☐	☐
化学物質の適切な隔離	☐	☐	☐
有害物質の貯蔵は目の高さ以上	☐	☐	☐
化学物質容器が開封のまま放置	☐	☐	☐
全溶液のラベルが適切	☐	☐	☐
水銀温度計の使用	☐	☐	☐

冷蔵庫／冷凍庫／低温室

食品、ヒト消費材が存在	☐	☐	☐
可燃物は耐爆発性／安全保管庫に	☐	☐	☐
発癌性物質、放射性物質、バイオハザード物質を有する			
容器の外側ラベル	☐	☐	☐
低温室内に非常時用資材	☐	☐	☐

電気機器

延長コードの存在	☐	☐	☐
コンセントのアース／接地、極性が適切	☐	☐	☐
流し、シャワー、その他への接続	☐	☐	☐
損耗ないし損傷した配線の機器	☐	☐	☐
過重の導線ないしコンセント	☐	☐	☐
床上中空に配置された電力線	☐	☐	☐
導線上に適切なヒューズ	☐	☐	☐
水源近くにコンセントがあるが、地元の規制には適合	☐	☐	☐
導電コードにアース／接地の配置	☐	☐	☐
携帯室内ヒーター	☐	☐	☐

個人用防具

実験室内に洗眼器	☐	☐	☐
安全シャワー設置	☐	☐	☐
個人用防具（手袋、ガウン、ゴーグル、その他）が利用可能	☐	☐	☐
室内職員の服装が適切	☐	☐	☐
実験衣、ガウン、エプロン、手袋、その他の個人用保護衣を			
着用したまま実験室外に出ない	☐	☐	☐
超低温保存操作の個人用保護器具の利用可能	☐	☐	☐

廃棄物管理

不適切な廃棄物処理の証拠	☐	☐	☐
廃棄物の適切な容器への隔離	☐	☐	☐
化学廃棄物容器は適切に札をつけ、表記し、 日付が明記され、閉鎖されている	☐	☐	☐
化学廃棄物容器の取り扱いと保存が適切	☐	☐	☐
鋭尖容器の使用と処理が適切	☐	☐	☐
床面に塵芥がない	☐	☐	☐
廃棄物処理要綱が実験室内に掲示	☐	☐	☐
職業衛生、安全管理計画が利用できる	☐	☐	☐
災害の連絡	☐	☐	☐
呼吸器保護	☐	☐	☐
聴力維持	☐	☐	☐
フォルムアルデヒド監視	☐	☐	☐
酸化エチレン監視	☐	☐	☐
麻酔ガス監視	☐	☐	☐

一般技術的管理

実験室の気流は事務室領域、廊下、実験室の順に陰圧	☐	☐	☐
流しや排出管が換気孔とならない	☐	☐	☐
手洗い用流しが利用できる	☐	☐	☐
機械の部品（プーリー、ギヤ等）が露出	☐	☐	☐
真空用配管が実験台上にフィルターとトラップを有する	☐	☐	☐
給水系への逆流の災害	☐	☐	☐
蒸留水系が良好な条件で作動	☐	☐	☐
節足動物およびネズミ族駆除計画が能動的に行われ効果的	☐	☐	☐

実験室内一般操作と操作方式

ヒト用食物の保存は実験室外	☐	☐	☐
電子レンジは「実験専用；食物調理不可」と明確に標示	☐	☐	☐
実験室内での飲食、喫煙／ないし化粧品使用	☐	☐	☐
加圧ガラス容器（真空トラップ）はテープまたはシールで密封	☐	☐	☐
口によるピペット操作の禁止	☐	☐	☐
機械的ピペット用具が利用でき使用されている	☐	☐	☐
実験室内用保護衣は外部用衣服と別個に保管	☐	☐	☐

実験室内の一般的清掃管理

ガラス容器の床面保管	☐	☐	☐
つまづく可能性のある部分を明らかにする	☐	☐	☐
作業面吸水パットを清掃する	☐	☐	☐
ガラスの破片は機械的方法（ブラシ、塵取り、トング等） で扱う	☐	☐	☐

火災予防

スプリンクラーの吹出し口に邪魔物をおかない	☐	☐	☐
壁、天井、床面、その他に開放性貫通部	☐	☐	☐
ドアの開口部に配線、配管がある	☐	☐	☐
実験室内の最小通路幅 1m	☐	☐	☐
配管上または照明装置上に物品保管が認められる	☐	☐	☐
実験室内に過剰な爆発物を保管	☐	☐	☐

加熱式恒温水槽

最低水位と過熱時の停止装置を装備	☐	☐	☐
非爆発性材料で構築されている	☐	☐	☐

安全検査担当者署名

検査終了日時

表 6 基本実験室ーバイオセーフティレベル 2 : 実験室安全調査

本書式は、バイオセーフティレベル 1 実験室安全調査書式と連結して使用する。

所在地	日付			

実験室責任者	-----			
点検項目（点検日付記入）	有	無	判定保留	その他

生物学的安全キャビネット (BSC)				日付：
前年中の認証	☐	☐	☐	設置場所：
各回の操作の開始時および終了時に				
BSC の表面を適切な消毒剤で清拭する	☐	☐	☐	ブランド名：
前面グリルと排気フィルターに通過障害なし	☐	☐	☐	
キャビネット内の露出した火焰の使用	☐	☐	☐	型式：
真空用配管が配管中にフィルターと消毒剤トラップを持つ	☐	☐	☐	
BSC が室内気流または位置により障害されている	☐	☐	☐	製造番号：
エアロゾル発生のおそれのある場合に BSC が使用されている	☐	☐	☐	
実験室				
立入りが制約され、認定された職員に限定されている	☐	☐	☐	
入室は、可能性ある災害について助言された				
職員に制約されている	☐	☐	☐	
バイオハザード標識が実験室ドアに適切に標示されている	☐	☐	☐	
・標識上の情報が正確で現行のものである	☐	☐	☐	
・標識は読み易く磨損していない	☐	☐	☐	
ドアは全部閉鎖されている	☐	☐	☐	
汚染除去				
扱っている微生物に特異的な汚染除去	☐	☐	☐	
感染性材料の漏出その他の事故が全部実験室管理者に				
報告されている	☐	☐	☐	
漏出の清掃作業で適切な汚染除去剤が使用されている	☐	☐	☐	
作業面の各作業の前後、毎日、漏出後、汚染除去が				
行われている	☐	☐	☐	

汚染廃棄物の取り扱い

感染性の廃棄物容器が適切に用いられている	☐	☐	☐
容器が溢れていない	☐	☐	☐
容器は適切にラベルされ閉鎖されている	☐	☐	☐
保存培養材料やその他の規制廃棄物が、処分前に適切に 汚染除去されている	☐	☐	☐
実験室外で汚染除去される材料は密閉した、耐久性で、漏出の ない容器に入れて、現地の規則、規制に準拠して輸送される	☐	☐	☐

個人防衛

実験室職員は扱っている病原体に対応した 予防接種／検査を受けさせる	☐	☐	☐
職業上の曝露に対し、適切な医師の診察を受け、 調査、治療を受けさせる	☐	☐	☐
感染性試料や汚染器具を取り扱うに当たって手袋を装着する	☐	☐	☐
B S C 外で感染性試料を取り扱う作業を行うに当たって 顔面防具が使われている	☐	☐	☐
手袋を外した後、感染性病原体を用いた作業後、 実験室を退出する前に手を洗う	☐	☐	☐
即時救急処置に抗微生物薬が利用できる	☐	☐	☐

日常作業

感染性エアロゾル／飛沫の可能性ある作業にはBSCを用いる	☐	☐	☐
バイオセーフティ手引きを策定し、採用している	☐	☐	☐
職員が安全ないし操作手順を含む作業方式および 手順に関する指針を読み、評価し、遵守している (全職員が毎年実践するよう求めている)	☐	☐	☐
エアロゾル／飛沫の発生を最小限度にする操作を実践する	☐	☐	☐
感染性病原体の取り扱いには注射針固定式注射器／ 使い捨て式注射器・注射針セットを用いる	☐	☐	☐
B S C 外での感染性試料の搬送は所在の容器で、所定の 搬送規則を守って行う	☐	☐	☐

施 設

実験室出口近くで手洗い流しが利用できる	☐	☐	☐
---------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

安全検査担当者署名

検査終了日付

表7 封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3：実験室安全調査

本書式は、バイオセーフティレベル1,2実験室安全調査書式と連結して使用する。

所在地	日付			

実験室責任者	-----			
点検項目（点検日付記入）	有	無	判定保留	その他

施 設				
実験室は建物内の規制されていない交通から隔離されている	☐	☐	☐	
実験室の立入りは、自動閉鎖式ドアを有する前室を経由	☐	☐	☐	
実験室内の貫通部は、総て汚染除去のため				
シール済み、またはシール可能	☐	☐	☐	
実験室排気は再使用せず、使用区画より離れた場所に排出	☐	☐	☐	
気流方向を監視できる管理された換気システム	☐	☐	☐	
個人防御				
実験室内では前の閉じたガウンを着用	☐	☐	☐	
保護衣は実験室区域のみ着用	☐	☐	☐	
手洗い流しは足、肘または自動装置制御	☐	☐	☐	
手指防御				
感染性試料、汚染される可能性のある機器ないし				
作業面を取り扱う場合は二重手袋着用	☐	☐	☐	
呼吸防御				
エアロゾルがB S Cで安全に封じ込められていない場合、				
全職員の呼吸保護具を装着する	☐	☐	☐	
日常作業				
B S C外で感染性試料の作業を行う場合は				
粘膜保護具を装着する	☐	☐	☐	
対象の病原体による特別な災害について職員に助言しておく	☐	☐	☐	
職員が安全ないし作業手順を含む作業方式および				
手順に関する指針を読み、遵守することを要求される	☐	☐	☐	

職員は、作業手順の変更がある場合、年次改善の連絡 /

臨時訓練を受ける

☐☐☐

汚染された廃棄物は総て、処理の前に汚染除去を受ける

☐☐☐

安全検査担当者署名

調査終了日時



第Ⅱ部

実験室バイオセキュリティ

9. 実験室バイオセキュリティの概念

実験室バイオセーフティ指針はこれまで、伝統的な実験室でのバイオセーフティ指針に焦点を合わせてきた。本指針は、正しい微生物学的作業原則と、適切な封じ込め機器、適切な施設の設計、運転と精度管理、職員の負傷や疾患のリスクを最小限度にする運営管理上の配慮等を強調した。このような勧告を遵守する事で、環境や周辺の地域社会全体へのリスクも最小限にすることができた。今や、バイオセーフティへの伝統的な取り組み方を拡大して、実験室バイオセキュリティ対策を導入する必要性が生じてきた。最近、世界中で直面した諸事象により、実験室とその有する試料が、意図的に毀傷されてヒトや家畜、農業ないし環境に害を及ぼす事を予防しなくてはならない事が明らかになった。しかし、実験室施設のバイオセキュリティ上の必要条件を定義する前に「実験室バイオセーフティ」(laboratory biosafety)と「実験室バイオセキュリティ」(laboratory biosecurity)の違いを理解しておく事が重要である。

「実験室バイオセーフティ」は、病原体および毒素の取り扱いまたはそれ等の非意図的な放出に際して、非意図的な暴露を予防するための封じ込めの原則、技術、作業原則等を意味する用語である。「実験室バイオセキュリティ」は、病原体および毒素の紛失、盗難、悪用、転用または意図的な放出を予防するための研究機関および個人的な安全保障方式を意味するものである。

効果的なバイオセーフティ作業原則が、実験室バイオセキュリティ活動の基礎そのものとなる。研究機関のバイオセーフティ計画の基本をなすリスク評価を通して利用されている微生物の型別、物理的所在、そこへ立ち入る必要のある職員、それを管理する責任者の特定などの情報が集まる。この情報を通して、当該機関がこれ等を不適切に利用しようとする者に魅力的な微生物試料を有するか否かを評価することができる。試料、病原体、毒素の悪用を予防するための国家および研究機関の責任を認識し、それに対処するための国家的基準が策定されなくてはならない。

個々の施設に対し、施設の設置基準、行われる実験室内作業の型別、現地の条件に対応した個別の実験室バイオセキュリティ計画を策定し実施しなくてはならない。従って、実験室バイオセキュリティ活動は、研究機関が課せられた種々な要請に対処すると共に、科学研究監督者、主任研究者、バイオセーフティ担当者、実験室内研究職員、維持管理職員、施設管理者、情報技術職員、必要があれば法執行機関、安全保障職員等が参画しなくてはならない。

実験室バイオセキュリティ対策は、病原体と毒素の保管場所別の在庫、そこへ立ち入れる職員の特定、使用の詳細、施設内部および外部施設への移動、および材料のあらゆる不活化、ないし処分の文書による記録等に関して責任が明らかにできる総合的計画に基づかねばならない。同様に研究機関では、実験室バイオセキュリティプロトコルを策定して、在庫調査の結果と台帳上の数字との違い等の実験室バイオセキュリティ上の違反

を特定し、報告し、捜査し、修正させ得る体制を作らねばならない。実験室バイオセキュリティに関する違反が起きた場合の公衆衛生当局、安全保障当局の関与、その役割と責任についても明確に規定しておかねばならない。

実験室バイオセキュリティ訓練を、実験室バイオセーフティの訓練とは別個に全職員に行う。この訓練は、職員に対象となる試料の保管の必要性和、個別のバイオセキュリティ対策の理由を理解をさせるもので、関連した国家基準と、研究機関個別の対策の論評も含まれていなければならない。安全保障違反の事態に際して、職員の負う安全保障上の役割と責任も訓練の中で提示されねばならない。

問題となる試料に定期的に接近することを公認された全職員が専門的能力と倫理性において適格であることを保障できることも実験室バイオセキュリティ活動が効果的に行動するための中心課題となる。

要するに、安全保障上の注意が、無菌操作その他の微生物安全取り扱い作業原則と並んで、実験室の日常作業原則とならなければならない。実験室バイオセキュリティ対策が、参照試料、臨床的および疫学的試料、臨床的および公衆衛生的研究に必要な関連情報等の効果的な共有を妨げる事になってはならない。有能なバイオセキュリティ管理者は研究職員の日常的な活動を妨げたり、研究を行う場合の支障となってはならない。重要な研究的、臨床的試料への正規の手続きを経た接近は確保されねばならない。職員の適格評価、バイオセキュリティに集中した訓練、病原体の保護対策を厳格に守らせる、等で実験室バイオセキュリティを無理なく向上させることができる。これ等の努力は定期的なリスクと脅威の評価、対策の定期的な検討と速やかな改訂による対応によって支えられる。役割と責任、対応方策を明記した上でこれ等の手順の遵守状況を点検することが、研究機関のバイオセキュリティ計画と実験室バイオセキュリティの国家基準の基本になっていなくてはならない。



第Ⅲ部

実験機器

10. 生物学的安全キャビネット

生物学的安全キャビネット(BSC)は、初代培養、保存材料や診断試料などのような病原体を含む材料を操作するときに発生する可能性のある感染性エアロゾルや飛沫への曝露から作業員、実験室環境および材料を保護するように設計されている。エアロゾル粒子は、液体か半流動体の試料の中にエネルギーを伝達するあらゆる作業、例えば振盪、注入、攪拌や他の液体表面や液中への滴下、によって産生される。他の実験室活動、例えば寒天平板への塗布、ピペットによる細胞培養瓶への接種、多チャンネルピペットを用いたマイクロカルチャープレートへの感染性材料浮遊液の分注、感染性材料のホモジェナイズや渦流磨砕、感染性液体の遠心、あるいは動物を用いた作業などにより感染性エアロゾルが発生する可能性がある。直径 $5\mu\text{m}$ 以下のエアロゾル粒子および直径 $5\text{--}100\mu\text{m}$ の小滴は肉眼で見ることにはできない。実験室職員は、一般に、そのような粒子が発生していて吸入するかもしれない、または作業表面の材料を相互汚染するかもしれないことに気づいていない。BSCは、適切に使用されれば、エアロゾル曝露による実験室感染および培養物の相互感染を減少させるのに非常に有効である事が示されている。また、BSCは環境も保護する。

時間経過と共に、BSCの基本的な設計はいくつかの変更を受けている。主要な変更は、排気系への高性能粒子吸着空気HEPAフィルターの組み込みです。HEPAフィルターは、直径 $0.3\mu\text{m}$ の粒子は99.97%、直径 $0.3\mu\text{m}$ より大きい、より小さいサイズの粒子を99.99%捕捉する。これは、事実上、HEPAフィルターが、すべての既知の病原体を効果的に捕捉する事を可能にし、無菌の排気だけがキャビネットから放出されることを保証する。二番目の設計上の修正は、作業表面にHEPAでろ過された空気を導入し、作業表面上の材料を汚染から保護する事である。この特色は、しばしば生産物防護(product protection)と呼ばれる。これらの基本設計概念から、BSCは3つのクラスに分化することとなった。各クラスの防護性能の様式を表8に示す。

注意：水平および垂直方向に空気が排出されるキャビネット(“清浄空気作業台”，clean-air work station)は、生物学的安全キャビネットではないので、安全キャビネットに相当するものとして使用してはならない。

クラス I 生物学的安全キャビネット

図6にクラス I BSCの模式図を示す。室内空気が最小 0.38m/sec の速度で開口部を通して流入し、作業表面を通り過ぎて、排気ダクトを通してキャビネットから放出される。気流は作業表面で発生するかもしれないエアロゾル粒子を実験室職員から払い出して排気ダクトへと導く。作業員はガラス窓を通して作業表面を目視し、キャビネット内の作業表面の作業は前面開口部から腕を差し込んで行う。また、窓部分は、清掃や他の目的で作業表面に到達するために押上げて完全に開放することができる。

キャビネットからの空気はHEPAフィルターを通して：(a)実験室内へ、その後建物排気を介して建物の外部

へ(b)建物排気を介して外部にまたは(c)直接外部へ排気する。通常HEPAフィルターはBSCの排気口部か建物排気系内に設置する。排気ファンを内蔵したクラスⅠBSCもあるが、建物排気系の排気ファンを利用しているものもある。

クラスⅠBSCは最初の認定されたBSCであり、その単純なデザインのために、世界中でまだ広く使用されている。それは、作業者防護と環境防護に有用であり、また放射性核種と揮発性の有毒化学物質を用いた作業にも使用することもできる。滅菌されていない室内空気が前面開口部から作業表面に引き込まれるので、生産物防護に関しては一貫した信頼性を与えるものとは考えられない。

表8 必要とされる防護タイプ別による生物学的安全キャビネット(BSC)の選択

防護タイプ	BSC 選択
職員防護、リスク群 1－3 の微生物	クラスⅠ、クラスⅡ、クラスⅢ
職員防護、リスク群 4 の微生物、 グローブボックス実験室	クラスⅢ
職員防護、リスク群 4 の微生物、宇宙服実験室	クラスⅠ、クラスⅡ
生産物防護	クラスⅡ、層流が形成される場合のみクラスⅢ
揮発性放射性核種 / 化学物質防護、少量	クラスⅡ B1、室外排気型のクラスⅡ A2
揮発性放射性核種 / 化学物質防護	クラスⅠ、クラスⅡ B2、クラスⅢ

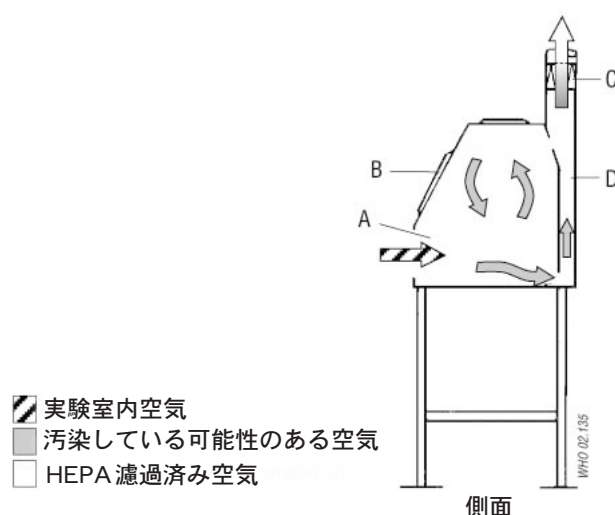


図6 クラスⅠ生物学的安全キャビネット模式図

A、前面開口部；B、サッシ；C、排気HEPAフィルター；D、排気口部

クラスⅡ 生物学的安全キャビネット

ウイルス増殖やその他の目的で細胞培養や組織培養の利用が発達した結果、滅菌されていない室内空気が作業表面を通過することは実験条件として望ましいものではなくなった。クラスⅡ BSCは、単に作業者防護を提供するだけでなく、汚染室内空気から作業表面の試料を防護するように設計されている。クラスⅡ BSCの4つのタイプ、(A1、A2、B1およびB2)は、HEPAによって濾過された(無菌)空気のみが給気として作業表面を流れる点で、クラスⅠ BSCと異なる。クラスⅡ BSCは、リスク群2および3の病原体を用いた作業に使用できる。クラスⅡ BSCは、陽圧宇宙服(スーツ)を使用する場合、リスク群4の病原体を用いた作業に使用することができる。

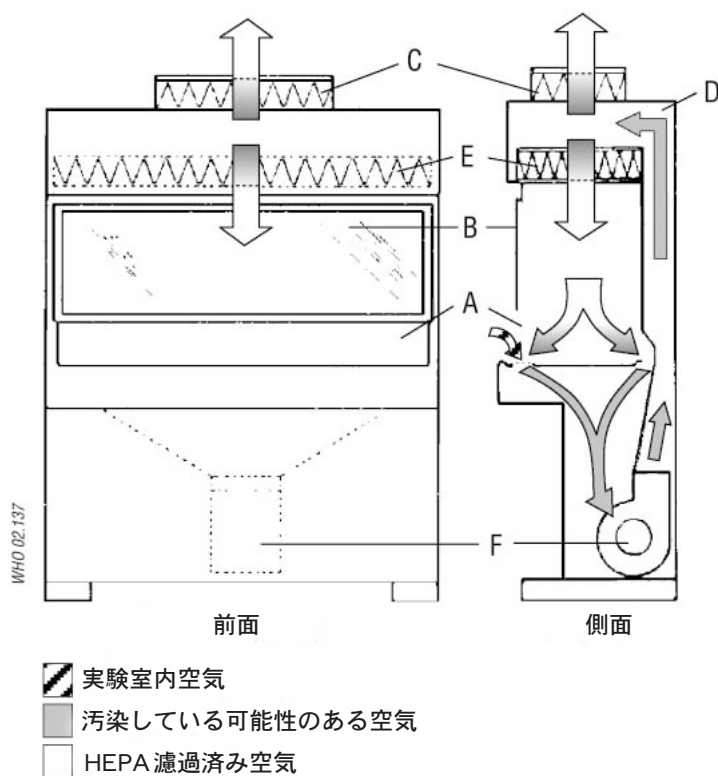


図7 クラスⅡ A1 生物学的安全キャビネットの模式図

A、前面開口部；B、サッシ；C、排気HEPAフィルター；D、背面排気口部；
E、給気HEPAフィルター；F、送風機

クラスⅡタイプA1生物学的安全キャビネット

クラスⅡタイプA1 BSCを図7に示す。内部ファンで室内空気(給気)を前面開口部を介しキャビネット内と前部吸気グリルに引き込む。この空気の流入速度は前面開口部面において少なくとも0.38m/sでなくてはならない。給気は作業表面へ下向きに流れる前に、給気HEPAフィルターを通る。下向気流は作業台の表面からおよそ6-18cm離れたところで「分岐」し、半分は前部排気グリルを通り、残りの半分は後部排気グリルを通る。作業表面で発生するどんなエアロゾル粒子も、速やかにこの下向気流で捕捉されて、前部または後部排気グリルへ導かれ、その結果として最高水準の生産物防護を提供する。その後、空気は後部排気口部を通過してキャ

ビネットの上部に設けられた給気および排気フィルターの間にある空間内に放出される。これらのフィルターの大きさの相対比によって、およそ70%の空気が給気HEPAフィルターを通過して作業ゾーンへ再還流する；残りの30%は排気フィルターを通過して部屋の中、または外部に放出される。

クラスⅡ A1 BSCからの排気は室内へ再還流し、あるいは円筒接続(thimble connection)を通して専用ダクトへ、または建物の排気システムを通して建物外部に放出することができる。

部屋に排気を再還流させることは、空調した空気を外部環境へ放出しないことにより、建物空調の燃料コストを低減する利点がある。排気をダクトに接続したBSCの場合、揮発性放射性核種と揮発性有毒化学物質を用いた作業での使用も可能である(表8)。

外部排気型クラスⅡタイプA2、およびクラスⅡタイプB1、B2生物学的安全キャビネット

外部排気型クラスⅡ A2、Ⅱ B1(図8)およびⅡ B2 BSCはタイプⅡ A1の変型である。それらの特徴を、クラスⅠとクラスⅢBSCのものと共に、表9に示す。各変更点により、各タイプのBSCは夫々特定の目的に適したものとなる(表8参照)。これらのBSCはいくつかの面でお互いに異なる：前面開口部を通過する流入空気速度；作業表面への再還流空気量およびキャビネットから排出する空気量；排気系キャビネットの排気が室内へ排出されるか、それとも専用排気システムあるいは建物の排気システムを通した外部への排出であるか；圧力の配置(キャビネットの生物学的に汚染しているダクトと排気口部が陰圧であるか、あるいは生物学的汚染ダクトと排気口部が陰圧のダクトと排気口部によって囲われているかどうか)。

種々のクラスⅡ AとⅡ B BSCに関する完全な記述は、文献(7)と(8)および製造者の添付文書から得ることができる。

表9 生物学的安全キャビネット(BSC)のクラスⅠ、Ⅱ、Ⅲの相違点

BSC	前面開口部風速 (m/sec)	気流比率(%)		排気システム
		再還流	排出	
クラスⅠ ^a	0.36	0	100	固定ダクト(hard duct)
クラスⅡ A1	0.38-0.51	70	30	室内排気あるいは円筒接続
クラスⅡ A2 室外排気 ^a	0.51	70	30	室内排気あるいは円筒接続
クラスⅡ B1 ^a	0.51	30	70	固定ダクト
クラスⅡ B2 ^a	0.51	0	100	固定ダクト
クラスⅢ ^a	該当せず	0	100	固定ダクト

a: すべての生物学的に汚染しているダクトは陰圧下であるか、あるいは陰圧ダクトと排気口部によって囲まれている。

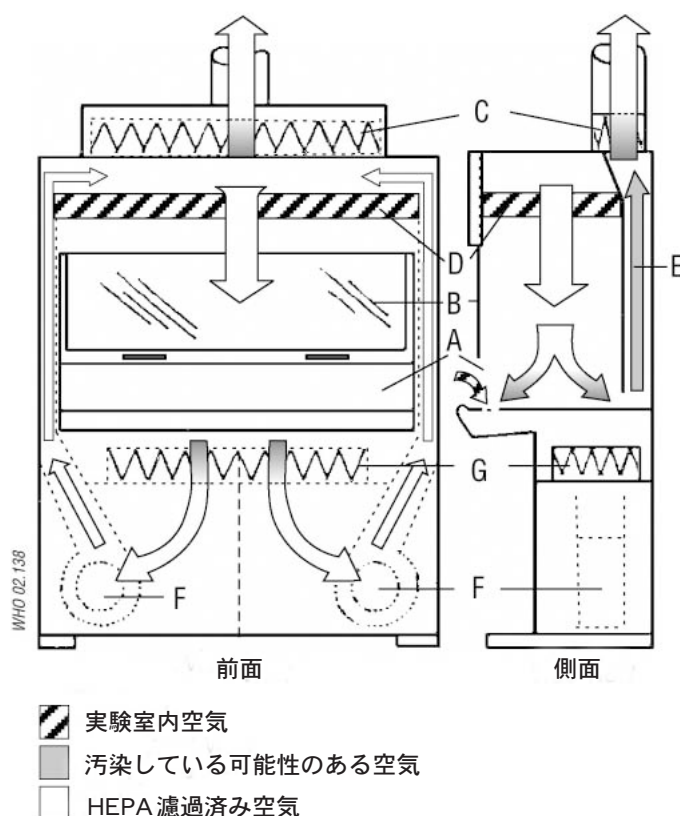


図8 クラスⅡ B1生物学的安全キャビネットの模式図

A、前面開口部；B、サッシ；C、排気HEPAフィルター；D、給気HEPAフィルター；
 E、陰圧排気開口部；F、送風機；G、給気HEPAフィルター
 キャビネット排気は建物排気系へ接続しておく必要がある。

クラスⅢ生物学的安全キャビネット

このタイプ(図9)は、最高水準の職員防護を提供し、リスク群4の病原体に使用される。全ての貫通部分は“耐気性(gastight)”に密封されている。給気はHEPAでろ過され、排気は二重のHEPAを通過する。気流はキャビネット外部の専用の排気システムによって維持され、キャビネット内部を陰圧(約124.5Pa)に維持する。作業表面への到達は頑丈なゴム手袋を用いて行われ、ゴム手袋はキャビネットのポートに取り付けられている。クラスⅢBSCには、滅菌することができ、かつHEPA排気を備えているパスボックスを配備すべきである。クラスⅢキャビネットには、キャビネットに搬出入するすべての材料を汚染除去するために、両開きのオートクレーブを接続することも可能である。数個のグローブボックスを連結して作業表面を広げることにもできる。クラスⅢBSCはバイオセーフティレベル3と4の実験室の作業に適しています。

生物学的安全キャビネットの排気接続

「円筒(thimble)」あるいは「天蓋フード(canopy hood)」が、室外排気型クラスⅡA1とⅡA2BSCで使用するために排気口部用に設計されている。円筒接続はキャビネットの上の排気口部に取り付け、キャビネットの

排気を建物排気ダクト内へ吸い込む。通常直径2.5cmの小さな隙間を円筒とキャビネットの排気ハウジングの間に設ける。その上、この小さな隙間は室内空気が建物の排気系に吸引されるのを可能にする。建物の排気容量は、室内空気とキャビネット排気の両方を十分にまかなえる量でなければならない。円筒は、取外し可能であるか、またはキャビネットの操作テストができるよう設計されていなければならない。一般に、円筒接続されたBSCの性能は建物気流の変動にはあまり影響されない。

クラスⅡ B1とⅡ B2 BSCは固定ダクト(hard duct)で、どのような開口部もなく堅固に建物の排気システム、あるいは望ましくは専用の排気ダクト系に接続される。建物の排気系は、製造者によって指定された気流要件に容量と静圧の両方で正確に合っていないなければならない。固定ダクトBSCの検証は、室内に再還流させるかまたは円筒接続されたBSCよりは慎重に、時間をかけて行わねばならない。

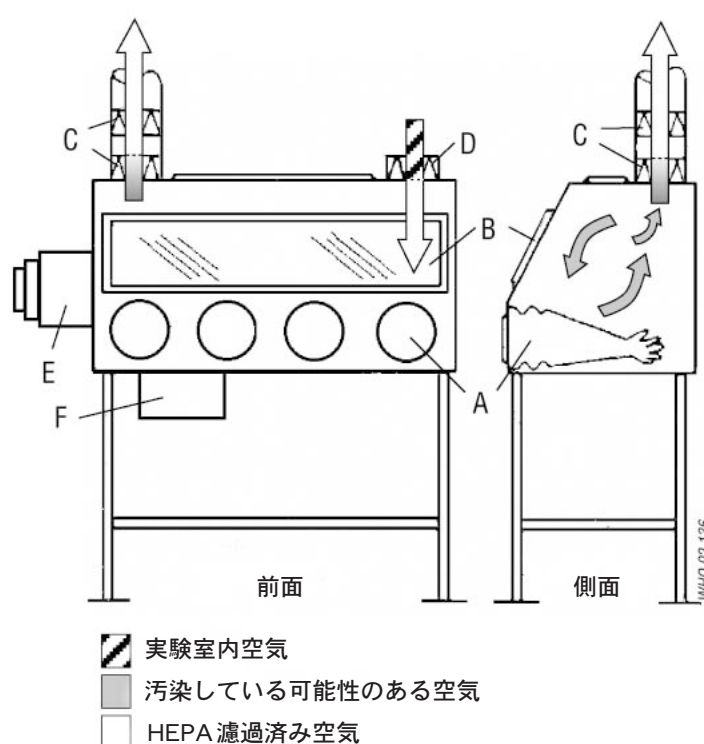


図9 クラスⅢ生物学的安全キャビネット(グローブボックス)の模式図
A、腕の長さの手袋の取り付けポート；B、サッシ窓；C、排気用二重HEPAフィルター；
D、給気HEPAフィルター；E、二重扉オートクレーブまたはパスボックス；
F、消毒剤タンク。
キャビネット排気は、独立した建物排気システムへの接続が必要である。

生物学的安全キャビネットの選択

BSCは、第一に必要な防護のタイプによって選択されるべきである：生産物防護；リスク群1～4の微生物に対する職員防護；放射性核種と揮発性有毒化学物質への曝露に対する職員防護；または、これらの組み合わせ。表8に、それぞれの防護タイプに、どのBSCが勧告されるかを示してある。

揮発性あるいは毒性の化学物質は部屋に排気を再還流させる BSC 内で使用すべきではない。すなわち、キャビネットを建物の排気系のダクトに接続していないクラスⅠ BSC、あるいはクラスⅡ A1 またはクラスⅡ A2 がこれに該当する。クラスⅡ B1 BSC は少量の揮発性化学物質と放射性核種を用いた作業に使える。相当な量の放射性核種と揮発性化学物質が使用されると期待されるときには、全排気型キャビネットとも呼ばれる、クラスⅡ B2 BSC が必要である。

