メルク セーフティマニュアル
第6版

Fundamentals of Risk & Safety 6th Edition

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

メルク
セーフティマニュアル 第6版 について

目的と使い方

メルク セーフティマニュアルは、大学などの学術機関や製薬企業の研究所をはじめとした日常的に化学物質に接するみなさまに、化学物質の取扱いに必要な情報・ヒントをお伝えすることにより事故を未然に防ぎ、みなさまの研究が安全で安心なものになることを目的に編集されています。

2000 年の初版から数えまして、この度、第 6 版を刊行することとなりました。

法改正に伴う変更に加え、初歩的な教育にも使いやすいようできるだけ簡単な表現に変更しております。これにより、日常的に安全管理に携わる方々はもとより、新入生・新入社員の方々までご理解いただける内容となっております。

Fundamentals of Risk & Safety

化学物質による事故は偶発的に発生するものではなく、ほとんどが、人為的な理由で発生します。化学物質そのものが危険なのではなく、化学物質の不適切な取扱いが危険を生むのです。つまり適切に対応していれば多くの場合事故を未然に防ぐことができます。近年取り沙汰されるリスクマネジメントの観点からも、事故を未然に防ぐ化学物質の安全な取扱いは最も留意すべき点といえるでしょう。

それでは、具体的にどうすれば事故を防げるのでしょうか？最も大切なことは、日々の仕事において、研究者や技術者、品質管理者、倉庫作業員、学生のみなさま方が、基本的な安全のための必要事項を理解・把握して、初歩的なミスをなくすことです。この初歩的なミスをなくすために、メルク セーフティマニュアルをみなさまの化学物質の安全な取扱いに関するリスクマネジメントツールとしてご利用いただければ幸いです。

セーフティセミナーのご案内

お客様のご要望の場所へ出張して開催するセーフティセミナーも承っております。
詳しくは 03-4531-1140 までお問合せください。

ご注意：本書に記載の内容は、弊社が知り得る限りの最善を尽くしておりますが、専らお客様の行動に起因する事故などに対する一切の責任は負いかねますのであらかじめご了承ください。

メルク
セーフティマニュアル 第６版

Fundamentals of Risk & Safety 6th Edition

目次 **ページ**

はじめに 2

1. 研究室・実験室での行動規範 4
2. 安全に関する表示 8
3. 国内法令 11
4. SDS（安全データシート） 13
5. 有害化学物質 15
6. 実験の安全な実施 20
7. バイオハザード 31
8. 微生物試験における安全性 37
9. 試薬の保管 39
10. 試薬の廃棄 44
11. Q & A 45

付表・参考資料

危険有害性のシンボルマーク 49

索引 51

はじめに

メルクとセーフティ　Merck-Chemicals and Safety

メルクは、ドイツ本国に於いてだけでなく、世界で最も長い歴史を持つ化学会社であり、その 340 年におよぶ歴史の中でセーフティに関する知識を蓄積してきました。歴史に裏付けられた膨大なデータと経験則は他に例がなく、製品における目に見えない細部にまでこだわった安全性最優先の姿勢に役立てられております。メルクは製品とサービスを通してみなさまのリスクを軽減し、安全性に貢献します。

メルクは、化学物質の安全な取扱いを基にしてリスクの発生を未然に防ぎ、みなさまの研究の成果や業務の効率を高めていただくことを日々願っております。この願いに基づき、メルク セーフティマニュアルをはじめ、化学物質を安全にお取扱いいただくための情報ツールを多々用意しております。リスクマネジメントツールの一部としてぜひご利用ください。

SDS 安全データシート（MSDS）

製品の危険有害性、応急措置、火災時の措置、取扱い・保管時の注意事項や物性等が日本語で記載されています。製品購入時に確認することで安全な取扱いについて情報を得ることができます。SDS（MSDS）は弊社ウェブサイト www.merckmillipore.jp よりダウンロードすることができます。

ウェブサイト
www.merckmillipore.jp

GHS 表示などのセーフティ関連情報をはじめ、キーワード検索（CAS No. や日本語あいまい検索など）により、SDS、試験成績書（CoA）、製品情報・資料などが簡単に引き出せます。

カタログ・資料のご請求は、弊社までお申し付けください。

お問合せ：E-mail: jpts@merckgroup.com
Tel: 03-4531-1140　Fax: 03-5434-4859

1. 研究室・実験室での行動規範

恐れることはありません。
危険に対処することを学び、決して注意を怠らないことです。

実験室にある安全装備を熟知すること

初めて化学を学ばれる方にとって、化学や実験は楽しくて夢中になることもあるでしょう。しかし、それは危険を伴うものであり、特に使用している物質の性質についての知識が不足していると、これらの物質を間違って使用することにもなります。

化学物質に関する十分な知識は、実験、研究のレベルや規模に関わらず最も重要です。したがって、実験室で作業を始める前にまず必要な第一歩として、実験室にある安全設備・備品を熟知してください。非常口と安全に関する情報ツール（ウェブサイト・マニュアルなど）はもちろん、消火器、非常用シャワー、消火用毛布、救急箱、洗眼器を確認し、不明な点は作業を始める前に安全管理責任者から説明を受けてください。同様に、使用する物質や材料の性質などについて、十分に理解することも必要です。

共同で使用する実験室では、本来ドラフト（排気装置）で作業するべき蒸留、蒸発、反応などの作業スペースが不足することがあります。したがって、自分以外の仕事、特に隣の人の行う作業について十分に配慮していることが大切です。さらに、監督者による安全及び作業の指示に従うことも大切です（例えば、学校でのデモンストレーションでよく行われていることですが、ブンゼンバーナーで有機溶媒を加熱するといった事は決してしてはいけません）。実験を安全に行うには、理にかなった安全な行動が欠かせません。

消火器

救急箱

洗眼器

非常用シャワー

非常口

安全に関する情報ツール

一般的注意

初めて実験用の化学物質を取り扱う時は、これらの化学品がその特定の目的（試験・研究用）で作られていることを認識することが大切です。日本を始めほとんどの国では、化学物質の使用を管理する法律が定められています。初めて取扱う化学物質のもつ潜在的な危険性についての事前知識が大切であることは、すでに述べましたが、試験研究用の化学物質を扱うメーカーや試薬メーカーにも、それぞれの物質に適切な安全表示を行うことが法律で義務づけられています。

また、試薬はヒトや動物に供するための目的での使用は禁止されています。特別に試験した認可医薬品や化合物のみがこの目的に使用できます。なお実験中の研究用化学物質による事故を最小限に抑えるためにも、“安全のための基本ルール”（p.7 参照）を厳守してください。

疾病管理

化学物質を扱う研究者・作業者は適切な健康診断を定期的に受けるべきです。これにより血液、尿、肝機能の平常値を把握でき、万一事故等があった場合でもこれらの数値の変化を観察することができます。健康診断を受ける頻度は、化学物質の取扱いの頻度にもよりますが、危険性を有する物質を扱う研究者・作業者の診断記録は、退職するまで（死亡、定年を含む）保管すべきです。

また化学物質の利用にあたっては、必ず事前に SDS 安全データシート（MSDS）をご確認ください。お手元にメルク製品の SDS がない場合は、弊社ウェブサイト www.merckmillipore.jp からダウンロード可能です。

保護衣・保護器具

化学物質を扱う研究者・作業者は、常に保護衣（白衣、保護手袋、保護メガネ）を着用してください。乾燥固体のような特定の化学物質を扱う際には、保護マスクも必要です。研究・作業のレベルに応じて使い捨て（焼却可能）の保護衣の利用も考慮してください。使用する化学物質の有害性の程度により、フルフェイス防護具、呼吸装置等、他の保護具が必要になる場合もあります。

白衣は、有害物質による汚染の有無を毎日検査してください。汚染された衣類は、クリーニングに出す前に適切な洗浄を行う必要があります。洗浄方法は化学物質の特性により異なりますが、漂白剤（3-10% 次亜塩素酸ナトリウム）に一晩浸ければ十分な場合もあります。作業に従事している方には汚染された衣類を自宅に持ち帰らないよう厳重に指導してください。また、作業に従事している研究者・作業者は、休憩室や食堂など他の従業員や学生との共有部分では汚染された衣類を着用しないよう十分注意してください。

使い捨て保護衣を使用する場合、汚染されたり作業が終了したらすぐに、各施設の所定の手順に従って処分してください。使用済みのビニール手袋は、適切な処理がなされるまでプラスチックまたは紙の容器に入れておきます。ネオプレン製手袋を使用する研究者は、手袋を着用した状態で温めたアルカリ性洗剤などで手袋を洗浄します。こうすることで、効率よく手袋の汚染を除去することができますが、他の保護衣と同様、頻繁に汚染やキズの有無を確認し、損傷した場合や汚染除去が不可能な場合は、適切な手順で廃棄してください。また、汚染された手袋で他のもの（ドアノブ、引出し、電話機、記録書類、筆記用具など）に触れないよう常に注意をしてください。

ドラフト

オープンフェイスのドラフトは、平均約 100 ft/min. の線速度を有するものを使用してください。ドラフトのフェイスのどの位置であっても、全開状態で最低 85 ft/min. の線速度となるようにすることをお勧めします。可動フェイスはメーカーの指示したレベルに調整し、適切な線速度を維持してください。分離キャビネットは、内部をマイナス 0.5 インチの水圧とし、漂白剤もしくはアルカリ溶液を入れたガス洗浄装置・熱分解装置へつながる排気管があること、またその機能を定期的に確認してください。これらのドラフトとキャビネットは、ステンレス、ポリエチレン、ファイバーグラスのような表面が滑らかで壊れにくい素材を用い、壁面の洗浄及び排気が可能であることを確認してください（ドラフト・キャビネットの壁面、底をアルカリ溶液で洗浄することができます）。

危険性物質の作業に使われる区画面は、ステンレス、プラスチック、散乱防止ガラス、吸収性のあるビニールが裏に付いた紙などの、不浸透性材を用いてください。使用後は表面を適切な溶剤ですすぎ、汚染された溶剤は各施設で定められた手順に従って適切に処理してください。

漏出が起きたら、すぐその場から避難し、漏出箇所を隔離、汚染箇所を立入禁止としたうえで安全管理者に連絡してください。生物試料の場合、適切な保護衣・保護具を着用のうえ不活性化してください。溶液の場合はケミゾーブ（p.28参照）などの吸着剤を用いて吸着させ、適切な手順に従って処理してください。乾燥固体の場合、細かい粒子の拡散を防ぐために溶媒に溶かしてから吸着させてください。漏出場所は洗浄し、清掃が完了したあとに換気してください。

作業が終了したら、直ちに作業箇所の汚染検査を行ってください。安全策として、作業中であっても汚染検査を定期的に行うことをお勧めします。無蛍光、無色の化学物質は適切な溶剤に浸したモップで作業場所を拭き、そのモップに付着した化学物質の定量分析を行うことによって検査できます。蛍光物質は作業場所の表面を波長の長い UV 光で調べてください。

飲食・喫煙

研究室内では、飲食や喫煙、ガムを噛んだり化粧をしてはなりません。また、化学物質を使用、貯蔵、扱う場所での食料保管や飲食はやめましょう。

衛生状態

化学物質を取扱う研究者は、汚染の可能性のある手袋や器具で露出した肌や髪に触ってはいけません。作業が終了したら直ちに石鹸を使いお湯で手を洗ってください。また、一日の作業が終わったらシャワーで完全に体を洗い、洗髪することをお勧めします。

救急措置

危険物質をばく露した場合、まず医師に連絡してください。医師にはどんな化学物質による事故かを明確に伝え、その化学物質に対応した処置をしてもらうようにしてください。また研究室の責任者は医師と定期的に連絡をとり、緊急事態が発生した場合にも対処できるよう手配しておいてください。例えば毒性物質を取扱う場合は、解毒剤が簡単に入手できるよう手配しておきましょう。
危険物質以外をばく露した場合でも、不快を生じる場合は、医師に連絡し早めに対処するようにしましょう。

安全のための基本ルール

1.	保護衣（保護眼鏡、保護手袋、マスク）を必ず着用する。	
2.	危険物質を使用するすべての作業は、関連の安全規則に順守した必要十分な排気ダクトを備えたドラフトにて行う。	
3.	いかなる場合にも、眼、皮膚、粘膜に触れさせない。	
4.	皮膚に付着した場合は、直ちに多量の水で洗浄する。皮膚から吸収される可能性があるため、有機溶媒で洗浄してはならない。	
5.	危険物質が眼に入った場合は、多量の清潔な水あるいは専用の洗眼器で10 分間穏やかに洗浄する。その後直ちに眼科医の診察を受ける。	
6.	相当な量の化学品に触れた（可能性のある）衣服はすべて脱ぐ。	
7.	事故あるいは不快感がある場合は、必ず医師の診察を受け、事故の状況、関係した化学品名、その特性を知らせる。	
8.	飲食禁止及び禁煙とする。	

危険物質とは？

危険物質とは、急性あるいは慢性の毒性があるとされているすべての物質、または理化学的に危険性がある全ての物質、そして環境破壊の可能性を有するすべての物質をさします。

2. 安全に関する表示

メルクでは製品をより安全にお使いいただけるよう、製品ラベルに危険・有害性を表示しています。
現在のラベルには、EC Directive 67/548/EEC に基づく R・S フレーズが表示されたものと、世界標準として国連で採択された GHS 基準に基づく危険有害性情報（H）及び注意書き（P）が表示されたものの 2 種類が存在します。また一部の製品には、製品ラベルとは別に日本国内法令上の必要事項を記載したラベルも貼付しています。

GHS 基準に基づく製品ラベル

日本国内法令用表示ラベル

次頁より、上記 3 種のラベル表示についてメタノールを例に挙げて説明します。
各シンボルマークの詳細は p.49 からの「危険有害性のシンボルマーク」をご参照ください。

