

知能機械システム工学科

IV. 知能機械システム工学科における安全

この安全マニュアルは、知能機械システム工学科に在籍するすべての学生が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、卒業研究などにおいて、一部の学生だけが関係するような機器に対する安全は記載されていない。

1. 一般的心得

1.1 一般家庭との相違と基本的な心得

自動車、自転車、洗濯機、掃除機、暖房機器、調理用機器など、多くの機器が一般家庭で用いられている。これらの機器と、学生諸君が実験、演習、卒論などで用いる機器とでは、どのような違いがあるか。

家庭では、新生児・幼児からお年寄りまでの幅広い年齢層の人、様々な健康状態の人が一緒に生活している。家庭用機器は、これらの人達が周りで活動していること、機器に関して専門知識のない人達が操作すること等を想定して安全対策が施されている。これに対して、実験などで用いる機器は、専門知識を有する限定された使用者を想定して設計製造され、安全対策が施されている。工作機械やロボットなどでは、可動部分が発生している力、電源から流れうる電流量などが家庭用機器とは比較にならないほど大きい。このため、不注意や操作ミスなどが思わぬ大惨事につながる恐れがある。また、初めて取り扱うであろうものに、例えば、窒素ガス、アルゴンガス、液体窒素などのガス類がある。これらはそれ自体に毒性がないが、無酸素の状態で呼吸すると即死の恐れがある。

事故発生を防ぐために、機器の動作原理を理解した上で安全に関する注意事項を十分に会得し、機器を使用しなければならない。機器によっては、その危険性や使用中などの状態を周囲の人達に周知できる手段、部外者が容易に接近できないような手段を講じて、機器使用者以外の人達が事故にあうことを防ぐ必要がある。また、事故が万一発生した場合には、自身および周囲の人達の安全を第一として、事故発生時のマニュアルにそって対処することが重要である。

1.2 本学科における安全に関する基本事項

1.2.1 事故の主な原因

本学科で起こりうる事故のおもな原因として、運動量（質量×速度）の大きな物体との接触・衝突、馬力の大きな駆動源をもつ運動物との接触、力・熱などの微小領域への集中、感電、高温物体との接触、薬品の付着、ガスの吸い込み、などが考えられる。これらをよく理解しておくことが、各機器の安全対策を着実に実行する上で、また、初めての機器に接する場合に安全対策がとり易いという点から大切である。

A. 運動量（質量×速度）の大きな物体との接触・衝突

交通事故の恐ろしさはよく承知していると思う。ところで、車が静止している場合には、直接的な事故を引き起こすことはない。動いている車が急停止したり、人や物に衝突すると事故につながる恐れがある。物体の運動に関するニュートンの第二法則によると、力は運動量（質量×速度）の時間微分で表される。運動量の大きなものが衝突などして短時間に停止すると大きな力を

発生する。運動量は質量と速度の積であるので、金属工作時の切り屑のように、質量が小さくとも高速度な飛散物は、大きな運動量をもっているので注意が必要である。また、直線的な運動だけでなく、回転運動しているものにも同様のことが当てはまる。

B. 馬力の大きな駆動源をもつ運動物との接触

エスカレータは、人が階段を登る程度のゆっくりとした速さで動いている。しかし、エスカレータの動きを人の力で止めることはできない。想定される最大負荷に見合った、大きな馬力の駆動源で動いているからである。工作機械やロボットなどがたとえゆっくりと動作していても、その動作範囲に入ったり、接触する必要がある場合には、十分な注意が要求される。

C. 力・熱などの微小領域への集中

包丁に同じ力を加えても、背では切れなく、刃では切れる。これは力が加わる領域の大きさに依存している。この領域が背部では大きいため単位面積当たりの力が小さい。しかし、刃をあてた場合、刃が物と接する部分の面積が小さいために、単位面積当たりの力が非常に大きくなり、その物を切ったり破壊したりすることができる。金属の切り屑、面取りをしていない端部などのように、刃物状の箇所を有する物品は取り扱いに注意が必要である。このような微小領域へ集中すると破壊力を生じるものに光がある。凸レンズで集束した光を皮膚などに照射すると、局所的に高温度になり、火傷の原因となる。特に、レーザー光は、ほぼ完全な平行光線であるために、出力の低いレーザー光線でも眼に直接当たると、網膜上で微小なスポットに集束して網膜に損傷を与える恐れがあり、非常に危険である。

