

## 第2章 電気・電子・情報分野

### 第1節 電気一般

#### 1 電気による災害の危険性

科学技術の発展によって、電気は、交通、放送、通信、家庭の電化製品など安全で安心できる快適な暮らしに欠かせない。このように有用で便利な電気であるが、扱い方を誤ると感電や漏電によって大きな災害を発生させる。

電気による災害は、感電による死傷災害と電気火花や電線などの加熱による爆発や火災の二つがある。電気を使用する場合は、この両者に対する防止対策が必要である。

厚生労働省による労働災害の統計資料によると、表2-1・2のように毎年のように感電死亡災害事故が発生している。しかしながら、1969年以降は感電に起因する死亡者数は減少傾向を示しており、これは電気設備技術基準や労働安全衛生法など各種法令の制定によるものと考えられる。

表2-1 感電死亡災害者数(単位：人)

	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年
大阪府	—	4	3	7	3	—
全国	19	14	21	14	13	12

(厚生労働省労働基準局および大阪労働局 事例・統計情報より)

表2-2 大阪府内で発生した感電死亡災害事故の一例

発生年	職種	年齢	経験年数	災害状況
平成19年	塗装工	20代	3年	工場天井の塗装工事中に天井クレーンのトロリ線に感電した。
	電気工	30代	13年	鉄道架線柱の送電線配管を解体作業中、送電線(6,600V)に接触し感電した。
平成20年	電工	40代	16年	シャッターのモーター配線を切断し、配線を接続する作業をしていたところ、感電した。
平成21年	技能者	50代	34年	作業所のレイアウト変更中に、コンセントの移設中に200Vの配線に感電した。
	電気工事士	20代	19ヶ月	水銀灯の位置(高さ5.8m)を手工具で延長する作業をしていた際に感電した。
平成22年	製造工	50代	25年	グラインダーで金属製品の研磨作業中に作業場で倒れているところを発見された。被災者は左胸から左脇下にやけど痕がある状況で感電した。
	土工	50代	4年	工事現場で溶接作業中に突然うめき声をあげ倒れた。傍らに通電中のアーク溶接ホルダーが落ちていた。

(大阪労働局 事例・統計情報より)

## 2 感電による人体への影響

人体への感電として、配線または接地の不備、装置の絶縁不良または誤使用などを原因として、これらの不良によって生じた漏電部分に接触したり、通電されている部分に不注意に触れたりして起こる直接的な感電が大半である。超高圧送電設備やラジオ放送の送信所近くにおける電磁波による誘導起電力、衣服またはインテリア製品の静電気により感電する場合もある。その他に、落雷による感電死亡災害事故も常に起こっている。

感電による傷害として、最も重篤なものは感電死であるが、電流の熱作用によるやけど、人体の内部器官の生化学的な変化による急性腎不全などによる死亡などもある。死に至らない程度の電流値であっても、少しのショックで身体は、重大な影響を受ける。また、墜落など二次的な災害に結びつく場合もある。

感電の危険性は、直接的には電圧の高低ではなく、「電流の値」「電撃を受けている時間」「電源の種類」「通電経路」によって危険性が異なる。人体の電気抵抗は、おおよそ 500～1 k $\Omega$ であるが、人体と通電されている電極との接触面積や湿度などの環境で大きく変化する。人の皮膚抵抗は、電圧値が 100V 程度の時、皮膚が乾燥している場合の抵抗値は数 10k $\Omega$ あるが、皮膚が発汗していると約1/12、水に濡れていると1/25にまで低下する。よって、発汗時または水場作業時は、危険性が増大する。

### (1) 電流の値

感電した場合の危険度は、人体に流れた電流値の大きさによって左右される。人が電撃を感じる最小感知電流は、交流で0.5mA、直流で2mA程度といわれている。電流の値を大きくしていく時、筋肉が耐えられる限界の電流を苦痛電流といい、8mA前後といわれている。電流をさらに大きくしていくと、筋肉の痙攣が激しくなり、神経が麻痺して自由がきかなくなる。自由がきかなくなる限界の電流値を不随電流といい、逆に自由を失わない最大限度の電流値を離脱電流といい、おおむね10mAといわれている。さらに、電流値を大きくしていくと、心臓が痙攣(心室細動)を起こして血液の循環に支障が生じ、持続すれば死亡にいたる。その値を心室細動電流といい、40mA前後といわれている。

