

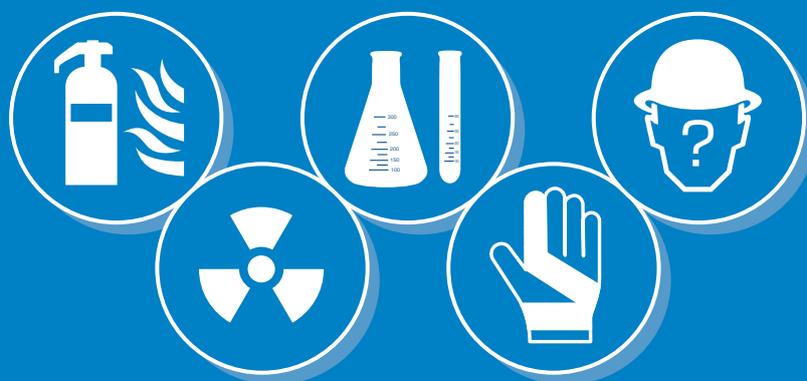


東北大学

ISBN 4-9902910-0-X

安全のための手引き (ハンドブック)

Guideline for Safety
- Handbook -



令和2年3月

東北大学大学院農学研究科
安全衛生委員会

安全のための手引き (ハンドブック)

東北大学大学院農学研究科 安全衛生委員会 編

令和2年3月

目次

1	キャンパスで安全に過ごすために	
1.1	キャンパスでの一般的な注意事項	2
1.2	学生教育研究災害傷害保険と学研災付帯賠償責任保険	2
2	非常時の対応と防災対策	
2.1	地震への対応	4
2.2	火災への対応	4
2.3	事故への対応	5
2.4	盗難への対応	8
3	実験を安全に行うために	
3.1	化学物質等のリスクアセスメント (CRA)	14
3.2	東北大学危険物総合管理システム (IASO システム)	14
3.3	実験の一般的な注意事項および確認事項	14
3.4	薬品の取扱い (有機溶剤, 特定化学物質, 劇物・毒物, 危険物, その他)	19
3.5	高圧ガスボンベの取扱い	28
3.6	常用液化ガスの取扱い	29
3.7	都市ガスの取扱い	30
3.8	放射線及び放射線同位元素の取扱い	30
3.9	動物実験	31
3.10	遺伝子組換え実験	32
3.11	研究用微生物及び病原微生物 (等) 取扱い実験	33
3.12	その他	34
4	廃棄物処理とリサイクル	
4.1	廃棄物とその処理	35
4.2	廃棄物処理の基本姿勢	35
4.3	排水の取扱い	35
4.4	実験廃棄物の取扱い	36

1 キャンパスで安全に過ごすために

本書は、東北大学大学院農学研究科安全衛生委員会編「安全のための手引き（コンプリートマニュアル）」から、第1章「非常時の対応と防災対策」、第2章「実験を安全に行うために」および第3章「廃棄物処理とリサイクル」の要点をとりまとめ、毎年4月に実施される「安全教育特別講義」の配付資料として編集されたものである。「安全のための手引き（コンプリートマニュアル）」のPDFファイルは、大学院農学研究科・農学部ホームページの内部向け情報 <https://www.agri.tohoku.ac.jp/jp/in-house/anzen/> で公開されている。不明な点等があったら適宜チェックし、日頃から安全への理解を深めて欲しい。



1.1 キャンパスでの一般的な注意事項

1. 構内および周辺地域は全面禁煙（電子タバコも禁止）。
2. 居室と実験室は明確に区別されており、実験室内での飲食は厳禁。
3. 実験室内での直火式ストーブは使用禁止（揮発性有機溶剤への引火の危険性があるため）。
4. 水道、ガス、電気の使用に注意し、節約に努める。エアコンの使い過ぎに気をつけ、廊下、実験室などで不必要な照明は小まめに消す。
5. 深夜や休日など一人で実験しない（事故が起こっても発見が遅れ、大事に至ることがある）。不必要に夜遅くまで学校に残らない。
6. 実験室、身の回りの整理整頓に努め、定期的に掃除して清潔にする。
7. 「学生教育研究災害傷害保険」「学研災付帯賠償責任保険」に加入する。

1.2 学生教育研究災害傷害保険と学研災付帯賠償責任保険

教育研究活動中の事故の予防については日頃から十分対策しておく必要があるが、それでも不慮の事故などは起こる。不幸にして事故に遭遇した時に、被害を受けた学生を救済し補償する制度が「学生教育研究災害傷害保険（学研災）」である。一方、学生が他人にケガを負わせた場合や他人の財物を損壊した場合等に法律上の損害賠償責任を負担することにより被る損害を補償するものが「学研災付帯賠償責任保険（学研賠）」である。東北大学では、全員が「学研災／学研賠」の保険に加入することを原則としている。

1. **学生教育研究災害傷害保険（学研災）**：被保険者が在籍する大学の「教育研究活動中」に急激かつ偶然な外来の事故により身体に傷害を被った場合に保険金が支払われる。なお、「教育研究活動中」の事故とは次の場合をいう（病気はこの保険の対象外）。
 - (a) 正課中：講義、実験・実習、演習または実技による授業を受けている間の傷害事故。（指導教員の指示に基づき研究活動を行っている間の傷害事故も含まれる）
 - (b) 学校行事中：大学の主催する入学式、オリエンテーション、卒業式など教育活動の一環としての各種学校行事に参加している間の傷害事故。
 - (c) キャンパス内：大学（または大学の認定を受けたサークル）が教育活動のために所有、使用、管理している学校施設内にいる間の傷害事故。（ただし、寄宿舎にいる間、大学が禁じた時間もしくは場所にいる間、または大学が禁じた行為を行っている間を除く）
 - (d) 課外活動中：大学の規則に則った所定の手続きにより大学の認めた学内学生団体・サークルの管理

下で行う文化・体育活動を行っている間の傷害事故。

2. **通学中等傷害危険担保特約**：被保険者の住居と学校施設等との間の通学，学校施設等相互間の移動中に発生した事故でも保険金が支払われる。
 - (a) 通学中：大学の正課，学校行事または課外活動・クラブ活動への参加目的をもって，合理的な経路および方法により住居と学校施設等との間を往復する間の傷害事故。(大学が禁じた交通手段等を利用した場合を除く)
 - (b) 学校施設等相互間の移動中：通学中と同じ目的で学校施設等相互間を移動する際の傷害事故。
3. **学研災付帯賠償責任保険(学研賠)**：国内外において，学生が正課，学校行事，課外活動及びその往復で，他人にケガを負わせた場合，他人の財物を損壊した場合等により，法律上の損害賠償責任を負担することにより被る損害を補償するものである。学生教育研究災害傷害保険加入者のみが申し込み可能。詳細は公益社団法人日本国際教育支援協会ホームページの学研災の項目 <http://www.jees.or.jp/gakkensai/> を参照のこと。
4. 加入状況の確認：休学など所定の修業年限が延長され当初の保険期間が終了した場合には追加加入の手続が，進学の際には新規加入の必要がある。学研災に未加入のまま教育研究活動中の事故にあった場合は高額な通院費や入院費が自己負担となり，未加入の状態で行うことは非常に危険である。加入状況の確認や新規加入手続については教務係に問い合わせること。
5. 事故が起きたときの手続
 - (a) 事故の通知：対象となる事故が生じた場合には速やかに教務係に報告するとともに，東京海上日動の損害サービス課へ「事故の通知(事故の日時，場所，状況，傷害の程度)」(事故の日から30日以内)を行う。通学中等の事故の場合は，前記事故通知に加え，通学中等事故証明書または施設間移動中事故証明書を東京海上日動の損害サービス課に提出する。)
 - (b) 保険金の請求手続：治療の終了後に，教務係から保険金請求書類の用紙を受け取り，各種証明印をとりつけ，証明書に必要事項を記入する。この保険金請求書および医師の診断書(または治療状況申告書)を直接東京海上日動の損害サービス課に送付する。
 - (c) 保険金の受領：保険会社手続期間(本人や大学・医師などへの照会や連絡)を経て，保険金が保険者に口座振込で支払われる。
6. 保険金が支払われない場合：次の場合には保険金は支払われないので注意する。故意，闘争行為，自殺行為，犯罪行為，疾病，地震，噴火，津波，暴動，放射線・放射能による傷害，無資格運転・酒酔い運転，施設外での課外活動で危険なスポーツを行っている間(山岳登山や航空機操縦，自動車等による競技など)。なお，飲酒による急性アルコール中毒症など急激・偶然・外来の条件を充足していない事故も対象とならない。また，通学中等傷害危険担保特約を付帯した場合でも，通学中に経路を逸脱した場合(授業等への参加とは関係のない目的で合理的な経路を逸脱した場合)や，往復・移動を中断した場合(往復・移動とは関係ない行為を途中で行う場合)には，その間やその後に被った傷害に対しては保険金が支払われない。ただし，逸脱・中断が授業等，学校行事もしくは課外活動(クラブ活動)に必要な物品の購入等を行うためのもの，あるいは日常生活上必要な行為をやむを得ない事由により行うための最小限のものであれば，保険金は支払われる(例：授業に必要な教科書の購入，独り暮らしの学生が食堂に立ち寄り，選挙の投票，病院などで診察を受ける)。



2 非常時の対応と防災対策

不慮の事故や災害（非常時）への備えとして、日頃から「農学研究科防災マップ」を頭に入れ、次のことに心掛ける。(1) 実験で扱う物質や装置などの特性を知り、それらの危険性を把握しておく。(2) 災害への対策を常日頃から講じて、全員が確認しておく。(3) 災害が起こったら、**基本三原則（身の安全、通報、消火と救出）**に基づいて対応する。

2.1 地震への対応

地震では発生初期の行動が被害を最小限にする。焦らず、慌てずに対応してほしい。なお、農学系総合研究棟は免震構造のため大地震の揺れが建物に伝わりにくくなっているが、地震への対応の基本は変わらない。

1. 居室や実験室にいる場合

(a) 地震発生（強い揺れを感じたら）

- 火を消す：「地震だ、火を消せ!」と声を掛け合い、手近で使用中の火を止める。
- 机の下に身をふせる：カバンや本など身の回りの物で頭を保護し、机の下などに身を隠す。実験室では試薬びんやガラス器具の落下、居室では本棚の転倒やパソコンの落下に注意する。ガラス温室にいる場合は、外に飛び出て温室から離れる。

(b) 揺れがおさまったら

- 火の始末：大揺れの最中は机の下などに伏せて安全を確保し、おさまったらすぐに使用中の火を消す。出火したら、「火事だ!」と叫んで、落ち着いて初期消火する。→火事の項目参照
- 出口の確保：ドアや窓を開けて、出口を確保する。
- 早めの避難：揺れがおさまったら階段で避難する。エレベーターは使用しない。避難路と集合場所は予め「農学研究科防災マップ」を確認しておく。
- 助け合う：協力して安全の確認、けが人の救護や初期消火を行う。けが人が同時多発した場合救急隊の到着に時間がかかる。各自が応急手当の講習会を受講しておくことが望ましい。
- 正確な情報を入手：ラジオなどの情報に基づき、正しい状況を把握する。
- 津波、崖崩れに注意：女川、川渡では、それぞれ津波や崖崩れの危険を回避する（各事業場のマニュアルを参照）

2. エレベーターに乗っている場合

(a) 揺れを感じたら急いで全部の階のボタンを押して、最寄りの階で停止させる。

(b) 内部に閉じこめられたら、非常ベルを押し非常電話をかけて救助を待つ。すぐに応答がなくても応答があるまでかけ続ける。

3. 構内を歩いている場合

揺れを感じたらその場に止まらずに建物から離れて頭を抱え、落下物を避ける。

2.2 火災への対応

1. 火災発見時

(a) 「火事だーっ!」と大声で連呼し、周囲に知らせ、自分の安全を確保する。

- (b) 火災報知器のボタンを押す（事務室や警務員室での発生場所の特定）。
- (c) 119 番通報をする（消防署への電話通報）。

2. 初期消火

- (a) 通常の火災では、発生後の数分間は燃え広がらない。消火器の設置場所と使い方を把握しておき、この間にあせらず、あわてず、協力し合って初期消火する。明らかに消火不能な場合は避難。
- (b) 周囲の可燃物を取り除き、火源を断つ。ガス源、電源などをなるべく離れた源で切る。
- (c) 衣服に火がついた場合には人を呼んで消してもらうか、直ちに廊下へ出て床に転がって消す。（ナイロン、テトロンなどの合繊または混紡のものは、着火した場合溶融して皮膚に密着し大事に至る場合がある。肌に接する衣類は木綿または羊毛のものが望ましい）。
- (d) ドラフト内での火災は消火の効果と上方への延焼防止の点から一般には換気を止めて消火する。しかし、有毒ガスや煙の発生を伴う場合など、状況によっては換気を続ける。
- (e) ガスボンベからガスが噴出した場合は、速やかに電源を切り、発火源を断つ。窓をあけて室内の換気をよくして、可能ならボンベを窓の近くに移す。ガスボンベから噴出した可燃性ガスが発火した場合は、すぐに消火せず、まず周囲の可燃物を除去したのち、注水する。
- (f) 消火器の設置場所と使い方を予め把握しておき、いつでも対応できるようにしておく。廊下にある消火器は A（普通火災）、B（油火災）、C（電気火災）対応の粉末消火器である（使用法は次ページの図 1 参照）。一部の実験室には炭酸ガス消火器がある。それぞれの特徴や使用法の詳細は「安全のための手引き」中の表を参照すること。

3. 避難

- (a) 火災が手に負えないと判断した場合は、負傷者を救出し、屋外に避難する。
- (b) 階段を使用し、エレベーターは使用しない。
- (c) ガス源、加熱源、危険物などをできるだけ処理する。
- (d) 煙を吸わないように濡らしたハンカチなどで口と鼻を押さえ、身を低くして避難する。
- (e) 逃げ遅れた者がいないかを確認し、防火扉（防火シャッター）を閉める。
- (f) 青葉山新キャンパスの避難路と集合場所については、予め「農学研究科防災マップ 1～4」をよく確認しておく。

4. 避難路および消火活動進入路の確保

- (a) 実験室のドアは開扉可能な状態にしておく。
- (b) 屋内の次の箇所には、いかなる物品も置いてはならない（非常階段、防火扉、防火シャッター、避難口、屋内消火栓、消火器周辺、建物の出入口など）。
- (c) 屋外の次の箇所には、自転車、車輛等を駐車したり物品を置いたりしてはならない。（駐車スペース以外の場所、消防車の進入の妨げとなる場所、建物の出入口付近、避難器具降下位置）

2.3 事故への対応

1. 事故が起こったら

- (a) 「事故だーっ！」と大声で連呼し、周囲に知らせ、自分の安全を確保する。
- (b) 事故を起こした器具のスイッチを切る。近づくのが危険な場合、配電盤のブレーカーを落とす。
- (c) 教職員と警務員（内線 2229/外線 022-757-2229）に通報する（通報を受けた教職員は研究科長に

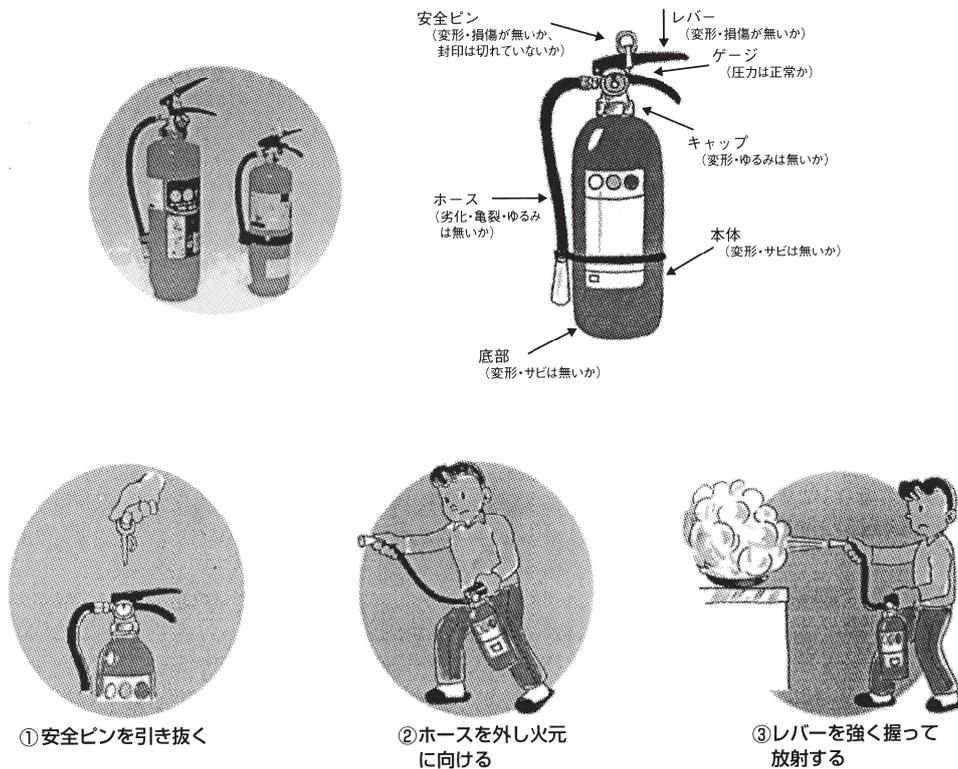


図1 消火器の使い方

報告する)。

(d) 軽傷者の場合：大学病院救急受付へ連絡し、連れて行く。022-717-7000 時間内、022-717-7024 時間外

重大な事故：当事者または発見者が消防署へ通報し、救急車を呼ぶ (119 番通報)。

2. 応急処置

(a) 薬品による事故は、直ちに専門医と連絡をとり、薬品の種類と量、中毒状況 (飲み込み、吸入、皮膚付着などおよび発生時刻など) を告げ、次の応急措置を行う。

- 目に薬品が入ったとき：特にアルカリが入った場合、流水で 10 分以上洗浄する。
- 口に薬品を含んだとき：うがいを繰り返す。
- 体に酸やアルカリが付着したとき：そのまま安全シャワーを浴び (場所を確認)、衣服を脱ぐ。受傷箇所の十分な水洗いを行う。病院受診前に油性の薬をつけてはいけない。
- ガスを吸い込んだとき：新鮮な空気のある場所に移り、衣服をゆるめて深呼吸を繰り返す。

(b) 外傷は、原則として傷を直接圧迫して止血する。ガラス破片等が残っている場合は除去してから止血する。実験動物による外傷を受けた場合は、傷害部を消毒薬で消毒し、必要があれば医師の診療を受ける。咬傷の場合は、その箇所を圧迫して血液・組織液を圧排したのちに、消毒する。

(c) やけど (冷やす際は体温の低下に注意する)

- 衣服に火がついた場合は人を呼んで消してもらおうか、直ちに廊下に出て床にころがって消す。
- 軽傷の場合：直ちに水道水など (10~15℃) で最低 30 分から 2 時間冷却する。

- 重傷の場合：氷で冷やしながらか、急いで病院に運ぶ。
- 油性の薬をつけてはいけない。病院でその除去に手間取り、治療の妨げになる。

(d) 凍傷

患部を 40℃以上のお湯に浸す。

3. 心肺蘇生法

意識障害が起きると舌がのどに落ち込み呼吸困難となり、呼吸停止数分後には心臓も停止する。心肺蘇生処置が早いほど蘇生率が高まる（呼吸停止 2 分後 90%、3 分後 75%、4 分後 50%、5 分後 25%）。以下に具体的な手順を示す。

