

ものづくり工房

VI. ものづくり工房における安全

ものづくり工房は、工学部の共用施設であり、ものづくり技術者を育てるための実践的な教育及び先端的な研究を行うことを目的とする施設である。本施設の目的ならびに使用については、付録の「ものづくり工房使用細則」として制定されている。ものづくり工房内の各部屋・スペースの使用に際しては、各部屋・スペース毎に別に定める「部屋・スペース使用規則」を厳守しなければならない。本「安全マニュアル」は、学生実験や演習において関係するであろう装置・機器を対象としている。したがって、使用が厳しく制限される機器に対する安全については、各部屋・スペースで別に定められる安全の手引きに従わなければならない。

1. 一般的心得

1. 1 施設の特特殊性

ものづくり工房では、使用を許可された者が、特定の場所で、特定の時間・期間にわたって使用することになるが、同一時間に複数のグループが、お互いの活動内容を知らずに1階、2階の各部屋・スペースで活動することが考えられる。このような時に事故、火災が発生した場合には、当人以上のものを巻き込んだり、巻き込まれたりする恐れがあるため、安全には特に気をつけることが必要である。特に、職員の勤務時間外である夜間及び休日はもちろん、職員の勤務時間内であっても、職員が不在となるときには、一層の注意が必要である。

1. 2 安全パトロール

ものづくり工房の運営組織であるものづくり工房運営委員会は、ものづくり工房内規第6条に従い、ものづくり工房内での安全の確保・維持を図るため、定期的な安全パトロールの実施、問題箇所に対する是正措置・指導を義務付けられている。したがって、使用者は、使用後の清掃はもちろん、作業時においても整理・整頓に留意し、日頃より安全に気をつけることが必要であり、安全パトロールによる是正措置・指導があった場合には、速やかにその指導に従わなければならない。

1. 3 事故・火災時の対処

各部屋・スペース壁に貼られた対処方法に従って、事故・火災への対処、関係部署への連絡を行うこと。

作業時に地震等自然災害が発生した場合には自身の安全を第一とし、可能であれば装置の緊急停止など保護措置をとり、決められた手順により避難すること。

1. 4 防災・防塵

火災の原因となる火気の使用には十分注意し、指定場所以外での使用は禁止する。

2階には、電子デバイスの作成室等があり、防塵の効果をあげるため、2階入口にて指定の上履きに履き替えること。

1. 5 セキュリティ

勤務時間以外での各部屋・スペースのセキュリティを確保するために、監視カメラによる無人監視と窓・扉の開閉監視を行う。勤務時間外に窓・扉が開けられた場合には、1階については、侵入者に対する警報等の措置、2階については、開け放し防止の措置が行われるので、不必要な開放は行わないこと。

2. 機械・材料工房

2. 1 一般的注意

2. 1. 1 作業服および保護具

- (1) 機械に巻き込まれたり、作業台上の重量物を引っかけた落下したりすることのないように、作業服には体にぴったり合った軽快なものを選ぶ。また、大きなポケットの無いものがよい。
- (2) 作業服のほころびは繕い、作業時には袖口をしめ、上着の裾をズボンの中に入れる。ネクタイ、手拭いなどを体のまわりでひらひらさせないようにする。
- (3) 可動部、回転部のある装置の付近で作業する時には、頭髪が巻き込まれることを防ぐために、作業帽を着用する。頭部の傷害が懸念される場合には安全帽を着用する。
- (4) サンダル、スリッパは絶対に使用しない。思わぬ大きな怪我を招くことがある。安全靴着用の指示がある場合には、安全靴を履いて作業する。
- (5) ネックレスや腕時計、その他装飾品は身につけない。不随意の運動により事故の発生要因となりかねず、負傷する可能性が高まる他、装飾品自体も切り粉等による損傷が考えられる。
- (6) イヤフォンなど耳を覆う、塞ぐ等の作用のある品物を身につけない。大音量で音楽を鳴らすなどの行為も禁止とする。聴覚は異常を感知するための重要な感覚である。
- (7) 回転部、高速運動部のある装置を取り扱う時には、手袋を使用しない。事故が起きた場合、手袋に引きずられて機械に巻き込まれる恐れがある。
- (8) 油や引火性溶剤のしみこんだ作業服は火事の原因となるので、作業服は清潔にしておく。
- (9) 引火性のあるもの、尖った刃物状のものをポケットに入れない。
- (10) 危険が予想される時には、その作業に適した保護具を使用する。切り屑や粉じんなどが飛散する場合には、防塵めがね・マスクを着用する。
- (11) 工房内でふざけたり、暴れたりすると負傷、最悪の場合には死亡事故に至る可能性がある。工房内にある装置の多くは金属を加工するに十分な動力を備えており、人体を容易に損傷する性能であることに留意されたい。

2. 1. 2 整理整頓と災害防止

整理整頓し、作業能率向上、事故防止を図る。安全な通路が常に確保できるようにする。

- (1) すべての物の正しい置き場所と置き方を定める。
- (2) 使用者全員が協力して常に最良の状態に保つよう管理する。
- (3) 機械・器具・工具の置き場と通路を区画する。機械間に設ける通路は幅80cm以上とすること。
- (4) 作業者が多すぎて、作業の安全や能率を阻害してはならない。
- (5) 器具を積みすぎたり、不安定・不注意な置き方をしてはならない。