GHS 基準に基づく製品ラベル

GHS とは、現在 世界各国で基準が決められている危険性や有害性に関する分類や表示の基準を世界的に同じルールで統一化することを目的とした国連勧告のことで、2003 年に国際連合の経済社会理事会で決議された「Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals」の略称です。世界各国が同じルールで分類や表示をすることにより次のようなメリットを生み出します。

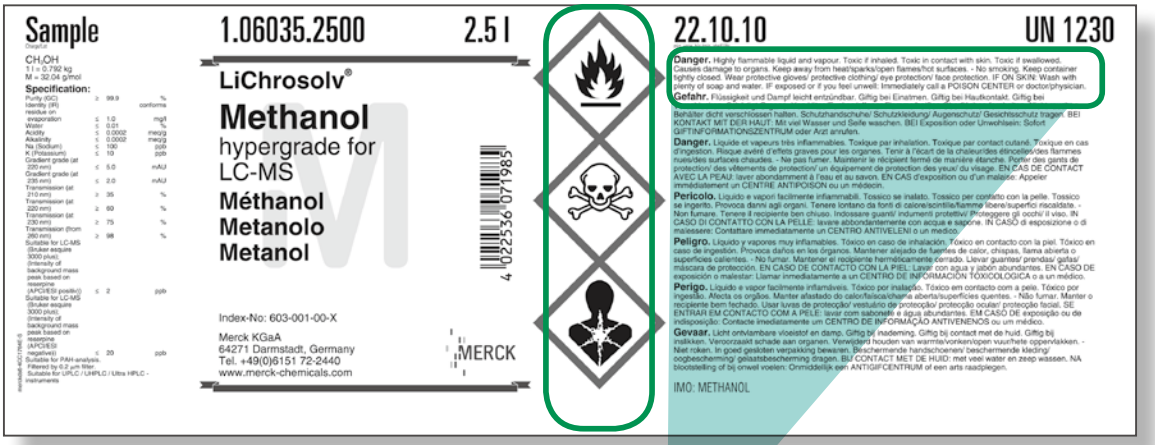
危険有害性の内容の明確化

化学品による事故の減少及び環境への負荷低減

化学品の国際取引の促進

日本国内では 2006 年 4 月から GHS の考え方を労働安全衛生法に取り入れて労働安全衛生法の表示対象物質について GHS の表示が適用されています。また、通知対象物質に関しても 2011 年から GHS の考え方を取り入れた SDS を提供することが決められています。

実際の表示としては、製品ごとに約 30 項目の危険有害性について、GHS ルールに基づき分類し、各々の区分に応じたシンボルマーク（絵表示）、注意喚起語、危険有害性情報が選択されます。これらの情報と、使用に際しての注意事項を簡潔に記載した 注意書きが SDS や製品ラベル上に記載されます。日本国内法令用表示ラベルの項（p.10）にあるように GHS の表示は労働安全衛生法の表示に反映され GHS ルールに基づいたシンボルマーク（絵表示）、注意喚起語、危険有害性情報、注意書きが表示されています。（メルク製品の GHS 表示は EU 指令、CLP 規則に基づいています。）



日本国内法令用表示ラベル

日本国内で販売する試薬については国内法令で必要な表示用のラベルを製品ラベルとは別に貼付しています。この表示にはおもに、A. 毒物及び劇物取締法による表示、B. 消防法による危険物表示、C. 労働安全衛生法による表示、に基づいて記載されております。メルクで以下のようなラベルを貼付しています。（労働安全衛生法に該当しない製品についてはラベル形状及び表示内容が異なります。）

B. 消防法

危険物名称：危険物の種類（類別）がわかります。
危険等級：I（危険度高い）～ III（危険度低い）
注意事項：取扱いや保管に関する法定表示です。

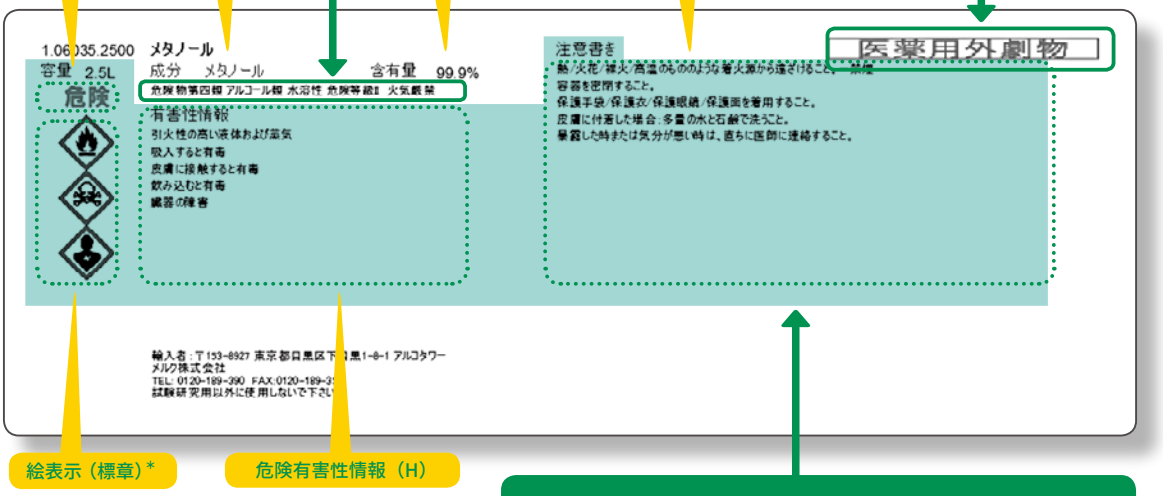
A. 毒物及び劇物取締法

医薬用外劇物

法令上の**劇物**であることを表します。

医薬用外毒物

法令上の**毒物**であることを表します。



* GHS 基準に基づく製品ラベル（英語）が貼付されている場合は、印字されておりません。製品ラベルでご確認ください。

C. 労働安全衛生法

労働安全衛生法 第 57 条の 1 による GHS 対応の表示です。絵表示、注意喚起語、有害性情報、注意書きが表示され取扱いについての詳細な情報がわかります。（GHS については p.9 をご参照ください。）

この法令表示ラベルから、製品番号 106035「メタノール LC/MS 用ハイパーグレード リクロソルブ」が次のような法規に該当していることがわかります。

A. 毒物及び劇物取締法上の**「劇物」**
B. 消防法上の**「危険物第四類アルコール類 水溶性　危険等級 II」**
C. 労働安全衛生法上の**「名称等を表示すべき有害物質」**

それぞれの法令に定められた扱いは p.11 からの「国内法令」をご参照ください。なお、他社の試薬のラベルに関してもほぼ同様の内容となっています。

3. 国内法令

試薬を使用するにあたっても、その購入、作業環境や保管、廃棄をはじめとする管理には化学物質としての国内法令が適用され、種々の規制を受けます。ここでは試薬を扱う上でのおもな法的規制について簡単に説明します。

詳細については各法令集や所轄官庁のウェブサイト等でご確認ください。

【毒劇法】毒物及び劇物取締法

有毒性・有害性がある物質を「毒物、劇物」として定め、危害防止のためにその取扱いを規制しています。該当製品は、試薬の容器に「医薬用外毒物」または「医薬用外劇物」の表示がありますので購入時にご確認ください。

購入 : 身分証明書等による住所氏名の確認や、譲受書の提出が必要になる場合があります。また特定毒物の購入には特定毒物研究者の許可が必要です。

保管 : 施錠ができ、他の試薬とは区別された専用の保管場所で保管します。保管場所には「医薬用外毒物（赤地に白文字表記）」、「医薬用外劇物（白地に赤文字表記）」の表示が必要です。

廃棄 : 中和、加水分解、酸化、還元、希釈等により無毒化することが定められており、そのまま下水等に廃棄することは禁止されています。

【安衛法】労働安全衛生法

使用者の労働災害防止、使用者の安全や健康の確保について定められており、施行令や種々の施行規則で詳細が決められています。実験室で関りの深い有機溶剤中毒予防規則【有機則】及び 特定化学物質等障害予防規則【特化則】については、5. 有害化学物質の項（p.15）をご参照ください。

作業環境 : 局所排気装置の設置、作業場での有機溶剤の区分表示や保管に関する規制があります。

管理体制 : 有機溶剤作業主任者の選任、健康診断の実施等の事業者の責務が規定されています。

【消防法 危険物】消防法

消防法では物質の危険性により 6 類別の危険物を定めています。

保管 : それぞれの危険物の保管数量を指定数量の倍数に換算して規制しています。少量の危険物を保管する実験室等でも、危険物の保管量が指定数量の 0.2 倍以上 1 倍未満になる場合は所轄消防署への「少量危険物貯蔵所」としての届出が必要になります。また指定数量の 1 倍以上を保管する場合は保管場所・設備等に関して市区町村長の許可が必要です。

【化審法】化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

化審法に定められた「第一種特定化学物質（アルドリン、ディルドリン、DDT など）」は試験研究用に限って輸入ができます。購入の際は使用者の氏名、所在地、使用目的、保管廃棄方法等の詳細を記入した誓約書の提出が必要です。

【PRTR 法】「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（化学物質把握管理促進法：化管法）

有害性のある様々な化学物質の環境への排出量を把握することなどにより、化学物質を取り扱う事業者の自主的な化学物質の管理の改善を促進し、化学物質による環境の保全上の支障が生ずることを未然に防止することを目的として制定されました。

その他の法令

特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律【オゾン層保護法】ではオゾン層を破壊する物質を対象として規制しています。該当物質は製造・輸出・輸入に関して制限を受けます。

バイオ関連の実験で使用する遺伝子組換え生物は「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律【カルタヘナ法】」（p.32 参照）が適用されます。

4. SDS（安全データシート）

MERCK

安全データシート

作成日　2002年03月11日
改訂日　2013年04月01日

1．化学品及び会社情報

製品番号　：106035
製品名　：Methanol hypergrade for liquid chromatography (LC/MS) LiChrosolvR
製品和名　：メタノール LC/MS用 ハイパーグレード リクロソルブ
会社名　：メルク株式会社
住所　：東京都目黒区下目黒1-8-1　アルコタワー
製品取扱部門　：メルクミリポア事業本部
MSDS発行部門　：EGJ部 EHSグループ
電話番号　：03-5434-5267
FAX番号　：03-5434-4705
製造元　：Merck KGaA

2．危険有害性の要約

GHS 分類
物理化学的危険性
引火性液体　：区分2
健康に対する有害性
急性毒性（経口）　：区分3
急性毒性（吸入）　：区分3
特定標的臓器毒性（単回暴露）　：区分1

シンボル

注意喚起語　危険

危険有害性情報
H225　引火性の高い液体および蒸気
H301+H331　飲み込んだり吸入すると有毒
H370　臓器の障害

注意書き
P210　熱/火花/裸火/高温のもののような着火源から遠ざけること。一禁煙
P233　容器を密閉すること。
P280　保護手袋/保護衣/保護眼鏡/保護面を着用すること。
P302+P352　皮膚に付着した場合：多量の水と石鹸で洗うこと。
P309+P310　暴露した時または気分が悪い時は、直ちに医師に連絡すること。

3．組成及び成分情報

単一物・混合物の区別　：　単一物

化学名又は一般名	含有率	化学式	官報公示整理番号（化審法）	官報公示整理番号（安衛法）	CAS番号	EC番号
メタノール	99.9%	CH3OH	(2)-20	公表	67-56-1	200-659-6

4．応急措置

吸入した場合：
被害者を直ちに暴露した場所から空気の新鮮な場所に移動させる。
必要ならば、人工呼吸を行う。

1/5

安全データシートは英語では Safety Data Sheet または、Material Safety Data Sheet と呼ばれ、SDS または、MSDS と略されています。SDS には製品の製造者に関する情報、安全にかかわる情報、成分や保管、廃棄に関する情報など、化学製品を安全に扱う上で重要な情報を 16 項目に分類して記載しています。（下記、SDS 記載内容をご覧ください。）

日本国内でも【毒劇法】、【安衛法】、【PRTR 法】の中で、安全性等に関する情報提供について規定されており、SDS を使った情報提供を行っています。

※ SDS は、製品安全データシート（MSDS）という呼称で親しまれてきましたが、国際協調の観点から、2012 年度より安全データシート（SDS）の呼称を使用することになりました。

SDS 記載内容

1. 化学物質等及び会社情報（製品及び会社情報）

製品の名称や製品番号等の製品を特定するための情報及び製造者（輸入者）の所在地や連絡先の情報を記載しています。

2. 危険有害性の要約

重要な危険有害性の情報及び特有の危険有害性の情報を簡潔に記載しています。GHS に関する情報も記載しています。

3. 組成及び成分情報

製品を構成する危険有害物質が記載されています。一般的には化学名、濃度（範囲）CAS No. 等の情報を記載しています。

4. 応急措置

取るべき応急措置や避けるべき行動などについて記載しています。

5. 火災時の措置

消火活動時の注意事項について記載しています。

6. 漏出時の措置

漏出した場合の対応措置について記載しています。

7. 取扱い及び保管上の注意

取扱い時、保管時の注意事項について記載しています。

8. ばく露防止及び保護措置

ばく露防止のための設備、ばく露限界値（許容濃度）や保護具について記載しています。

9. 物理的及び化学的性質

製品の外観の物理的状態、臭気、pH などの物理的・化学的な情報を記載しています。

10. 安定性及び反応性

特定条件での危険・有害性の反応などについて記載しています。

11. 有害性情報

含有化学物質による健康有害影響についての説明を記載しています。急性毒性、皮膚腐食性及び刺激性、眼に対する影響、呼吸器に対する影響などの情報を含みます。

12. 環境影響情報

環境に対する毒性、残留性、分解性の情報を含む影響について記載しています。

13. 廃棄上の注意

廃棄に関する情報を記載しています。

14. 輸送上の注意

輸送に関する注意事項が記載されており、国連番号（UN No.）もこの項目に記載しています。

15. 適用法令

製品に適用される SDS 関連法令やその他の法令について記載しています。

16. その他の情報

1 から 15 までに該当しない重要情報などを記載しています。

5. 有害化学物質

健康に影響を及ぼす物質

人の健康に様々な影響を及ぼす可能性のある化学物質の取扱いには特に注意が必要です。

ごくわずかな量にさらされたり、飲み込んだり、触れたりしただけで、すぐに治らないような健康障害を引き起こしたり、あるいは長期にわたって体内に蓄積されていく作用によって健康を損なう高い危険性を有する物質が存在します。このような物質そのものを扱うときはもちろんのこと、実験中の化学反応などで、そのような有害な物質を生成する可能性も考慮し、十分な注意が必要です。ここでは代表的な有害物質や元素及び汎用化合物を例にとって説明します。

