8　各学科の実験・実習における安全

8.1　応用化学科

8.1.1　一般的心得

化学実験で、使用する薬品、実験器具および機器は多数にのぼる。これらの多くはその取扱いや使用目的を誤れば、本人はもとより周囲の人達に多大の迷惑と重大な災禍を負わせることになる。将来に渡って多方面の分野で活躍するためにも化学実験に関わる薬品や器具、装置の知識とその取扱いを理解し危険を未然に避ける心構えを是非とも習得してほしい。なお、実験に先立ち、“実験を安全に行うために”（化学同人編）を必読しておくこと。

また、4 月に開催される安全教育講習会の受講は必須である。

8.1.2　授業科目の実験・実習での注意事項

応用化学科では「応用化学実験 1～4」を必修科目としている。応用化学実験共通の注意事項を次に述べるので、それぞれの実験前に必ず読んで理解しておくこと。

(1) 実験にのぞむ態度

各実験は単独あるいは何人かずつのグループに分かれて行うが、同じ実験台、隣接した実験台あるいは離れた実験台に他の実験者がいて全体として大人数の共同実験である。したがって、不真面目な態度や自分勝手な行動は自分のみならず他の実験者にも危険をもたらすことになる。担当教員の指示をよく聞き、それに従うよう心がけねばならない。次の注意事項は特に必要である。

1)　実験室の環境を知っておくこと。

実験台の配置、ドラフト、非常口、緊急シャワーおよび洗眼シャワーの位置、消火器の場所などは実験の初日によく確認しておく。

2)　予習を十分にすること。

テキストを熟読し、実験の内容と操作の手順をよく理解しておく。実験台の前で初めてテキストを読むようなことはしてはならない。

実験で使用する試薬の安全データシート（SDS）を調べ、ノートにまとめておくこと。

3)　実験時間を厳守すること。

遅刻してあわてて実験に取り掛かるのは失敗と事故の元である。

4)　身支度を入念にすること。

実験室では白衣を着用する。薬品等による衣服の汚損を防ぐのみならず、酸・塩素の溶液などを多量に浴びた場合も、直ちに脱ぎ捨てることで難を逃れることができるからである。なお、袖口は絞っておいたほうがよい。

履物は足を保護でき、実験中および不慮の事故の際、機敏な動作ができるもの（例えば運動靴）を選ぶ。ハイヒールやサンダルは安全の観点から実験室で使用してはならない。

化学実験では毒劇物試薬等の飛沫や、爆発の際のガラス片が眼に入る危険が大きい。SDSの記載にしたがい必要に応じて保護眼鏡を着用せねばならない。失明に至れば取り返しがつかない。劇物や毒物を扱うときは、必要に応じて防護手袋を着用する。

5)　器具・装置・薬品などの周到な準備をすること。

器具は実験の目的にあったものを選び、ヒビや破損がない安全なものかどうかを点検する。装置は実験に入る前に正常に作動するかチェックする。さらに薬品も、貼られているラベルを盲信せずに、変質や誤った表示に注意する必要がある。いずれも不足や破損があれば担当教員に申し出て補充しておくこと。準備不足は手違いやあせりの原因となりやすい。

6)　実験台・実験室の清潔・整頓に心がけること。

実験台の上には薬品、器具、装置、ノートなど必要なもの以外は置かないこと。

他の人が薬品などをこぼしたままにしている場合でも、まず清掃してから実験に取りかかること。実験台の上は整理整頓すること。実験台に、その実験に使用しない器具を放置してあったために、それにガラス器具を当てて割る事故を起こしたり、可燃性の溶媒を片付けないで実験したために、引火して思わぬ事故を起こす例が多い。さらに実験室の床にコードをたらしたり障害物を通路に置くと事故を招きやすいばかりでなく、万一の事故の際の脱出や救護活動を困難にする。

7)　無理な実験をしないこと。

早く終わりたいばかりに、指示されたとおりに実験せずに、試薬を速く加えると事故につながる恐れがある。また睡眠不足など注意力が散慢な状況下で実験すれば失敗や事故が多くなる。病気で熱がある場合も同様である。実験に当たっては肉体的にも精神的にも健康でなければならない。