(a) 意識の確認

- 片方の手を額に当て、もう一方の手で肩を軽くたたきながら「大丈夫ですか」などと呼びかける。
- 反応して意識があれば傷病者の訴えを聞き、必要な応急手当を行う。

(b) 助けを呼ぶ

反応せず意識がなければ、大きな声で「だれか救急車を呼んで」と助けを求める。

(c) 口の中を調べる

- 上下の歯を交差させた親指と人差指で押し開け、異物（食物、吐物、血液など）がないか奥までよく見る。
- 異物がある場合は、指にハンカチなどを巻きつけて口からかき出す。

(d) 気道の確保

片手を額に当て、もう一方の手の人差指と中指の 2 本を顎先に当てて持ち上げ、気道を確保する。

(e) 呼吸の確認

- 気道を確保した状態で自分の顔を傷病者の胸部側に向ける。
- 頬を傷病者の口、鼻に近づけ呼吸音を確認すると共に傷病者の吐く息を感じる。
- 胸腹部を注視し、胸や腹部の上下の動きを見る（5 秒間）。
- 意識はないが呼吸をしていたら、吐物による窒息を防ぐため傷病者を側臥位（横向き）とし、下顎を前に出し、上側の肘と膝を軽く曲げる。

(f) 人工呼吸の開始（人工呼吸に抵抗がある場合は「脈拍の確認」に進む）

- 呼吸がなければ人工呼吸を開始する。
- 気道を確保したまま、額に当てた親指と人差指で鼻をつまむ。
- 大きく口を開け、傷病者の口を覆い、息を静かに 1 回、1 秒かけて吹き込む。
- 顔を胸部側に向けて胸の動きと呼気を確認してから、さらに 1 回吹き込む。

(g) 脈拍の確認

- 顎先を引き上げている指（人差指と中指の 2 本）を喉仏に当てる。
- 指を横にずらして指先を頸の脇のくぼみの部分に当てる（5 秒間脈拍を調べる）。
- 脈拍があれば人工呼吸を続ける。5 秒間に 1 回の割合。
- 脈拍がなければ胸骨圧迫と人工呼吸を行う。

(h) 胸骨圧迫（心臓マッサージ）

- 胸骨下 1/3 の位置に両手を重ねて置き、肘をまっすぐに伸ばし、胸を 3.5 ～ 5 cm 陥没するよう圧迫する。1 分間に 100 ～ 120 回の速さで 30 回行う。
- 気道を確保し、人工呼吸を 2 回行う。

- 30 回の胸骨圧迫と 2 回の人工呼吸を繰り返す。
 - 二人で心肺蘇生を行う場合には、人工呼吸 2 回、胸骨圧迫 5 回の割合で行う。
- (i) AED（自動体外式除細動器）：AED を使用する前には、上記の心肺蘇生を行う。
- 説明に従い電極を設置し、AED の発する指示音声に従って操作する。
 - AED 設置場所は農学系総合研究棟の 1, 3, 5 階、青葉山 commons の 1 階、動物研究棟 1 階、圃場およびエネルギーセンターである。
 - AED の使用方法は比較的難しいものではないが、取扱いには訓練が必要である（農学研究科では、年に 1 回程度、講習会を実施している）。

2.4 盗難への対応

1. 建物の入口や部屋のドアを開けたままにしない。日中でも部屋に人が居ない時は戸締りをする。
2. 農学系総合研究棟の出入口は、平日の 18 時以降および土・日・祝祭日は終日オートロックされている。夜間や休日は、外に通じる出入りに物を挟んだりして開錠したままにしない。
3. 机の引き出しやロッカーに現金や貴重品などを保管しない。
4. ノートパソコンは出来る限り持ち帰り、置いていく場合も鍵のかかる場所に保管する。また、パソコン等のデータのバックアップは必ず取るように習慣付ける。
5. 盗難にあった場合には、教職員並びに警務員室（内線 2229/外線 022-757-2229）に連絡し、現場を維持する。

地震及び火災発生時に関するフロー図【初動対応】

地震

①地震発生(強い揺れを感じたら)

- 机やテーブルの下に隠れる。壁や柱の近くに身を寄せる。
- 窓ガラス・外壁などが落下する危険性があるので、屋外に飛び出さない。
- エレベーター内にいる場合、最寄りの階に停止するので、停止した階から避難する。

②揺れがおさまったら

- ドアを開けて非常脱出口を確保。
- 生命の危機を感じた場合は、直ちに避難を開始する。
- 火元の確認。火災が発生したら初期消火を行う。※初期火災の対応参照
- ガスの元栓を閉める。電気のスイッチ・ブレーカーを遮断する。危険薬品の安全措置をとる。
- 室員の安全を確認。負傷者が出たら応急処置を行う。

③避難時・避難後の注意

- 避難場所はキャンパスモール(青葉山コモンズ西側スペース)
- エレベーターは使用しない。
- ガラスや看板などの落下物に注意し、ヘルメットなど頭部を防護するものを着用する。
- 傾いた建物・自動販売機・ブロック塀等倒壊の恐れがあるものには近づかない。
- いったん避難したら再び建物の中には入らない。
- 避難後分野主任等は、分野所属の教職員・学生の安否確認を行い情報収集班に報告する。
- 上記以外の教職員・学生は、避難場所で安否確認を受けること。
- 指示があるまで避難場所で待機する。

火災

①火災発見時

- 「火事だーっ!」と大声で叫び、最寄りの教職員・警備員(内線:2229)に火災の状況などを知らせる。
- 火災報知器を使用する。
- 119番通報をする。

②初期消火

- 消火器を用いて消火に当たる。
 - 消火器が近くにない場合、座布団で火をたたくなど、手近なもので消火する。
 - 隣接する部屋で助け合い、消火・救助に努める。
 - 明らかに消火不可能な場合は避難
- ※避難の目安: 出火から3分たっても消火できない・天井に火が燃え移る。

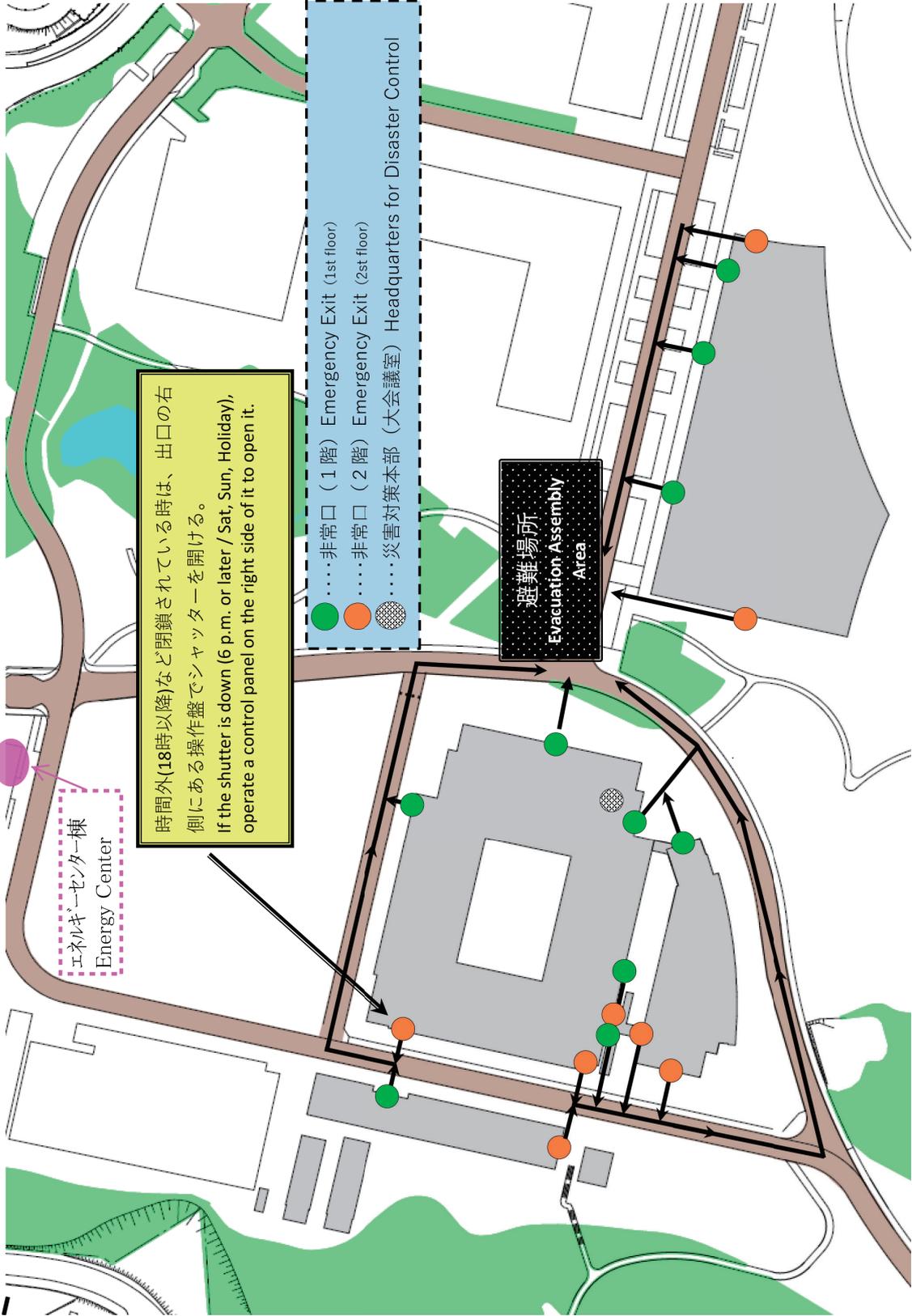
③避難時の注意

- 各室を回り避難の指示、避難場所への誘導、被災者の救護。
- 延焼をおさえるために、窓やドア及び防火扉を閉める。※鍵はかけない!
- 階段は後ろ向きに這うようにして降りる。
- 濡らしたハンカチやタオルで鼻や口を覆い、煙を吸い込まないように、低い姿勢で避難する。
- 避難後分野主任等は、分野所属の教職員・学生の安否確認を行い情報収集班に報告する。
- 上記以外の教職員・学生は、避難場所で安否確認を受ける。
- 指示があるまで避難場所で待機する。

【119番通報(例)】

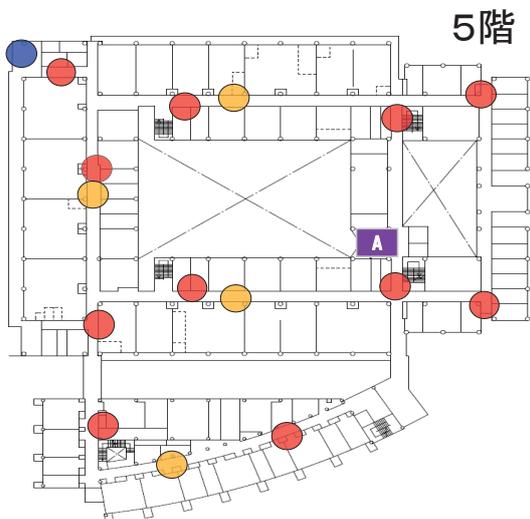
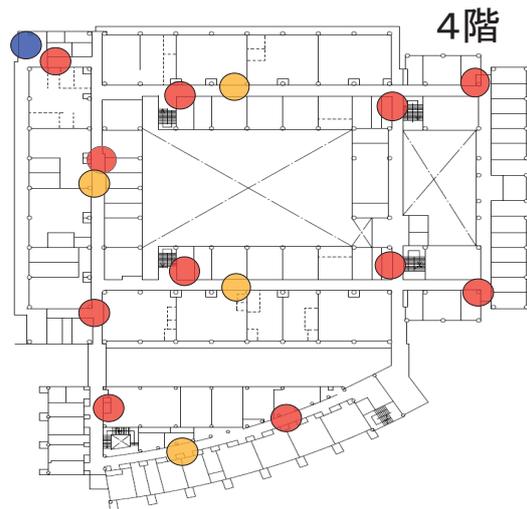
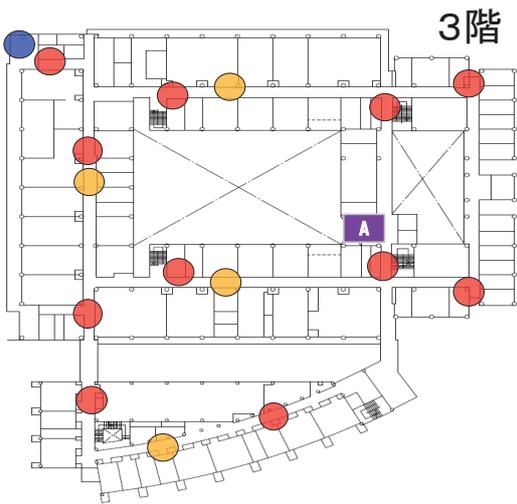
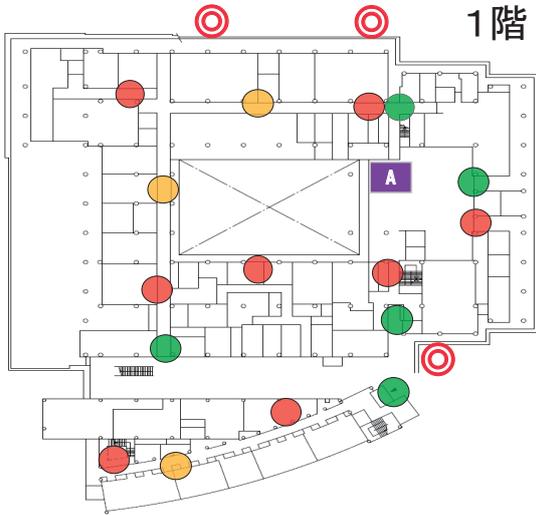
- 「青葉区荒巻字青葉468-1東北大学農学部総合研究棟 5階建ての〇階から出火です」
- 「消火器による初期消火は行いましたが、消火不可能な状況です」
- 「やけどによる負傷者が〇名おります」
- 「私は東北大学農学部の〇〇です。電話番号は〇〇〇〇です」

農学研究科防災マップ1(避難経路及び避難場所等) Emergency Evacuation Map1



農学研究科防災マップ2(消防設備等 総合研究棟)

Emergency Evacuation Map 2 (Agricultural Research and Administration Facility)

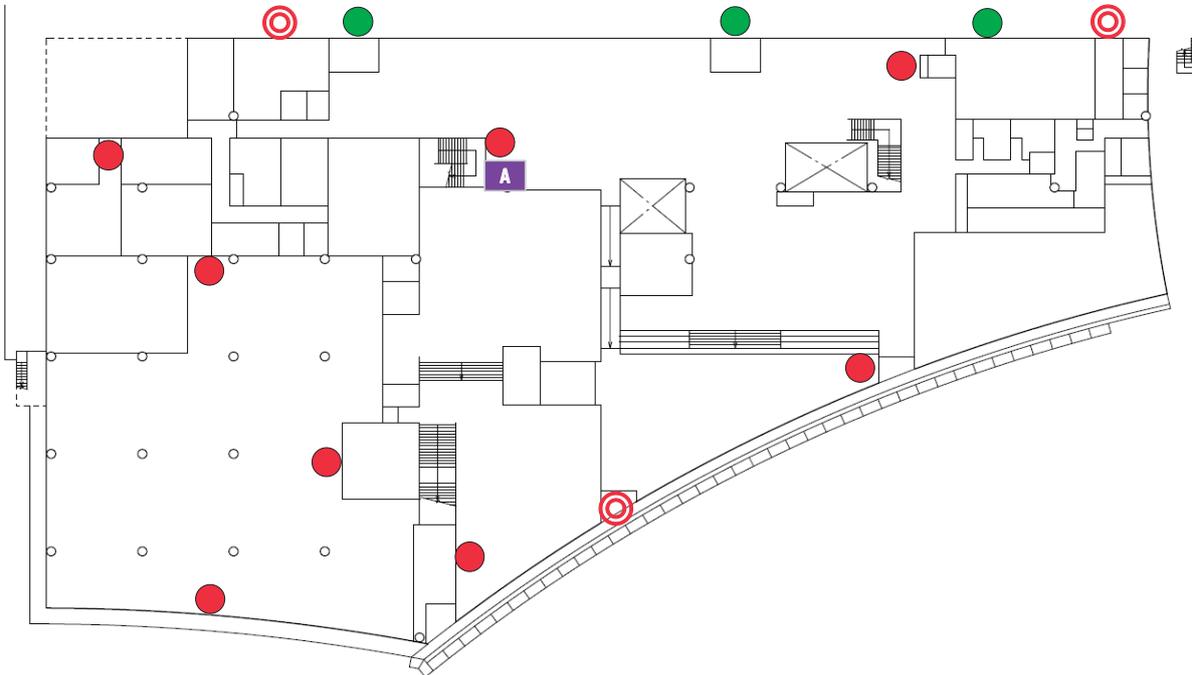


- ・・・非常口 Emergency Exit
- ・・・避難器具 Emergency Evacuation Tool
- ・・・消火栓 Fire Hydrant
- ◎・・・外部消火栓 Outdoor Fire Hydrant
- ・・・安全シャワー Emergency Shower
- A・・・AED (自動体外式除細動器)
Automated External Defibrillator

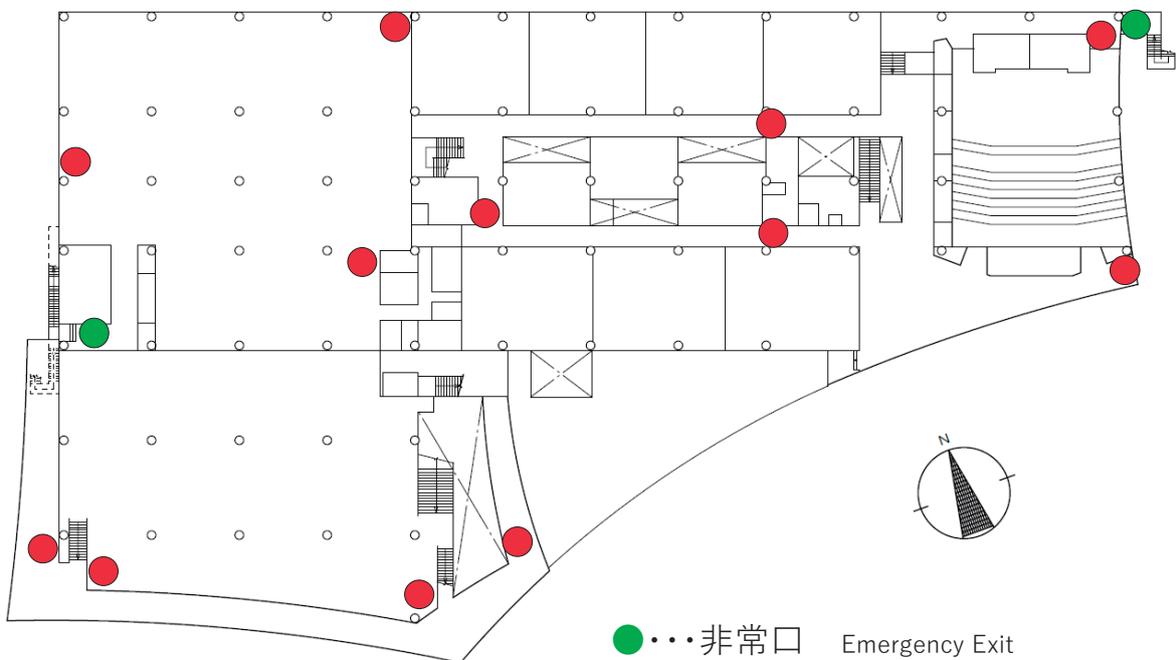
農学研究科防災マップ3(消防設備等 青葉山 commons)

