

5. 応用化学科

1年生では、分析化学を中心とした化学実験を、2年生以降の専門科目においては各分野の専門の実験を行う。また、学生実験だけでなく、卒業研究を含む化学の実験では、可燃性、爆発性、有毒性を持つ危険薬品を用いるので、十分な注意が必要である。各物質の性質を事前に十分調べること、ならびに取り扱いに十分注意を払うことは、事故を未然に防止するために必要不可欠である。

以下実験を行うに当たっての諸注意を述べる。綿密な準備と正しい理解の下に、慎重に実験を行わなければならない。

なお、2年生第3クォーターには、必修科目として「化学実験安全指導」の授業を行っているので、この内容も併せ十分理解した上、安全に注意して実験を行うこと。

紙面の都合上、以下の実験上の安全に関する記述は、必ずしも十分とは言えない。末尾の参考文献では詳しく記述されているので、実験を始めるに当たっては、あらかじめ熟読する必要がある。

5. 1 実験を始めるに当たっての注意

実験を始める前に、これから行うテーマについて、テキストを熟読し、実験の内容、操作法、使用する器具類、薬品類についてよく把握したうえで、以下の諸注意を十分頭の中に入れて実験にとりかかること。

- (1) 実験中は(2)で記載の内容を除き、必ず脱ぎ易い実験衣(白衣など)を着用すること。
化学薬品の中には水酸化ナトリウムや硫酸のように、濃度の薄い液であっても衣服につくと、水の蒸発で濃厚液となって穴をあけたり、変色させるものが多い。また、酸、アルカリ等を多量に浴びた場合も、直ちに実験衣を脱ぎ捨てることで災難を逃れることができる。
- (2) モーター、ローラーや真空ポンプ等の回転物又は自動物を取り扱う実験では、白衣ではなく、体に密着した作業服を着用し、動き易い運動靴等を着用すること。
- (3) 実験台の上はいつも整理整頓し、薬品類は決められた場所に置き、かばん等の実験に不必要なものは床の上にも置かないこと。
- (4) 発火性、引火性、爆発性物質を扱う場合は、事故の発生にあらかじめ備え、消火器の位置及び脱出路を確認し、更に、その取扱いを十分に熟知しておくこと。
- (5) 指導教員の指示に従って綿密に安全対策をすること。
- (6) 自分自身の実験と直接関係のない実験装置や薬品類に、不用意に手をふれないこと。

5. 2 実験中の注意

- (1) 実験を始める前に保護メガネもしくは保護面を装着すること。薬品を取扱う際には、必要に応じて保護手袋を付けること。保護メガネもしくは保護面は実験終了時まで常に装着しておくこと。
- (2) 実験中、いろいろな突発的なトラブルが発生する恐れがある。従って、実験台の前を離れないようにし、実験装置・器具から目を離さないこと。
- (3) 1人での実験は昼間でもさけ、必ず2人以上が実験室にいるようにし、万一の事故に備えておくこと。特に夜間の1人での実験は、絶対に行わないこと。
- (4) 可燃性の溶媒類を用いる実験では、換気に十分注意を払い、これらの溶媒が引火又は爆発

することのないように火気には十分注意すること。特にエーテルや二硫化炭素のような室温で揮発性があり、しかも引火し易い溶媒には、十分に注意が必要である。

- (5) 揮発性の溶媒を用いる実験では、室内に滞留した蒸気を吸引することにより、中毒症状をきたすことがあるので、換気には十分注意を払うこと。
- (6) ガスバーナー等の火気を使用するときは、必ず換気し、引火性の溶媒や可燃物が近くにならないかどうかを確認すること。
- (7) 実験により生じた廃液は、指示に従って扱い、絶対に流しに捨ててはならない。有害物の場合は、決められた廃液容器に区分して保存しておくこと。*
- (8) 実験中に有毒ガス、例えば塩化水素、亜硫酸ガス、硫化水素等が発生する場合は、必ずドラフト内で行い、これらの酸性有毒ガスは、アルカリにより中和して塩類の形でトラップすること。
- (9) 実験中、薬品類が身体に付いた場合、その都度十分にその部分を水でよく洗うこと。
- (10) 感電を防止するため濡れた手で実験をしないこと。
- (11) 実験中に異常が認められた場合は、直ちに実験を中止し、教員に連絡して指示を仰ぐこと。
- (12) 無理な実験や、ごまかしの一時しのぎの対策を勝手にとらないこと。
- (13) 安全装置がない電気炉、高電圧装置、高真空装置などを使用するときは、停電・断水などに備えて、必ず近くにいること。
- (14) ガスボンベからの配管は、適切な材質の管できちんに行うこと。
- (15) 停電になった場合は、電気を用いる装置の安全を確保、確認し、すべての元電源を切り、停電が復旧したときに装置が急作動しないようにすること。
- (16) 装置が破損し、修理を行う必要が生じた場合は、必ず指導教員に連絡し、安全な状態にしてから作業を行うこと。(例えば電気製品の場合、コンセントを入れたまま修理を行わないこと。装置の電源がオフになっていても、装置内には電圧がかかっている。)
- (17) 修理後、正常動作を確認する場合、あらゆる箇所の点検を行ってから全体の確認をすること。(例えば修理が終わったからといってすぐに電源を入れないこと。修理のどこかにミスがあった場合、電源を入れることで、致命的な故障になることがある。)