8)　実験室で飲食しないこと。

9)　実験に関係のない人を入室させないこと。

10）一人で実験しないこと。

実験室に一人しかいないときに事故や火災が発生したら、救護、消火活動あるいは通報が手遅れになる恐れが大きいため、実験室には必ず二人以上いる状態で実験しなければならない。

11）事故が起きたときの対策を確認しておくこと。

万一事故が起きたときにどうしたら良いか知っておくことは事故の被害を最小限に食い止める上で極めて重要である。特に危険性のある物質や機器についてはどんな場合にどんな危険があるか、事故の際にどのような応急処置が必要であるかを知っておくことが、身を守る上で重要である。

12）病気や事故のため欠席する時あるいは実験途中で席を外す時は、必ず担当教員に連絡すること。

(2) 実験中の安全についての指針

実験にはいろいろな種類があり、それぞれ様々な操作の組合せからなりたっているため、安全対策も場合により異なるが、一般に次の点に気を配るべきである。

1)　実験の意味と性質を知ること。

実験のそれぞれの操作には必ず意味があり、それを理解して行うことが安全の観点からも重要である。いま行っている操作について、なぜそのようにするのか、なぜ他の方法ではいけないのか、常に考えながら実験しなければならない。テキストをただなぞるだけの実験、共同実験者まかせの実験、あるいは他人の誤った口伝やレポートに無批判に頼った実験は慎むべきである。

2)　器具・装置の組立を念入りに行うこと。

装置の組立てに当たっては、以下の点に特に注意すること。

- 使用する個々の器具に実験上支障を来す欠陥がないか注意する（計器類は正常に作動するか、ガラス器具にヒビが入っていないか、摺合わせが完全か、コードが断線していないかなど）。
- 使用する器具が適当であるかに注意する（計器類の測定可能範囲と精度、反応等に使うガラス容器の種類と容量、力のかかる場合の強度、かきまぜの能力など）。
- 装置全体としての安全性を確保する。配置をよく考え、実験動作に無駄や危険が生じないように留意する。
- 実験の過程で有毒な気体や悪臭のある気体が発生する場合にはドラフト内に装置を組み立てる。

3)　実験台上を常に片付けること。

すでに(1)でも述べたことであるが、実験台上は常に整理整頓に努め、清掃を怠ってはならない。薬品などをこぼしたら直ちに拭き取っておく。特に薬品を秤量する時は、注意しておく。現在は使用していないが、温度計などを割って水銀（有毒！）をこぼした場合は、指導教員に報告した後、セロハンテープやビニールテープでそっと拾い集めて、水銀廃棄用の容器に入れる。このとき決してほうきなどで掃いてはならない。もしそうすると水銀は微小な液滴となって四散する。その結果水銀の全体としての表面積が増大して、環境中の水銀蒸気圧が上昇し、極めて危険な状況となる。ちなみに水銀温度計一本分の水銀を流しへ流れてしまうと、およそ 1000 トンの水が環境基準以上に汚染され、実験停止の処分を受けることになる。応用化学実験では水銀温度計は使用しない。

4)　実験中は落ち着いて真面目に行動すること。

実験を行っている間は真面目さ、冷静さ、細心の注意が要求される。ふざけたり、大声で話したり、通路を走ったりしてはならない。手を抜いたり、あわてたりすると失敗や事故の原因となる。実験中はたえず実験台のそばについて実験経過をよく観察すべきで、そのように心がけていると、実験の些細な変化に気付き事故を未然に防いだり、事故から逃れたりできる場合が多い。

5)　自分の実験ばかりでなく、他人の実験にも気を配ること。

先に述べたように実験室は共同で学問・研究を行う場所であるので、一人が身勝手で無責任なことをすると、他の実験者が迷惑をするだけでなく事故につながることもある。たとえば、試験管中の溶液を加熱するときはその口を他人の方に向けてはならない。また、引火性の溶媒を取り扱っている近くで不用意にガスバーナーに火をつけたり、精密な測定をしているそばで振動源となるような機器を使ったりすることは避けるべきである。一般に、有害・有毒物質や発火性・引火性のある物質を取り扱う際は、他人に危害を与えないよう周到な配慮をすべきである。