Emergency Evacuation Map 3 (Aobayama Commons)

【1階】



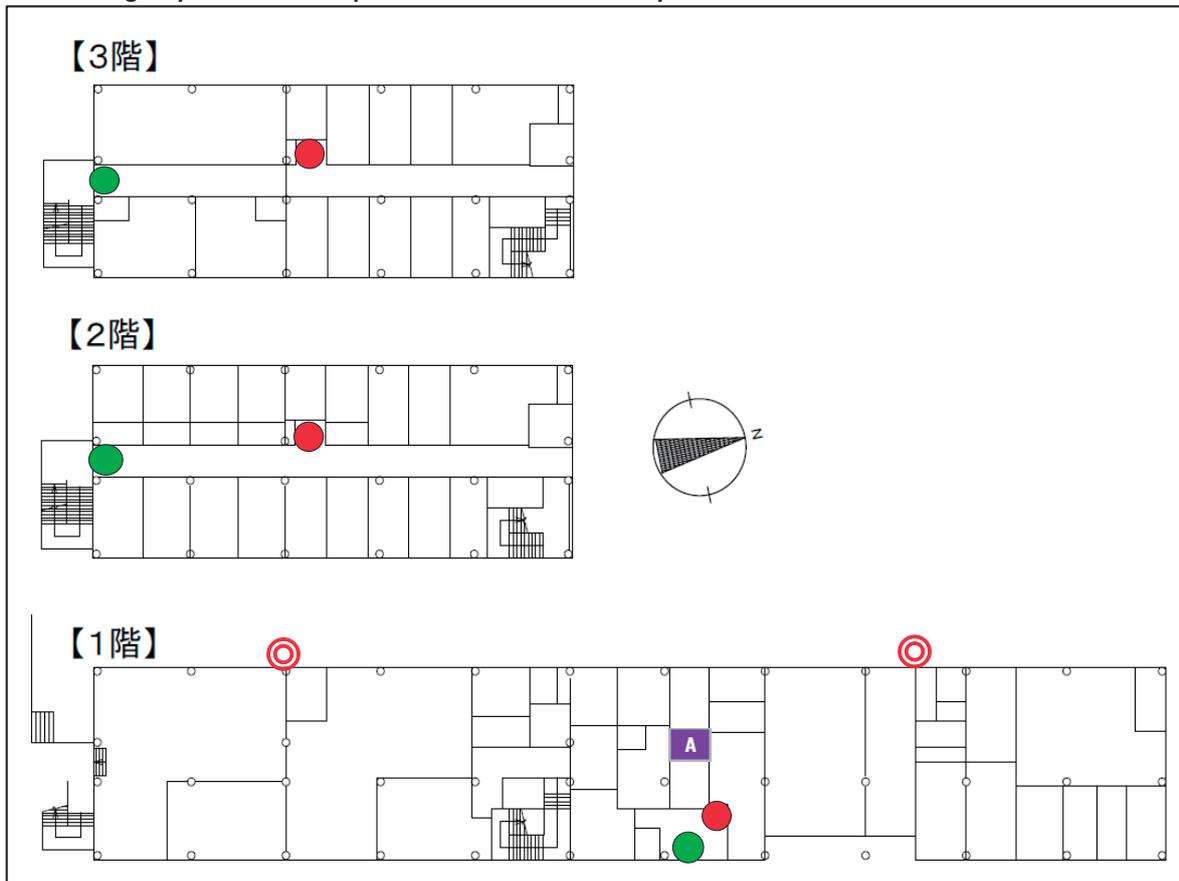
【2階】



- ・・・非常口 Emergency Exit
- ・・・消火栓 Fire Hydrant
- ◎・・・外部消火栓 Outdoor Fire Hydrant
- A・・・AED (自動体外式除細動器)

農学研究科防災マップ4(消防設備等 動物研究棟)

Emergency Evacuation Map4 (Animal Research Facility)



- ・・・非常口 Emergency Exit
- ・・・消火栓 Fire Hydrant
- ◎・・・外部消火栓 Outdoor Fire Hydrant
- A・・・AED (自動体外式除細動器)
Automated External Defibrillator

非常時の対応と防災対策

3 実験を安全に行うために

3.1 化学物質等のリスクアセスメント (CRA)

実験で使用する化学物質（試薬等を含む）の多くは事故につながる危険性や人体への有害性を持っている。これらの有害な化学物質を取扱う場合には、業種・事業場を問わず、使用する本人および周囲に及び得る大きな事故や怪我、健康障害を防ぐ対策をとることが法的に義務付けられている（平成 26 年 6 月 25 日公布の労働安全衛生法の一部を改正する法律による）。

化学物質等のリスクアセスメント（以下、CRA）とは、化学物質の持つ危険性や有害性を特定し、それを取扱う人や周囲にいる人に及び得る危険や健康障害の程度を見積り、リスクの低減策を予め検討することを指す。CRA の対象となる化学物質は、労働安全衛生法で「安全データシート（Safety Data Sheet：SDS^{*1}）」の交付義務対象となっている 673 種（2018 年 7 月 1 日現在）の化学物質および対象化学物質を裾切り値以上に含有する製剤その他である。農学研究科の CRA に関しては「化学物質等リスクアセスメント等実施の手引き 農学部版」<https://www.agri.tohoku.ac.jp/jp/in-house/cra/>（学内からのみアクセス可）に詳しいが、CRA の具体的方法については実験や研究の指導にあたる教職員の指示に従うこと。



3.2 東北大学危険物総合管理システム (IASO システム)

東北大学の全構成員（学生を含む）には、東北大学危険物総合管理システム（以下、IASO システム）を用いた危険物質の管理が義務付けられている。現在、薬品管理支援システム (IASO R7)、高圧ガス管理支援システム (IASO G3)、廃液管理支援システム (IASO W2) が稼働中で、薬品や高圧ガスの保管場所や使用履歴が学内ネットワーク経由で記録されている。農学研究科では、使用する**全ての薬品（試薬）**および**高圧ガス**を IASO システムに登録して管理することになっている。なお、IASO システムによる管理の具体的方法については、実験や研究の指導にあたる教職員もしくは分野等システム管理責任者^{*2}の指示に従うこと。

■**使用法** 学内ネットワークを通じ、与えられた GroupID と Password を使ってログインする。

<http://zhwhg041191.star.net.tohoku.ac.jp/>（学内からのみアクセス可）

<http://192.168.202.10/>（学内からのみアクセス可）

■**関連情報** 以下の URL から IASO システムに関する情報を入手できる。

<http://www.bureau.tohoku.ac.jp/anzen/gakunai/iaso.html>（学内からのみアクセス可）



3.3 実験の一般的注意事項および確認事項

災害は「思いがけず起こる」とよくいわれるが、実験災害では「十分思っていなかったから起こった」ことが多い。「周到的計画・準備に始まり、データを細かく取り、そして最後はキッチンと片付けする」ところまで

^{*1} 安全データシート (SDS) は、有害な恐れがある化学物質を含む製品を譲渡・提供する際に対象物質の性状や取扱いに関する情報を提供するための文書を指し、2012 年以前の日本では「化学物質等安全データシート (Material Safety Data Sheet：MSDS)」と呼ばれていたが、現在は国連の「化学品の分類および表示に関する世界調和システム (GHS)」で標準化された略称「SDS」に呼称が統一されている。

^{*2} 分野等システム管理責任者は、化学物質や高圧ガス等を管理する研究分野等に置かれ、IASO システムを利用する際のトラブル対応や部局システム運用担当者への各種マスタ変更等の申請にあたる。

が実験である。そのために大切な事項を以下に記す。

3.3.1 実験時の一般的注意事項

1. 実験で扱う物質や装置などの特性を予め調べ、それらの危険性を把握し周到に準備する。
2. 災害の危険性は、ごく初歩的な科学の知識で十分予測できることが多い。知識を実際の状況と関連させ、様々な可能性を予測し、臨機応変に行動する。
3. 災害への対策を常日頃から講じておく。防災のための各種の訓練には積極的に参加する。
4. 防災のための強固な意志をもち、安全確保に手間を惜しまない。
5. 指導教員の指示に従い、無理せず、あわてない。
6. 後始末を疎かにすることなく、周囲の人や環境に配慮する。

3.3.2 実験時の確認事項

1. 実験前

- (a) 実験ノート：実験・観察・解析・考察等の研究実施過程を記録するノートを準備し、管理・保存する。実験ノートは、実験テーマごとではなく、一人一冊ずつ使用する。なお、実験ノートの帰属先は農学研究科にある。実験ノートは貴重な知的財産であるとともに、公正な研究活動を行っていたことの証しとなる。使用済みの実験ノートは分野内の所定の場所に保管、持ち出しは禁止されている。卒業・修了、転出の際には必要に応じて自分が記録した実験ノートのコピーをとる。

実験ノートの記載事項・記載方法の詳細については、「東北大学 大学院農学研究科 研究倫理教育資料集」の「4. データの収集・管理・処理」を参照のこと。

- (b) スケジュール：実験の目的を設定し無理のないスケジュールを立てる。
- (c) 服装：実験時は白衣（作業着）を着用する。白衣は定期的に洗濯する。また目を保護するための「安全メガネ／保護メガネ」も携帯することが望ましい。脱げやすいサンダル履きは控える。危険な薬品などを扱う場合は手袋をする。
- (d) 実験場所：個人および共通の実験台（ベンチ）やドラフトなどの整理整頓に努める。部局共通実験施設および圃場なども同様である。
- (e) 実験装置：説明書を読み、取扱い方を熟知する。分からなければ知っている人に聞く。
- (f) 試薬：危険なものも多数あるので取扱いには十分気をつける。利用頻度の有無にかかわらず、全ての試薬はIASOシステム（薬品管理支援システム）を用いて管理する。
- (g) 動物、微生物および細胞など：これらを扱う場合は、倫理的問題や病原性などに気をつける。→動物実験、遺伝子組換え実験、微生物の取扱い実験の各項目を参照

2. 実験中

- (a) 温度、圧力、電気、水および使用溶液の液量などを確認しながら実験を進める。
- (b) 些細なことも含めデータや所要時間などを記録し、事後に役立てる。

3. 実験後

- (a) 実験により生じた廃液および廃棄物：「東北大学廃棄物取扱規程」に沿って処理する。実験廃液は実験用流しであってもむやみに流さない。→第 4.4 節 実験廃棄物の取扱い（36 ページ）を参照
- (b) 使用器具等：後片付けをきちんとする。長期間放置することの無い様に気をつける。
- (c) 実験台、試薬および器具・装置：速やかに後始末をして、次の人が使えるようにする。

3.3.3 注意事項の具体例

1. 実験で扱う物質や装置などの特性を予め調べ、危険性を把握し周知な準備をしておく。
 - (a) 引火性、易燃性、可燃性の物品を火気の近くには置かない。
 - (b) 火気を使用する器具は、動作を確認後、不燃性の台の上で周囲の可燃物から離して使用する。
 - (c) 容器のラベルは見間違いのないように明記し、確認してから使用する。
2. 災害の危険性は、ごく初歩的な科学の知識で十分予測できることが多い。知識と実際の状況とを関連させ、様々な可能性を予測する。
 - (a) 実験台上に持ち出す可燃性溶剤は 1 L 以下とし、またその総量を 1.5 L までとする。それらの容器は滑り止め吸盤等を備えたボトルコンテナに入れ、常に密栓しておく。これ以上の量の溶剤は、ドラフトもしくは少量危険物貯蔵取扱所の中で扱う。
 - (b) 実験中は、換気扇やドラフト等を作動させ、溶剤蒸気、可燃性ガスの滞留を防止する。
 - (c) 電気コードをガス管に触れさせない。
 - (d) 定格電流以上のヒューズを勝手に使用しない。
3. 災害への対策を常日頃から講じておく。防災のための各種の訓練には積極的に参加する。
 - (a) 実験室内の配置を考え、室内は常によく整理して室外へ退避経路を確保する。
 - (b) 非常階段、防火扉、防火シャッター、消火栓、廊下、ベランダなどに障害物を置かない。
 - (c) 消火器その他非常用器具の場所と使い方を熟知しておく。
 - (d) 地震に備え、薬品棚などの転倒防止や試薬ビンなどの落下防止の措置をとる。
 - (e) 眼などの洗浄と注水のため、水道蛇口には 30 cm 以上のゴム管をつけておく。
4. 防災のための強固な意志をもち、安全確保に手間を惜しまない。
 - (a) 「たぶん、大丈夫だろう」などと、あやふやな気持ちで実験をしない。
 - (b) 安全が確認されるまでは(特に初心者には)、実験方法を勝手に変更してはならない。
 - (c) 慣れた実験でも最後まで気を抜かず、実験中現場を離れるときは安全性に十分留意する。
 - (d) 冷却水等に用いるゴム管は口径やヒビ割れなどに注意し、水漏れを起こさない。
 - (e) 実験中は保護メガネを常用する。
 - (f) 静電気の発生とスパーク防止、および火災時の人体への被害軽減のため、肌に接する衣類にはなるべく合成繊維や混紡のものを着用しないで、木綿や羊毛のものを着る。
 - (g) 危険な薬品や装置を使用する場合は、安全対策を講じるとともに周囲に実験内容を周知する。
5. 実験は指導教員の指示に従って行う。
 - (a) 体調、準備を整えてから実験を行う。
 - (b) 特に夜間、一人だけで実験をしてはいけない。
 - (c) 外傷や火傷 → 第 2 節 事故への対応-2. 応急処置 (6 ページ) を参照
6. 後始末を疎かにすることなく、周囲の人や環境に配慮する。
 - (a) 使用後の危険薬品および有害薬品は危険のないように原点処理する。実験廃棄物と廃液は、決められた方法で処理する。
 - (b) 使用済みの薬品容器は安全かつ適当な方法で内容物を洗い出し、決められた方法で廃棄する。
 - (c) 危険な薬品を用いて実験をした場合、使用した器具は解毒、洗浄する。計測ばかり、実験台、ドラフトの使用後は後片づけを完全にし、他人に迷惑がおよばないようにする。

3.3.4 物品の配置

1. 実験室の物品の配置は人の往来や気流を考慮し、事故防止、非常時の避難、災害の拡大防止、脱出口の確保に留意して行う。実験室内には、不要物品や私物を置かない。
2. サイドテーブルや実験台の上の機器類は、地震等の際の滑落防止のため、台や壁面に固定するか、落下防止ストッパーを設けた上で設置する。
3. 実験台上の戸棚は必ず実験台に固定し、戸棚の扉は常に閉じておく。
4. 実験室で用いるガス容器は、壁面や専用の架台にしっかり固定する。
5. 実験台やサイドテーブルの足元には、落下物によって破損し易い物品や薬品の容器を置かない。

3.3.5 実験室での危険

1. 薬品による中毒と外傷：薬品には皮膚から吸収されて中毒を起こすもの、皮膚について火傷を起こすもの、また、眼に入って失明させるものなど、危険なものが多い。その作用も毒性が直ちに現われる急性的なもの、少量では余り害はないがくり返し触れると吸収蓄積される慢性的なものなどがある。実験室で取扱う化合物は、すべて有害物質と考えるべきである。また、薬品による事故を未然に防ぐために、実験室において次のような注意を厳守する。
 - (a) 有害化合物を取扱う場合には、予めその性質や事故の起こった場合の処置法などを調べておく。
 - (b) 有害ガスの発生する実験はドラフト内で行う。不測の事態に備えて防毒マスク及びそれぞれのガスに有効な吸収ビンや中和剤を備えておく。
 - (c) 危険薬品を取扱う場合には、必要に応じて保護メガネや保護手袋を着用する。
 - (d) 実験後には必ず手を洗う。手に切り傷のある場合はゴム手袋をして傷口に直接薬品がつかないようにする。
2. ガスや蒸気の吸入による危険：次にあげるガスや有害化合物の蒸気を使う場合やガスの発生が予想される実験は、必ずドラフト内で行い、同時に周囲の人々への連絡を徹底しておく。また、大量のガスを使う場合には防毒マスクを使用する。
 - (a) 猛毒であり少量で死に至る危険があるガス：一酸化炭素、シアン化水素、ホスゲン、ホスフィン（リン化水素）、アルシン（ヒ化水素）など
 - (b) 窒息あるいは粘膜障害を起こすガス：二酸化硫黄、酸化窒素、硫化水素、フッ素化水素、ジアゾメタン、アジ化水素など
 - (c) 有害化合物の蒸気
 - i. 水銀：水銀の蒸気圧はかなり高く、その蒸気は極めて低い濃度で激しい中毒を起こす。特にけがをしているときには、傷口から吸収されることがある。また、テトラエチル鉛、ジエチル水銀、塩化エチル水銀などの有機金属化合物は、ガス体や液体として体内に浸透し易く、その毒性は激しい。
 - ii. 毒性の著しい有機化合物：多くの有機化合物の蒸気は、肺より血液中に吸収されて毒作用をあらわす。毒性の著しいもの：二硫化炭素、ベンゼン、アニリン、ニトロベンゼン、フェノール、アクロレインなど
 - iii. 催涙性：塩化ベンジルなどハロゲン化ベンジルや、クロロアセトンなど α -ハロゲン置換カルボニル化合物は催涙性が強い。

iv. 肝臓障害：四塩化炭素，ジクロロエチレン，クロロホルムなど有機ハロゲン化合物は肝臓傷害を起こす。

3. 薬品の接触による危険

- (a) 皮膚に付着すると，瞬間的に深い傷あとを残す：クロロスルホン酸，発煙硝酸，濃硝酸，濃硫酸，混酸（硝酸と硫酸の混液）。水を注ぐと発熱し突沸する：クロロスルホン酸や濃硫酸。これらの酸を分解あるいは希釈するときには必ず水の中にこれらの酸を静かに流し込むようにしなければならない。
- (b) 皮膚に対する腐蝕性が強い：水酸化ナトリウム，液体アンモニア，濃アンモニア水などの強いアルカリ，フッ化水素酸，濃硫酸などの強酸，フェノール，ピクリン酸，ジクロロ酢酸，無水酢酸など。
- (c) 皮膚につくと痛みを感じることなく火傷に似た腐蝕作用を起こす：ジメチル硫酸（発ガン性）。極少量のジメチル硫酸の蒸気でも，あとになって眼にはげしい痛みと傷害を与える。この薬品を用いた場合は必ず手や容器をアンモニア水か炭酸水素ナトリウム水溶液で洗っておく。
- (d) 皮膚につくと自然発火して，ひどい火傷を起こす：黄リン。その毒性は非常に強いので直ちに大量の流水で洗い流すとともに過マンガン酸カリ液などで解毒することが必要である。
- (e) 皮膚からの浸透性が強く，体内に入って悪性貧血など強い毒性を示す：シアン化合物，アニリンなどの芳香族アミン類，ニトロベンゼン，ニトロフランなどの芳香族ニトロ化合物，フェノール類など。例えばイスにこぼしたアニリンの上に乗って中毒を起こした例がある。
- (f) 皮膚につくとかぶれを起こす：DCC（ジシクロヘキシルカルボジイミド），ブロモ酢酸エステル，2,4-ジニトロクロロベンゼンなど。薬品に対する感受性には個人差があるが，薬品に直接触れないよう注意を要する。