実験室内の生物学的安全キャビネットの使用

設置位置

BSC 内に前面開口部を通して流れる空気の色度はおよそ 0.45m/s である。この色度では、定方向気流の気流方向は壊れやすく、BSC の近傍を歩いているヒトや、窓開け、給気調節およびドアの開閉によって発生した気流で容易に崩れる。理想的には、BSC は交通路および潜在的に気流を乱す可能性のある気流から遠く離して配置すべきである。維持管理の際に容易に到達できるよう、可能であれば通常 30cm の間隔をキャビネットの背面と各側面と壁の間に確保する。排気フィルターの正確な空気速度測定と排気フィルター交換のためには、キャビネット上には天井との間に 30 から 35cm の間隔を確保する事が必要である。

作業者

BSC が適切に使用されないと、その防護効果は大いに減殺される。作業者は、キャビネット内外へ腕を出し入れする時、前面開口部流入気流を乱さないように注意する必要がある。腕を、ゆっくりと、前面開口部に對して直角にして、内外に動かさなければならない。BSC 内での試料の操作は、キャビネットが順応し、かつ手と腕の表面を「吹き払う」ように、キャビネット内に手と腕を置いて約 1 分後から始めるようにする。また、操作を始める前に必要な物品をすべてキャビネットの中に置いて、前面開口部を横切るような運動の数を最少限にする。

試料配置

クラスⅡ BSC の前面グリルを紙、器具などで塞いではならない。キャビネット内に置くものは 70% アルコールで表面を汚染除去する。キャビネット内の作業は、はねかえりや飛沫を捕捉するために、消毒剤で濡らした吸水性タオル上で行う方がよい。すべての試料は、キャビネットの奥に、作業表面の後部端に向かって置く、ただしこれを実行する場合、後部グリルを塞ぐ事のないようにしなければならない。エアロゾルを発生させる機器（例、ミキサー、遠心分離器、その他）はキャビネットの後部に向かって置く。バイオハザードバッグ、廃ビペットトレイや吸引フラスコなどのかさばるものは、キャビネット内部の片側に配置する。実際の作業は作業表面の清浄区域から汚染区域への流れとして行う。

オートクレーブ用バイオハザードバッグと廃ビペット収集トレイはキャビネットの外に置いてはならない。

これらの容器を使用するためには頻繁にキャビネットの出入り運動が必要になり、キャビネットの気流バリアを破壊し、職員防護と試料防護の両方を損なうことになる。

運転と維持管理

ほとんどのBSCは24時間稼動を可能にするように設計されており、またこの持続運転は実験室内の塵埃と微粒子のレベルの制御に役立つことが研究の結果より示されている。室内への排気あるいは専用の排気ダクトに接続された円筒接続のクラスⅡA1とⅡA2 BSCは使用しないときはスイッチを切ることができる。固定ダクト接続されているクラスⅡB1やⅡB2 BSCなどの他のタイプでは、室内空気バランスを維持するために、常時BSCを介した気流を維持しなければならない。キャビネットの使用に際しては、作業を始める前と作業終了後にはキャビネット内を浄化（purge）するために、少なくとも5分間は運転し汚染空気がキャビネット環境から取り除かれる時間を与えなくてはならない。

BSCに関するすべての修理は有資格の技術者によって為されねばならない。BSCの運転におけるどんな不具合も、報告し、BSCが再び使用される前に、修理しなければならない。

紫外線灯

紫外線灯はBSCに必要ではない。もし使用されているなら、毎週掃除して紫外線の殺菌性能を妨げる可能性のある埃や汚れを取り除かなければならない。キャビネットを再検証する時に、紫外線照射が適切であることを確認するために紫外線強度を測定しなくてはならない。部屋を使用している間、不要な曝露から目と皮膚を保護するために紫外線灯は消灯しなければならない。

火焰

BSC内の無菌環境の近くでむき出しの火焰（裸火）の使用は避けなくてはならない。裸火は気流パターンを乱し、また、揮発性や可燃性の物質を同時に使用するときには危険である可能性がある。細菌用のループを滅菌するには、微少バーナーあるいは「電気炉」が利用可能であり、裸火より望ましい。

漏出

漏出を処理するための当該実験室の標準方式の写しを掲示し、実験室を使用する全職員がこれを読んで理解していなければならない。BSC内でバイオハザード材料の漏出が起こった場合、BSCを運転しつつ、直ちに漏出の清掃除去を行わねばならない。有効な消毒剤を、エアロゾル発生が最小と思われる方法で、使用する。漏出した微生物と接触するすべての材料は消毒ないしオートクレーブされなくてはならない。

検証

各々のBSCの機能的な運転性と封じ込め性能は、国内基準または国際的な性能基準に則って設置時ならびに以後定期的に、資格を有する技術者によって検証されなくてはならない。キャビネットの封じ込め性能の評価には、キャビネット全体の保全、HEPA フィルターの漏洩、下降流風速の状況、前面開口部風速、陰圧/換気率、気流の発煙パターン、警報およびインターロック、等の試験を含む。また、漏電、照明強度、紫外線強度、騒音レベルおよび振動などのテストも必要あれば行う。これらの試験を実施するためには特別の訓練、技能および機器が必要である。これらの試験は、資格のある専門家によって行われるべきであることが強く勧告される。

清掃と消毒

培地の残渣があると微生物が増殖する可能性があるから作業が終了したとき、機器を含むBSCの中のすべての物品は表面を汚染除去し、キャビネットから取り出さなければならない。

BSCの内部表面は、使用前後にその都度汚染除去しなければならない。作業表面と内壁は、キャビネットの中に存在する可能性のあるどんな微生物に対しても有効な消毒剤で清拭する。一日の仕事の終わりには、最終的な表面汚染除去をするが、その中では必ず作業表面、側面、背面およびガラスの内側を清拭する。目的とする微生物に有効であれば漂白剤か70%アルコール溶液を使用する。漂白剤などの腐食性の消毒剤を使用した場合には、そのあと滅菌水により改めて清拭する。

キャビネットは稼動したままにしておくことが勧告される。そうでない場合、キャビネットを停止する前に、5分間運転を続けて内部の空気を清浄化する。

汚染除去

フィルターを交換する前、およびキャビネットを移動する前には、BSCは必ず汚染除去しなければならない。最も一般的な汚染除去方法は、ホルムアルデヒドガス燻蒸である。BSCの汚染除去は資格のある専門家によって実施されなくてはならない。

個人防護具

BSCを使用するときは、いつでも、個人用防護衣服を着用しなくてはならない。バイオセーフティ1と2の作業では、一般の実験衣の使用で差支えない。前面が一体で後ろで閉じる実験衣はより防護性能が高く、バイオセーフティ3と4(スーツ実験室を除き)では、このような実験衣を使用しなくてはならない。手袋は、中にするよりも、実験衣の手首の上までかぶせて装着する。弾性のある袖を研究者の手首を保護するために装着することもできる。いくつかの実験操作にはマスクと安全眼鏡が必要になるかもしれない。

警報

BSCには、次の2種類の警報の内、1つを備えることができる。第一のサッシ警報はスライド式のサッシを持ったBSCのみに見受けられる。サッシ警報は、作業者が不適切な位置にサッシを動かしたことを知らせる。このタイプの警報が鳴ったら、サッシを適切な位置に戻すことで対応する。第二の気流警報は、キャビネットの正常な気流パターンの破綻を示す。これは、作業者あるいは生産物に対して、即時的に危険があることを示す。気流警報が鳴ったときは、作業を直ちに停止し、そして実験室管理者に通報しなくてはならない。メーカーの使用説明書に詳しく表示するべきである。BSC使用の訓練に当たっては、この面も対象としておく。

補足情報

適正タイプのBSCの選択、設置、適切な使用、毎年の運転検証などは、複雑な過程である。よく訓練されて経験豊富なバイオセーフティ専門家の指揮下に行うことが強く勧告される。専門家は、文献の部分に記載されている関連文献に精通し、BSCの全ての局面について訓練されていない。作業者は、BSCの操作と使用に関して、正式の訓練を受けなくてはならない。

更なる情報に関しては、文献(5)と(7-16)、および第11章を参照されたい。

11. 安全機器

エアロゾルが重要な感染源であるため、それらの産生と散布の程度を減少させるために注意を払はなくてはならない。有害なエアロゾルが多くの実験室操作、例えば、感染性試料の混和、混合、摩砕、振盪、攪拌、超音波処理、遠心などで発生する可能性がある。たとえ安全機器を使用しているときでも、可能な限り、認証された生物学的安全キャビネット内でこれ等の操作を行うことが一番良い方法である。生物学的安全キャビネットの概要や使用方法および試験方法については第10章で検討してある。もし作業者が訓練されておらずまた適切なテクニックを使用しない場合には、安全機器を使用しても、防護の保証にはならない。機器は、継続的な安全性能を確保するために定期的に試験されなくてはならない。

表10に、ある種の災害を除くか、または減少させるために設計された安全機器に関するチェックリストを示し、その安全機能について簡潔に概説する。この機器の多くに関する詳細は以下のページに示す。その適切な使用に関するその他の情報は第12章に示す。

災害を起こす可能性のある機器とそれ等の操作に関する情報は付録4に示す。

陰圧柔フィルムアイソレーター

陰圧柔フィルムアイソレーターは、危険な生物材料に対する最大限の防護を提供する自己完結型の一次封じ込め装置である。それは可動式スタンドに取り付けることもできる。作業スペースはスチール製枠組みから吊り下げられた透明なポリ塩化ビニール(PVC)の袋内に完全に閉じ込められている。アイソレーターは大気圧より低い内部圧力(陰圧)を維持する。流入空気は1層のHEPAフィルターを通り、排気は2層のHEPAフィルターを通る。そのため排気を建屋外へダクトで送る必要がない。アイソレーターには、孵卵器、顕微鏡および遠心機、動物ケージ、ヒートブロックなどのような他の実験機器を組み込むことも可能である。サンプルポートを介して、微生物学的な安全性を損なうことなく、アイソレーターから試料の搬出入を行うことができる。操作は、使い捨て手袋を組み込んだ手袋付きスリーブを介して行う。圧力計が内圧をモニターするために搭載されている。

柔フィルムアイソレーターは、通常の生物学的安全キャビネットの設置や維持が不可能あるいは適切でないところにおいても、現場における高リスク微生物(リスク群3か4)の取り扱いに使用される。

表10 バイオセーフティ機器

機 器	対象とする危害	安全機能
生物学的安全キャビネット		
クラスⅠ	エアロゾルおよび飛散物	・ 前面開口部における最小流入気流（面流速）。 ・ 排気の適切なる過。 ・ 生産物防護機能はない
クラスⅡ	エアロゾルおよび飛散物	・ 前面開口部における最小流入気流（面流速）。 ・ 排気の適切なる過。 ・ 生産物防護機能あり
クラスⅢ	エアロゾルおよび飛散物	・ 最高度封じ込め ・ 層流が盛り込まれれば、生産物防護機能あり
陰圧柔フィルムアイソレーター	エアロゾルおよび飛散物	・ 最高度封じ込め
飛散物シールド	化学物質の飛散物	・ 作業者と作業場の間に遮閉スクリーンを形成
ピペットエイド	口によるピペッティングによる災害、例えば病原体の口内摂取、ピペットの口での吸引によって発生したエアロゾルの吸入、ピペットからの液体の噴出と滴下、ピペットの吸引端の汚染	・ 操作が容易 ・ ピペットの吸引端の汚染の予防、ピペットエイド、作業者および真空吸引ラインの防護 ・ 滅菌可能 ・ ピペットチップからの漏れの予防
ループ用の微小焼灼装置、使い捨て式ループ	移植用ループからの飛散物	・ ガラスやセラミック盲管内に封じ込める。ガスあるいは電気で加熱 ・ 使い捨て、加熱の必要性なし
施設内での滅菌のための感染性材料の収集や輸送用の漏洩防止付き容器	エアロゾル、溢出および漏出	・ フタあるいはカバーによる漏洩防止構造 ・ 耐久性 ・ オートクレーブ可能
鋭尖廃棄用容器	刺傷	・ オートクレーブ可能 ・ 強固、貫通防止
実験室、研究施設間の輸送用容器	微生物の漏出	・ 強固 ・ 漏出物を封じ込めるための防水性一次および二次容器 ・ 漏出物を封じ込めるための吸水材
オートクレーブ、手動式あるいは自動式	感染性材料（廃棄あるいは再使用のための安全性確保）	・ 認可された設計 ・ 効果的な加熱滅菌

器 機	対象とする危険性	安全機能
ネジ蓋ビン	エアロゾルおよび漏出物	・ 効果的な封じ込め
真空ラインの防護	エアロゾルや液の溢流による実験室真空ラインの汚染	・ カートリッジタイプフィルターによるエアロゾルの捕捉（粒子径$0.45\mu\text{m}$） ・ 溢流防止用のフラスコには適切な消毒薬を入れておく。貯蔵用のフラスコが一杯になった時には、自動的にゴム球が真空を止める。 ・ ユニット全体がオートクレーブ可能

ピペットエイド

ピペット操作を行うときには、いつもピペットエイドを使用しなければならない。口によるピペット操作は厳密に禁じなくてはならない。

ピペットエイドの重要性はいくら強調しても、しすぎることはない。ピペット操作に関連した最も一般的な危害は、口による吸引の結果である。有害物質の口による吸引と口内摂取が多くの実験室関連感染の原因となっている。

汚染した指をピペットの吸気端に当てた場合も、病原体が口に移行する可能性がある。口によるピペット操作では、あまり知られていない災害として、吸引によって発生するエアロゾルの吸入がある。綿栓は、陰圧であろうと陽圧であろうと、効果的な微生物フィルターでなく、粒子は綿栓を通過して吸引される可能性がある。綿栓が強く詰められている時には、強く吸引するため、その結果、綿栓、エアロゾル、さらに液体さえも吸い込むかもしれない。病原体の口内摂取はピペットエイドの使用によって防ぐ。

液体がピペットから作業表面に落ちた時、培養液を交互に吸引・吹き出して混合する時、最後の一滴をピペットから吹き出す時などにもまた、エアロゾルが発生する可能性がある。ピペット操作の間にやむを得ず発生するエアロゾルの吸入は、生物学的安全キャビネット内で作業することにより防ぐことができる。

ピペットエイドは慎重に選択しなくてはならない。それらの設計と使用法は二次的な感染の危害を生ずることなく、また簡単に滅菌し洗浄できるものでなければならない。微生物や細胞培養の場合には、（耐エアロゾル）栓付きのピペットチップを使用しなくてはならない。

吸引端がひび割れていたり欠けているピペットは、ピペットエイドへのはめ込み時の気密性を損ない、その結果、別の危害を発生させるから、使用してはならない。

ホモジナイザー、シェーカー、ブレンダーおよびソニケーター

家庭用(台所用)のホモジナイザーは、シールされてなく、エアロゾルを放出する。実験室用に設計された機器のみを使用しなくてはならない。それらは、エアロゾルの放出を最小にするか、防ぐことができる構造になっている。また、大容量、少容量のものが共に市販されているストマッカー(攪拌粉碎器)もエアロゾルを発生する可能性がある。

リスク群3の微生物に使用されるホモジナイザーは、常に生物学的安全キャビネット内で試料を入れ、ふたを開けるのも生物学的安全キャビネット内にて行う。

ソニケーターはエアロゾルを放出する可能性がある。それらは、生物学的安全キャビネット内で操作され、あるいは使用中は遮蔽物で覆われていなければならない。遮蔽物とソニケーターの外側は、使用の後に汚染除去する。

使い捨て式の移植ループ

使い捨て式の移植ループの利点はそれを殺菌する必要がないためブンゼンバーナーや微小焼灼装置を使うと気流が乱れる恐れのある生物学的安全キャビネットの中においても使用することができるということである。これらのループは、使用後には消毒剤に浸し、汚染廃棄物として捨てる(第3章参照)。

微小焼灼装置

ガスや電気加熱式の微小焼灼器は、移植ループを殺菌する際の、感染材料の跳ねと飛散への曝露のリスクを最小にする目的で、ホウ硅酸ガラスかセラミックのシールドを有する。しかしながら、微小焼灼器は気流を乱す可能性があり、したがって、生物学的安全キャビネット内の作業面の後方に配置する。

個人用防護具と防護服

個人用防護具と防護服は、エアロゾル、飛沫などの曝露および偶発的な接種のリスクを最小限にするためのバリアとして機能する。選択される防護服と防護具は実施する作業内容による。実験室で作業している時、防護服を着用しなくてはならない。実験室を出る前に、防護服を脱ぎ、手を洗わなくてはならない。表11に実験室で使用されるいくつかの個人用防護具とその持つ防護性能を要約して示す。

実験衣、ガウン、カバーオール(上下一体作業服)、エプロン

実験衣は完全にボタンを掛けて作業することが望ましい。しかし、長そでの前着あるいはカバーオールの方が実験衣より良い防護効果を与え、微生物学実験室や生物学的安全キャビネットでの作業に好まれている。エプロンは、化学物質や血液や培養液などの生体物質の漏出に対してより強力な防護が必要な場合、実験衣かガウンの上に着用する。洗濯は施設内かその近くでできるようにする。

実験衣、ガウン、カバーオールまたはエプロンは実験室区域外で着用してはならない。

ゴーグル、安全眼鏡、顔面シールド

飛沫や衝撃物などから目と顔面を防護するための器具の選択は、作業内容による。矯正レンズや度が入っていないレンズを、粉砕されない素材で、前面からレンズを取り付けることができ、且つカーブさせたり、あるいは側面シールドを組み込んだ専用のフレームを用いて、安全眼鏡とする。側面シールドを組み込んでいても、安全眼鏡だけでは飛沫からの防護はできない。飛沫と衝撃物防止用のゴーグルを通常の度入り眼鏡やコンタクトレンズ（これらは生物学的および化学的な災害を防ぐことはできない）の上から装着しなくてはならない。顔面シールド（バイザー）は粉砕されない素材でできており、顔全体にフィットし、固定紐や帽子を用いて保持する。

ゴーグル、安全眼鏡あるいは顔面シールドは、実験室区域外で装着してはならない。

表 11 個人用防護具

器 具	対象とする災害	安全上の特徴
実験衣、ガウン、 カバーオール	衣服の汚染	・ 前着、後方結び ・ 外部衣服をカバーする
プラスチック製エプロン	衣服の汚染	・ 防水性
履物	衝撃と飛沫	・ つま先の閉じているもの
ゴーグル	衝撃と飛沫	・ 耐衝撃性レンズ（視力矯正レンズ、あるいは矯正眼鏡の上に装着） ・ 側面シールド
安全眼鏡	衝撃	・ 耐衝撃性レンズ（必ず視力矯正性能を有するもの） ・ 側面シールド
顔面シールド	衝撃と飛沫	・ 顔面全体をシールドするもの ・ 事故の場合に簡単にはずせるもの
レスピレーター（呼吸用マスク）	エアロゾルの吸入	・ 利用できるデザインには一回使用、使い捨てのものも含む；顔面全体または半分の空気清浄化機能のあるもの；顔面全体またはフード型の強制空気清浄装置 (PAPR)；および給気式レスピレーター
手袋	微生物への直接接触 切創	・ 微生物用に承認された使い捨て式のラテックス、ビニールまたはニトリル製 ・ 手の防護 ・ メッシュ入り

レスピレーター

高度な危害の伴う作業(例、感染材料の漏出を清掃する)を行うとき、呼吸防具を用いることがある。レスピレーターの選択は危害のタイプによることになる。フィルターを交換することによりガス、蒸気、粒子および微生物に対応できるレスピレーターもある。フィルターが正しいタイプのレスピレーターに取り付けられることが必須である。最大限の防護を達成するためには、レスピレーターが、個別に作業者の顔に良く合い、さらにテストをされていなくてはならない。一体型空気供給装置のある完全自己完結型のレスピレーターは完全な防護をもたらす。正しいレスピレーターの選択のためには、適切な専門家、例えば労働衛生専門家にアドバイスを求めなくてはならない。外科用タイプのマスクは、患者保護のためのみにデザインされており、作業者の呼吸防護をもたらすものではない。ある種の一回使用、使い捨ての、レスピレーター(ISO 13.340.30)は、生物学的因子の曝露に対する防護用にデザインされている。

レスピレーターは、実験室区域外で装着してはならない。

手袋

実験室操作を行っていると、手の汚染が起こることがある。また、手も「鋭尖物」(sharps)によって傷つきやすい。使い捨て式の、微生物用と認定されたラテックス、ビニールまたはニトリル製の外科用タイプの手袋が、一般的な実験室作業ならびに感染性材料、血液および体液を取り扱う際に広く使用されている。また、再利用できる手袋の使用も可能であるが、それらの正しい洗浄、取り外し、クリーニングおよび消毒に十分に注意しなければならない。

感染材料を取り扱った後、生物学的安全キャビネットで作業を行った後および実験室を出る前には、手袋は取り外し、手を徹底的に洗わなくてはならない。使用した使い捨て手袋は感染性実験室廃棄物として廃棄しなければならない。

皮膚炎や即時型過敏症などのアレルギー反応が、ラテックス手袋、特に粉をつけたものを着用した実験室その他の作業者について報告されている。粉をつけたラテックス手袋の代替手段も利用できるようにしておかなければならない。

検死解剖のような鋭尖器具への曝露があるような場合には、ステンレスメッシュ入りの手袋を着用しなくてはならない。そのような手袋は、切れ目を入れるような動きに対しては防護できるが、突き刺すような傷害に対しては防護できない。

手袋は、実験室区域外で着用してはならない。

更なる詳細に関しては、文献(12)、(17)、および(18)を参照されたい。



第Ⅳ部

基準微生物実験技術

12. 実験室内技術

実験室関連傷害および作業関連感染事故の大部分が、人為ミス、未熟な実験技術および機器の誤用により起きている。本章では、この種の最も一般的に報告された問題についてそれを回避し、またはそれを最少限度にする技術について概説する。

実験室における試料の安全取り扱い

実験室における試料の不適切な収集、輸送および取り扱いは、関係職員への感染のリスクをもたらす。

試料容器

試料容器はガラスまたは、望ましくはプラスチック製である。容器は強固であり、キャップや栓が正しく施されていれば、漏れないものでなくてはならない。試料が容器の外部に附着してはならない。容器は、識別を容易にするために正しくラベルされていなければならない。試料の請求書式あるいは仕様書を容器に巻きつけず、別個の、望ましくは防水性の袋に入れておかねばならない。

施設内における試料の輸送

偶発的な漏出や流出を防ぐために、箱のような二次容器を用い、さらに試料容器を直立位置に保つために収納枠を用いる。二次容器は金属かプラスチック製で、オートクレーブ可能あるいは化学消毒剤に耐性であり、シーリングにはガスケットが使用されていることが望ましい。それらは定期的に汚染除去されねばならない。

試料の受領

多数の試料を受け取る実験室は、試料受領のための特定の室か区域を指定しておかなくてはならない。

開梱

試料を受け取り開梱する職員は、健康上の危害の可能性について承知していなくてはならず、業務の実行に当たり、特に破損または漏出のある容器を扱うときに、標準予防策(2)を適用する訓練を受けていなくてはならない。一次試料容器は生物学的安全キャビネット内で開封されなくてはならない。消毒剤を用意しておかなければならない。

ピペットとピペットエイドの使用

1. ピペットエイドを常に使用しなければならない。口によるピペット操作は禁止しなくてはならない。
2. ピペット操作器具の汚染を防ぐために、全てのピペットに綿栓をつける。
3. 病原体を含む液体に決して空気を吹き込んで서는ならない。
4. 感染性試料を、ピペットを使って吸ったり吹き出したりして混合してはならない。
5. 液体をピペットから強制的に吹き出してはならない。
6. 最後の一滴まで吹き出す必要がないから目盛間秤量式のピペットが望ましい。
7. 汚染したピペットは、壊れにくい容器に入れた適切な消毒剤の中に完全に浸漬しなければならない。それらは処分するまで、適切な時間、消毒剤に浸漬しておかねばならない。
8. ピペット用の廃棄容器は、生物学的安全キャビネットの外ではなく、キャビネット内におかねばならない。
9. ピペット目的に、皮下注射針をつけた注射器を用いてはならない。
10. 皮下注射針をつけた注射器の使用を避けてピペットが使用できるよう、中隔蓋付試料瓶の開封装置を使用すべきである。
11. ピペットから滴下した感染性試料の飛散を避けるために、吸収材を表面上に敷いておく；吸収材は使用後に感染性廃棄物として処分する。

感染性材料の散乱を避けること

1. 微生物移植ループ上の液が途中で落ちないために、ループの直径は2～3mmで、輪は完全に閉じられていなくてはならない。振動を最小に抑えるため、柄の長さは6cm以上あってはならない。
2. 移植ループ滅菌用の封じ込め型の電気微小焼灼装置を使用することによって、ブンゼンバーナーの炎の中で感染性材料が跳ね散る危険性を避けられる。再滅菌する必要のない使い捨ての移植ループの使用がより望ましい。
3. 痰の試料を乾かすときにはエアロゾルの発生を避ける注意が必要である。
4. オートクレーブ処理、ないし廃棄する廃棄試料と培養液は漏れない容器、例えば実験室用ゴミ袋、に入れなければならない。廃棄物コンテナの中に捨てる前には、先端を、(オートクレーブテープなどで)しっかり留めねばならない。
5. 作業区域は、それぞれの作業期の終わりに、適切な消毒剤で必ず汚染除去しなければならない。
詳細に関しては、文献(12)を参照。

生物学的安全キャビネットの使用

1. 生物学的安全キャビネットの使用と限界について、国家規格と関連文献を参照しつつ、使用する可能性のある全ての者に説明しなくてはならない(第10章参照)。成文化されたプロトコール、安全あるいは操作

- 手引きを職員に配布する。特に、漏出、破損が起こる場合、あるいは取り扱い技術が未熟な場合には、キャビネットを使っても作業者は防護されないことを必ず明らかにしておかねばならない。
2. 適切に稼動していない場合、キャビネットを使用してはならない。
 3. キャビネット使用中は、前面ガラス板を決して開けてはならない。
 4. キャビネット内の装置や試料は最小限にしなければならない。後部排気口部の気流循環を決して妨げてはならない。
 5. キャビネット内で決してブンゼンバーナーを使用してはならない。発生した熱は、気流を歪め、フィルターを破損するかもしれない。電気式微小焼灼装置の使用は可能であるが、無菌の使い捨て移植ループの方が好ましい。
 6. すべての作業は、作業表面の中央あるいは後部、かつ前面パネルを通して見える場所で行わなければならない。
 7. 作業者の後ろを通ることは、最小限にする。
 8. 作業者は、自分の腕を繰り返し出し入れして気流を乱してはならない。
 9. ノート、ピペットまたはその他の材料で通気グリルを塞いではならない。気流の乱れを引き起こし、試料の汚染や作業者の曝露の可能性をもたらすからである。
 10. 生物学的安全キャビネットの表面は、仕事が終了した後と1日の作業の終わり時に、適切な消毒剤を用いて清拭しなくてはならない。
 11. キャビネット内の作業を始める前と作業の完了後には、キャビネットファンを少なくとも5分間運転する。
 12. 文書などを生物学用安全キャビネットの中に置いてはならない。
- 生物学的安全キャビネットに関する詳細は、第10章を参照。

感染性試料の経口摂取、皮膚および眼への接触を避けること

1. 微生物学的操作の間に放出される(直径 $5\mu\text{m}$ 以上)の大きい粒子や飛沫は実験台表面および作業者の手の上に急速に沈着する。使い捨て式手袋を装着しなくてはならない。実験室作業者は、口、目、および顔面に触れるのを避けねばならない。
2. 実験室内で飲食物を消費し、あるいは保存してはならない。
3. 実験室内では何も一ペン、鉛筆、チューインガム等を一口に入れてはならない。
4. 実験室内では化粧をしてはならない。
5. 感染性材料の飛散を結果するかもしれない全ての操作を行う間、顔、目、および口を覆うかまたは他の方法で防護しなくてはならない。

感染性材料の注射を避けること

1. 慎重な操作と手順により、破損したり欠けているガラス製品による傷害から生じる事故接種を避けることができる。可能ならば必ず、ガラス製品はプラスチック製品に替える。
2. 事故による注射は、鋭尖物、例えば皮下針（針刺し）、ガラス製パスツールピペットあるいは破損したガラスによる傷害から生ずる可能性がある。
3. 以下の方法で針刺しの傷害を減少することができる：(a) 針を付けた注射器の使用を最小限にする（例えば、針付き注射器の代わりにピペットが使える、中隔蓋付き試薬瓶の開封用の簡単な装置が利用できる）；(b) 針付注射器が必要である時には、鋭尖物用に設計された安全装置を使用する。
4. 言う迄もなく、針は決して再キャップしてはならない。使い捨て製品は、突き抜けに耐性ないし抵抗性の容器の中に捨てる。
5. ガラス製のパスツールピペットはプラスチック製のものに替える。

血清の分離

1. 適切に訓練されたスタッフだけがこの仕事に携わらなくてはならない。
2. 手袋、目および粘膜防護具を装着する。
3. 標準実験室技術によってのみ、飛沫やエアロゾルを避け、あるいは最小限にすることができる。血液と血清は注入せず、慎重にピペットで移す。口によるピペット操作は必ず禁じねばならない。
4. 使用後に、ピペットは適切な消毒剤の中に完全に浸漬する。そのあと、廃棄するか再利用のための洗浄と滅菌をする前に、消毒剤中に十分な時間浸漬せねばならない。
5. 凝血塊などを含む（キャップを取り外した）廃棄試料管は、適切な漏出防止容器に保管した上でオートクレーブ処理および、または焼却する。
6. 飛沫と漏出の清掃のために適切な消毒剤を用意しておく（第14章参照）。

遠心器の使用

1. 十分な機械的性能が、実験用遠心器の使用における微生物学的安全の前提条件である。
2. 製造者の使用説明書どおりに遠心器を操作しなくてはならない。
3. 遠心器は、作業者が懸架と遠心バケットを正しくセットするために、遠心室内をみることができるところに設置されねばならない。
4. 遠心器で使用する遠心管と試料容器は、肉厚のガラス製または望ましくはプラスチック製であり、かつ使用前に欠陥がないかどうか点検しなくてはならない。
5. 遠心管と標本容器は、遠心に当たっては、確実に蓋を（可能ならば、ネジ蓋式に）しなくてはならない。
6. 遠心バケットは必ず生物学的安全キャビネット内で試料を装填し、バランスをとり、シールしそして開封

しなければならない。

7. 遠心バケットと懸架は重量的に対にし、遠心管を装填した状態で正しくバランスをとらなくてはならない。
8. 液体上面と遠心管の縁の間に残すべき空隙の量は製造者の使用説明書に示されていなくてはならない。
9. 空の遠心バケットのバランスのためには、蒸留水かアルコール（プロパノール、70%）を使用する。塩類液や次亜塩素酸溶液は金属を腐食するため、使用してはならない。
10. リスク群3と4の微生物には、シール可能な遠心バケット（安全カップ）を使用しなければならない。
11. アングルヘッドの遠心ローターを使用するときは、液を入れ過ぎて漏れる事のないよう、充分注意する。
12. 遠心器の遠心室内部はローターの位置に染みがないか、または汚れがないかどうか毎日点検する。染みや汚れが明確に認められれば、遠心方法を再検討する。
13. 遠心ローターと遠心バケットは腐食の徴候や微細な亀裂がないかどうか毎日点検する。
14. 遠心バケット、ローターおよび遠心室は毎回使用後に汚染除去する。
15. 使用後には、遠心バケットは、バランス液を排出するために、逆さにして収納する。
16. 遠心分離器を使用すると、感染性浮遊粒子が放出される可能性がある。遠心器を従来の前面開放型のクラスⅠかクラスⅡ生物学的安全キャビネット内に設置した場合、これらの粒子はキャビネットの気流によって止めることのできない高速度で移動する。クラスⅢ安全キャビネット内に遠心器を封じ込めれば、放出されたエアロゾルが広く分散するのを防ぐことができる。しかし、適切な遠心器の使用技術と確実にふたをした遠心管を使えば、感染性エアロゾルと分散粒子に対して適切な防護が確保できる。

ホモジナイザー、シェーカー、ブレンダー、およびソニケーターの使用

1. 家庭用（台所用）のホモジナイザーはエアロゾルの漏洩または放出の可能性があるから実験室で使用すべきではない。実験室用ブレンダーとストマッカー（攪拌粉碎器）の方がより安全である。
2. キャップ、カップやボトルは正常な状態であり、ひびやひずみがあってはならない。キャップはきちんと合い、ガスケットも正常な状態でなくてはならない。
3. ホモジナイザー、シェーカーおよびソニケーターの操作中は、容器内の圧力が上昇する。感染性材料を含むエアロゾルがキャップと容器隙間から逸出する可能性がある。プラスチック、特にポリテトラフルオロエチレン（PTFE）製の容器が勧告される。ガラスは破損し、感染性材料を放出し、場合によっては作業者を傷つける可能性があるからである。
4. ホモジナイザー、シェーカーおよびソニケーターを使う時には、それらを強度のある透明プラスチック製の外被で覆わなくてはならない。これ等の機具は使用後に消毒せねばならない。可能ならば、これらの機具はプラスチックカバーをして生物学的安全キャビネット内で操作すべきである。
5. 操作終了時、容器は生物学的安全キャビネット内で開封しなくてはならない。
6. ソニケーターを使用する作業者は騒音保護具を装着しなくてはならない。