6)　ゴミは分別ルールにしたがい適切に処分すること。

薬包紙、マッチの軸、雑巾などの固形物を流しに捨てないこと。実験室は 3 階にあるので、配管がつまり、下の教室が迷惑する。実験系廃棄物は分別し、ガラス屑はガラス廃棄ボックスに、不燃物は不燃物入れに、可燃物は可燃物入れに捨てること。

7)　廃液の処置方法に注意すること。

実験廃液をみだりに混合したり、流しに捨ててはいけない。指定された容器（ポリタンク）に分別貯留する。

(3) 実験が終ってからの処理

1)　器具・薬品…器具や薬品を点検し、実験前の状態に戻す。

補充が必要なものがあれば担当教員に報告しておく。

2)　ガス・水道・電気…後始末を忘れないこと。

冷却水は水の流れがみにくく気付きにくい。そのため、流したままになってしまい、夜間に水圧が上がって、管がはずれて洪水を起こす事故は多い。またガスの元栓や電源を切る際には、他人が使用中でないかどうか確認しなければならない。他人の使用を気付かずにガスの元栓を閉めると、翌日元栓を開けた際にガスが漏れて非常に危険である。

3)　反応の中断

化学反応を中断しなければならないときは、その安全を十分に確かめて、危険のない状態にすること。

4)　高温の装置

高温の電気炉などは停止後温度が下がったことを確認すること。

5)　廃棄物

実験室には有毒物･危険物を分類して捨てる廃液の容器があるので､分類に従って捨てる。分類を誤ると化学反応が起こって危険な場合がある｡発火性のある金属ナトリウムなどは、発火しないように処理をして捨てないと危険である。

6)　実験の終了報告

実験が終了したら、その旨を担当教員に申し出て、実験装置の電源コードはコンセントから抜いて帰るようにすること。

(4) ガラス器具類の取扱い

1)　試験管、ビーカー、三角フラスコなどを洗剤を付けてブラシで洗う場合、まず器具の大きさ、形状に合わせて適当なブラシを選ぶべきである。器具の奥行き（深さ）に合わせてできるだけ短くブラシを持ち、底面や壁面に接触させたまま、面に沿ってこするように静かに動かす。試験管の底の場合にはブラシを回転させる。こうすれば多少力をいれても破損することはない。ブラシを長く持ち、壁面に向かって急速に上下（前後）させると、器具を破損する可能性がある。容量分析用器具は内部を傷つけないよう注意する。

2)　洗浄の十分なガラス器具は逆さにするだけで水が切れてしまうが、洗浄が不十分であると水滴となって残る。このような場合、器具を振って振り落とそうとする姿を良く見掛ける。これは器具の破損につながるだけでなく、習慣になると、器具に付着した水分や残留溶液を除くつもりで振り回す癖が付いてしまう。このような行為は自身のみならず他人にも危害を及ぼすもとになるので、やめるべきである。

3)　ガラス棒は溶液のかきまぜや薬品の取り出しによく用いられるが、折れ易くて大けがの原因になるので、固形物を付き崩すのには使用しないこと。

4)　温度計をかきまぜ棒代わりにしがちであるが、これは先が折れ易く、その折れ口は鋭い。このような転用は絶対にしないこと。

5)　ゴム栓に開けた穴にガラス管を差し込む時は、ガラスが折れて手に突き刺さる事故が起こりやすいので慎重に行う。すなわちゴム栓を握り込むようにして持ち、先端に水やアルコールを塗り、栓から 3 cm 以内の管の部分をもって、回転させるようにして静かに少しずつ差し込む。ガラス管を長く持って、力をいれて押し込むとガラス管はすぐ折れてしまう。ガラスの折れ口は複雑な形をしているため、重大なけがとなる。なおガラス管の先端はあらかじめ焼き丸めておくこと。また少しでも無理な力を加えるような場合は手袋やタオルで手を保護する。

6)　ガラス器具は丁寧に取り扱わねばならない。試験管や小型ビーカーは片手で持ってもよいが、大型ビーカーなどは両手で持たなければならない。口のところを片手で持つようなことは絶対に避けるべきである。