D. 電気（感電）

感電すると、人体に電流が流れてショックを受ける。電流が皮膚を通して人体を流れる場合、充電部に触れたり握ったりした状態から自力による離脱が可能な限界の電流値は、

成人男子に対する平均値：16 mA

成人女子に対する平均値：10.5 mA

である。さらに、30mA以上の電流が数分以上流れると、生命に危険が生じる。

E. 薬品、ガス

実験や研究によっては、酸、アルカリ、有機溶媒など多種多様の薬品を使用する場合がある。皮膚についたり、肺に吸い込んだり、眼に入ってしまった時には、個々の薬品によって作用が異なり、対処の仕方も違ってくる。また、引火性がある場合には火の気に対する注意が必用である。薬品に関する毒性などを使用する前に十分に理解し、取り扱い方、使用時の環境・場所、廃液処理、使用記録などは所定の手順に従って行わなければならない。ガスについても薬品と同様である。

1.2.2 事故発生の防止、発生時の処置

事故の原因として、前節に述べたような事項が想定される。事故は、これらの原因が複合して起こることが多い。各種機器の使用にあたっては、実験担当指導者による安全に関する指示や、マニュアルなどの注意事項を守り、事故防止を図る。さらに、機器の動作原理をよく理解し、可動物の質量や速度などの機械的な動き、配線まわり、電圧・電流などから危険を予測して、必要な安全対策がとられていることを確認するとともに、安全に対する自己意識を高めるようにする。安全対策が不十分と判断された場合には、担当指導者に相談して対処する。このようなことから、もの作りにおける安全設計の考え方を身につけてもらいたい。

各機器の使用者が事故防止策を理解しているのは当然であるが、理解していない人達がそれらの機器に近づく可能性がある場合を想定し、危険箇所や注意事項などが一目でわかるような表示をする。自分の知らない、あるいは関係しない機器などに近寄る場合には、一層の注意が必要である。

人はミスを犯すことがあるということを前提として、事故発生の防止、事故発生時の適切な処置などを心掛けねばならない。機械装置を取り扱ったり、実験を行ったり、深夜あるいは休日に実験や研究が及ぶ場合には、必ず担当指導者の指示を受け、原則として2人以上で作業すること。

事故発生によって、火災が発生したり、ケガをしたときなどは、本書巻頭に記述された手順に従って、冷静に素早く対処すること。

1.3 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て落と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、大きなポケットのないものが多い。
- (2) 作業服のほころびは繕い、作業時にはそで口をしめ、上着のすそをズボンの中に入れる。ネクタイ、手ぬぐ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ときには、頭髮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) 足のけがは比較的多い。サンダル、スリッパなど、また滑りやすいものを使用しないこと。実験担当指導者から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) 回転部、高速運動部のある装置を取り扱うときには、手袋を使用しない。事故が起こった場合、手袋に引きずられて機械に巻き込まれる恐れがある。
- (6) 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。
- (7) 引火性のあるもの、とがった刃物状のものをポケットに入れない。
- (8) 危険が予想されるときには、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、防じんめがね・マスクを着用する。
レーザー光を使用する場合には、波長や光出力に応じて、保護めがねを使用する。

1.4 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たりしてはならない。
- (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. 機械加工実験

2.1 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・担当指導者の助言・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。締め過ぎ、ゆるめ過ぎにも注意しなければならない。

(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。バランスが崩れたままにしておくと、振動が発生し危険である。

(5) 操作における注意

操作は確実にを行う。操作中、異常を発見したときは直ちに運転を止め、実験担当指導者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・切込み量の低下、刃物・加工物の取り付け条件の改善など）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、絶対手をふれぬこと。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、やけどと切傷に注意。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。