組織磨砕器の使用

1. ガラスグラインダーは、手袋をはめて、さらに吸水材の中に保持しなくてはならない。プラスチック (PTFE) 製のグラインダーがより安全である。
2. 組織磨砕器は、生物学的安全キャビネット内で操作し、開封しなくてはならない。

冷蔵庫と冷凍庫の注意と使用

1. 冷蔵庫、ディープフリーザーおよびドライアイスチェストは、定期的に霜取りを行い、清掃しなくてはならない。保存中に壊れたアンプルおよびチューブなどは全て除去しなければならない。清掃に当っては顔面防護具と頑丈な手袋を装着しなければならない。清掃後、庫内の内側表面を汚染除去する。
2. 冷蔵庫等に収納されているすべての容器は内容物の科学的な名称、収納された日付およびそれらを収納した個人名を明瞭にラベルする。ラベルの無い材料および古い材料は、オートクレーブ処理して捨てなければならない。
3. 冷凍庫の内容物については在庫リストを維持しなければならない。
4. 爆発防止仕様でない引火性液体を冷蔵庫に決して収容してはならない。引火性に関する注意を冷蔵庫のドアに掲示しておかねばならない。

凍結乾燥した感染性材料を含むアンプルの開封

凍結乾燥材料のアンプルを開けるとときには、内容物が減圧下にあり、急に空気が流入すると材料を大気に散逸させる可能性があるから注意しなくてはならない。アンプルは常に生物学的安全キャビネット内で開封しなくてはならない。以下の手順でアンプルを開封する事が勧告される。

1. 最初に、アンプルの外側表面を汚染除去する。
2. もし綿栓あるいはセルロース栓付ならば、それらの中間近くで、チューブにやすり傷をつける。
3. やすり傷部で折る前に、手を保護するために、アルコールで浸した綿の中にアンプルを保持する。
4. 静かに先端部を取り除き、そして汚染試料として取り扱う。
5. 栓がまだアンプルの内容物の上部に残っているならば、滅菌ピンセットでそれを取り除く。
6. 泡立つのを避けるために、再浮遊液をゆっくりとアンプルに加える。

感染性材料を含むアンプルの保存

感染性材料を含むアンプルは液体窒素に決して浸漬してはならない。ひびが入ったり熔封の不完全なアンプルは、取り出すときに破損するか爆発する可能性がある。もし超低温が必要な場合は、アンプルを液体窒素上部の気相中に保存する。さもなければ、感染性材料は機械式超低温槽かドライアイス上に保存すべきである。実験室作業者は、低温貯蔵からアンプルを取り出すときには、目と手の防護器具を装着しなくてはならない。

これらの方法で保存されたアンプルを保存庫から取り出したときには、アンプルの外側表面を消毒しなくてはならない。

血液、その他の体液、組織、および排泄物の取り扱いにおける標準的注意

標準的注意(普遍的注意を含む)(19)は、認識された、または認識されていない感染源の両方に起因する微生物伝播のリスクを減少させるよう企画されたものである(2)。

試料の採取、ラベルおよび輸送

1. 標準的注意(2)を常に守る;すべての操作に手袋を着用する。
2. 患者と動物からの血液は、訓練された職員によって採取されなければならない。
3. 静脈採血において、従来の針付き注射器方式は採取した血液を逆流防止つきの輸送用ないし培養用試験管に直接注入し、さらに使用後の針を自動的に使用不可にする、一回使用の安全真空採血器具に代える。
4. 試験管は実験室までの輸送(輸送要件に関して第15章参照)と実験施設内の輸送(本章内で施設内における試料輸送の項参照)のための適切な容器に収容する。請求書式(request form)は別の防水袋か封筒に入れる。
5. 受領担当職員がこれらの袋を開けてはならない。

試料試験管と内容物の開封

1. 試料試験管は生物学的安全キャビネット内で開封する。
2. 手袋を着用しなくてはならない。目と粘膜の防護(ゴーグルあるいはシールド)の着用も勧告される。
3. 防護服の上にプラスチックエプロンをかけて補強する。
4. 飛沫を防ぐために、栓は紙かガーゼを用いてつかむ。

ガラスと“鋭尖物”

1. 可能な限り、ガラスの代りにプラスチックを用いる。実験室用品質(硼珪酸塩)のガラスのみを使用する。欠けたりひびの入った物品は全て廃棄する。
2. 決して皮下用注射器をピペットの代用として用いてはならない(本章の感染性材料の注射を避けることの項参照)。

顕微鏡観察のための塗布膜と塗沫

顕微鏡観察のための血液、痰および糞便の試料の固定と染色で、塗沫上の全ての微生物やウイルスが殺されるわけではない。これらの器具は、ピンセットで扱い、適切に保管し、処分する前に汚染除去ないしオートク

レーブ処理する。

自動化機器（ソニケーター、攪拌磨砕器）

1. 機器は飛沫とエアロゾルの散乱を避けるため閉鎖タイプでなければならない。
2. 流出物は、オートクレーブ処理ないし廃棄のために、閉鎖容器に収集しなくてはならない。
3. 機器は、製造者の使用説明書に従って、それぞれの使用期間の終わりに消毒しなくてはならない。

組織

1. ホルマリン固定剤を使用する。
2. 凍結切片は避ける。必要なときには、クリオスタットは遮蔽し、作業者は安全顔面シールドを装着する。
汚染除去を行う際は、装置の温度は少なくとも20℃に上げておく。

汚染除去

汚染除去のためには、次亜塩素酸と高レベル消毒剤が勧告される。新たに調製された次亜塩素酸溶液は、一般的な使用のためには1g/L、漏出血液のためには5g/Lの有効塩素を含まねばならない。グルタルアルデヒドは表面の汚染除去に使用可能である（第14章参照）。

プリオンを含む可能性のある材料に関する注意

プリオン（“スローウイルス”とも呼ばれる）は、伝染性海綿状脳症（TSE）、特にヒトのクロイツフェルトヤコブ病（CJD；新変種型を含む）、Gerstmann-Sträussler-Scheinker 症候群、致死性家族性不眠症およびクール病；ヒツジとヤギのスクレイピー；ウシのウシ海綿状脳症（BSE）；シカ、ヘラジカおよびミンクの伝染性脳症に関連している。CJDが人間に感染した事例はあるが、上記の病原体のいずれかによって実験室関連感染が起こったという立証された事例はないようである。それでも、感染したか感染した可能性のあるヒトや動物の材料の取り扱いにおいては、一定の予防上の注意を守ることによって慎重に対処する事が望まれる。

TSE関連材料を用いた作業のバイオセーフティレベルは、研究対象とする病原体や試料の性状により、さらに国内当局との協議によって決定されることになるであろう。最も高濃度のプリオンは中枢神経系組織に認められる。動物による研究で、高濃度のプリオンが脾臓、胸腺、リンパ節および肺にも認められることが示唆されている。最近の研究では、また、舌と骨格筋組織のプリオンが感染のリスクの可能性を有することが示されている（20－23）。

プリオンの完全な不活化の達成は困難であるから、可能な限り使い捨ての器具を使用する事を強調し、さらに生物学的安全キャビネットの作業表面に使い捨ての保護カバーを使用することが重要である。

プリオンを取り扱う上でとられるべき主な予防対策は、汚染材料の経口摂取あるいは実験室作業者の皮膚へ

の刺入を避けることである。病原体は実験室で行われる消毒と滅菌の通常的方式によっては不活化されないから、以下の予防対策を加えて行う。

1. 専用器具、例えば他の実験室と共有しない器具の使用が強く勧告される。
2. 使い捨ての実験室用防護服(ガウンとエプロン)と手袋(病理用にはゴム手袋の間に鋼鉄製メッシュ入り手袋)を必ず着用しなければならない。
3. 乾燥廃棄物として扱って捨てることのできる使い捨てのプラスチック器具の使用が強く勧告される。
4. 自動組織処理装置は消毒上の問題から使用すべきではない。代わりにジャーと(プラスチック)ピーカーを使用する。
5. すべての操作は必ず生物学的安全キャビネット内で行わねばならない。
6. エアロゾルの発生、経口摂取、切創および刺傷を避けるために、最大の注意を払う。
7. ホルマリン固定組織も、ホルマリンに長期間曝露した後でも、まだ感染性であると見なさなければならぬ。
8. プリオンを含む組織学的試料は、96% 蟻酸に1時間曝露した後は、本質的に不活化される(24, 25)。
9. 使い捨て手袋、ガウンおよびエプロンなどの実験室作業に伴う廃棄物は、多孔性資材用オートクレーブで134～137℃、18分間の1サイクル、あるいはそれぞれ3分ずつの6サイクルで高圧蒸気処理し、その後焼却する。
10. 鋼鉄製メッシュ入り手袋を含む使い捨てではない器具は、集めて汚染除去しなければならない。
11. プリオンで汚染された感染性液体廃棄物は、有効塩素が最終濃度20g/L (2%) 含まれる次亜塩素酸ナトリウムで1時間処理しなくてはならない。
12. パラホルムアルデヒド蒸散法(vaporization)は、プリオン力価を減少させず、また、プリオンは紫外線照射に抵抗性である。しかし、生物学的安全キャビネットについては、他に存在している可能性のある病原体を不活化する標準的な方法(例、ホルムアルデヒドガス)による汚染除去を継続して行わなければならない。
13. プリオンで汚染された生物学的安全キャビネットおよび他のものの表面は、有効塩素が20g/L(2%)の次亜塩素酸ナトリウムの1時間処理によって汚染除去することができる。
14. 高性能粒子吸着空気(HEPA)フィルターは、取り外し後に最低温度1000℃にて焼却する。焼却に先立って下記の処理を加えて行う事が勧告される：
 - a. 取り外す前に、ラッカーヘアスプレーでフィルターの曝露表面をスプレーする、
 - b. 取り外し作業中にフィルターを袋に入れる、
 - c. 到達できない排気口部を汚染しないように、作業チャンバーからHEPAを取り外す。
15. オートクレーブの前には、器具を有効塩素濃度20g/L(2%)の次亜塩素酸ナトリウムに1時間浸漬し、その後水でよく濯ぎ洗いしなければならない。

16. オートクレーブできない器具は、有効塩素濃度 20 g/L(2%) の次亜塩素酸ナトリウムに 1 時間以上の浸漬を繰り返すことで汚染除去することができる。残存する次亜塩素酸ナトリウムを取り除くために、適切な洗浄が必要となる。

通常とは異なる病原体の取り扱いに関する詳細な情報は、文献(12)、(26)、(27)を参照されたい。

13. 突発事態対応計画と緊急時対応手順

感染性微生物を取り扱うすべての実験室は、取り扱われる微生物と動物の危害に対する適切な安全予防措置を構築しておかなければならない。

実験室と動物施設事故に対処するための文書化された事故対策計画が、リスク群3または4の微生物を取り扱うかまたは保存している全ての施設（封じ込め実験室－バイオセーフティレベル3、および高度封じ込め実験室－バイオセーフティレベル4）において必要である。国家ないし地方の衛生当局が、緊急時体制準備計画の策定に関与しなくてはならない。

突発事態対応計画

突発事態対応計画には以下の操作手順が提示されていなくてはならない：

1. 自然災害、例えば、火災、洪水、地震および爆発に対する予防対策
2. バイオハザードのリスク評価
3. 事態と曝露に対する管理と汚染除去
4. 施設内からのヒトと動物の避難
5. 被曝者および負傷者の緊急治療
6. 被曝者の医学的サーベイランス
7. 被曝者の臨床的管理
8. 疫学的調査
9. 諸措置の事故後の継続性。

本計画の策定にあっては、以下の項目が取り込まれるように考慮する：

1. 高リスク微生物の同定識別
2. 高リスク区域、例えば、実験室、保管区域、動物施設の画定
3. 危険に曝される可能性のある職員と集団の同定識別
4. 責任者職員、例えば、バイオセーフティ担当者、安全管理職員、地元の保健当局、臨床医、微生物学者、獣医、疫学者、消防、および警察、およびその者の義務の同定識別
5. 処置リストおよび被曝者あるいは感染者を受け入れることのできる治療と隔離のための施設のリスト
6. 被曝者あるいは感染者の輸送
7. 免疫血清、ワクチン、医薬品、特殊機器および資材の供給源リスト
8. 非常機器例えば防護服、消毒剤、化学的および生物学漏出対応キット、汚染除去器具および資材の供給。

微生物実験室の緊急時対応

刺傷、切傷および擦過傷

負傷者は、防護服を脱いで、手とすべての受傷部分を洗い、適切な皮膚消毒剤で消毒し、必要な医学的な処置を受けねばならない。負傷の原因と関与した微生物を報告し、適切かつ完全な医療記録を保存しなければならない。

感染の可能性のある材料の経口摂取

防護服を脱ぎ、医学的な対応を求める。経口摂取した材料を特定し、事故の状況を報告し、適切かつ完全な医療記録を保存しなければならない。

感染性の可能性のあるエアロゾルの（生物学的安全キャビネット外への）漏出

すべての人々が直ちに関連区域を立ち退き、すべての被曝者は届け出て、医学的助言を受ける。実験室の管理者とバイオセーフティ担当者にはすぐに事態を通知しなくてはならない。然るべき時間（例、1時間）何人も部屋に立ち入らせず、エアロゾルが排出され、重い粒子が落下してしまうのを待つ。もし実験室に中央排気システムがないなら、入室は更に（例えば24時間）遅らせる。

入室禁止を示した標識を掲せねばならない。適切な時間を経た後に、バイオセーフティ担当者の監督下に、汚染除去をしなければならない。その際、適切な防護服と呼吸器保護具を着用しなければならない。

破損容器と漏出した感染性物質

感染性物質で汚染した破損容器と漏出した感染性物質は布かペーパータオルで覆わねばならない。次いで、消毒剤をこれらの上に注ぎ、適切な時間が経つまで放置する。その後、布またはペーパータオルと破損した材料を片づける；ガラスの破片はピンセットで扱わねばならない。その後、汚染した区域を消毒剤で拭き取る。もし塵取りを破損材料を片づけるのに使用したならば、それらはオートクレーブするか有効な消毒剤に浸漬しなくてはならない。清掃に使用された布、ペーパータオルおよび雑巾等は汚染廃棄物用容器に収容しなければならない。上記のすべての作業に当っては手袋を着用しなければならない。

実験室用紙や他の文書類が汚染したら、記載されていた情報は他の用紙に転字し、原文書は汚染廃棄物容器に捨てねばならない。

密封バケツを持たない遠心器内で感染性の可能性のある材料を入れた遠心管が破損した場合

機械が動いている間に破損または破損が疑われる場合では、モーターのスイッチを切り、機器は閉じたままで（例えば30分間）放置し、止まるのを待つ。機械が停止した後に破損を発見した場合は、直ちにふたを元に戻し（例えば30分間）、閉じたままに放置しなければならない。何れの場合にも、バイオセーフティ担当者

に状況を報告しなくてはならない。

その後のすべての作業のためには、頑丈な（例、厚いゴム）手袋を必要あれば、その上に更に適切な使い捨て式手袋をかぶせて着用しなければならない。ピンセット、またはピンセットで保持した綿をガラス屑の回収に使用する。

すべての破損した遠心管、ガラスの破片、遠心バケット、懸架およびローターは、当該微生物に有効な非腐食性の消毒剤に浸漬しなければならない（第14章参照）。破損がなくかつ蓋がしてある遠心管は、別の容器の消毒剤中に置き、回収しても差し支えない。

遠心室は適切な稀釈度の同じ消毒剤で清拭し、その後再び清拭し、水で洗い、乾燥する。清掃に使用したすべての材料は感染性廃棄物として取り扱わなくてはならない。

密閉可能な遠心バケット（安全カップ）内の遠心管の破損

密閉遠心カップへの遠心管取り付けは、取り付け、取り外し共に生物学的安全キャビネット内で行わなくてはならない。もし安全カップ内の破損が疑われるならば、安全キャップを緩め、バケットをオートクレープしなくてはならない。代りに安全カップを、化学的に消毒しても差し支えない。

火災と自然災害

消防その他の行政部門が緊急体制準備計画の策定に関与しなくてはならない。行政部門にはあらかじめどの部屋に感染の可能性のある材料があるかということを告げておかねばならない。これらの行政部門が実験室の配置とその内容の詳細を知っておくために実験室を訪問するよう手配することは有益である。

自然災害の後には、地元の、または国の緊急時対応行政部門には実験室施設内部ないし近隣の危害の可能性について警告しておかねばならない。行政部門担当者は、訓練された実験室作業者が同伴する場合にだけ、入室するのでなければならない。感染性材料は漏洩のない箱か、強固な使い捨て式の袋に収集する。

回収するか最終処分するかは、地元自治体の条令に基づいて、バイオセーフティ担当職員によって決定されるべきである。

緊急時の行政対応：連絡先

以下の担当機関、担当者電話番号と所番地を施設内に目立つように標示しなければならない：

1. 研究所あるいは実験室自体（電話をかけた者、電話を受けた行政機関担当者がアドレスと所在を詳細に知らない場合がある）
2. 研究所あるいは実験室の長
3. 実験室管理者
4. バイオセーフティ担当者

5. 消防署
6. 病院 / 救急車サービス / 医療スタッフ（個々の診療所名、部局名およびまたは、可能であるなら、医療職員名）
7. 警察
8. 医療担当者
9. 担当技術者
10. 水、ガスおよび電気サービス。

緊急機器

以下の緊急機器を用意しておかねばならない：

1. 一般用および特殊な解毒剤を含む救急薬セット
2. 適切な消火器、消火用毛布

以下のものも示唆されるが、現場の状況によって変更があり得る：

1. 全身防護服（上下一体形作業服、手袋および頭部カバー — リスク群 3、4 の微生物の関わる事故）
2. 適切な化学および微粒子用フィルター缶の付いた全面呼吸装置
3. 室内消毒器具、例えば、噴霧器とホルムアルデヒド気化装置
4. ストレッチャー
5. 脱出用道具、例えば、ハンマー、斧、スパナ、ドライバー、はしご、ロープ
6. 危険区域を区分する器具と注意の掲示

詳細に関しては、文献（12）と（28）を参照。

14. 消毒と滅菌

実験室におけるバイオセーフティにとって、消毒と滅菌に関する基礎知識は決定的に重要である。大量に汚れがついた物品は迅速に消毒あるいは滅菌することができないので、消毒前の清掃（前洗浄）の基本を理解することが同じように重要である。この点について、以下の一般的な原理はすべての既知のクラスの微生物病原体に適用される。

汚染除去の特定の要件は、実験作業のタイプと取り扱われている病原体の性質による。ここに示した一般的な情報は、特定の実験室に関わるバイオハザードを処理するための標準的のみならず特定の操作手順を策定するのに利用することができる。

消毒剤との接触時間は各材料と製造者によって特定されている。したがって、消毒剤の使用に関するすべての勧告は製造者の仕様に従って実行されなければならない。

定義

消毒と滅菌には多くの異なった用語が使われている。以下にバイオセーフティにおける、より共通な用語を選んで示す：

除菌剤（antimicrobial）— 微生物を殺すか、またはそれらの成長と増殖を抑制する薬剤。

抗菌剤（antiseptic）— 殺すわけではなく、微生物の成長と発育を抑制する物質。抗菌剤は通常、体表面に適用される。

殺生物剤（biocide）— 生物を殺す全ての物質を示す一般用語。

化学殺菌剤（chemical germicide）— 微生物を殺すために使用する単一の化学物質か化学物質の混合物。

汚染除去（decontamination）— 微生物を取り除く、ないし殺すための全ての操作。また、同じ用語が、有害化学物質と放射性材料を取り除くか、または中和することにも使用される。

消毒剤（disinfectant）— 微生物を殺すために使用する化学物質か化学物質の混合物。必ず孢子を殺すというわけではない。通常、消毒剤は無生物の表面か物体に適用される。

消毒（disinfection）— 微生物を殺すための物理的あるいは化学的手段。必ず孢子を殺すというわけではない。

殺微生物剤（microbicide）— 微生物を殺す単一の化学物質あるいは化学物質の混合物。この用語はしばしば“殺生物剤（biocide）”、“化学殺菌剤（chemical germicide）”または“除微生物剤（antimicrobial）”の代わりに使用する。

殺孢子剤（sporocide）— 微生物および孢子を殺すために使用する単一の化学物質あるいは化学物質の混合物。

滅菌（sterilization）— 全てのクラスの微生物および孢子を殺すか、または取り除く操作。

実験室資材の清掃

清掃とは、汚物、有機物質およびしみ汚れを除去する事である。清掃には、ブラシかけ、真空掃除、はたきかけ、洗浄または石鹼か洗剤を含んでいる水に浸したモップによる拭き掃除等を含む。汚物、土および有機物質は微生物を遮蔽し、汚染除去物質（抗菌剤、化学殺菌剤および消毒剤）の殺作用を妨げる可能性がある。

前洗浄は、適切な消毒か滅菌を達成する上で不可欠である。多くの殺菌剤は前洗浄されたものだけに効果が証明されている。前洗浄は、病原菌への曝露を避けるように注意して実施されなければならない。

後で適用される殺菌剤と化学的に両立し得る物質を使用しなければならない。前洗浄と消毒に同じ化学殺菌剤を使用することが極めて一般的である。

化学殺菌剤

多くのタイプの化学物質を消毒剤ないし抗菌剤として使用することができる。商業製品の数と多様性は絶えず増加するため、特定の必要性に配慮し、処方を慎重に選択しなければならない。

多くの化学物質の殺菌作用は、温度が高くなれば、より速く、より有効になる。同時に、温度が高くなれば、それらの蒸発を加速し、またそれらを変性させる可能性がある。熱帯地域では、そのような化学物質の使用と保管には特別な注意が必要になる。この場合、周囲の温度が高くなるために有効期限が短縮される可能性がある。

多くの殺菌剤がヒトあるいは環境に有害である可能性がある。製造者の使用説明書に従って、それらは慎重に選択し、収納し、取り扱い、使用し、処分しなくてはならない。作業者の安全のために、化学殺菌剤の希釈を行う時には、手袋、エプロンおよび目の防護を行うよう勧告される。

一般的に、床、壁、器具および家具の定期的な清掃には化学殺菌剤は必要ではない。しかしながら、流行発生時の制圧措置のような場合には、化学殺菌剤の使用が適切になるかもしれない。

化学殺菌剤を適切に使用すると、病原体によるリスクを減少させ、作業場所の安全確保に貢献する。経済的理由、在庫管理、環境汚染を減らすためにも、使用すべき殺菌剤の数はできる限り少なくすべきである。

一般に使用されるクラスの化学殺菌剤およびそれらの適用と安全性に関する包括的な情報を以下に示す。別々に示さない限り、殺菌剤濃度は重さ / 容量 (w/v) で示す。表 12 に塩素を放出する化合物の勧告される希釈を要約する。

表 12 塩素を放出する化合物の勧告された希釈

	“清浄な” 条件 ^a	“汚れた” 条件 ^b
必要有効塩素	0.1% (1 g/ℓ)	0.5% (5 g/ℓ)
次亜塩素酸ナトリウム溶液 (有効塩素 5%)	20 ml/ℓ	100 ml/ℓ
次亜塩素酸カルシウム (有効塩素 70%)	1.4 g/ℓ	7.0 g/ℓ
ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム粉末 (有効塩素 60%)	1.7 g/ℓ	8.5 g/ℓ
ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム錠 (1 錠あたり有効塩素 1.5g)	1 ℓ あたり 1 錠	1 ℓ あたり 4 錠
クロラミン (有効塩素 25%) ^c	20 g/ℓ	20 g/ℓ

a 大量の汚染材料を除いた後

b 血液上に、あるいは大量の汚染材料を除く前に散布する場合

c 本文参照

塩素(次亜塩素酸ナトリウム)

塩素は速効性の酸化剤であり、幅広く利用可能でスペクトルの広い化学殺菌剤である。通常、漂白剤として、次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl)の水溶液の形で販売されており、水で希釈して様々な有効塩素濃度にする事ができる。

塩素は、特に漂白剤としては、高度にアルカリ性で、金属に腐食性を示す場合がある。有機物質(タンパク質)によってその活性がかなり低下する。保存液や使用液を開放容器に保存すると、特に高温においては塩素ガスを放出し、殺菌性能を弱める。漂白剤使用液の交換頻度は、初期強度、容器のタイプ(例えばふたのあるなし)と大きさ、使用頻度とその使い方および環境条件等の要因によって決まる。一般的な指針として、1日に何度か高レベルの有機物質に接する液は少なくとも毎日取り替えるべきであり、それほど頻繁に使わないならば1週間くらいは使っても差支えない。

一般的な多目的実験室用消毒剤は、有効塩素濃度1 g/lを持たなくてはならない。有効塩素5 g/lを有する、より強い液を、バイオハザードを有する飛沫および多量の有機物質を処理するときに使用することを勧告する。家庭用漂白剤としての次亜塩素酸ナトリウム溶液は、有効塩素50 g/lを含むから、1:50か1:10希釈により最終濃度1 g/lと5 g/lを得る。工業用漂白剤溶液は、およそ120 g/lの次亜塩素酸ナトリウム濃度であり、上で示されたレベルを得るために適切な率に希釈する。

一般に、次亜塩素酸カルシウム[Ca(ClO)₂]の顆粒または錠剤はおよそ70%の有効塩素を含む。顆粒か錠剤1.4 g/lおよび7.0 g/lで作った液は、それぞれ有効塩素1.0 g/lと5 g/lとなる。

漂白剤は、抗菌剤としては勧告されないが、汎用消毒剤および汚染している金属を含まない材料の浸漬のために使用することはできる。緊急時には、漂白剤を最終有効塩素濃度1~2 mg/lとして、飲用水を消毒するのに使用することが可能である。

塩素ガスは高度に毒性である。したがって、漂白剤はよく換気された区域のみで保存し、使用されなければならない。また、塩素ガスの急激な放散を防ぐために、漂白剤を酸と混ぜてはならない。多くの塩素副産物がヒトと環境に有害である場合がある。そのため塩素を基剤とする消毒剤、特に漂白剤の無差別な使用を避けなくてはならない。

ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム

粉末状のジクロロイソシアヌル酸ナトリウム(NaDCC)は60%の有効塩素を含んでいる。1.7 g/lと8.5 g/lのNaDCC粉末から作製した液は、それぞれ有効塩素が1 g/lか5 g/lとなる。一般に、NaDCCの錠剤は1錠あたり1.5g有効塩素相当物を含む。1 lの水に1錠か4錠を溶解すると、それぞれ1 g/lか5 g/lの必要濃度の液となる。粉末か錠剤としてのNaDCCは、保存が容易で安全である。固体のNaDCCを血液か他のバイオハザードを有する液体の漏出に対して用いることができるが、除去する前に少なくとも10分間そのまま放置して作用させる。その後、汚染区域を清掃することができる。

クロラミン

クロラミンはおよそ25%の有効塩素を含む粉末として入手できる。クロラミンは次亜塩素酸より遅い速度で塩素を放出する。従って、次亜塩素酸と同等な効果を得るには、より高い初期濃度が必要である。他方、クロラミン溶液は次亜塩素酸溶液と同程度には有機物質によって不活化されない。そのため“清潔な”、“汚れた”両状況ともに濃度20 g/lが勧告される。

クロラミン溶液は事実上無臭である。しかしながら、それらに浸された器具は、クロラミン-T(トシルクロラミドナトリウム)粉末に加えられた増量剤の残渣すべてを取り除くために、徹底的に濯ぎ洗いしなければならない。

二酸化塩素

二酸化塩素(ClO_2)は、強力な速効性の殺菌剤、消毒剤かつ酸化剤であり、しばしば漂白剤の塩素として必要とされるよりも低濃度で有効であると報告されている。二酸化塩素はガスとしては不安定であり、発熱しながら塩素ガス(Cl_2)と酸素ガス(O_2)に分解する。しかし、二酸化塩素は水に可溶性であり、水溶液中では安定である。下記の2つの方法で二酸化塩素を得ることができる：(1) 2つの別々の薬剤、塩酸(HCl)と亜塩素酸ナトリウム(NaClO_2)を混合して現場で産生する；および(2) 安定状態のものを発注し、必要な時に現場で活性化する。

酸化性殺生物剤では、二酸化塩素は最も選択的な酸化剤である。オゾンと塩素は二酸化塩素よりはるかに反応性が高く、ほとんどの有機化合物によって消費されるであろう。しかし、二酸化塩素は還元硫黄化合物、二次、三次アミンおよび他の高還元、高反応性化合物とだけ反応する。したがって、二酸化塩素では、塩素かオゾンのどちらかを使用したときよりもはるかに低用量で、より安定した余剰残存塩素濃度を達成することができる。その選択性により、適切に発生させた二酸化塩素は、より多くの有機物が存在する場合でも、オゾンや塩素よりも効果的に使用することができる。

ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒド(HCHO)は20℃以上ですべての微生物と胞子を殺すガスである。しかし、それはプリオンに対して有効ではない。

ホルムアルデヒドは、比較的遅効性で、更に相対的湿度約70%を必要とする。ホルムアルデヒドは固形重合体、パラホルムアルデヒドの薄片あるいは錠剤として、あるいは安定化剤としてメタノール(100 ml/l)を含んだ水中ガス濃度約370 g/l (37%)の液体、ホルマリンとして市販されている。両方式とも、加熱してガスを放出させる。ガスは安全キャビネットや室内などの封じ込められた空間の汚染除去と消毒に使用される(本章の室内環境汚染除去の項参照)。ホルムアルデヒド(5%ホルマリン水)は液体消毒剤として使用することができる。

ホルムアルデヒドは発癌性の疑いのある物質である。それは刺激臭のある危険な、刺激性のガスで、その煙霧は目と粘膜を刺激する。したがって、ドラフトチャンバー内かよく換気された区域に保存し、また使用しな

ければならない。国内化学物質安全規則に従わなければならない。

グルタルアルデヒド

ホルムアルデヒドのように、グルタルアルデヒド $[\text{OHC}(\text{CH}_2)_3\text{CHO}]$ も栄養型細菌、孢子、真菌、脂質含有および非脂質含有ウイルスに対して有効である。非腐食性で、ホルムアルデヒドより速く作用する。しかし、細菌孢子を殺すには数時間を要する。

一般に、グルタルアルデヒドは、約 20 g/l (2%) の濃度の液体として供給される。いくつかの製品は、使用前に付属の重炭酸塩化合物を添加して“活性化”（アルカリ性）にする必要がある。その活性化溶液は、処方や使用方法と頻度によるが、1～4週間再使用することができる。いくつかの製品に付属の測定スティックは、使用中の溶液中の有効グルタルアルデヒドレベルの概略の目安を示すだけである。グルタルアルデヒド溶液は濁ってきたら捨てなくてはならない。

グルタルアルデヒドは、毒性であり皮膚と粘膜への刺激性があり、接触は避けなくてはならない。グルタルアルデヒドはドラフトチャンバーかよく換気された区域で使用しなければならない。環境表面の汚染除去のためにスプレーしたり、溶液を使用することは勧告されない。国内化学物質安全規則に従わなければならない。

フェノール化合物

フェノール化合物は、広い化合物群であり、最も古い殺菌剤の一つである。しかし、最近は安全に対する関心から、その使用が制約されている。フェノール化合物は栄養型細菌と脂質含有ウイルスに対して有効であり、適切に処方されると、抗酸菌に対しても有効活性を示す。フェノール化合物は、孢子に対しては、活性がなく、非脂質含有ウイルスに対する活性は一様でない。多くのフェノール化合物製品が環境表面の汚染除去に使用され、いくつかのもの（例、トリクロサンとクロロキシレノール）はより一般的に抗菌剤として使用されている。

トリクロサンは手洗い用製品に普通に含有されている。主に栄養型細菌に対して有効であって、皮膚と粘膜に安全である。しかし、実験的研究においては、低濃度のトリクロサンに抵抗性になった細菌は、ある種の抗生物質にも抵抗性を示す。この現象が現場においてどのような意味を持つかは不明である。

いくつかのフェノール化合物は水の硬度に敏感であり、また不活化される可能性がある。そのため、希釈には必ず蒸留水か脱イオン水を使用しなければならない。

フェノール化合物は、食物の触れる表面と幼い子供のいる区域への使用は勧告されない。フェノール化合物はゴムに吸収される場合があり、また皮膚を浸透することもある。国内化学物質安全規則に従わなければならない。

第4級アンモニウム化合物

多くのタイプの第4級アンモニウム化合物が混合物として、また、しばしばアルコールなどの他の殺菌剤と

組み合わせて使用される。それらは、いくつかの栄養型細菌と脂質含有ウイルスに優れた活性を示す。あるタイプ(例、塩化ベンザルコニウム)は抗菌剤として使用される。

ある種の第4級アンモニウム化合物の殺菌効果は、有機物質、水の硬度および陰イオン系洗剤によってかなり減殺される。従って、第4級アンモニウム化合物を消毒剤として使用するときは、前洗浄のための薬剤を選択するのに注意が必要である。有害な可能性のある細菌が第4級アンモニウム化合物溶液内で増殖することがある。生物による分解性が低いために、これらの化合物が環境内に蓄積する可能性もある。