7)　ガラス器具を破損した場合にはすぐに掃除して破片を集め、ガラス専用の廃棄ボックスに捨てる。

8)　ガラスは相当高温に熱せられていても一見冷たそうに見えるため、やけどなどしないよう気を付けなければならない。

(5) 薬品類の取扱い

1)　薬品はどんなものでも直接手で触れたり、においをかいだり、口に入れて味わったりしてはならない。気体のにおいをかぐ時は手扇を使う。

2)　薬品を取り出すときは、その性質に応じた取扱いが必要である。例えば潮解性腐食性の水酸化カリウムを金属性の薬さじで薬包紙の上に取り出すのは、不正確であり、危険も生じる。

3)　必要があって薬品を混合したり、反応させたりする場合には、少量ずつゆっくりと様子を見ながら行う。大量の薬品の急速な混合は発熱や爆発をともなうことがあり、危険である。

4)　薬品が皮膚や衣服に付いたときは、水溶性のものは多量の水で洗い流す。水に不溶性や難溶性のものは石けんでよく洗う。特にアルカリ溶液（NaOH や KOH 水溶液）は目や口腔内など皮膚の粘膜に決定的なダメージを与えるので、アルカリ溶液の取扱中は保護眼鏡を必ず着用するとともに、ピペットを使用するときは安全ピペッターを使用すること。万一、薬品が目に入ったときには、大量の水で 15 分間洗眼し、傷害の軽重にかかわらず直

ちに医者にみせること。

5)　塩酸やアンモニア水の採取は常にドラフト内で行うこと。また、塩酸など揮発性ガスの蒸発、乾固もドラフト内で行い、部屋の空気を汚染させないこと。

6)　高温度物質の操作に注意すること。やけどおよび水などの物質との接触による液状物質の飛散に注意すること。急激な加熱および低温物質との接触による容器の破損にも注意すること。

7)　金属ナトリウムは水と爆発的に反応するので、絶対に金属ナトリウムを水と触れさせてはならない。

(6) 電気機器の使用

電気機器の使用に当たっては、主に感電事故、ならびにスパークによる火災に注意すること。

1)　感電を防ぐには、濡れた手で操作しないこと、体の一部が金属性物体に触れている状態でスイッチを操作しないことなどの基本的注意事項を守ることが必要である。

2)　漏えい電流、機器および電線による過負荷、接続部の不良等による発熱、過熱による災害が発生する。またスイッチ開閉時、電線短絡時にはスパークが飛ぶ。以上の事象に注意を払うとともに、万一それらが発生しても、火災に結び付かないよう、引火性、可燃性物質をスイッチ、電気機器の近くに置かないようにすること。

3)　万一、電気事故により火災が発生した場合は特別の場合を除き、電源を遮断してから消火活動を始める。また水を用いると感電する場合は、粉末消火器、炭酸ガス消火器を使用すること。

(7) 高圧ガスの取扱い

ガスボンベの中には、高圧ガスが充填されているので取扱いには十分注意を払うこと。実験室には高圧ガスが配管されているが、その取扱いもガスボンベの場合と基本的には同一である。高圧ガスを利用する者は、「安全教育講習会」を受けて使用し、必ず日本化学会編「化学実験の安全指針」（丸善）の 3．4 節高圧下、低圧下の実験を読むこと。

1)　ボンベは立てて使用するが、倒れたり、ずれたりしないようにしっかりとマニホールドやシリンダーキャビネットに固定して使用する。

2)　バルブの開閉は、常に静かに注意深く行い、急激に開いたり、無理に開閉しない。安全弁には絶対に手を触れないこと。

3)　接続部分のガスもれは石けん液をつけて点検し、もしガスがもれている場合は、直ちに元栓をしめて、担当教員に連絡すること。石けん液の使用後はよくふきとっておくこと。

4)　特別の場合を除き、ガスボンベはバーナー、ヒーター、スチームなどから離れた場所に

設置し、熱が加わらないように気を付ける。

5)　ボンベには圧力調整器をつけて使用する場合が多い。圧力調整器には圧力計が付いている。実験中は圧力の変動に注意し、実験途中でガスがなくならないように注意すること。