- (6) 作業のための活動範囲にある床上・中吊りの障害物は取り除くこと。
- (7) 加工材料・工具等は足元に置かず、台上に置くこと。

2. 1. 3 工作機械使用における一般的注意事項

(1) 機械・装置の点検

まず機械の状態を点検すること。スイッチを入れる前に、ハンドル・ボタン・レバー位置などの操作部を調べた後、空転させてみて異常のないことを確認する。音にも注意すること。

(2) 工具の選定

刃物・砥石は使えば切れなくなる。いつもよく切れるものを使うべきである。

(3) 加工条件の選定

切削条件を、手引き・指導者の助言・推奨表などによって選ぶ。推奨条件範囲の中で、軽い条件からはじめ、切削状態を確認しながら重い条件に変えていく。

(4) 加工直前の確認事項

(a) 機械には、作業中ゆるめておくべき部分と締めつけておくべき部分がある。その状態を確認する。スパナ・レバー・ハンドルを突込んだままにしておくと、運転開始のとき危険である。

(b) 刃物・加工物を確実に取り付ける。大きさの小さいもの、掴みにくいものは特に念入りに行う。回転体では偏心とバランスが重要である。

(5) 操作における注意

操作は確実に行う。操作中、異常を発見したときは直ちに運転を止め、職員に連絡して措置する。びびり出したら（振動・異常音の発生）、作業を中止して、原因を調べる。切削条件を安定側の条件（例えば、切削速度・切込み量の削減、刃物・加工物の取り付け方法の改善など）に変更する。

(6) 加工中の注意事項

(a) 回転しているものには、絶対手を触れぬこと。手袋の使用は厳禁である。

(b) 不自然な姿勢で操作してはならない。よろめくと危険である。

(c) 切削箇所を加工中にのぞき込むことは危険である。

(d) 切削中、工作物、切屑は高温になるので、火傷と切傷に注意。切屑などが機械・刃物・加工物にからんだら、必ず機械を止めて取り除く。取り除くときは、ペンチなどの工具を使い、素手では絶対に行わないこと。

(e) 研削作業で出る火花は高温の切屑である。

(f) 加工物の寸法測定は機械を止めて行う。

(g) 停電した時は、まずスイッチを切り、次いでベルト・クラッチ・送り装置を遊びの位置に移す。切込んでいる刃物を離す。

(7) 高速回転体の回転面上に立たない

高速で回転する工具（砥石など）が破壊した場合、その回転面上に破壊した工具や工作物の破片が非常な高速で飛び散る。高速回転体の回転面上では、これらの破片の直撃を受けて大事故を招く恐れがあるので、絶対に回転面上で作業をしない。

(8) 機械・装置ならびに周囲に気を配る

担当する機械・装置に異常が生じた場合、それを速やかに感知し対処する必要があるが、周囲で発生する異常にも気づくように注意する。また、自分の行為で周囲のものに危険が生じな

いように配慮する。

(9) 作業に集中する

作業中はふざけたり雑談をしたりしない。また、作業中その場を離れず、作業に関係の無い場所へ立ち入ったり他の機械や装置に触れたりしない。何らかの要因により作業者に声をかけるときには、作業の様子を良く観察して危険が無いときに呼びかけるなど、事故が発生しないように注意する。

(10) 機械の停止

機械を止めるとき、惰力で回転しているものを無理に止めない。特に手足、工具、棒で止めることは危険である。また、切削中、刃物を切込んだままで機械を止めず、必ず引き離してから停止させる。

(11) 職員の指示に従う

機械・装置の使用にあつては、その操作法を熟知し、もし不明な点があれば職員の指示に従い、決して勝手な操作を行わない。また、使用中、異常振動や異常音などに気がついた場合には速やかに装置を停止し、職員に連絡する。

(12) 使用後の片づけと作業終了報告

作業終了後は、工具を取り外すとともに、機械や装置の周辺を掃除・整理・整頓し、電源を確実に落とし、作業終了報告事項を「使用記録簿」に記載すること。

2. 2 汎用工作機械における注意事項

2. 2. 1 旋 盤

- (1) 長い加工物を切削するときは、振れ止めを用いる。チャック仕事では、まず心押センタで受ける。
- (2) 切屑が飛散する材料の切削にはカッタ部分を囲うか、保護メガネをかける。
- (3) 心押台を使用しない時は、ベッドの端に置くか、取り外しておく。
- (4) バイトは作業に支障のない限り、できるだけ短く取り付ける。バイトの取り換えは運転中に行ってはならない。
- (5) 作業中のぞきこまないこと。必要なとき以外はできるだけ作業点から身体を遠ざけておく。
- (6) 切屑や切削油を飛散させないこと。必要に応じて、防護カバーをし、あるいは衝立を使用する。
- (7) ブラシなどで切削油を注油する時は、巻込まれないよう注意する。
- (8) 荒削り面やバリに手を触れないこと。手袋の使用禁止。
- (9) 油砥石をかける時またはペーパーをかける時は、身構えに十分注意し、砥石や手を外さないようにする。