4. 失明の危険：角膜など眼球の粘膜は薬品に極めて弱く，アルカリ，酸，その他の腐蝕性薬品が眼に入ると失明の可能性があるため，実験室では必ず保護メガネを着用する。誤って眼に薬品が入った場合は，直ちに 10 分間以上水で洗眼したのち，医師の指図に従う。アンモニアは後日予想外の傷害を与えることがあるので特に注意する必要がある。

5. 臭物質の無臭化・低臭化：少量のチオール（メルカプタン）類，スルフィド類，ホスフィン類，ホスファイト類，アクリル酸エステル類，ハロゲン化アルキル類は，その悪臭が周囲に漏れ出したり，廃液容器から揮散したりして，多大な迷惑を及ぼすことがある。このような場合，次の処理によってこれらの物質を無臭性もしくは低臭性物質に変換できる。

- (a) チオール類，スルフィド類，ホスフィン類，ホスファイト類，アクリル酸エステル，アクロレイン等：過マンガン酸カリウム水溶液もしくは過酸化水素水溶液で酸化処理する。
- (b) ハロゲン化ベンジル類，ハロゲン化アリル，ハロゲン化酢酸エステル類等：ドラフトの中で，濃アンモニア水で処理し，アンモニウム塩に変換する。
- (c) フェノール類，カルボン酸類：アルカリ水溶液に吸収させる。

6. ガラス器具の取扱い

- (a) ゴム栓へのガラス棒などの差し込み：ガラスによる負傷は，ゴム栓へのガラス管，ガラス棒，温度計の差し込み時，これらの冷却管や蒸留フラスコの側管などへの装着時に起きやすい。
- (b) 安全にガラス管をゴム栓に差す方法：
 - i. 適当な大きさに開けた栓の穴に先ず水，アルコール，グリセリンなどを塗る。
 - ii. 右手に栓を持ち，左手に管を持って栓を回しながら少しずつ押し込む（逆のやり方もある）。この際，右手の親指と左手の親指の間が 2 cm 以上離れないように気をつける。長い管は折れや

- すく、折れた場合に鋭い折れ口が両手に突き刺さる。
- iii. タオル等で手を保護して行うとよい。
- (c) ガラス容器の減圧：三角フラスコのように平たい部分のあるガラス容器は絶対に減圧してはならない。外圧で破壊する。
- (d) 固形物の投入：ビーカー、フラスコ、試験管などに固形物を入れるときは、落下の衝撃で底を割らないように、容器を傾けて固形物を滑らせるようにして入れる。
- (e) ガラス細工で可燃性ガスや蒸気の入っていた容器を扱う場合：容器内部をあらかじめ空気または窒素で十分置換しなければならない。拡散放出のみでは不十分である。
- (f) アンプルの開封:爆発事故が起こり易いので注意する。
- i. 保護メガネを着用する。
 - ii. 必要に応じてアンプルをよく冷却し、アンプルを丈夫な布で巻いてからヤスリをかける。
 - iii. ヤスリをかける時には力を入れ過ぎない。アンプルの首を折ったり、つぶしたりして内容物を飛散させ、それによって周囲を汚染したり負傷をまねく。

3.4 薬品の取扱い (有機溶剤, 特定化学物質, 劇物・毒物, 危険物, その他)

実験で取扱う様々な化学物質の多くは毒性や火災、爆発などの危険性をはらんでいる。化学物質を取扱う際には、その毒性、可燃性、爆発性等について予め調査しなければならない。危険な化学物質の取扱いには、様々な法規^{*3}によって規制がかけられているので、それらを遵守し取扱う。農学研究科では、使用する薬品(試薬)をIASOシステム(薬品管理支援システム)に登録して管理することになっているので(第3.2節 東北大学危険物総合管理システム 14 ページを参照)、実験に使用しようとする化学物質がどのような法規の対象になっているかはIASOシステムを使えば簡単に調べることができる。特に危険性の高い物質については、できる限り安全な代替品の利用の可能性を模索し、止むを得ず利用せざるをえない場合でも、必要最小限にとどめるよう努力する。また、取扱いに際し、必ず保護メガネを着用するとともに、必要に応じて保護手袋、防護服、防毒マスクを着用すること。法規で規制されていなくも、同等の危険性が予測される場合には、同様の注意を払って取扱うこと。

なお、第3.1節 化学物質等リスクアセスメント(CRA, 14 ページ)で対象としたのは、労働安全衛生法で安全データシート(SDS)交付義務対象となっていた化学物質だが、ここではCRAとは別の枠組み、すなわち、有機溶剤、特定化学物質、劇物・毒物、危険物、その他の区分に従って説明する。

3.4.1 有機溶剤の取扱い

労働安全衛生法及び労働安全衛生法施行令の規定に基づき定められる有機溶剤中毒予防規則では、45種類の有機溶剤について労働者の中毒を防止するために諸規定が定められている。この規則の中で取り上げられている有機溶剤は、その物性等を考慮して、3つのグループに分けて適用されている。

- 第1種有機溶剤等** 単一物質で有害性の程度が比較的高く、しかも蒸気圧が高いもの
- 第2種有機溶剤等** 第1種以外の単一物質である有機溶剤
- 第3種有機溶剤等** 多くの炭化水素が混合状態となっている石油系溶剤および植物系溶剤であって、沸

^{*3} 有機溶剤；有機溶剤中毒予防規則，特定化学物質；特定化学物質障害予防規則，毒物及び劇物；毒物及び劇物取締法，危険物；消防法，指定化学物質；PRTR法

点がおおむね 200 °C以下のもの

有機溶剤を取扱う場合は、以下のことに注意する。

1. 有機溶剤と健康障害

有機溶剤は多くの研究室で使用されているが、それだけに不注意による事故が多く発生している。有機溶剤は揮発性があり、常温で蒸気となる。健康障害の危険性の特に高い特定の有機溶剤を扱う場合はそれぞれの項目について、特殊健康診断を一般には 6 ヶ月に 1 回、定期に行うことになっているので必ず受診すること。

- 急性中毒：高濃度の蒸気を吸入すると急性中毒にかかる場合がある。意識を失って倒れた場合、そのまま蒸気を吸入し続け、救助されなければ死亡する危険性が大きい。さらに、倒れる際に頭を強く打ったり、回りの器具・装置などを転倒させたりして危険を拡大する可能性もある。また、換気の悪いところでは救助に向かった者の 2 次的災害にも注意が必要である。臭気に慣れてしまい不用意に取扱いがちになるが、大量に吸入すれば死に至る危険性は十分にあることを常に念頭に置く必要がある。
- 慢性中毒：比較的濃度の低い蒸気を長期間吸入することにより起こり、「疲れやすい」「だるい」「頭が痛い」「めまいがする」などの症状がでる。
- その他の中毒症状：有機溶剤による肝臓障害では、黄疸、発熱、だるい、疲れやすい、食欲がなくなるなどの症状が見られる。また、腎臓障害ではタンパク質尿や血尿がでたり、体がむくむことがある。貧血を起こす有機溶剤もある。有機溶剤は、皮膚からも吸収され、ひりひりと痛んだり、水泡ができたり、ひび割れなどができることがある。そのほか、有機溶剤の蒸気で目・鼻・のどの炎症が起こることがある

2. 発生した有機溶剤の蒸気を取り除くために

有機溶剤の蒸気が実験室に広がる前に取り除く方法に「局所排気」がある。局所排気装置には (1) 囲い式フード（フュームフードもしくはドラフトチャンバと呼ばれる）や (2) 外付け式フード（発散源のそばに置くだけのもの）、(3) プッシュプル型換気装置等の形式がある。農学系総合研究棟には、通常のドラフトチャンバではなく低風速式ドラフトチャンバ^{*4}が設置されている実験室もあるので、使用の際には実験や研究の指導にあたる教職員の指示に従うこと。

第 1 種と第 2 種の有機溶剤の取扱いは必ずドラフトチャンバ内で行う。局所排気装置の性能は法令等で定められており、フード開口面での制御風速が 0.4 m/s 以上（特定化学物質を使用する場合は 0.5 m/s 以上が必要）でなくてはならない（低風速式ドラフトチャンバが該当する「プッシュプル型換気装置」の場合は平均風速 0.2 m/s 以上が必要）。その性能を保つためには日ごろから点検と手入れを行うことが大切である。

以下に、局所排気装置を使用する際の一般的注意事項を示す。

- ドラフトチャンバの開口部を必要以上に大きく開けたままにしない。
- ドラフトチャンバでは、発散源を外に置いて作業しない。
- 外付け式フードでは、フードの開口部に近いところで作業する。
- 吸引の妨害になる気流がフードに吹き込まないようにする。

^{*4} 低風速式ドラフトチャンバは、外観は通常のドラフトチャンバと変わらないが、低風速で（平均風速 0.2 m/s）運用できる「プッシュプル型換気装置」として届出がされていることが特徴である。ただし、作業面手前のエアホイルから作業面奥の吸込み口までの空気の流れを乱すような使い方をすると十分な排気効果が得られないので注意が必要である。

- 排気する空気と同じ量の新しい空気を供給する。局所排気を効果的に行うには排気と同じ量の新しい空気を外から入れる必要がある。そのための入気口をふさいではならない。作業をする時は必ずドラフトを稼働させる。
 - ドラフトチャンバの中やフードと発散源の間に入って作業しない。
3. 有機溶剤をからだに入れないために
- 有機溶剤の蒸気を吸わないために、「有機溶剤を発散させない」、「発散している場所に入らない」、「防毒マスクなど有効な呼吸用保護具を使用する」、「できるだけ短時間で操作を済ませること」が重要である。実験環境管理とともに、実験者の一人ひとりが次のようなことに注意して実験をすることが大切である。
- 有機溶剤を必要以上に大量に使わない。
 - 有機溶剤の入っている容器はきちんとふたをする。
 - こぼした有機溶剤をふき取り、有機溶剤がしみ込んだ布切れや紙などは、ふたのできる容器に入れるか局所排気装置内で完全に気化させる。
 - 有機溶剤を扱うときには、必ず風上側で作業する。
 - 有機溶剤の蒸気は空気に比べて重く、通風のよくないところでは床面近くに高濃度でたまる。通風のよくないところでしゃがんだり、低いところに入ったりすることはたいへん危険である。
 - 有機溶剤を直接からだに触れさせない。必ず保護メガネを着用するとともに、必要に応じて有機溶剤がしみ込まず、有機溶剤に溶けない材料でできた保護手袋や防護服、防毒マスクを着用する。
4. 使っている有機溶剤についての知識を持つ
- 有機溶剤による健康障害、特に急性中毒を防ぐためには、作業者の一人ひとりが、自分が使っている有機溶剤がどんなものか、どんな危険性があるのか、吸ってしまったらどんな症状が現われるか、万一実験中に気分が悪くなった場合にはどうしたらよいかなどについて、知ることが大切である。
5. 実験環境の状態を知る
- 実験室の環境を常に知ることが大切である。法令で第1と第2種有機溶剤を扱う屋内作業場は6カ月以内ごとに1回、定期的な空気中の有機溶剤濃度測定が定められている（作業環境測定）。
6. 有機溶剤等の貯蔵
- 有機溶剤等を屋内に貯蔵する場合には、こわれて中のものがこぼれたり、漏れ出したり、しみ出したりしないような丈夫な容器に入れ、しっかりとふたまたは栓をしておかなければならない。
7. 表示
- 実験室等で有機溶剤を使用する場合、「関係者以外立入禁止」を見やすい箇所に表示すること。
8. その他
- 有機溶剤のなかには、毒物及び劇物取締法の劇物に指定されているもの、消防法の危険物に指定されているものがある。それらの管理に関してはそれぞれの項目も参照すること。

3.4.2 特定化学物質の取扱い

労働安全衛生法及び労働安全衛生法施行令の規定に基づき定められる特定化学物質等障害予防規則では、76種類の化学物質について労働者が健康障害を受けることを予防するための諸規定が定められている。この規則の中で取り上げられている化学物質は健康障害を発生させる（可能性が高い）物質として定められたものであり、大別すると微量の曝露でがん等の慢性・遅発性障害を引き起こす物質（第1類物質、第2類物質）と、大

量漏洩により急性障害を引き起こす物質（第3類物質、第2類物質のうち特定第2類物質）とがある。さらに、第1類物質と第2類物質のうち、がん原性物質またはその疑いのある物質については特別管理物質とされ、その取扱いが特に厳しく定められている。

第1類物質 特に有害な物質で、労働安全衛生法第56条で製造には許可が必要

第2類物質 慢性障害を発生する物質（特に漏洩に留意すべき「特定第2類物質」、有機溶剤中毒予防規則が準用される「特別有機溶剤等」、尿路系器官にがん等の腫瘍を発生するおそれのある「オーラミン等」を含む）

第3類物質 大量漏洩による急性中毒を発生させる物質

特定化学物質を取扱う場合は、以下のことに注意する。

1. 局所排気装置等の使用

- 第1類と第2類の特定化学物質の取扱いは必ずドラフトチャンバ内で行う。局所排気装置の性能は法令等で定められており、フード開口面での制御風速が0.5 m/s以上でなくてはならない（有機溶剤を取扱う場合の基準0.4 m/s以上より厳しいことに注意）。また、低風速式ドラフトチャンバが該当する「プッシュプル型換気装置」は平均風速0.2 m/s以上が必要である。
- 局所排気装置は年1回定期に法定自主点検を行い、その記録を3年間保存しなければならない。
- 局所排気装置を使用する際の一般的注意事項は、第3.4.1節を参照のこと。

2. 表示の義務

- 実験室等で第1類および第2類物質を使用する場合、「関係者以外立入禁止」「実験室内飲食禁止」を見やすい箇所に表示する。
- 特別管理物質を取扱う実験室では、特別管理物質の名称、人体に及ぼす作用、取扱上の注意事項、使用すべき保護具について実験室の見やすい場所に掲示する。

3. 作業記録等の保存

- 第1類および第2類物質を使用する実験室は、6ヶ月に1回、作業環境測定を行い、管理区分の評価を行って適切な措置を講じなければならない。またこの記録を、特別管理物質の場合は30年間、その他は3年間保存しなければならない。
- 特別管理物質を取扱う場合は、月1回、作業記録（使用者氏名、作業概要、期間、汚染等の記録）を作成し、これを30年間保存しなければならない。
- 常勤研究者のみならず、非常勤職員、受入れ研究員および学生であっても、特定化学物質取扱者は特殊健康診断を受診する必要がある。

4. 保護具：特定化学物質のガス、蒸気または粉塵を吸収するおそれのある作業をする場合は、呼吸用保護具を使用すること。また、皮膚に障害を与え、若しくは皮膚より吸収されることで障害をおこすおそれのある特定化学物質を使用する場合は保護手袋などを使用すること。

5. その他：特定化学物質のなかには、毒物及び劇物取締法の劇物に指定されているもの、消防法の危険物に指定されているものがある。それらの管理に関してはそれぞれの項目も参照すること。

3.4.3 毒物及び劇物の取扱い

毒物・劇物はLD₅₀(体重1kgあたりの半数致死量)を基に「毒物及び劇物取締法」により指定された化学物質である。毒物28種類、劇物94種類が指定されている。

毒物 経口 LD₅₀ が 30 mg/kg 以下，経皮 LD₅₀ が 100 mg/kg 以下

劇物 経口 LD₅₀ が 30 を超え 300 mg/kg 以下，経皮 LD₅₀ が 100 を超え 1,000 mg/kg 以下

毒物及び劇物を取扱う場合は，以下のことに注意する。

1. 保管に関する注意

- 毒物及び劇物は，薬品棚に他のものと区別して保管し，薬品棚等は必ず施錠しなければならない。
- 毒物及び劇物を保管する薬品庫には，「医薬用外毒物」「医薬用外劇物」の表示をしなければならない。
- 随時，適切に管理されているか，保管状況を点検する。
- 研究室責任者は，学生等が毒物の購入を希望する場合は，その必要性を確認しなければならない。

2. 取扱い上の注意→第 3.1 節 化学物質等リスクアセスメント (CRA) 参照 (14 ページ)

- SDS：毒物，劇物を購入する際，当該毒物または劇物の性状および取扱いに関する情報が SDS (安全データシート) の形で販売業者から提供される。使用に際しては，SDS を熟読してリスクアセスメントを行い，その発がん性や毒性の程度などを必ず調べておく。SDS に書かれている情報：情報を提供者名及び住所，毒物または劇物の別，名称並びに成分およびその含量，応急措置，火災時の措置，漏出時の措置，取扱いおよび保管上の注意，暴露の防止および保護のための措置，物理的および化学的性質，安定性および反応性，毒性に関する情報，廃棄場の注意，輸送上の注意
- 容器：飲食用の容器を毒物用容器として代用してはならない。
- 保護：必要に応じ，保護衣，保護メガネ，マスク，保護手袋等を使用する。

3.4.4 危険物の取扱い

消防法における危険物とは，「液体」又は「固体」で，かつ，次のいずれかの性質を持っているものをいう。

1) 引火性物質である，2) それ自体が発火又は爆発する性質を持つ，3) 燃焼すると消火が困難である，4) 他の物質の燃焼を促進すること，5) 水と反応して発火又は可燃性ガスを発生する。

消防法では「危険物」を火災に対する危険性の高い物品として規制している。その取扱いに当たっては，それぞれの危険物の性質を良く理解し爆発や火災の発生を防ぐため，火気，電気火花，静電気，衝撃，摩擦などに充分注意する必要がある。また，火災などが発生した場合においても適切な処置が必要となる (消火の項目参照)。消防法では危険物は以下のように類別され，各品の品名毎に指定数量という規制の基準となる数量が設定されている。さらに仙台市火災予防条例で，指定数量の 0.2 倍以上の危険物は，その保管，使用に関して規制の対象となる。

第 1 類の危険物 (法別表の第 1 類の項の品名に掲げる物品)

1. 酸化性固体の性状を有するもの。酸化性固体とは，酸化力の滞在的な危険性を判断するための試験 (燃焼試験) において一定の性状を示す固体，又は衝撃に対する感受性を判断するための試験 (落球式打撃感度試験) において一定の性状を示す固体をいう。
2. 一般に不燃性物質であるが，酸素を分子構造中に含有しており，加熱，衝撃，摩擦等により分解して酸素を放出し，周囲の可燃性物質の燃焼を著しく促すことになるため，注意が必要である。
3. 事故例
 - 床にこぼれた塩素酸カリを踏んで発火した。
 - 缶入の無水クロム酸を取り出そうとして金槌でたたいた瞬間に発火した。