6)　水素ガスを使用する場合には、水素ガスは空気中の酸素との反応により爆発を引き起こすことがあるので、近くで火を使用してはならない。

(8) 事故が発生したときの措置

不幸にして事故が発生したら、先ず第一に人命の安全と人的被害を最小にすることを心がけ、第二に被害が広がるのを防止する措置を講ずべきである。ここでは化学実験で頻度の高い事故について、応急的な措置を記すが、事故の際はこれらの措置と並行して、できるだけ急いで専任教員を呼んで指示を仰ぐこと。

1)　酸・アルカリなどの劇物や有毒物が皮膚に付いたときは、汚染した部分を大量の水で洗う。衣服が汚染した場合は速やかに脱がせる。衣服を脱がせるとき劇薬を浴びてただれた皮膚をこする恐れのあるときは、衣服を手早くハサミで切り取る。

2)　硫酸・硝酸・水酸化ナトリウムなどの腐食性物質が眼に入ったときはおだやかな流水で15分位休まずに洗う。眼はアルカリに対して弱いので特に注意すること。

3)　劇物や有毒物が口に入ったときは、うがいを繰り返す。飲み込んでしまったら、吐かせるのがよいが、無理をしない。できるだけ速やかに医師の診断を受けるようにするのが第一である。

4)　ガラスなどでけがをしたときは、先ず水道水でよく洗う。手を使って処置する場合は手が薬品で汚れていることが多く、傷口からその薬品が皮膚の奥深く浸透する恐れがあるから十分注意して処置する。

5)　やけどをしたときは、冷水につけて十分時間を掛けて冷やす。

6)　有機溶媒に火がついても容器が割れない限り、それほど大きな事故にはならない。まわりにある可燃物を除き、ガスなどの熱源を止めて火勢が弱まるのを待って濡れ雑巾などで容器の口を覆えば消火できる。消火器はいつでも使えるように用意すべきであるが上記方法で消火可能であるので、他に燃え移る危険のない場合はむやみに使用しない方がよい。なお、出火させた当人は気が動転しているので、まわりの人達で消火するのがよい。

7)　溶剤を浴びて引火したり、衣服に着火したりした場合、驚いて走り回るとかえって火力を強くして惨事に至ることになる。すぐ床の上に転がるのがよい。手や足についた場合も実験衣などでたたくのが有効である。

8)　有毒・刺激性気体を吸い込んだ場合、窓を開け放つと同時に、被害者を至急新鮮な空気中に移し応急処置を取る。

(9) **廃液の処理**

廃液は指定の分別容器に貯留したのち、第 6 章に記載の廃液処理方法で処理する。個々の実験については担当教員の注意に従うこと。

８．１．３　応用化学実験の注意事項

応用化学実験（1・2・3・4）は応用化学科の 2 年生、3 年生が必修科目として履修する。実験は前述の基本的な安全事項の上に、さらに高度な安全への対応が要求される。応用化学実験全体の注意事項を示す。

- 必ず実験テーマについて予習し、実験ノートおよび SDS ノートを作成する。
- 実験中にデータの整理を平行して行うことが多い。実験室は整理整頓し、静かに行動する。また実験に不必要なものはロッカーに入れておく。
- 実験中か否かにかかわらず、実験室内では常に保護眼鏡をかける。
- コンタクトレンズを実験室内で使用している時も保護眼鏡を必ず使用する。これは、事故で目に薬品が入ったとき手早く除去できないからである。
- 酸（濃硝酸、濃硫酸、濃塩酸）およびアルカリ（水酸化ナトリウム等）を扱う時、手、体および衣服につけない様に細心の注意を払うこと。このうち、濃硝酸・濃塩酸、アンモニア水の取扱いはドラフト（フード）内で行うこと。
- ガスバーナーを使用する際、周囲に可燃性化合物（ベンゼン、エタノール、ニトロベンゼン、アニリン等）がないかを確かめること。逆に、可燃性化合物を使用する際、周囲に火がないかを確かめること。
- 有害重金属イオンや溶媒抽出などに使用する有機溶媒は、必ず指示された廃液入れに捨てること。コバルト、銅等の遷移金属塩類の廃液は指定された容器に貯留すること。有害な有機液体なども決して洗い場（流し）に流してはならない。
- 毒劇物は捨てないで所定のビンに入れる事が基本である。
- 固形物は流しに捨てない。
- 天秤および天秤付近に薬品がこぼれたら直ちに拭き取る。
- 他の実験室、研究室から物品を持ち込んではならない。
- やけどした場合、少なくとも 15 分間冷水をかけ、痛みが再発したら繰り返す（現在の処置法では、中和薬品、クリーム、ローション、軟膏などはいずれも使うことを勧めていない)。応急処置後、教員に連絡し、診療所または医師の手当てをうける。
- 薬品の火災が発生した場合、直ちに教員に知らせること。また、周囲の者に注意を

