『量子物質工学実験A』

内容

1）ガイダンス
2）テキスト配布
3）安全教育
4）授業、演習

実験での事故防止のために

- 事故、安全に対する考え方
- ハインリヒの法則
- 実験は事故が多い
- どんな事故が多いか
- 具体的な事故の例

ハインリヒの法則
軽微な事故でも将来大事故に

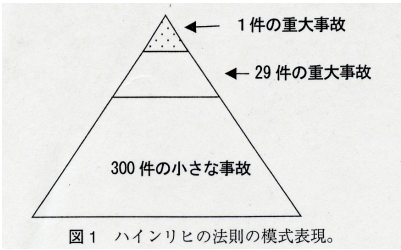


図１　ハインリヒの法則の模式表現。

- 災害を防げば傷害はなくせる。
- 不安全行動と不安全状態をなくせば、災害も傷害もなくせる。

化学実験は事故が多い

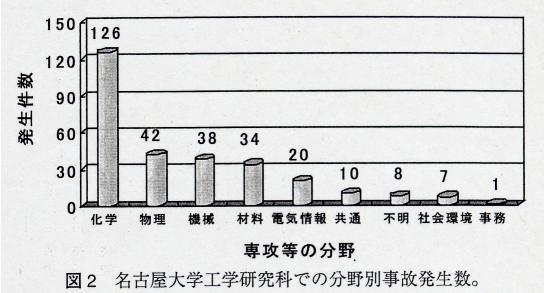


図２　名古屋大学工学研究科での分野別事故発生数。

化学系学生数は約１９％なのに事故件数は４４％以上

どんな事故が多いか

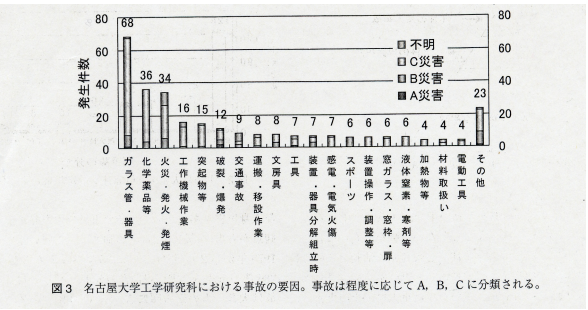
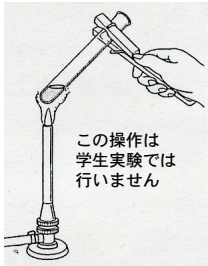


図３　名古屋大学工学研究科における事故の要因。事故は程度に応じてA，B，Cに分類される。

「ガラス器具、試薬類の正しい取り扱い」が求められる

具体的な事故例：突沸および引火



【液体の加熱】

1．試験管での加熱は，容積の$\frac{1}{5}$以下の液量で行う。試験管の底より少し上を中心にして，軽く振りながら均一に加熱する。突沸に注意し，管口を人に向けないようにする。

2．ビーカーでの加熱は，外側に付着する水をぬぐい，金網上で行う。

3．引火性物質は，湯浴を用いて加熱する。

具体的な事故例：水酸化ナトリウムと硫酸に関して

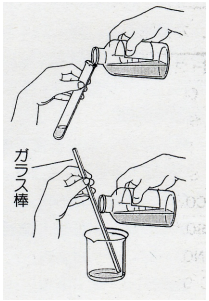
水酸化ナトリウムが実験台の上に２、３粒落ちた
→　素手で拾ってよいか？
→　濡れぞうきんで拭いてよいか？