2. 2. 2 フライス盤

- (1) 機械のテーブルの上に工具、材料、製品、布片等を載せない。
- (2) 切屑が飛散する材料の切削にはカッタ部分を囲うか、保護メガネをかける。
- (3) カッタに袖口を巻き込まれないようにする。
カッタの注油は上から行う。
切削中は切粉に手を触れない。
回転中の刃物軸（アーバ）ごしに手をのばして工具を取らない。
- (4) 切屑は手にささり易いので注意する。けがき線を見ようとして切屑を指先で払ってはいけない。ブラシを必ず使う。
- (5) 早送りは特に注意する。（早送りを止めても慣性によりテーブル送りは動いている）
- (6) 測定は必ず回転を止めてから行う。

2. 2. 3 帯鋸盤

- (1) 鋸刃の張りが適切であること、亀裂・刃こぼれの無いことを確認してから使用すること。
- (2) 素材は確実に固定する。短い素材では固定が不完全になりやすいので、バイス面の他端に調整具を挟むなどしてしっかりと固定する。
- (3) 調整・素材の取り付けなどは、機械を停止させて行う。
- (4) 運転の際には、鋸刃に手を近づけない。
- (5) 鋸刃の交換時以外は手袋の使用を控える。
- (6) 工作物の材質、厚さ、鋸刃の幅を考慮して切削条件を選定する。工作物を円弧切削する場合には、円弧の大きさに応じて、鋸刃の幅を選定し、切削すること。

2. 2. 4 ボール盤

- (1) ドリルをしっかりとチャックに取り付ける。
- (2) ドリル先端がふれ回りをしている状態で作業をしてはならない。ドリルをつけ直すか、ドリルを取り換える。
- (3) よく切れるドリルを使用する。切れないドリルを用いると、押付け力が大きくなってドリルが折れる。
- (4) 小片を手を持って穴あけすることは避けること。バイスで工作物をつかみ、バイスの一端をコラムに当て、振り回されないようにすること。
- (5) 材料が振り回されるのは、穴あけ終了時とドリルを抜く時に多い。薄板に穴をあけるときは、木片を下に敷き、一緒に穴あけするとよい。
- (6) ドリル回転中に切屑を手で払わない。手袋の使用を禁止する。頭髮や衣服が巻き込まれないように注意する。
- (7) 適当なドリル形状、周速度、1回転当たりの送り（したがって送り速度）などは作業条件推奨表などを参照して選定する。
- (8) ドリルに付いた切り屑は、素手で取り除かない。

2. 2. 5 グラインダ

- (1) 運転前に砥石に欠け、ヒビが無いことを確認する。回転中に破壊する可能性がある。

- (2) 砥石が破壊した場合には重大な事故となるため、砥石の回転面に立って作業しない。
- (3) 回転中の砥石に手を出さない。小さい工作物を加工する場合には、治具などで工作物を保持する。
- (4) 工作物を受け台に接触させて加工する。
- (5) 砥石の側面を用いない。
- (6) 加工中および加工後工作物は高温になるため、加工面を直ちに手で触れず、十分冷却させる。
- (7) 電源切断後も慣性で回転し続けるが、無理に止めようとしないこと。また完全に停止するまでその場を離れない。

2. 2. 6 電気炉

- (1) 稼動中ならびに稼動後暫くの間は、電気炉の外壁も熱くなるので、引火しやすいものを近くに置かない。
- (2) 加熱された電気炉内から試料等を取り出すときは、耐熱手袋等を着用し、火傷に注意しながら作業する。
- (3) 廃熱用ファンを塞がない。
- (4) パソコンで炉の温度を制御するときは、プログラム中の設定温度と時間が確かかを注意深く確認する。

2. 3 NC工作機械における注意事項

2. 3. 1 全般的注意

NC工作機械には多くの種類があるが、全体に共通する注意事項を挙げておく。

- (1) 加工物等の取り付けは確実に固定する。
- (2) 工具の取り付け状態および配置をチェックする。
- (3) 原点オフセット設定値・工具オフセット設定値あるいは原点設定値・工具長補正等の設定値の確認をする。
- (4) 運転に際してはプログラムを入念に点検し、加工手順を確認する。
- (5) 初品加工の際はプログラムの点検のみならず、動作チェック・各部の干渉チェックを含めて [空運転] → [シングルブロックでの切削] → [連続運転] と順次行う。最初から連続運転を行うことは禁物である。
- (6) 切削中は切屑・切削液、場合によっては折れた工具などが飛ぶ場合があるので、前面カバーを必ず閉め、安全な位置に離れる。
- (7) 運転中、操作者は異常があれば直ちに非常停止ボタンを押して停止できるような態勢で注意深く動作を監視し、周囲の者もテーブルの移動範囲内や主軸の回転面内に入ってはならない。雑音電波等の影響で突然異常な動作をする可能性がある。
- (8) 必要に応じて、オーバーライドで送り速度や主軸回転数を加減して無理な切削を避け、また微調整にはパルスハンドル等を活用する。
- (9) 操作は単独で行うのが基本である。やむを得ず2名以上で操作する必要がある時は、互いに充分確認し合って扱う。
- (10) 機械の点検・清掃・切屑の除去等は運転中に行わないで、必ず機械を停止してから行う。