し、冷静かつ速やかに消火する。

応用化学実験における安全要素としては次のことが挙げられる。第一は実験室内の空気を新鮮に保つこと、第二は常に机の上、実験室内を整理整頓しておくこと、第三は実験に集中することである。それぞれの実験分野の注意事項は以下の通りである。

(1) 分析化学実験

重量分析、中和滴定、キレート滴定、酸化還元滴定などの基礎的実験技術を学習する。

1) 実験中は必ず保護眼鏡をかけること。水酸化ナトリウムなどの濃厚アルカリ溶液が目に入ると失明する危険がある。（8．1．2（5）薬品類の取扱い参照）

2) 酸やアルカリなどの試薬類をホールピペットやメスピペットを用いて一定量計り取るときは、必ず安全ピペッターを用いること。決して口で吸わない。有機溶媒の取扱いも同様である。

3) 重量分析実験などでは、ガスバーナーを用いた高温加熱を行う操作があるので、やけどや火災には十分に注意すること（8．1．2（2）実験中の安全についての指針参照）

(2) 物理化学実験

ガスクロマトグラフィー、単蒸留、二成分固－液平衡の測定、凝固点降下法による分子量の測定、紫外吸光光度法による有機物の定量、三成分系混合液の液－液平衡の測定、液相吸着平衡の測定などの物理化学的諸量を決定し、理論との整合性を確かめる。複数の実験テーマが準備されているが、これらの実験には以下の注意が必要である。

- 恒温槽、ベックマン温度計、ガラス電極、吸光光度計などのかなり高価な器具を利用するので、教員の使用説明をよく聞いて、取扱いに注意する。

(3) 有機合成化学実験

アニリンの合成、アセトアニリドの合成、p－ニトロアセトアニリドの合成、p－ニトロアニリンの合成、カップリングによる染色、合成物の物性の測定、赤外分光分析法など機器による構造決定等を通して有機化学、有機合成化学に対する理解を深め、また実験の基本操作を習得する。

本実験においては、

- 一つの有機化学反応を実施するのに、原料化合物、反応剤（試薬）、触媒、反応溶媒、抽出溶媒、中和剤、乾燥剤などの多種類の化学薬品を使用し、さらにそれらの大部分は消防法上の危険物であること。
- 多種類の規格化された実験器具の中から必要なものを組み合わせて使用し、それぞれの大部分がガラス製であることなどが他の実験と異なる主な特徴である。

特に、次に注意する点を実行すること

1)　蒸留の際は蒸留フラスコ内に爆発性物質が入っていないか注意が必要である。最後の一滴まで蒸留してカラカラにすると爆発することがあるので、必ず小量はフラスコ内に残し、乾固させてはならない。常圧蒸留は沸石を必ず入れて行うこと。沸石を入れるのを忘れて加熱した場合は室温まで放冷してから沸石を入れて再度蒸留すること。

※すぐに沸石を加えると突沸が起こり、火災をまねく。

2)　染料合成の反応中間体であるジアゾニウム塩は加熱により爆発することがある。氷水浴で冷却しながら実験する必要がある。

3)　原料、中間体、合成品を問わず人体に有害な物質を多く取り扱う。飲み込みや、吸引を極力避けなければならない。反応装置や蒸留装置の組立が粗雑なため接続部などから化合物の蒸気が室内に洩れていることがしばしばあるので、よく点検すること。有機物は皮膚からの浸透力が強いため、手についたらすぐ石けんで洗う。足の汚染は案外見落としがちであるので気をつけること。