5. 3 ガラス器具類の取扱い

- (1) ガラス棒は、溶液のかき混ぜ棒に使用する場合もあるが折れ易い。特にフラスコ内の固形物を突き崩すためには使用しないこと。
- (2) 温度計をかき混ぜ棒代わりに絶対に使用しないこと。
- (3) 可燃性溶媒及び蒸気圧の高い物質を入れたアンプルをバーナーの火を使って密封するときは、引火、爆発に十分注意すること。
- (4) ピペットやスポイトにゴム製の器具を差し込む場合やゴム栓にあけた穴にガラス管を差し込む場合には、いずれも、ガラス管が折れて手に突きささることがあるので、対切創手袋等を着用し、ガラス管をできるだけ短く持って少しずつ入れていくこと。ゴム栓へのガラス管の差し込みの場合には潤滑を良くするため水もしくはグリースを付けて行うこと。
- (5) ガラス器具は、実験台の端より 10cm 以上奥に置くこと。

*廃液は「神戸大学排水水質管理及び薬品類廃棄物処理規程」に従って処理される。

5. 4 薬品類の取扱い

- (1) 実験にとりかかる前に、使用する薬品の性質（物性、吸湿性、発煙性、発火性、分解性、毒性、引火性等）について安全データシート(SDS)等を参照し、よく調べた上で取り扱うことが必要である。
- (2) 実験台、特に共通の実験台、天秤回り及び床に試薬・溶液をこぼした場合、直ちにふき取る。装置を傷めるほか、第三者が知らないで怪我（薬傷）をすることがある。
- (3) 実験時は、常に側面もカバーできる保護メガネもしくは保護面を着用すること。飛沫が飛ぶ可能性のある場合、コンタクトレンズを装着している人は特に注意すること。
- (4) 薬品を混合する場合には、少量ずつゆっくりと様子を見ながら加えること。多量の薬品を急に混合すると、反応熱で発熱、突沸や爆発を起こすことがあり危険である。危険な薬品の混合は、特に注意が必要である。
- (5) 可燃性の薬品を一カ所にかためて多量に置かないようにすること。
- (6) 過酸化ベンゾイル（BPO）・過塩素酸ナトリウムのような過酸化物は、爆発の危険性があるため、金属性のさじで取り扱ってはならない。必ずプラスチック等の非金属製のさじを使用すること。先の鋭いガラス（パスツールピペットなど）で衝撃を与えることも危険である。

5. 5 実験終了後の注意

- (1) 高圧ガスを扱う場合は、使用后必ず元栓を閉めること。
- (2) 実験室を離れる前に自分がその日に使用した実験台上の水道、ガス、電気の元栓を閉めること。冷却水の栓は締め忘れ易く、流したままにしておくと、夜間に水圧が上り、管がはずれ、漏水を起こす事故がよくあるので注意すること。最後に帰宅する者は、必ずその実験室全体の使用中以外の水道、ガス、電気の元栓を閉めること。

5. 6 事故が発生したときの措置

- (1) 酸、アルカリ、試薬が皮膚についた場合は、汚染した部分を直ちに大量の水でよく洗うこと。
- (2) 眼に入った場合は、眼を開き、水道水で15分ぐらいよく洗うこと（30分以上洗ってはならない）。眼はアルカリに対して弱いので特に注意すること。よく洗ったあと必ず医師に診てもらおうこと。
- (3) 引火などにより火がついた場合は、周りの危険物を取り除き、直ちに消火器で消火すること。可燃性物質を取り扱う前には、必ず消火器の位置と使用法を確認しておくこと。
- (4) 小さな火傷の場合は、冷水で十分に時間をかけて（20～30分）冷やすのがよい。その後、実験指導者に申し出て医師の診療を受けること。
- (5) フッ化水素酸を使用する際には、飛沫も含めて皮膚に触れないよう、十分な防御を行うこと。万一、皮膚にふれた場合には、直ちにグルコン酸カルシウムゲルを塗布し医者に受診しなければならない。フッ化水素酸を使用する場合、事前に保健管理センターに相談し、グルコン酸カルシウムゲル調製法等を確認すること。