アルコール

エタノール(エチルアルコール、 C_2H_5OH)と2-プロパノール(イソプロピルアルコール、 $(CH_3)_2CHOH$)には、同じ消毒特性を有する。何れも、栄養型細菌、真菌および脂質含有ウイルスに対して有効であるが、胞子に対しては有効ではない。非脂質含有ウイルスへの効果は一様でない。最も高い有効性を発揮するためには、濃度約70%(v/v)の水溶液として使用しなくてはならない：より高い、あるいは低い濃度では殺菌作用は弱い。アルコール水溶液の主な利点は、使用された器具にどんな残渣も残さないということである。

他の薬剤との混合物、例えば、100 g/lのホルムアルデヒドと70%(v/v)のアルコール、および2 g/l有効塩素を含むアルコールはアルコール単独の場合より効果的である。70%(v/v)エタノール水溶液は、皮膚の上、実験台および生物学的安全キャビネットの作業表面で使用でき、小さな手術器具の浸漬にも使用できる。エタノールは皮膚を乾燥させる場合があるので、しばしば皮膚軟化剤と混合して使用される。適切な手洗いが不便であるかできない状況においては、アルコールを基剤とする擦り込み式手指消毒剤が軽く汚れた程度の手の汚染除去のために勧告される。しかし、エタノールは胞子に対しては効力がなく、すべてのタイプの非脂質含有ウイルスを殺すわけではないことを記憶していなければならない。

アルコールは揮発性かつ引火性であり、裸火の近くで使用してはならない。使用液は、アルコールの蒸発を避けるために適切な容器に保存しなければならない。アルコールは、ゴムを硬化させ、ある種の接着剤を溶解させる可能性がある。実験室でのエタノールの適正な在庫管理と保存は、その消毒以外の目的に使われることを避けるために極めて重要である。アルコールを含む溶液の瓶は、オートクレーブにかけることを避けるために、明確にラベルされていないといけない。

ヨードとヨードフォア

これらの消毒剤の作用は塩素のものと同じであるが、その効果に対する有機物質による阻害は少し軽い。ヨードは繊維物や環境表面を着色することがあり、一般的に消毒剤としては不適當である。他方、ヨードフォアとヨードチンキは優れた抗菌剤である。ポリビドン-ヨードは、信頼できて安全な外科用の清拭剤であり、手術前の皮膚用抗菌剤である。一般的に、ヨードを基剤とする抗菌剤は医学用あるいは歯科用の装置への使用には適さない。ヨードはアルミニウムあるいは銅に使用されるべきではない。

コードは毒性がある場合がある。コードを基剤とする有機製剤は、有害な細菌の増殖を避けるために、4～10℃に保存しなければならない。

過酸化水素と過酸類

塩素のように、過酸化水素(H_2O_2)と過酸類は、強い酸化剤であり、強力な広スペクトル殺菌剤である。また、それらは塩素よりヒトと環境に安全である。

過酸化水素は、そのまま使用できる3%溶液、あるいは滅菌水で5～10倍希釈に使用するための30%水溶液として供給される。しかし、過酸化水素3～6%溶液だけでは作用が遅く、殺菌剤としては限定される。現在入手できる製品は、過酸化水素の含有量を安定させ、殺菌作用を加速し、腐食性を減少させるために、他の成分を含ませてある。

過酸化水素は、実験室作業台と生物学的安全性キャビネットの作業表面の汚染除去に使用でき、より強力な溶液が、熱に弱い医学用/歯科用の装置を消毒するのに適しているものとして利用できる。熱に弱い医学用/歯科用の装置の消毒のために、気化過酸化水素あるいは過酢酸(CH_3COOOH)を使用する場合には、専用の機器が必要である。

過酸化水素と過酸類は、アルミニウム、銅、真鍮や亜鉛等の金属に腐食性がある場合があり、また繊維、髪、皮膚および粘膜を脱色する場合がある。それらで処理されたものは目や粘膜と接触する前に徹底的に濯ぎ洗われなければならない。それらは、いつも熱から遠ざけて保管し、光からも防護しなければならない。

室内環境汚染除去

実験室空間、家具および機器の汚染除去には、液体とガス消毒剤の組み合わせが必要である。表面は、次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl)の溶液で汚染除去できる；有効塩素1 g/ℓ溶液が一般的な環境衛生に適するが、リスクの高い状況では、より強力な溶液(5 g/ℓ)が勧告される。環境の汚染除去においては、3%に調製された過酸化水素(H_2O_2)溶液が漂白剤の適切な代替品となる。

室内と機器は、パラホルムアルデヒドを加熱するか、またはホルマリンを沸騰させることによって発生させたホルムアルデヒドガスの燻蒸で汚染除去できる。この作業は、特に訓練された作業員が必要な非常に危険なものである。部屋のすべての開口部(すなわち、窓、ドアなど)を、ガスを発生させる前に、遮蔽用テープあるいは同様なもので密封しなければならない。燻蒸は、周囲の温度を少なくとも21℃、相対湿度70%で行われるべきである。(本章の生物学的安全性キャビネットの汚染除去の項も参照。)

燻蒸の後には、当該区域は職員が立入ることを許す前に徹底的に換気しなければならない。換気される前に部屋に入る者はすべて適切な呼吸装置を装着しなければならない。ガス化した重炭酸アンモニウムをホルムアルデヒドを中和するのに使用することができる。

過酸化水素蒸気を用いた、より小さい空間の燻蒸も有効であるが、蒸気を発生させるのに専用機器が必要と

なる。

生物学的安全キャビネットの汚染除去

クラスⅠとクラスⅡキャビネットの汚染除去においては、独自にホルムアルデヒドガスを発生し、循環させ、中和する機器が利用できる。代わりに、キャビネット内に、適切な量のパラホルムアルデヒド（空気中のパラホルムアルデヒド最終濃度0.8%）を入れたフライパンをのせた第一の電気ホットプレートと、パラホルムアルデヒドより10%多い重炭酸アンモニウムを入れたフライパンをのせた第二のホットプレートの両方を設置する。ホットプレートの電源はキャビネットの外のプラグにつなぎ、必要に応じて外部にて、プラグの抜き差しによってホットプレートの操作を制御する。また、相対湿度が70%以下であるなら、強力テープ（例えば、ダクト用テープ）で前面を密封する前に、熱湯を入れた開口式容器をキャビネットの中に設置しておく。ガスが部屋に漏れないことを確実にするよう、耐圧プラスチックシートを前面開口部と排気ポート上にテープで貼り付ける。また、電気コードの前面封鎖部貫通部分もダクトテープで密封しなければならない。

パラホルムアルデヒドを入れたフライパンの電気プレートのプラグを差し込む。全てのパラホルムアルデヒドが気化した時、プラグを抜く。キャビネットは少なくとも6時間はそのままにしておく。次に、第二フライパン用のプレートのプラグを差し込み、重炭酸アンモニウムを気化させる。次に、このプレートのプラグを抜き、重炭酸アンモニウムガスを循環させるために、それぞれおよそ2秒間ずつ2回キャビネットの送風機のスイッチを入れる。前面のシール（またはプラスチックシート）と排気ポートのシールを取り除く前に、キャビネットは30分間そのままの状態に保たねばならない。キャビネットの表面は、使用する前に、残渣を取り除くために清拭する。

手洗い／手の汚染除去

バイオハザードを有する材料を取り扱うときは、可能ならばいつでも、適切な手袋を着用しなければならない。しかし、これが実験室職員に必要な定常的且つ適切な手洗いに代わり得るものではない。バイオハザードを有する材料と動物を扱った後および実験室を出る前には、必ず手を洗わねばならない。

ほとんどの場合、普通の石鹸と水による徹底的な手洗いが汚染除去に十分であるが、リスクの高い状況では殺菌性石鹸の使用が勧告される。手は、少なくとも10秒間摩擦し、石鹸で徹底的に泡立たせ、清潔な水ですすぎ、きれいな紙か布タオルを用いて乾かさねばならない（もし利用可能なら、温風手指乾燥機も使用できる）。

脚か肘で操作する蛇口が勧告される。使用できないところでは、洗った手が再汚染するのを避けるために、蛇口を閉じるのに紙／布タオルを使う。

以上述べたように、適切な手洗いができないときには、アルコールを基剤とする擦り込み式手指洗浄剤を軽い手の汚れの汚染除去に使用することができる。

加熱消毒と滅菌

熱は病原体の汚染除去に使用される物理的手段の中で最も一般的なものである。“乾”熱は、まったく非腐食性であるが、2～4時間160℃あるいはそれ以上の温度に耐えることができる多くの実験器具の処理に使用する。また、燃焼ないし焼却(以下を参照)も乾熱方式の一つである。オートクレーブの形式で使用すると、“湿”熱は最も効果的になる。

煮沸は必ずしもすべての微生物ないし病原体を殺すというわけではないが、他の方法(化学的消毒あるいは汚染除去、オートクレーブ)が適用、また利用できないところでは、最低限の消毒処理として使用可能である。

滅菌された器具は、使用されるまで、非汚染の状態を維持するように取り扱い、保管しなければならない。

高圧蒸気滅菌法(オートクレーブ)

圧力下における飽和蒸気処理(オートクレーブ)は実験室材料を滅菌する最も効果的で信頼できる手段である。オートクレーブに正しく装填し、下記のサイクルが行われれば、ほとんどの目的に対して、滅菌を確実なものとする事ができる：

1. 134℃に3分間保持
2. 126℃に10分間保持
3. 121℃に15分間保持
4. 115℃に25分間保持。

オートクレーブの代表的種類を要約すると下記の通りになる。

重力置換型オートクレーブ

図10に重力置換型オートクレーブの一般的な構造を示す。蒸気は圧力下にチャンバーに入り、下向きにチャンバードレイン内のHEPAフィルターの付いたバルブを通してより重い空気を押出して入れ替わる。

前真空型オートクレーブ

本機種では、蒸気を供給する前に、チャンバーから空気を除去できる。排気はHEPAフィルターの付いたバルブを通して排出される。サイクルの終わりには、蒸気は自動的に排気される。これらのオートクレーブは、134℃で運転することが可能であり、それ故滅菌サイクルは3分間に短縮することができる。それらは多孔質の物品には理想的だが、真空にするため液体の処理に使用することはできない。

燃料加熱圧力釜型オートクレーブ

重力置換型オートクレーブが利用できない場合にだけ、使用されるべきである。上から物品を入れ、ガス、電

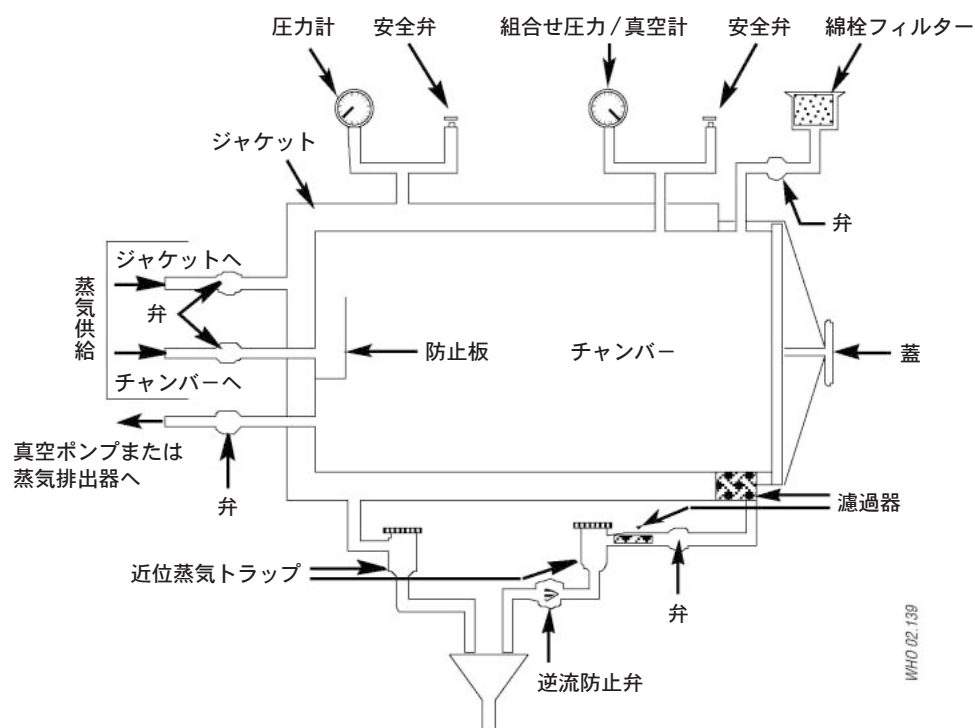


図10 重力置換型オートクレーブ

気または他の種類の燃料を使って加熱される。蒸気は容器の底の水を加熱して発生させ、空気は排気弁を通して上向きに入れ替わる。すべての空気が除去された時、排気弁が閉じ、加熱は減少する。あらかじめセットされたレベルで安全弁が作動するまで、圧力と温度が上昇する。これで保持時間が始まる。サイクルの終わりには、加熱が停止し、温度が80℃またはそれ以下に下がってから蓋を開く。

オートクレーブへの滅菌物装填

滅菌物は、簡単に蒸気が浸透し、空気が除去されるよう、チャンバー内では緩く装填する。バッグは蒸気が内容物に届く事のできるものでなければならない。

オートクレーブの使用に関する予防的注意

以下のルールは、圧力容器の操作に伴う危険性を最小限にすることができる。

1. 操作と通常の手入れは、訓練された人員に任せる。
2. 予防的保守点検プログラムには、資格を有する職員によるチャンバー、ドアシール、すべての計器の定期検査および管理を含む。
3. 蒸気は飽和させ、滅菌される物品を汚染する可能性のある化学物質（例えば、防蝕剤）が混入してはな

らない。

4. 高圧蒸気滅菌される全ての材料は、空気が容易に除去され、熱が浸透し易い容器に入れておく；チャンバーには、蒸気が均等に滅菌物に達するように、緩く装填する。
5. チャンバーが加圧状態にあるときに、ドアが開けられるのを防ぐインターロック式の安全装置のないオートクレーブにおいては、主蒸気弁を閉じ、ドアを開ける前に温度を80℃以下に下げねばならない。
6. 液体をオートクレーブするときには、過熱のために取り出すときに噴きこぼれる可能性があるから、ゆっくりとした排気設定にする。
7. たとえ温度が80℃以下まで下がった時でも、オートクレーブを開ける時は、作業者は防護のために適切な手袋と遮蔽装置を装着する。
8. オートクレーブの性能に関する通常モニタリング検査においては、生物学的指標材料か熱電対を滅菌物の中央に設置する。熱電対と“最悪のケース”を模擬した滅菌物内に記録装置を設置して行う定期的モニタリングで、適切な稼動サイクルを決定するのが非常に望ましい。
9. チャンバーの排水スクリーンフィルターは、(可能ならば) 毎日取り外し、清掃すべきである。
10. 圧力釜式オートクレーブの排気弁が滅菌物中の紙などによって塞がれないように、十分な注意を払う。

焼却

焼却は、事前に汚染除去してある無しに関わらず、動物死骸と共に解剖学その他の実験室廃棄物の処分に有用である（第3章参照）。感染性材料の焼却は、焼却炉が実験室の管理下にある場合に限り、オートクレーブの代替手段となる。

適切な焼却には、有効な温度管理法と二次燃焼チャンバーが必要である。多くの焼却炉、特に単一内燃室のものは、感染性材料、動物死骸およびプラスチックを処理するのに不十分である。それ等の材料は完全には破壊されない可能性があり、煙突からの流出物が、微生物、有毒化学物質や煙で大気を汚染する可能性がある。しかし、内燃室として満足できる多くの構造形態がある。理想的には、一次チャンバーの温度は少なくとも800℃であり、二次チャンバーでは少なくとも1000℃にならなくてはならない。

たとえ事前に汚染除去が行われたとしても、焼却する材料はバッグ、望ましくはプラスチックでできたもの、に入れて焼却炉まで運ぶべきである。焼却炉係員は、装填と温度管理に関する適切な指示を受けねばならない。また、焼却炉の効率的な操作は、処理する材料が正しく混合されているかどうか大いに影響されることに注意を払う必要がある。

現存のものあるいは計画されている焼却炉で起りうるマイナスの環境影響について懸念されており、焼却炉をより環境に優しく、エネルギー効率の高いものにする努力が続けられている。

廃棄

実験室廃棄物と医療廃棄物の廃棄は様々な地域的、国家的および国際的な規制を受けるから、バイオハザードを有する廃棄物の取り扱い、輸送および廃棄処分のための計画を企画して、実施する前に、関連文書の最新版を検討しなければならない。一般に、焼却炉からの灰は、通常の家廃棄物として取り扱われて、地元の当局によって除去される。高圧蒸気滅菌された廃棄物は、外部の焼却施設、または認可された埋立て処分地で処分される（第3章参照）。

詳細に関しては、文献(13)と(29－39)を参照されたい。

15. 感染性試料の運搬序論

感染性あるいは感染性の可能性の有る材料の輸送は、厳しい国内および国際的規制を受ける。これらの規制では、他の輸送要件と共に、包装材料の適切な使用について記述されている。

実験室職員は、適用されている輸送規則に準拠して、感染性物質を発送しなければならない。規則を守る事で以下の目的が達成される：

1. パッケージが破損し、漏れるという可能性を減少し、それによって
2. 感染の可能性をもたらす曝露を抑え、
3. 包装配送の効率が改善される。

国際輸送規則

感染性材料の輸送（どのような方法の輸送による場合も）に関する規則は、国連制定の「Regulations on the Transport of Dangerous Goods」(40)に準拠する。これらの勧告は、国連危険物輸送専門家委員会(UNCETDG)によって策定される。法的に拘束力があるようになるには、国連制定の規則を所管当局により国内規則と国際的様式規則に取り入れなくてはならない（例えば、航空輸送のための、国際民間航空機関(ICAO)のTechnical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air (41)およびEuropean Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) (42)）。

国際航空運送協会(IATA)は、Infectious Substances Shipping Guidelines (43)を毎年発行する。IATA指針では、最低限の規格としてICAOのTechnical Instructionsに準拠しなければならないが、追加の制限を課す事もある。荷物がIATAの加盟者によって運ばれるなら、IATA指針に従わなければならない。

国連のModel Regulations on the Transport of Dangerous Goodsは、二年に一度の修正を条件とした弾力的な勧告であるので、読者は国内および国際的様式規則の最新発行版の当該条項を参照されたい。

WHOはUNCETDGに諮問を受ける権限を有する。感染性物質の輸送に関係する輸送規則の主要な変更は、国連Model Regulations (40)の13版(2003)に取り入れられた。採用された修正の背景説明はWHO (44)から入手できる。

国際様式規則は、全ての地方のまたは国家の基準の代わりになるとは意図されていない。しかし、国家基準が存在しない状況では、国際様式規則に従わなくてはならない。

感染性物質の国際輸送は国内の輸入／輸出規則にも準拠し、それに従わなくてはならないことに留意することが重要である。

基本的な三重包装システム

感染性および感染性の可能性のある物質の輸送のために選択しなくてはならない三重包装システムを図11に例示する。この包装システムは3つの層から成る：一次容器、二次包装および外部包装。

試料を入れた一次容器は、防水性で、漏洩耐性で、内容物に関して適切に表示されていなければならない。一次容器は、破損または漏出が起こった場合に、すべての液体を吸収できるくらいの吸収材で包む。

第二の防水性の漏洩耐性包装は、一次容器を入れて、保護するのに使用する。吸収剤で包まれた数個の一次容器を一つの二次包装に入れることができる。そして、包装された感染性物質の容量およびまたは重量の制限が、ある種の規則の本文中に示されている。

第三の層は、輸送中の物理的損傷から二次包装を防護する。試料のデータ書式、送り状および試料について特定または説明した、さらに発送人と荷受人を特定したその他の情報および必要とされる他のいかなる書類も、最新の規則に準拠して添付しなければならない。

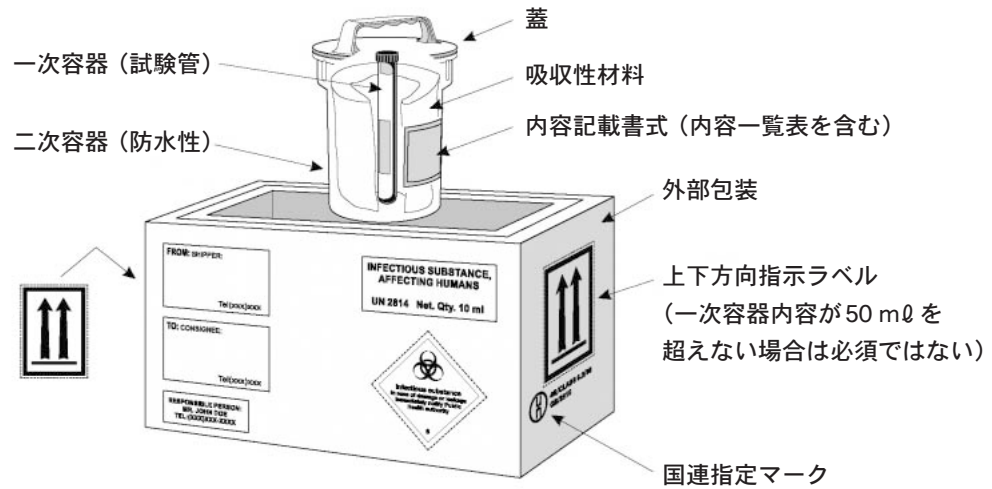
国連 Model Regulations には、二種の異なった三重包装システムの使用を定めている。基本的な三重包装システムは種々の感染性物質の輸送に適用される。しかし、高リスク微生物はより厳しい基準に従って発送されなければならない。輸送される材料によって異なる包装を使用する際の詳細については、適用される規則本文に関連した国内ないし国際的なモデル規則を参照する事が望ましい。

漏出清掃手順

感染性か感染性の可能性のある材料が漏出した場合、以下の漏出清掃手順を用いる。

1. 手袋と、必要とされるなら、顔面と眼の防護を含む、防護服を着用する。
2. 漏出を封じ込めるために、布かペーパータオルでそれを覆う。
3. 適切な消毒剤を、ペーパータオルと直結する周囲の領域に注ぐ（一般的に5%の漂白剤溶液が適切とされる；しかし航空機における漏出のためには、第4級アンモニウム消毒剤を使用する）。
4. 漏出区域の外側縁からはじめて、同心円を描くように中心に向かって、消毒剤をまく。
5. 適切な時間（例、30分）後に、材料を片づける。もし割れたガラスか他の鋭利なものが含まれている場合は、材料を集めて、突き抜け抵抗性容器の中に入れて廃棄するために、ちり取りか固い段ボール紙を使用する。
6. 漏出の区域を清掃し、消毒する（必要なら、手順2～5を繰り返す）。
7. 汚染材料を漏洩耐性、突き抜け抵抗性の廃棄物処理容器の中に捨てる。
8. 消毒が成功裡に終了した後に、汚染部位が汚染除去されたことを所轄当局に知らせる。

範疇Aの感染性物質の包装とラベル



範疇Bの感染性物質の包装とラベル

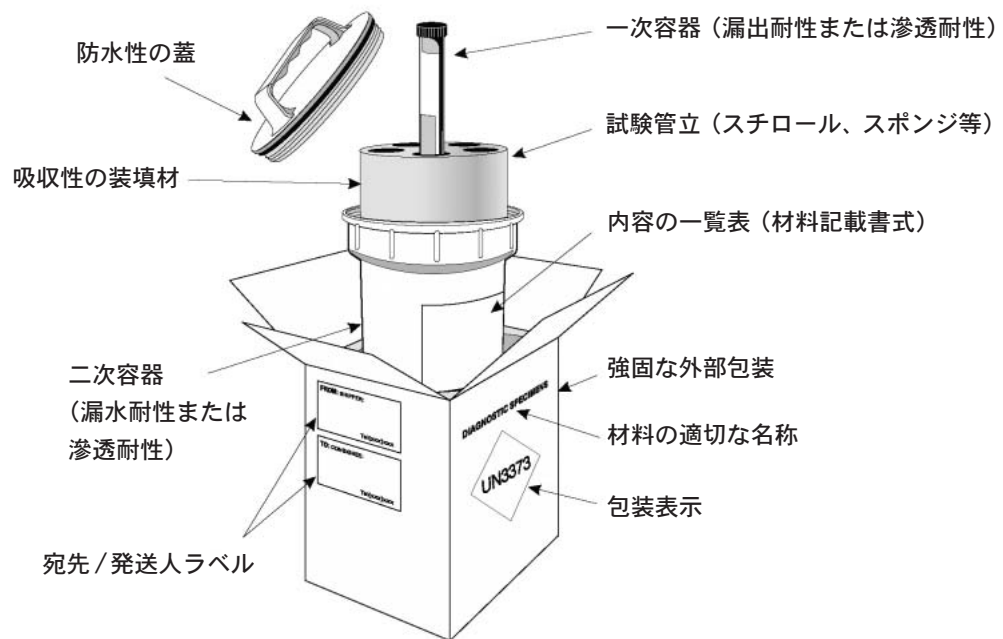


図11 三重包装システムの例
（図は、IATA, カナダ・モントリオール提供）

第Ⅴ部

バイオテクノロジー序論

16. バイオセーフティと組み換えDNA技術

組み換えDNA技術は、異なる起源の遺伝子を組み合わせ、これまで自然界に存在しなかった遺伝子改変生物（GMO）を作製することを含む。当初、分子生物学者の間で、このような生物が予測不可能で望ましくない特性を持ち、もし実験室から逸出した場合に、バイオハザードとなり得る危惧が持たれた。このような危惧は、1975年に、Asilomar (CA、米国)で開催された化学的集会での焦点になった(45)。その集会で、安全問題に関して議論され、組み換えDNA技術の第一次指針が提案されたその後の25年以上の研究の経験から、適切にリスク評価が行われ、かつ十分な安全対策が講じられれば、遺伝子操作が安全に行えることが証明された。

当初、組み換えDNA技術や遺伝子操作は、特定の遺伝子を過剰発現させて、その遺伝子産物を研究に用いるために、細菌宿主のDNA分節をクローン化することに応用された。また、組み換えDNA分子は、遺伝子変換および遺伝子ノックアウト動物や遺伝子改変植物のようなGMOの作製にも応用された。

組み換えDNA技術は、既に生物学と医学において非常に大きな影響力をもつに至っては、ヒトゲノムの全塩基配列が解明されたことから、今後いっそう大きな影響を持つと考えられる。これまでに機能の不明であった何万もの遺伝子が、組み換えDNA技術を用いて、研究されるであろう。遺伝子治療はある種の疾患の日常的な治療法になる可能性があり、遺伝子導入のための新しいベクターが遺伝子工学技術により開発されるであろう。また、組み換えDNA技術によって作製された遺伝子改変植物が、現代農業においてますます重要な役割を果たすと思われる。

GMOの作製やそれを用いる実験は、バイオセーフティリスク評価を行った上で行われなければならない。このような生物に関連した病原性やバイオハザードの可能性は、新しいものであり、微粒子がよくわかっていない。遺伝子供与生物の特性、導入されるDNA配列の性質、遺伝子受容生物の特性と環境の特性に関して評価しなければならない。これらの要因が、産生されるGMOの安全な操作のために必要なバイオセーフティレベルの決定に関与し、生物学および物理的封じ込めレベルが特定される。

生物学的発現系のバイオセーフティ面からの考察

生物学的発現系はベクターおよび宿主細胞から成る。これらが効果的で安全に使用するためには幾つかの基準を満たさなくてはならない。そのような生物学的発現系の例は、プラスミドpUC18である。pUC18プラスミドは、大腸菌K12細胞と組合わせてクローン化ベクターとして頻繁に使用され、その全塩基配列が決定されている。他の細菌で発現に必要な全ての遺伝子は、その前駆体プラスミドpBR322から削除された。大腸菌K12株は、健常な人間または動物の腸内で定着できない非病原性の株である。挿入された外来遺伝子の産物により高いバイオセーフティレベルを必要としないならば、大腸菌K12株/pUC18系による日常の遺伝子操作は、

バイオセーフティレベル1で安全に行える。

発現ベクターのバイオセーフティ面からの考察

以下の場合、より高いバイオセーフティレベルが必要となる：

1. 病原微生物に由来するDNA配列の発現が、GMOの毒性を増加させる可能性がある場合
2. 挿入DNAの配列が解明されていない場合、例えば病原微生物からのゲノムDNAライブラリーの作製過程
3. 遺伝子産物が薬理活性を持つ可能性のある場合
4. 遺伝子産物が毒性をコードする場合。

遺伝子導入用ウイルスベクター

アデノウイルスベクターのようなウイルスベクターが、他の細胞に遺伝子を導入するために用いられている。このようなウイルスベクターは特定のウイルス複製遺伝子を欠損していて、その欠損を相補する細胞系でのみ増殖が可能である。

このようなウイルスベクターの保存株に複製能のあるウイルスが混入する可能性がある。これは、ウイルスベクター作製に用いる細胞株の中でウイルス複製を相補する遺伝子との稀な組換えで自然にできる場合と精製が不十分であった事による場合がある。これらのベクターは、例えばアデノウイルスベクターの場合、元のアデノウイルスと同じバイオセーフティレベルで扱われなければならない。

遺伝子改変およびノックアウト動物

外来遺伝物質を有する動物（遺伝子改変動物）の取り扱い、外来遺伝子産物の特性に相応しい封じ込めレベルで扱われなければならない。特定の遺伝子の目標となる部分を欠損させた動物（ノックアウト動物）は、通常、特にバイオハザードの原因にならない。

遺伝子改変動物には、通常その動物種に感染しないウイルスに対するレセプターを発現する動物も含まれる。このような遺伝子改変動物が実験室から自然界へ逸出して、導入遺伝子が野生動物集団に伝播された場合、理論的には、その特定のウイルスの保有動物が形成され得る。

このような可能性は、特にポリオ根絶計画に関連してポリオウイルスに関して議論されている。ヒトのポリオウイルスのレセプターを発現する遺伝子改変マウスは、複数の研究室で作製され、種々の感染経路でポリオウイルスに感染し、結果する疾患は、臨床的、病理学的にヒトの灰白髄炎と同じである。しかし、マウスモデルでは経口的に接種されたポリオウイルスの消化管でのウイルス増殖が効率が低い、あるいは起こらないという点で、ヒトのポリオとは異なる。従って、このような遺伝子改変マウスの自然界への逸出により、ポリオウイルスの新たな保有動物が出現する可能性はほとんどない。しかしながら、この例は、このようなウイルスレセプターを発現する遺伝子改変動物が作製された場合は何れも、感染可能な経路、感染に必要な接種ウイルス量、感染

動物からのウイルス排出の程度に関しての詳細な解析が行われる必要がある。加えて、ウイルスのレセプターに関する遺伝子改変マウスの厳密な封じ込めを保証するために全ての対策を講じる必要がある。

遺伝子改変植物

除草剤に対する耐性または昆虫に対する抵抗性を付与する遺伝子を発現する遺伝子改変植物は、現在、世界中で大きな論争を引き起こしている。議論の焦点は、このような遺伝子改変植物の食品安全性と、これらの栽培による長期的な生態系への影響に関するものである。

動物や人間由来の遺伝子を発現する遺伝子改変植物は、医薬品や栄養補助製品を開発するのに用いられる。リスク評価により、これらの植物の生産のための適当なバイオセーフティレベルを決定しなければならない。

遺伝子改変生物のリスク評価

GMOを用いた作業のリスク評価は、遺伝子供与生物および遺伝子受容／宿主生物の特徴を考慮しなくてはならない。考慮すべき特徴の例を挙げると、以下の通りである。

挿入遺伝子（遺伝子供与生物）に起因するハザード

挿入された遺伝子の産物が、既知の生物学的あるいは薬理学的活性を有し、それが有害である可能性がある場合、リスク評価が必要である、例えば：

1. 毒素
2. サイトカイン
3. ホルモン
4. 遺伝子発現調節因子
5. 毒性因子またはエンハンサー（増強因子）
6. 発癌性遺伝子配列
7. 抗生物質耐性
8. アレルゲン。

このような場合、考慮すべきことは生物学的、薬理学的活性を発揮するのに必要な発現レベルの評価に関するものも含む必要がある。

遺伝子受容生物／宿主に関連するハザード

1. 宿主の感受性
2. 病原性、感染性と毒素生産を含む宿主株の病原性
3. 宿主域の修飾

4. 受容生物の免疫状態
5. 曝露の結果。

既存の病原性の特性の変化に起因するハザード

多くの遺伝子改変は、本来その産物が有毒である遺伝子を対象としていない。しかし、既存の非病原性または病原性の特性の変化の結果として有害な効果が発生することがある。通常の遺伝子の改変により病原性が変化する可能性もある。これらのハザードの可能性を同定する試みとして、以下の点(リストは、必ずしも完全ではない)を考慮する必要がある。

1. 感染性や病原性の増強があるか？
2. 受容生物における機能欠損変異が、外来遺伝子の挿入の結果として克服される事はないか？
3. 外来遺伝子が他の生物の病原性決定因子をコードしないか？
4. 外来DNAが病原性決定因子を含む場合、この遺伝子がGMOの病原性に寄与しうることが予見できるか？
5. 治療法があるか？
6. GMOの抗生物質や他の治療法に対する感受性は、遺伝子改変の結果影響を受けるか？
7. GMOの根絶は可能か？