代表的な有害物質元素及び汎用化合物

アクリルアミド（モノマー） $CH_2CHCONH_2$

白色の粉末（結晶）で飲み込むと慢性的な神経障害を起こします。発がん性及び変異原性が認められます。

アジ化ナトリウム NaN_3

無色または白色の結晶で経口毒性があり死に至る場合のある物質で、加熱等により爆発の危険が有ります。国内法令では毒物（毒劇法）及び危険物第 5 類（消防法）に分類されています。バイオ実験では一般的に使われる防腐剤（保存剤）ですが，配水管中の鉛や銅と反応し爆発性化合物を作る可能性もありますので、取扱いには注意が必要です。

アセトニトリル CH_3CN

無色透明の液体で HPLC の溶離液として一般的です。揮発性で吸入や皮膚からも吸収され吐き気・嘔吐・頻脈・低血圧・頭痛等の症状があらわれます。引火性でもあります。

塩素 Cl

塩素は緑がかった黄色の気体で、呼吸器系に強い毒性作用を示します。口、鼻、のどの粘膜を強く刺激し、咳、流涙、息切れを引き起こします。致死濃度は 2 g/m^3 で、これは 690ppm に相当します。ばく露が長期にわたる場合は、より低い濃度でも同様な作用が引き起こされます。

カドミウム Cd

カドミウムは非常に毒性の強い元素です。この強い毒性は、カドミウムが融点以下で揮発性を示すこと、酸化されやすいこと、体内からの消失速度が遅いことに起因しています。吸入等で肺から取り込まれたカドミウムは、肝と腎に蓄積され障害を引き起こします。水や酸に可溶なカドミウム化合物は、非常に強い毒性物質に分類されます。消化管に対する急性毒性作用として嘔吐を引き起こし、慢性作用としては粘膜及び腎障害が確認されています。カドミウム化合物全般については発がん性が疑われています。

クロム Cr

クロムの粉塵は肺障害を引き起こす物質として一般的に知られています。クロム塩には肺に蓄積するという厄介な性質があります。したがって、長期にわたってばく露されると肺がんを生じる可能性があります。またクロム粉塵が皮膚に接触した場合には、きわめて小さな皮膚のひび割れでも治癒しにくい重度の潰瘍が形成されます。さらに、クロムは湿疹を伴うアレルギー反応を引き起こすことが知られています。クロム塩の中でも特にクロム（VI）化合物は強い発がん性と腐食性を持ちます。二クロム酸カリウムを経口摂取すると、吐き気、嘔吐、腎障害を生じ、さらには尿毒症を経て死に至る場合もあります。また、水溶性以外のクロム（VI）化合物は、発がん性を有することが動物実験で明らかになっています。

クロロホルム $CHCl_3$

無色透明の液体で、引火性はありませんが揮発性で麻酔作用があります。長期にわたって吸入すると肝障害やがんを発症する恐れがあります。

コバルト Co

コバルトは、気道や肺に対して毒性作用を示します。コバルト塩は、嘔吐及び腎障害を引き起こし、長期にわたって摂取すると死に至ります。ときに皮膚疾患やアレルギー性反応が認められることもあります。塩化コバルト（$CoCl_3$）のような低溶解性のコバルト化合物の多くは、動物実験にて発がん性が確認されています。

臭素 Br

臭素は、赤茶色の強い発煙性の液体です。臭素は眼、皮膚、粘膜を強く刺激します。皮膚には、水疱の形成を伴う壊死を引き起こします。臭素の作用は塩素と同様ですが、塩素より強い作用を持ちます。臭素の発煙は空気より重いため、実験台の上を「這うように」広がる傾向があります。

硝酸 HNO_3

硝酸は、通常、65% または 100% の濃度の発煙硝酸として使用されます。硝酸は腐食性が強く、作用の強さは濃度に依存します。接触すると皮膚が黄変します。これはキサントプロテイン反応の特徴です。硝酸は強力な酸化剤であり、還元されて亜硝酸となります。NO_2^- の形では、わずか 0.5g で毒性症状を引き起こします。NO_2^- は、体内で酸素輸送を司っているヘモグロビンを変性させ、輸送能力を失わせます。また、高い発がん性を持つ N-ニトロソ化合物を生成する危険性もあります。

水銀 Hg

水銀及び水銀化合物は強い毒性を持っているため、取扱い時には汚染のないよう入念に注意する必要があります。特に、蒸気及び粉塵の吸入や、皮膚への接触は避けてください。水銀蒸気は大気中から吸収され、体内の硫黄を含有するタンパク質に結合し、血流により体全体に分散します（生物学的半減期 60 日）。有機水銀化合物も有毒で、特に水銀の揮発性に起因した毒性を示します。低濃度でも脱毛などを引き起こすことがあります。

スズ Sn

無機スズ塩類は全て劇物に指定されています。塩化スズ（II）（$SnCl_2$）は毒性及び腐食性のきわめて高い物質です。この物質の腐食性は、加水分解されて生じる塩酸に起因しています。有機スズ化合物は皮膚から吸収され、肝障害や持続性の湿疹を引き起こします。

鉛 Pb

鉛及び鉛化合物は、強力な環境毒です。可溶性の吸収されやすい鉛化合物は、ヘム合成時の酵素の働きを阻害することにより貧血を誘発します。酢酸鉛は甘味があり、水への溶解度が高く容易に吸収されます。

ヒ素 As

ヒ素の場合、ヒ素化合物の酸化レベルが +3 か -3 かで、引き起こす毒性を区別する必要があります。マーシュ試験（ヒ素の存在を確認するための予試験）実施時などに生成されるヒ素は、にんにく臭のある毒性ガスです。文献によると、大気中に 0.5ppm 存在するだけで非常に有毒となります。息切れやしびれなどの症状は、赤血球の破壊に起因するもので、数時間の潜伏期間を経て発現します。重度の中毒の場合は、数分以内で死に至ります。

フェノール C_6H_5OH

白色の固体で腐食性が強く皮膚から体内へ吸収されます。吐き気・嘔吐・頭痛等の症状があらわれます。

マンガン Mn

二酸化マンガン（MnO_2）は、粉塵による中毒や肺炎を引き起こし、高率で死に至ります。マンガン及び MnO_2 は、マンガン中毒を起こしやすい人には特に注意が必要です。これはきわめて重症の疾患で、主症状として、唾液の過剰な分泌、記憶障害、インポテンス、パーキンソン症候群様の症状が見られます。過マンガン酸カリウム及びその他の過マンガン酸塩の濃水溶液は、強い腐食性を持ちます。中毒症状は、唇、鼻、口の腫れ、及び血便です。この中毒により死に至る場合もあります。過マンガン酸塩は強い酸化剤です。

メタノール CH_3OH

無色透明の液体で一般的な有機溶媒として使われますが、毒性が強いうえに引火性があり使用に当たっては十分な注意が必要です。誤飲はもちろん蒸気の吸入でも影響があり、摂取後は体内で酸化されてホルムアルデヒドやギ酸になりそれぞれの毒性を示します。尚、ホルムアルデヒドは発がん性があります。

硫化水素 H_2S

硫化水素は、有毒な無色の水溶性液化ガスで、高い引火性を有します。気体は空気より重く、低濃度では腐卵臭がありますが、一定濃度以上になると臭覚麻痺を起こします。この典型的な「腐卵」臭の後にそのにおいを感じなくなったら、大気中で既に毒性濃度に達していることになります。臭いの変化には特に注意を払う必要があります。硫化水素は、硫化物と強酸の反応によっても生成されます。硫化水素と空気が混ざると、爆発性の混合物となります。硫化水素は、非常に低濃度でも吐き気、嘔吐、息切れ、チアノーゼ、意識消失、痙攣を引き起こすことがあります。呼吸器系の麻痺により死に至る場合もあります。毒性限界以下の濃度に長時間ばく露されると、めまい、嘔吐、集中力低下が起こります。

有害物質を扱う作業環境

化学物質の取扱いには、常に注意を怠らないことが重要です。

皮膚接触や誤飲等には十分な注意が必要ですが、さらに作業する環境中（実験室の空気中等）の有害物質濃度についても配慮する必要があります。換気状態の良くない狭い実験室などでは特に注意が必要です。ドラフト等の局所排気設備を使って作業することによって、作業場への影響を抑制することが可能です。

また、作業環境の安全のため、労働安全衛生法のもとで種々の規制が行われています。ここでは、実験室でのかかわりの大きい特定化学物質等障害予防規則及び有機溶剤中毒予防規則について、ご紹介させていただきます。

1. 有機溶剤中毒予防規則

蒸発しやすく、あるいは脂質を溶かす性質をもち、蒸気の吸入や皮膚接触による中枢神経などへの作用の恐れがある有機溶剤（5% 以上含有する混合物を含む）を、その有害性によって 3 段階に分類して指定し、これらを用いて行う特定の業務（有機溶剤業務）について、健康障害防止のために適切な管理を行うよう定めています。

規制物質

第 1 種有機溶剤：クロロホルム、四塩化炭素、1,2- ジクロロエタンなど

第 2 種有機溶剤：アセトン、エチルエーテル、キシレン、n- ヘキサンなど

第 3 種有機溶剤：石油エーテル、ガソリン、ミネラルスピリッツなど

2. 特定化学物質等障害予防規則

がん、皮膚炎、神経障害などのおそれがある物質（混合物を含む）を 3 段階に分類して指定し、健康障害防止のために必要な措置や管理の実施を行うよう定めています。

規制物質

第 1 類物質；ジクロルベンジジン、α - ナフチルアミン等 7 物質
（これらの物質を 1% 以上含有する物質の使用には、厚生労働大臣の許可が必要です。）

第 2 類物質

特定第 2 類物質：アクリルアミド、アクリロニトリル、ホルムアルデヒド等

特別有機溶剤等：エチルベンゼン、1,2- ジクロロプロパン、クロロホルム、ジクロロメタン等

オーラミン等：オーラミン、マゼンタ

管理第 2 類物質：アルキル水銀化合物、カドミウム等（第 1 類及び第 2 類物質のうちの特定のもので、疫学調査により人体に対する発がん性が明らかになった物質等）

第 3 類物質：アンモニア、硝酸、フェノール、硫酸等

これらの化学物質による取扱い者への健康障害防止のため、毒性の確認のほか、作業手順や設備環境の整備が必要です。

発がん性の化学物質を取り扱う際にも、「安全のための基本ルール」（p.7 参照）で取り上げた安全に関するルールを適用する必要があります。このルールは、発がん性物質使用時における健康障害発生を避ける一つの方法です。

さらに下記の安全策も検討する必要があります。

- 明らかに低濃度の潜在的発がん性物質であっても、安全策を講じておく必要があります。例えば、実験方法や無害な代替え物質に変更する等。
- 多くの場合、ベンゼンは、トルエンまたはキシレンに変更することができます。ただし、トルエンは胎児への有害性が指摘されています。
- トルエンの代替となる溶剤は乳酸エチルです。乳酸エチルは沸点や溶解特性がトルエンに類似しているため、多くの用途でトルエンの代わりに使用することができます。また、乳酸エチルは完全に生分解性を有する化学物質です。

6. 実験の安全な実施

ここでは、実験を実施する上でもっとも重要な事柄、つまり高い危険性を伴う側面について解説します。なお、ここに記載されている内容が全てではありません。実験を行う人には常にその実験の安全な実施について記載した関連文献を調査・参照することが望まれます。その実験に関する文献や資料には、化学実験室内での作業時に生じる可能性がある危険性について、詳細に記載されているはずです。

危険性を最小限に留める最善の方法は、使用する物質の特性を細部にわたって把握することです。また、安全性に関わるあらゆる指示事項を厳守し、関係する勧告にしたがうことによっても危険性を減らすことができます。そして、これらのことをすべて順守したにもかかわらず、万一事故が発生した場合でも、被害を最小限に抑えることができるのです。

下記の安全対策を順守することに加え、本マニュアル冒頭に記載した安全性に関するルールも守られることを、強くお勧めします。

実験前の注意！

実験室での適切な服装

実験室で作業する際は、常に保護眼鏡を着用してください。第三者として実験に立ち会うだけの場合も同様です。眼鏡をかける必要のある人は、硬化レンズを使用した保護眼鏡をかけるか、通常の眼鏡の上からプラスチック製の保護眼鏡を着用してください。身体は丈の長い木綿の長袖実験着で保護します。合成繊維の含有率が高い衣服は実験室内での着用には適しません。施設内で火災が起こった場合、合成繊維に融着して重度の熱傷を負う危険性があるからです。また、安定性のある、紐でしっかりと結ぶタイプの靴を履いてください。危険な化学物質を取扱う際は、手袋を着用する必要があります（溶剤または酸に耐性のもの）。長髪や、アクセサリーにも注意が必要です。長いブレスレットやネックレスは、装置に巻き込まれたり、棚に引っかかったりして、思わぬ大事故を引き起こすことがあります。このため、実験室内で危険な化学物質を取扱う際には、頭を保護するものを着用し、アクセサリー類は必ず外します。