5. 7 冷媒（冷却剤）の使用

- (1) 凍傷に注意し、必要に応じて低温用手袋を着用すること。30 分間患部を浸す。熱い湯をかけてはいけない。
- (2) 窒息による事故をさけるため、液体窒素、ドライアイス等の気化する冷媒は、密閉された空間、室内で使用してはならない。必ず換気すること。原則としてエレベータでの液体窒素容器の搬送はたとえ空であっても禁止されている。やむを得ず移送時にエレベータを使用する場合は、指定されたエレベータを使用し、工学研究科の取扱規程に従って液体窒素容器と人が同乗することのないよう細心の留意を払うこと。
- (3) 液体窒素の使用時は、酸素の液化により、爆発性の高い液体酸素が生成・蓄積する恐れのあることに注意する。

5. 8 法令で指定された物質について

化学実験に使用する薬品や化学物質の中には、取り扱いや貯蔵の方法が法令で指定された物質が多く含まれている。表 1 に示すように、発火性、引火性及び爆発性の物質と人体に有毒な物質とに分類されている。発火性、引火性及び爆発性物質は消防法、火薬類保安法、高压ガス保安法によりその取り扱いが規制されており、有毒性物質は毒物及び劇物取締法と一部高压ガス保安法により規制されている。発火性、引火性及び爆発性物質の分類例は表 2 に示す。

特に、作業環境に関連して管理すべき化学物質は「特定化学物質障害予防規則」により「特定化学物質」として表 3 のとおり指定されている。ここでは主に発がん性物質への対応として「第 1 類物質」、「第 2 類物質」等が定められており、製造設備や局所排気、排液の処理方法、特殊健康診断、作業環境の定期的な管理を規定されている他、発がん性物質への対応方法が規定されている。最近では特定化学物質（特に第 2 類物質）が追加指定される傾向にある。これらの物質を扱う場合は、労働安全衛生法に基づき、特殊健康診断を受けることが定められている。