その他の考慮

実験的に動物体や植物体全体を使用する場合も、慎重な考慮が必要である。

研究者は、GMOを用いた研究を実施するにあたって、実施する場所の国や研究機関の規則、規制および必要条件を満たさなければならない。

各国はGMOを使用する実験のための指針を確立する国家機関を有し、科学者が実験を行うために適切なバイオセーフティレベルを決定するのを助ける。場合によっては、バイオセーフティレベルの指定が国によって異なる事もあり、特定のベクター/宿主系に関する新しい情報が得られた際に、実験を行う際のバイオセーフティレベルが国によって、より低く、あるいはより高く指定されることがある。

リスク評価は、新たな技術開発と科学の発展を考慮に入れる動的な過程である。適切なリスク評価の実行は、組換えDNA技術による恩恵が将来も人類にとって有用であることを保証する。

詳細は、引用文献(17)および(46－48)を参照されたい。



第Ⅵ部

化学物質、火災、電気の安全確保

17. 有害化学物質

微生物学研究室で研究する者は、病原微生物だけでなく化学物質によるハザードにも曝露される。このため、実験従事者は、これら化学物質の毒作用、曝露の経路、取り扱いと保管に関連して起こる可能性のあるハザードについての適切な知識を有することが重要である(附録5参照)。物質の安全データシートまたは他の化学災害情報は、化学物質の製造者ないし供給者から入手可能である。これらは、これらの化学製品が使われる研究室では、例えば安全マニュアルや実験マニュアルの一部として、手にし易い形になっていなければならない。

曝露経路

有害な化学物質への暴露は、以下の経路で起こりうる：

1. 吸入
2. 接触
3. 経口摂取
4. 針刺し
5. 皮膚の破綻。

化学物質の保管

日々の使用のために必要な量の化学物質のみを実験室内に保管すべきである。大量のストックは、特別に指定された部屋あるいは建物に保管する。

化学物質は、アルファベット順で貯蔵してはならない。

化学物質の配合禁忌の一般原則

発火ないし爆発を回避するためには、表13の左側のカラムの化学物質は、右側のカラムの当該化学物質と接触しないように貯蔵、取り扱いをしなければならない。

化学物質の毒作用

ある化学物質は、それらを扱うか、それらの蒸気を吸入する者の健康に悪影響を与える。明白な毒物は別として、多くの化学物質が、さまざまな毒性を持つことが知られている。呼吸器系、血液、肺、肝臓、腎臓と胃腸系、およびその他の器官と組織が悪影響を受けたり、深刻な損傷を受ける可能性がある。また、ある化学物質は、発癌性とか催奇性があることが知られている。

ある種の溶媒の蒸気を吸入すると有毒である。上に述べた重大な影響は別として、ある化学物質への曝露は、識別可能な急性の健康障害を示さないが、事故を起こし易くするような協調運動不全、嗜眠状態やこれに類する症状を招来する場合がある。

多くの有機溶剤の液相への長時間、あるいは頻回な曝露は、皮膚障害を引き起こしうる。これは脱脂効果による場合もあるが、アレルギー性や腐食性の症状を呈することもある。

化学物質の毒性のより詳細な情報については、附録5を参照されたい。

表 13 化学物質の配合禁忌に関する一般原則

化学物質の範疇	配合禁忌物質
アルカリ金属；例、ナトリウム、カリウム、セシウム、リチウム	二酸化炭素、塩素化炭化水素類、水
ハロゲン	アンモニア、アセチレン、炭化水素類
酢酸、硫化水素、アニリン、炭化水素類、硫酸	酸化剤、クロム酸、硝酸、過酸化物、過マンガン酸塩

爆発性化学物質

しばしば抗菌的溶液に使用されるアジ化物質（アジ化ナトリウムなど）は、弱い衝撃でも激しく爆発することがあるため、銅や鉛（例えば排水管や配管）との接触を避けなければならない。

古くなり結晶状に乾燥したエーテルは、非常に不安定で、潜在的に爆発性である。

過塩素酸を、木部、煉瓦または生地上で乾燥した場合、衝撃により爆発して、火災を引き起こす。

ピクリン酸とピクリン酸塩は、熱と衝撃によって大爆発する。

化学物質の漏出

ほとんどの実験室用の化学物質の製造者は、化学物質の漏出で汚染した場合の対処方法を記載した図表を配布している。このような対処方法を記載した図表やこれら対処するキットも市販されている。適切な図表を、実験室の見えやすい部位に表示しておかなければならない。また、以下の器材を常備すべきである：

1. 化学物質の漏出対応キット
2. 防護衣服、例えば頑丈なゴム手袋、オーバーシューズまたはゴム長靴、呼吸マスク
3. へらと塵取り
4. 割れたガラスを拾うためのピンセット
5. モップ、布と紙タオル
6. バケツ
7. 酸と腐食性の化学物質を中和するためのソーダ灰（炭酸ナトリウム、 NaCO_3 ）または重炭酸ナトリウム（ NaHCO_3 ）

8. 砂（アルカリ物質にかけてそれを覆う）

9. 不燃性の界面活性剤

相当量の化学物質の漏出があった場合、以下の措置をとられなければならない。

1. 適当な安全担当者への通報

2. 必要な人員以外は汚染エリアから避難させる

3. 汚染された可能性のある人の看護

4. 漏出した物質が引火性の場合、全ての裸火を消して、当該室と隣接域のガスを止め、（可能ならば）窓を開けて、スパークする可能性がある電気機器のスイッチを切る

5. 漏出した物質の蒸気の吸引の回避

6. 危険でない場合、排気による換気の実施

7. 漏出物清掃のために、必要な機材（上記参照）の確保。

加圧ガスと液化ガス

加圧ガスおよび液化ガスの保管に関する情報を、表14に示す。

表14 加圧ガスおよび液化ガスの保管

容器	保管に関する情報
加圧ガスボンベおよび液化ガス容器 ^{a, b}	・確実に壁や頑丈な台に固定（例、チェーンで）し、不用意に動かないようにする。 ・運搬する際は、ボンベのキャップをした上でトロリーにのせて行う。 ・大量に貯蔵する場合は、実験室から距離を取った適切な施設に貯蔵する。この区域は施錠され、適切な表示がなされなければならない。 ・ラジエータ、裸火その他の熱源、スパークする可能性のある電気機器の近くや直射日光下に置いてはならない。
小型の使い捨てのガスボンベ ^{a, b}	・焼却してはならない。

a: 機器が使用中でないとき、または実験室を使用していない時は、高圧主弁を閉める。

b: 引火性ガスボンベを使用、ないし保管する実験室には、ドアに警告表示を貼り明示する。

より詳細な情報に関しては、文献(1)および(49－51)、そして、附録5を参照されたい。

18. その他の実験室災害

実験室職員は火災、電気、放射線、騒音を含む各種のエネルギー形態のもたらす災害に直面する可能性がある。夫々の災害に関する基本的情報を本書では提示する。

火災

安全管理者と地元の火災予防官との密接な協力が基本となる。化学災害とは別に、火災の影響として、感染症試料の拡散の可能性を考えなくてはならない。これに基づいて火災を消した方がいいか、封じ込めた方がいいか決定される。

実験室職員の、火災の予防、火災時の迅速対応消火機器の使用法についての訓練には地元の火災予防官の援助を受ける事が望ましい。

火災の警告、指示、避難路等を各実験室の他、廊下、通路等に見易い形で掲示しなくてはならない。

実験室火災の原因の主なものは：

1. 電気回路の過重負担、
2. 電気設備の維持管理不良、例 電線の絶縁の不良ないし劣化、
3. 過度に延長されたガス配管や電気配線、
4. 不必要に、通電状態で放置された機器、
5. 実験室内環境用に設計されていない電気器具、
6. オープンの火焰、
7. 劣化したガス管、
8. 引火性ないし爆発性試料の不適切な取扱い、貯蔵、
9. 相互に反応し易い化学物質の不適切な隔離、
10. 引火性の物質、蒸気の近くに、火花の出る機器の設置、
11. 不適切ないし不十分な換気。

消火機器は実験室ドア近くと、廊下、通路の、消火作業上利用し易い場所に置かなければならない。これ等の機器は、ホース、バケツ（水と砂）、消火器等である。消火器は定期的に検査し、維持し、使用可能期間中にある事を確認されていなくてはならない。消火器の個々の形式と使用上の適不適を表15に示す。

表 15 消火器の形式と用途

形式	使用適	使用不適
水	紙、機器、布	電気火災、引火性液体、可燃性金属
消火用二酸化炭素 (CO ₂) ガス	引火性液体とガス、電気火災	アルカリ金属、紙
乾燥粉末	可燃性液体とガス、 アルカリ金属、電気火災	再使用する器具、機器、残渣の除去が困難
泡	引火性液体	電気火災

詳細は、文献 (49) を参照されたい。

電気災害

電気を使う装置や機器は総て、アース / 接地を含め、定期的に検査し、試験しておく事が基本である。

回路遮断器やアース欠陥時遮断器を、然るべき実験室内電気回路に設置する。回路遮断器はヒトを保護する機能はなく、配線に過量の電流が流れるのを防ぐものであるから、火災を防ぐ機能を有する。アース欠陥時遮断器はヒトを電気ショックから保護するものである。

実験室内の電気機器は総て、できれば三叉プラグで、アース / 接地しなくてはならない。

実験室内の電気機器と配線は国内の電気安全規準と規則に適合しなくてはならない。

騒音

過度の騒音の影響は長期間曝露で知らない中に蓄積する。ある種の実験室機器、例えばある種のレーザー系、動物飼育施設等は、中で働く者に有意の騒音曝露をもたらす。騒音測定調査で、騒音災害を定量する事ができる。充分なデータの裏付けがある場合は騒音を出す機器を防音材または隔壁で囲む、騒音区域と他の作業区域を防音材の隔壁で遮断する等の技術的対応を考える必要がある。騒音レベルを下げられる場合、あるいは実験室職員が日常的に過度の曝露を経験する場合は、有害な騒音内で作業する場合に聴力保護具を使用し、定期的に医学的な聴力検査をして、職員の騒音災害を追跡調査できる聴力保護および監視計画を制定しなくてはならない。

電離放射線

放射線防護とは、下記を含む電離放射線の有害な作用から人体を保護する事である：

1. 体性効果 (somatic effects)、例えば曝露された個体が示す臨床的症候。体性効果には放射線で誘起される癌、例えば白血病、骨、肺、皮膚の癌、も含まれるが、発症は照射後、年単位の長い期間が経過してからである。これ等より軽い体性効果として軽微な皮膚傷害、頭髮の脱落、血液障害、胃腸障害、白内障形成等も含まれる。
2. 遺伝効果 (hereditary effects)、例えば曝露された個体の子孫に見られる症候。生殖腺の放射線曝露の遺伝

効果は、染色体損傷、遺伝子の変異等を含む。生殖腺中の生殖細胞の、高線量での照射は、生殖細胞を死滅させ、男女両性の不妊症、女性の月経異常等を起し得る。発育中の胚、特に妊娠8～15週の胚の曝露は、先天性奇形、精神障害、生後の放射線性癌発生等のリスクを増す。

電離放射線防護の原則

電離放射線の有害効果を少なくするため、放射線同位元素の使用を制約し、使用にあたって、関連国内基準を遵守させねばならない。放射線からの防護は、下記の4原則により管理される。

1. 放射線への曝露時間を最小限にする。
2. 放射線源からの距離を最大限にする。
3. 放射線源は遮蔽する。
4. 放射性核種を用いる方式から、非放射性測定方式に切り替える。

防護活動は下記のものを含む。

1. 時間

放射性物質取扱い中に経験する曝露時間を下記の対応で減らす：

- 新しい技術、不慣れな技術は、放射性核種を使わないで、練習し、習得してから作業を行う。
- 放射性核種を用いる作業は、軽率に着手せず、慎重に適時に行う。
- 放射性廃棄物の実験室からの除去は頻繁に行う。
- 総ての放射線源を、使用后直ちに貯蔵場所に戻す事を確実にする。
- 放射線区域ないし実験室滞在時間を可能な限り短くする。
- 放射性物質を含む実験操作の時間管理と企画を効果的に行えるよう訓練する。

下記の公式に示されるように、放射野で過ごす時間が短いほど、個体の曝露線量は小さくなる：

$$\text{線量} = \text{線量率} \times \text{時間}$$

2. 距離

大部分の γ 線およびX線の放射線量率は線源からの距離の2乗に反比例する：

$$\text{線量率} = \text{定数} \times 1/\text{距離}^2$$

線源からの距離を2倍にすれば同じ時間曝露されても曝露線量は1/4になる。

長柄の物挟み、ピペット、鉗子、遠隔操作ピペットエイド等、作業者と線源の距離を大きくするための道具や機械装置が各種利用されている。距離を少し大きくするだけで、線量率を有意に小さくできる事を常に考慮する。

3. 遮蔽

放射エネルギーを吸収する、ないし弱める遮蔽物を線源と操作担当者または、その他の実験室内職員の間

に設置する事が、曝露を減らす事に役立つ。遮蔽物の選択と厚さは、扱う放射線の貫通力（放射線の種類とエネルギーによる）により決める。高エネルギーの β 線に対してはアクリル材、木材、軽金属の厚さ1.3～1.5cmの板の隔壁で充分遮蔽できるが、高エネルギーの γ 線、X線に対しては高密度の鉛でないと遮蔽できない。

4. 代替法

他の技術が利用できる場合は、放射性核種を含む物質を用いる方法は使用してはならない。

代替法がない場合は、貫通力ないし貫通エネルギー最小の核種を用いる。

放射線核種の取扱いにおける安全作業原則

放射性物質を用いての作業の原則は、下記の4領域への配慮を含まねばならない：

1. 放射領域、
2. 作業台領域、
3. 放射性廃棄物領域、
4. 記録と緊急時対応。

最も重要な原則の幾つかを以下に示す：

1. 放射領域

- 放射性物質は指定された領域のみで使用する。
- 必須とされる職員のみ立入らせる。
- 実験衣、安全眼鏡、使い捨て式手袋を含む個人防具を使用する。
- 個々人の放射線曝露を追跡監視する。

放射線核種を使用する実験室は、封じ込め、清掃、汚染除去が行い易いよう設計されていなくてはならない。放射線核種を用いる作業は、主実験室に隣接した小室内、または実験室内の他の活動からは切離された指定領域内で行う。放射領域の入口には、国際放射災害標識を示す標示を掲示する。(図12)



図12 国際放射線災害標識

2. 作業台領域

- 使い捨て式の吸収剤を敷いた漏出受けトレイを用いる。
- 放射性核種の量を制約する。
- 放射、作業台、放射性廃棄物各領域では、放射線源は遮蔽する。
- 放射性材料容器には、放射性核種、放射線量、測定日付等を記入した放射線標識を標示する。
- 作業終了後、放射線量計で作業領域、保護衣、手指の放射能を測定し、追跡監視する。

3. 放射性廃棄物領域

- 放射性廃棄物は、作業領域から頻繁に除去する。
- 放射性物質の使用と処理は正確に記録し、保管する。
- 線量測定記録を精査し、線量制限を超過している物質を検出する。
- 緊急時対応計画を策定し、実践すると共に定期的に訓練を行う。
- 緊急事態発生時は、負傷者の介護を先ず行う。
- 汚染領域は徹底的に清掃する。
- 可能ならば、安全管理事務局の助けを求める。
- 事態発生報告書を作製し保存する。



第Ⅶ部

安全組織と訓練

19. バイオセーフティ管理者とバイオセーフティ委員会

それぞれの実験室組織が幅広い安全についてのポリシー、安全マニュアル、実行にあたっての支援プログラムを持つことが必須である。通常、研究所または実験室の管理者または長にこの責任があり、バイオセーフティ管理者または他の適切な職員へ一定の職務を委任する。

実験室安全はまた全ての管理者、実験室職員の責任であり、個々の作業者は自身の安全と共同作業者の安全について責任がある。職員は安全に仕事をするよう期待されており、いかなる安全でない行為、状況または出来事についても管理者に報告しなくてはならない。内部または外部の人員による定期的な安全監査が望ましい。

バイオセーフティ管理者

バイオセーフティポリシーとプログラムが実験室全体に首尾一貫して行われることを確実にするため、可能な限りバイオセーフティ管理者を任命しておかなくてはならない。バイオセーフティ管理者は所長または実験室長を代表してこれらの義務を実行する。小さな単位においては、バイオセーフティ管理者は微生物学者または技術職員の一人が、非常勤で、職務を明確に規定され、これらの義務を果たしていく。バイオセーフティへの関わり合いの程度がどんなであっても、任命された者は適切な生物封じ込め、バイオセーフティの手順に伴う特定の活動について示唆し、評価し、認可するのに必要な専門的な能力を持たなくてはならない。バイオセーフティ管理者は実験室の標準操作法策定を助けると共に、関連した国内および国際規則、規制、ガイドラインを適用して、管理する。任命された者は微生物学、生化学および基礎物理学、生物科学の技術的経歴を持つていなければならない。封じ込め機器を含む実験室と臨床的作業習慣、安全について、および施設の設計、運転と保守に関連する技術的原理についての知識があることが高度に望まれる。バイオセーフティ管理者は管理職員、技術職員、補助職員と効果的に交信し合うこともできなくてはならない。

バイオセーフティ管理者の活動にはつぎのものを含むべきである。

1. バイオセーフティ、バイオセキュリティ、技術的順守状況についての相談に応ずる。
2. 技術的な方法、手順、プロトコル、病原体、材料と機器に関する定期的な内部バイオセーフティ監査。
3. バイオセーフティプロトコルまたは手順の違反について適切な人との議論。
4. すべての職員が適切なバイオセーフティ訓練を受けた事の認証。
5. バイオセーフティの継続的教育の提供。
6. 感染性または毒性の可能性のある物質が漏出した可能性のある事故を調査し、実験室管理者とバイオセーフティ委員会へ得られた知見と勧告を報告する。
7. 実験室感染の可能性のある事例について医療職員との調整。

8. 感染性物質の漏出やその他の事故に対し適正な汚染除去を確実にする。
9. 適正な廃棄物管理を確実にする。
10. どんな装置についても修理や保守点検の前に適切な汚染除去がなされている事を確実にする。
11. 健康や環境への配慮についての地域社会の考えを知り、維持すること。
12. 国内の規則に従い、実験室へまたは実験室からの病原体の輸入または輸出の適切な手続きの確立。
13. 感染性病原体を扱う全ての研究作業の計画、プロトコール、操作法を仕事が行われる前にバイオセーフティの観点から点検する。
14. 緊急事態に対処するシステムを設ける。

バイオセーフティ委員会

バイオセーフティ委員会を設置し、機関内のバイオセーフティポリシーと各種業務規範を策定させる。バイオセーフティ委員会は感染性病原体、動物の使用、組換えDNAと遺伝子改変材料を伴う作業についての研究プロトコールの審査も担当する。委員会はその他の機能としてリスク評価、新たな安全ポリシーの策定、安全に対する論議の調停も担当する。

バイオセーフティ委員会の委員構成は科学的専門知識と共に、組織の多様な職業的領域を反映しなくてはならない。基本的なバイオセーフティ委員会は以下の構成員を含む。

1. バイオセーフティ管理者
2. 科学者
3. 医療職員
4. 獣医師（動物の仕事が行われる場合）
5. 技術職員の代表者
6. 実験室管理の代表者。

バイオセーフティ委員会は異なった部門や専門（例えば放射線防護、産業安全、火災防止など）の安全管理者の助言を求めるべきであると共に、必要があれば何時でも地域社会代表を委員に入れる事も、多くの関連分野、地方当局、国の規制機関の研究機関とは独立の専門家に助力を求めるべきである。もし討議されている特別に論議のある、または取り扱いに慎重を要する案件がある場合には役に立つであろう。

20. 補助職員の安全

実験室の安全と最高度の運営は大いに補助職員に依存しており、そのような職員が適切な安全訓練を受けていることは必須である。

設備および建物の維持管理業務

構造、施設、機器の保守や修理を行う熟練した技師と職人は実験室作業の性質、安全規則と方法についてある程度の知識を持つべきである。

保守点検後の装置の試験、例えば、新規にフィルターを付けた後の生物学的安全キャビネットの性能試験はバイオセーフティ管理者が、または管理者の監督下に行うようにする。

内部の技術管理、保守点検担当部門を持たない実験室または研究機関は地元の保守点検業者とよい関係を確立し、実験室の機器と作業に習熟させるべきである。

技術管理職員、保守点検職員はバイオセーフティ管理者ないし実験室監督者による許可を得た上で、その監督下によりBSL3またはBSL4実験室に立入るのではなくてはならない。

屋内清掃業務

BSL3、BSL4実験室の清掃は実験者が行わなければならない。清掃職員はBSL3またはBSL4実験室にはバイオセーフティ管理者ないし実験室監督者による許可を得た上で、その監督下により立入るのではなくてはならない。

21. 訓練プログラム

持続的な、作業中の安全訓練プログラムが実験室職員と補助職員に安全を意識し続けさせるのに必須である。実験室監督者はバイオセーフティ管理者と他の人材の助けにより、職員訓練に中心的な役割を果たす。バイオセーフティ訓練、全ての安全と健康訓練の有効性は実に管理部門の参画、動機づけ要因、適切な最初の職業訓練、良好なコミュニケーション、究極的には機関の目標と目的の設定に依存しているのである。以下が効果的なバイオセーフティ訓練プログラムの重要な要素である。

1. **必要性の評価** この過程は関係する仕事、重要性の順番(頻度、枢要性、複雑さに関して)、それらを達成するのに必要な各段階の詳細を明らかにすることである。
2. **訓練目標の確立** これらは訓練を受けた人が訓練後、作業中に実際にみせることが期待される観察可能な行動である。目標は、ある活動または行動が行われるときの条件と要求される熟達のレベルを自覚することである。
3. **訓練内容と手段の明確化** 内容は訓練を受ける人が行動目標にあうようにできるよう修得しなければならない知識または技能である。仕事と仕事に要求されるものを知る者がバイオセーフティ訓練プログラムの内容を規定するのが最もよい。その他の取り組み方とは、問題解決実習の成果、または技能を使って起こした誤りを正す学習法の設計に焦点をあてる等がある。どの教え方(講義、テレビでの教育、コンピュータでの教育、相互作用ビデオ、等)が他の物より優れているかは明らかでない。多くは明確な訓練の必要性、訓練を受ける人のグループの構成等によって決るものである。
4. **個々人の学習の差異についての考慮** 効果的な訓練は、訓練を受ける人の性質または属性を考慮に入れなければならない。個々人とグループは素質、読み書きの能力、文化、話し言葉、事前訓練の技能レベルで異なっている。訓練を受ける人によって訓練プログラムがどのように彼らの業務能力または個人的安全の改善点から受取られるかということが用いられる取り組み方を規定する。ある者はより視覚的または「実地の」学び手である。他の者は書かれた物から良く学ぶ。聴覚障害者へのコースへの改変のように、被雇用者の特別な必要にも対応しなければならない。これらの要素に考慮することに加え、いかなる安全訓練プログラムもそれを開発する者が成人の学習の原理に精通するようになっていることが勧告される。
5. **学習条件の明確化** 教育行事に当って(例えば訓練コース、ビデオテープ、文書、等)は技能の習得または教えられるトピックに矛盾したり、それを阻害すべきでないし、または無関係な内容のものであってはならない。例えば、もし教育の意図が問題解決技術の能力開発であるならば、教育的取り組み方は機械的暗記より思考/理性的対応を強調すべきである。提供される教育は生産的な行動ないし適切なフィードバック

ク（積極的、正確、信頼性のある）を要求するものでなければならない。加えて、仕事と同様な条件下で実習の機会を与える教育行事は技能を実際の仕事に移す可能性をさらに高める。

6. **訓練の評価** これは教育が意図した効果を果たしたか否かを決める上で手助けとなる情報を提供する。訓練評価は一般に以下の4つの型をとる：

- 提供された教育に対する訓練を受ける人の反応を評定する
- 訓練を受ける人の記憶ないし実行を評定する
- 仕事をするときの行動変化を評定する
- 機関目標または目的の点から眼に見える結果を評価する。

訓練の成果の最も完全な評価は4つの分野の各々についての評価を含む。最も効率の低い評価方法は、実際の学習の程度にほとんど関係ない、訓練を受ける人の教育への反応のみを考慮することである。訓練の有効性についての唯一の評価法として用いるべきでない。

7. **訓練の改訂** 訓練の評価は難しく、結果を判定するのに多くの判断基準が用いられるから、評価を行って、実行されている訓練計画が完全に成功しているか、失敗しているかを明らかに判定出来ることは稀である。評価した結果、訓練課程の特定の部分が、他の部分に比べてよりよく理解され、頭に残り、あるいは応用されている事が示される事が多い。訓練に力を注いだあと、結果として得られる知識や個々人の能力に、違いや差がある事から、訓練に費やす時間を増やし、他の教育方法や、もっと有能な指導員を使う、等々考慮する必要性もあるものと思われる。

WHOは微生物学的安全訓練についての様々な手段を提供する。



第Ⅷ部

安全点検リスト

22. 安全点検リスト

本点検リストは微生物学実験室の安全と生物医学実験室の安全保証の状況进行评估する際の助けとなることを意図している。

実験室構内

1. 施設建設または建設後の評価についての運営管理と検証の指針が考慮されたか。
2. 実験室構内はもし必要なら自然災害の予防的配慮に関連するものを含め、国と地方の建設基準に適合しているか。
3. 実験室構内は一般的に散らかっておらず、障害物がないようにしてあるか。
4. 実験室構内は清潔か。
5. 床には構造的欠陥がないか。
6. 床や階段は均一で滑り防止になっているか。
7. 作業スペースは安全な作業に適切であるか。
8. 流通スペースと廊下は人や大型機器の動きに十分であるか。
9. 実験台、家具、建具は良好な状態にあるか。
10. 実験台の表面は溶媒や腐食性の化学物質に耐性であるか。
11. 個々の実験室に手洗い流しがあるか。
12. 実験室構内はネズミ族や節足動物の進入や逃げ込みを防ぐよう建てられ維持されているか。
13. 全てのむきだしの蒸気と熱水パイプは職員をまもるように遮蔽または保護されているか。
14. 停電に備えて独立した電力支援装置は備え付けられているか。
15. 実験室区域への立入りは認証された人に限られているか。
16. 検討されている仕事を支援するのに利用できる適切な機器と施設を保証するためのリスク評価が行われているか。

保管施設

1. 保管施設、棚等は保管物が滑ったり、潰れたり、落下したりしないよう整備されているか。
2. 保管施設はつまずき、火災、爆発、害虫の逃げ込みによる危険のおそれのある屑、不要資材や物をためることのないよう保たれているか。
3. 冷凍庫や保管区域は施錠できるようになっているか。

衛生と職員用施設

1. 構内は清潔で、整頓され衛生的な状態に維持されているか。
2. 飲料水は利用できるか。
3. 清潔で適切なトイレ、洗浄施設が男性、女性職員用に分かれて用意されているか。
4. 温水、冷水、石鹸、タオルが用意されているか。
5. 更衣室が男性、女性職員用に分かれて用意されているか。
6. 個々の職員の外部衣服を入れるための設備（例えばロッカー）があるか。
7. 昼食などのための職員用の部屋はあるか。
8. 騒音のレベルは許容範囲か。
9. 一般の日常生活ごみの収集と処分についての適切な組織はあるか。

暖房と換気

1. 快適な作業温度になっているか。
2. 直射日光にさらされる窓にはブラインドがつけてあるか。
3. 換気は適切であるか、例えば、特に機械的換気のある部屋では、少なくとも1時間に6回の換気であるか。
4. 換気系にHEPAフィルターがはいっているか。
5. 機械的換気は生物学的安全キャビネットとドラフトチャンバーの中や周囲の空気の流れを乱していないか。

照明

1. 全般的な照明は適切であるか（例えば300～400ルクス）。
2. 作業台に仕事用（局所用）照明が用意されているか。
3. 部屋の角や廊下が暗くなく、または不完全な照明になっていなく、全ての場所が十分に照明されているか。
4. 蛍光灯は実験台に並行になっているか。
5. 蛍光灯は色バランスがとってあるか。

基本機能

1. 個々の実験室は安全作業のための十分な流し、給水口、電気コンセント、ガス口が設備されているか。
2. ヒューズ、照明、ケーブル、パイプ等について適切な検査と保守のプログラムがあるか。
3. 故障は合理的な時間内に直されているか。
4. 実験室の仕事の性質についてかなりの知識も持つ熟練した技術者や職人による施設内部の技術的管理や保守点検が利用できるか。
5. 技術管理、保守点検職員の様々な実験区域への立ち入りが管理され、記録されているか。

6. 内部の技術管理や保守点検が利用できないときは地域の技術者と建築業者と連絡をとり、機器や実験室の
仕事に習熟させているか。
7. 清掃サービスは利用できるか。
8. 清掃職員の様々な実験区域への立ち入りは管理され、文書化されているか。
9. 情報技術サービスは利用でき安全が確保されているか。

実験室バイオセキュリティ

1. セキュリティシステムが防御すべきリスクを規定するための定性的なリスク評価が行われているか。
2. 容認可能なリスクと事故についての対応計画の指標が明確に規定してあるか。
3. 人のいないときに建物全体が安全に施錠されているか。
4. ドアと窓は耐破壊性になっているか。
5. 人のいないときに有害な材料や高価な機器を置いてある部屋が施錠されているか。
6. そのような部屋、装置、物に近づくことが管理され、文書化されているか。

火災防止と火災防護

1. 火災警報システムはあるか。
2. 防火扉が良好な状態にあるか。
3. 火災検知システムは良好な作動状態にあり、定期的に検査されているか。
4. 火災警報設置部位に近づきやすいか。
5. 全ての出口は適切な照明のある標識で表示されているか。
6. 出口へのルートがすぐには見えないところでは、出口への通路が表示されているか。
7. 全ての出口は装飾物、家具、機器で塞がれていないか。そして、建物に人がいるときは施錠が解かれている
か。
8. 出口への通路は、避難する時に高危害区域を通る必要がないようになっているか。
9. 全ての出口は開放スペースへ通じているか。
10. 廊下、通路、巡回区域は明瞭で職員や消火器具の動きを妨げないようになっているか。
11. 消火機器や器具は適切な色コードで容易に識別できるか。
12. 携帯式消火器は常時、十分に充填され使用できる状態にあり、指定された場所に置いてあるか。
13. 火災災害の起こりうる実験室は、緊急時使用のための適切な消火器ないし火災用毛布を備えているか。
14. いかなる部屋でも引火性液体やガスを使用している場合は、機械的換気は危険濃度に達する前に蒸気を取
り除くのに十分であるか。
15. 職員は火災緊急事態に対応できるよう訓練されているか。

引火性液体の保管

1. 大量の引火性液体保管施設は主要建物から切り離してあるか。
2. 火災危険区域として明確に表示されているか。
3. 主要建物体系から分離された重力または機械による排気換気システムがあるか。
4. 照明用スイッチはシールされているか、または建物の外に設置されているか。
5. 内部にある照明器具類は火花による気体への点火を防止するためシールされているか。
6. 引火性液体は非可燃性材料でできた適切な、換気されている容器に保管されているか。
7. 全ての容器の中身はラベルに正しく記載されているか。
8. 適切な火災消火器ないし火災用毛布は引火性液体倉庫の外の近い所に置いてあるか。
9. 引火性液体倉庫の内部および外部に「禁煙」サインが明瞭に標示されているか。
10. 実験室内には最小量の可燃物のみが保管されているか。
11. それらは適切に作られた可燃物保管庫に保管されているか。
12. これらの保管庫は「引火性液体－火災危険物」の標識が適切に表示されているか。
13. 職員は引火性液体の適切な使用と運搬について訓練されているか。

加圧ガスと液化ガス

1. 個々の携帯用ガス容器は内容が読みやすく表示されて、正しく色コードされているか。
2. 加圧ガスボンベと高圧、減圧弁は定期的に検査されているか。
3. 減圧弁は定期的に保守されているか。
4. ボンベを使用している時に減圧装置が接続されているか。
5. ボンベを使用していない時または運搬中の時は保護キャップを付けているか。
6. 全ての加圧ガスボンベは特に自然災害の時に転倒しないよう確保されているか。
7. ボンベと液化石油ガスタンクは熱源に遠ざけられているか。
8. 職員は加圧、液化ガスの適切な使用と運搬について訓練されているか。

電気災害

1. 全ての新規の電気設備の取り付け、全ての交換、改変または修理は国の電気安全規則に合致して行われ、維持されているか。
2. 内部の電気配線は（例えば3本配線システムのような）アース／地面への導線をもっているか。
3. 回路ブレーカーとアース－漏電遮断機が全ての実験室回路に設備されているか。
4. 全ての電気器具は検査室による認可を受けてあるか。
5. 全ての機器の曲げられる接続ケーブルは支障がない限り短く、良好な状態にあり、すり切れ、破損または

継ぎ合わせがないか。

6. 個々のコンセントが（アダプターを使用せず）一つの器具に単独で使用されているか。

個人防衛

1. 通常の作業を行う全ての職員に認証されたデザインと布地の保護衣、例えばガウン、つなぎの作業衣、エプロン、手袋が用意されているか。
2. 有害な化学物質、放射性、発ガン性の物質を扱う作業には追加的な保護衣、例えば化学物質、漏出を処理する時のゴムエプロンと手袋；オートクレーブやオープンからの取り出しのための耐熱性手袋が用意されているか。
3. 安全メガネ、ゴーグル、顔面シールド（面頬）は用意されているか。
4. 目洗い場はあるか。
5. 緊急シャワー（水で流せる設備）はあるか。
6. 放射能防衛は線量計の用意を含み、国内および国際基準に合致しているか。
7. 呼吸用顔面マスク（レスピレーター）が利用でき、定期的に清掃され、消毒され、検査され、清潔で衛生的な状態で保管されているか。
8. 異なる用途のレスピレーターに正しい型の適切なフィルター、例えば微生物用レスピレーターにはHEPAフィルター、ガスまたは微粒子用には適切なフィルター、が用意されているか。
9. レスピレーターは試験して顔面に合う事が確認されているか。