4)　重合に用いるモノマーには毒性があるので、手などにつけないように注意する。もしついた場合には、すぐに石けんなどでよく洗うこと。

5)　重合開始剤としてよく用いられる過酸化ベンゾイルは、加熱や衝撃などによって、爆発する恐れがあるので、注意して使用する。また、金属は過酸化物の分解の触媒となるので、秤量するときには金属製ではなくてプラスチック製のさじを用いること。

6)　反応装置や蒸留装置等のガラス器具を組み立てる時、余分な力を加えない様に注意すること。

7)　有機溶媒の蒸気、特に芳香族系（ベンゼン等）や塩素系溶媒（ジクロロメタン等）の蒸気を吸い込まないよう注意すること。また実験室の換気に留意すること。

8)　有機化学の反応において過酸化物を使用する場合がある。事前の教員の注意をよく聞き実行することが大切であるが、特に次の点に留意すること。

　a)　数グラム以上の量は過酸化物としては大量になる。炎や熱源のそばで扱うことのないよう細心の注意を払うこと。

　b)　金属のさじで扱ってはならない。また強い衝撃を与えてもいけない。

　c)　低分子量なのに結晶性の高い過酸化物はとくに危険度が高いことを知っておくべきである。

　d)　上記の注意さえ払えば、溶液としてならば安全に扱え、有用な化合物であることも知っておくこと。

(4) 無機化学実験・無機応用化学実験

無機化学実験では、無機陽イオンの定性分析と吸光光度分析、リン酸の酸解離定数の測定について実験を行う。無機工業化学実験では、コバルト錯体の合成、コバルト錯体の異性体の合成および確認、イオン選択性電極による錯体中のハロゲンの定量、酸化還元滴定による錯体中のコバルトの定量などの実験を行う。

1) 本実験では、濃硫酸、濃硝酸、濃塩酸および濃アンモニア水を扱うので、前述の一般的心得、特に 8．1．2（5）の薬品類の取扱いの項を熟読しておくこと。
2) ビーカー、三角フラスコ等のガラス器具類の取扱いに関しては前述の 8．1．2（4）ガラス器具類の取扱いの項を熟読しておくこと。
3) 合成過程での加熱、濃縮、吸引ろ過などの操作の際の特別な注意事項は、担当教員の説明を良く聞きそれに従うこと。
4) 無機応用化学実験では、2 年次に行う実験（特に分析化学実験）で習得した基本操作を多く用いる。事前に 2 年次の実験を復習しておくことが望ましい。

(5) 有機応用化学実験

ハロゲン化アルキルの合成、分析、サッカリンの合成、フリルアクリル酸の合成、シンナ
(6) ルアルコールの合成などの実験を行う。

1) 合成操作の中での撹拌装置、蒸留装置、ろ過装置などの組み立てや使用中での稼働状態のチェックを充分に行う。
2) 電気機器などの取扱いは 8．1．2（6）電気機器の使用の項を参照。
3) ガラス器具および薬品類の取扱は 8．1．2（4）及び 8．1．2（5）に従う。
4) 酸化剤の添加や触媒などの使用法は担当教員の指示に従う。

(6) 化学工学実験

液滴の生成と液滴体積、ショ糖の加水分解速度の解析、充填層の圧力損失の測定、固体の熱伝導度、活性炭粒子充填層の液相吸着破過曲線の測定と解析、完全混合型流体加熱プロセスの制御実験などの基本操作の上に物理化学的諸量の計測法および測定数値の解析法等の実験が組み込まれている。実験に際しては次の事項に留意する。

実験を行うために実験室に入室したら、まず机の上を整理整頓して、ふき掃除を行う。実験書は前日から読んでおき、これに従い段取りを決めて実験を行う。

実験中は、

- フェノール溶液調製の際、加熱には十分注意し、フェノール廃液は指示に従う。
- ショートや感電を避けるため、回路配線結線は電源コンセントが抜いてあることを確認して行うこと。