濃硫酸を実験台の上にこぼした
→　ぞうきんで拭くとどうなるか？
→　知らないで触れるとどうなるか？

具体的な事故例：その他

・試薬ビンや滴ビンは
栓を持って持ち上げない！

1．液体試薬は，試薬びんのラベルを上にしてもち，容器の内壁に伝わらせて静かに注ぎ込む。ビーカーに注ぐときは，ガラス棒に伝わらせるようにする。



・悪臭のガスが発生する実験は必ずドラフトの中で！

くれぐれも目に注意
　特にアルカリ

防護メガネ
　ゴーグル型、メガネ型
　実験室に常備、実験室で着用
　（my ゴーグル、購入可）

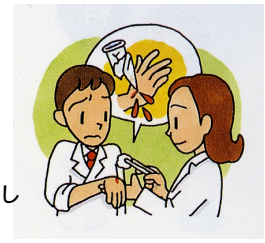
白衣
　あった方が better、
　汚れても構わない私服でもよい

事故→すぐに処置→担当教員に連絡→保健センター

保護めがね

５分以上水で冷やし
保健センターへ

ピペッターへの装着で
怪我をするケースが多い



「安全手帳」　編集：電気通信大学　安全・衛生委員会

改訂新版H23,24

「安全手帳」　編集：電気通信大学　安全・衛生委員会

安全教育において、この冊子の読み合わせが要請されている

いろいろな場面での安全の心得
- ○ 電気
- ○ 半導体プロセス
- ○ エックス線
- ○ 電子顕微鏡
- ○ 化学系実験
- ○ 高圧ガス・液化ガス
- ○ 機械類
- ○ レーザー

p. 58-64 Ⅸ. 化学系実験室および実験上の安全について

1．実験の時の一般的注意

(1) 実験台とその周囲の片付け

実験台の上に不用のものがあると引火などにより思わぬ火災の原因となる。また、ひじなどで倒したりして事故のもとになる。実験をはじめる前、および終了後は机上には何もない状態が望ましい。

化学実験では実験台の周囲を歩き回ることが多いが、かばんなどの持物や器具類、試薬類を床の上に置くことはよくない。つまずいて、持っていたものを落とすことになる。

(2) 服装その他について

化学実験で最も気をつけなければいけないのは「眼の保護」である。実験室では、自分が実験しているときはもちろん、例え自分自身が実験していないときでも、爆発や飛散の可能性があるから化学系実験室では、必ず「安全メガネ」を着用することが義務づけられている。酸やアルカリは皮膚や粘膜を犯しやすく、特にアルカリは万一眼に入ったときは失明のおそれさえあるので、流水で15分以上洗い流す必要がある。また、コンタクトレンズは、眼に薬品が入った場合を考え実験室では使用しないこと。

服装は、腐食性の薬品がはねて付着してもかまわないもの。白衣（生協で売っている）であれば申分ない。袖口が広いもの、コートなど打合せの広がるものは手を伸ばしたときに脇にある器具などを倒すので好ましくない。また、長い髪はたばねるべきである。モーターなどに巻きこまれると大事故につながる。

履物は薬品をこぼしたときのことを考えれば、足の甲の覆われているものがよい。サンダル履きは好ましくはない。万一転倒したときに重大事故になりやすいので、ハイヒール等実用性を犠牲にしたものは避ける。スニーカーのようなものを別に実験室用として準備する。

(3) 実験をする時間について

化学実験では実験上の理由で夜間遅くまで実験しなければならないことがしばしばある（それ以外の理由、例えば、登校する時間が遅かったからなどという理由は問題外である）。そのようなときは「指導教員の許可」を得る。研究室の最終責任者は指導教員であり、万一の事故の責任を負う立場であるからである。

実験は１人で行わない。火災の際１人では対処できない。実験の操作そのものは慣れたものであっても、貧血で倒れるとか、容器を洗滌中にガラスで手を切るなど思いがけないことが起きたときに冷静に処置できる人間が他に必要である。

その他に体調が悪いとき、実験の後予定があって何時までに終わらねばならないというときは実験の失敗や事故を起し易い。前者の場合は実験はやめる、後者は実験を始めるまでの段取に検討が必要である。

(4) 実験中の態度について

必ず内容を理解した上で実験操作を行うこと。これは意義のある実験結果を得るためのみならず、不用意なミスによる事故を防ぐためでもある。一つ一つの操作の意味を理解していれば加える薬品の順序を間違えるということもない。周到な計画と準備の上、実験には注意力を集中してあたるべきである。またある程度実験に慣れてくると、しばしば横着になり操作も粗雑になりがちであるが、それらも事故を誘発するので気をつけなければならない。

他人の実験台上のものに触れない。断りなく器具などを動かすと、取り違えの原因となる。

実験室での「喫煙、飲食」は厳禁である。また飲料のビンを実験に用いたり、逆に実験用の器具を食器として用いることは、思わぬ事故になることがあるので行ってはならない。

反応の完了を待っていたり、大量の蒸留を行っているときに、長時間席を離れたり、マンガを読んでいたりすることの是非はいうまでもない。事故は予想されないときに起きる。蒸留中に冷却水のゴム管が水圧の上昇により外れて洪水を起こして他人に迷惑をかけることはときどき見られることである。反応が定常的に見えても、一定の誘導時間の後起こる反応があったり、撹拌時の回転軸のセンターのずれ、器具固定のゆるみなどはその場で耳で聴いていれば早く気づくこともある。その他目や鼻によって事故の前兆に気づくことは多い。