静電気の帯電

静電気が帯電すると髪の毛が逆立ちます。ドアノブに触れたときなどに静電気の放電を経験したことのある人なら誰でも、これがどのようなエネルギーなのかはご存知でしょう。この際に飛び散った火花によって発火する物質もあります。このような静電気の放電は、下記の操作によって生じる可能性があります。

- 非伝導性の容器に、シクロヘキサン、ジエチルエーテル、二硫化炭素、トルエンのような伝導性または非伝導性の液体を充填する操作。

  非伝導性の液体 : 比抵抗 > 10^8 Ω・m

  伝導性の液体 : 比抵抗 < 10^8 Ω・m

- さびのような固形状粒子あるいは液滴が混在するアセチレン、二酸化炭素、水素等の気体の急速な漏出。非伝導性の靴や床材などによって、地面から絶縁されている人の動作。

- 予防的措置として、液体を注入する時は、容器の壁を伝わせてゆっくり一定の速度で注ぎ入れます。
- 引火性液体を充填または注入する際に使用する器具類は、伝導性の（アースした）ものだけか非伝導性のものだけの、どちらか一方とします。たとえば、金属製のロートを、ガラス製やプラスチック製の容器と一緒に使用してはいけません。
- すべての伝導性器具は、相互連結してアースしてください。ロートは、注入容器の底まで届くものを使用し、液体の飛散や蒸散を防ぎます。さらに詳細な情報については、関連文献・資料をご参照ください。

爆発性物質の取扱い

このような物質を取扱う場合は、通常の注意に加えてさらに次のような安全策を講じる必要があります。

- 少量の物質を、十分に遮へいした作業場で取扱うこと。
- 過熱、裸火、火花、摩擦、不完全な混和を避けること。
- 防護用の遮へいを設置すること。

ニトロソ化合物、ニトロ化合物、硝酸エステル、ジアゾ化合物、アジ化水素、アセチレン塩、塩化窒素、過酸化物などの物質。硝酸塩、クロム酸塩、発煙硝酸、ニトロ化酸、濃過塩素酸、過酸化水素溶液（>30%）などの酸化性物質は、アセトン、アルコール、ジエチルエーテルなどの引火性の還元性物質と爆発的に反応する可能性があります。

実験工程における注意！

化学物質の接触禁止

実験室での事故は、不注意からおこるものばかりではなく、化学物質の混合反応に対する無知からも発生します。ある種の化学物質について、混合を禁じられている物質の知識を持っていれば、むやみに心配する必要はなくなります。混合物に対して注意を払うだけでなく、もちろん個々の成分に対しても注意を怠ってはなりません。下記に記載の物質は、どのようなことがあっても決して互いに接触させてはなりません。

接触禁止物質の例

化学物質	接触禁止物質
亜硝酸アンモニウム	酸類、粉末金属、引火性液体、塩素酸塩、硝酸塩、硫黄 , 飛沫分散した有機物または引火性物質
アセチレン	塩素、臭素、フッ素、銅、銀、水銀
アニリン	硝酸、過酸化水素
アルカリ金属	水、四塩化炭素とハロゲン化アルカン類（ハロゲン化脂肪族飽和炭化水素、二酸化炭素、ハロゲン類）
アルキルアルミニウム	水
引火性液体	硝酸アンモニウム、酸化クロム（VI）、過酸化水素、硝酸、過酸化ナトリウム、ハロゲン
塩素	アンモニア、アセチレン、ブタジエン、ブタン、メタン、プロパン、水素、石油エーテル、ベンゼン、粉末金属
塩素酸塩	アンモニウム塩、酸、粉末金属、硫黄、飛沫分散した有機物または可燃性物質
塩素酸カリウム	アンモニウム塩、酸、粉末金属、硫黄、飛沫分散した有機物または可燃性物質
過塩素酸	無水酢酸、ビスマスとその合金、アルコール、紙、木
過塩素酸カリウム	アンモニウム塩、酸、粉末金属、硫黄、飛沫分散した有機物または可燃性物質
過酸化水素	銅、クロム、鉄、金属及び金属塩、アルコール、アセトン、有機物、アニリン、ニトロメタン、引火性物質（固体または液体）
過マンガン酸カリウム	グリセリン、エチレングリコール、ベンズアルデヒド、硫酸
カリウム	水、四塩化炭素とハロゲン化アルカン類（ハロゲン化脂肪族飽和炭化水素、二酸化炭素、ハロゲン類）
銀	アセチレン、シュウ酸、酒石酸、アンモニア化合物
クメンヒドロペルオキシド	有機酸、無機酸
酸化クロム（VI）	酢酸、ナフタレン、カンファー（樟脳）、グリセリン、石油エーテル、アルコール類、可燃性液体
シアン化物	酸
シュウ酸	銀、水銀
水銀	アセチレン、アンモニアガス（ボンベ）またはアンモニア水
銅	アセチレン、過酸化水素
ナトリウム	水、四塩化炭素とハロゲン化アルカン類（ハロゲン化脂肪族飽和炭化水素、二酸化炭素、ハロゲン類）
濃硝酸	酢酸、アニリン、酸化クロム（VI）、シアン化水素、硫化水素、引火性液体と気体
フッ素	別に保管する
フッ化水素	アンモニアガス（ボンベ）またはアンモニア水
硫化水素	発煙硝酸、酸化性ガス
ヨウ素	アセチレン、アンモニアガス（ボンベ）またはアンモニア水
リン	硫黄、酸素含有化合物（例：塩素酸塩）
過酸化ナトリウム	メタノール、エタノール、酢酸、無水酢酸、ベンズアルデヒド、二硫化炭素、グリセリン、エチレングリコール、酢酸エチル、酢酸メチル、フルフラール
硫酸	塩素酸カリウム、過塩素酸カリウム、過マンガン酸カリウム

蒸留

蒸留は、精製過程でよく用いられる一般的な実験操作です。しかし、蒸留特有の危険性もいくつか存在し、なかでも最も危険なのが突沸です。この現象は、液体が加熱されて沸点を越えた際、振動や減圧により自然に沸騰し始めることにより起こります。

このような理由から、蒸留開始前にふっとう石などを入れておくか、液体を良く撹拌する必要があります（マグネチックスターラーの使用）。スターラーは、欠損のないものを使用してください。減圧蒸留の場合は、減圧蒸留用毛細管を使用します。

ふっとう石は液体が冷たいうちに投入し、使用は 1 回限りとします。液体が冷却されると、ふっとう石はその効力を失います。

製品名	カタログ番号	包装単位	用途
ふっとう石（顆粒）~ 1-2 mm	1.07912.0250	250 g	蒸留作業中の突沸を防ぎます
ふっとう石（顆粒）~ 2-8 mm	1.07913.0100	100 g	

ロータリーエバポレーターを使った液体の濃縮は減圧下で行われるため、ロータリーエバポレーターはドラフト内に設置するか、耐衝撃性の遮へい物を設ける必要があります。スペース上の問題などからこれらが無理な場合は、プラスチックコーティングしたガラス容器を使用します。この容器は、ガラス破片の飛散防止に効果を発揮します（車のフロントガラスと同様）。

過酸化物を形成する溶媒（エーテルなど）の取扱い

過酸化物を蓄積したエーテルは、爆発の危険性があることが知られています。しかし、今でもなおその危険性を軽んじる人がいるため、エーテル蒸留中に時折爆発事故が発生しています。こうした強烈な爆発の引き金は、過酸化物を含んだ液体容器を振とうすることや、あるいはビンを開封する際に、ビンの首に付着した過酸化物が開封時の摩擦により反応することなどが挙げられます。市販のエーテル類には、安定剤不含有かつ通常のビンに入ったグレードもあります。明確な目的が無いまま、このような製品を購入することは控えるべきです。過酸化物発生の危険性はエーテル類だけではなく、不飽和炭化水素、アルデヒド、ケトン、テトラリンなどの液体にも当てはまります。事故を防ぐには、このような液体の過酸化物を定期的に検査する必要があります。

最善の方策は、過酸化物が発生するまで貯蔵しないことです。小さい容量でこまめに購入することが推奨されます。

A. 過酸化物の測定

試験紙を使用して過酸化物を簡単にかつ迅速に検出し、半定量的に測定することができます。水溶性試薬が有機溶媒と2相を形成している場合や、高分子過酸化物の検出には使用できません。

MQuant™ 過酸化物テスト

過酸化物の測定には
MQuant 過酸化物 テスト が便利です。

MQuant はターゲットとなる様々な化合物を迅速に検出、現場分析に最適です。操作も大変簡単で、サンプルに直接（もしくは付属の試薬をサンプルに添加し、調整後）MQuant 試験紙を浸し、カラースケールと比色していただくだけの比色判定用試験紙です。

製品名	カタログ番号	包装単位
MQuant 過酸化物 テスト 0.5 - 2 - 5 -10 - 25 mg /L H_2O_2	1.10011.0001	100 テスト
	1.10011.0002	25 テスト
MQuant 過酸化物 テスト 1 - 3 - 10 - 30 - 100 mg/L H_2O_2	1.10081.0001	100 テスト
MQuant 過酸化物 テスト 100 - 200 - 400 - 600 - 800 - 1000 mg/L H_2O_2	1.10337.0001	100 テスト

B. 過酸化物の除去

硫酸鉄（II）の使用

MQuant 過酸化物 テストなどを利用して過酸化物が検出された場合は、硫酸鉄（II）（製品番号 103965）と共に溶媒を振とうします。エーテル 1L 当たり硫酸鉄（II）10g（希硫酸約 40mL に溶解させる）にて使用直前に調整します。MQuant 過酸化物 テストなどを利用して溶媒から過酸化物が検出されなくなるまで、この操作を繰返します。

操作上の注意

1. 発熱を伴う反応です。
2. 1L 当たり 500 mg 以上の過酸化物が存在する時は、エーテルを冷却してください。
3. 過酸化物含有量が高い場合は、硫酸鉄（II）の硫酸溶液に少量のエーテルを加えた上で行ってください。

酸化アルミニウムの使用

酸化アルミニウムを充填したガラスカラムに溶媒を通過させるだけの単純な通液操作によって過酸化物が除去されます。活性酸化アルミニウムは液体を乾燥させるだけでなく、他の極性不純物を除去する能力もあります。酸化アルミニウムの過酸化物除去能力は過酸化物の含有量に関係なく、乾燥させる溶媒の水分含有量に依存します。目安としては、ビーズ状の酸化アルミニウム 30g を使用して溶媒を乾燥させる（直径 20mm のカラム）と、20mL のジエチルエーテル、100mL のジイソプロピルエーテル、25mL の 1,4- ジオキサンから各々過酸化物が除去されます。一旦使用した酸化アルミニウムは、吸収した過酸化物により爆発の危険があるため、再生は控えてください。

モレキュラーシーブの使用

D. R. Burfield 法（J.Org. Chem., 47,3821（1982））で、指示薬付きモレキュラーシーブ 0.4 nm（製品番号 105739）を使用して、テトラヒドロフランや他の脂肪族エーテル（ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテルなど）からの過酸化物除去が可能です。しかしジアルキル過酸化物は比較的不活性のため除去されません。この方法は室温で静止状態でも、また窒素雰囲気還流下で沸騰させても使用可能です。同時にモレキュラーシーブの優れた乾燥能力も十分に利用できます。

過酸化物が発生しにくいエーテルの使用

t- ブチルメチルエーテル（製品番号 101849）は過酸化物が発生しにくいエーテルです。この物質はジエチルエーテルと性質が似ているため、多くの場合ジエチルエーテルの代わりに使用できます。

加熱

加熱作業には、常に細心の注意が必要です。加熱を適切に行うには、下記のような特性に注意して適切に行うことが重要です。

- 熱伝導率と比熱
- 沸点や揮発性の高さ
- 引火点
- 粘性や耐熱性、発火の危険性
- 酸化耐性

60°Cまで	水浴が最適です。水が蒸発して空焚きとなる危険性があるため、無人で長時間運転することは避けてください。
250°Cまで	シリコンオイルが適しています 。このような加熱媒体は、水と接触しても一部の鉱物油浴のように飛散しない点が優れています。水管が確実に冷却装置に接続されていることを確認してください。この管が破裂したり、接続が外れたりすると、油が飛散して皮膚に熱傷を負う危険性があります。分子量の小さい成分は放散されやすいため、鉱物油を使用する場合は必ずドラフト内で行ってください。
250°C以上	金属浴または砂浴が適しています。このような加熱媒体を使用する場合には、浴装置の素材自体が適したものであるかどうかに注意する必要があります。

加熱浴剤

媒体		融点 (°C)	沸点 (°C)	作業範囲 (°C)	引火点 (°C)	備考
製品名	製品番号					
水	-	0	100	0 - 80	-	記載範囲内では理想的
シリコン オイル 油浴用 (約 250 ˚ C 以下)	107742	-60	-	20 - 250	300	低温では粘着性 - 非腐食性
トリエチレングリコール 合成用	808245	-7	287	0 - 250	156	水溶性、安定
グリセリン (無水) 合成用	818709	18	290	20 - 260	160	水溶性、無毒性、粘着性
パラフィン 流動 Reag. Ph Eur	107162	-	300 - 500	20 - 200	230	引火性
パラフィン 粘性 Ph Eur,BP,USP	107160	-	300 - 500	20 - 200	230	引火性
油浴用媒体 (約 250 ˚ C 以下)	106900	-5	-	0 - 250	300	引火性
加熱浴用媒体 約 170 ˚ C 以下加熱用	115265	-40	-	0 - 170	280	水と混和性、無毒性

冷却

発熱反応、気体の凝縮（アンモニアなど）、真空下での作業など（溶剤蒸気の『凝結』など）を行う場合は、実験室内で冷却操作を実施する必要があります。簡易な方法として、氷と塩の混合物を冷却媒体として使用し -21°Cまで冷却する方法がありますが、目的の冷却効果を得るためには、適切な混合物を選択することが必要です。