職員の健康と安全

1. 職業上の健康管理業務が実施されているか。
2. 救急箱は使い易い場所に用意されているか。
3. 資格のある応急手当で担当者がいるか。
4. そのような応急手当で担当者は実験室独特の緊急事態、例えば腐食性化学物質への接触、毒物および感染性物質の事故による摂取等について処理するよう訓練されているか。
5. 実験室作業ででない者、例えば家事、事務職員は実験室や扱われている物によって起こる可能性のある災害について教えられているか。
6. 応急手当で担当者の場所、緊急対応業務者の電話番号等について明確な情報が目立つように掲示されているか。
7. 出産可能年齢の女性へ一定の微生物、発ガン物質、変異原性、奇形原性因子を扱う作業の影響の帰結について警告がなされているか。
8. 出産可能年齢の女性は妊娠または妊娠が疑われる場合には、適切な医療 / 科学職員へ知らせ、必要あれば

別の仕事に廻るよう手配してもらうようにするべきであると告げられているか。

9. 実験室作業に対応した予防接種プログラムがあるか。
10. 結核材料を扱うかまたはそのような対策が必要な他の材料を扱う職員に皮膚テストないしX線検査が利用できるようになっているか。
11. 病気や事故の適切な記録が維持されているか。
12. 作業によっておこる災害を最小にするように警告、事故防止の標識が用いられているか。
13. 職員は適切なバイオセーフティの作業原則を守るよう訓練されているか。
14. 実験室職員が曝露の可能性について報告するよう勧奨されているか。

実験室機器

1. すべての機器は安全に使用できる事が認証されているか。
2. 保守作業に先立ち、機器の汚染除去を行う方法が利用できるか。
3. 生物学的安全キャビネットやドラフトチャンバーは定期的に検査し保守点検されているか。
4. オートクレーブや他の圧力容器は定期的に検査されているか。
5. 遠心機バケットとローターは定期的に検査されているか。
6. HEPA フィルターは定期的に交換されているか。
7. 皮下注射針の代わりにピペットを使っているか。
8. ひびやかけたガラスは必ず廃棄して再利用していないか。
9. 壊れたガラスの安全な貯蔵所があるか。
10. 可能な場合はガラスの代わりにプラスチックが使用されているか。
11. 鋭尖物の処理容器が利用でき、使用されているか。

感染性材料

1. 検体は安全な条件下に受け取られたか。
2. 受入材料に関する記録が保存されているか。
3. 検体は生物学的安全キャビネットの中で、破損や漏出の可能性に注意しつつ中身を取り出したか。
4. 検体の取り出しの時に、手袋や他の保護衣をつけていたか。
5. 職員は最新の国内ないし国際規則に従って感染性物質を発送するよう訓練されているか。
6. 作業台は清潔で整然と保たれているか。
7. 廃棄された感染性材料は毎日かまたはもっと頻繁に移動され、安全に始末されているか。
8. すべての職員が培養や感染性材料の破損や漏出を処理する方法を知っているか。
9. 滅菌機の性能は適切な化学的、物理的および生物学的指標で調べられているか。

10. 遠心機を定期的に汚染除去する手順があるか。
11. 遠心機は密封型バケットを使うようになっているか。
12. 適切な消毒薬を使用しているか。消毒薬は正しく使用されているか。
13. 封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル3と高度封じ込め実験室ーバイオセーフティレベル4で作業する職員に対しての特別な訓練があるか。

化学物質、放射性物質

1. 配合禁忌の化学物質は、保管や取り扱う時には効果的に分離されているか。
2. すべての化学物質は名称と警告が正しく記載されたラベルをされているか。
3. 化学災害警告の図が目立つように表示されているか。
4. 漏出対処キットは用意されているか。
5. 職員は漏出を処理することを訓練されているか。
6. 引火性物質は認証された保管庫に、最小量で、正しく安全に保管されているか。
7. ボトル運搬容器は用意されているか。
8. 相談できる放射能保護責任者がいるか、または参考となる適切な参照マニュアルがあるか。
9. 職員は放射性物質を扱う作業を安全に行えるよう適切に訓練されているか。
10. 放射性物質の保管と使用に関する適切な記録が維持されているか。
11. 放射能スクリーンは用意されているか。
12. 個人の放射能曝露がモニターされているか。



第Ⅸ部

文献、附录、索引

文献

1. *Safety in health-care laboratories*. Geneva, World Health Organization, 1997, (http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_LAB_97.1.pdf).
2. Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:24-52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>).
3. Hunt GJ, Tabachnick WJ. Handling small arbovirus vectors safely during biosafety level 3 containment: *Culicoides variipennis sonorensis* (Diptera: Ceratopogonidae) and exotic bluetongue viruses. *Journal of Medical Entomology*, 1996, 33:271–277.
4. National Research Council. *Occupational health and safety in the care and use of research animals*. Washington, DC, National Academy Press, 1997.
5. Richmond JY, Quimby F. Considerations for working safely with infectious disease agents in research animals. In: Zak O, Sande MA, eds. *Handbook of animal models of infection*. London, Academic Press, 1999:69–74.
6. *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/National Institutes of Health, 1999.
7. *Class II (laminar flow) biohazard cabinetry*. Ann Arbor, MI, National Sanitation Foundation, 2002 (NSF/ANSI 49-2002).
8. Richmond JY, McKinney RW. *Primary containment for biohazards: selection, installation and use of biological safety cabinets*, 2nd ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/National Institutes of Health, 2000.
9. *Microbiological safety cabinets. Recommendations for information to be exchanged between purchaser, vendor and installer and recommendations for installation*. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726-2:1992).
10. *Microbiological safety cabinets. Recommendations for selection, use and maintenance*. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726-4:1992).
11. *Biological containment cabinets (Class I and II): installation and field testing*. Toronto, Canadian Standards Association, 1995 (Standard Z316.3-95 (R2000)).
12. Collins CH, Kennedy DA. *Laboratory acquired infections: history, incidence, causes and prevention*, 4th ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1999.
13. Health Canada. *Laboratory biosafety manual*, 2nd ed. Ottawa, Minister of Supply and Services Canada, 1996.
14. *Biological safety cabinets - biological safety cabinets (Class I) for personnel and environment protection*. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.1-1994).
15. *Biological safety cabinets - laminar flow biological safety cabinets (Class II) for personnel, environment and product protection*. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.2-1994).
16. Standards Australia/Standards New Zealand. *Biological safety cabinets - installation and use*. Sydney, Standards Australia International, 2000 (Standard AS/NZS 2647:2000).
17. Advisory Committee on Dangerous Pathogens. *Guidance on the use, testing and maintenance of laboratory and animal flexible film isolators*. London, Health and Safety Executive, 1990.

18. Standards Australia/Standards New Zealand. *Safety in laboratories - microbiological aspects and containment facilities*. Sydney, Standards Australia International, 2002 (Standard AS/NZS 2243.3:2002).
19. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for prevention of HIV transmission in health-care settings. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 1987, 36 (Suppl. 2):1S-18S.
20. Bosque PJ et al. Prions in skeletal muscle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2002, 99:3812-3817.
21. Bartz JC, Kincaid AE, Bessen RA. Rapid prion neuroinvasion following tongue infection. *Journal of Virology*, 2003, 77:583-591.
22. Thomzig A et al. Widespread PrPSc accumulation in muscles of hamsters orally infected with scrapie. *EMBO Reports*, 2003, 4:530-533.
23. Glatzel M et al. Extranuclear pathologic prion protein in sporadic Creutzfeld-Jakob disease. *New England Journal of Medicine*, 2003, 349:1812-1820.
24. Brown P, Wolff A, Gajdusek DC. A simple and effective method for inactivating virus infectivity in formalin-fixed tissue samples from patients with Creutzfeld-Jakob disease. *Neurology*, 1990, 40:887-890.
25. Taylor DM et al. The effect of formic acid on BSE and scrapie infectivity in fixed and unfixed brain-tissue. *Veterinary Microbiology*, 1997, 58:167-174.
26. Safar J et al. Prions. In: Richmond JY, McKinney RW, eds. *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services, 1999:134-143.
27. Bellinger-Kawahara C et al. Purified scrapie prions resist inactivation by UV irradiation. *Journal of Virology*, 1987, 61:159-166.
28. Health Services Advisory Committee. *Safe working and the prevention of infection in clinical laboratories*. London, HSE Books, 1991.
29. Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ. *Disinfection, preservation and sterilization*, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999.
30. Ascenzi JM. *Handbook of disinfectants and antiseptics*. New York, NY, Marcel Dekker, 1996.
31. Block SS. *Disinfection, sterilization & preservation*, 5th ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
32. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, INC. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:313-342.
33. Sattar SA, Springthorpe VS, Rochon M. A product based on accelerated and stabilized hydrogen peroxide: evidence for broad-spectrum germicidal activity. *Canadian Journal of Infection Control*, 1998, 13:123-130.
34. Schneider PM. Emerging low temperature sterilization technologies. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:79-92.
35. Springthorpe VS. New chemical germicides. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:273-280.
36. Steelman VM. Activity of sterilization processes and disinfectants against prions. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:255-271.
37. Taylor DM. Transmissible degenerative encephalopathies: inactivation of the unconventional causal agents. In: Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ, eds. *Disinfection, preservation and sterilization*, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999:222-236.

38. *Infection control guidelines for hand washing, cleaning, disinfection and sterilization in health care*, 2nd ed. Ottawa, Laboratory Centre for Disease Control, Health Canada, 1998.
39. Springthorpe VS, Sattar SA. Chemical disinfection of virus-contaminated surfaces. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, 1990, 20:169-229.
40. *Recommendations on the transport of dangerous goods*, 13th revised edition, New York and Geneva, United Nations, 2003, (http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13files_e.html).
41. *Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air*, 2003-2004 Edition. Montreal, International Civil Aviation Organization, 2002.
42. Economic Commission for Europe Inland Transport Committee. *Restructured ADR applicable as from 1 January 2003*. New York and Geneva, United Nations, 2002, (<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2003/ContentsE.html>).
43. *Infectious substances shipping guidelines*. Montreal, International Air Transport Association, 2003, (<http://www.iata.org/ads/issg.htm>).
44. *Transport of Infectious Substances*. Geneva, World Health Organization, 2004, (http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_9/en/).
45. Berg P et al. Asilomar conference on recombinant DNA molecules. *Science*, 1975, 188:991-994.
46. European Council. Council Directive 98/81/EC of 26 October 1998 amending Directive 90/219/EEC on the contained use of genetically modified microorganisms. *Official Journal*, 1998, L330:13-31.
47. O'Malley BW Jr et al. Limitations of adenovirus-mediated interleukin-2 gene therapy for oral cancer. *Laryngoscope*, 1999, 109:389-395.
48. World Health Organization. Maintenance and distribution of transgenic mice susceptible to human viruses: memorandum from a WHO meeting. *Bulletin of the World Health Organization*, 1993, 71:497-502.
49. Furr AK. *CRC handbook of laboratory safety*, 5th ed. Boca Raton, FL, CRC Press, 2000.
50. Lenga RE. *The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data*, 2nd ed. Milwaukee, WI, Aldrich Chemical Company, 1988.
51. Lewis RJ. *Sax's dangerous properties of industrial materials*, 10th ed. Toronto, John Wiley and Sons, 1999.

附録1

応急手当

応急手当とは事故の時と場所で一般に受け入れられている医療の原理を熟練した技術で適用する事である。応急手当では傷害者が傷害に対する最終的な治療を医師から受けられるところに来るまでの治療法として認められた方法である。

最小限の応急手当でのできる器材は救急箱、応急手当を行う者の保護衣、安全器具と洗眼機器からなる。

救急箱

救急箱は中味をほこりや湿気のない状態で保つような材質で作られなければならない。目立つ場所でたやすく分かるところに置いておく。国際条約では救急箱は緑地に白十字で見分けられるようにしなければならない。

救急箱には以下を入れておかなければならない：

1. 一般指針の書いてある指示シート
2. 個別に包装されている、滅菌した各種サイズの粘着性の包帯
3. 取付け用包帯の付いた、滅菌眼帯パッド
4. 三角巾
5. 滅菌した傷覆い
6. 安全ピン
7. 滅菌した、薬を含ませていない傷手当用品の幾つか
8. 権威ある応急手当マニュアル、例えば国際赤十字より出された物

応急処置を行う人の保護用具、次のようなものを含む：

1. 口に口を当てて行う蘇生術のためのマウスピース
2. 血液曝露¹に対する手袋その他のバリアー保護具
3. 血液の漏出に対する清掃キット（本指針第14章三章参照）

洗眼機器もすぐに利用できるようにしておかなければならず、職員はその正しい使用法を訓練されていなければならない。

¹ Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:24-52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>).

附録2

職員の予防接種

特定の病原体を扱って作業する場合のリスクは個々の研究者と十分に議論されていなくてはならない。病原体を用いての作業をはじめる前に、曝露が起こった時にその場で利用できること、使う事になるかもしれないワクチンないし治療薬（例えば抗生物質治療）の認可状況および有用性について評価しておかねばならない。既往の予防接種または感染で免疫を獲得している作業員もあるかもしれない。

特定のワクチンまたはトキソイドが現地で認可され、利用できるのであれば、曝露の可能性のリスク評価や対象職員の臨床健康評価が行われた後に提供しなくてはならない。

事故による感染が起こった場合、特異的臨床症例管理を行う施設も利用できるようになっていなくてはならない。

附録3

WHO バイオセーフティ協力センター

下記の何れかへ書面で依頼すれば、訓練コース、援助、資料の利用・入手についての情報を得ることができる：

- ・ Biosafety programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>). (WHO 伝染症監視対応部バイオセーフティ室)
- ・ WHO Collaborating Centre for Biological Safety, Swedish Institute for Infectious Disease Control, Nobels Väg 18, S-171 82 Solna, Sweden (<http://www.smittskyddsinstitutet.se/English/english.htm>). (スエーデン国立感染症予防研究所)
- ・ WHO Collaborating Centre on Biosafety Technology and Consultative Services, Office of Laboratory Security, Health Canada, 100 Colonnade Road, Loc.: 6201A, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0K9 (<http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/ols-bsl>). (カナダ政府衛生省実験室安全事務局)
- ・ WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Training, Office of Health and Safety, Centers for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Road, Mailstop F05, Atlanta, GA 30333, USA (<http://www.cdc.gov/>). (米国 CDC 健康安全部)
- ・ WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Research, Division of Occupational Health and Safety, Office of Research Services, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, 13/3K04 13 South Drive MSC 5760, Bethesda, MD 20892-5760, USA (<http://www.nih.gov/>). (米国 NIH 職業衛生安全部)
- ・ WHO Collaborating Centre for Biosafety, Victorian Infectious Diseases Reference Laboratory, 10 Wreckyn St, Nth Melbourne, Victoria 3051, Australia. Postal address: Locked Bag 815, PO Carlton Sth, Victoria 3053, Australia (<http://www.vidrl.org.au/>). (オーストラリア・ビクトリア感染症参照検査室)

附録4 機器の安全

特定の品目の機器は使用されたときに微生物学的災害を生じる可能性がある。特に生物学的災害が起こらないようにまたは低減するように設計されているものもある。（本指針第11章参照）

災害を生ずる可能性のある機器

表A4-1には災害を生ずるおそれのある機器と操作を表示し、いかにして災害をなくし、または低減できるかを示唆する。

表 A4-1 災害を生じる可能性のある機器と操作

機器	災害	災害をなくすまたは低減する方法
皮下注射針	事故による接種、エアロゾルまたは漏出	- 針をリキャップしないまたはクリップしない。 - 針と注射器の分離を防ぐため針をロックする注射器、または、針が注射筒と一体になっている使い捨てタイプを使用する。 - 基本実験室技術を用いる。例えば： — 空気の泡と接種物の泡を最小にするよう注意深く注射器を満たす — 感染性液体を混合するのに注射器を使用することを避ける；使用する時は針の先が容器内の液面の下になっていることを確かめ、過剰に力が加わるのを避ける — 針をゴム栓瓶から抜く前に適切な消毒剤で湿らせた綿ガーゼで針と栓を覆う — 過剰な液体、空気の泡は注射器から垂直に適切な消毒剤で湿らせた綿ガーゼか、綿が入っている小瓶へと排出する - 感染材料を取り扱う全ての操作に生物学的安全キャビネットを使用する。 - 接種の時は動物を抑制する。経鼻、経口接種には鈍端の針またはカニューレを使用する。生物学的安全キャビネットを使用する。 - 使用後はオートクレーブ処理し、適切な廃棄を確実に行う。一体形、使い捨て式針・注射器ユニットを使用した時はオートクレーブの前に取り外さない。

機器	災害	災害をなくすまたは低減する方法
遠心機	エアロゾル、飛散、 遠心管の破損	・シールできる遠心バケット（安全カップ）またはシール式ローターを使用する。エアロゾルが静まってから（30分）または生物学的安全キャビネット内でバケットまたはローターを開ける。
超遠心機	エアロゾル、飛散、 遠心管の破損	・遠心機と真空ポンプの間に HEPA フィルターを装着する。 ・各ローターの運転時間記録を維持し、機械的故障のリスクを下げるため予防保守計画実施記録を維持する。 ・遠心バケットまたはローターへの出し入れは生物学的安全キャビネット内で行う。
嫌気性広口びん	爆発、 感染性材料のまき散らし	・触媒の周囲でワイヤーカプセルが完全な状態にある事を確認する。
デシケーター	圧潰（内破）、ガラス片、 感染性材料のまき散らし	・頑丈なワイヤーケージのなかに置く。
ホモジナイザー、 組織磨砕機	エアロゾル、 漏出と容器破損	・機器を操作し、開けるのは生物学的安全キャビネットの中で行う。 ・ローターのベアリング、Oリングガスケットからの漏れを防ぐために特別に設計された型またはストマカーを使用する。 ・ブレンダーの容器を開ける前にエアロゾルを落ち着かせるために30分待つ。エアロゾルの濃縮させるために冷却する。 ・手動組織磨砕機を使用するときは吸収材のかたまりで磨砕管を保持する。
音波破碎機、 超音波洗浄機	エアロゾル、聴覚障害、 皮膚炎	・生物学的安全キャビネットまたは密閉ユニット内で機器を操作し、開ける。 ・低周波雑音を防ぐ絶縁を確実にする。 ・洗剤の化学的影響から皮膚を守るために手袋を着用。
培養攪拌器、 振とう器、 攪拌器	エアロゾル、飛散、 漏出	・生物学的安全キャビネットまたは特別に設計された一次容器内で操作する。 ・丈夫なネジ蓋式培養フラスコを使用し、必要あれば、フィルターで保護された出口をつけ、安全に蓋をする。

機器	災害	災害をなくすまたは低減する方法
凍結乾燥機	エアロゾル、直接接触による汚染	・ユニット全体では、シールにはOリングコネクターを使用する。 ・真空ラインを保護するためエアフィルターを使用する。 ・満足のいく、例えば化学的な、消毒法を使用。 ・全金属製湿気トラップと蒸気濃縮器を備える。 ・全てのガラス真空容器の表面のかき傷を注意深く検査する。真空作業用に設計されたガラスのみ使用する。
恒温水槽	微生物の増殖。アジ化ナトリウムはいくつかの金属により爆発性化合物を形成する。	・定期の清掃と消毒を確実にこなう。 ・微生物の増殖を防ぐ目的でアジ化ナトリウムを使用してはならない。

微生物学的災害に加え、機器に関連した安全上の災害も予期し予防しなくてはならない。表A4-2に事故原因のいくつかの例をあげる。

表 A4-2 機器に関連した事故の一般的原因

事故	事故の原因	災害の低減または除去の対策
誤った設計または構造		
培養器内の電氣的火災	過剰温度遮断装置がない	・ 国内標準の遵守。
電氣的ショック	信頼のできるアースがついていない	
不適切な使用		
遠心機の事故	スイングローターでのバケットバランスの誤り	・ 職員の訓練と監督。
嫌気性培養器爆発	不適切なガスの使用	・ 職員の訓練と監督。
不適切な改造		
家庭用魔法瓶の爆発	不適切な液体窒素の運搬	・ 特別に設計された機器を使用する。
家庭用冷蔵庫内の爆発	危険化学物質を耐火花 / 爆発の容器中で保管していない、例えばジエチルエーテルを漏れのあるネジ蓋容器に保管	・ 低発火点の溶剤およびそれを用いた抽出物は耐火花 / 爆発の冷蔵庫またはキャビネットで保存する。
適切な保守の欠如		
焰光分光光度計での火災	保守のときの部品の再組み立ての誤り	・ 職員の訓練と監督

附録5

化学物質：災害と予防のための注意

本附録は医療用、研究用実験室にある代表的な化学物質についての健康と安全のための基本的な情報、資料と適切な安全のための予め払っておくべき注意を列挙したものである。本リストは全部を尽したものではなく、特定の化学物質が掲載されていないからと言って危険をもたらすものでないということではない。すべての実験室内化学物質は注意して、曝露を最小限にする方法で扱わなくてはならない。

表A5-1 化学物質：災害と予防のための注意

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
アセトアルデヒド <chem>CH3CHO</chem>	無色の液体またはガスで刺激性、果実臭； 融点 -121℃ 沸点 21℃	目と呼吸気道への弱い刺激性。 中枢神経系、呼吸器、腎臓への影響あり。 発ガン性物質の可能性あり。	極度に引火性；蒸気/空気の混合物は爆発性；引火点 -39℃ 引火範囲 4-57%	裸火、火花、喫煙、熱い表面への接触させないこと。酸化剤から離れた区域に密封された容器に保管；安定化してのみ保管。排気系付きドラフトチャンバー内または良好な換気下で使用。ゴム手袋、安全ゴーグル、呼吸器保護具を着用。	空気との接触で爆発性過酸化物を形成する可能性あり。痕跡量の金属の存在下で酸、アルカリ物質の影響により重合する事あり。強力な還元剤で酸化剤や多くの有機物、ハロゲン、硫酸、アミンと激しく反応する。	
酢酸 <chem>CH3CO2H</chem>	無色の液体で刺激臭； 融点 17℃ 沸点 118℃； 水と混和できる。	腐食性；重度の火傷をおこす；刺激性蒸気 影響は遅発性の事あり。	引火性；引火点 40℃ 引火範囲 5.4-16%	煙霧を吸入してはならない。目に接触した場合は直ちに水で洗い医学的助言をもとめる。 ニトリル手袋と目の保護具を着用。	酸化剤と激しく反応または爆発。	
無水酢酸 <chem>(CH3CO)2O</chem>	無色の液体で強い刺激性、酢様の臭気； 融点 -73℃ 沸点 139℃	目と上部呼吸気道への激しい刺激；腐食作用。 影響は遅発性の事あり。	引火性；火炎中で刺激または毒性煙霧またはガスを放出；引火点；49℃ 爆発限界 2.7-10.3%	裸火、火花、喫煙禁止。 皮膚と目への接触を防止する。	沸騰水、蒸気、強酸化剤、アルコール、アミン、強塩基、多くの他の化合物と激しく反応する。 水の存在下で多くの金属を侵す。	
アセトン <chem>CH3COCH3</chem>	無色の揮発性液体で甘味臭； 融点 -95℃、 沸点 56℃； 水と混和できる。	目、鼻、咽喉に軽度の刺激性。 吸入で眩暈、麻酔、昏睡をおこす事あり。	高度引火性； 引火点 -18℃ 爆発限界 2.2-12.8%	容器を換気良好な区域におく； 発火源に近づけない。 蒸気を吸わない。 呼吸器保護具を使用；目防護具を着用。	酸化剤（例えばクロム酸や硝酸）や塩基存在下のクロホルムと激しく反応する。濃硫酸と硝酸の混合物との共存は禁忌。	静電気予防のため大きな容器と液槽にはアースを設備する。

アセトニトリル CH ₃ CN	無色の液体で芳香臭； 融点 -46℃ 沸点 82℃	呼吸器、目、皮膚の 刺激。 曝露で痙攣、意識 障害、シアン化物 中毒がおこる事あり。	高度引火性； 引火点 12.8℃ 爆発限界 3.0-16%	裸火、火花、喫煙、酸化剤との接触禁忌。 発火源のない場所でのみ使用。 酸化剤から離れた場所で強く固に密閉した容器に保管。 排気換気下で作業。皮膚、目、粘膜との接触をさける。 呼吸器保護具とゴム手袋を着用。	水性酸、塩基と反応し毒性煙霧を産生。 強酸化剤と反応。 ある形状のプラスチック、ゴム、コーティングを侵す。 燃焼により分解してシアン化水素、窒素酸化物を産生。
アセチレン HC≡CH	無色のガスでかすかなエーテルまたはニニク様臭； アセトンに溶かし、圧力下で運搬； 融点 -81℃ -84℃で昇華する。	単純窒息剤；皮膚 接触で凍瘡。	高度引火性； 引火範囲 2.5-100%	皮膚保護のため防寒手袋、安全ゴーグルまたは顔面シールドを使用。 裸火、火花、喫煙は禁忌。現場の排気換気下に、爆発でも壊れない電気器具や照明を用いて作業。	強力な還元剤；光の影響下で酸化剤フッ素または塩素と激しく反応。 銅、銀、水銀またはそれらの塩と反応し衝撃に敏感な化合物を形成。
アクロレイン CH ₂ =CHCHO	無色または黄色の液体で突き刺すような不快臭； 融点 -87℃ 沸点 53℃	流涙。激しい呼吸器刺激；高曝露時は肺の水腫。 影響は遅発性の事あり。	高度引火性； 引火点 -26℃ 爆発限界 2.8-31%	皮膚と目への接触を予防。 ドラフトチャンバーまたは良好な換気下で作業。	酸化剤、酸、アルカリ、アンモニア、アミン。 通常ハイドロキノンで、防ししないと容易に重合。時間経過で衝撃に敏感な過酸化物を形成。
アンモニア溶液	無色の液体で刺激臭； ガスでは： 融点 -78℃ 沸点 -33℃； 25%溶液では： 融点 -58℃ 沸点 38℃； 水と混和できる。	摂取により目、呼吸器系、皮膚に腐食性；ガスまたは蒸気への高レベルの曝露で肺水腫。	アンモニアガスでは； 引火範囲 15-28%	容器を強固に密閉する。 目に接触したら、直ちに洗浄し、医学的助言を求める。 ドラフトチャンバー内で作業。 ゴムまたはプラスチック手袋と化学級ゴーグルを着用。	水銀とその塩のような重金属と激しく反応し爆発性産物を形成。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
アニリン <chem>C6H5NH2</chem>	無色から褐色の油性 液体で芳香族アミン 様臭； 融点 -6℃ 沸点 185℃	メトヘモグロビン血 症によるチアノーゼ。 目、皮膚への刺激。 皮膚からの吸収あ り；反復または長 期の曝露は過敏性 を誘起する事あり。	可燃性；引火点 70℃ 爆発範囲 1.2-11%	酸化剤から離れた場所に強 固に密封された容器で保管。 皮膚や目への接触を予防する。 現場の排気換気下または呼吸 器保護具と保護手袋、保護衣、 顔面シールドをつけ作業。	強酸化剤、強酸。	
オーラミン 4,4'-カルボノー イミドイルビス (N,N'-ジメチル- ベンゼナミン)	黄色い薄片または粉 末； 融点 136℃； 水に不溶。	摂取、吸入、皮膚へ の接触により有害。 目または皮膚への 刺激の可能性あり。 発ガン性の可能性。		微粉末の皮膚への接触と吸 入を避ける。ゴムまたはプラ スチック手袋と化学級ゴー グルを着用。 ドラフトチャンバー内での 作業、または微粉用レスピ レーターを着用。	強酸化剤。	
ベンゼン <chem>C6H6</chem>	無色の揮発性液体 で特徴的芳香臭； 融点 6℃ 沸点 80℃	蒸気吸入は眩量、 頭痛等の中枢神経 系への影響を起す； 高濃度では意識障 害、死亡。 長期または慢性的 曝露で再生不良性 貧血、白血病、肝障 害のリスク。皮膚 からの吸収される 事あり。	高度可燃性；引火点 -11℃ 引火範囲 1.3-8%	容器を良好な換気があり、発 火源より離れた場所に置く。 十分な換気下でドラフトチャ ンバーまたはフード内で作業。 目保護具とニトリルまたは PVC手袋を着用。アースし て電荷形成を防止。	クロム酸、過マンガンカリ、 液体酸素等の酸化剤と激し く反応する可能性あり。	

ベンチジン 1,1'-ビフェニール-4,4'-ジアミン	淡黄色粉末； 融点 128℃ 沸点 400℃ 水にわずかに溶ける が酸、有機溶媒には 極めてよく溶ける。	皮膚からの吸収の 可能性あり。 膀胱ガンを起こす 可能性あり。 すべての曝露をさ ける。	可燃性、火炎中で毒 性煙霧（ガス）を発生 する。	すべての曝露をさける。 目、皮膚の保護具を着用。 排気換気下で、ドラフトチャ ンバー内で作業。	多くの国で使用禁止または 法的に規制される。
臭素 Br ₂	暗赤褐色の発煙性液 体で刺激臭； 融点 -7.2℃ 沸点 58.8℃	腐食性。蒸気は目、 呼吸気道に腐食性； 吸入で肺水腫をお こし、中枢神経系に 影響をおよぼす。 目への接触は視野 のかすみ、充血、痛 み、重度の組織火傷 をおこす。	非可燃性だが他の物 質の可燃性を高める。 多くの反応で火災ま たは爆発をおこす。 加熱は圧力上昇をお こし、燃焼のリスク を高める。	閉鎖系で換気のあるところ で使用。呼吸器保護具と組み 合わせて、保護手袋、保護衣、 安全ゴーグル、顔面シールド または目保護具を着用。	強酸化剤で、可燃物、還元 物質と激しく反応。 水性アンモニア、酸化剤、 金属、有機物、リンと激し く反応。 ある形状のプラス チック、ゴム、コー ティングを侵す。
二酸化炭酸 （固形；「ドライ アイス」） CO ₂	-79℃で半透明白色 の固体；環境温度で ガスに昇華。	閉鎖されたまたは換 気不良の場所では窒 息の危険性；固形「ド ライアイス」への接 触は凍傷をおこす。	保護用断熱手袋を着用。 換気している部屋または場 所で、解放性容器に保管。		アルカリ金属、強塩基。
四塩化炭素 CCl ₄	無色の液体で特徴的 なエーテル様臭； 融点 -23℃ 沸点 76.5℃	皮膚から吸収の可能 性あり；長期の曝露 で皮膚炎をおこす可 能性。目に刺激性。 肝、腎臓障害および 中枢神経系障害をお こし、頭痛、吐き気、 軽度の黄疽、食欲不 振、意識障害を呈す る事あり。 動物で発ガン性。	非可燃性。 火炎中で刺激または 毒性煙霧またはガス を発生する。	すべての接触を避ける。 換気、作業場の排気下、また は呼吸器保護具を着用して 作業；呼吸器保護具着用下に ニトリル手袋、保護衣、顔面 シールドまたは目保護具を 使用。	熱い表面または炎との接触 で分解し、毒性、腐食性煙 霧とガス（塩化水素、塩化物、 塩素、ホスゲン）を発生。 アルミニウム、マグネシウ ム、亜鉛のような金属と反 応。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
塩素 Cl ₂	緑黄色のガスで刺激臭； 融点 -101℃ 沸点 -34℃	目、皮膚、呼吸器管を腐食。 ガスの吸入は肺炎と肺の水腫をおこし、反応性気道機能障害症候群(RADS)となる。液体の急速な蒸発は凍瘡をおこす。 高度の曝露は死にいたる。影響は遅発性の事あり；医学的観察が必要。	非可燃性だが他の物質の燃焼を増強する。	閉鎖系で換気のあるところ で作業。呼吸器保護具と組み合わせて、寒冷断熱手袋、保護衣、安全ゴーグルまたは目保護具を着用。	水溶液は強酸性で塩基と多くの有機化合物、アセチレン、ブタジエン、ベンゼン、他の石油分画、アンモニア、水素、ナトリウムカーバイド、テルペンチン、金属微粉、等と激しく反応し火災、爆発災害を生じる。	水の存在下で多くの金属を侵す。 プラスチック、ゴム、コーティングを侵す。
二酸化塩素 ClO ₂	黄色から赤色のガス または赤褐色の液体； 融点 -59℃ 沸点 10℃	目、皮膚、呼吸気道に激しい刺激；ガスの吸入は肺の水腫をおこす可能性。 影響は遅発性；医学的観察が必要。	非可燃性だが他の物質の燃焼を増強する； 加熱、日光への曝露または衝撃、火花により爆発の可能性あり。	換気のある閉鎖系のあるところ で作業。呼吸器保護具と組み合わせて、保護手袋、保護衣、安全ゴーグルまたは目保護具を着用。	強酸化剤；可燃物、還元性物質と激しく反応。 りん、水酸化カリウム、硫酸、アンモニア、メタン、気状りん化水素、硫化水素と激しく反応。	
クロロホルム CHCl ₃	無色の揮発性液体で特徴的な臭気； 融点 -63℃ 沸点 61℃； わずかに水に溶ける。	吸入、摂取と皮膚への接触により有害； 皮膚刺激。肝、腎臓、中枢神経系へ影響して、頭痛、吐き気、軽度の黄疸、食欲不振、麻酔状態をおこす。長期または慢性的曝露は動物にガンを おこす；ヒトでの発ガン性が疑われる。	吸入、摂取と皮膚への接触により有害； 皮膚刺激。肝、腎臓、中枢神経系へ影響して、頭痛、吐き気、軽度の黄疸、食欲不振、麻酔状態をおこす。長期または慢性的曝露は動物にガンを おこす；ヒトでの発ガン性が疑われる。	保護衣、ニトリル手袋、目保護具の着用。 ドラフトチャンバー内で作業。	強塩基；アルミニウムまたはマグネシウム、重鉛粉末のような金属；強力な酸化剤。	加熱され分解されたとき、ホスゲンガスを形成。 プラスチック、ゴムを侵す。