2．火災について

(1) 一般的注意

1．実験中に火が出たら本人は消そうとせずただちに「火事だ！」と大声で叫ぶこと。

2．火を出した本人は動転していて危険なので、その場から遠ざけること。

3．周りの冷静な人が初期消火に携わること。火を出した本人に絶対消化作業をさせないこと。

4．消火器（CO_2消火器、ＡＢＣ消火器）で

「消火の３原則」　1．燃えるものを断つ。
　　2．酸素を断つ
　　3．冷やす。

を実行する。

帰宅するときは溶媒などの瓶を机の上に置き放しにしないで机の下の引戸の中か薬品庫にしまうことを薦める。これは地震の際に火災が起きるのを極力減らすためで、最近は高価ではあるが防震防爆の試薬棚も市販されており、床に固定してこれを使えば理想的である。よく冷蔵庫の中に溶媒に溶かした試料を保存しているが、低温でも溶媒の蒸気圧はゼロではないから、もしそれが爆発限界の中にあり、庫内が引火点以上であればサーモスタットの火花で爆発する可能性がある。実際エーテルが爆発した例は多い。最近は防爆型の冷蔵庫が販売されている。

(3) 実験中の注意

有機化合物、特に有機溶剤は多かれ少なかれ可燃性であることを常に念頭におかなければならない。これらを加熱する際に直火を使うのは論外であるが、湯浴（油浴）を使うときでもガスバーナーなどの裸火の使用は避け、電気を熱源としたヒーターを用いるのがよい。

溶媒蒸気の比重はたいてい空気より大きいので、換気のよいところで取扱わないと低いところに滞留して爆発の原因となる。化学実験室にはドラフトチャンバー（略称ドラフト）と呼ばれる排気ダクトをつけた装置の設置が義務づけられ、以上のことと後に記す健康のことを考えると、有機溶剤を扱う実験は極力ドラフトの中で行うのが望ましい。（ドラフトは場所もとり高価でなかなか設置しにくいものであるが、近頃は小型で卓上型も市販されている。）

もし火災が発生して火傷を負ったときは応急処置として水（又は氷水）で十分長い時間（15～30分）冷やす。火災のため衣服に火がついたときは、脱ぎ捨てるか、身をかがめ床に転がって消す。走りまわるのはかえって火をあおるようなものである。実験室内の一角あるいは廊下にシャワーの設備を設けるのは現代の化学実験室では常識とされている。

「有機溶剤」のように蒸発しやすい物質は机上に放置しておくと実験室の空気を汚染することになる。その対策としては、(1)容器に栓をする。(2)栓のできないときは口の狭い容器、例えば三角フラスコをビーカーのかわりに使う、が挙げられるが、基本的には、(3)操作はドラフトの中で行う。(4)実験室の換気に努めるべきである。これらの蒸気は呼吸による以外に、皮膚からも体内に取り込まれる。実験室内で臭いがするということはそれが不快な臭いでなくても分子が揮発していることを意味しているのであるから、「室内の換気」には十分注意しなければならない。有機溶媒を皮膚に直接接触するのがよくないことは言うまでもない。金属表面から油性物質を除くのによく塩素系の溶剤、例えばトリクレン（トリクロロエチレン）、クロロホルム、パークロ（テトラクロロエチレン）のようなものをよく用いるが、これらは近年発ガン性の疑いが持たれている。よく使う試薬は安全であるかのように思いがちであるが十分な注意が必要である。

ホールピペットやメスピペットで試薬を吸うようなことがあってはならない。直接液が口に入らなくても間違いなく蒸気は吸引しているからである。当然安全ピペッターを使うべきである。

冷暗所に保存すべき薬品類をよく食品用の冷蔵庫に保管しているのを見かけるが、非常識というより他ない。

ある種の化合物は一部の人にはアレルギーの原因ともなる。またある種のハロゲン化物は催涙性である。防護メガネの使用は１．の(2)で述べたが、防護手袋も種々の目的のものが市販されているので積極的に活用したい。その他の保護具として防毒マスク、防塵マスクなども状況に応じて備えておきたい。