第2類の危険物（法別表の第2類の項の品名欄に掲げる物品）

1. 可燃性固体の性状を示すもの。可燃性固体とは、小ガス炎着火試験において一定の性状を示す固体、又は引火の危険性を判断するための試験（引火点測定試験）において引火性を示す固体をいう。
2. 比較的低温で着火しやすい可燃性物質で、しかも燃焼が速く、有毒のもの、あるいは燃焼のとき有毒ガスを発生するものがあり、使用に当たっては特に火気に注意する必要がある。
3. 事故例
 - 粉末マグネシウムをビーカーに入れて放置したら発火した。

第3類の危険物（法別表の第3類の項の品名欄に掲げる物品）

1. 自然発火性物質及び禁水性物質の性状を有するもの。空気中での発火の危険性を判断するための試験（自然発火性試験）において一定の性状を示すか、又は水と接触して発火し、若しくは可燃性ガスを発生する危険性を判断する試験（水との反応性試験）において、一定の性状を示す固体又は液体をいう。
2. 第3類の危険物は、空気又は水と接触することによって直ちに危険性を生ずるものである。他の危険物と比較して危険性が高く、その指定数量も10 kgから300 kgと、比較的少なく定められている。
3. 第3類の危険物のほとんどの物品は自然発火性及び禁水性の両方の危険性を有している（黄りんは自然発火性のみ、リチウムなどは禁水性のみ）。なお、危険物関係法令では、第3類の危険物のうち自然発火性を有しているもの（アルキルアルミニウム、アルキルリチウム及び黄りんを含む）を自然発火性物品、禁水性を有しているもの（カリウム、ナトリウム、アルキルアルミニウム及びアルキルリチウムを含む。）を禁水性物品と称しており、これらに対しては水の混入には特に注意が必要である。また、反応などに用いた場合、過剰の試薬を注意して完全に分解してから注水などの操作を行うこと。
4. 事故例
 - 金属ナトリウムをメタノールで分解した後、水に入れたら、分解が不十分で発火した。
 - 還元ニッケル触媒の付着した濾紙を捨てたら、乾燥して発火した。

第4類の危険物（法別表の第4類の項の品名欄に掲げる物品）

1. 引火性液体の性状を有するもの。液体であって引火の危険性を判断するための試験（引火点測定試験）において引火性を示す。引火性を示すかどうかは、引火点（規定条件で物品を加熱して小さな炎を液面に近づけたとき、物品の蒸気と空気の混合気体に引火する物品の最低の温度）により評価され、引火点が低いものほど引火性が高く、引火点が高いものほど引火性が低い。
2. 第4類の危険物は、引火点に応じ特殊引火物、第一石油類、第二石油類等に品名が区別されている。
 - 第4類の危険物の蒸気の比重は1より大きく（空気より重い）、低所に滞留し、また、低所に流れる。このため、当該物品を使用している場所から遠く離れた所にある火源により引火する危険性がある。
 - 第4類の危険物の多くは液体の比重が1より小さく、水よりも軽い（例外：二硫化炭素等、少数）。また、アルコール類等一部の危険物を除いて、水に溶けにくい。こぼれると水面に薄く広がりその液表面積は格段に大きくなるため、火災となった場合には火面が非常に大きくなり消火が困難となる。
 - 非水溶性の場合消火する際には、一般に注水は避けなければならない。
 - 引火点が火源により燃焼を始める最低の温度であるのに対して、火源の存在なしに燃焼を開始

する最低の温度を発火点という。第4類の危険物の中には発火点の非常に低いものがあり、加熱されるだけで火源がなくとも発火する可能性があるため、温度管理が重要である(例:二硫化炭素 100℃, ジエチルエーテル 180℃, アセトアルデヒド 185℃)。

- 動植物油類等は発火点が非常に高く、通常の状態では発火することはないが、乾性油などが布等にしみ込んでいる場合等には、発生する熱が蓄積して常温でも発火することがある。従って、こぼした植物油などを拭いた紙や布切れなどをゴミ箱にそのまま捨ててはならない。
 - 第4類の危険物は、電気の不良導体であるものが多い。静電気が蓄積されやすく、蓄積された静電気が放電するとき発生する火花により引火することがあるため、このような物品が流れる配管、ホース等は、接地する等発生する静電気を除去する措置を講じる必要がある。
3. 第4類の危険物は特に火災に注意が必要であり、火災予防のため以下の点に注意を払う。
- 炎、火花、高温体等との接近を避ける。
 - 加熱を避ける。
 - みだりに蒸気を発生させないようにする。蒸気が発生するような取扱いをする場合には、蒸気を排出するか、又は、十分な通風を行う。
 - 炭化水素のように、静電気が発生するおそれのある物品を取扱う場合には、静電気が発生しないような条件の下で取扱い、また、発生した静電気を除去する措置を講じる。
4. 事故例
- ヘキサンのビン(約2L含有)を落とし、ビンが割れて付近のガスストーブから引火した。熱で他の溶剤類の容器もこわれて引火し、化学実験室を全焼した。放水により階下の実験室等にも被害が及んだ。
 - エーテルの少し残ったフラスコを洗っていたとき、湯沸かし器の火によって引火した。
 - アセトンで洗ったフラスコを乾燥器に入れたら爆発した。
 - トルエンを蒸留中、忘れていた沸石を入れたら、突沸して引火した。

第5類の危険物 (法別表の第5類の項の品名欄に掲げる物品)

1. 自己反応性物質の性状を示すもの。爆発の危険性を判断するための試験(熱分析試験)又は、加熱分解の激しさを判断するための試験(压力容器試験)で一定の性状を示す固体もしくは液体をいう。
 2. 第5類の危険物は、加熱、衝撃、又は他の薬品との接触により発火し、爆発するものが多く、また、空气中に長時間放置すると分解が進み、やがて自然発火するものがあり、これらの点について取扱いに注意が必要である。また、これらを取扱う際には、保護メガネ、防護服、保護板などを使用すること。
3. 事故例
- エーテル抽出液を留去、乾燥器が加熱乾燥したら爆発した。
 - エーテルを蒸留中、空だきしてしまい爆発した(テトラヒドロフランでも同様な事故例がある)。

第6類の危険物 (法別表第6類の項の品名欄に掲げる物品)

1. 酸化性液体の性状を示すもの。酸化力の潜在的な危険性を判断するための試験(燃焼試験)で一定の性状を示す液体をいう。
 2. 強酸化剤で、自らは不燃性であるが、有機物と混ぜるとこれを酸化させ、場合により着火させることがあるためその取扱いには注意が必要である。
3. 事故例

- 加熱した濃硝酸が実験着にかかって発火した。

危険物の保管

1. 一般的注意事項

- 室内に薬品を保管する場合、薬品の性質に応じた保管場所（戸棚）を設置し、通常は戸を閉めておく。
- 戸棚は不燃材で作られ、かつ、奥行きの高い頑丈なものとし、建築物の壁や柱等に固定すること。
- 戸棚の扉は引き違いのものであること。なお、両開きの場合は、震動による開扉防止の止金を設けること。
- 戸棚内部の棚は固定され、かつ収納容器の転倒、落下を防止するためのボトルストッパー等の措置が講じられたものであること。
- 戸棚でない場合、不燃材で囲まれた場所に保管する。例えば、壁に据付けられたストーンテーブルの下に戸を設けて保管場所とする等。
- 保管場所は、室内の気流、火の元、湿気、人の往来等を考慮し、適正な場所に設定する。
- 容器は、密栓して保管する。
- 容器の多段積みを避ける。
- 薬品の容器がガラスの場合、震動等により互いに触れて破損することのないよう仕切りを設けたコンテナ等に入れるか、容器を破損防止ネットで保護して保管する。
- 大型ビン（3 L～）は、ビンの衝突破損を防ぐためネットで保護するか、ゴムバンドを巻いておく。
- 容器を保管した戸棚の扉は、必ず閉めておく。火災時でも戸棚の内部に火勢が及ぶのを防止できる。
- 第3類危険物の中で自然発火のおそれのあるものは、保護液を十分満たしておく。
- 火災発生時に適正な消火を行うために、研究室内の試薬棚の位置と保管されている危険物の種類を把握しておき、緊急時に消防署等へ必要な情報をすぐ提供できるようにしておくこと（特に、禁水化合物（第3類）や非水溶性の可燃性液体（第4類）の保管場所）。
- 爆発や火災、災害の拡大防止のため、混載が禁止されている危険物同士を同じ棚に保管してはならない（コンプリートマニュアル [表 2-4-6] を参照）。

2. 危険物の保管に関する基準

- 実験室の保管量の総和は、廃棄溶剤を含めて指定数量の 0.2 倍未満とする。指定数量の倍数は、各危険物の [保管量 (L または kg)/指定数量 (L または kg)] の総和である（指定数量はコンプリートマニュアル [表 2-4-5] を参照）。危険物の種類によっても異なるが、おおよそ 20 L 容器 2 個程度となる。
- 指定数量の倍数の計算例: エーテル 3 L（指定数量 50 L）、エタノール 18 L（指定数量 400 L）、酢酸エチル 4 L（指定数量 200 L）、アセトン 10 L（指定数量 400 L）、酢酸 6 L（指定数量 2000 L）を保管している場合、指定数量の倍数は $3/50 + 18/400 + 4/200 + 10/400 + 6/2000 = 0.153$ 倍となる。
- 指定数量の 0.2 倍を越える場合には、危険物薬品庫に貯蔵する。
- 少量危険物貯蔵取扱所の場合の保管場所・方法等の技術的基準は上記に同じ。但し、貯蔵危険物として申請した量、および品名（薬品名ではない）を越えて貯蔵することはできない。少量

危険物貯蔵取扱所は、甲種危険物取扱者または乙種危険物取扱者（第4類）が、危険物の取扱いを管理する。貯蔵取扱所内での危険物の取扱いに際しては有資格者の指示に従うこと。→2 研究室（機能形態・生物有機）と廃液保管室：指定数量の1倍未満の第4類の危険物を貯蔵・取扱うことができる。

- 危険物薬品庫並びに少量危険物貯蔵取扱所は常に整理・整頓に努めること。空き缶は、完全に中の溶剤がなくなったことを確認し、定められた処置を施した後、速やかに廃棄すること。

3. 危険物屋内貯蔵所（危険物薬品庫）

本研究科構内の危険物薬品庫は総合研究棟西側の1ヶ所で、第4類の危険物を保管することができる。危険物薬品庫に貯蔵できる薬品およびその数量をコンプリートマニュアル〔表2-4-7〕に示す。

- 搬入危険物は、18 Lの缶入のものを基本とし、所定の場所に保管する。
- ガラスビン入の危険物は、震動による衝突破損の恐れが無いよう、ネットで保護するか、仕切のあるコンテナか木箱に収納して貯蔵する。
- 搬入する危険物には、研究室名、物品名、所属、搬入年月日を明記する。
- 搬出入の都度、備え付けの受払い簿^{*5}に所定の量目及び総量を記入する。
- 廃棄溶剤を搬入してはならない。
- 危険物薬品庫使用基準別表（コンプリートマニュアル〔表2-4-7〕参照）に該当しない危険物、及び許容量を超える量の危険物は搬入してはならない。
- 劇物に指定された危険物は、危険物薬品庫の中の施錠された金網の中に保存しなければならない。

3.4.5 その他

人体および生態系、環境に影響を及ぼす物質は、その他の法律によっても規制されている。

1. 化学物質排出把握管理促進法（化管法）：PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）制度とSDS（Safety Data Sheet）制度を柱とし、事業者による化学物質の自主的管理の促進および環境保全上の支障の未然防止を目的とする。第一種指定化学物質（人や動植物に有害あるいはオゾン層破壊の恐れがあり、環境中に広く存在すると認められる物質）を取扱う対象事業者は、当該物質を排出（大気・公共用水域・土壌）および廃棄物として移動する際に量を把握し、国に年毎に届け出なければならない。
2. 大気汚染防止法：大気中に排気する汚染物質に関する規制
3. 水質汚濁防止法：公共用水域への排水に関する規制
4. 化学兵器禁止法：化学兵器の製造・使用に関する規制
5. 麻薬及び向精神薬取締法・大麻取締法・覚せい剤取締法・あへん法

詳しく知りたい場合は、国内外における化学物質の法規制・有害性情報等を提供している（独）製品評価技術基盤機構（NITE）のNITE-CHRIP（ナイトクリップ、NITE化学物質総合情報提供システム）を参照すること。https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop



^{*5} 屋内危険物貯蔵所の受払い簿は、危険物の種類〔特殊引火物、第一石油類（非水溶性）、第一石油類（水溶性）、アルコール類、第二石油類、第三石油類等〕ごとに別になっている。日付、分野、氏名、薬品名、受け入れ量或いは持ち出し量と、保管量（残量）を記入すること。保管量（残量）は、薬品単位ではなく危険物の種類の総量。記載ミスに注意（全てが狂ってしまう）。

3.5 高圧ガスボンベの取扱い

高圧ガスの貯蔵や消費は、高圧ガスによる災害を防止するための法律（高圧ガス保安法およびその法体系）に準拠して行わなければならない。

1. 高圧ガスボンベの管理・保管

- (a) 東北大学では、レンタルのものも含め、使用する高圧ガスボンベを IASO システム（高圧ガス管理支援システム）で管理することになっている。新しく高圧ガスが納品された場合は IASO システム上で「新規ボンベ登録」、高圧ガスを使い切った場合は「空ボンベ」、ボンベを業者に返却した場合は「ボンベ返却」の登録が必要である。なお、IASO システムによる管理の具体的方法については、実験や研究の指導にあたる教職員の指示に従って欲しい。
- (b) 可燃性ガス（水素、アセチレン、アンモニア、メタン、プロパンなど）、支燃性ガス（空気、酸素、塩素など）、毒性ガスは**シリンダーキャビネット**に、不活性ガス（窒素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴンなど）は**ボンベスタンド**に保管する。
- (c) 耐圧検査期限切れのボンベは使用しない。
- (d) 使用済みの空ボンベは、廃棄物とせず、速やかに返却の手続きを行う。

2. 高圧ガスボンベの外装

- (a) 肩部刻印：充填ガス名，容器記号・番号，内容積（V，単位：リットル），容器重量（弁及びキャップなし，W，単位：kg），耐圧試験月日，耐圧試験圧力（TP，単位：MPa），最高充填圧力（FP，単位：MPa）を示す。
- (b) 色：充てんガスに応じた色を外部に塗る。出口のネジの切り方は可燃性ガスでは左ネジ（ただし臭化メチルとアンモニアは右ネジ），その他は右ネジとなっている。

3. 高圧ガスボンベの取扱い上の主な注意点

- (a) 運搬に当たっては、必ずバルブ保護用キャップを付け、専用の手押車を用いる。
- (b) 手押車を使えない所では、高圧ガスボンベをわずかに傾け、底の縁でころがすように運ぶ。引きずったり、階段を滑り落ちたり、横にしてころがす等はしてはいけない。
- (c) 高圧ガスボンベはボンベスタンドまたは鎖等で転倒しないように処置する。鎖を使用する場合は、上下2カ所で固定し、また1本の鎖で複数のボンベを固定しないこと。
- (d) 高圧ガスボンベは、原則として、横倒しにして使用しないこと。
- (e) 空の容器であっても、廊下や非常階段など、通路には置かない。
- (f) 可燃性ガスのボンベの周囲2メートル以内では、特別の措置を取らない限り、火気を使用してはならない。また、引火性及び発火性の物を置いてはならない。
- (g) ボンベの温度を40℃以上にしてはならない。日光の直射などを避ける。
- (h) 腐食性の雰囲気ではボンベを使用しない。
- (i) 減圧弁や圧力計等の器具類は、使用するガス専用の物を使用する。
- (j) 高圧ガスボンベの元弁の開閉はゆっくりと行い、使用しない時は、元弁を必ず閉めること。元弁を開ける時は、出口側の弁を閉じ、かつ減圧弁が加圧状態になっていないことを確認してから開ける
- (k) ガスをみだりに大気中に放出しない。

4. 爆発性ガスの取扱い

- (a) 可燃性ガス（水素，アセチレン，アンモニア，メタン，プロパンなど）と支燃性ガス（空気，酸素，塩素など）がある割合で混合すると爆発性ガスになる。混合ガス使用の際はそれぞれの混合爆発限界を調べておく。
- (b) 裸火だけでなく，加熱，静電気火花，衝撃，微粉金属などが発火源となりうるので，気をつける。
- (c) 室内の換気に注意し，万が一ガスが漏れた場合でも爆発限界に入らないように注意する。

5. 不活性ガスの取扱い

不活性ガス（窒素，二酸化炭素，ヘリウム，アルゴンなど）は，それ自身は無害だが大量に室内に洩れると空気中の酸素濃度が低くなり，呼吸が困難になる。人間にとって許される下限は 17% で，7% 以下では意識を失う。大量のガスを室内に放出したり，液化ガスを蒸発させたりするときは必ず換気する。万一意識を失ったときは直ちに室外に連れ出し，窒息しないよう体位に注意して人工呼吸を施しつつ救急車を呼ぶか，医師の来援を求める。なお，救出の際の二次災害に注意すること。

3.6 常用液化ガスの取扱い

物質の冷却等に用いられる常温液化ガス（ドライアイスは固体）は，人体に対する影響と材料に対する影響という 2 つの危険性がある。人体に直接低温液体が触れてもすぐに蒸発するため特に障害とはならないが，衣類（手袋，靴下）にしみ込んだときは凍傷になる恐れがある。液体を吸収する軍手などではなく（むしろ素手がまし），革製を用いる。凍傷になったときは温湯（37℃ くらい）で暖め，医師の手当を受ける。一方，一般に金属は低温になると脆くなる。とくによく使われる鋼は危険であり，低温に触れる所に使用してはいけない。銅，アルミニウム，ステンレススチール等の金属や，テフロン，ナイロン，ベークライト等の非金属は使用できる。

1. 固体炭酸（ドライアイス）

細かく砕いて種々の液体と混合すれば， $-60\sim-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ の低温が容易に得られるので実験室でもよく使われる寒剤である。

- (a) アセトン，アルコールなどの有機溶剤を用いる際は引火に注意する。
- (b) 所要量の溶剤に急にドライアイスを入れると，突沸してふきこばれる。これを避けるには，砕いたドライアイスに溶剤を少量ずつ加えると良い。
- (c) 有機溶剤とともに寒剤として用いた場合，液層の上下の温度差が大きくなると突沸する。時々かきまわして，温度の均一化を図る。
- (d) 湿った手でドライアイスに触れると，皮膚に付着して凍傷を起こすことがある。

2. 液体窒素

化学的に極めて不活性なので，真空系のトラップやヘリウム液化機などの予冷用に広く使われる。

- (a) 酸素の溶存：純粋な液体窒素は空気に触れると急速に酸素をとり込み，沸点が上昇する。溶存酸素濃度が高いと青みがかかり，可燃性物質等を近づけると爆発の危険性がある。
- (b) 気化：液体窒素は気化すると体積が約 700 倍になる。酸欠にならないよう十分換気がされている場所で取扱い，小部屋では使用しない。また，低温室のような密閉された場所に液体窒素を保管しない。使用場所には酸素モニターを設置する。また液体窒素の容器は高圧になるので取扱いは慎重に行う。容器取り出し口に水分や二酸化炭素が凝縮・凍結しないように注意する。
- (c) 事故例：低温実験室（ $-2\sim-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）において，停電のため室内の温度を下げようとして液体窒素を