2. 3. 2 NCフライス盤

- (1) 加工プログラムが正しく書けているかの動作確認を行うため、NCフライスのZ軸上で工具と工作物の距離を十分とって事前動作させること。
- (2) 工具および工作物を確実に固定する。
- (3) 回転中の工具や駆動中のテーブルには手を出さない。
- (4) 作業中に切り屑が飛来する場合には、遮断版などで防ぐ。
- (5) 作業中は加工が正常に進んでいるかを常に確認し、異常が生じた場合には速やかに非常停止ボタンを押せるよう、装置の近くの安全な場所にいること。

3. デジタル工房

3. 1 感電

本工房において使用する装置は殆どが電源電圧100Vまでの弱電機器であるが、内部に高い電圧を使用した危険箇所もある。また、弱電でも人体を通過する電流値、通過部位、通電時間によっては生命に関わる感電事故となる。例えば、我々の皮膚抵抗は乾燥時には数十kΩ以上あるが、濡れている場合は数百Ω以下に低下するので、100V電圧でも100mA以上の電流が流れ、感電死する場合がある。そのため、機器には漫然と触らないようにし、注意を怠ってはならない。

3. 2 電気火災

電気火災の主要原因は、電気機器や配線の加熱および漏電加熱である。前者の防止のためには、機器および配線の冷却に注意をはらう必要がある。後者は絶縁の破損や老朽、および接地の不備のため生ずる漏電電流によるものであり、絶縁物の吸湿、結露や塵埃の汚損等があると一層発生しやすくなる。そのため、絶縁抵抗の点検を行ない、絶縁物の乾燥と表面の活浄を保つようにすること。また、接地を確実にして、漏電電流を有機材料や木材などの可燃物に流さないことも必要である。加えて、電気接点の開閉や前述の静電気による電気火花も、引火性気体や可燃性物質の存在する場合には、火災あるいは爆発の原因となるので注意すること。

3. 3 過熱・破裂

電気部品を使用して回路を構成し、試運転する際には接続の誤りなどにより過熱し発火、もしくは部品が破裂、飛散する可能性がある。試運転時には可能であれば電流値に注意し、過電流が観測された場合には即座に試運転を取りやめる。また過熱に伴い匂いが発生することもあり、異常を知るための重要な指標となる。

3. 4 工具類

工具類は使用前に欠陥がないか十分確認し、欠陥と考えられる場合は、担当者に通報するようにする。また、工具類は取り扱い方法に従い正しく取り扱い、本来の目的以外には使用しないこと。特に尖った工具については、自分や他人の身体に危害が加わらないよう注意する。置き場所に配慮することは勿論のこと、持ったまま急ぐことのないようにし、持ち運びには厳重な注意をすること。また、整理整頓に努め、使用後は、速やかに所定の位置に戻すようにする。

3. 5 測定機器類

測定機器等の精密機器は慎重に取り扱うこと。装置の取扱中には感電、漏電に注意しなければならない。そのため、測定器端子や電源コンセントの金属露出部分には、直接手で触れないようにすること。また感電の他、錆び等による故障の原因にもなるので、濡れた手で実験を行わないこと。測定器や実験装置からの異常な発熱、発煙、臭いなどの異変・異常があれば、直ちに主電源を切り、事故を未然に防ぐことが必要である。配線ケーブル類をも含めて整理整頓を行い、使用後は所定の場所に戻すようにする。

なお、電気電子系実験における安全についての詳しい内容は、本手引きの信頼性情報システム工学科の項などを参照のこと。

4. デバイス・材料工房

4. 1 感電等

デバイス・材料工房で用いる電源は主に100Vの電源であるが、一部には200Vの電源が配置されている。100V電源であっても不用意に接触すると大きな電流が体内を流れる場合があるので注意を要する。特に、濡れた手でコンセントなどを触ることは非常に危険である。また、200Vの電源や高圧電源を使用するときはより注意深く操作することを心がけること。

4. 2 ドラフト

ドラフト内で化学反応や薬品処理を行う場合には、必ずドラフトのファンを回転させて排気しながら操作を行うことが基本である。特に、揮発性の高い酸や引火性のある有機溶媒を用いる場合には前面の扉の開口を小さくしてそれらの薬品の蒸気が室内側に拡散しないようにする必要がある。また、薬品を使用して加熱処理・反応を行う場合は、それらの工程が終了するまで傍について様子を観察していることが必要である。ドラフト内には必要最小限のものしか置かず、整理・整頓した状態で実験を行うことが、不測の火災や事故を防止するための必須条件である。

また長時間の反応実験等に伴い、途中不在になる場合は危険性について警告する掲示を必ず行うこと。

4. 3 電磁石

電磁石は特に危険なものではないが、次のような注意が必要である。

- (1) 電磁石では比較的強い磁場が発生するので、キャッシュカード、フロッピーディスクなどの磁気記憶媒体は絶対に近づけないこと。近づけるとデータが破壊される場合がある。
- (2) 鉄やニッケルなどの素材でできた工具や金属は近くに置かないこと。これらは磁場で吸い寄せられて飛んでいき、物を破損したり人に怪我を負わす場合がある。
- (3) 心臓のペースメーカーを使用している人は近づかないこと。

4. 4 真空装置

真空装置を用いる場合には、起動時の手順、停止時の手順を十分に確認した上で操作すること。さもないと、真空装置を破損するおそれがある。特に、拡散ポンプが水冷の場合には、冷却水を流した状態で拡散ポンプをONにし、また拡散ポンプをOFFにしてから十分時間を待った後に冷却