(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が完全に停止してから行う。

(g) 停電したときは、まずスイッチを切り、ついでベルト・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に高速で飛び散る。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。特に二人以上で作業を行う場合、そのうちの一人が他の者の安全を確認した後、機械や装置を操作する。

(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。

(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) 実験担当指導者の指示に従う

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実験担当指導者の指示に従い、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、実験担当指導者に連絡する。

(12) 使用後のかた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、整頓し、全ての電源などを確実に落とし、指導担当者に作業の終了の報告を行う。

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) 心押台を使用しないときは、ベッドの端に置くか、取り外しておく。
- (3) 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。
- (4) 作業中のぞきこまぬこと。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。
- (5) 切屑や切削油を飛散させぬ。この状態がひどいときは、防護カバーを使用する、あるいは衝立を用いる。
- (6) 筆などで切削油を注油しても余り効果はないが、やむをえず行うときは巻込まれないよう注意する。
- (7) 荒削り面に手をふれぬこと。手袋の使用禁止。
- (8) 油砥石をかけるとき、またペーパーをかけるとき、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、布片等をのせない。
- (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。必ずブラシを使う。
- (5) 早送りは特に注意する。（早送りを止めても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禁止する。
- (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。振り回されて危険である。
(バイスで工作物をつかみバイスの一端をコラムに当てる。)
- (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ときに多い。薄板に穴をあけるときは、木片を下に敷いて、とも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。

2.2.5 グラインダ

- (1) 砥石が破壊した場合に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。
- (2) 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。
- (3) 工作物を受け台に接触させて加工する。
- (4) 砥石の側面を用いない。
- (5) 加工後の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。

2.3 NC工作機械における注意事項

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ときは、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。

2.3.1 NCスライス盤

- (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、前もって動かすこと。
- (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に、装置の近くの安全な場所にいること。

3. 材料試験機

- (1) 最大10, 50 tonの荷重を発生する試験機であるから、取扱い方法を熟知した上で使用に当たること。
- (2) クロスヘッドを移動させるときは周囲の安全を確かめてからスイッチを入れる。クロスヘッド移動中はネジを切ったシャフトが回転するが、衣服や頭髮などが巻き込まれると大変危険なので十分注意する。なお、インストロン型は荷重負荷中もシャフトが回転する。
- (3) 材料によっては試験中突然試験片が破断・飛散することがあるので、試験中に試験片をのぞき込んだり、触れたりしてはいけない。
- (4) 破断した試験片をチャックから取り外す際、鋭くとがった破断面でけがをしないよう気をつける。
- (5) 試験片取り付けジグには重量物が多いので落下させないよう気をつける。
- (6) アムスラー型試験機において、試験後テーブルをリターン（油圧をバイパスさせる）するとき、足などが挟まれることのないようリターン中は試験機に近づかない。
- (7) 試験片をチャックやジグに取り付けるときは、誤ってクロスヘッドやテーブルを動かすことがないように、操作パネルに触れてはならない。

- (8) 破断したときの反動で試験片が落下することがあるので注意すること。
- (9) 圧縮、曲げ試験において、ジグから試験片がはずれて飛び出す恐れがあるときは、衝立を置くなど十分に安全に配慮する。

4. 感電の原因と対策

(1) 配線材料や装置の不良

ネジがゆるんだスイッチやプラグ、締め付け不良の端子、すわりの悪い機器の配置など、配線材料や器具類の機能的欠陥・機械的の不良は感電事故に結びつく。実験回路や装置構成時の吟味と、常日頃の点検が必要である。

(2) 絶縁不良

絶縁不良は、電気の安全にとって最も決定的な欠陥となる。人体や持ち物が絶縁不良部に直接触れると直ちに感電する。直接触れなくとも、漏電の原因となり、感電や電気火災などの重大事故発生につながる。絶縁抵抗の低下は、絶縁材料の経年劣化、吸湿、絶縁表面の汚染や濡れなどによって生じる。常時点検し、乾燥清浄状態を維持するように手入れする。また、濡れた手などで電気器具を触ることは絶対に避ける。