撒いたため、気化した窒素が充満し酸欠状態になり二名が死亡した。

3. 液体ヘリウム

入手できる寒剤の中で最も沸点が低く、化学的にも不活性で安全であるが、取扱いには専門の講習を受けることが望ましい。

4. 液体酸素

液体酸素は、酸化され易い金属（アルミニウムやチタン）や有機化合物が共存すると、僅かな機械的衝撃で爆発的に化学反応を起こす。

3.7 都市ガスの取扱い

ブンゼンバーナー、リングバーナー、ガラス細工用バーナーなど、都市ガスを使用することがある。

1. 都市ガスの特徴

- (a) 形態と成分が着火・燃焼し易い状態で供給されているため、引火・爆発の濃度範囲も広い。
- (b) 比重が小さいため、ガス洩れすれば天井付近に滞留し易く、天井の配管のすき間を通して上方階に拡散する恐れもある。
- (c) 爆発すれば、一瞬にして人的・物的被害をもたらすことになる。
- (d) 燃焼時に酸素を消費し、大量の水分と二酸化炭素を放出する。不完全燃焼の場合には一酸化炭素による中毒もあなどれない。

2. 使用時の注意

- (a) 帰宅時および不在のときは、ガスの元栓を閉じる。
- (b) 使用していないガスコックは閉じておき、さらにゴムキャップをする。
- (c) ガスホースはひび割れ等の無い所定のものを用い、接続箇所にはホースバンドを締めておく。
- (d) ガス器具の設置場所は、他の可燃性ガスが発生しない換気のよい所とする。閉所では、換気扇（防爆型）とガス検知器を上方に設置する。
- (e) ガスを使用する場合は、周りを整理・整頓し、引火性溶剤や可燃物が近くに無いことを確認する。
- (f) ガス洩れに気付いた時は、先ずガスの元栓を閉鎖し、窓、ドアを開放してガスを拡散させる。電気製品のスイッチを入れたときに火花がスパークして爆発する恐れがあるので注意する。なお、0.1%程度 of ガス漏れでも検知できるよう臭い物質（仙台市の場合ブタンチオール）が混入されている。

3.8 放射線及び放射線同位元素の取扱い

放射性同位元素（radio isotope：RI，ラジオアイソトープ）は検出・定量が比較的簡単であり、しかも検出感度が非常に高いという特徴を有していることから、農学・生物学の実験においてトレーサーとして広く用いられている。しかし人体に影響を及ぼす電離放射線を放出することからその取扱いは注意を要する。

したがって、その取扱いは国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に則って定められた「放射性同位元素等の規制に関する法律」により制限されている。さらに労働安全衛生法関係では電離放射線障害防止規則（電離規則）、放射性同位元素の輸送に関しては放射性同位元素車両運搬規則等（国土交通省所管）等の法律によって規制を受ける。東北大学では「東北大学放射線障害予防規程」「東北大学放射性同位元素等の取扱いに関する基準」「東北大学エックス線装置の取扱い等に関する基準」が定められており、農学研究科・農学部においては「東

北大学大学院農学研究科・農学部放射線障害予防規程」,「東北大学大学院農学研究科・農学部エックス線障害予防内規」が各々規定されている。放射線取扱者, およびエックス線業務従事者はこれらの規程を熟読し, 内容を理解しておかなければならない。

1. **放射線管理区域**: 単に管理区域と呼ぶ場合がある。RI, 放射線発生装置等から発生する放射線のエネルギーや量, 取扱う RI の種類 (核種), 数量 (Bq), 取扱い時間等について, 法で定められた限度値 (空間線量率, 空気中の放射能濃度, RI による汚染密度) を上回る場所を管理区域として設定し, 国から使用の承認を受けている。RI, 放射線発生装置等の取扱いは管理区域内でのみ許されており, 管理区域以外の場所において取扱いを行うことは法令違反となる。(一部の X 線装置を除く)
2. **放射線取扱者**: 管理区域内で取扱いを行う者は, 法で定められている所定の教育訓練ならびに健康診断を受講, 受診し, 放射線, RI の取扱いの承認を受けなければならない。この手続きを受け, 放射線, RI 等を取扱うことのできる者を放射線取扱者 (管理区域を必要とするエックス線装置の取扱いに係る者はエックス線業務従事者) という。
 - (a) **初めて取扱う者**: 放射線の安全取扱いに関する全学講習会 (5, 11 月) を受講した後, 使用する管理区域を持つ施設の新規利用者講習会 (農学研究科の RI 実験施設を利用する場合は農学研究科・農学部新規利用者講習会, 6, 12 月) を受講する。また, 管理区域に立ち入る前の健康診断 (研究科では年 2 回実施される特殊健康診断) を受診する。その後, 農学研究科 RI 実験施設窓口において放射線取扱者手帳申請書を提出し, 農学研究科長により放射線取扱者と認められれば, **放射線取扱者手帳 (赤手帳)** が発行される。他部局等の RI 実験施設を利用する場合には, 当該施設の新規利用者講習を受けねばならない。
 - (b) **継続して取扱う者**: 農学研究科の RI 実験施設を継続して利用する場合は, 年に 1 回開催される農学研究科・農学部放射線有資格者講習会 (再教育) を受講する。また, 年 2 回実施される特殊健康診断を受診する。他部局等の RI 実験施設を利用している場合には, 当該施設の再教育を受けねばならない。
3. **使用計画書**: 放射線取扱者が, 農学研究科 RI 実験施設において RI の取扱を開始する場合は, 事前に所定の使用計画書を提出しなければならない。(教員)

詳細及び最新情報は, 農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き (コンピュータマニュアル)」の「放射線および放射性同位元素の取扱い」の項目を参照すること。



3.9 動物実験

動物実験は, 生命現象に関連した研究分野に於いて最も重要な研究手段として人類の福祉・健康の増進, 科学技術の推進に大きな役割を果たしている。しかし, 動物福祉の観点から「適正な動物実験」には生命科学研究で求められる実験操作の科学的普遍性を加えて動物福祉への配慮が求められ, 「3R (Replacement 代替法の利用, Reduction 必要最小数の利用, Refinement 苦痛の軽減)」が国際的な原則となっている。

動物実験は「動物の愛護および管理に関する法律」及び「実験動物の使用および保管に関する基準」などにより管理される。東北大学では動物実験に関するルールとして「国立大学法人東北大学動物実験等に関する規程」を定め, その「解説」を作成している。本規程は東北大学で行われる哺乳類, 鳥類又は爬虫類に属する動物を対象としているが, それ以外の動物を実験等の利用に供する場合においてもこの基準の趣旨に沿って行うよう努めることが望ましい。

1. **動物飼育保管施設**：東北大学環境・安全委員会動物実験専門委員会により審査され、総長の承認を得た飼育保管施設、実験室。動物実験は実験計画書に記された施設内でのみ行うことができる。
2. **動物実験実施者**：東北大学動物実験センター主催の「動物実験に関する全学的教育訓練」を受講しなければ、本学で動物実験に携わることはできない。(青葉山地区では例年4～5月に開講。他キャンパスも含め、年に数回開講されるものを受講しても良い)。学生の場合は動物実験責任者(教員)の指導のもとで実施する。
3. **実験計画書**：農学研究科において動物実験を開始する場合は、事前に所定の実験計画書を提出し、東北大学環境・安全委員会動物実験専門委員会の承認を受けていなければならない。(教員)
4. **動物感染実験**：「病原微生物(等)取扱い実験」を参照すること。

詳細は、農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き(コンプリートマニュアル)」の「動物実験」の項目、及び東北大学動物実験センターのホームページ <http://www.clar.med.tohoku.ac.jp/> を参照すること。



3.10 遺伝子組換え実験

遺伝子組換えでは、ある生物が持つDNAの一部を人工的に他の生物の細胞に導入して、その形質を変化させる。その結果生まれた「遺伝子組換え生物(組換え体)」は人の手がなければ自然界には存在し得ないものであり、地球上の環境及び生物多様性に影響を与える可能性がある。「生物の多様性に関する国際条約」は、[1] 生物多様性の保全、[2] 生物多様性の構成要素の持続可能な利用及び [3] 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正な配分を目的としており、遺伝子組換え生物の及ぼす悪影響を防止する枠組みとして、「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」が採択されている。

したがって、遺伝子組換え実験を行う際には「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(いわゆるカルタヘナ法)」に基づく政省令および告示で定めるルールに従う必要がある。東北大学では「国立大学法人東北大学遺伝子組換え実験安全管理規程」を定め、適法性を担保し安全管理を行っている。

1. **実験室の設備等**(実験実施時において執るべき拡散防止措置)：遺伝子組換え体が実験室外に逃亡(拡散)することを防止する措置。DNA 供与体と生物側の性質(宿主・ベクター系；従来の生物学的封じ込め)の組み合わせにより、実験室設備等による物理的なもの(従来の物理的封じ込め)の内容が変化し得る。遺伝子組換え実験室は、提出された実験計画に基づき P1, P2, P1P, P1A などの設備を満たしていることが東北大学環境・安全委員会遺伝子組換え実験安全専門委員会により審査され、総長の承認を得た実験室である。遺伝子組換え実験(第二種使用等)は実験計画書に記された実験室内でのみ行うことができる。(第一種使用等である隔離圃場における組換え植物の栽培については PDF ファイルを参照)
2. **遺伝子組換え実験従事者**：東北大学遺伝子実験センター主催の「全学教育訓練」を受講しなければ、本学で遺伝子組換え実験に携わることはできない。青葉山地区では例年4月に行われる(他キャンパスも含め、年に数回開講されるものを受講しても良い)。学生の場合は実験責任者(教員)の指導のもとで実施する。
3. **実験計画書**：農学研究科において遺伝子組換え実験を開始する場合は、事前に所定の実験計画書を提出する。機関承認実験の場合は東北大学環境・安全委員会遺伝子組換え実験安全専門委員会の、大臣承認

の場合は文部科学大臣の承認を受けていなければならない。(教員)

4. **ゲノム編集技術**を用いた技術を用いて作出された生物で、個体内で生じる改変が単純欠失など自然界でも起こり得ると考えられるもの(カルタヘナ法の規制の対象外)であっても「ゲノム編集技術を用いた実験に関する届出書」の提出が必要。また、最終的に外来生物の配列がゲノムに組み込まれる場合には、カルタヘナ法の規制対象として「遺伝子組換え実験計画申請書」を提出し、事前に承認を受ける。
5. **動物感染実験**は「病原微生物(等)取扱い実験」を参照すること。
6. 参考：学生実験等においてP1実験を行うためのチェックリスト(拡散防止措置の内容)
 - (a) 実験室が、通常の生物の実験室としての構造及び設備を有する。
 - (b) 遺伝子組換え生物等を含む廃棄物(大腸菌などの菌液、廃液を含む)は、廃棄の前に遺伝子組換え生物等を不活化する(具体例：オートクレーブ滅菌、70%アルコールによる殺菌)。
 - (c) 遺伝子組換え生物等が付着した設備、機器及び器具は、廃棄又は再使用(あらかじめ洗浄を行う場合にあっては、当該洗浄)の前に(b)と同様に遺伝子組換え生物等を不活化すること。
 - (d) 実験台には、実験を行った日における実験の終了後、及び遺伝子組換え生物等が付着したときは直ちに、遺伝子組換え生物等を不活化する(具体例：70%アルコールによる拭淨)。
 - (e) 実験室の扉は閉じておく(実験室に出入りするときに除く)。
 - (f) 実験室の窓等は、昆虫等の侵入を防ぐため、閉じておく。
 - (g) すべての操作において、エアロゾルの発生を最小限にとどめる(具体例：白金耳を菌のついた状態で焼かないこと(焼く前に70%アルコールに浸すと良い))。
 - (h) 実験室以外の場所で遺伝子組換え生物等を不活化するときなど、実験の過程において遺伝子組換え生物等を実験室から持ち出すときは、遺伝子組換え生物等の漏出や、拡散が起こらない構造の容器に入れること。
 - (i) 遺伝子組換え生物等が付着し、又は感染することを防止するため、遺伝子組換え生物等の取扱い後には手洗い等必要な措置を講ずる(具体例：実験の前後の手洗い、実験中に髪をさわらない)。
 - (j) 実験の内容を知らない者が、みだりに実験室に立ち入らないための措置を講ずること(具体例：「遺伝子組換え実験中につき関係者以外立入禁止」などの表示)。

詳細は、農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き(コンプリートマニュアル)」の「遺伝子組換え動物実験」の項目、及び東北大学遺伝子実験センターのホームページ <http://web.tohoku.ac.jp/cgr/> を参照すること。

3.11 研究用微生物及び病原微生物(等)取扱い実験

研究用微生物、特にヒトを含む哺乳動物に対して病原性を有する病原性微生物等の[病原性を有する微生物(細菌、真菌、原生動物、寄生虫、ウイルス)及び生物(細菌、真菌、藻類、植物、動物)が生産する毒素]を取扱う実験では、非意図的なミスなどによるバイオハザード防止(バイオセーフティー)を目的とした安全管理に加え、意図的な漏出や紛失・盗難、不正流用などの防止(バイオセキュリティ)に対応した安全管理も必要となる。一部の病原性微生物(等)は感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(感染症法)や「家畜伝染病予防法(家伝法)」に従った管理が必要である。

東北大学では「国立大学法人東北大学研究用微生物安全管理規程」を定め、「微生物研究(教育)ユニット」として、取扱う研究用微生物とそのバイオセーフティレベル(BSL)を登録して管理する体制を整えている。



1. **実験室の設備等**（バイオセーフティレベル：BSL）：病原体をヒトや動物に対する病気を起こす程度（リスク）によって低リスク（リスク群1）から極めて高リスク（リスク群4）までの群に分類し、それぞれの微生物を安全に取扱うための実験室の設備を格付けしたものをBSLという。例えば、大腸菌や枯草菌のようなリスク群1の微生物を取扱うことができる設備をBSL1と定めている。「大腸菌はBSL1」という場合は、「大腸菌はBSL1の設備で取扱うことができる微生物である」という意味になる。

BSL1実験室は遺伝子組換え実験のP1と、BSL2実験室は遺伝子組換え実験のP2と同様と考えて良い。BSL2ではBSL1の微生物の取扱いも可能だが、ここで培養した菌体を別のBSL1実験室に持ち出すことはできないので注意が必要である。

2. **微生物取扱者**：本研究科・学部で4月新入学・進級時に行っている安全講習を受講しなければ、本研究科・学部で研究用微生物を取扱うことはできない。実際の取扱いに際しては、東北大学環境安全委員会研究用微生物安全取扱い専門委員会が策定した「研究用微生物安全取扱い基本マニュアル GMT 編」を熟読すること。学生の場合は微生物取扱い責任者（教員）の指導のもとで実施する。
3. **動物感染実験**：定められた感染実験室でのみ実施できる。詳細は「研究用微生物安全取扱い基本マニュアル GMT 編」並びに「病原体等取扱動物実験施設の安全設備及び運営基準」を参照。

詳細は、農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き（コンプライトマニュアル）」中の「研究用微生物及び病原微生物（等）取扱い実験」の項目を参照。「研究用微生物安全取扱い基本マニュアル GMT 編」並びに「病原体等取扱動物実験施設の安全設備及び運営基準」は東北大学 環境・安全推進センターホームページから pdf でダウンロードできる。http://www.bureau.tohoku.ac.jp/anzen/env_saf_pro_center/contents06.html



3.12 その他

使い方を誤ると危険を伴うような以下の機器等を取扱う場合には注意が必要である。

1. レーザー機器：レーザーポインタなどを人体に向けてはいけない。目に向けると失明の恐れがある。
2. 強磁場発生装置：NMR など強磁場を発生する装置は心臓ペースメーカーの誤作動や、体内に埋め込まれている金属片に誘導電流の発生を引き起こすことがある。
3. 電気：たこ足配線や束ねたコード、コンセントへの埃の集積は火災につながることもある。また、感電事故は命に関わる。
4. 一般機械等：使用説明書をよく読み正しい使用方法を熟知し、熟練者の指導監督のもとで使用すること。
5. 農業機械等：植物実験フィールドや複合生態フィールド教育研究センター（川渡）が管理する農業機械等の使用は、「農作業安全のための指針」に従う。

詳細は、農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き（コンプライトマニュアル）」の「その他」を参照し、該当する注意事項を熟読の上使用すること。

4 廃棄物処理とリサイクル

4.1 廃棄物とその処理

一般に廃棄物は**産業廃棄物**と**一般廃棄物**に区分されるが、大学における教育・研究などの諸活動により生じる廃棄物は実験に伴って排出される**実験廃棄物**と一般の生活によって生じる**生活廃棄物**とに大別した方が整理しやすい(37ページの「農学研究科・農学部から排出される廃棄物の分類」フローチャートを参照)。以下に実験廃棄物と生活廃棄物の排出方法とリサイクルの概要を記すが、詳細は農学研究科・農学部のホームページで公開されている「安全のための手引き(コンプリートマニュアル)」中の「廃棄物処理とリサイクル」を熟読し、間違いのない廃棄物処理を心がけること。

4.2 廃棄物処理の基本姿勢

廃棄物によって発生する人的・物的事故及び周辺環境に対する汚染等を防止するため、廃棄物の排出にあたっては(1)廃棄物の化学的、物理的及び生物的な安全化・無害化、(2)廃棄物の排出量の低減化、(3)不要となった有価物の再利用・再資源化に努める。

1. **実験廃棄物** 実験室から排出される全ての廃棄物(実験廃液、廃薬品、放射性同位元素を含む廃棄物、病原微生物を含む廃棄物、遺伝子組換え実験による廃棄物、実験動物の廃棄物、医療系廃棄物、高压ガス容器、破損・不要実験器具や機器類)は多種多様かつ人体や環境に有害なものが含まれることがあるので、排出には細心の注意を払い、適切に安全化・無害化を図る。人的・物的事故及び周辺環境に対する汚染等を防止するため、廃棄場所、方法等が定められている。(詳細は第4.4節を参照)
2. **生活廃棄物** 実験室外の居室などから排出される廃棄物。ゴミ減量化と資源の有効利用を促進する観点から、廃棄物のリデュース(減量)、リユース(再使用)、リサイクル(再生利用)のいわゆる「3R」を意識する。資源ゴミは分別収集してリサイクルに努める。残りの可燃性廃棄物なども適切に分類し、所定の場所(38ページの見取図を参照)に排出しなければならない。

4.3 排水の取扱い

キャンパスからの排水は公共下水に排出される。大学における教育・研究などの諸活動では多くの化学物質が使用されているので、化学実験などを行った結果生じた廃液(実験廃液)を不用意に実験台から下水にそのまま排出することのないように細心の注意を払う必要がある。農学系総合研究棟から仙台市の下水道に排出される水質は、仙台市の随時立入検査と、毎月の大学の自主検査によって管理されている。検査で下水排除基準を超えた場合、本研究科は仙台市から「注意書」や「警告書」による行政指導を受けることになり、「改善命令」や「一時停止命令」などの行政処分を科せられる。(法令に基づく水質基準値は39ページの表を参照)分析値が基準値を超えたときには速やかに各研究室への注意の喚起、臨時の水質検査などの必要な対策を講じているが、水質管理には全構成員の協力が必須である。

農学系総合研究棟には、実験系流しと生活系流しの2種類の流しがあり、それぞれに流せる「排水」が制限されているので、40ページの「排水の処理方法(遵守事項)」および41ページの「地流し配置図」の説明を熟読し、使用する流しを間違えないこと。