水を止めること。

4. 5 計測機器等の取り扱い

この工房にある計測機器は精密機器であるものが多いので、取り扱い・操作は丁寧に行うこと。使用に当たっては、取扱説明書を十分読んでから操作し、異常な使い方をしないこと。

5. 先端工房1（RP室）

(1) 光造型装置では、樹脂硬化用にレーザーを使用しているため、レーザーの使用法を遵守し、直接光源を見ないこと。メンテナンスなどにより、光源を見る危険性がある場合には、必ず専用の保護めがねを着用すること。

(2) 樹脂は有機溶媒を使用しているため、換気には十分気をつけること。作業中には、必ず換気扇及びエアコンによる換気を行うと同時に、1時間に5分程度はドアや窓を開放し、換気を行うこと。

(3) 光造型装置内部には高電圧源を有しているため、装置のメンテナンスなどで装置内部を見るときには、必ず主電源を切ってから行うこと。

(4) 樹脂は直接人体に影響を及ぼすことは少ないが、硬化した場合取り除くことが困難なため、皮膚に触れたり、衣類につかないように気をつけること。万一、ついた場合には、溶剤で洗浄した後、十分に水で洗い流すこと。

6. 先端工房2（回路製作室）

6. 1 入室心得

(1) 回路製作室は簡易クリーンブース内で半導体微細加工を行う実験室である。設備・薬品類の利用に関しては予め管理者から十分な教育・指導を受けること。

(2) 簡易クリーンブース内作業を行う場合は、所定の無塵服、帽子、くつを着用し、さらに所定のマスク、手袋をすること。

(3) 簡易クリーンブース内の設備は、素手で触れないこと。

(4) 簡易クリーンブース内に入室する際は、簡易クリーンブースの電源を入れフリーンブース内が与圧になったことを確認してから入室し、入室後はクリーンブースのチャックを下まで完全に閉めること。

(5) 酸素センサーが設置してあるので、酸素入室前に酸素濃度を必ず確認すること。

6. 2 ドラフト作業

(1) ドラフトは酸・アルカリ用と有機薬品用の2種類が設置してある。使用する薬品に適したドラフトを利用すること。

(2) 入室前に超純水の電源がオンになっていることを確認し、比抵抗が $10^{16}\Omega\text{cm}$ 以上であることを確認すること。

(3) ドラフト作業の際には、耐薬品手袋、耐薬品エプロン、保護マスクを必ず着用すること。

(4) ドラフトの排気が十分行われているか確認すること。

6. 3 薬品の利用

- (1) 薬品の利用は香川大学の規則に従う事。
- (2) 薬品を利用する際には管理者に申告し、薬品管理システムへの登録を必ず行うこと。
- (3) 薬品保管庫及び廃液保管庫のかぎを管理者から受け取ること。
- (4) 薬品の使用前に必ず重さを測定し、前回残量と一致するか確認すること。（管理システムより警報が出ます。）
- (5) 薬品使用後は蓋が閉まっていることを確認し、さらに薬品びんを十分に純水で洗い薬品が付着していることがないようにすること。
- (6) 薬品使用後は必ずその重量を測定し、管理システムファイルを上書き保存すること。
- (7) 使用した薬品の廃液は、決してドラフト内に廃棄せず、その薬品用の廃液保管ポリタンクに捨てること。なお廃液用ポリタンクが8分目以上の時は新しいポリタンクを使用し、薬品名を油性マジックで大きく明記すること。
- (8) 1次洗浄水は原則回収すること。（廃液タンクへ捨てる。）
- (9) 使用後のビーカー類は、洗浄を繰り返し行い薬液が付着していることがないようにすること。
- (10) 耐薬品手袋に付着した薬液にも十分な注意を払うこと。（必ず洗い流す）
- (11) 薬品が体に付着した際は、原則直ちに水で10分以上洗い流し医師の診断を受けること。

6. 4 装置の利用

- (1) マスクアライナー等の装置を利用する際は、管理者より十分な教育を受けること。
- (2) 装置回りの整理・整頓を十分行うこと。

6. 5 その他

- (1) ごみは分別して捨てること。
- (2) こまめに掃除器で掃除をし、手垢が付着している場所はエタノールでふき取ること。
- (3) 安全第一を心がけ、緊急の際はまず身の安全を確保するように行動すること。

7. 先端工房3 (MBE室)

7. 1 一般的心得

MBE室で実験を行う者は事前に利用者として登録を行い、使用に必要なトレーニングを必ず受けること。

- (1) 実験装置、機械等は使用前に点検を行うこと。特に前回の使用記録をチェックして前回の使用状況や異常の有無を確認すること。
- (2) 使用記録を記入し、装置の状態、使用状況の記録を残すこと。
- (3) 使用後の性能点検・整備、清掃を必ず行うこと。
- (4) 実験室・研究室の清掃、整理整頓に努め、快適な環境下での実験を心がける事。
- (5) 研究室の最終退出者は、ガス、（終夜使用を必要なものを除く）水道、（終夜通電を必要なものを除く）電気のスイッチ等を切り、窓およびドアの施錠を確認して帰宅する。