- 電池には極性がある。接続に際し極性を必ず確認すること。
- 接続は確実に行うこと。電極などは使用後直ちに水洗いすること。

その他の注意事項は本章第 2 節に従うこと。

(7) 生物化学実験

生物化学実験では、DNAの調製とPCR法による遺伝子増幅、電気泳動法によるDNAの分離と解析、酵素反応の解析をテーマに実験を行う。これまでの化学実験における注意点に加え、生物化学系の実験を行う際には新たな注意を払う必要がある。生物化学実験における実験上の一般的な注意事項を示す。

1) 生体成分は微生物にとって好適な栄養となることから、清潔、整頓を心がけること。実験台、機器内などを汚さないように注意する。微生物によって汚染された器具では正確な実験を行えないので、ピペットの先端や容器の口などは手で触れないこと。
2) 使用済みの器具や廃液に関しては、定められた方法に従って処理すること。
3) 感染・中毒の予防のため、試料を体に付着させないように注意すること。
4) 実験を手順よく速やかに進められるよう、十分に予習をし、必要な試薬や器具について準備をすること。生体成分は不安定で実験中にも変化することを念頭に置いておくこと。
5) 実験ノートには予め作業内容や測定事項等をフローチャート形式で記載すること（実験開始日に予習ノートの写真を Web より提出する）。また、実験中には、測定値の記録以外にもあらゆる段階での試料の変化などを注意深く観察し、記録すること。また、得られたデータに関しては実験レポートに記載すること。
6) 実験はグループ（2-3 人）で分担して行うが、データは必ず共有すること。

(8) 有機分析化学実験

有機化学は様々な化合物を合成するために多くの実験を行う。これらの実験においては反応の進行状態の確認や生成物の特定に多くの分析が実際にはともなう。有機分析化学実験では、これらの分析に着目し、有機分析入門（FT/IR、MS、NMR）、有機反応の追跡と解析、材料分析をテーマに実験を行う。有機分析化学実験における心構えを示す。

1) 実験計画をたて、実験ノートに記載する。教科書を丸々写すのではなく、実際に行う実験のイメージをたて、どのようなことに留意すべきかを考えること。
2) 事故を未然に防止するため、実験台の整理整頓を行うこと。
3) これまでの結果（論文や教科書など）を調べ、良い実験条件を把握するために文献調査をしっかり行うこと。
4) 自身の行った実験の変化（色や状態、液温など）を観察し、仔細に記録すること。
5) 自身が行った実験の結果をまとめ、実験中の変化や結果に対する考察を記載すること。

(9)　化学情報実験

化学情報実験では、1 人 1 台のパソコンを使い、物理化学、化学工学、有機化学、分析化学、無機化学の 5 分野の全てに関連する、化学における計算機利用技術の基礎の修得を目的としている。複雑な実験データから現象を発見したり、新しい理論を構築したりするためには、計算機を用いたデータ解析やモデルによる現象の理解が必要になる。

パソコンによるデータの取り扱いを含むため、科学における以下の「不正行為」について理解して、注意してほしい。これは応用化学実験にも共通の事項である。

捏造（Fabrication：存在しないデータの作成）

改ざん（Falsification：データの変造，偽造）

盗用（Plagiarism：他人のアイデアやデータを適切な引用なしに使用）

FFP が主であるが、このほか、不適切な著者の選択、引用不備・不正等がある。以下に「不正行為」の一例を記載する。

1)　自分の主張を補強するため、架空の実験画像を作成し掲載した。

2)　自分の推論に合わない実験データを除き、グラフを作成した。

3)　インターネットで見つけた他人の文章を切り貼りして、自分のレポートとして提出した。

4)　過去のレポートの内容について、主語を変えるなどの修正を施した上で自らのレポートに記載した。

パソコン作業に伴う、注意事項（休憩、作業姿勢、照明環境）についても留意してほしい。

以上の各項の留意点を常に日頃心掛けて実験を行っていれば自然に安全対策が身に付き、万が一の緊急時にも自身はもとより周りの他の人を救うことも可能である。