表 1 危険な物質とそれらを規制する法令

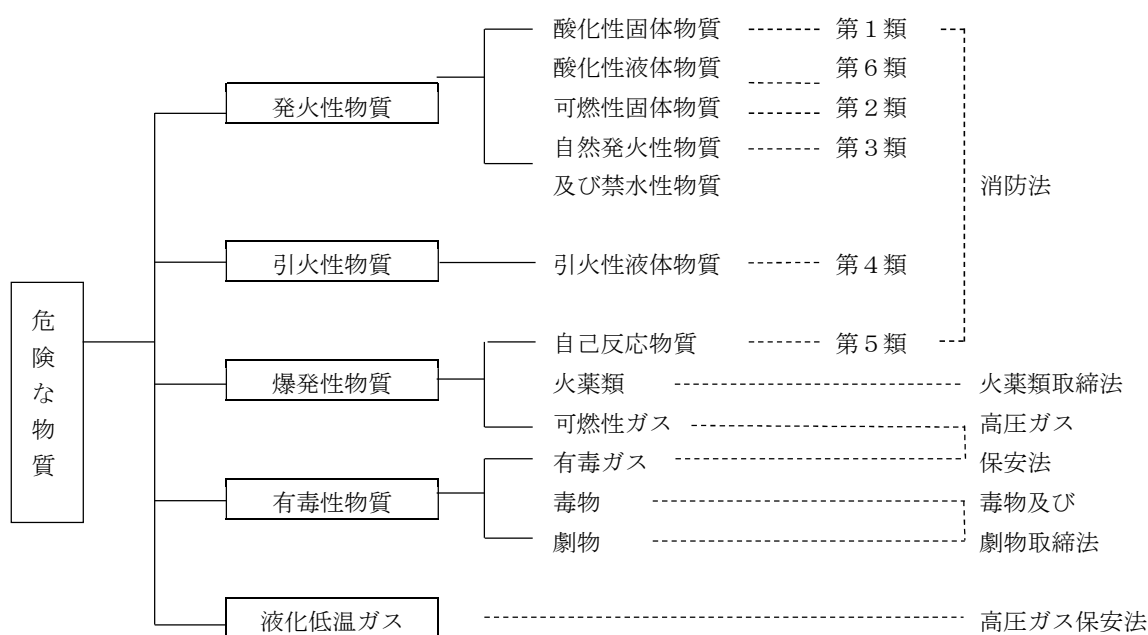


表2 消防法（別表第一）が定める危険物の品名と指定数量

種別	性質	品名	性質	指定数量
第1類	酸化性固体	1 塩素酸塩類	第一種 酸化性固体 第二種 酸化性固体 第三種 酸化性固体	50 kg
		2 過塩素酸塩類		300 kg
		3 無機過酸化物		1,000 kg
		4 亜塩素酸塩類		
		5 臭素酸塩類		
		6 硝酸塩類		
		7 ヨウ素酸塩類		
		8 過マンガン酸塩類		
		9 重クロム酸塩類		
		10 その他のもので政令で定めるもの (1) 過よう素酸塩類 (2) 過よう素酸 (3) クロム、鉛又はヨウ素の酸化物 (4) 亜硝酸塩類 (5) 次亜塩素酸塩類 (6) 塩素化イソシアヌル酸 (7) ペルオキシ二硫酸塩類 (8) ペルオキシほう酸塩類 (9) 炭酸ナトリウム過酸化水素付加物		
		11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第2類	可燃性固体	1 硫化りん		100 kg
		2 赤りん		100 kg
		3 硫黄		100 kg
		4 鉄粉		500 kg
		5 金属粉	第1種 可燃性固体 第2種 可燃性固体	100 kg
		6 マグネシウム		500 kg
		7 その他のもので政令で定めるもの（未制定）		
		8 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
		9 引火性固体 固形アルコール・ラッカーパテ・ゴムのり		1000 kg
第3種	自然発火性物質及び禁水性物質	1 カリウム		10 kg
		2 ナトリウム		10 kg
		3 アルキルアルミニウム		10 kg
		4 アルキルリチウム		10 kg
		5 黄りん		20 kg
		6 アルカリ金属（カリウム及びナトリウムを除く。） 及びアルカリ土類金属	第一種自然発火性物質及び禁水性物質 第二種自然発火性物質及び禁水性物質	10 kg
		7 有機金属化合物（アルキルアルミニウム及びアルキルリチウムを除く。）		50 kg
		8 金属の水素化物	第三種自然発火性物質及び禁水性物質	300 kg
		9 金属のリン化物		
		10 カルシウム又はアルミニウムの炭化物		
		11 その他のもので政令で定めるもの （塩素化けい素化合物）		
		12 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		
第4種	引火性液体	特殊引火物		50 L
		第一石油類	非水溶性液体	200 L
			水溶性液体	400 L
		アルコール類		400 L
		第二石油類	非水溶性液体	1,000 L
			水溶性液体	2,000 L
		第三石油類	非水溶性液体	2,000 L
			水溶性液体	4,000 L
第四石油類		6,000 L		
動植物油類		10,000 L		

第5類	自己反応性物質	1 有機過酸化物 2 硝酸エステル類 3 ニトロ化合物 4 ニトロソ化合物 5 アゾ化合物 6 ジアゾ化合物 7 ヒドラジンの誘導体 8 ヒドロキシルアミン 9 ヒドロキシルアミン塩類 10 その他のもので政令で定めるもの イ金属のアジ化物 ロ硝酸グアニジン 11 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの	第一種自己反応性物質	10kg
			第二種自己反応性物質	100 kg
第6類	酸化性液体	1 過塩素酸 2 過酸化水素 3 硝酸 4 その他のもので政令で定めるもの (ハロゲン間化合物) 5 前各号に掲げるもののいずれかを含有するもの		300 kg

表3 特定化学物質障害予防規則が定める特定化学物質

- ・ 第1類物質 がん等の慢性障害を引き起こす物質のうち、特に有害性が高く、製造工程で特に厳重な管理（製造許可）を必要とするもの
- ・ 第2類物質 がん等の慢性障害を引き起こす物質のうち、第1類物質に該当しないもの。「特定第2類物質」「特別有機溶剤等」「オーラミン等」「管理第2類物質」に分類される。
- ・ 第3類物質 大量漏えいにより急性中毒を引き起こす物質

分類	物質名	CAS No.	対象となる含有濃度	特別管理物質	管理濃度
第1類物質	ジクロロベンジジン及びその塩	特定されず	1%超	該当	—
	アルファーナフチルアミン及びその塩	特定されず	1%超	該当	—
	塩素化ビフェニル（別名PCB）	特定されず	1%超	非該当	0.01mg/m ³
	オルトトリジン及びその塩	特定されず	1%超	該当	—
	ジアニシジン及びその塩	特定されず	1%超	該当	—
	ベリリウム及びその化合物	特定されず	1%超	該当	ベリリウムとして
	ベンゾトリクロリド	35983	0.5%超	該当	0.001mg/m ³ 0.05ppm
第2類物質	エチレンイミン	151-56-4	1%超	該当	0.05ppm
	エチレンオキシド	75-21-8	1%超	該当	1ppm
	塩化ビニル	27398	1%超	該当	2ppm
	クロロメチルメチルエーテル	107-30-2	1%超	該当	—
	酸化プロピレン	75-56-9	1%超	該当	2ppm
	3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン	101-14-4	1%超	該当	0.005mg/m ³
	ジメチル-2,2-ジクロロビニルホスフェイト(DDVP)	62-73-7	1%超	該当	0.1mg/m ³
	1,1-ジメチルヒドラジン	57-14-7	1%超	該当	0.01ppm
	ナフタレン	91-20-3	1%超	該当	10ppm
	ニッケルカルボニル	13463-39-3	1%超	該当	0.001ppm
	パラジメチルアミノアゾベンゼン	22227	1%超	該当	—
	ベータプロピオラクトン	57-57-8	1%超	該当	0.5ppm
	ベンゼン	71-43-2	1%超	該当	1ppm
	ホルムアルデヒド	50-00-0	1%超	該当	0.1ppm
	オルトトリイジン	95-53-4	1%超	該当	1ppm
	アクリルアミド	79-06-1	1%超	非該当	0.1mg/m ³
	アクリロニトリル	107-13-1	1%超	非該当	2ppm
	塩素	7782-50-5	1%超	非該当	0.5ppm
	シアン化水素	74-90-8	1%超	非該当	3ppm
	臭化メチル	74-83-9	1%超	非該当	1ppm
トリレンジイソシアネート	584-84-9	1%超	非該当	0.005ppm	