7. 2 薬品に関する注意

(1) 二種類以上の薬品（水による希釈を含む）を調合する時は、その起こりうる反応（反応熱、ガス発生の有無等）についてあらかじめ調査・考察して操作手順を考慮する。また、一度に全量の薬品を使用せずに少しずつ調合する。

(2) 換気扇やドラフトチャンバーを必ず使用し、排気に努める。

(3) 保護めがねを極力使用すること。薬品類が目に入った時は、あわてず出来るだけ早く、顔を大きく開き、水をゆっくり流し込んで洗眼する。（必ず事故をすぐに報告）

(4) 薬品を使用する際はビニール手袋や保護めがねなどを使用する事。薬品類が手、顔、身体についたときには、落ちついて多量の水で洗い流す。（必ず事故をすぐに報告）

(5) 毒物、劇物薬品の入っている戸棚は必ず施錠する。

(6) 使用記録がある場合、必ず必要事項（使用月日、品名、使用量、残量など）を記入すること。使用記録と実際が合っていない場合、責任者にすぐさま報告すること。

7. 3 廃液・廃棄物に関する注意

(1) 廃液・廃棄物に関する香川大学の規則に従う事。

(2) 化学薬品や重金属の溶けた水溶液は決められた容器に貯蔵し、ドラフトの排水溝や下水道に流してはいけない。

(3) 油脂、有機溶剤（ベンゼン、アセトン、エーテルなど）も特に定める容器に貯留する。

(4) 金属片、耐火物、ガラス、プラスチックなどは不燃廃棄物として捨てる。電池は別にして決められた場所に捨てる。

(5) 使用済み試薬の瓶は元のふたを閉め納入業者に返却する事。決して別の試薬や廃液を入れてはならない。

(6) 廃液の保管容器への移し替えの際にも混合や化学反応による発熱（そしてガスの発生）が生じる。ドラフト、保護めがね、保護手袋の使用をすること。また発熱した場合ドラフト内にて充分反応が収まるまで排気を行い、その後反応が収まってからふたを閉めて保管庫に移すこと。このような場合ともすれば数時間もしくは1昼夜を要する場合があります、使用者は現場を離れる場合、メモなどを残して他の人へ事情を周知すること。

7. 4 ガス及び液体窒素に関する注意

7. 4. 1 ガスや蒸気の吸入による危険性

以下に挙げるガスのほとんどは直接使用することはないが、産業の一部には現実に必要なものとして使用されている。またその使用を意図しない場合でも化学反応の結果発生する場合もあり、ガスに関する知識（毒性、比重、反応性、臭い等）は自分の身を守る上で重要である。以下に注意を必要とするガスを化学式とともに挙げる。

オゾン (O_3)、シアン化水素 (HCN)、ホスフィン (リン化水素, PH_3)、アルシン (ヒ化水素, AsH_3) などのガスは猛毒であり、少量で死に至る危険がある。その他、硫化水素 (H_2S)、フッ化水素 (HF)、ジアゾメタン (CH_2N_2)、アンモニア (NH_3)、塩素 (Cl_2)、塩化水素 (HCl) 等のガスも窒息あるいは、粘膜障害を起こすので注意して取り扱うこと。

7. 4. 2 液体窒素

(1) 凍傷に注意する(革もしくは低温用手袋の着用)。また、衣類にしみこまないように留意する。

(2) 液体窒素(LN₂)、液体ヘリウム等の液化ガスが気化すると、その膨張のため簡単に部屋に充満してしまうので、酸欠状態にならないよう換気に気を付ける。

(3) 液体窒素(LN₂)、液体ヘリウム等の移し替えなどの際には水蒸気の結露による凍り付きが生じ、バルブや移送管が動かなくなる場合がしばしば生じる。これらはブローによる温風で氷を溶かしてから操作を行うこと。決して力任せに開閉脱着の操作を行ってはならない。頑丈に見える金属製のバルブでもこのような低温では脆性を示す場合があり、このような乱暴な操作の結果生じるガタやゆるみ等の隙間に水が結露しそれが氷となって膨張し、更に隙間が大きくなる悪循環が装置の寿命を著しく縮めるからである。

7. 4. 3 酸素

酸素以外のガスが大量に室内に洩れると空気中の酸素が少なくなる。このため生命の維持が困難となる。人間にとって許される下限は17%で、特に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るときは必ず換気を行わなければならない。頭痛や脱力感などの自覚症状がある場合には、換気が十分かどうかを疑い、万一不快を訴えたり、意識を失った者がいるときは直ちに室外に連れ出し、気道の確保などの救命処置をほどこし、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。特に液体窒素使用中は酸素モニターの表示に留意し、常に酸欠に注意し、換気を行うこと。

7. 4. 4 高圧ガス

ガスは通常圧力容器に高圧で貯蔵されている。高圧ガスを取り扱うときのポイントはガス圧の物理的な力に注意することであり、特に人間にとって危険なのは、圧力よりは力であるから表面積の大きいほど圧力に対する注意を必要とする。ゲージ圧力で10kg/cm²以上の圧縮ガス並びに圧力2kg/cm²以上の液化ガスを密閉容器で使用するときは、高圧ガス取締法の対象となる。容器の運搬、保護、バルブ、減圧弁の操作には特に注意を要する。基本的に内部の圧力の不明な容器(ボンベや試薬の瓶など)は高圧を持ち、ガスや試薬の噴出などの危険があるものとして対応すべきである。