液体窒素（沸点 -196°C）を使用する際は、必ず専用の容器を使用します。酸素は沸点が -183°Cと窒素より高いため、液体窒素中では凝縮する傾向があります。液体酸素は青色ですから、酸素の存在を示す青色が認められたら冷却浴を空にすることが重要です（びんの口が氷の固まりで密封され吹き飛ぶことがある）。この作業は実験台で行うより、床の上で行う方が適切です。

凍結剤

重量比	温度降下（°C）
水 4：塩化カリウム 1	+10 → -12
水 1：硝酸アンモニウム 1	+10 → -15
水 1：硝酸ナトリウム 1: 塩化アンモニウム 1	+8 → -24
氷（粉砕）3：塩化ナトリウム 1	0 → -21
氷（粉砕）1.2：塩化マグネシウム 1 （$MgCl_2 \times 7H_2O$）	0 → -34
氷（粉砕）1.2：塩化カルシウム 2 （$CaCl_2 \times 6H_2O$）	0 → -39
氷（粉砕）1.4：塩化カルシウム 2 （$CaCl_2 \times 6H_2O$）	0 → -55
メタノール 1（またはアセトン）：ドライアイス 1	+15 → -77
ジエチルエーテル 1：ドライアイス 1	+15 → -100

抽出

抽出は、水相より油相に対する溶解度が高い物質に適した精製方法です。2 つの相を分液ロート内で混合すると、過度の圧力が発生することがあります。したがって、最初に混合する時は、細心の注意を払うことがきわめて重要となります。圧を抜く際は蒸気が出ますので、分液ロートの足をドラフト内の上の方に向けます。仮に研究室内に多少の空間があったとしても、人がいる方に向けてはなりません。特に、炭酸水素ナトリウムを含有する水相から抽出する作業は危険を伴います。分液ロートの内圧が高まり、コックを開けた途端に内容物が勢いよく噴出する可能性があるからです。このような抽出を行う場合には、まず適当なビーカー内で混合し、最初に発生するガスがおさまるまで撹拌してから分液ロートに移して抽出作業を行います。

当然のことながら、抽出作業中は常に保護眼鏡とマスクと保護手袋を着用しましょう。

破損、漏出時の注意！

容器の破損とその対応

注意深く使用していても、化学物質が入ったガラス容器を破損してしまうことがあります。引火点より高い温度で引火性の液体（有機溶媒）を使用する場合は、先ず発火源（例えばブンゼンバーナー、電気機器など）を移動させます。いかなる場合でも火花の発生を避けなければなりません。部屋の換気を十分に行い、こぼれた液体は、化学的に不活性な吸着剤、例えばケミゾーブ顆粒（製品番号 101568）あるいは ケミゾーブ粉末（製品番号 102051）など を使って吸着させます。ケミゾーブなどの吸着剤は、吸着能の高い多孔性の化学的に不活性な物質です。濃硫酸あるいは酸塩化物や油も完全に吸着させることができます。使用済みの吸着剤はポリエチレン袋に集めて、廃棄することが可能です。

誤ってこぼしたケミカルの吸着処理剤ケミゾーブ

製品名	カタログ番号	包装単位	用途
ケミゾーブ 粉末 漏出液体用吸収剤（万能タイプ）	1.02051.0500	500 g	水溶液の場合重量の 2 倍から 4 倍を吸収
	1.02051.9025	25 kg	
ケミゾーブ 顆粒 漏出液体用吸収剤（万能タイプ）	1.01568.1000	1 kg	重量の同量を吸収。飛散しにくいので取扱いが簡単
	1.01568.5000	5 kg	
	1.01568.9020	20 kg	
ケミゾーブ OH^- 漏出アルカリ用 吸収中和剤 指示薬付	1.01596.1000	1 kg	
ケミゾーブ H^+ 漏出酸用 吸収中和剤 指示薬付	1.01595.2000	2 kg	
	1.01595.9010	10 kg	
ケミゾーブ HF 漏出フッ化水素用 吸収中和剤 指示薬付	1.01591.1000	1 kg	
ケミゾーブ Hg 漏出水銀用 吸収中和キット	1.12576.0001	1 キット	キット内容 : 試薬 1/ 500 g、試薬 2 /100 mL、小型容器× 1、廃棄用カン× 1、保護手袋、ピペット他

こぼれたアルカリ性溶液の吸着処理法（ケミゾーブ OH^- 使用）

1. こぼれたアルカリ性溶液に十分な量のケミゾーブ OH^- をかける

2. かけたケミゾーブ OH^- が青色になり、アルカリ性を示します。

3. へら・スプーンなどで混ぜ中和と吸着が完了するまで数分待ちます。ケミゾーブ OH^- の青色が薄くなると中和されたことを示します。

※水分が吸着されるまで十分な量のケミゾーブ OH^- を加えてください。

4. へら・スプーンなどで、中和・吸着した粉末を集め、自治体の条例及び規制に従って破棄してください。

実験室内での消火

必要とされるあらゆる安全策を講じたにもかかわらず、実験室内で火災が起こった場合には、燃焼している物質の性質に応じて適切な種類の消火器を使用して火災に迅速かつ効果的に対処することがきわめて重要となります。

すべての実験室には移動式の消火器を備え付けておく必要があり、できれば防火用毛布も備えておく方がよいでしょう。

実験室の火災の多くは、二酸化炭素を使って効果的に対処することが可能です。消火能力は粉末 ABC 消火器にくらべ低い（冷却効果が低い）のですが、残留物が生じず、実験室を汚しません。また、ハロンやフロンのような有害性を示さないとともに、電子機器にも使用することができ、精密な機器類に損害を与えることもありません。消火作業の完了を確認したら、窒息状態に陥らないよう、実験室を十分に換気をしてください。

アルカリ金属、高反応性の有機金属化合物、水素化アルミニウムリチウム、シラン、及びこれらの類似物質に起因または関係する火災には、水や、水を含有する消火剤を使用してはなりません。

ナトリウムの火災には、バーミキュライト（膨張ひる石）、ナトリウム専用消火剤、乾燥炭酸ナトリウム、乾燥砂などの使用が適しています。

引火性液体の場合は、二酸化炭素または粉末消火剤を使用する必要があります。電源が入ったままの電子機器には、二酸化炭素を使用してください。

液化ガスまたは高圧ガスを充填した圧力ボンベで火災が発生し、バルブを閉じることができない場合は、粉末消火剤の使用が最も適しています。このようなボンベのバルブ部分で生じた火災には、耐炎キャップの使用が有効なことがわかっています。このキャップは管で二酸化炭素ボンベに連結されており、火災を起こしているバルブの上に設置して鎮火させます。ただし、初期段階を越えたボンベの火災は、消防隊にまかせましょう。

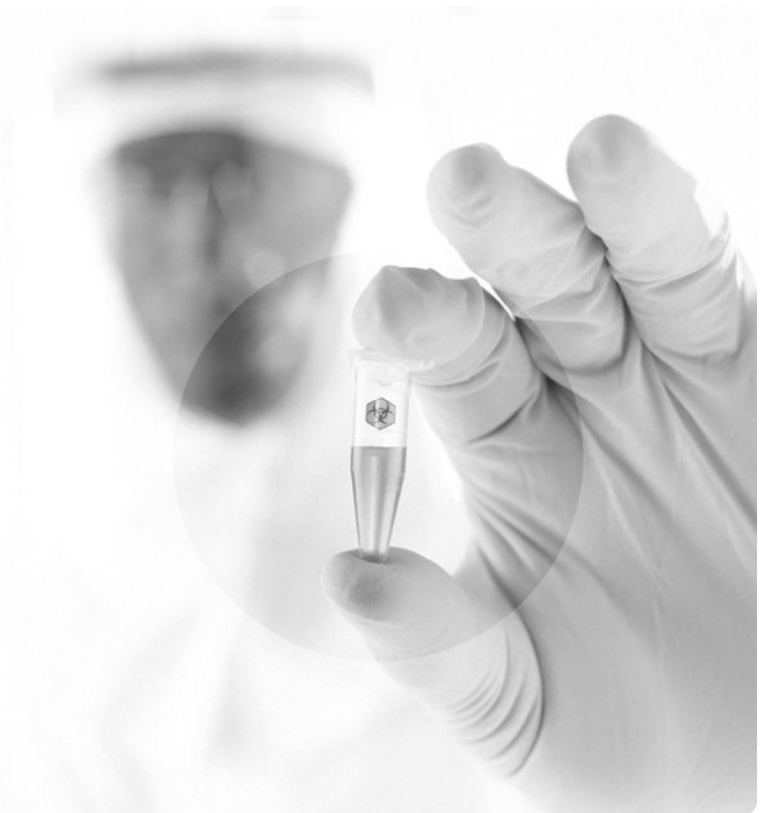
アセチレンボンベの火災の場合には、安全な位置から水をかけてください。ボンベが過熱して冷却水が蒸発し始めた時は、爆発の危険性がきわめて高いため、ただちに実験室から避難してください。

ここに記載した火災は、実験室内で起こる可能性のある火災のごくわずかな例にすぎません。安全に関するより詳しい情報や、救急処置に関する情報は、所属企業、機関あるいは所轄の労働安全監督官庁から入手してください。

7. バイオハザード

近年のバイオテクノロジーの発展に伴う研究分野の多様化により、研究に付随するリスクも多岐に亘るようになりました。

実験に使用される生物や人工的に作られる遺伝子組換え生物は、バイオ実験の安全性確保にとって重要なものの一つです。遺伝子組換え生物を用いる実験は「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（カルタヘナ法）及び関連の文部科学省の省令等の規定に従って実験を行わねばなりません。



カルタヘナ法

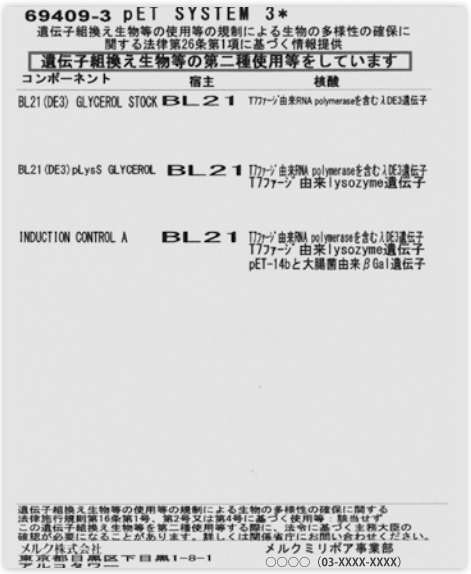
カルタヘナ法とは、正式名称を「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」という国内法で、その名の通り遺伝子組換え生物等の使用を規制し、自然環境への漏出を防ぐことを目的として 2004 年 2 月に施行されました。

「カルタヘナ」とは、コロンビア共和国にある都市名で、この場所で世界規模の遺伝子組換え生物の環境への漏出を規制するための国際会議が開催され「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書（カルタヘナ議定書）」が策定されました。国内法である「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」は、国際規定である同議定書を日本国内で施行するために制定されました。

カルタヘナ法では、自己増殖性のある遺伝子組換え生物（大腸菌、ウィルス等）についての使用、すなわち栽培その他の育成、加工、保管、運搬、廃棄及びこれらに付随する行為を規制しており、使用環境により「第一種使用等（開放環境での使用）」及び「第二種使用等（閉鎖環境での使用）」に分類しています。全ての「第一種使用等」及び一部の「第二種使用等」で大臣承認が必要になりますので、ご注意ください。（同法の詳細については、文部科学省もしくは経済産業省のウェブサイトでご確認ください。）

規制対象となる製品には、同法に基づく表記が行われています。メルクでは、対象製品全てに情報提供シート（薄緑色のハガキ大書類）を添付し、宿主（親生物）の名称や遺伝子組換え技術で得られた核酸または複製物の名称を記載しています。また製品は、他の製品と明確に区別することができるように、取扱注意と印字した専用のビニール袋に入れてお届けしています。

情報提供シートの例


69409-3 pET SYSTEM 3*
遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律第26条第1項に基づく情報提供
遺伝子組換え生物等の第二種使用等をしています
コンポーネント　宿主　核酸
BL21(DE3) GLYCEROL STOCK BL21 T7ファージ由来RNA polymeraseを含むλDE3遺伝子
BL21(DE3)pLysS GLYCEROL BL21 T7ファージ由来RNA polymeraseを含むλDE3遺伝子 T7ファージ由来lysozyme遺伝子
INDUCTION CONTROL A BL21 T7ファージ由来RNA polymeraseを含むλDE3遺伝子 T7ファージ由来lysozyme遺伝子 pET-14bと大腸菌由来βGal遺伝子
遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律施行規則第16条第1号、第2号又は第4号に基づく使用等　該当せず
この遺伝子組換え生物等を第二種使用等する間に、法令に基づく主務大臣の確認が必要になることがあります。詳しくは関係省庁にお問い合わせください。
メルク株式会社
東京都目黒区下目黒1-8-1
メルクミリポア事業部
○○○○（03-XXXX-XXXX）

カルタヘナ共通シール

製品梱包の例

カルタヘナ法は、遺伝子組換え生物等の自然界への漏出を防ぐための法律です。この法律で規制される製品を廃棄する際は、確実にオートクレーブによる不活化処理を行ってから、正式な手順に従って処理してください。

物理的封じ込めのレベル

カルタヘナ法により、バイオハザード防止対策を講じて実験を行うことが義務づけられています。拡散防止措置には物理的封じ込めと、生物学的封じ込めがありますが、ここでは物理的封じ込めの概要をご説明いたします。

拡散防止措置に関するより詳しい情報は文部科学省のウェブサイト等でご確認ください。

物理的封じ込めのレベルは P1、P2、P3、P4 まで 4 段階のレベルがあります。頭文字の P は physical（= 物理的）に由来し、数字が大きくなる程、組換え体の封じ込めが厳重であることを示します。