「特定化学物質」等を取扱う場合は特定化学物質取扱主任者や有機溶剤取扱主任者などの管理が法令で定められており、作業従事者にもよく認識させておく必要がある。

「紫外線を用いる実験」では、特に低圧水銀灯を用いるとき、光源がまぶしくないのでメガネをかけるのを怠たりがちであるが、メガネなしで見続けるとあとで目に夜も眠れない程の痛みを覚えたり、ときには失明することもある。メガネはガラス製ならば紫外線をカットするので十分であるが、プラスチックの場合は紫外線を透過するものもあるので確かめる必要がある。また、メガネレンズの横から眼球に当る紫外線も防ぐ必要がある。いわゆる白眼部分も紫外線によって猛烈な痛みを誘発するからである。紫外線で発生するオゾンは決して体によいものではないので換気に十分注意する。レーザー光線を用いる実験の場合も基本的には同様であるが、その波長に応じた材質のメガネを着用する。

4．化学薬品及び廃棄物の処理

化学物質を確実に管理することは社会的な要請であり、安易に化学物質を流しに流したり可燃物・不燃物として処分することは許されない。その容器についても同様である。混合物、単一物質を問わず、廃棄する化学物質は有機物、無機物ともに基本的に環境に放出してよいものはない。

それらを処理するにはまず廃棄物を種類ごとに１つの容器に保管する。できるだけ正確な分類をしておくことが望ましく、これは処理費用を低減する上でも役立つであろう。

(1) 有機溶剤の場合は処分する際の処理方法が異なるので、ハロゲン系溶剤（ジクロロメタン（塩化メチレン）、クロロホルム、四塩化炭素、トリクロロエチレン（トリクレン）、テトラクロロエチレン（パークロ）などの塩素系溶剤、および含フッ素系）と非ハロゲン系溶剤は分ける。

（2）無機系水溶液で重金属イオン（鉄は除く。）を含む溶液はできれば金属別に分別回収し、それ以外の溶液とに分類する。固体は品目ごとに分けておく。

次に資格のある産業廃棄物処理業者に処理を委託する。その際財務課契約係から産業廃棄物マニフェストと呼ばれる書類をもらって廃棄物とともに処理業者に渡す。処理業者は中間処理業者、最終処理業者名を記入して返却してくるので５年間それを保管しておく。なお現在産業廃棄物が正当に処理されなかったときはその発生者つまり本学に責任がおよぶことになっている。

平成13年、「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」（通称ＰＲＴＲ（Pollutant Release and Transfer Register）法）が施行され、ベンゼンなど354物質群を年1,000kg以上使用する事業所（大学はキャンパスが一つの単位）ではその移動、排出量の報告が義務づけられ、また東京都ではそれ以外のアセトンなど34品目について独自の条例で年100kg以上使用するときは同様の報告を義務づけている。したがって、使用中の蒸発など意図せぬ廃棄を含めて、環境への排出を可能なだけ抑制するよう注意が必要である。

なお本学では最近薬品を洗わないままガラス瓶を廃棄してある例が発見された。このようなことは非常識というより、本学の教育・研究機関としての存在上到底許されないことである。なおＰＲＴＲ法が適用される事業所では容器も管理対象となる。

ガラス器具に要注意

５．その他の安全について

化学実験では「ガラス器具」を使うことが多いが、よく起きる事故はガラス管をゴム栓に差し込むとき、力を入れすぎてガラス管を折り、その切口を手のひらに突き差すことである。そのようにするときはガラス管をまわすようにして、もしぬらしてもよければ水でゴム栓をぬらして行うとよい。

「ガラス細工」をした後に毛細管がよくできるが、これを机の上に放置すると思わぬけがになることがある。小さいものほど注意して拾い集め、場合によっては溶融でまるめておくとよい。ガラスを切った切口は当然鋭いから、必ずバーナーで溶融してまるめておく（fire-polish）こと。ガラスの破片による切傷は意外に深く、出血も多くなりがちである。指定場所に必ず捨てる。