(3) 接地の不備

接地は電気回路・装置のある部分を大地に接続することであり、その部分の電位を大地電位（0 V）に維持する。信頼性の高い接地と絶縁は、回路・装置の正常な機能発揮と安全の確保にとって不可欠である。接地が不十分であると、思わぬ場所に予想外の高電圧が現れ、機器の絶縁破壊を招くばかりか、感電や漏電の原因になる。また機器のケース接地は絶縁不良などに対するフェイルセーフになる。機器の接地端子を確実に接地することが大切である。

(4) シーケンサキット配線時における注意

シーケンサキットは商用100 Vが各端子に印加されるので、直接触れると極めて危険である。シーケンサキットの配線時はキットの電源用ブレーカーを遮断するだけでなく、電源コンセントを抜いてから必ず行うこと。電源コンセントを抜く際にコードを引張っているのがよく見かけられるが、コードの断線の原因となるので必ずコンセント部を持って行うこと。

また、回路が完成し電源を入れる際には、もう1度回路を点検し、誤りがないかどうかを確認すること。

5. ロボット操作と制御の実験

本実験では、産業用ロボットを利用して、ロボットのパレタイズ制御などの実験を行う。以下の安全手順を確実に遵守して、実験を進めなければならない。

- (1) 電源を投入する前にロボットの可動範囲に人がいないことを確認する。また、不要な工具やワークなどが放置されていないこともあわせて確認すること。
- (2) 電源を投入したり、ロボットを動かしたりする前に、作業用ワークや周辺機器等が、所定の初期位置にあることを確認すること。

- (3) 電源投入後に、まず、非常停止スイッチを実際に作動させてみて、正常に動作することを確認すること。
- (4) ロボットをジョグ操作により慎重に動作させ、正常に動作すること、および、各軸の動作範囲があらかじめ決められた各動作制限領域内であることを確認する。
- (5) 教示作業は、実験担当指導者の指示を受けてから、ロボットの操作方法及び操作手順どおりに行うこと。ロボットを勝手に動かしてはいけない。
- (6) 教示作業においては、直ちに運転を停止できるようにするため、非常停止スイッチを常時押せるように態勢を整える。
- (7) 運転開始は、非常停止が随時可能な態勢を整え、担当指導者、同一班の人達、周辺の人達等に運転開始の合図を出してから行うこと。
- (8) ロボットの運転は、ワークや周辺装置との干渉がないように注意しながら、ジョグ速度をなるべく低速にして行う。ロボット運転中は、ロボットから目を離さないこと。
- (9) ロボットを運転する場合、必ず、安全柵やガード等による設けられた安全防護領域内には立入禁止とすること。実験者とロボットが接触することにより、作業者に危険を生ずる恐れがあり、また、ロボットに装着した工具や把持したワークの飛散などの危険がある。必ず、指定している安全領域内で作業を行わなければならない。
- (10) ロボットの動作範囲内で教示作業を行う場合、必ずロボットの制御の優先権を確保してから行うこと。
- (11) ロボットの安全速度を必ず守ること。
- (12) プログラムを作成するとき、先ず3Dシミュレータを使用し、シミュレーションを行って、プログラムの有効性を確認すること。作成したプログラムによって直ちにロボットを動かしてはいけない。
- (13) プログラムミス等により、周辺装置と干渉する恐れがある。プログラム編集後の自動運転前には必ずステップ運転で動作を確認すること。

6. レーザ取り扱いにおける一般注意事項

6.1 学生実験用レーザの規格

学生実験において用いるレーザはHe-Neガスレーザ（波長：632.8 nm，最大出力：10 mW，連続発振）である。本レーザは日本工業規格に定めるレーザ分類基準において、クラス3Bに分類されている。クラス3Bの危険度は「直視危険」とされており、下記全クラスにおいても危険度の高いレーザであることを認識して取り扱うこと。