クロム酸 CrO ₃ クロムVI酸化 物	暗赤色で無臭の薄片 または粉末、水溶液 で使用される事が多 い； 融点 197℃	目、皮膚、呼吸器系 の刺激。皮膚への繰 返しまたは長時間の 接触は皮膚炎、クロ ム潰瘍、皮膚過敏症 をおこす。 吸入は喘息様反応を おこす。 鼻隔壁の穿孔をおこ す事あり。 ヒトで発ガン性。	250℃以上でクロム 酸化物と酸素へ分解 し火災の災害を増す。 多くの反応が災害と なる。	皮膚、目への接触を防ぐ；細 かい粉塵、粉霧の吸入を避け る。 換気下で、作業場の排気のあ るところまたは呼吸器保護 具を着用して作業。	水溶液は強酸で塩基と反応 し、腐食性である。強酸化 剤で、可燃性、有機または 他の酸化され易い物質（紙、 木、硫黄、アルミニウム、 プラスチック、その他）と 反応する。金属に腐食性。
銅 Cu	帯赤色、光沢のある、 可鍛の無臭の固体； 赤色粉末は湿潤空気 に曝露されると緑色 になる； 融点 1083℃ 沸点 2567℃	銅煙霧の吸入は金属 煙霧熱をおこす。	可燃性	作業場の排気のあるところで、 または呼吸器保護具、保護手 袋、ゴーグルを着用し作業。	アセチレン化合物、エチレ ン酸化物アザイド、過酸化 水素により衝撃過敏性化合 物を形成。 塩素酸塩、臭素酸塩、ヨウ 素酸塩のような強酸化剤と 反応し爆発災害を生ずる。
臭化シアノジエ ン BrCN	無色または白色の結 晶で刺激臭； 融点 52℃ 沸点 61℃	目、皮膚、呼吸気管 への重篤な影響；蒸 気の吸入は肺水腫を おこし、痙攣、意識 障害、呼吸不全、死 を結果する事がある。	非可燃性だが加熱に より引火性ガスを形 成。火炎中で刺激性 または毒性の煙霧ま たはガスを発生する。	換気のある閉鎖系で作業。 呼吸器保護具と組み合わせて、 保護手袋、保護衣、安全ゴー グル、顔面シールドまたは目 保護具を着用。	加熱や酸との接触で分解し、 高い毒性、引火性のシアン 化水素と腐食性の臭化水素 を産生。強酸化剤と反応。 水と湿気とゆっくり反応し 臭化水素とシアン化水素を 産生する。 水の存在下で多くの金属を 侵す。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
サイトカラシン (A-J)	白色粉末； 融点可変。	摂取、吸入または皮膚からの吸収で毒性。 先天的致死性奇形をおこす可能性あり。		目、皮膚、衣服への接触を避ける；化学級ゴーグルとゴムまたはプラスチック手袋を着用。	強力な酸化剤。	
ジエチルエーテル C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	無色の高揮発性液体 で甘い特徴的臭気； 融点 -116℃ 沸点 34℃； 水にわずかに溶ける。	目、呼吸器管の刺激。 中枢神経系へ影響し 半睡状態、意識障害をおこす事あり。 繰り返し吸入すると習慣性をおこす。	極度に引火性； 引火点 -45℃ 引火範囲 1.7-48%	良く換気された場所に容器を保管；発火源より離す；静電気の放電から避けるため容器にはアースをつける。 ドラフトチャンバー内で作業。 皮膚の脱脂肪を防ぐためニトリル手袋を着用。	空気と光への曝露で爆発性過酸化物を形成。酸化剤、ハロゲンと激しく反応。	
ジメチルアルミン (CH ₃) ₂ NH	無色の揮発性液化ガスで刺激臭； 融点 -93℃ 沸点 7℃； 水と混和できる。	目、呼吸気系に重篤な刺激性；吸入は肺の水腫をおこす。 急激な蒸発は凍瘡をおこす。 溶液は目、皮膚を腐食。	極度に引火性； 引火点 -26℃ 引火範囲 2.8-14% 溶液は高い引火性； 引火点 -18℃	発火源より離す；目に接触したときは直ちに洗浄し医学的助言を求める。 ドラフトチャンバー内で作業。 ニトリル手袋と化学級ゴーグルを着用。	酸化剤と水銀と反応。	
2,4-ジニトロフェニールヒドラジン C ₆ H ₃ (NO ₂) ₂ -NHNH ₂ 1-ヒドラジノ-2,4-ジニトロベンゼン	橙赤色の結晶粉末； 融点 200℃； 水にわずかに溶ける。	皮膚、目の刺激。 摂取、吸入、皮膚への接触により有害。		爆発の危険を低減するため に湿潤に保つ。 粉塵用レスピレーター、ゴムまたはプラスチック手袋、化学級ゴーグルを着用。	酸化剤と還元剤と強く反応する事あり。	

ジオキサン $C_4H_8O_2$ 二酸化ジエチレン	無色の液体で特徴的臭気； 融点 $12^{\circ}C$ 沸点 $101^{\circ}C$	目、呼吸気道の刺激。中枢神経系へ影響をおよぼし頭痛、吐き気、咳、咽喉痛、腹痛、眩暈、眠気、嘔吐、意識障害をおこす事あり。 皮膚をとおして吸収される事あり。 腎臓、肝臓損傷。 ヒトで発ガン性の可能性。	高引火性； 火源による引火も可能；流れ、攪拌、他で静電気電荷が発生。	換気され、作業場の排気のあるところで作業。裸火、火花、喫煙、強酸化剤または熱い表面との接触は禁忌。 充填、放出または取り扱うのに圧縮空気は使用しない；火花の出ない道具を使用。 呼吸器保護具と組み合わせて保護手袋、保護衣、顔面シールドまたは目の保護具を着用。	爆発性過酸化物を形成する事あり。 強酸化剤と濃硫酸と強く反応。ある種の触媒と爆発的に反応。多くのプラスチックを侵す。
エタノール CH_3CH_2OH	無色の揮発性液体でわずかに特徴的臭気； 融点 $-117^{\circ}C$ 沸点 $79^{\circ}C$ ； 水と混和できる。	摂取すると有害。 目に刺激。 中枢神経系へ影響をおよぼす可能性あり。	高引火性； 引火点 $12^{\circ}C$ 引火範囲 3-19%	容器を強固に密閉しておく； 発火源から離しておく。	強酸化剤と激しく反応。
エタノールアミン $H_2NCH_2CH_2OH$ 2-アミノノール	無色の非揮発性粘性液体でアンモニア臭； 融点 $10^{\circ}C$ 沸点 $171^{\circ}C$ ； 水と混和できる。	目、呼吸器系、皮膚の腐食。皮膚過敏症をおこす可能性あり。	引火点 $85^{\circ}C$	ゴムまたはプラスチック手袋、目の保護具を着用。	強酸化剤と反応。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
ホルムアルデヒド溶液 (11-14%にメタノールを含む 37-41%ホルムアルデヒド) HCHO	無色の液体で刺激臭； 沸点 96℃； 水と混和できる。	目、皮膚の重度の刺激； 蒸気への長時間の曝露は喘息様徴候、結膜炎、喉頭炎、気管支炎または気管支肺炎をおこす可能性あり。皮膚接触で過敏症をおこす可能性。不可逆的健康影響のリスクの可能性。 発ガン性の可能性。	引火点 50℃	プラスチックエプロン、ゴムまたはプラスチック手袋、化学級ゴーグルのような保護衣を着用。ドラフトチャンバー内または良好な換気下で作業。	酸化剤、ニトロメタンと強く反応し爆発性産物を発生する。塩酸と強く反応し発ガン性のあるビス(クロロメチル)エーテルを発生する。	濃縮ホルムアルデヒド溶液を 21℃以下に保管すると濁り、21-25℃で保管しななくてはならない。 希釈溶液 (1-5%)、中等度濃度溶液 (5-25%) は高濃度溶液の持つ災害の多くを保持する。
グルタルアルデヒド OHC(CH ₂) ₃ CHO	無色または薄黄色の液体で刺激臭； 融点 -14℃ 沸点 189℃； 水と混和できる。	目、上部呼吸気道の重度の刺激；長時間の吸入による曝露または皮膚への接触は過敏症をおこす可能性あり。		ドラフトチャンバー内または良好な換気下で作業。ゴムまたはプラスチック手袋、目保護具を着用。	酸化剤と強く反応する事がある。	安定性を増すために安定剤を加えた種々な濃度の水溶液として供給される事が多い。
塩酸 (10-37%) HCl 塩化水素	無色の蒸発性液体で刺激臭； 沸点 -121℃； 水と混和できる。	目、呼吸器系、皮膚に腐食性；蒸気を繰り返し吸入すると慢性気管支炎をおこす事がある。		煙霧を吸わない；呼吸器保護具を使用。 目に接触したときは直ちに水で洗浄し医学的助言を求め；皮膚に接触したときは直ちに多量の水で洗浄。 ドラフトチャンバー内で作業。 ゴムまたはプラスチック手袋、目保護具(メガネまたはゴーグル)を着用。	塩基 (固体、高濃度溶液) と激しく反応、固体過マンガン酸カリと爆発的に反応。多くの金属との接触で毒性または爆発性のガスを発生させる。	火炎中で高毒性の煙霧を発生。

過酸化水素 H ₂ O ₂	無色の液体； 融点 -39℃(70%) 沸点 125℃(70%)； 水と混和できる、 種々な濃度の水溶液 で供給。	高濃度(60%)で腐食 性、低濃度(6%)でも 皮膚への接触が長時 間にわたると腐食性。 希釈溶液は目、呼吸 器系、皮膚に刺激性。	酸化剤；可燃性物質 との接触で火災をお こす事がある。	皮膚に接触したときは直ちに大量の水で洗浄。 濃度が20%をこえる場合は ニトリル手袋、目保護具を着 用。	酸化剤と塩基を含む種々の 化学試薬と強く反応。 大部分の金属とその塩、引 火性液体、他の可燃物(紙、 織物)、アニリン、ニトロメ タンを侵す。 例えば真ちゅう、銅、 鉄のような金属性 の容器または機器 を使用しない。
硫化水素 H ₂ S	無色のガスで強い腐 卵臭； 融点 -60℃ 沸点 -85℃	中枢神経系への影響 をおこし、頭痛、め まい、咳、咽喉痛、 吐き気、呼吸困難、 意識障害、死を結果 する事がある。吸入 は肺水腫をおこす事 がある。 目の充血、痛み、重 度の深層火傷。	極度に引火性； 爆発限界 4.3-46%	換気と作業場の排気のある ところで作業。呼吸器保護具 と組み合わせて安全ゴーグ ルまたは目保護具を着用。	強力な酸化剤、強硝酸。 多くの金属とプラスチック を侵す。 臭気は急速に衰微 するから、連続的な ガスの存在への警 告としては信頼で きない。
ヨード I ₂	青黒色の結晶性薄片 で特徴的な臭気； 融点 114℃ 沸点 184℃ ほとんど水に溶けな い。	目、呼吸器系、皮膚 の刺激。繰り返しの曝 露は皮膚の過敏症を おこす。 甲状腺へ影響を及ぼ す事がある。	非可燃性だが他の物 質の燃焼を促進する。 多くの反応が火災ま たは爆発をおこす。 火炎中で刺激性また は毒性の煙霧(または ガス)を発する。	蒸気を吸わない；目への接触 を避ける。ニトリル手袋を着 用。	アルミニウム、カリウム、 ナトリウムを含む金属、エ タノール/リン混合物、ア セチレン、アンモニアと激 しく反応。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
水銀 Hg	重い銀白色液体； 融点 -39℃ 沸点 357℃； 水に不溶。	皮膚を通して吸収される可能性あり。 繰返しの曝露は腎臓、中枢神経系に影響をおよぼし、嘔吐、下痢、頭痛、吐き気、歯肉腫脹、歯のぐらつきをおこす。	非可燃性。 火炎中で刺激性または毒性煙霧を発する。	容器を強固に密閉する。 ドラフトチャンバー内または良好な換気下で作業。漏出を防ぐ。厳密な衛生を守る。 ニトリル手袋を着用。	アセチレン、雷酸。 アンモニア、アザイド、エチレンオキシドと反応し爆発性の物質を産生。 臭素と激しく反応。多くの金属とアマルガムを形成。	容器に貯蔵し、こぼれを入れる溢水受けトレイを使用；こぼれた小滴は、ポンプにつながつた毛細管をつけた吸入用小瓶へと吸引；こぼれた場所では亜鉛微粉で処理してアマルガムを形成させる。
メタノール CH ₃ OH	無色の揮発性液体で特徴的臭気； 融点 -98℃ 沸点 65℃； 水と混和できる。	中枢神経系へ影響して、意識障害をおこす；粘膜刺激。慢性曝露は網膜、視神経に障害をおこす。 長時間の皮膚接触は皮膚炎をおこす事あり。皮膚を通して吸収される可能性あり。	高引火性； 引火点 -16℃ 引火範囲 7-37%	容器を強固に密閉する；発火源より離す。 蒸気の吸い込み、皮膚への接触を避ける。 ドラフトチャンバー内または良好な換気下で作業。ゴムまたはプラスチック手袋、目保護具を着用。	酸化剤と強く反応する事あり。マグネシウムまたは臭素との反応は激しく、強酸化剤またはナトリウム・クロホルムとの反応は爆発性の可能性あり。	
ナフチルアミン (α 、 β) C ₁₀ H ₉ N N-フェニール- α -ナフチルアミン、N-フェニール- β -ナフチルアミン	白ないし桃色の結晶で特徴的臭気； アルファー： 融点 50℃ 沸点 301℃； ベータ： 融点 113℃ 沸点 306℃； 水に難溶性であるが塩酸塩は水溶性。	両型とも吸入、摂取、皮膚接触により高度に毒性である。 ヒトに発ガン性で膀胱ガンをおこす。 実験的に突然変異原性、奇形原生。 皮膚を通して吸収される。	可燃性	すべての曝露を避ける；適切な保護衣を着用。 ドラフトチャンバー内かフード内、または排気換気下で作業。		使用は多くの国において禁止または法的に規制されている。

ニンヒドリン $C_9H_6O_4$	薄黄色の固体、241℃で融解する前に分解。 ブタノール中の0.5%溶液をエアロゾルスプレー缶として供給；水に溶解。	摂取、吸入で有害。 目、呼吸器系、皮膚に刺激。 繰り返しの曝露は皮膚過敏症をおこす。	引火性、可燃性固体； 引火点 39℃	スプレーまたは蒸気の吸入と目への接触を避ける。 ゴムまたはプラスチック手袋、化学級ゴーグルを着用。	皮膚に付くと持続性の紫色のしみができ る。
硝酸 (50-70%) HNO_3	無色または薄黄色の発煙性液体； 融点 -42℃ 沸点 83-121℃； 水と混和できる。	腐食性；目、皮膚に重度の火傷をおこす。 蒸気の吸入は肺水腫をおこす事あり。	酸化剤；可燃性物との接触は火災をおこす可能性あり。火災中で毒性煙霧を発生する。	蒸気を吸わない；呼吸器保護具を使用。目に接触したときは直ちに洗浄し医学的処置を求める；皮膚に接触したときは直ちに洗い落とす；汚染衣服を脱ぐ。PVC 手袋、プラスチックエプロン、化学級ゴーグルを着用。ドラフトチャンバー内で作業。	酢酸、クロム酸、青酸、ア ニリン、炭素、硫化水素、 塩基、金属、他の多くの物 質。 濃硝酸は他のどんな 化学物質よりも危険 な反応をおこす。
ニトロベンゼン $C_6H_5NO_2$	薄黄色の油性液体で 特徴的臭気； 融点 6℃ 沸点 211℃	チアノーゼ、肝障害 を伴うメトヘモグロ ビン血症；症状とし て唇または爪の蒼白 色、青い肌色、眩暈、 吐き気、無力感、意 識障害等が見られる。 皮膚を通して吸収さ れる。	可燃性；火災、爆発 の危険性； 引火点 88℃	換気され、作業場の排気のあ るところで、または呼吸器保 護具を用いて作業。 保護手袋、保護衣、安全ゴー グルを着用。	燃焼で窒素酸化物を含む腐 食性煙霧を形成。 強酸化剤、還元剤と激しく 反応し火災と爆発災害を生 じる。多くのプラスチック を侵す。 多くの有機、無機化合物に より、爆発性（熱に不安定 性の）物質または混合物を 形成。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
四酸化オスミウム OsO ₄	薄黄色の結晶で刺激臭； 融点 40℃ 沸点 130℃； 沸点以下で昇華；水に溶解。	吸入、摂取、皮膚接触で高度毒性、重度の火傷と刺激をおこす。蒸気、固体、溶液は皮膚と呼吸気道に腐食性。吸入により肺に水腫をおこす事あり。	強力な酸化剤。 非可燃性だが他の物質の燃焼を高める。	容器を強固に密閉し、良く換気された場所におく。 固体、溶液はドラフトチャンパーまたはフード内で作業。 化学級ゴーグルと保護手袋を着用。溶液を作製するときには必要量の水に未開封アンブルを入れ栓をし、振ってアンブルを割る。		
シュウ酸 HO ₂ CCO ₂ H	無色の結晶；水に溶解； 融点 190℃、分解する。	皮膚接触または摂取すると有害。粉塵は呼吸気道、目を刺激。溶液は目を刺激。皮膚に火傷をおこす。	可燃性。火炎中で刺激性または毒性煙霧（またはガス）を放出する。	皮膚、目への接触を避ける； 目保護具と手袋を着用。	酸化剤；銀、水銀とそれらの化合物も。	
酸素 O ₂	無色の圧縮ガス； 融点 -218.4℃ 沸点 -183℃	高濃度の時、呼吸気道に刺激。	非可燃性だが他の物質の燃焼を高める。 加熱は容器内の圧を高め破裂の危険性をもたらす。	裸火、火花、喫煙禁忌、可燃物との接触禁忌。	強酸化剤で、可燃物質と還元剤と反応して、火災と爆発の災害を生ずる。 油、グリース、水素、引火性の液体、固体、ガスと反応。	
過塩素酸 HClO ₄	無色の液体； 水と混和できる。	腐食性；目、皮膚に、また摂取された場合、重度の火傷をおこす。 蒸気は目、皮膚、呼吸気管に腐食性。 吸入により肺に水腫をおこす可能性あり。	強力な酸化剤。 非可燃性だが他の物質の燃焼を高める。	蒸気の吸入、その他の曝露を避ける；ニトリル手袋、目、顔面保護具を含む保護衣を着用。温度の高い溶液はドラフトチャンパーまたはフード内で作業。	可燃物、還元剤；無水酢酸、ピスマスとその合金、アルコール、金属、紙、木、その他の有機物質。	強力な酸化剤；多くの無機、有機物との接触で爆発性産物を形成；汚染された木の床、ベンチ他は衝撃で爆発する可能性あり。

フェノール C ₆ H ₅ OH	無色または薄桃色の結晶で特徴的臭気；融点 41℃；沸点 182℃；水に溶解。	結晶や蒸気は目、皮膚、呼吸気道に腐食性で重度の火傷をおこす；皮膚を通して吸収。中枢神経系の障害、昏睡。腎臓、肝臓の損傷。症状には腹痛、嘔吐、下痢、皮膚の刺激、目の痛み等がある。希溶液との長時間接触は皮膚炎をおこす。	引火点 80℃ 引火範囲 1.7-6%	蒸気を吸入しない；呼吸器保護具を使用。目、皮膚への接触を避ける。 ドラフトチャンバー内で作業。ニトリル手袋、目保護具を着用。目に接触したときは直ちに水で洗浄し医学的助言を求め；皮膚に接触したときはどんな汚染衣服でも脱ぎ、汚染場所をグリセロール、ポリエチレングリコール 300 または液体ポリエチレングリコール (70%) と変性アルコール (30%) の混合物でふき取り、更に水で洗い流す。	酸化剤と反応し火災、爆発の災害をおこす。
リン酸 H ₃ PO ₄	無色の粘性液体または吸湿性の白色結晶；融点 42℃；沸点 213℃以下で分解；水に溶解。	腐食性；皮膚、目に火傷をおこす。	多くの金属を侵し水素を産生。 火炎中で毒性煙霧を発生する。	目に接触したときは水で洗浄し医学的助言を受ける。 ニトリル手袋、目保護具を着用。	
五酸化リン P ₂ O ₅	吸湿性の白色結晶または粉末；融点 340℃；昇華点 360℃	目、皮膚、呼吸気道に腐食性で咽喉痛、咳嗽、焼ける感覚、呼吸促進をおこす；皮膚火傷、痛み、水疱、目の火傷。 吸入により肺に水腫をおこす事あり。 摂取は腹部痙攣、焼ける感覚、下痢、咽喉痛、嘔吐をおこす事あり。	非可燃性だが他の物質の燃焼を高める。多くの反応が火災または爆発をおこす。 火炎中で刺激性または毒性煙霧（またはガス）を発生する。	作業場の排気防護下に作業。 呼吸器保護具と組み合わせて保護手袋、保護衣、顔面シールドまたは目保護具を着用。	水溶液は強酸性；塩基と激しく反応し、腐食性である。 過塩素酸と激しく反応し火災、爆発災害を生ずる。水と激しく反応してリン酸を形成。 水の存在下で多くの金属を侵す。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
ピクリン酸 $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$ 2,4,6-トリニ トロフェノール	黄色の結晶 水で湿すかアルコー ルに溶解; 融点 122°C ; 水にわずかに溶解。	摂取、吸入または皮 膚接触で毒性。摂取 は頭痛、吐き気をお こす。目の刺激。	乾燥状態で爆発性。	常時水で湿らせておくかア ルコール溶液内でのみ使用。	多くの金属と塩類を形成し、 これ等の塩類は酸そのもの よりもさらに爆発性である。 コンクリートとの接触でピ クリン酸カルシウムを形成 し、それは摩擦感受性の爆 発性である。還元剤と強く 反応する可能性あり。	皮膚に黄色のしみ。
水酸化カリウム KOH	白色の薄片、粉末、 ベレットまたは棒状; 融点 360°C 沸点 1320°C ; 水に高度可溶性。	呼吸器系、目、皮膚 に腐食性;微粉の吸 入で肺水腫をおこす 事あり。		目に接触したときは直ちに 水で洗浄し医学的助言を求 める;皮膚に接触したときは 直ちに洗浄する;汚染衣服を 脱ぐ。 希溶液についても、ゴムまた はプラスチック手袋、目保護 具を着用。	酸、ニトロベンゼン、他の 多くの洗浄剤と激しく反応。 水と混合すると大量の熱を 放出する;密封した容器で 保管。	湿気があるといくつ かの金属(アルミニ ウム、亜鉛、錫)を 侵す。
過マンガン酸カ リウム KMnO_4	紫色の結晶; 融点 240°C (分解); 水に容易に溶ける。	飲み込みまたは微粉 の吸入で腐食性。 目、呼吸気道に極度 の刺激、微粉の吸入 は肺水腫をおこす可 能性あり。	強力な酸化剤;可燃 性を発火させる事 あり。	微粉が産生されている時は 保護衣、目保護具、微粒子レ スピレーターを着用。	広範囲の無機、有機化合物 または粉末金属との混合で 激しくまたは爆発的に反応 する。	
重テール酸カリ ウム K_2TeO_3	白色の潮解性結晶; 水に非常に良く溶け る。	摂取、微粉の吸入は 有毒。 皮膚、目の炎症。		保護衣を着用。		

プロパン-2-オール (CH ₃) ₂ CHOH イソプロパノール	無色の液体でアルコール臭； 融点 -89℃； 沸点 82℃； 水と混和できる。	目、呼吸気管の刺激。 中枢神経系へ影響して頭痛、眩暈、吐き気、嘔吐、昏睡をおこす事あり。	高度に引火性； 発火点 112℃ 引火範囲 2.3-12.7%	容器を強固に密閉する；発火源より離す。 ドラフトチャンバー内で作業。 ニトリル手袋、目保護具を着用。	空気、光への長時間曝露で酸化剤と強く反応し不安定な過酸化物を形成する。 液は引火性災害であるから、発火源の近くで使用すべきではない。
ビリジン C ₅ H ₅ N	無色の液体で特徴的臭気； 融点 42℃ 沸点 115℃	中枢神経系へ影響して眩暈、頭痛、吐き気、呼吸促進、意識障害をおこす。 皮膚から吸収され、発赤、やける感覚をおこす。摂取で腹痛、下痢、嘔吐、衰弱感をおこす。 繰り返しの曝露で肝臓、腎臓に影響。	高引火性； 引火点 20℃ 爆発範囲 1.8-12.4%。 火炎中で刺激性または毒性煙霧（または蒸気 / 混合物は爆発性。	換気され、作業場の排気のあるところで、または呼吸器保護具をして作業；手袋、保護衣を着用。	強酸化剤、強酸と激しく反応。
セレンウム Se	様々な形状の、無臭の固体、暗赤色から青黒色の無定型固体または赤色透明結晶または金属性灰色から黒色の結晶； 融点 170-217℃ 沸点 685℃	皮膚、目に刺激。 微粉の吸入は肺水腫をおこす可能性あり。 繰り返し曝露は爪の喪失、胃腸への影響をおこす。	可燃性。火炎中で刺激または毒性煙霧（またはガス）を発生する。	微粉の飛散を防ぐ。衛生を厳密に守る。 作業場の排気のあるところで作業。保護手袋、保護衣、安全メガネを着用。	酸化剤、強酸と激しく反応。 50℃で水と反応し引火性の水素、重セレン酸を形成。 リンやニッケル、カリウム、ブラチナ、ナトリウム、亜鉛のような金属との緩やかな加熱で白熱光を発生して反応する。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
銀 Ag	白色の金属でオゾン、硫化水素または硫黄に曝露されると薄黒くなる； 融点 962℃ 沸点 2212℃	大量の金属銀蒸気の吸入で肺水腫になり肺に障害をおこす可能性あり。 長期間または繰り返しは緑で目、鼻、のど、皮膚が灰青色に変色する事がある。	粉末以外は非可燃性。	作業場の排気のあるところ で作業。粉末や煙霧を扱う場合は、呼吸器保護具と組み合わせ、安全メガネまたは目保護具を着用。	アセチレン、アンモニウム化合物、硝酸、酒石酸とは配合禁忌。	
硝酸銀 AgNO ₃	白色の結晶； 融点 212℃ 沸点 444℃； 水に溶解。	目、皮膚に重度の刺激と火傷。摂取により腐食性。 長期または繰り返しは緑の露で皮膚の赤ー青の変色をおこす（銀中毒）。	非可燃性だが他の物質の燃焼を高める。	微粉の飛散を防止。 衛生を厳密に守る。 呼吸器保護具と組み合わせ、ゴムまたはプラスチック保護手袋、顔面シールドまたは目保護具を着用。 目に接触したときは水で洗 浄し医学的助言を求める。	アンモニア溶液は塩基またはグルコースの存在下で爆発性のある銀重硝酸塩を沈澱させる。エタノールと反応して爆発性産物を形成し、アクリロニトリルと反応して爆発的重合をおこす事がある。 炭、マグネシウム、リンまたは硫黄と混合すると爆発の点火をおこす事がある。	
アジ化ナトリウム N ₃ Na	無色の結晶固体； 融点 300℃； 水に溶解。	摂取、吸入、皮膚への接触で高度に毒性； 火傷をおこす事あり。 微粉と溶液は目、皮膚に刺激性；皮膚を通して吸収される事あり。	融点以上の加熱で爆発的に分解。 加熱で毒性煙霧を発生する；消火に水の使用は禁忌。	皮膚に接触したときは直ちに洗淨。微粉を吸入しない。 ゴムまたはプラスチック手袋、目保護具を着用。	臭素、二硫化炭素または塩化クロムと爆発的に反応。 固体は銅、鉛、水銀を含む重金属と反応し爆発性金属アザイド塩を形成。酸との接触で、高毒性で爆発性のガスを発生する。	

重セレン酸ナトリウム NaHSeO ₃	無色、白色の結晶粉末； 水に溶解。	微粉の摂取、吸入は有毒；蓄積影響により危険の可能性あり。 実験的には奇形原性。 長時間の皮膚接触は皮膚炎をおこす。	保護衣を着用。	酸化剤。
シアン化（青酸）ナトリウム NaCN	白色の結晶粉末； アーモンド臭； 融点 563℃ 沸点 1496℃； 高度に水溶性。	摂取、吸入、皮膚への接触で極度に毒性；目に重度の刺激。 皮膚を通して吸収の可能性。 繰り返しての曝露は甲状腺に影響の可能性。	微粉を吸入しない；呼吸器保護具を使用。目、皮膚との接触を避ける；皮膚に接触したときは水で洗浄し汚染した衣服を脱ぐ。 化学級ゴージャル、ゴムまたはプラスチック手袋を着用。 安全に鍵のかかる、換気された貯蔵所におく。	酸または溶解した二酸化炭素を含む水との接触で極めて毒性の高いシアン化水素（HCN）ガスを遊離。亜硝酸塩と爆発性の混合物を形成する事あり。 漏出した溶液は漂白剤粉末（次亜塩素酸ナトリウム）で処理し24時間放置する。 漏出した固体は注意深く掃き、漂白剤粉末をのかした水溶液に入れる；24時間放置し、捨てる。 シアン化物解毒剤キットを実験室で利用できる状態にしておく。
水酸化ナトリウム NaOH	無色の薄片、粉末、ペレットまたは棒状； 融点 318℃ 沸点 1390℃； 水に溶解。	固体と濃度溶質。微粉の吸入は呼吸道の障害、肺水腫をおこす事あり。摂取による腐食性。希溶液は目に刺激性、または目の長時間の接触で重度の障害をおこす。	目に接触したときは直ちに洗浄し医学的助言を求める；皮膚に接触したときは直ちに水で洗浄し汚染した衣服を脱ぐ。希溶液でもゴムまたはプラスチック手袋、目保護具を着用。	水と混合すると大量の熱を放出。クロロホルム－メタノール混合物、強酸と強く反応。

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
次亜塩素酸ナトリウム溶液（有効塩素 10-14%） NaOCl	無色または薄黄色の溶液で塩素臭；水と混和できる。	目、皮膚に腐食性；摂取で腐食性、呼吸気道への腐食性；吸入は肺水腫をおこす事あり。繰り返しの曝露は皮膚過敏症をおこす。	強酸化剤。火災中で毒性煙霧を発生する。	目に接触したときは直ちに水で洗浄し医学的助言を求め；皮膚に接触したときは直ちに洗浄。蒸気を吸入しない；呼吸器保護具を着用。換気の良い場所で作業。ゴムまたはプラスチック手袋、化学級目保護具を着用。	酸との接触で高毒性ガスを遊離。可燃性物、還元性化合物と強く反応する事あり。窒素化合物と反応し、爆発性の N-クロロ化合物を形成する事あり；メタノールと激しく反応する事あり。	保管中に徐々に塩素を失う；消毒薬として使用する希溶液は急速に劣化する。換気の良い冷暗所に酸と離して保管。
硫酸 H ₂ SO ₄	無色、無臭の粘性液体； 融点 10℃ 沸点(分解) 340℃	高濃度溶液 (15%) は腐食性で重度の火傷をおこす；煙霧、蒸気は吸入すると高度に腐食性；希溶液は目、皮膚に刺激性；火傷と皮膚炎をおこす。	火炎中で毒性煙霧を発生。非可燃性。多くの反応で火災または爆発がおこる。水による希釈で熱が発生し、はねとばし、または沸騰がおこる。必ず酸を水に加える、決して水を酸に加えてはならない。	目に接触したときは直ちに洗浄し医学的助言を求め；皮膚に接触したときは直ちに洗浄し汚染衣服を脱ぐ。二トリル手袋、目、顔面保護具を着用。 引火性物質と接触させない。	強力な酸化乾燥剤で、有機窒素化合物、過マンガン酸カリウム、アルカリ金属、過塩素酸塩、可燃性物質、酸化剤、アミン、塩基、水、過剰な熱、大部分の金属を含む多くの試薬と激しく反応。	高濃度酸を水に加えると局所的な沸騰がおこる事あり。