物理的封じ込めのレベル

P1 レベル

施設・設備

- 実験室は、整備された通常の微生物学実験室としての構造及び設備を有すること。

実験実施要綱

① 実験中、実験室の窓及び扉は閉じておくこと。

② 実験台は毎日、実験終了後消毒すること。また実験中汚染が生じた場合には、直ちに消毒すること。

③ 遺伝子組換え生物を含む全ての廃棄物（廃液を含む）は廃棄前に滅菌すること。その他の汚染された機器などは洗浄、再使用及び廃棄の前に消毒または滅菌すること。

④ 機械的ピペットの使用が望ましいこと。

⑤ 実験室内での飲食、喫煙及び食品の保存はしないこと。

⑥ 遺伝子組換え生物を取り扱った後、及び実験室を出るときは手を洗うこと。

⑦ 全ての操作においてエアロゾルの発生を最小限にするよう注意を払うこと。

⑧ 汚染した物質などの汚染を実験室以外の場所で除去しようとするときは堅固で漏れのない容器に入れて、実験室から搬出すること。

⑨ 実験室の昆虫、げっ歯類の防除をすること。

⑩ 注射器の使用は、他の方法がある場合にはこれを避けること。

⑪ 実験室内では、実験着などを着用し、退室時にはこれを脱ぐこと。

⑫ 実験室は、つねに整理し、清潔に保つこと。

⑬ その他実験責任者の定める事項を順守すること。

P2 レベル

施設・設備

- 原則として研究用安全キャビネットを設置し、キャビネット内で操作すること。
- 実験室のある建物内に汚染物及び廃棄物処理のための高圧滅菌器を設置すること。

実験実施要綱

P1 レベルの実験実施要綱①～⑬に加えて、

⑭ 実験台及び安全キャビネットは毎日、実験終了後消毒すること。また実験中汚染が生じた場合には、直ちに消毒すること。

⑮ 機械的ピペットを使用すること。

⑯ 関係者以外の者の入室を制限すること。

⑰ 実験が進行中の場合には「P2 レベル実験中」の表示を実験室の入り口に揚げること。

⑱ P1 レベルである実験を同時に行う場合、これらの実験の区域を明確に設定して注意深く行うこと。

P3 レベル

施設・設備

P2 レベルの施設、設備に加えて、

- 前室を設置し、前室は前後の扉が同時には開かない設計であること。高圧滅菌器は実験区域に置くこと。
- 安全キャビネットの設置に際しては、定期検査、HEPA フィルターの交換、ホルムアルデヒドによる燻蒸などが安全キャビネットを移動せずに実施できるように配慮する。また安全キャビネットは設置直後次の A、B、C の検査を行うと共に、定期的に年 1 回以上 A 及び B の検査を行うこと。

  A：風速・風量試験（クラス 3 を除く）　B：HEPA フィルター性能試験　C：密閉度試験
- 実験区域の床、壁などの表面は容易に水洗・燻蒸が可能な構造及び材質であること。
- 実験室及び実験区域の主な出口には足もしくはひじで、または自動で操作可能な手洗い設備を設けること。
- 真空吸引装置は、実験専用のものとし、他の区域とは独立して設けること。吸光口にはフィルターまたは消毒液によるトラップを設けること。
- 実験区域に空気の排出換気設備を設置すること。このシステムは空気の流れが前室から実験区域へ向かうように設計すること。実験区域からの排気はろ過その他の処理をした後排出すること。

実験実施要綱

P1、P2 レベルの実験実施要綱①～⑱に加えて、

⑲ 実験区域の窓は密閉状態とする。

⑳ 専用の作業着を着用し、実験区域を出るときはこれを脱ぐこと。またこの実験着は洗たく前に消毒する。

㉑ 実験が進行中の場合には「P3 レベル実験中」の表示を実験室の入り口に揚げること。

㉒ 実験中、当該実験室内では封じ込めレベルが P2 以下でよいとされる他の実験を同時に行わないこと。

P4 レベル

施設・設備

- 遺伝子組換え生物を取り扱うためのクラス 3 の安全キャビネットを設けること。
- 安全キャビネットの設置に際しては、P3 の基準に準じる。
- 実験専用の建物または建物内において他と明確に区画された一画を実験区域とし、当該区域に実験従事者以外の者が近づくことを制限できるようにすること。
- 前室は同時には開かない扉を前後にもち、更衣室及びシャワー室を備えること。
- 更衣室を経由することなく、試料その他の物品を実験区域に搬入しようとする場合は、紫外線が照射され、かつ、同時には開かない扉を前後に持つ通り抜け式の前房を通すこと。
- 実験区域の床、壁及び天井は容易に洗浄及び燻蒸ができ、昆虫、げっ歯類等の侵入を防ぐ構造であるとともに、蒸気状態の消毒剤を恒圧で、全体として適切に封じ込め得るものであること。ただし必ずしも気密であることを意味するものではない。

- 実験室及び実験区域の主な出口には、足もしくはひじで、または自動で操作可能な手洗い設備を設けること。
- 実験区域の扉は、自動的に閉じる構造とすること。
- 中央真空系統を設置する場合は、実験区域専用のものとし、各使用場所及び点検コックのできるだけ近くに HEPA フィルターを配備すること。この HEPA フィルターはそのままで滅菌可能であり、また、交換ができるように設置すること。
- 実験区域に供給される水、ガス等の配管には、逆流を防ぐ装置を備えること。
- 実験区域から搬出する物品を滅菌するために、両方が同時に開かない扉を前後に持つ通り抜け式の高圧滅菌器（以下「高圧滅菌器」という。）を備えること。
- 実験区域から搬出する試料その他の物品で加熱滅菌が不適切なものを消毒するために、消毒液の入ったくぐり抜け式の浸漬槽（以下「浸漬槽」という。）または両方が同時には開かない扉を前後に持つ通り抜け式の燻蒸消毒室（以下「燻蒸消毒室」という。）を備えること。
- 実験区域専用の給排気装置を備えること。この装置は、外部から空気が流入する場合、次第に危険度の高くなる区域へと流れていくように、圧力差を維持するとともに空気の逆流を防ぐように設計すること。また、装置の故障・誤動作を知らせる警報装置を付けること。
- 個々の実験室での空気の再循環は、HEPA フィルターでろ過すること。
- 実験区域からの排気は、HEPA フィルターでろ過した後、近くにある建物及び空気取入口を避けて拡散するように排出すること。この HEPA フィルターは、設置したまま滅菌可能であり、また、交換後性能検査ができるように設置すること。
- クラス 3 の安全キャビネットからの処理された排気は、戸外へ排出すること。クラス 1 またはクラス 2 の安全キャビネットからの処理された排気は、実験室内へ排出することができる。もし、これらの排気が実験区域専用の排気装置を通じて排出される場合には、安全キャビネットまたは実験区域の換気系の空気のバランスを乱さないように結合すること。
- 実験区域内に設けられる特別な実験区画は、次の用件を満たすこと。
  - A. 生命維持装置は警報装置及び緊急用の空気タンクを備えること。
  - B. 入口に気密扉によるエアロックを設けること。
  - C. 着衣に付着した汚染物を退去時に除去するための化学薬品シャワー室を設けること。
  - D. 当該区画からの排気は、HEPA フィルターで二段ろ過すること。
  - E. 安全のため、排気用換気装置を二系統とすること。
  - F. 緊急用の動力源、灯火及び通信装置を備えること。
  - G. 当該区画以外の実験区域に対して、常に陰圧を維持すること。
  - H. 当該区画外へ排出する廃棄物を滅菌するための高圧滅菌器を備えること。

実験実施要綱

P1、P2 及び P3 レベルの実験実施要綱①～㉒に加えて、

㉓ 上記 P3 に記載の実施要綱に加えて、クラス 3 の安全キャビネットまたは実験区域から生物試料を生きたままの状態で搬出する場合には、堅固で漏れのない容器に入れた後、浸漬槽または燻蒸消毒室を通すこと。クラス 3 の安全キャビネットに搬入する場合も同様とする。

㉔ クラス 3 の安全キャビネットまたは実験区域から試料または物品を搬出する場合（上記の場合を除く）には高圧滅菌器を通すこととし、高温や蒸気によって壊れるおそれのあるものについては、浸漬槽または燻蒸消毒室を通すこと。クラス 3 の安全キャビネットに搬入する場合も同様とする。

㉕ 実験またはその安全確認に必要な者以外の者を実験区域にいれないこと。

㉖ 実験区域への出入は前室を通じて行い、出入に際してはシャワーを浴びること。

㉗ 実験区域では、下着、ズボン、シャツ、作業衣、靴、頭巾、手袋等からなる完全な実験着を着用し、実験区域から出るときは、シャワー室に入る前にこれらを脱ぎ、収集箱に収めること。

㉘ 実験区域のすべての扉及び組換え体を保管する冷凍庫、冷蔵庫等には、国際的に使用されている生物的危険表示を掲げること。

㉙ 実験区域は常に整理し、清潔に保ち、実験に関係ないものは置かないこと。

㉚ 安全キャビネットの HEPA フィルターについては、その交換直前及び定期検査時に、安全キャビネットを密閉し、10g/m^3 のホルムアルデヒド燻蒸により汚染を除去すること。

㉛ 安全キャビネット及び実験室流しからの廃液は加熱滅菌すること。シャワー及び手洗い設備からの排水は、滅菌または化学処理により消毒すること。

㉜ 実験中、当該実験室内では、封じ込めレベルが P3 以下でよいとされる他の実験を同時に実施しないこと。

尚、上位レベルの実験室は下位のレベルの拡散防止措置を備えること。

8. 微生物試験における安全性

粉末乾燥培地を使用する作業には健康上の危険が伴います。粉末培地の調製中に粉末が飛散するため、人が吸い込んだり体の表面に付着します。 胆汁塩を含む培地の計量時に直ちに咳き込むことは、空気中に浮遊する粉末培地の吸入を示唆しています。 粉末培地の危険を最小限に抑えるために、メルクは 1950 年代から顆粒乾燥培地を販売しています。また、メルクは乾燥培地やその他ペプトンなどの原料を介した BSE の潜在的な危険を認識しており、2000 年以降、欧州医薬品品質理事会（EDQM）及び 欧州薬局方（EP）の医薬品製剤における BSE の危険を最小限に抑制する勧告を順守した乾燥培地のみ製造しています。 さらに非動物由来成分の使用を優先するのがメルクの方針です。

粉末培地の取扱い

培地成分にはアレルギー作用や毒性のある物質を含む培地があります。これらを出来るだけ吸引しないようにマスクをして取扱うことをお勧めします。顆粒状に加工した乾燥培地は飛散が少なくアレルギー作用物質や毒性物質の吸引を減少させます。

乾燥培地の保存

乾燥培地は約 15~25°Cの乾燥した暗所に保存します。使用後は容器の蓋を固く閉め、吸湿を防ぐことが重要です。吸湿は pH の変化と凝塊の形成を招きます。長期保存による pH の変化は修正できますが、凝塊（凝り固まったもの）となったものは化学変化が起きている可能性があるので廃棄してください。

作製培地の保存

一般に培地は室温で遮光して保存すれば 1~2 週間使用できます。寒天平板培地をより長く保存して使用するにはシャーレを粘着テープで密閉、または数枚を空気を遮断できるようなプラスチック袋にいれて 12~15°Cで保存します。保存した培地は使用前に数時間インキュベーター内に置き培養温度まで温めておきます。

培養物の安全廃棄

培養物はオートクレーブしたのち廃棄するのが原則で、化学滅菌は例外的に特殊な場合のみにとどめるべきです。化学滅菌に適当な殺菌剤を用いると通常の栄養体には効果がありますが、芽胞には効果がありません。プラスチックのようなディスポーザブル容器に入った培養物は 121°C、30 分間オートクレーブで加熱処理を行った後廃棄します。ガラス容器に入れた培養物も 121°C、30 分間オートクレーブで加熱処理した後に廃棄します。滅菌の工程評価のため、バイオロジカルインジケータの使用をお勧めします。

培地の作製

使用する水と容器

常に中性の清浄で新鮮な蒸留水または完全な脱イオン水を用います。

使用する容器は界面活性剤など他の物質を完全に除くために精製水でよくすすぎます。容器は乾燥培地を溶解するため、良く振とうできる大きさの容器を用います。

乾燥培地の溶解

寒天やゼラチンを含まない培地は通常冷水に溶けるか、穏やかに加熱するだけで溶解します。寒天またはゼラチンを含む培地は次の手順で加熱溶解してください。

寒天またはゼラチンを含む乾燥培地の加熱溶解手順（培地量が 500 mL から 1 L 以下の場合）

1. 必要な乾燥培地を秤量して容器に入れ、必要量の半分の水を加えて、均一な懸濁液になるように良く撹拌した後、残りの水を容器壁付着物を洗い流すように加えます。
2. 次に完全に溶けるまで沸騰水浴または流通蒸気中で加熱します。完全に溶解したかどうかは、培地を振ったときに容器の壁に粒子が付着していないこと、液が均質に見えることで確かめます。

すべての培地は加熱に不安定なので必要以上の加熱は避けるべきです。直火やプレートヒーターは一部分だけを過度に加熱するので絶対に避けてください。

培地の滅菌

特に指定がない限り、121°C、15 分間 オートクレーブ滅菌します。滅菌後、常圧に戻ったら直ちに容器をオートクレーブから取り出し、速やかに 60°C以下に冷やします。

pH の修正

pH は温度の影響を受けますので滅菌後に測定すべきです。pH の測定には電極型 pH メーターまたは pH 試験紙を用います。pH の測定及び修正は固形培地では約 45°C、液体培地では室温で行います。また pH の修正には 1N、1/10N 塩酸、または水酸化ナトリウム水溶液を用い、培地の一部（たとえば、50 mL）を修正した後、残りの培地の pH 修正に要する酸またはアルカリの量を計算して、無菌的に（メンブレンフィルターでろ過して）全培地に加えます。