	パラニトロクロロベンゼン	100-00-5	5%超	非該当	0.6mg/m ³
	弗化水素	7664-39-3	5%超	非該当	0.5ppm
	沃化メチル	74-88-4	1%超	非該当	2ppm
	硫化水素	2148878	1%超	非該当	1ppm
	硫酸ジメチル	77-78-1	1%超	非該当	0.1ppm
特別有機溶剤等	エチルベンゼン	100-41-4	1%超	該当	20ppm
	クロロホルム	67-66-3	1%超	該当	3ppm
	四塩化炭素	56-23-5	1%超	該当	5ppm
	1,4-ジオキサン	123-91-1	1%超	該当	10ppm
	1,2-ジクロロエタン (二塩化エチレン)	107-06-2	1%超	該当	10ppm
	1,2-ジクロロプロパン	78-87-5	1%超	該当	1ppm
	ジクロロメタン (二塩化メチレン)	27639	1%超	該当	50ppm
	スチレン	100-42-5	1%超	該当	20ppm
	1,1,2,2-テトラクロロエタン (四塩化アセチレン)	79-34-5	1%超	該当	1ppm
	テトラクロロエチレン (パークロールエチレン)	127-18-4	1%超	該当	25ppm
	トリクロロエチレン	28861	1%超	該当	10ppm
	メチルイソブチルケトン	108-10-1	1%超	該当	20ppm
オーラミン等	オーラミン	492-80-8	1%超	該当	—
	マゼンタ	632-99-5	1%超	該当	—
管理第2類物質	三酸化二アンチモン	1309-64-4	1%超	該当	アンチモンとして 0.1mg/m ³
	インジウム化合物	特定されず	1%超	該当	—
	クロム酸及びその塩	特定されず	1%超	該当	クロムとして 0.05mg/m ³
	コバルト及びその無機化合物	特定されず	1%超	該当	コバルトとして 0.02mg/m ³
	コールタール	特定されず	5%超	該当	ベンゼン可溶性成分 として0.2mg/m ³
	重クロム酸及びその塩	特定されず	1%超	該当	クロムとして 0.05mg/m ³
	ニッケル化合物 (ニッケルカルボニルを除き、粉状の物に限る。)	特定されず	1%超	該当	ニッケルとして 0.1mg/m ³
	砒素及びその化合物 (アルシン及び砒化ガリウムを除く。)	特定されず	1%超	該当	砒素として 0.003mg/m ³
	リフラクトリーセラミックファイバー	特定されず	1%超	該当	5μm 以上の繊維として 0.3本/cm ³
	アルキル水銀化合物 (アルキル基がメチル基又はエチル基である物に限る。)	特定されず	1%超	非該当	水銀として 0.01mg/m ³
	オルトーフタロジニトリル	91-15-6	1%超	非該当	0.01mg/m ³
	カドミウム及びその化合物	特定されず	1%超	非該当	カドミウムとして 0.05mg/m ³
	五酸化バナジウム	1314-62-1	1%超	非該当	バナジウムとして 0.03mg/m ³
	シアン化カリウム	151-50-8	5%超	非該当	シアンとして 3mg/m ³
	シアン化ナトリウム	143-33-9	5%超	非該当	シアンとして 3mg/m ³
	水銀及びその無機化合物 (硫化水銀を除く。)	特定されず	1%超	非該当	水銀として 0.025mg/m ³
	ニトログリコール	628-96-6	1%超	非該当	0.05ppm
	ペンタクロルフェノール (別名 PCP) 及びそのナトリウム塩	87-86-5 131-52-2	1%超	非該当	ペンタクロルフェノールとして 0.5mg/m ³
	マンガン及びその化合物 (2021.4.1 から)	特定されず	1%超	非該当	マンガンとして 0.05mg/m ³ (レスピラブル粒子)
	溶接ヒューム (2021.4.1 から)	特定されず	1%超	非該当	マンガンとして 0.05mg/m ³ (レスピラブル粒子)
第3類物質	アンモニア	7664-41-7	1%超	非該当	—
	一酸化炭素	630-08-0	1%超	非該当	—
	塩化水素	7647-01-0	1%超	非該当	—
	硝酸	7697-37-2	1%超	非該当	—
	二酸化硫黄	2025884	1%超	非該当	—
	フェノール	108-95-2	5%超	非該当	—
	ホスゲン	75-44-5	1%超	非該当	—
	硫酸	7664-93-9	1%超	非該当	—