テトラヒドロフラン	無色の液体で特徴的臭気； 融点 -108.5℃ 沸点 66℃。	中枢神経系に抑制作用があり麻酔状態をおこす。 目、皮膚、呼吸器に刺激性。	高引火性；爆発性の過酸化物を形成する事あり； 引火点 -14℃ 水はテトラハイドロフランが関係する火災の消火に効果が無いが、火災に曝露された容器の冷却に使用できる。	換気され、作業場の排気のあるところ、または呼吸器保護具着用下に、保護手袋、安全メガネで作業。	強酸化剤、強塩基、いくつかの金属ハロゲン化合物と激しく反応し、火災、爆発災害を生ずる。 いくつかの形状のプラスチック、ゴム、コーティングを侵す。テトラハイドロフランは陽イオン起爆剤の存在下で重合する。水酸化カルシウムの還流で爆発をおこす事がある。
酢酸タリウム $\text{TiCl}_2\text{H}_3\text{O}_2$	白色の潮解性結晶； 融点 110℃ 水に非常に良く溶解。	累積効果の可能性のある摂取で極度に毒性。神経、心臓血管系に影響をおよぼす。 目、皮膚接触で有害。		容器をしっかりと密封する。 ドラフトチャンバー内、フードまたは排気換気下で作業。 粉塵レスピレーター、化学級ゴーグル、ゴムまたはプラスチック手袋、目保護具を含む保護衣を着用。	
オルトリジン $[\text{C}_6\text{H}_3-(\text{CH}_3)_4\text{N}_2]$ 3,3'-ジメチル- (1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジ ア ミン	無色の結晶； 融点 131℃ 沸点 200℃； 水にわずかに溶解。	皮膚接触または摂取で有害。微粉は呼吸気道、目に刺激。ヒトに発ガン性の可能性。	可燃性。火炎中で刺激性または毒性の煙霧（またはガス）を発生する。	接触を避ける；目保護具、手袋を着用。	酸化剤

化学物質	物質としての性質	健康上の災害	火災への災害	安全上の予備的注意	禁忌の化学物質	他の災害
トルエン C ₇ H ₈ メチルベンゼン	無色の液体で特徴的臭気； 融点 -95℃ 沸点 111℃； 水と混和できない。	中枢神経系に抑制作用。目、粘膜、皮膚に刺激。繰り返しの曝露でヒトの生殖、発育に毒性。	高引火性；蒸気は閃光火災をおこす； 引火点 4℃； 引火範囲 1.4-7% 小火災の消火手段； 乾燥化学物質、二酸化炭素、泡、水霧、不活性ガス（窒素）。	容器を強固に密閉する；発火源より離す；静電気放電から保護するために容器をアースする。蒸気を吸わない；呼吸器保護具を使用。ドラフトチャンバー内または良く換気された場所で作業。ニトリル手袋を着用。	強酸、強アルカリ、酸化剤と反応。	
トリクロロ酢酸 CCl ₃ COOH	白色の吸湿性結晶で刺激臭； 融点 58℃ 沸点 197.5℃； 水、エタノール、ジエチルエーテルに溶解。	腐食性；目、皮膚、呼吸気管に重度の火傷をおこす。	非可燃性。火炎中で毒性煙霧を発する。	目、皮膚との接触を避ける；呼吸器保護具と組み合わせてゴムまたはプラスチック手袋、化学用ゴーグルまたは顔面シールドを着用。目に接触したときは、直ちに洗浄して医学的助言を求める。	銅/ジメチルスルフォキシド混合物および塩基、強酸化剤、鉄、亜鉛、アルミニウムのような金属との接触で激しく反応。	乾燥した場所に保管。 高濃度水溶液は激しく分解。
トリクロロエチレン CHClCCl ₂	無色の液体で特徴的臭気； 融点 -73℃ 沸点 87℃	目、皮膚の炎症；長期の曝露で皮膚炎をおこし、中枢神経系への影響で記憶を失う事がある。肝臓、腎臓に影響する事あり。ヒトに発ガン性の可能性。	特定の条件下で可燃性。	換気され、作業場の排気のあるところで作業。呼吸器保護具と組み合わせて手袋、安全メガネまたは他の目保護具を着用。	高温表面または火炎との接触で分解して毒性のある腐食性ガス（フォスゲン、塩化水素）を形成。強アルカリとの接触で分解してジクロロセチレンを産生；アルミニウム、バリウム、マグネシウム、チタニウム等の金属粉末と激しく反応；湿気の下に光でゆっくり分解し塩酸を形成。	

キシレン（異性体の混合物） $C_6H_4(CH_3)_2$ ジメチルベンゼン	無色の液体で芳香臭； 融点 $-95^{\circ}C$ から $-13^{\circ}C$ ； 沸点 $136-145^{\circ}C$ ； 水に不溶。	中枢神経系へ影響して、頭痛、眩暈、疲労、吐き気をおこす事あり。 液体、蒸気は目、皮膚、粘膜、呼吸気道に刺激。摂取すると有害。長期の皮膚接触は皮膚の脱脂をおこす事あり。非特異的神経学的障害。曝露は騒音曝露でおこる聴力障害を増強する。動物試験でヒトの生殖または発育への毒性を示唆。	引火性液体； 引火点 $27-32^{\circ}C$	目への接触を避ける。 ニトリル手袋、目保護具を着用。容器を強固に密閉する； 発火源より離す。	不純物としてエチルベンゼンを含む。 エチルベンゼンはヒトの発ガン性物質の可能性あり。
---	---	---	--------------------------------	--	---

索引

A

アース欠陥時遮断器 (earth-fault-interrupters) 111
アイソレーター、陰圧柔フィルム (isolators, negative-pressure flexible-film) 61, 62
アイソレーターケージ (isolator cages) 29-31
アジ化物質 (azides) 108, 162
アジ化ナトリウム (sodium azide) 162
アクロレイン (acrolein) 147
網戸、節足動物防護 (screens, arthropod-proof) 32
アニリン (aniline) 148
アンモニア溶液 (ammonia solutions) 147
アンプル、感染性試料の (ampoules of infectious materials)
開封 74
保存 74
安全保障対策 (security precautions) 14, 127
安全機器、「機器、安全」参照
安全眼鏡 (spectacles, safety) 65
安全点検リスト (safety checklist) 125-131
アレルギー、ラテックスの (allergy, latex) 66
アルコール (alcohols) 87
アルコール基剤手指擦り込み剤 (alcohol-based hand rubs) 88-89, 91
アセチレン (acetylene) 147
亜セレン酸ナトリウム (sodium biselenite) 163
アセトアルデヒド (acetaldehyde) 146
アセトン (acetone) 147
アセトニトリル (acetonitrile) 147
亜テルル酸カリウム (potassium tellurite) 160

B

バイオハザード警告標識 (biohazard warning sign) 9, 10, 20, 29
バイオセーフティ (biosafety)

管理 11-12
実験室バイオセキュリティとの対比 47
バイオセーフティ委員会 (biosafety committee) 118
バイオセーフティ管理者 (biosafety officer) 17, 117-118
バイオセーフティレベル (biosafety levels) 1
動物施設 (ABSL) 28
施設基準 3
リスク群分類とバイオセーフティ 1-3
バイオセーフティレベル1 (Biosafety Level 1)
1, 3, 9-19
動物施設 29
実験室の設計 12-14
実験室安全調査書式 37-40
健康と医学的管理 16
「基本実験室」も参照
バイオセーフティレベル2 (Biosafety Level 2)
1, 3, 9-19
動物施設 29-30
実験室の設計 12-14, 15
実験室安全調査書式 41-42
健康と医学的管理 16
「基本実験室」も参照
バイオセーフティレベル3 (Biosafety Level 3)
1, 3, 20-24
動物施設 30-31
実験室の設計 20-22
実験室安全調査書式 43-44
「封じ込め実験室」も参照
バイオセーフティレベル4 (Biosafety Level 4)
1, 3, 25-27
動物施設 31
実験室の設計 25-27
「高度封じ込め実験室」も参照
バイオセキュリティ (biosecurity) 47-48
培養攪拌器、振とう器、攪拌器 (culture stirrers, shakers, agitators) 142

爆発性化学物質 (explosive chemicals) 108, 144
ベクター (vectors) 102
ベンチジン (benzidine) 149
ベンゼン (benzene) 148
微小焼灼装置 (microincinerators) 62, **64**
防護服 (protective clothing) 64-65
「個人用防護具と防護服」参照
BSC 「生物学的安全キャビネット」参照
ブンゼンバーナー (Bunsen burners) 70, 71
ブレンダー (blenders) 64, 73

C

超遠心機 (ultracentrifuge) 142
超音波洗浄器 (ultrasonic cleaners) 142
聴力保護 (hearing protection) 111
調査、実験室安全 (survey, laboratory safety) 36-37
書式 37-44
注射器 (syringes) 11, 18
注射針、皮下 (needles, hypodermic) 11, 75, 141

D

大腸菌 K-12 101
第4級アンモニウム化合物 (quaternary ammonium compounds) **88**
ダニ (mites) 32
電気災害 (electrical hazards) 19, **111**, 144
安全点検リスト **128-129**
電力供給 (electricity supply) 14, 27
伝染性海綿状脳症 (transmissible spongiform encephalopathies, TSE) 76
デシケーター (desiccators) 142
銅 (copper) 151
ドア (doors)
実験動物施設 29
実験室 13, 21, 25, 26
動物 (animals)
死体の処理 30
非実験的 10, 29
遺伝子改変、およびノックアウト **102-103**

E

エアロック (airlocks) 26, 27, 31
エアロゾル (aerosols)
発生源となる操作 51
安全キャビネットとエアロゾル 15, 51
ピペット操作とエアロゾル 63
感染性の可能性のあるエアロゾルの漏出 80
安全機器とエアロゾル 61
衛生施設 (sanitation facilities) 126
鋭尖物品 (sharps) **18**
実験動物施設 30
傷害を避ける 66, 72, 75
廃棄容器 18, 62
塩化水素 (hydrogen chloride) 154
焰光分光光度計 (flame photometer) 144
塩酸 (hydrochloric acid) 154
遠心器 (centrifuges) **72-73**, 142
遠心管の破損 80-81
封じ込め付属品 22
不適切な使用 144
塩素 (chlorine) **84-85**, 150
塩素を放出する化合物 (chlorine-releasing compounds) 84-86
エプロン (aprons) 64, 65
エタノール (エチルアルコール) (ethanol, ethyl alcohol) 88, 153
エタノールアミン (2-amino-ethanol) 153
エタノールアミン (ethanolamine) 153
エーテル (ethers) 108

F

フェニルナフチルアミン (N-phenyl- α -naphthylamine, N-phenyl- β -naphthylamine) 156
フェノール (phenol) 159
フェノール化合物 (phenolic compounds) 87-88
普遍的注意 (universal precautions) 75-76
封じ込め実験室 (containment laboratory)、バイオセーフティレベル3 1, 3, **20-24**
操作原則 20
設計と設備 21-22, 23
機器 22

健康と医学的管理 22, 24
安全調査書式 43-44
封じ込めレベル (containment levels)
実験動物施設 28
「バイオセーフティレベル」も参照
負傷 (injuries)
実験動物施設職員 30
緊急時対応 80
予防 72
二人作業原則 (two-person rule) 25, 31

G

顔面保護 (face protection) 10, 65
顔面保護具 (face shields, visors) 10, 65
ガラス (glass) 75
破損ガラス容器の取り扱い 80, 81, 95
使用に先立っての注意 72, 75
ガス (gas, ~es)
加圧ガスと液化ガス 109, **128**
実験室への供給 14
ガウン (gowns) 64, 65
技術管理業務 (engineering services) **119**
銀 (silver) 162
GMO
「遺伝子改変生物」参照
ゴーグル (goggles) 65
五酸化リン (phosphorus pentoxide) 161
グルタルアルデヒド (glutaraldehyde) 87, 155
逆流防止 (backflow prevention) 14, 22

H

裸火 (flames, open) 58, 70
排気 (exhaust air)
実験動物施設 29
生物学的安全キャビネット 21, 26, 51, 52-55, 56, 57
封じ込め実験室 21, 22
高度封じ込め実験室 26-27
廃棄物 (waste) **17-19**
実験動物施設 30, 31
バイオセーフティレベル4 27
汚染除去 18, 22

処分 18-19, 22, 93
無脊椎動物施設 32
プリオン汚染廃棄物 77
放射性廃棄物 114
排泄物、標準的注意 (excreta, standard precautions)

75-76

排水、汚染 (effluents, contaminated) 11, 27
排水設備、封じ込め (drains, containment) 27
履物 (footwear) 10, 20, 25, 65
針刺し傷害、避ける事 (needle-stick injuries, avoiding) 72
発現ベクター (expression vectors) 102
発現系、生物学的 (expression systems, biological) 102

HEPA フィルター (HEPA filters see high-efficiency particulate air filters)

実験動物施設 29
生物学的安全キャビネット 51-52, 53-54, 55
バイオセーフティレベル3 21, 22
バイオセーフティレベル4 26, 27
プリオン汚染 77

ヒドラジノジニトロベンゼン (1-hydrazino-2,4-dinitrobenzene) 152

皮膚 (skin)

接触 71
刺傷、切傷、擦過傷 80
「負傷」も参照

飛散物シールド (spatter shield) 62

補助職員 (support staff) **119**

ホモジナイザー (homogenizers) 64, **73**, 142

ホルマリン (formalin) 87, 88

ホルムアルデヒド (formaldehyde) **86-87**, 89, 154

放射領域 (radiation area) 113

放射性廃棄物 (radioactive waste) 114

放射性核種 (radionuclides)

生物学的安全キャビネット 57

安全作業原則 **113-114**

代替法 113

放射線、電離 (radiation, ionizing) **111-114**

有害効果 111

防護の原則 112-113

安全点検リスト **131**

作業台領域 114

放射線災害標識 (radiation hazard symbol)
113, 114

保障期間 (warranty periods) 33

保守点検職員 (maintenance personnel) 119

包装システム (packaging systems) 96, 97

保存、保管 (storage)

感染性試料のアンブル 74-75

化学物質 107

加圧ガスと液化ガス 109, 128

施設、安全点検リスト 125

引火性液体 128

スペース、実験室 12

漂白剤 / 次亜塩素酸ナトリウム (bleach/sodium
hypochlorite) 84-85, 89, 164

標準的注意 (standard precautions) 75-76

I

一次封じ込め (primary containment)

バイオセーフティレベル4 25-26

一次封じ込め (primary containment) 25-26

遺伝子導入 (gene transfer) 102

遺伝子改変動物 (transgenic animals) 102-
103

遺伝子改変生物 (genetically modified organisms,
GMOs) 101-104

その他の考慮 104

リスク評価 103-104

型別 102-103

遺伝子改変植物 (transgenic plants) 101, 103

遺伝子操作 (genetic engineering) 101

陰圧柔フィルムアイソレーター (negative-
pressure flexible-film isolators) 61, 62

引火性液体の保管 (flammable liquid storage)
128

飲食 (drinking-eating) 11, 13, 30, 71

移植ループ (transfer loops)

使い捨て式 16, 62, 64

微小焼灼器 62, 64

安全な使用法 70

イソプロパノール (イソプロピルアルコール)
(isopropanol; isopropyl alcohol) 88, 161

J

次亜塩素酸カルシウム (calcium hypochlorite)
85

次亜塩素酸ナトリウム (漂白剤) (sodium
hypochlorite, bleach) 84-85, 89, 164

ジエチレンオキサイド (diethylene oxide) 165

ジエチルエーテル (diethyl ether) 152

実験動物施設 (animal facilities) 10, 28-32

バイオセーフティレベル1 29

バイオセーフティレベル2 29-30

バイオセーフティレベル3 30-31

バイオセーフティレベル4 31

封じ込めレベル 28

無脊椎動物 32

実験動物施設バイオセーフティレベル (ABSL)
28

実験衣 (laboratory coats) 64, 65

実験室 (laboratory)

バイオセーフティレベル、「バイオセーフティ」参
照

バイオセキュリティ 47-48

検証 36-37

運営管理 33-35

構内、安全点検リスト 125

安全調査書式 37-44

基本機能、安全点検リスト 126-127

技術 69-78

作業区域 11

「基本実験室」「封じ込め実験室」「高度封じ込め
実験室」も参照

実験室管理者 (laboratory director) 11, 117

実験室監督者 (laboratory supervisors) 11, 117

訓練上の役割 17, 120

実験室 / 施設運営管理 (commissioning,
laboratory/facility) 33-35

事故 (accidents) 11

機器関連 144

応急手当、負傷、漏出の各項も参照

ジクロロシアヌル酸ナトリウム (sodium
dichloroisocyanurate) 85-86, 89, 164

ジメチルアミン (dimethylamine) 152

ジメチルベンゼン (dimethylbenzene) 167

ジメチル-ビフェニル-ジアミン (dimethyl-
biphenyl-diamine) 165

ジニトロフェニールヒドラジン (dinitrophenyl-
hydrazine) 152
ジオキサン (dioxane) 153
除菌剤 (antimicrobial) 83
重炭酸アンモニウム (ammonium bicarbonate)
91
重炭酸ナトリウム (sodium bicarbonate) 108

K

カバーオール (coveralls) 64, 65
壁 (walls) 12, 21
過塩素酸 (perchloric acid) 108, 158
化学物質 (有害) (chemicals, hazardous) 19,
107-109
生物学的安全キャビネット 56-57
爆発性 108, 144
配合禁忌、一般原則 108, 144
曝露経路 107
安全性点検リスト 130-131
各個薬品 145-167
漏出 108-109
保管 107
毒作用 107
化学殺菌剤 (chemical germicides) 83, 84-89
家具、実験室 (furniture, laboratory) 12
回路遮断器 (circuit-breakers) 111
過マンガン酸カリウム (potassium permanganate)
160
加熱、換気、空調系 (heating, ventilation and air-
conditioning, HVAC) 21
安全点検リスト 126
換気設備 (ventilation systems)
実験動物施設 29, 30, 31
基本実験室 14
点検リスト 126
封じ込め実験室 21
高度封じ込め実験室 26-27
監査 (audit) 36-37
感染性材料 (infectious materials)
オートクレーブ処理の上再使用 18
散乱を避ける事 70
皮膚と眼への接触 71
汚染除去、「汚染除去」参照

処分 18-19, 22
経口摂取 71, 80
安全点検リスト 130
漏出 11, 80, 95
感染性材料の経口摂取 (ingestion of infectious
material) 71, 80
感染性材料の散乱を避ける事 (dispersal of
infectious materials, avoiding) 70
カルボノイミドイルビス (ジメチルベンゼナミン)
(4,4'-carboimidoilylbis;
N,N-dimethylbenzenamine) 148
火災 (fires) 19, 110-111
原因 110, 144
緊急時対応 81
防止と防護チェックリスト 127
過酸化水素 (peroxide) 89, 155
過酸素酸 (peracids) 89
家庭用魔法瓶 (vacuum flasks) 144
警報 (alarms) 21, 60
顕微鏡観察、塗布膜と塗抹 (microscopy, films and
smears for) 75-76
嫌気性広口瓶 / 培養器 (anaerobic jars/incubators)
142, 144
健康診断連絡カード (medical contact card)
22, 24
健康と医学的管理 (health and medical surveillance)
基本実験室 16
点検リスト 129-130
封じ込め実験室 22, 24
検証 (certification)
生物学的安全キャビネット 57
実験室 / 施設 36-37
化粧品 (cosmetics) 11
血清、分離 (serum, separation) 72
血液、標準的注意 (blood, standard precautions)
75-76
基本実験室 (バイオセーフティレベル1, 2) (basic
laboratory) 1, 9-19
化学物質、火気、電気、放射線および機器に関す
る安全対策 19
操作原則 9-12
設計と設備 12-16
機器 14-16
健康と医学的管理 16

- 安全調査書式 37-42
 廃棄物の取り扱い 17-19
 機器 (equipment)
 基本実験室 14-16
 封じ込め実験室 22
 緊急機器 82
 災害を生じる可能性のある機器 141-144
 個人防護、「個人防護具・防護服」参照
 安全 19, 61-66
 緊急時 (emergency) 79-82
 バイオセーフティレベル4 25, 27
 突発事態対応計画 79
 実験室の対応 80-82
 緊急時の行政対応 (emergency services)
 81-82
 緊急機器 (emergency equipment) 82
 気流、一定方向の (airflow, directional)
 警報 21, 60
 動物施設 29, 30, 31
 安全キャビネット 53, 55
 バイオセーフティレベル3 21
 バイオセーフティレベル4 26-27
 キシレン (xylene) 167
 喫煙 (smoking) 11, 30
 高圧蒸気滅菌 (オートクレーブ) (autoclaving)
 18, 91-93
 個人用防護具 / 防護服 (personal protective equipment/clothing) 64-66
 実験動物施設 30, 31
 基本実験室 10-11
 生物学的安全キャビネット 59
 安全点検リスト 129
 封じ込め実験室 20
 高度封じ込め実験室 25, 26
 プリオン 77
 抗菌剤 (antiseptics) 83, 87, 89
 国連危険物輸送専門家委員会 (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods, UNCETDG) 95
 国際航空運送協会 (International Air Transport Association, IATA) 95
 国際民間航空機関 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 95
 国際輸送規則 (international transport regulations) 95
 昆虫、飛翔性 (insects, flying) 32
 コンタクトレンズ (contact lenses) 11
 恒温水槽 (water baths) 143
 高性能粒子吸着空気フィルター (high-efficiency particulate air filters)、「HEPA フィルター」参照
 高度封じ込め実験室 (バイオセーフティレベル4) (maximum containment laboratory, Biosafety Level 4) 1, 3, 25-27
 操作原則 25
 設計と設備 25-27
 組換えDNA技術 (recombinant DNA technology) 101-104
 燻蒸 (fumigation) 89
 訓練 (training) 120-121
 実験動物施設職員 30, 31
 生物学的安全キャビネットの使用 60
 バイオセキュリティ 48
 実験室職員 16
 クラスⅢ安全キャビネット実験室 (class III cabinet laboratory) 25-26
 給排気系制御 26-27
 クロイツフェルトヤコブ病 (Creutzfeldt-Jakob disease, CJD) 76
 クロム酸 (chromic acid) 151
 クロムVI酸化物 (chromium VI oxide) 151
 クロラミン (chloramines) 85, 86
 クロロフォルム (chloroform) 150
 靴 (shoes)、「履物」参照
 給排気系 (air systems)
 安全キャビネット 51-52, 53-54, 55-57
 宇宙服 26
 休憩施設 (rest facilities) 13
 救急箱 (first-aid box) 138
 給水 (water supply) 14, 22
- ## M
- 窓 (windows)
 実験動物施設 29, 31
 無脊椎動物施設 32
 実験室 11, 14, 21
 滅菌 (sterilization) 27, 83-94

前洗浄 84
定義 83
加熱 91-94
プリオン汚染試料 76-75
「汚染除去」「消毒」も参照
目の保護 (eye protection) 10, 65, 71
メタノール (methanol) 156
メチルベンゼン (methylbenzene) 167
無脊椎動物 (invertebrates) 32
無水酢酸 (acetic anhydride) 146

N

ナフチルアミン (naphthylamine) 156
ネジ蓋ビン (bottles, screw-capped) 16, 63
ネジ蓋式試料瓶 (screw-capped bottles) 16, 63
熱 (heat)
消毒と滅菌 91-93
乾熱 91
湿熱 91
ネズミ族制御 (rodent control) 12, 29
ニンヒドリン (ninhydrin) 157
妊娠可能年齢の女性 (women of childbearing age)
16, 129
二酸化塩素 (chlorine dioxide) 86, 150
二酸化ジエチレン (diethylene dioxide) 153
二酸化炭素、固形 (ドライアイス) (carbon
dioxide, solid; dry ice) 149
ニトロベンゼン (nitrobenzene) 157
ノックアウト動物 (knock-out animals) 102-
103

O

応急手当 (first aid) 13, 138
オーラミン (auramine) 148
オルトリジン (o-tolidine) 165
汚染除去 (decontamination)
生物学的安全キャビネット 59, 90
血液 / 体液 76
定義 83
廃液 11, 27
手 90-91
室内環境 89-90

プリオン汚染材料 77
廃棄物 17-18, 22
「清掃」「消毒」も参照
汚染された液体 / 廃液 (contaminated liquids/effluents)
11, 27
汚染材料 (contaminated materials)、「感染性材料」
参照
オートクレーブ (autoclaves) 62, 91-93
実験動物施設 30, 31
設置場所 13, 16, 22, 27
二重ドア通り抜け式 25, 27
燃料加熱圧力釜型 92
重力置換型 91, 92
滅菌物装填 92
前真空型 91-92
使用に関する予防的注意 93
有効性確認 16

P

パラホルムアルデヒド (paraformaldehyde)
86, 89
ピクリン酸 / ピクリン酸塩 (picric acid/picrates)
108, 160
ピペット (pipettes) 15, 70
ピペット操作 (pipetting) 70
ピペットエイド 15, 62, 63, 70
口によるピペット操作 11, 63
ピリジン (pyridine) 161
ポリオウイルス感受性マウス (poliovirus-
susceptible mice) 102-103
プラスミド pUC18 101
プリオン (prions) 76-78
プロパノール (propan-2-ol, 2-propanol) 88,
160

R

ラベル、試料の (labelling, specimen) 75
ラテックスアレルギー (latex allergy) 66
霊長類、ヒト以外 (primates, non-human) 29
冷却施設、節足動物 (chilling facilities, arthropods)
32
冷凍庫 (freezers) 74

- 冷蔵庫 (refrigerators) 74, 114
 連絡設備 (communication facilities) 25
 レスプレーター (respirators) (呼吸保護具、
 respiratory protective equipment) 20,
 65-66
 リン酸 (phosphoric acid) 159
 リスク群、微生物学的 (risk groups, microbiological)
 基本実験室 9
 バイオセーフティレベルとリスク群 2-3
 分類 1-2
 リスク評価、微生物的 (risk assessment, micro-
 biological) 2, 7-8
 実験動物施設 28-29
 遺伝子改変生物 103-104
 漏出 (spills)
 生物学的安全キャビネット内 58
 血液 76
 化学物質 108-109
 感染性試料 11, 80, 96
 漏出清掃手順 (clean-up procedure, spills) 96
 硫化水素 (hydrogen sulfide) 155
 流行発生、原因不明の疾患 (outbreaks, diseases of
 unknown etiology) 8
 硫酸 (sulfuric acid) 164
- ## S
- 作業台表面 (bench tops) 12
 作業表面 (work surfaces)
 実験動物施設 29
 実験室 11, 12
 作業領域、実験室 (working areas, laboratory)
 11
 災害、自然 (disasters, natural) 79, 81
 サイトカラシン (cytochalasin) 152
 擦過傷 (abrasions) 80
 殺菌剤、化学 (germicides, chemical) 83, 84-
 89
 酢酸 (acetic acid) 146
 酢酸タリウム (thallium acetate) 165
 三重包装システム (triple packaging systems)
 96-97
 酸素 (oxygen) 158
 査察、実験室 (inspection, laboratory) 36-37
 殺微生物剤 (microbicide) 83
 殺孢子剤 (sporocide) 83
 殺生物剤 (biocide) 83
 生物学的安全キャビネット (biological safety
 cabinets, BSCs) 51-60, 62
 排気接続 55-56
 動物施設 29
 検証 59
 クラス I 51-52, 54
 クラス II 53-55
 タイプ A 1 53-54
 タイプ A 2, B1, B2 54, 55
 クラス III 55, 56
 クラス III 安全キャビネット実験室 25-27
 汚染除去 59, 90
 排気、排気の見出しを参照
 設置位置 21, 57
 運転と維持管理 58
 プリオン汚染 77
 使用しなくてはならない場合 15, 20, 22
 安全なる使用 57-60, 70-71
 選択 52, 56-57
 生物学的発現系 (biological expression systems)
 101
 清浄空気作業台 (clean-air work stations) 51
 生産物防護 (product protection) 51, 53
 清掃 (cleaning)
 生物学的安全キャビネット 59
 屋内 119
 実験室資材 84
 冷蔵庫、冷凍庫 74
 世界保健機関 (World Health Organization, WHO)
 バイオセーフティ協力センター 140
 バイオセーフティ室 25
 設計、実験室の (design, laboratory)
 バイオセーフティレベル 1, 2 12-14, 15
 バイオセーフティレベル 3 21-22, 23
 バイオセーフティレベル 4 25-27
 施設運営管理基準と設計 33
 セレニウム (selenium) 161
 切傷 (cuts) 80
 接種、事故 (inoculation, accidental) 71-72
 節足動物 (arthropods)
 害虫の予防 12, 29

飼育施設 32
煮沸 (boiling) 91
シャワー (showers) 25, 26, 30, 31
シェーカー (shakers) 64, **73**
シアン化ナトリウム (sodium cyanide) 163
四塩化炭素 (carbon tetrachloride) 149
飼育ケージ (cages)
動物 30, 31
飛翔昆虫 32
試験管 (tubes)
遠心管の破裂 80-81
ネジ蓋式試験管 16
真空ライン (vacuum lines) 22, 63
試料 (specimens) 69
採取 75
容器 69, 75, 95
ラベル 75
情報が乏しい試料 8
開梱 69
試験管と内容物の開封 75
受領 69
標準的注意 75-76
輸送 74-75
三重包装システム **96**
施設、実験室 (facilities, laboratory)
バイオセーフティレベル1, 2 12-14
バイオセーフティレベル3 21-22, 23
バイオセーフティレベル4 25-27
バイオセーフティレベルの指定 1
消毒 (disinfection) **83-94**
生物学的安全キャビネット 59
化学物質 84-89
定義 83
加熱 91
漏出 96
廃棄物 18
「汚染除去」「滅菌」も参照
消毒剤 (disinfectants) 83, **84-89**
紫外線灯 (ultraviolet lights) 58
消火器 (fire extinguishers) 110-111
植物、遺伝子改変 (plants, transgenic) 101,
103
職員 (personnel)
バイオセーフティ管理者 11

バイオセキュリティ問題 47
施設安全点検リスト 126
健康と医学的管理、「健康と医学的管理」参照
予防接種 139
外部用私物 / 衣服 13
自己の安全の責任 117
補助職員 **119**
訓練、「訓練」参照
食料 (food) 11
焼却 (incineration) 19, **93-94**
焼却炉 (incinerators) 30, 93
照明 (lighting) 12, 14, **126**
小児 (children) 10
硝酸 (nitric acid) 157
硝酸銀 (silver nitrate) 162
シュウ酸 (oxalic acid) 158
臭素 (bromine) 149
臭化シアノジエン (cyanogen bromide) 151
敷藁、動物の (bedding, animal) 30, 31
四酸化オスミウム (osmium tetroxide) 158
自然災害 (natural disasters) 79, 81
ソーダ灰 (soda ash; 炭酸ナトリウム sodium carbonate) 108
ソニケーター (sonicators) 64, **73**, 76, 142
騒音 (noise) **111**
操作原則 (codes of practice)
バイオセーフティレベル1, 2 **9-12**
バイオセーフティレベル3 **20**
バイオセーフティレベル4 **25**
組織 (tissues)
プリオン含有 76-77
標準的注意 75
組織磨砕機 (tissue grinders) **74**, 142
水銀 (mercury) 156
水酸化カリウム (potassium hydroxide) 160
水酸化ナトリウム (sodium hydroxide) 163
擦り込み式手指消毒剤、アルコールを基剤とする (hand rubs, alcohol-based) 88, 91

T

立入り (access)
動物施設 29, 30, 31
実験室 9-10, 20, 26

体液、標準的注意 (body fluids, standard precautions)
75-76

建物維持管理業務 (building maintenance services)
119

手洗い (hand washing) 10, 66, **90-91**

実験動物施設職員 30

手洗い流し 13, 21, 30

手袋 (gloves) 10, 59, 65, **66**

天井 (ceilings) 12, 21

点検リスト、安全 (checklist, safety) **125-131**

手の汚染除去 (hand decontamination) **90-91**

テトラヒドロフラン (tetrahydrofuran) 165

テトラメチレンオキサイド (tetramethylene oxide)
165

塗布膜、顕微鏡観察用 (films, for microscopy)
75-76

凍結乾燥感染性材料、アンプルの開封 (lyophilized
infectious materials, opening ampoules)
74

凍結乾燥器 (lyophilizers) 143

凍結乾燥機 (freeze-dryers) 143

塗抹、顕微鏡観察用 (smears, for microscopy)
75-76

突発事態対応計画 (contingency plans) 79

トリクロロエチレン (trichloroethylene) 166

トリクロロ酢酸 (trichloroacetic acid) 166

トリクロサン (triclosan) 87

トリニトロフェノール (ピクリン酸) (2,4,6-
trinitrophenol; picric acid) 108, 160

トルエン (toluene) 166

U

宇宙服 (protective suit) 26

「宇宙服実験室」も参照

宇宙服 (suit, protective) 26

宇宙服実験室 (suit laboratory) 26

給排気系制御 26-27

ウイルスベクター (viral vectors) 102

運営管理組織 (commissioning agent) 33

W

WHO バイオセーフティ 協力センター (Biosafety

Collaborating Centres, WHO) **140**

Y

予防接種、職員の (immunization, staff) **139**

ヨード (iodine) **89**, 155

ヨードフォア (iodophores) **89**

良い微生物学的技術 (good microbiological
technique, GMT) 9-12, **69-78**

容器 (containers)

破損 80

汚染廃棄物 18-19

漏洩防止付き 62

鋭尖廃棄用 18, 62

試料 69, 75, 96

床 (floors) 12, 21

輸送 (transport) 11, **95-97**

感染性廃棄物 17-19, 22

国際規則 95-97

試料 69, 75

三重包装システム 96-97

有効性確認、機器の (validation, equipment)
16

Z

全排気型キャビネット (total exhaust cabinet)
57

前洗浄 (precleaning) 83, 84

前室 (anterooms) 21, 30, 31