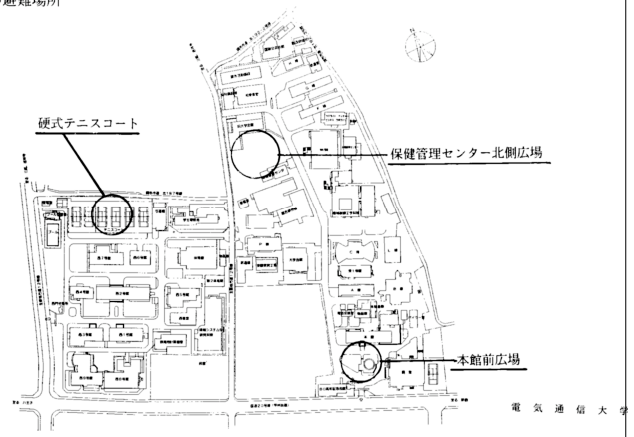
実験室の入口または電話器の脇などに、その部屋の実験者の連絡先、緊急時に連絡すべき部署や医師の連絡先、執務時間の表を用意しておくことはよいことである。

実験の後始末では薬品類を安易に流しに捨てることは厳に慎まねばならない。

地震時の対応

地震時における行動と蓄え“１０のポイント”

本学の避難場所



ビデオ上映

１）安全オリエンテーション

２）有機溶剤

あとで署名をもらいます

レポート採点

同一のレポートが出てきたら、
どっちも0点
Copy&Pasteしただけのもの、
出典がなんであれ、0点

各自の脳みそのフィルターを通せ

ワープロは原則禁止

レポートに書くべき事柄

1、実験の目的
2、どのような原理ないし方法を用いたか
3、どのような装置を用いて、どのような手段で
データを得たか
4、測定データは可能な限り表にし、
最終的にグラフにする。数値には単位を。
5、結果を整理してまとめる。
6、考察　・標準値との比較。食い違いの原因
7、感想（主観なので必須ではない）

レポート文章の書き方 1

理系の人が書くもの
たとえば学生実験では
・自分だけが読むもの
実験ノート（自分がわかればよい）
・他人に読んでもらうもの、ただし小説ではない
レポート（相手に通じるように表現）
その他、就活のエントリーシート、
会社での出張報告、仕様書など

レポート文章の書き方 2

・実験したことは過去形で書く。

・内容の精選
必要なことは具体的にもれなく記述し、
必要でないことは一つも書かない。

具体的な記述の例

コロイドを３倍に希釈し

⇒コロイド12 ml に蒸留水24 mlを
加えて３倍に希釈し、

レポート文章の書き方 3

事実と意見を区別
この種のすりかえは論理の組み立てを
ぐらつかせ、不当な結論に導く。

例えば
× **この場合には拡散よりも対流の効果が大きい。**
（意見なのに事実の記述として受け取れる）
○ **私は、この場合には拡散よりも対流の効果が大きい**
と想定する。（意見）

レポート文章の書き方 4

記述の順序「概観から細部へ」

結論に向かって論理的順序で記述

相手が何を知りたがっているかに留意

レポート文章の書き方 5

明快、簡潔な文章

・一義的に読めるか(主語と述語)
・あいまいな表現は避ける
・普通の用語、短い文で文章を構成

問題 1
次の二つの文章のどこがおかしいか。

1、私は、この点を考えると○○氏の提出したモデルは現象を単純化しすぎている と思う。

2、ここで問題となるのは、前に述べたように、端子容量とケーブル容量が大きすぎると発振が停止したり、不安定になったりする ことである。

あいまいな表現例

1、式（1 2）は、A氏が最初に注目した関係である。
- **式（1 2）の関係に最初に注目したのはA氏である。**
- **A氏は、最初、式（1 2）の関係に注目した。**

2、黒い目のきれいな猫
- **黒い目の、きれいな猫**
- **黒い、目のきれいな、猫**

3、AとBの深さの差をｈとする。
- **Aの深さとBの深さとの差**
- **Aという長さとBの深さとの差**

問題 2
次の文章はどのように紛らわしいか。

1、ここに孔Aの 2 倍の大きさの孔をあける。

直径が 2 倍なのか？面積が 2 倍なのか？

2、AはBより 5 倍大きい。

A=5B？　A=B+5B？

引用について

1、文献

N.Kobayashi, T.Narumi and R. Morita, Jpn.J.Appl.Phys. 44 (2005) L784.

著者　雑誌名　巻数（出版年）ページ

2、単行本

東京天文台　「理科年表」, 2002年, 丸善, p.485.

著者　書名　発行年　出版社　ページ

3、webの場合

山本和彦「正確な日本語の書き方」,
http://www2.kame.net/~kazu/doc/japanese.html

引用元を示さないと盗作となる
著者のわからない文章は信頼しない