5. 8 分野独自の実験上の注意

第1項から第5項までの実験上の諸注意は、すべての化学実験に共通した一般的注意であったが、この項では各専門分野独自の実験上の安全に関する注意の一部を記述する。

実際に各専門分野の実験をするに当たっては、実験開始の前に各教員が、更に詳しく、安全面以外の注意も含めて講義するので、これらの注意事項も合わせて十分注意し、事故のないよう安全に実験を行うこと。

なお、専門分野をまたぐ実験を行うことも多いので、各自の専門分野の注意だけではなく、すべての専門分野の注意を熟読しておくこと。

(1) 反応有機化学実験実験

(2) 無機物質創成化学実験

反応性の高い無機材料を用いた実験や電気化学測定を中心とする実験等多様な実験を行うため、実験試薬の使用方法、装置（機器）の使用、実験条件の調整と確認、実験前後の準備と後始末の方法等、いずれも注意すべきことが多い。それぞれ下記のような内容に関する注意が必要である。基本的には自分の身は自分で守ることが肝要である。

- a. 試薬 毒劇物・危険物(可燃性・助燃性を問わない)を日常的に使用するため、必ず安全データシート(SDS)等によりそれぞれの試薬の注意事項を確認する。
- b. 装置の使用方法は教員および使用方法を熟知している先輩等に機器、操作方法に習熟した上で使用すること。特に高圧ガスや冷却水に接続されている装置は圧力や流量を含めた操作条件について十分に把握すること。高温炉の使用等の場合、温度制御ユニットの動作を確認し、安定に温度が制御されていることが確認されるまで、その場を離れないこと。また、動作中は常に温度管理が可能なように細心の注意を払うこと。高電圧・高電流下において作動する装置等において動作不良となった場合、必ず報告を行ってその指示により動作確認および事後の対処を行うこと。
- c. 実験操作における温度や圧力（場合によっては露点）の確認は充分に行うこと。ゲージの表示単位を間違えると思わぬ事故につながる。慣れないうちは複数員で確認すること。
- d. 実験装置や場所を占有する際には、実験の準備から後始末が終了するまで、何をしているかを必ず周知すること。また、その間、常に連絡が取れるようにしておくこと。
- e. フッ素・シアン化合物・濃厚な酸・アルカリ性溶液を使用するだけでなく、これらを高温で使用することもある。また、金属リチウム・マグネシウム等の金属細粒は微量であっても通常では見られない高い引火性を持つ物質になる。使用時には必ず失活方法を理解した上で使用すること。

(3) 有機合成化学実験

- a. オイルバスを高温で使用するとき、耐熱手袋を着用して火傷をしないよう十分な注意が必要である。
- b. ガラス管を切断する時には、耐切創手袋および保護メガネを着用し、手を切ったり、眼にガラス破片が入らないよう十分な注意が必要である。
- c. ガラス細工を行う時には、耐熱手袋を着用して火傷をしないよう十分な注意が必要である。