1. **実験系流し【赤ラベル】** 実験室（実験系流し）からの排水は全て水質検査の対象となる。原則として、実験廃液は実験系流しに直接流さず、分別して所定の廃液タンクに貯留する。試薬を入れていた容器や器具を洗浄する場合は少量の水で3回洗浄し、その洗浄液も上記の廃液タンクに収集する。
2. **生活系流し【緑ラベル】** 廊下、交流スペースやトイレ（生活系流し）からの排水は、一般家庭で排出される排水と同様に扱われる。原則として、これらの生活排水は実験系流しに流さない。

4.4 実験廃棄物の取り扱い

1. **実験廃液** 化学実験等の結果で生じた廃液は、42～43 ページの「実験廃液の区分表」の分類に基づいて所定の廃液タンクに分別貯留しなければならない。これらの実験廃液（廃液タンク）は東北大学環境保全センターが回収し、専門業者が処分する。実験者は廃液の原点処理（中和やできる限りの無毒化）を行い、固形物を除去した上で、44 ページの「実験廃液区分の早見表」に従い所定の廃液タンクに分別貯留する。タンク内容物を明確にするため、廃液を投入するたびに「廃液投入記録簿」に必要事項（発生日、排出者氏名、実験廃液の成分と排出量）を記録する。廃液タンクが満タン（八分目）になったら、研究室の排出責任者*6がIASO システム（廃液管理支援システム）を用いて東北大学環境保全センターに廃液の回収を依頼する。廃液タンク使用の際は次の点に注意する：(1) タンクにひび割れないこと、(2) 蓋を常に閉じておく、(3) タンクの八分目を超えて廃液を貯留しない。
2. **不要薬品（不要試薬類・不明試薬類）** 産業廃棄物として処分する（用度係に連絡）。
3. **特殊実験廃棄物** 放射性同位元素実験、実験動物、遺伝子組換え実験、研究用及び病原微生物実験の廃棄物はそれぞれの規定に定められた取扱いに従って処理する。
4. **薬品等容器**
 - (a) 薬品ビン（ガラス、プラスチック、金属缶）：空になった薬品ビンは、安全かつ適正な方法で内部をよく水洗いする（ラベル剥離の必要なし、栓や蓋は廃棄、洗浄水は所定の廃液タンクに分別貯留）。金属缶も同様に処理し、底部に数カ所穴を開ける。いずれも研究室名を記した「検査済シール」を添付し、一般ゴミ集積所の指定場所（リサイクル品置き場）に、ビン白（透明）、ビン茶、プラスチック容器、缶に区分して排出する。
 - (b) ガラス、金属製器具：破損したガラス器具や金属製器具は有害薬品などを除去した後、別に保管し、不燃物として回収指定日に粗大ゴミ置場に排出する。
 - (c) 廃液貯留ポリ容器：産業廃棄物として処分する（用度係に連絡）。
5. **医療系廃棄物** 注射筒（シリンジ）、注射針、ガーゼ等は、各研究室の医療系廃棄物用密閉容器に回収・保管し、医療系産業廃棄物として処分する（用度係に連絡）。
6. **高圧ガス容器** 内圧を平圧にした上で、専門業者（納入業者等）が回収する（用度係に連絡）。
7. **実験機器類** 有害物質が含まれていないことを確認し、所定の廃棄手続を行った後、回収指定日に粗大ゴミ置場に排出する。
8. **可燃ゴミ** 実験で使用したペーパータオルやワイパーなどの紙類、チップや遠沈管などのプラスチック類（試薬ビンを除く）、アルミホイルなどの廃棄物は、資源ゴミとはせず可燃ゴミとして一般ゴミ集積所に排出する（実験廃棄物には薬品等の残留可能性があるため、資源ゴミに相当する紙類やプラスチックであってもリサイクルせずに焼却処分することが望ましい）。

*6 実験廃液の排出責任者は、実験や業務により廃液が生じる研究分野等に置かれ、廃液投入記録簿に記録された投入履歴を基にIASO システムの廃液管理支援システムを使用して廃液回収の依頼等を行う。

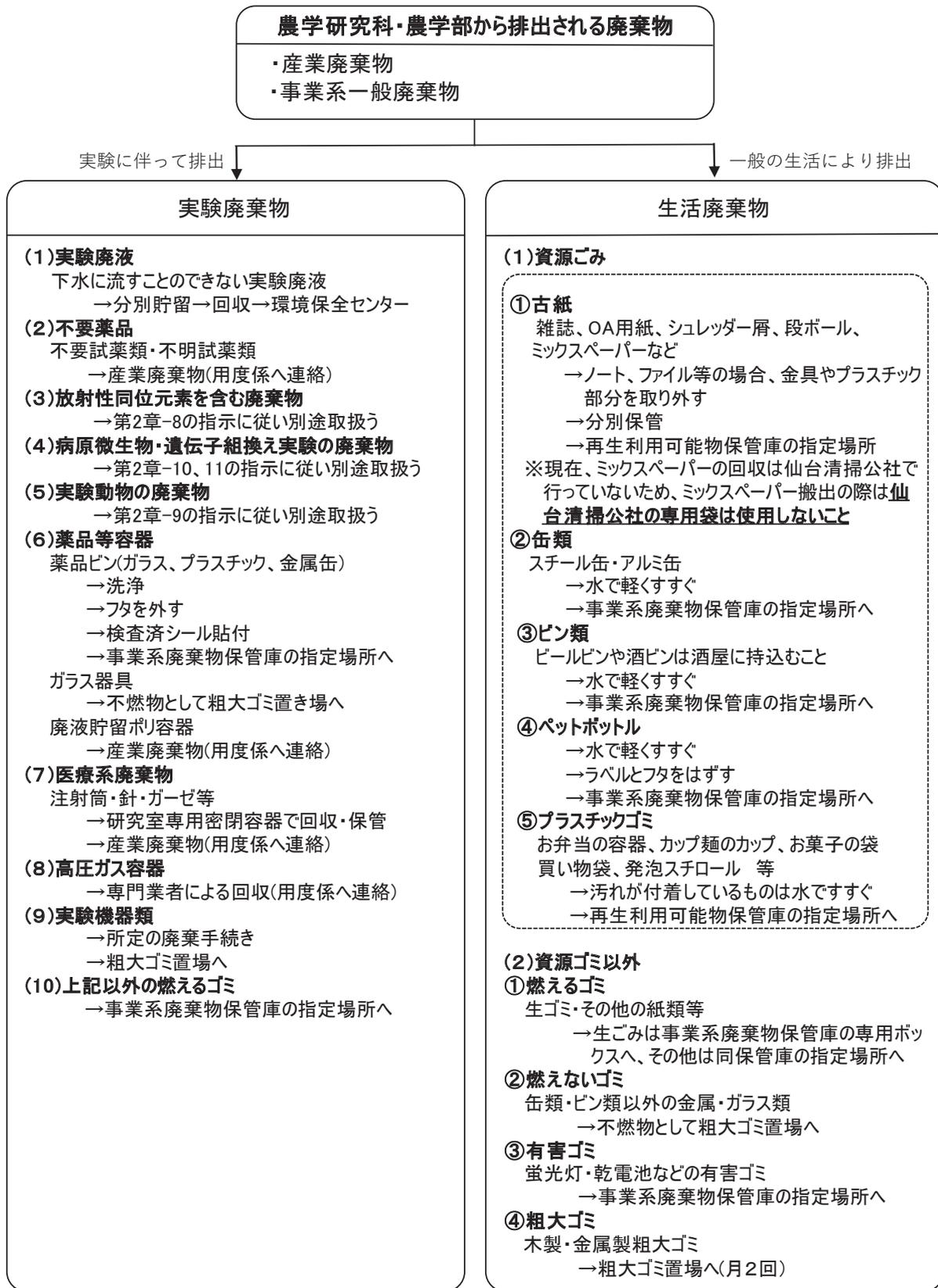


図2 農学研究科・農学部から排出される廃棄物の分類

総合研究棟 別棟2階西側

事業系廃棄物保管庫：可燃ゴミ 他

再生利用可能物保管庫：古紙類・プラゴミ 他

---ドア

□区画

■ 通路・廊下

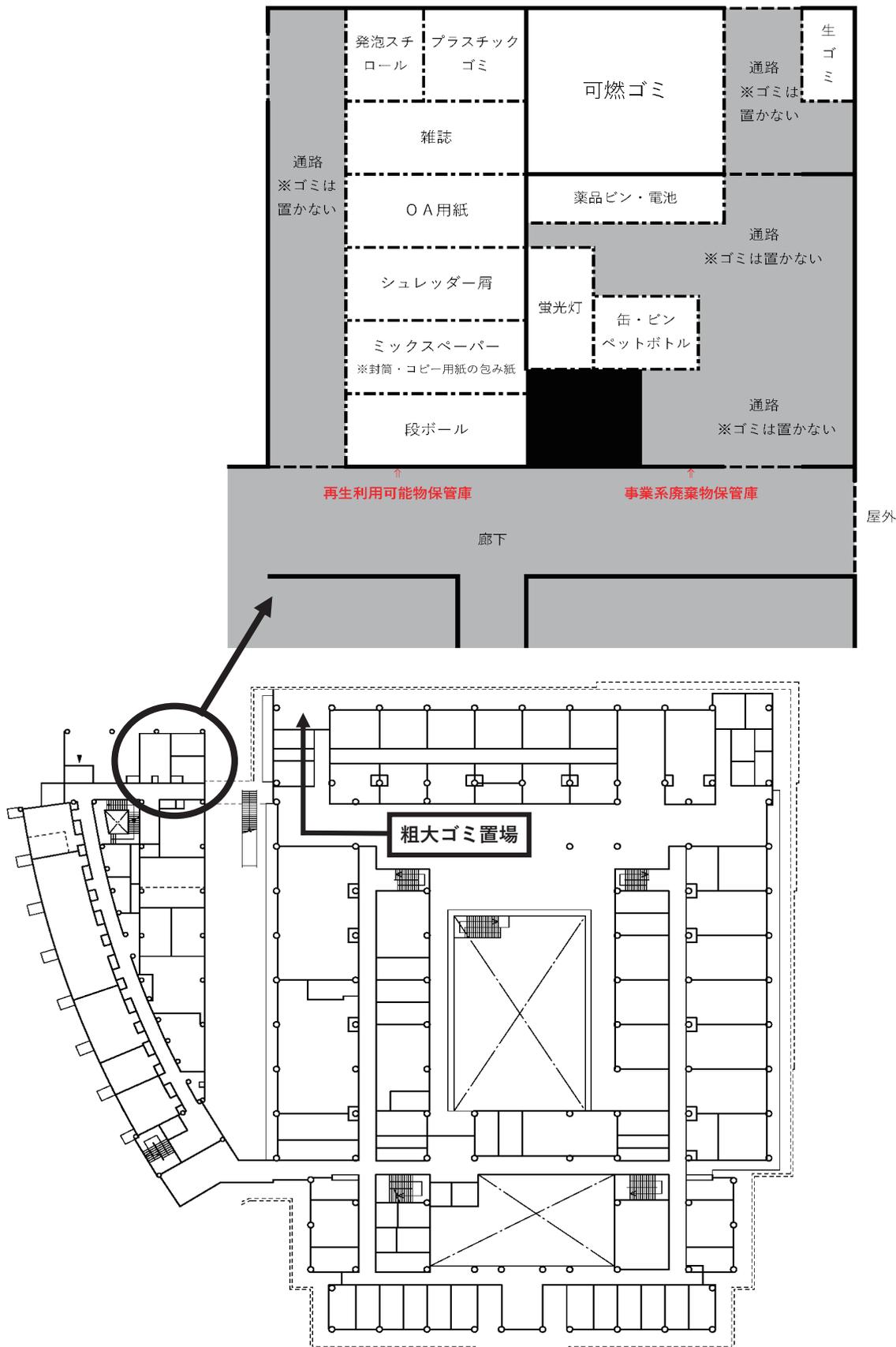


図3 事業系廃棄物保管庫および再生利用可能物保管庫の見取図（農学系総合研究棟-別棟西側）

法令に基づく排水に関する基準

水質汚濁物質と基準 2018年4月現在

(検出限界以下で管理しなければならない項目)

※「実験廃棄物の分別収集区分表」及び「早見表」に該当する有害物質等は所定のタンクに収集してください。

項 目	下水道法の排除基準値	過去本研究科で基準超過した項目
水素イオン濃度 (pH)	5以上9未満	○
生物化学的酸素要求量 (BOD)	600 mg / ℓ	○
浮遊物質 (SS)	600 mg / ℓ	○
ノルマルヘキサン抽出物質	30 mg / ℓ	○
沃素消費量	220 mg / ℓ	
フェノール類含有量	5 mg / ℓ	
銅及びその化合物	3 mg / ℓ	
亜鉛及びその化合物	2 mg / ℓ	○
鉄及びその化合物 (溶解性)	10 mg / ℓ	
マンガン及びその化合物 (溶解性)	10 mg / ℓ	
クロム及びその化合物	2 mg / ℓ	
カドミウム及びその化合物	0.03 mg / ℓ	
シアン化合物	1 mg / ℓ	
有機燐化合物	1 mg / ℓ	
鉛及びその化合物	0.1 mg / ℓ	○
六価クロム化合物	0.5 mg / ℓ	
砒素及びその化合物	0.1 mg / ℓ	
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005 mg / ℓ	○
トリクロロエチレン	0.1 mg / ℓ	
テトラクロロエチレン	0.1 mg / ℓ	
ジクロロメタン	0.2 mg / ℓ	○
四塩化炭素	0.02 mg / ℓ	
1、2-ジクロロエタン	0.04 mg / ℓ	
1、1-ジクロロエチレン	1 mg / ℓ	
シス-1、2-ジクロロエチレン	0.4 mg / ℓ	
1、1、1-トリクロロエタン	3 mg / ℓ	
1、1、2-トリクロロエタン	0.06 mg / ℓ	
1、3-ジクロロプロペン	0.02 mg / ℓ	
チウラム	0.06 mg / ℓ	
シマジン	0.03 mg / ℓ	
チオベンカルブ	0.2 mg / ℓ	
ベンゼン	0.1 mg / ℓ	
セレン及びその化合物	0.1 mg / ℓ	
ほう素及びその化合物	230 mg / ℓ	
ふっ素及びその化合物	15 mg / ℓ	
1、4-ジオキサン	0.5 mg / ℓ	
アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	380 mg / ℓ	

廃棄物処理とリサイクル

図4 法令に基づく排水に関する基準値と本研究科で過去に超過実績のある項目 (2018年4月現在)

排水の処理方法（順守事項）

事業場が下水に排出する排水は 図4 に示された基準を超えてはいけません。
そのために以下の分別を順守してください。

流しに流してはいけないもの

- 「実験廃棄物の分別収集区分表」及び「早見表」に該当する有害物質等
→分別に従い、所定のタンクに収集してください。
※無機酸及びその塩はF-1、アンモニア及びその塩はC-1になります。
- 過剰の排出がBODを押し上げるもの、着色や濁りのものとなるもの、固形物（培養土、砂泥を含む）
参考：JIS K 0102法による混合標準液（D-(+)-グルコース 150mg/L+L-グルタミン酸150mg/L）のBOD想定値は約220mg/Lです。

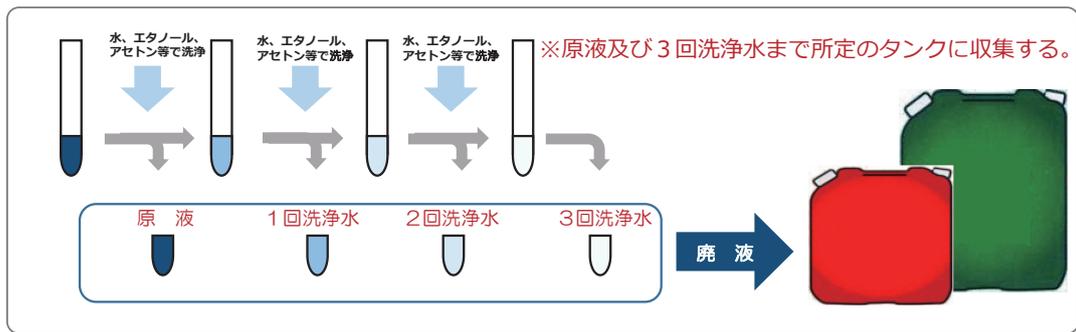
流しに流してよいもの

実験系流し：農学系総合研究棟の研究室内の流し及び西側地流し（赤のラベル）

1) 水質汚濁物質を取り扱った実験器具の洗浄水	原則として実験器具等の3回洗浄水まで所定のタンクに収集する。 例外：水銀（含有試薬）の場合は4回洗浄水まで所定のタンクに収集する。
2) 機器冷却水や洗浄水など 1) 以外のもの	そのまま流しに流しても良いが、pH値、固形物の有無等には十分注意する。 なお、内容物の履歴が不明確なものは流してはならない。

※実験系の配管経路には、ため枡があります。BODを押し上げたり、配管経路の閉塞の原因となるような麺のスープなどの生活排水や大量の高濃度の培地などを流さないでください。

※培養土や砂泥などが付着したサンプル及び容器等をやむを得ず洗浄する際は、研究棟西側にある地流しを使用してください。掃除用モップの洗浄水はトイレの掃除用流しに流すようにしてください。



生活系流し：交流スペース、廊下給湯室及びトイレ内掃除用流し（緑のラベル）

1) 生活排水	飲食、炊事、洗濯等に伴う固形物を含まない排水は、そのまま流しても良い。 掃除用モップの洗浄水はトイレの掃除用流しに流すこと。
---------	---

生活系流し

Sink for Domestic Wastewater

有害物質、実験系廃液、固形物は流さないで！
Chemical pollutants, experimental effluents and solids should be avoided.

実験系流し

Sink for Experimental Effluents without Pollutants

有害物質は所定のタンクへ！
Pollutants should be discarded to appropriate tanks.
固形物は流さないで！
Solids should be avoided.