7. 4. 5 特殊ガス

以下に挙げる特殊ガスは直接使用することはないが、化学反応の結果発生する場合もあり、自分の身を守る上で重要である。

(1) シラン(モノシランともいう) SiH₄

無色で不快臭のある気体で、空気よりわずかに重い。発火温度が室温以下なので、大気中に放出されると発火し、白色の煙を出して燃焼する。爆発下限界は1.3%と低い。また、わずかな空気があっても燃えるので、上限界は100%に近く、非常に広い爆発範囲を持つ。

(2) アルシンAsH₃

無色で、これらのような臭いの気体で空気より重い(空気に対する比重2.7)可燃性ガスで、爆発限界は5.8~98%である。常温では安定で、大気中では発火しない。230℃付近からは分解がお

きる。非常に毒性の強いガスで、血液中のヘモグロビンと結合し溶血作用がある。許容濃度は0.05ppmで急性中毒が現れ、10ppmで長時間で致死、250ppmで即死する。燃焼生成物（As₄O₆等）も毒性があるので注意が必要である。

(3) ホスフィンPH₃

無色、不快臭の気体で空気より重い可燃性ガスであり、濃度の高いガスは常温の空气中で発火する。非常に毒性が強く、吸入すると数分以内に呼吸困難、窒息性けいれん等の症状を起し、死に至る。許容濃度は0.3ppmであり、2000ppmを吸入すると数分で死ぬ。

(4) ジボランB₂H₆

無色、特有の臭いの気体で空気よりわずかに軽い。可燃性ガスで爆発限界は0.8～88%である。発火温度は低いが、常温で空气中で発火しない。水と反応して水素を発生する。ハロゲンとも激しく反応する。非常に毒性が強く、中毒すれば肺への障害を起し、また肝臓・腎臓を侵す。許容濃度は0.1ppmである。

7. 4. 6 ガスの検知

ガスの多くは検知器によって検出することができる。しかしながら毒性を持つガスの多くは固有の臭いを持ち（有臭）、しばしば鼻の方が先に検知することがある。変な臭い、不快な臭いあるいはのどや目などの粘膜の刺激はこういった有毒ガスの発生を示している。こういった場合、まず速やかに風上などへ待避し、つぎに責任者への報告を行い、換気等の対策を行うこと。

7. 5 各種分析機器・測定器の取り扱いに関する注意

研究室のすべての装置の使用にあたっては、取扱説明書を熟読し、習熟者に使用方法を教してもらい、装置を十分理解してから使用すること。

7. 5. 1 レーザー光線

レーザー光線は輝度が極めて大きく、直接目に入ると失明の危険性が大きい。また皮膚などの大火傷を引き起こすことも多い。下記に留意する。

(1) レーザー光の波長にあった保護メガネを着用。しかし、保護メガネは案外見づらいために、無意識のうちに作業中に外してしまい、レーザーが目に飛び込んで来ることもよくある。

(2) 近赤外レーザー光、紫外レーザー光は目に見えないので注意する。

(3) 大電流を流している。感電に十分に注意する。

(4) 冷却水、電磁リレーのチェックを忘れないように。

(5) レーザー発振中は他の人間への呼びかけも怠ってはならない。

7. 5. 2 真空装置

(1) 真空系（排気系および実験系）に振動を与えないこと。

(2) 真空排気装置、特に拡散ポンプの近くに物を置かない。

(3) 冷却水を流した状態で拡散ポンプのスイッチを入れる。

(4) 停止させるときは順序を間違えないこと。また、拡散ポンプが完全に冷えてから冷却水を止めること。

(5) 異常が生じた場合に自分で理解できない事であれば、勝手に操作せずに、直ちに教職員に連

絡する。

7. 6 単独実験の禁止

MBE室の実験において学生単独での実験は原則的に禁止する。

7. 7 最後に

これまで挙げてきた安全対策や手順を遵守することは面倒であり時間も余計にかかる大変に忍耐を要することである。ともすれば省略したりとぼしたりしたいとゆう誘惑に駆られるであろう。事実、いくつかの手順はやらなかったとしてもそれだけでは大した問題が生じないように見える。しかしながらこういったズルや不注意はしばしば連鎖して思いもかけない様な大惨事を引き起こすものである。むしろ新聞に報じられる事故の多くはこういった小さな事の積み重ねが原因となっている。特に複数の人間が関与する場合、連絡の不備もあってその危険は倍加する。大学における実験事故は、場合によっては死者が出る事もある。教員の中には真夜中に実験室に点検のためだけに戻った経験を1度ならず持っている人が多数いる。逆にユーザーの注意深さが異常を検知し事故を未然に防いでいる例も数多くある。異常を検知し事故を未然に防ぐ能力は装置や実験に対する理解や普段の点検などによって養われる。本書では学生ユーザー個々が高い意識を持ってこのような能力を習得することを切望している。