(4) ソフトマター界面機能化学実験

- a. ラジカル重合による高分子合成反応において、不注意にその組成や操作を大きく間違っ

場合に爆発の危険がある。内容を熟知して実験を行うことが必要である。

- b. 高分子合成反応において、高温の恒温水槽を使用する場合、熱湯の入れ替えなど火傷事故などの危険を十分注意する必要がある。
 - c. モノマーや有機溶剤などを使用する場合、保護メガネ、保護手袋を必ず着用し、換気下のドラフト内等で作業すること。
- (5) 高分子制御化学実験
- a. 有機リチウム試薬の有機反応やラジカル重合による高分子合成反応において、不注意にその組成や操作を大きく間違った場合に反応の暴走による爆発・発火の危険がある。内容を熟知して実験を行うこと。
 - b. X線回折装置の使用の際は、被ばくの恐れがあるので、防X線カバーが閉められていることを必ず確認するよう、十分注意する。また、ガラスバッジ等を用いて個人被曝線量の測定を必ず行うこと。
 - c. メルトプレス等、高温で熔融成形を行う装置を用いる場合は、防護手袋を必ず着用し、火傷に注意すること。
 - d. 引張り試験を行う際、試料破片が飛散する恐れがあるので、保護メガネを必ず着用すること。
 - e. 高真空・高圧装置を使用時において、装置の破損や不具合がないかを確認してから、使用すること。
- (6) 物質物理化学実験
- a. 薬品を使用する際には、安全データシート（SDS）等にてその毒性や性質を十分に把握した上で、保護メガネ・白衣・マスクを適切に選択して着用すること。また有害・有毒物質や発火性・引火性のある物質を取り扱う際は、自分だけでなく他者に危害を与えないよう周辺状況にも十分に気を配ること。
 - b. 真空装置の使用に際しては、ベルジャーやガラス部品の破損などの危険が伴うので必ず保護カバーなどによる安全対策を行うこと。ポンプの破損を防ぐためバルブ操作は慎重に行うこと。
 - c. 電気炉やホットプレートなどの加熱装置を使用するときは、耐熱手袋を着用して火傷や指詰めをしないよう十分な注意が必要である。
 - d. 紫外光、およびレーザーを用いる実験については専用の保護メガネを着用し、内容を熟知して行うこと。
 - e. 電気測定を行う際には、電気機器や配線ケーブルの仕様を確認して測定条件に適したものを利用すると共に、漏電や短絡が起こらないよう機器整備、配線系統の保守につとめること。装置・配線・端子に触れる前に、電源スイッチが OFF となっていることを確認すること。絶縁性の高い靴をはき、絶縁手袋を着用すること。
- (7) 材料機能化学実験
- a. 薬品を使用する際は、安全データシートを確認し、その薬品の危険性等について十分理解した上で取り扱うこと。
 - b. 実験室では、白衣と保護メガネを着用し実験を行うこと。
 - c. 遺伝子組換え実験を行う場合には、神戸大学遺伝子組換え実験実施規則に従い、適切に実験を実施すること。

d. 動物実験を行う場合は、神戸大学動物実験実施規則に従い、適切に実験を実施すること。

(8) 機能分析化学実験

- a. 試料を粉碎する場合には、飛散する可能性があるため、必ず保護メガネをすること。
- b. 微粉末試料は、飛散しやすいため、保護メガネ、防塵マスクをして取り扱うか、グローブボックス内で取り扱うこと。
- c. 硫化物を含む水溶液（廃液）は、酸性領域で硫化水素ガスが発生する可能性があるため、絶えずアルカリ性に保持すること。
- d. 高速液体クロマトグラフィー-フローインジェクション測定においては、事前に溶離液や発色液の在庫を確認するとともに、測定中においても、装置が正常に機能しているかの状況やデータがきちんと取得されているか等、プログラム制御による自動測定であっても、確認を怠ることのないようにすること。

上記の研究姿勢は、他の機器を用いた測定においても同様であり、測定中は常に実験に集中すること。

(9) 生体機能材料化学実験

- a. 有機合成、及び高分子合成実験を行う際には、保護メガネ、手袋、白衣を着用し、原則、ドラフト内にて作業を行うこと。
- b. 光架橋反応、薄層クロマトグラフィーなどで様々な光源ランプを使用する場合は、保護メガネを着用すること。
- c. 注射針： 使用用途にかかわらず、通常のごみに混入させないこと。所定の使用済の針入れにいれ、本学の廃棄規定に基づいた廃棄をすること。
- d. 油回転ポンプを使用するときは、そのオイル量に注意をし、残量が正常範囲を下回った場合専用の動作オイルを補充すること。また、オイルの色が濃い茶褐色に変色し劣化が確認された場合には、オイル全量を交換することが望ましい。オイルの量、色を定期的に点検すること。
- e. 細胞培養実験を行う場合は、指定された場所でのみ行い、内容を熟知して実験を行うことが必要である。また、細胞及び培養廃液、使用器具は、必ずオートクレーブ滅菌した後、本学の規定に基づいた処理を行うこと。また、ヒトを含めた動物由来の試薬を使用する場合には、ウイルスやプリオンなどの感染の可能性があるものとして、十分取り扱いに注意する。

(10) 膜工学実験

- a. 高温での製膜実験では、熔融紡糸原液からの蒸気を吸引しないよう、局所排気装置の使用とともに、防毒マスクなど保護具の着用を行うこと。
- b. リボンヒーター、ラバーヒーター等により配管、タンクなどを加熱温調する際は、温度検出部が適正かどうか、可燃材料の使用がないか、過熱による発火や火傷の危険性がないかを十分考慮した装置設計と運転手順を作成すること。
- c. ウォーターバスの使用時は、空焚き防止のため、過昇温防止装置、水位検出装置、通電遮断タイマーなどの二重の安全装置を必ず用いること。