「生活系流し」及び「実験系流し」のラベル

図5 排水の処理方法（順守事項）と「生活系流し」及び「実験系流し」の表記ラベル

地流し配置図

培養土や砂泥などが付着したサンプル及び容器等を洗浄する際は必ず「地流し」を使用してください。

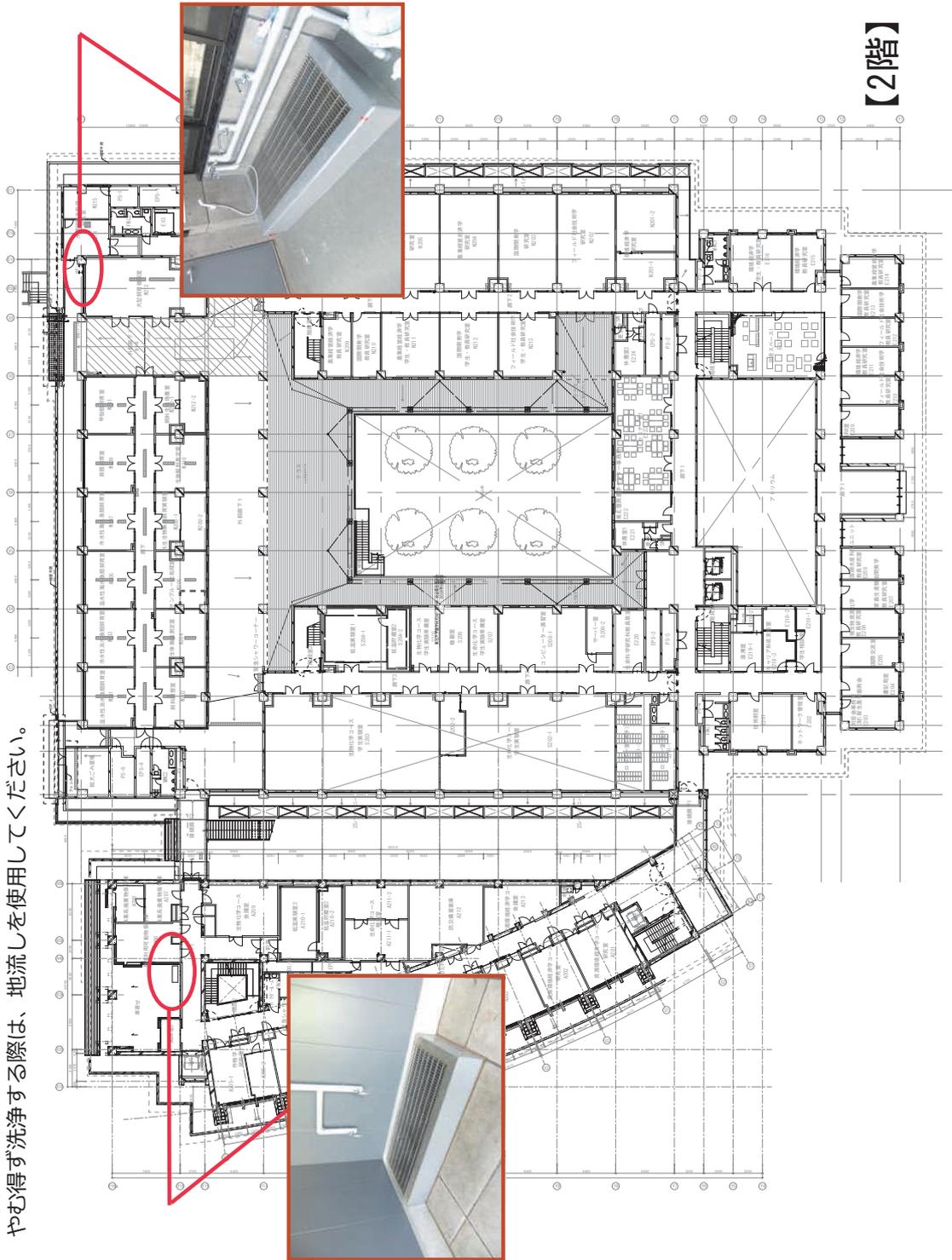


図6 地流し配置図：培養土や砂泥などが付着したサンプル及び容器等を洗浄する際は必ず「地流し」を使用する

分類	ポリエチレン 容器の色	種類	対象	摘要
 A-1 分類	赤	可燃性有機廃液 (タンク容量は10L) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">3回目までの洗淨廃液を含める</div>	1. 脂肪族炭化水素 石油エーテル、ヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの廃溶剤。 2. 脂肪族含酸素化合物 アセトール、アルコール類、アセトン、エチルメチルケトン、酢酸エステル類などの廃溶剤。 3. 脂肪族含窒素化合物 アセトニトリルなどの廃溶剤。 4. 芳香族化合物 ベンゼン、トルエンなどの廃溶剤。 5. 芳香族含窒素化合物 ピリジンなどの廃溶剤。 6. その他、特殊引火物や危険物第1石油類に分類される液体 以上の廃溶剤中に爆発性を有しない少量の高沸点有機化合物を含むものは可。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。</div>	1. 爆発性物質そのもの及びそれらを作り易いもの、N-O、N-N、O-O、O-X結合を持つもの、金属アセチリド類を含むものは除く。 これらについては排出者の責任で安全化・無害化処理する。 2. ベンジジンなど健康障害を引き起こす化学物質は除く。これらについても排出者の責任で安全化・無害化処理する。 3. 濾過残渣については、内容物を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 4. ジエチルエーテルや二硫化炭素等の 特殊引火物は廃液に対し5%以下 にして排出する。 5. 重金属を含む場合は重金属濃度を廃液処理依頼票のコメント欄に明記する。 6. 有機ハロゲン系化合物を含む場合はB分類とする。
 A-2 分類	赤	廃油等 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">3回目までの洗淨廃液を含める</div>	1. 灯油、ミネラルスピリット、軽油、テレピン油などの廃油。 2. 重油、クレオソート油、スピンドル油、タービン油、変圧器油などの廃油。 3. ギヤ油、モーター油などの廃油。 4. 動植物油類(液体)などの廃油。 5. その他、危険物第2石油類～第4石油類に分類される液体 以上の廃溶剤中に爆発性を有しない少量の高沸点有機化合物を含むものは可。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 高粘度の廃油は灯油などで希釈して粘度を下げる。</div>	1. 変圧器油の内、PCB及びPCBを含むものは除く。 2. 濾過残渣、油泥などは、内容物を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 3. A-1に分類される廃液と混合した場合にはA-1分類として排出する。
 B 分類	茶	有機ハロゲン系廃液 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">3回目までの洗淨廃液を含める</div>	1. 有機ハロゲン系化合物を含む廃液 クロホルム、塩化メチレン、トリクロロエチレン、四塩化炭素、トリフルオロ酢酸、臭化メチル、ヨウ化メチル、クロロベンゼン、塩化ベンジルなどの廃溶剤。 2. 水を含む有機ハロゲン系化合物廃液 以上の廃溶剤中に爆発性を有しない少量の高沸点有機化合物を含むものは可。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。</div>	1. PCB及びPCBを含むものは除く。 2. 爆発性物質そのもの及びそれらを作り易いもの、N-O、N-N、O-O、O-X結合を持つもの、金属アセチリド類を含むものは除く。 これらについては排出者の責任で安全化・無害化処理する。 3. 濾過残渣については、内容物を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 4. pHは必ず4以上に調整して排出する。pH調整が困難な場合は廃液処理依頼票のコメント欄に明記する(タンクごと処分となる)。
 C-1 分類	緑	難燃性有機廃液 (水を含むもの) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">3回目までの洗淨廃液を含める</div>	1. 5%以上 の水を含む有機系廃液。 2. 循環式アスピレーター廃液。 3. 有機金属系(例えばキレートなど)の廃液。 4. 有機反応の抽出操作に用いた水層。 5. 有機ハロゲン系化合物を含む水混合廃液はB分類とする。 6. シアン化物イオン、金属シアン錯体を含むものはE-2分類とする。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。</div>	1. PCB及びPCBを含むものは除く。 2. pHは必ず4以上に調整して排出する。pH調整が困難な場合は廃液処理依頼票のコメント欄に明記する(タンクごと処分となる)。 3. 無機フッ素およびリン酸化合物を含む場合は 廃薬品回収時に業者に依頼する。 4. 濾過残渣については、内容物を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 5. 過酸化水素、過塩素酸などの酸化剤と有機溶媒の混合は避ける。 6. 水銀を含む廃液は除く。
 C-2 分類	緑	写真廃液 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">3回目までの洗淨廃液を含める</div>	1. 現像廃液。 2. 停止廃液。 3. コピー廃液。 4. 定着液 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">[注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。</div>	1. 濾過残渣については、内容物を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。

図7 実験廃液の区分表-A, B, C 分類 (東北大学環境保全センター, 令和2年4月改訂)

分類	ポリエチレン 容器の色	種類	対象	摘要
 D 分類	黄	無機水銀系廃液 3回目までの 洗浄廃液 を含める	1. 無機水銀系廃液。 2. その他の重金属を含む場合は「含ヒ素」・「含銅」などと明示し、濃度を明記する。 [注意] 水銀イオン濃度は1000ppm以下にする。 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. 金属水銀、アマルガム水銀、不要になった水銀系試薬、薬剤、有機水銀、有機化合物や有機溶媒を含む場合などは除く、これらは排出者で保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 2. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。
 E-1 分類	白	遊離シアン系廃液 (赤のビニール テープを巻く) 3回目までの 洗浄廃液 を含める	1. 遊離シアン系廃液でpHが11以上で保管されているもの。 2. 溶媒は無機系水溶液に限る。 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. シアン系廃液は安全性を考慮しpHを11以上で保管する。pH調整が困難な場合は廃液処理依頼票のコメント欄に明記する(タンクごと処分となる)。 2. シアン化水銀、水銀を含む場合は排出者で保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 3. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。
 E-2 分類	白	難分解性シアン廃液 3回目までの 洗浄廃液 を含める	1. 難分解性金属シアノ錯体、 $KAg(CN)_2$ 、 $K_2Ni(CN)_4$ 、 $K_3Cu(CN)_4$ 、 $K_3Fe(CN)_6$ 、 $K_4Fe(CN)_6$ 、 $K_3Co(CN)_6$ 、 $KAu(CN)_2$ などで、シアン化物イオンの解離定数 10^{-21} 以下のもの。 2. 遊離シアン系廃液に重金属を含むもの。 3. 遊離シアン系廃液に有機化合物や有機溶媒を含むもの。 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	
 F-1 分類	青	一般無機廃液 [重金属廃液・ クロム混酸廃液] 3回目までの 洗浄廃液 を含める	1. 塩酸、硫酸、硝酸などの無機酸の廃液。 2. クロム酸-硫酸混液の廃液。 3. Fe, Ni, Co, Zn, Cu, Mn, Cd, Pb, Ga, Cr, V, Ti, Ge, Snなどの重金属の廃液。 4. Al, Mgなどの軽金属の廃液。 [注意] ガス発生が見られる時は、ガスの発生が止まってから排出する。 [注意] 有機物が混入した場合は、C-1分類とする。 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. シアン系はE分類を参照。 2. 有機反応に用いた重金属の抽出水相廃液はC-1分類とする。 3. ベリリウム(発ガン性物質)、タリウム(神経性障害物質)、オスmium(粘膜炎皮膚障害物質)を含む廃液はセンターに問い合わせる。 4. 無機フッ素、リン化合物および臭素を含む場合はF-2分類とする。 5. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。
 F-2 分類	白	無機フッ素系、 無機リン酸系、 無機臭素系廃液 3回目までの 洗浄廃液 を含める	1. フッ化水素酸、エッチング廃液。 2. 無機リン酸廃液。 3. 臭素およびその化合物を含む無機廃液。 [注意] フッ化水素の蒸気吸入で肺水腫、皮膚付着で出血性潰瘍を起こすので要注意。 [注意] ガス発生が見られる時は、ガスの発生が止まってから排出する。 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. エッチング廃液は混入の可能性のある金属を明示する。 2. アンモニア水はできるだけ混入させない。 3. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。
 G-A 分類	橙	生物系廃液 (燃焼しやすいもの) 3回目までの 洗浄廃液 を含める 感染性廃薬物 変異原性物質 は除く	非感染性であり、かつ燃焼しやすい廃液。 例: キシレン廃液 キシレン-アルコール系廃液 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. 水の含有量は5%以下とする。 2. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 3. ろ紙を用いた濾過が困難な場合は、80メッシュ程度のふるいをを用いる。
 G-C 分類	橙	生物系廃液 (燃焼しにくいもの) 3回目までの 洗浄廃液 を含める 感染性廃薬物 変異原性物質 は除く	非感染性であり、かつ燃焼しにくい廃液。 臭化エチジウム廃液。 例: 20%-ホルマリン廃液 [注意] 沈殿物、固形物があれば濾過する。	1. 5%以上水を含むもの。 2. pHは必ず4以上に調整して排出する。pH調整が困難な場合は廃液処理依頼票のコメント欄に明記する(タンクごと処分となる)。 3. 臭化エチジウム廃液の濃度が1ppm以上の場合は廃液処理依頼票のコメント欄に明記する(タンクごと処分となる)。 4. 濾過残渣については、内容を明示の上保管し、 廃薬品回収時に業者に依頼する。 5. ろ紙を用いた濾過が困難な場合は、80メッシュ程度のふるいをを用いる。

図8 実験廃液の区分表-D, E, F, G 分類 (東北大学環境保全センター, 令和2年4月改訂)

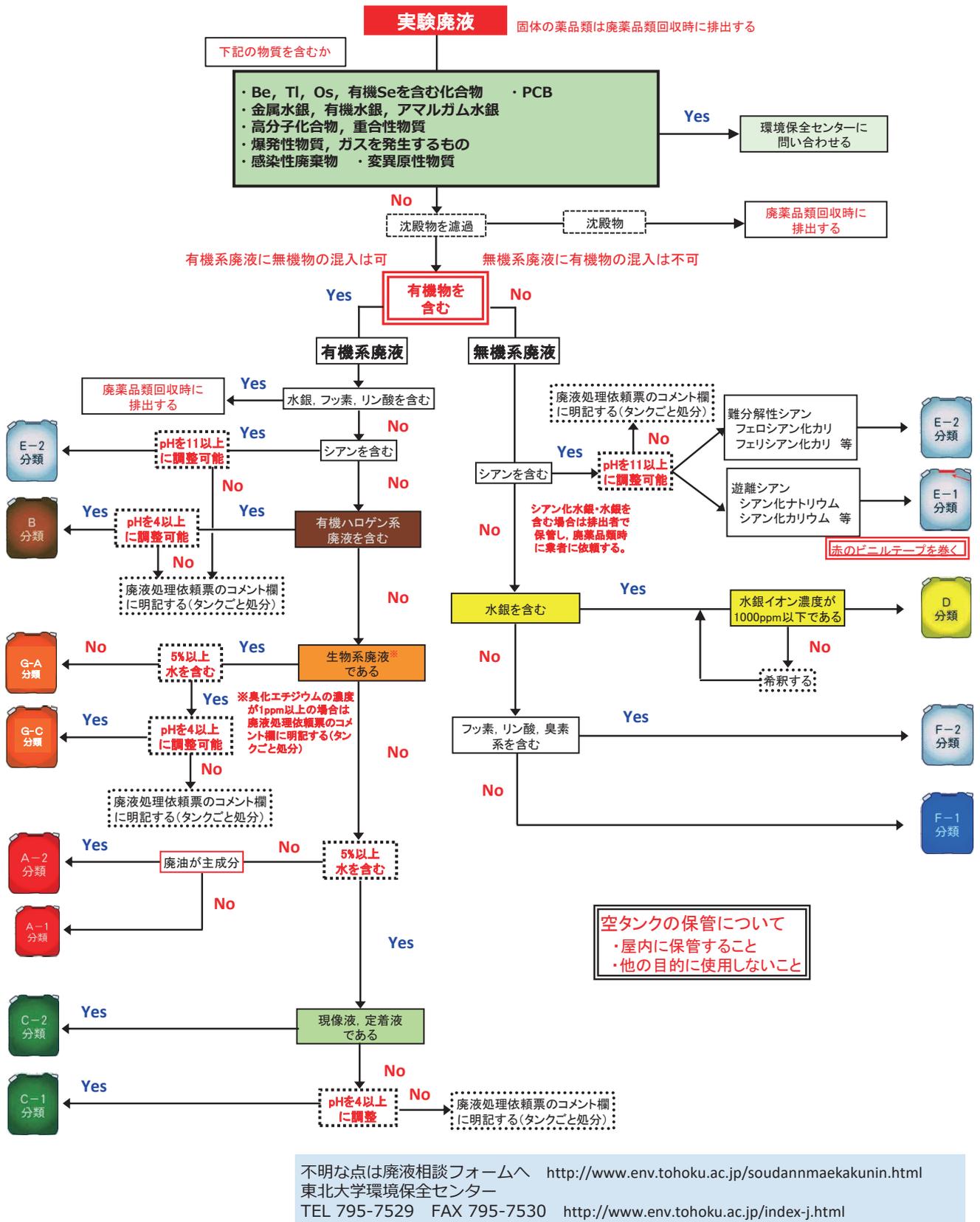


図9 実験廃液区分の早見表 (東北大学環境保全センター, 令和2年4月改訂)

安全のための手引き

(ハンドブック)

Guideline for Safety - Handbook -

発行日 2020年3月18日

編集者 国立大学法人 東北大学大学院農学研究科
安全衛生委員会 編集担当 金子 淳、菅野 均志

発行者 国立大学法人 東北大学大学院農学研究科長

発行所 国立大学法人 東北大学大学院農学研究科
〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1
TEL 022-757-4014 (用度係) FAX 022-757-4021

印刷 株式会社 仙台共同印刷

ISBN 4-9902910-0-X

非常時の行動、通報要領

	行 動	緊急連絡先	電話番号	通話内容
火 災	1.「火事だ」と叫ぶ 2.火災報知器のボタンを押す 3.右に通報する 4.初期消火する 5.手に負えなければ避難する	エネルギーセンター 警務員室	構内電話から 2229 携帯電話から 022-757-2229	・〇〇棟□階△△研究室で火災が発生しました。 ・消防車の手配を願います。
け が	1.「事故だ」と叫ぶ 2.スイッチを切る 3.右に通報する 4.応急処置をする 5.軽傷ならば、大学病院救急受付へ連れて行く	エネルギーセンター 警務員室 担当教員	構内電話から 2229 携帯電話から 022-757-2229 自宅電話 ()	・〇〇棟□階△△研究室でけが人ができました。 ・救急車の手配を願います。 または、 ・消防局に救急車の出動を要請したので、誘導を願います。
	6.緊急を要する場合は、消防局へ通報し、救急車の出動を要請する(警務員室にも連絡すること)	消防局	構内電話から 0-119 携帯電話から 119	「119番消防局です。火事ですか、救急ですか」 ・救急車をお願いします 「お使いの電話番号は何番ですか」 ・〇〇-〇〇〇〇です 「あなたのお名前は」 ・〇〇〇〇です 「住所はどこですか」 ・青葉区荒巻字青葉468-1、東北大学農学部です 「場所はどこですか」 ・()階の建物で()階の〇〇研究室です 「何か目標がありますか」 ・正門から警務員が誘導します 「誰がどうしましたか」 ・〇〇研究室の〇〇が、□□しました(けがの発生状況、けが人の状態を説明する) 「救急車はもう出動しましたから、落ち着いてわたしの言うことをおこなってください」 ・わかりました(担当員の指示に従う)
		大学病院	時間内 構内電話から 0-717-7000 携帯電話から 022-717-7000 時間外・土日祝 構内電話から 0-717-7024 携帯電話から 022-717-7024	・農学研究科〇〇が負傷したので〇〇研究室の〇〇が連れて行きます。 ・けがの状態は〇〇です。
地 震	1.「地震だ、火を消せ」と叫び、手近な火を消す 2.机の下に身を伏せる 3.火の始末をする 4.避難する 5.消火、救出	エネルギーセンター 警務員室	構内電話から 2229 携帯電話から 022-757-2229	・〇〇棟□階△△研究室で火災が発生しました。 または、 ・〇〇棟□階△△研究室でけが人ができました。

※携帯電話から消防局へ通報した場合、市外の消防局につながる場合があるので、仙台市青葉区荒巻字青葉468-1、東北大学農学部と知らせる。

※通報を受けた教職員は、速やかに事務室(用度係)に連絡する。夜間・休日は直接警務員室に連絡する。必要であれば所定の書式で事故報告書を用度係に提出する。