### (2) 電撃時間と接触電圧

人体に通電されている時間が長くなると、危険になることは当然のことである。人が、充電部と大地との間で電撃を受けた場合に、体に加えられる電圧を接触電圧という。日本ではこの接触電圧についての規定はないが、ドイツでは65V、スイスでは50V、イギリスでは40Vとなっている。人体の抵抗値を 500 $\Omega$ として 100V位の電圧において 0.8秒で危険となる。

### (3) 電源の種類

感電の危険度は、交流か直流かによって異なる。また、周波数が40～150Hzが最も有害とされている。よって、私たちが使用している、商用周波数(50/60Hz)がもっとも危険である。

### (4) 通電経路

露出充電部または漏電している電気機器のフレームなどに手・腕などが接触し、電流が身体の一部を通過して他の手または脚から大地に抜けていく。その経路に心臓部が入ると、心室細動に陥る危険性が高まる。また、接触した電源が低圧回路の場合、身体の筋肉が被災者の意志に関係なく収縮する。よって、手や腕の内側が充電部と接触すると筋肉が収縮して接触部から離脱できなくなる。また、高圧回路に接触した場合は、身体の筋肉が瞬間的に伸張し、充電部から跳ね飛ばされる状況となる。その場合、高所作業では高所から墜落し、床上

作業中では後方に身体が飛ばされ、後方の工作物などに衝突する事故になる。

### 3 感電防止のための注意

電気機器による感電に注意し、濡れた手、導電性の靴または靴底に金属性の鋳がある靴を履いて実験などを行わない。

感電事故を防止するために次のことに注意する。

- ① 配電盤は大容量なので、不用意に開閉しない。特に、三相電源は注意する。
- ② 配電盤または電源スイッチは、不用意に操作したり触ったりしない。
- ③ 電気配線は、必ず電気機器類の電源をオフにして行う。
- ④ 複数の分岐配線など、コンセントの容量を超えて、電気機器を接続しない。
- ⑤ コンセントに接続される電気機器の配線は、作業中に足で引っ掛けたりしないよう対策を施しておく。
- ⑥ 実験・測定終了後は、必ず電気機器のスイッチをオフする。
- ⑦ 接地は確実にを行う。
- ⑧ 電源を入れる前には、確実に実験回路を点検する。
- ⑨ 異常を発見した時は、直ちに電源を切る。
- ⑩ 電気回路に触れる時は、必ず電源を切る。
- ⑪ コンデンサを含む回路は放電後に扱う。

### 4 感電時の対応

- ① 他の作業者が感電している状況を見つけた時は、直ちに電源を切る。
- ② 感電して離脱できない状況があれば、まわりの人が速やかに電源を切り、被災者を救助する。同時に、周辺作業者に救護室への通報を依頼する。
- ③ 電源が切れない状況で救助する場合は、絶縁手袋、絶縁靴などを着用し、救助者が感電しないようにする。
- ④ 感電によるやけどは、内部まで及んでいる場合が多いので、外見上は軽傷でも医師の手当をうける。もし、心肺停止などの緊急を要する場合には、救助隊などに通報すると同時にAED・心肺蘇生法などの緊急処置などの人命救助に全力を尽くす。また、感電のショックなどによって、2次的に頭部などを後方にある棚または機材などに衝突している可能性があるため、外傷・骨折などにも注意する。

## 5 電気による火災

電気火災は、表2-3のように毎年多く発生している。

表2-3 全国で発生した火災と電氣的な原因での火災件数（単位：件）

	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
全火災件数	53,276	54,582	52,394	51,135	46,620
電氣的な原因の火災件数	3,377	4,684	4,651	4,403	4,652
電氣的な原因の火災比率%	6.33	8.58	8.88	8.61	9.98
大阪府内の火災件数	3,375	3,632	3,392	3,266	3,081