(11) 触媒反応工学実験

- a. 薬品類について：毒劇物については、使用に際して、日時、使用者、使用量を化学薬品管理システムに記録するとともに必ず専用の保管庫に保管し施錠すること。他の薬品類につい

ても、実験装置あるいは実験台に放置せず、使用後は必ず薬品庫に保管すること。有毒ガスが発生する薬品については必ずドラフトチャンバー内で取り扱うこと。また、化学薬品を取り扱うときは白衣やゴム手袋、防護メガネ等を着用し、目や皮膚、衣服にそれらが付着しないように気をつけること。

- b. 高圧ガスボンベについて：高圧ガスボンベに装着する減圧弁はガスの種類に適合した減圧弁を使用すること。特に酸素，アセチレンについては，不適合の減圧弁を使用すると爆発事故のおそれがあるので十分留意すること。また，減圧弁をガスボンベに装着する際にねじの方向を確認すること。可燃性ガスやHe ガスは逆ねじ型の減圧弁を使用すること。毒劇物および可燃性ガスに関しては，適したシリンダーキャビネット内に設置すること。共通で使用しているガスボンベについては，使用前にガスの残圧を確認し，使用者の名前を記した札を明示すること。ガスの使用量や使用圧の変更に際しては各使用者に通知すること。終了したら使用中の札をはずし，最後の使用者はガスボンベを閉じること。空になったボンベと充填済みのボンベを入れ換え，減圧弁を装着するときは必ず2名以上で行い，装着後ガス漏れがないか必ず確認すること。
- c. 真空ポンプおよびコンプレッサーについて：油回転ポンプ（ロータリーポンプ）や圧縮空気を発生させるコンプレッサーは回転部分があるので，衣服等が巻き込まれないように十分注意すること。油回転ポンプを使用するときは，そのオイル量に注意をし，残量が正常範囲を下回った場合，専用の動作オイルを補充すること。また，オイルの色が濃い茶褐色に変色し劣化が確認された場合には，オイル全量を交換することが望ましい。オイルの量，色を定期的に点検すること。
- d. ガラス器具の取扱いについて：ガラスの特性を理解し，器具やガラスバルブ等の操作において急激な力をかけないこと。また，ガラス細工においては火傷に留意すること。見かけ上赤熱していなくとも高温である場合がある。また，ガラス器具取扱い時には，耐切削手袋を着用すること。
- e. 実験廃棄物について：廃棄物の内，廃液については，環境保全推進センターの定めるところの分別法に従い適切に保管する。使用済み触媒等の固体廃棄物については，所定の容器に廃棄すること。
- f. その他：実験に際して不明な点がある場合は，個人で勝手に判断せず教職員に問い合わせること。

(12) 界面材料工学実験

- a. 液体窒素を取り扱う際には，寒剤用手袋を着用し，直接触れない，こぼさない，換気をする等の十分な注意が必要である。
- b. 有機溶剤を取り扱う際には，保護メガネ・実験用手袋を着用の上，ドラフトチャンバー内で利用し，直接その蒸気を吸い込まないように注意する必要がある。
- c. 薬品の取り扱い時には，実験用手袋を着用の上，飛散・蒸散に注意して取り扱う必要がある。
- d. 各種細胞を取り扱う実験においては，実験終了後必ず殺菌処理をし，手洗いを確実にすることが肝要である。

(13) 移動現象工学実験

- a. 回転機器を取り扱う場合は，巻き込みに十分注意すること。

- b. レーザーおよび紫外線を使用する場合は、必ず保護メガネを着用のこと。
 - c. アルカリ性の流体を取り扱う場合は、必ず保護メガネを着用のこと。
 - d. モノマー類はドラフト内で取り扱うこと。
- (14) 粒子流体工学実験
- a. 液体窒素を取り扱う際には、寒剤用手袋を着用し、換気をする等の十分な注意が必要である。
 - b. レーザーを使用する場合は、必ず保護メガネを着用する。
 - c. 毒劇物を取り扱う際は、保護メガネ、マスクを着用し、室内の換気に気をつけ、ドラフト内で取り扱うこと。
 - d. 圧力をかけて溶液を押し出す際は、保護メガネと実験作業着を着用し、溶液の飛散に注意する。
- (15) 乾燥プロセス工学実験
- (16) 生物プロセス工学実験
- a. ヒトを含めた動物由来の試薬を使用する場合には、ウイルスやプリオンなどの感染の可能性があるものとして、十分取り扱いに注意する。
 - b. 遺伝子組換え実験を行う場合には、神戸大学遺伝子組換え実験実施規則に従い、適切に実験を実施する。
- (17) バイオ生産工学実験

参 考 文 献

化学同人編集部編 “実験を安全に行うために”
“続実験を安全に行うために”

化学同人 2017

寒剤利用講習会テキスト

神戸大学 研究基盤センター 2006