平板の分注

平板用培地は 45~55°Cまで冷却しシャーレに流します。気泡がみられたら、ガスバーナーの炎を吹き付けて除きます。寒天平板の表面が濡れていると菌のスウォーミングがおこる原因となりますので、使用前にインキュベーターの中で平板を逆さにしてシャーレの蓋の端に斜めにおき 20~30 分乾燥させます。

9. 試薬の保管

実験室で使用する多くの化学物質は安定ですが、なかには特別な保管条件が必要なものもあります。メルクでは、メルクの化学製品についての保管特性を試験し安全に保管できることを確認しています。またパッケージング材との適合性を確認し、最適なパッケージングにて提供しています。特殊な保管条件を要する数種の化学物質については下記に記載します。

湿気に敏感な化学物質

リチウム、ナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属の水酸化物は、水素化リチウムアルミニウムのような反応性の高い水素化物と同様に湿度には特に敏感です。また、これらの水素化物は水分と反応して引火性ガス（水素）を発生するため、この点からも湿気を避ける必要があります。

そのため、アルカリ金属の水素化物及び水酸化物は、品質を保持するため、ポリエチレン製の袋に密封した上にさらに防湿性の金属容器に入れて輸送しています。実験室では、容器開封後はデシケーター内に保管してください。

酸化されやすい化学物質

どんなに注意しても、一部の化合物では容器の開閉を繰り返すことにより大気中の酸素と反応し、暗色化する傾向が見られます。アニリン類やフェノール類がこれに該当します。このような着色は、蒸留や再結晶化を行うことで簡単に取り除くことができます。

空気に敏感な化学物質

シリカゲルや TLC プレートのようなきわめて吸湿性の高い製品は、空気から保護する必要があります。最初に梱包されていた密封容器、あるいは市販されている特殊な保管棚に入れておくことをお勧めします。未使用の TLC プレートが空気に触れると、シリカゲルが徐々に不活性化し、当然のことながらプレートの分離能に影響します。

重合しやすい物質

この種の物質にはアクリル酸塩やメタクリル酸塩などが該当し、通常はフェノール系重合禁止剤を使って望ましくない重合を防止し、安定化させる必要があります。このような重合禁止剤は、1~5% の水酸化ナトリウム水溶液で抽出することにより、使用前に除去することができます。この抽出操作は、約 20% の塩化ナトリウム水溶液の添加により促進させることが可能です。もう 1 つの例として、ホルムアルデヒド水溶液が挙げられます。通常は、低温保管することにより、重合してパラホルムアルデヒドが生成するのを防止することができます。重合が起こっても、容器内の沈渣と完全に分離していれば、上清を使用してもなんら問題はありません。パラホルムアルデヒドの生成がもっとも抑制されるのは +15~25°Cの範囲です。この点に関しては、各容器のラベルに表示があります。

温度に敏感な物質

生化学分野の生物由来製品の多くは、活性を維持するため冷蔵保存する必要があります。特に酵素や補酵素は温度が上昇することにより活性を失ってしまうため、冷蔵保存が必須です。合成に用いられる一部製品でも、安定性や蒸気圧の観点から冷蔵が推奨されます（ギ酸、ペンタンなど）。これらの製品の最適保管温度は、カタログ及び製品ラベルに記載しています。

融点の低い物質

このような物質は、融点以上または以下で長期間保管した場合、通常とは異なる形態をとることがあります。たとえば、ベンゼンは 0°C未満では固形状となり、フェノールは 40°Cでは液状となります。このような製品は、適切な温度に戻せば品質が劣化することなく元の状態に戻ります。したがって、たとえばブロモ酢酸のラベルには、容器から分取する前に水浴中で暖めて融解してください（融点 46~49°C）といった指示が記載されています。

結晶水を含有する塩

結晶水の含有率が高い塩は、35°C以上に加熱すると水を放出します。このため、2 相に分離（上層が水）するか、塊状になります。水相が生じた場合には、結晶水の含有量が下がった塩が沈殿することがあります（注 : 重量測定時は注意 - 誤差が生じる可能性があります）。すなわち、硫酸ナトリウム・10 結晶水が硫酸ナトリウム 10 倍水（水相として）となっている可能性があります。

例：$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$; $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

発煙しやすい物質

高濃度の強酸（発煙硫酸、硝酸、塩酸）または臭素は、腐食性の蒸気を発生しやすいため、換気のよい場所に保管する必要があります。特殊な耐腐食性のトレーを設置した換気の良い薬品保管棚を使用してください。

保管温度

温度に敏感な化学物質のために、保管温度が設定されています。保管条件は、ラベルとカタログに表示されています。

カテゴリー 1	-20~0°Cで凍結
カテゴリー 2	0~6°Cで冷蔵
カテゴリー 3	+15°C以下で保管
カテゴリー 4	+15°C ~25°Cの室温で保管

特に指示がない場合は、常法に則って化学物質及び試薬の保管を行ってください。すべての化学物質は、密封して乾燥した涼しい場所に保管し、直射日光を避けてください。

パッケージング

包装は、使用者と環境の保護を目的としています。安全な輸送、保管、そして使用には安全な容器に充填された製品を選択してください。特に以下の基準を考慮されるとよいでしょう。

- 特定の安全基準に準拠している
- 長期間の保管でも品質が維持できる
- 包装材料と内容物が反応を起こさない
- 高純度試薬が汚染されない
- 使用者にやさしい包装である

例えばメルクでは製品の供給を開始する前に総合的な試験を実施します。目的は包装形態の安定性を確認するためですが、さらに重要なことは輸送中そして予想される長期間の保管の後も内容物の品質を保証するためです。特に液体製品の包装において、メルクではドイツ材料研究試験機関（Bundesanstalt für Materialforschung und prufung - BAM）の認定を受けた危険化学物質のための包装試験設備を所有しています。 この設備は危険有害物質の輸送のためのガイドラインに基づいてパッケージデザインを試験し、UN 番号を割り振る認可を受けています。メルクが主に利用する容器は下記の通りです。

ガラスビン

ガラスは不活性材質として、腐食性の製品を含めてあらゆる種類の内容物に適しています。ガラスビンは主に褐色をしており、光から保護します。 ガラスは又空気や水蒸気を通さないため、高度の安定性が保証でき、長期間の保管が可能です。

高品質ガラスビン

加水分解グレード 1 の高品質無色のビンで、高純度試薬（スプラピュアグレードなど）の輸送と保管に使用します。

金属製カン

酸化性の固体やある種の染料は先ずポリエチレンの袋に入れ、保護のために次に金属製のカンに入れます。

プラスチックアンプル

チトリゾール（半調整済試薬）はバッファー、標準液、容量分析用溶液用の濃縮液で、ポリエチレンアンプルに入っています。

プラスチックバッグ

食品添加物など固体の多くは少量の場合にはポリエチレン袋に入っています。 その後折りたたみ式ダンボール箱で発送されます。

プラスチックバレル

HDPE 製で 容積は 200 L です。ほとんどの酸、アルカリとその溶液に広く使用されており、開口部が約 2 cm と 5 cm の 2 種類があります。各種配給システムに連結できます。

プラスチックボトル

ほとんどのプラスチックボトルは HDPE 製です。 現在のボトルは UV 照射の影響を受けないように着色されています（固体の場合は白、液体は黒色）。 容積は 2.5 L と 5 L あり、取っ手があるため使い易く作られています。

プラスチックケース

テストキットなどを持ち運ぶための容器です。 取っ手付で、頑丈、しぶきなどからも保護されます。移動に便利で、厳しい天候でも使用できます。 蝶番付のふたは作業台として使用できます。

プラスチック容器

HDPE 製（高密度ポリエチレン）で容積は 5 L、10 L、25 L です。酸、アルカリとその溶液用に使用されます。黒いキャニスターは光に敏感な物質用に使用されます。 キャニスターにはすべて外側に標準 KS 60x6 ねじ山がついています。 接続用部品と配給用部品もあります。

プラスチックドラム

固体はポリエチレンの袋に入れて、その後安定な樹脂ドラムに収めます。 利点 : 非常に安定で、大容量に対応しています。

プラスチック IBC

コンテナタイプの IBC（中間バルクコンテナ）は容量 400~1000L の樹脂容器です。 高密度ポリエチレン（HDPE）製で、酸やアルカリ溶液に適しています。

プラスチック管

試験紙などを入れる容器で、樹脂製のストッパーで封をします。 吸湿性の物質の場合、乾燥剤も入っています。

アルミ小袋

アルミでラミネート加工した樹脂箔から出来ており、バッファーなどの液体の小分け用です。使用する材質とその構造から、この小袋は全く水漏れせず、内容物を安定に保ちます。

セプタムアンプル

ガラスのアンプルで、汚染の心配のない方法でシリンジを使ってサンプルを取り出すためのセプタムが付いています。サンプリングの後すぐに、セプタムは自動的に閉じられ、再び気密になります。

スチールバレル

ワンウェイ型スチールバレルで、容積は 25 L と 190 L があります。内側は腐食を防ぐ化学的に耐性のあるラッカーでコーティングされています。 主に有機溶媒用です。

ドラムカン

酸化性固体はポリエチレンの袋に入れて、その後安定な樹脂ドラムに収めます。外部表面は腐食を防ぐ特殊な材質でコーティングされています。

ステンレス IBC コンテナ

この IBC（中間バルクコンテナ）はステンレス製で、バルクユーザー向けの 400~1500 L タンク用です。

チトリパック

実験室で使用する容量の多い容量分析溶液はポリエチレンで裏打ちしたダンボール箱で供給されます。溶液を密封された状態のまま付属の注ぎ口から取り出すことができ、空気などのコンタミによる劣化を防ぐことができます。

チューブ

ペースト状の試薬に利用されます。 使用後は栓ができます。

10. 試薬の廃棄

化学品を使用する場合、廃棄物の適切な処分に最も重点を置く必要があります。 これは環境面だけでなく、費用の面でも大きな要因になります。

少量品の使用は解決法の 1 つです

メルクでは 5000 品目以上の製品で少量のパッケージをご用意しています。 危険有害物質の少量パックを使用することによって残分を最小限に抑えることができ、処理がより簡単であるとともに、安全の確保にも有効です。

廃水汚染の防止

基本的に、下水処理系統に流して廃棄してはいけません。 多くの化学品は廃水処理設備では簡単には分解できず、そのままの状態で環境に放出されるためです。排水管を通して廃棄物を処分することは、厳に慎まなければなりません。

11. Q & A

こんなとき、どうしたらよいか？

このＱ＆Ａはごく基本的な内容ですが、実験室での行動規範の確認にご活用ください。

救急法と緊急時の対策

Q1： 事故はいついかなる場所でも起こる可能性があります。化学物質は危険なものです。事故を防ぐためには何に注意したらよいでしょうか？

A1： 使用する化学物質についての知識を得ることと、安全に関する資料を調べることです。

Q2： 事故が起こった場合に伝えるべき内容とその順序は？

A2： 119 番へ通報

伝達事項：

・氏名、電話番号
・事故の起こった場所＝住所、通りの名前、ビルの名前、階数、 部屋番号
・何が起こったか？＝事故、中毒、やけど、火事、爆発、どんな化学物質の事故か？
・けが人がいる場合は人数を伝える
・救助に必要な人（車）は？＝救急医、消防車（隊）、救急車
・待機する＝電話を切らずに相手の返答を待つ。重要な質問に答える必要があるかもしれません。

Q3： 緊急時に火災報知器あるいは非常ベルを押した後にするべき事は？

A3： 救急車あるいは消防車が到着する場所へ出向き、事故現場に直ちに行かれる様に誘導、また間違った警報を鳴らしてしまった場合はそれ以上の作業が必要ないことを伝える。

Q4： 次のようなけがに対する救急法は？

a）酸あるいはアルカリ物質が目に入った　b）目に怪我をした　c）着衣が腐食性の物質で濡れた　d）火傷（重症、軽症）　e）熱傷　f）凍傷（ドライアイスあるいは液体窒素などによる）　g）多量の出血をともなう切傷　h）異物が入った創傷　i）骨折　j）捻挫　k）意識のあるショック状態　l）意識のないショック状態　m）呼吸停止　n）心臓及び呼吸停止

A4： これらの事故に対しては、直ちに医師を呼ぶ必要があります。特に i）~ n）については、事業所の安全管理者あるいは専属の医師にたずねてください。

Q5： 酸が流出した時にとるべき行動は？

A5：
1. 危険区域から人を避難させる。
2. 汚染した衣類を脱ぐ。
3. 水だけで目のすみずみまでよく洗う。
4. 傷の部分にポリエチレングリコール入りの軟膏を塗る。
5. 直ちに医師の診断を受ける。
6. 汚染された場所は吸着処理剤（ケミゾーブ 等）を使って吸収させ、残留物を取除く。
その後十分に清掃する。

Q6：	有機物質あるいは無機物質を飲み込んでしまった場合に、吐かせる方法は？
A6：	大さじ一杯の塩を入れた水をコップに一杯飲ませるか、大量の水を飲ませます。

Q7：	吐かせてはいけない場合は？
A7：	a）意識がない場合 b）酸あるいはアルカリを飲み込んだ場合、喉と食道をさらに傷つけないためです。

Q8：	ガス中毒の場合にとるべき行動は？
A8：	危険区域から患者を避難させるが、自分自身が中毒にならないように気をつけながらガスのない、新鮮な空気のある場所へ移動させる。シアン化水素あるいはホスゲンのような中毒の患者には、マウス･ツー･マウスの人工呼吸法を施してはいけません。