- ・クラス1 …………… 危険度低い
- ・クラス2 …………… 要注意

参考 このクラスのレーザは本質的には安全ではないが、通常、目のまばたきの反射作用を含む嫌悪反応によって目に対する保護ができる。

- ・クラス3A …………… 要注意

参考 400～700 nmの波長範囲で放出されるレーザでは、目のまばたきの反射作用による嫌悪反応によって、目に対する保護ができる。しかし、光学的手段（例えば、

双眼鏡) を用いてビーム内を観察することは、危険である。

・クラス 3 B [学生実験用レーザー] …………… 直視危険

参考 このクラスのビーム内での観察は危険である。ただし、拡散反射による焦点を結ばないパルスレーザー放射の観察は危険ではなく、ある条件下では連続発振ビームは拡散反射器を介して安全に観察することができる。

・クラス 4 …………… 拡散光も危険

参考 可視光及び近赤外放射のクラス 4 レーザは、危険な拡散反射を生じる可能性がある。これらは、皮膚傷害をもたらし、また、火災を発生する危険がある。

6.2 一般的なレーザー取り扱い規格

日本工業規格「レーザー製品の放射安全基準」(JIS C 6802)では、クラス 3 B レーザの取り扱いについて下記のように基準を定めている。

- (1) クラス 3 B のレーザーは直接光又は鏡面反射光を裸目で見たとき極めて大きな危険性がある(ビーム内観察状態)ので、直接ビームの観察を避け、かつ、鏡面反射を管理するために、次の安全予防対策を講じなければならない。
 - (a) レーザは管理区域内だけで運転しなければならない。
 - (b) 偶然の鏡面反射を防ぐための注意を払わなければならない。
 - (c) 適切な材料のビーム遮断器で終端しなければならない。
 - (d) 直接又は鏡面反射ビームのいずれかを観察する場合又はクラス 3 B の可視光レーザービームの拡散反射に対する安全な観察条件に合致しない拡散反射を観察する場合には、目をレーザー保護めがねで保護する必要がある。
 - (e) 管理区域の入り口には、レーザー警告標識を設けなければならない。

6.3 学生実験時取り扱い遵守事項

以上を鑑み、レーザー光が直接目に入らない事に特に注意して下記事項を遵守すること。

(1) 実験開始時：

不用意にレーザー光路中に反射性の表面をもった物体を近づけてしまい、反射光が目に入ってしまう危険がある。そのため、光沢面を有する物体(例：時計、指輪、ネクタイピン、万年筆、その他光沢面をもつもの)を身につけないこと。

(2) 実験中：

- (a) プリズム等、光学部品により反射、屈折した迷光が思いがけない所に照射される危険がある。そのため、レーザー光路高さに目線を置かないこと。また、不用意に光路高さに目線を置かないため、実験中は椅子に座らぬこと。
- (b) レーザ射出口にはラベル(レーザー光出口 注意—ここからレーザーが出ます)が貼られている。レーザー射出口を直接目で覗き込まないこと。
- (c) 光路調整時には下記の事項を守ること。
 - ・必ず保護めがねを着用すること。
 - ・レーザー射出口直後に減光フィルタを挿入して、十分レーザー照射強度を低減すること。

(3) 実験終了時：

- (a) レーザ射出口に備え付けられた遮光シャッターを、レーザー光遮光状態に設定すること。

- (b) 電源ボックスに備え付けられた鍵を電源OFFにすること。
- (4) 万が一、レーザ光が目に入射した場合は下記事項を遵守すること。
 - (a) 電源ボックスの鍵によりレーザ発振を停止、もしくはレーザ射出口の遮光シャッターによりレーザを遮蔽すること。
 - (b) 実験担当指導者に速やかに申し出ること。
 - (c) 異常を感じる際は速やかに眼科に於いて下記の検査を受けること。
視力検査、眼底検査、角膜水晶体検査等