第2に大学のように複数のユーザーが1つの実験・装置を共同使用する場合、ユーザー同士の連絡が重要である。使用の開始・終了の連絡、異常の有無、通常手続きの変更、装置の状態などの連絡を充分におこなうことによって先に挙げたミスや異常の連鎖をくい止めることができる。また相互に知識を共有・保管することで異常を探知する能力を養うことができる。使用記録の記入はまさにこの目的のためであり、ユーザー同士の申し継ぎや直接会えない場合にはメモや書き置き等を行い、連絡の確保に努めるべきである。ほんの数分の手間が結果に大きな違いをもたらさうる事を肝に銘じてほしい。

付 録

ものづくり工房使用細則

(目的)

第1条 この細則は、香川大学工学部ものづくり工房内規第11条の規定に基づき、ものづくり工房の使用に関し必要な事項を定めることを目的とする。

(使用者)

第2条 ものづくり工房を使用することができる者は、次の各号に掲げる者とする。

- 一 本工学部の職員
- 二 本工学部の学生
- 三 本工学部に受け入れた各種研修員・研究員及び外国人研究者(以下「研修員等」という。)
- 四 ものづくり工房長が許可した者

(工房等の名称と使用の範囲)

第3条 ものづくり工房に、次に掲げる部屋・スペースを設け、それらの使用範囲を定める。

- 一 事務室 実験実習系の事務室及びものづくり工房の受付窓口として使用する。
- 二 会議室 会議室として使用する。
- 三 機械・材料工房 機械加工、機械系・材料系の実験実習、課外活動としてのものづくりに関する作業に使用する。
- 四 デジタル工房 電気系、情報系の実験実習、課外活動としてのものづくりに関する作業に使用する。
- 五 デバイス・材料工房 デバイス系、材料系の実験実習、課外活動としてのものづくりに関する作業に使用する。
- 六 先端工房1 (R P室) 先端的なものづくりに関する作業に使用する。
- 七 先端工房2 (回路製作室) 先端的なものづくりに関する作業に使用する。
- 八 先端工房3 (M B E室) 先端的なものづくりに関する作業に使用する。
- 九 資材部品庫 各種資材・部品・製作品等の管理場所として使用する。
- 十 1階通路 通路としての使用の他、製作品の展示、実験場所として使用することができる。
- 十一 2階通路 通路としての使用の他、実験場所として使用することができる。

(施設の使用方法)

第4条 前条に掲げた第1項第1号及び第9号を除く各号に掲げた工房等を使用しようとする者は、施設使用願い(別紙第1号様式)をものづくり工房長に提出し、許可を受けなければならない。

二 ものづくり工房長は、施設の使用の許可にあたっては、人員、使用期間及び使用箇所等について必要な調整を行うことができる。

三 ものづくり工房長は、施設の使用を許可したときは、施設使用許可書(別紙第2号様式)を交付するものとする。

四 施設を使用する者は、別に定める使用規則を厳守しなければならない。

五 施設使用願いの提出、施設使用の許可は、別紙第1号様式、第2号様式で行うほか、指定されたWeb上でも行うことができる(現在、準備中)。

(使用時間等)

第5条 課外活動としてものづくり工房を使用できる日時は、次の各号に掲げる日時を除く日時とする。

一 12月29日から翌年の1月3日まで、ただし、前後に土曜日、日曜日を含む場合にはその期間も含むものとする。

二 実験、演習、講義等の正課の授業時間及びその準備時間

三 本学主催の公開講座等の催しに関わる時間

四 その他機械点検等のため、ものづくり工房長が必要と認めた日時
(時間外の使用制限)

第6条 ものづくり工房への入室及び在室は、原則として平日の午前8時30分から午後6時まで(以下「勤務時間」という。)とし、この時間外には、許可を受けた者以外の入室及び在室は認めない。ただし、職員についてはこの限りではない。

二 機械・材料工房室にある機械加工機の使用は、安全上、午前8時から午後10時までとし、この時間以外の使用は、万が一の事故に対する対処が確保されない限り認めない。

三 勤務時間外は、防犯上、出入口の電気錠、窓開閉センサーを稼働させるので、開放しないこと。

四 勤務時間外のものづくり工房への出入りは、1階正面玄関の電気錠扉を使用すること。
(監視)

第7条 勤務時間以外は、監視カメラにより無人監視を行う。

(全般的留意事項)

第8条 ものづくり工房を使用する者は、次の各号に掲げる事項を遵守しなければならない。

一 許可された使用目的・内容以外に使用しないこと。

二 使用時間を厳守すること。

三 初めての使用に際しては、安全講習を受講し、工学部作成の「安全の手引き」に従って使用すること。

四 施設・設備又は備品を破損又は滅失、汚染した場合には、直ちに、職員に報告し、その指示に従うこと。また、備付けの物品を許可無く持ち出さないこと。

五 使用後は、清掃及び整理整頓すること。

六 その他使用に際しては、職員の指示に従うこと。

(損害賠償)

第9条 使用者は、施設・設備又は備品を故意又は重大な過失による破損又は滅失した場合は、その損害を弁償しなければならない。

(使用の取り消し等)

第10条 使用者がこの細則に違反し、又はものづくり工房の運営に重大な支障を生じせしめたときには、ものづくり工房長はその許可を取り消し、又はその使用を停止することができる。

第11条 この細則に定めるもののほか、ものづくり工房の使用に関し必要な事項は、ものづくり工房長が定める。

附 則

この細則は、平成15年10月1日から施行する。