Q9：	地震に対する注意点は？
A9：	地震にそなえて、事前対策と定期的な点検が必要です。具体的には、実験室の棚や、実験台、高圧ボンベ、ロッカーなどは耐震用具で壁や床に固定し、十分な避難通路の確保、廊下に物を置かないなど。地震発生時には、その強度にもよるが「火を消せ！」と声を掛け合い、実験室内の主電源を切る、火種となりうる物を除く、ボンベのバルブを閉めるなどの措置が必要です。

火災警報装置と消火器、安全装置

Q10：	火災の場合にとるべき行動は？
A10：	落ち着いて、扉と窓を閉める。消火器を使用する場合は、横あるいは下から近づいて消火する。一酸化炭素中毒あるいは酸欠の危険がある場合は、早めにその部屋を出る。

Q11：	消火に使用するものはどのような種類が適当ですか、それはどこにありますか？
A11：	炭酸ガス消火器、粉末消火器、消火用毛布、消火用砂、散水システムなどがあります。以下の Q&A をご参照ください。

Q12：	二酸化炭素消火器、粉末消火器、消火用砂の違いは？
A12：	二酸化炭素消火器が最も多く研究室に設置されている消火剤です。高圧ガス容器に充てんした二酸化炭素を放出し、窒息効果と冷却効果で消火します。ABC 粉末消火剤は主成分はリン酸アンモニウムで A（普通火災）、B（油火災）、C（電気火災）のすべての火災に適応しています。レバーを握ることにより、内部の粉末を炭酸ガス若しくは窒素ガスの圧力で放出され、窒息消火します。消火用砂は金属火災の時に使用します。この場合、二酸化炭素は炭素に還元され、酸化金属が生成されますが、その反応は非常に発熱をともなうため二酸化炭素の使用には適しません。

Q13：	どんな物質が燃焼してくすぶる傾向がありますか？
A13：	炭素、木材、衣服、紙などです。

Q14：	非常口はどこにありますか？
A14：	火災避難路、はしご、階段、非常口などの表示があるところです。

Q15： 実験室にはブレーカーなど電気とガスの非常遮断スイッチはありますか？どんな時に使うのですか？また使用した場合に別の危険がありますか？

A15： このスイッチは誰かが感電した場合にのみ使用します。溶媒がこぼれた時は、電気のプラグを抜きます。実験室全体が危険にさらされた場合はスイッチは入れておきます。非常遮断スイッチを入れた場合、他の装置が突沸などによって危険にさらされる場合もありますので、たとえば攪拌している溶液が停止しない様に遮断時間は最小限にとどめるといった配慮が必要です。

研究室・実験室での行動

Q16： 実験室の作業に相応しい服装は？

A16： 足の甲が隠れる靴、ボタンのついた木綿の白衣あるいは作業着（合成繊維は不可）、保護眼鏡です。

Q17： 何故実験室には許可された人以外（部外者）は入れないのですか？

A17： その実験室で働いていない人々であり、そこで行われている作業について知らないため、危険が伴う可能性が高いからです。

Q18： なぜ実験室は禁煙なのですか？

A18： 煙草は動く発火源で、例えば潜在的な危険性のある混合ガスを着火させる可能性があります。さらに、吸い終わった後は有毒物質で汚染されると考えられるため、個人的な危険も増加します。

Q19： なぜ実験室では飲食が禁止なのですか？

A19： 食物は食べる人の手を汚しますし、その容器を実験用容器と間違えることもあります。

実験操作

Q20： 実験室で一般的に使用される乾燥剤は？

A20： 酸化アルミニウム、シリカゲル、モレキュラーシーブ（合成ゼオライト結晶）、シカペント、シカサイドなどです。シカペントは 25% 不活性無機担体と 75% 五酸化リン、シカサイドは 25% 不活性無機担体と 75% 濃硫酸を含んだ粒状乾燥剤です。母材料である五酸化リンや濃硫酸よりも安全、迅速な乾燥など優れた特徴のある製品です。

Q21： 溶媒の乾燥に最も一般的に使用される物質は？

A21： 五酸化リン、硫酸マグネシウム、ナトリウム、酸化アルミニウム、塩化カルシウム、水酸化ナトリウム、炭酸カリウム、モレキュラーシーブ、シカペント、シカサイドなど。

Q22： これらの乾燥剤を使用する時に、なにか制限がありますか？

A22： 強い反応あるいは揮発性化合物の放出が予想される場合は使用できません。

Q23： なぜナトリウムをハロゲン化溶媒、ハロゲン化化合物あるいはハロゲンを含んだ混合物の乾燥に使用してはいけないのですか？

A23： ハロゲン化化合物の生成に伴っておこる反応が、爆発を起こしうる多くのエネルギーを放出するからです。

Q24： 高い分析精度が要求される標準液の簡単な調整法は？

A24： チトリゾール（Titrisol®）アンプル入り標準液の使用をお勧めします。チトリゾールは滴定用のバッファー液、pH メーターの較正、AAS の標準液など必要な容量溶液を簡便に調整できるアンプル入りの製品です。

実験室の装置、器具に関して

Q25： 電気オーブンで物質を乾燥させる時に注意することは？

A25： 爆発性の混合ガスを発散する可能性のある物質を、このようなオーブンで乾燥させる時は、爆発を避けるためにドラフト内で作業するなどの注意が必要です。 乾燥温度が最大 50°Cを超えないならば、発火温度が 300°C以上の物質を上述のオーブンで乾燥させることができます。発火温度が低い溶媒に使用する時は（例えばジエチルエーテル 170°C、シクロヘキサン 260°C）、次のような注意が必要です。

1. 乾燥温度 50°C
2. 最大温度を 90°Cに設定、ないし、不活性化させるための器具を連結させて自動真空モニタリングを行なう

Q26： どんな真空法が使えますか？最終圧はどの位ですか？

A26： a）水流真空ポンプ : 水温にもよりますが、13 hPa

b）単段ロータリーバルブポンプ :10-1 hPa

c）二段ロータリーバルブポンプ :10-3 hPa

d）水銀拡散ポンプ :t10-6 hPa

Q27： なぜエバポレーターで濃縮などをする場合に、三角フラスコや平底フラスコを使用してはいけないのですか？

A27： 内部崩壊の危険があるからです。

Q28： デシケーター、真空状態の装置などの器具の内部崩壊から自身を守るために必要な注意事項は？

A28： デシケーターの場合は接着力のあるホイルで包む。真空状態の装置の場合は防御用遮蔽板を立てる。

危険な化学廃棄物の処分について

Q29： 危険な化学廃棄物の処分の方法は？

A29： 所属する機関・施設の規則に従うと共に、産業廃棄物処理許可業者に依頼するなど、関係法規に従って処理を行ってください。

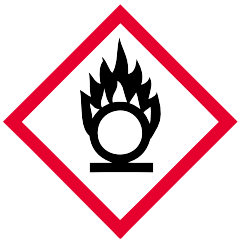
Q30： 古いメルク試薬を廃棄したいのですが、製品名がドイツ語のため中身が不明です。

A30： www.merckmillipore.jp で製品番号検索してください。
該当製品がない場合は、On-Line：www.merckmillipore.jp/jpts よりお問合せください。

GHS 基準のシンボルマーク

GHS のシンボルマークは一目でその製品の危険性や有害性の内容が分かるようになっており、大きく分けると物理化学的危険性、健康に対する有害性 及び 環境に対する有害性 の 3 種類に分けられます。

GHS 基準のシンボルマーク

物理化学的危険性	
	可燃性または引火性ガス、可燃性または引火性エアゾール、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体・固体、自己発熱性化学品、水反応可燃性化学品・有機過酸化物
	支燃性または酸化性ガス、酸化性液体・固体
	火薬類、自己反応性化学品、有機過酸化物
	金属腐食性物質、皮膚腐食性、眼に対する重篤な損傷性

高圧ガス

健康に対する有害性

急性毒性（区分 1 ～ 3）

急性毒性（区分 4）、皮膚刺激性（区分 2）、眼刺激性（区分 2）、皮膚感作性、特定標的臓器毒性（区分 3）、オゾン層への有害性

呼吸器感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性（区分 1, 2）、特定標的臓器毒性（区分 1, 2）、吸引性呼吸器有害性

環境に対する有害性

水生環境有害性（急性：区分 1, 慢性：区分 1, 2）

索引

アルファベット

E

EC Directive....8

G

GHS....8, 9, 10, 49

H

H フレーズ....9

M

MSDS（製品安全データシート）....3, 13

P

P1 レベル....33

P2 レベル....34

P3 レベル....34

P4 レベル....35

pH の修正....38

PRTR 法....12, 13

P フレーズ....9

R

R フレーズ....8

S

S フレーズ....8

かな

あ

アクリルアミド....16, 18

アジ化ナトリウム....16

亜硝酸アンモニウム....22

アセチレン....21, 22, 30

アセトニトリル....16

アニリン....22, 39

アルカリ金属....22, 30, 39

アルキルアルミニウム....22

アルミ小袋....43

安衛法（労働安全衛生法）....11, 13

安全装備....4

安全のための基本ルール....7

い

遺伝子組換え生物....31

引火性....49

飲食....6

え

衛生状態....6

エーテル....25

塩素....16, 22

塩素酸塩....22

塩素酸カリウム....22

お

オゾン層保護法....12

温度に敏感な物質....40

か

過塩素酸....22

過塩素酸カリウム....22

化学物質の審査及び
製造等の規制に関する法律（化審法）....11

化学物質把握管理促進法（化管法、PRTR 法）....12

拡散防止措置....33

火災....46

過酸化水素....22

過酸化ナトリウム....22

過酸化物....24, 25

ガス中毒 46
カドミウム 16, 18
加熱 26
加熱浴剤 26
過マンガン酸カリウム 22
ガラスビン 42
カリウム 22, 39
カルタヘナ法 32
環境に対する有害性 50
乾燥剤 47
乾燥培地の保存 37

き

危険物質 7
危険有害情報 (H) 8, 9
喫煙 6
救急措置 6
銀 22
金属製カン 42

く

空気に敏感な化学物質 40
クメンヒドロペルオキシド 22
クロム 16
クロロホルム 16, 18

け

結晶水を含有する塩 40
健康に対する有害性 50

こ

行動規範 4
高品質ガラスビン 42
コバルト 16

さ

作製培地の保存 37
酸化アルミニウム 25
酸化クロム (VI) 22
酸化されやすい化学物質 39

し

シアン化物 22
塩 40
湿気に敏感な化学物質 39
重合しやすい物質 40
シュウ酸 22
臭素 16
消火 30, 46
硝酸 17, 18
消防法 10, 11
蒸留 23
真空 27
真空法 48
シンボルマーク 8, 9, 49

す

水銀 17, 22
水生環境有害性 50
スズ 17
スチールバレル 43
ステンレス IBC コンテナ 43

せ

静電気 21
製品安全データシート (MSDS) 3, 13
生物学的封じ込め 33
接触禁止 22
セプタムアンプル 43

ち

チトリパック 43
注意書き (P) 8, 9
注意喚起語 9, 10
抽出 27
チューブ 43

と

銅 22
凍結剤 27
毒物及び劇物取締法（毒劇法) 11, 13
特定化学物質等障害予防規則（特化則) 11
特定化学物質の環境への排出量の把握等及び
管理の改善の促進に関する法律（PRTR 法) 12
ドラフト 6
ドラムカン 43

な

ナトリウム.....22, 39
鉛.....17

に

日本国内法令用表示ラベル.....8, 10

の

濃硝酸.....22

は

バイオハザード.....31
廃棄.....44
廃水汚染.....44
培地の作製.....38
培地の滅菌.....38
培養物の安全廃棄.....37
爆発性物質.....21
発煙しやすい物質.....41
パッケージング.....42

ひ

微生物試験.....37
ヒ素.....17
標準液.....48

ふ

フェノール.....17, 18
フッ化水素.....22
フッ素.....22
ふっとう石.....23
物理化学的危険性.....49
物理的封じ込め.....33
プラスチック IBC.....43
プラスチックアンプル.....42
プラスチック管.....43
プラスチックケース.....43
プラスチックドラム.....43
プラスチックバッグ.....43
プラスチックバレル.....43
プラスチックボトル.....43
プラスチック容器.....43
粉末培地の取り扱い.....37

へ

平板の分注.....38
ベンゼン.....18

ほ

保管.....11, 39
保護衣.....5
保護器具.....5
ホルムアルデヒド.....18

ま

マンガン.....17

め

メタノール.....8, 17

も

モノマー.....16
モレキュラーシーブ.....25

ゆ

有機金属化合物.....30
有機溶媒中毒予防規則（有機則）.....11
融点の低い物質.....40

よ

容器の破損.....28
ヨウ素.....22

ら

ラベル.....8

り

硫化水素.....17, 22
硫酸.....18, 22
リン.....22

れ

冷却.....27

ろ

労働安全衛生法（安衛法）.....10, 11

サイエンス系
お役立ちメディア
M-hub

かんたんカタログ検索
カタログ
ファインダー

メルク ライフサイエンス - メールニュース
www.merckmillipore.com/wm

メルク ライフサイエンス公式
SNS、動画コンテンツをご覧ください。

本紙記載の製品は試験・研究用です。ヒト、動物への治療、もしくは診断目的として使用しないようご注意ください。掲載価格は希望販売価格（税別）です。実際の価格は弊社製品取扱販売店へご確認ください。なお、品目、製品情報、価格等は予告なく変更される場合がございます。予めご了承ください。記載内容は2021年5月時点の情報です。Merck, the vibrant M are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources. ©2021 Merck KGaA, Darmstadt, Germany. All rights reserved.

メルク株式会社
ライフサイエンス リサーチ事業部
〒 153-8927 東京都目黒区下目黒 1-8-1 アルコタワー 5F
製品の最新情報はこちら www.merckmillipore.com/bio
E-mail: jpts@merckgroup.com
Tel: 03-4531-1140

CXM012A-2105-0.5K-H