電氣的な原因の火災とは、電灯電話等の配線・配線器具・電気機器・灯火・電気装置類よりの火災である。  
(総務省消防庁防災情報室資料より)

## 6 電気火災の原因

### (1) 漏電による地絡

漏電は、電気の通路として設計された以外のところへ電気が流れる現象であり、電気のあるところすべてに漏電の可能性がある。日本では、電気機器には接地工事が義務付けられているので、漏電の大半は地絡である。低圧回路の場合は数アンペア～数十アンペアの漏電で着火物が発火する。高圧では、10kV位の場合、湿った木材では絶縁破壊が起こり、10mA程度の電流で着火するといわれている。

### (2) 充電部の短絡

一般家庭を含めて、充電部の短絡による電気火災が非常に多い。その原因としては、電線被覆の絶縁劣化のほか、露出充電部への異物の接触、水滴・塵埃の堆積などがある。

### (3) 接続部の過熱

接続部の過熱としては、電線の接続部の接触不良、接続端子部のねじ緩み、または開閉器の接点部による過熱などが挙げられる。

### (4) 絶縁劣化

電気機器内部での絶縁物や電線の絶縁被覆などが永年の使用による絶縁劣化が起こる。よって、漏電が生じる。

### (5) トラッキング現象

最近、多く発生している電気火災の原因に「トラッキング現象」がある(図2-1)。

これは、コンセント部分または端子接続箱の活線部分に埃がたまり、周囲の湿気が吸着する。その埃に微少な電流が流れて、部分的に絶縁破壊が発生してプラスチックを炭化させる。その結果、コンセントやプラグなどのプラスチック部の絶縁物が炭化する。よって、瞬時に短絡電流が流れて、火花放電の発火状態となる。このトラッキング現象は、常時電気製品のプラグを差している状況で発生するので、外出中の無人の状況でも発生する。また、一般的には過電流遮断器(ブレーカー)が作動しないので、注意が必要である。

トラッキング現象を防止するには、日常において定期的にコンセントからプラグを抜いて埃の除去に努める必要がある。特に、家庭では冷蔵庫や電子レンジ、机や家具の裏面に設置されているコンセントなどに、注意が必要である。また、最近ではプラグの金属刃の一部に絶縁処理を施した、トラッキング防止製品が販売されている。

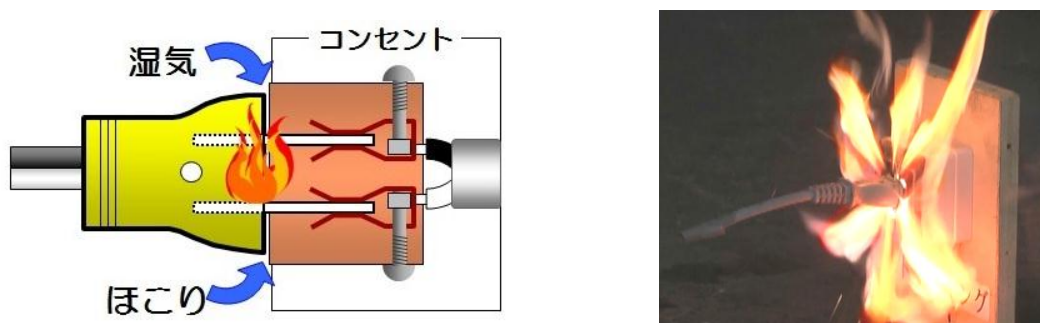


図 2-1 トラッキング現象  
(画像提供 大阪市消防局より)

## 7 電気火災の防止のための注意

電気火災は、電気設備において電線の絶縁劣化、過熱、湿気、腐蝕などにより絶縁破壊が生じて発生するものがほとんどである。したがって、その防止には、絶縁抵抗の測定によって絶縁状態を確認することが重要である。

- ① 各種の配線などが他の金属体または可燃物と隔離しているか。
- ② ヒューズ、ノーヒューズ・ブレーカーなどは、その機能が発揮されるよう点検しているか。
- ③ コード、ソケット、コンセントなどは、表示されている許容電流を越えていないか。
- ④ 1 電源から複数の分岐配線を行っていないか。
- ⑤ ビニルコードを、移動して使用する電動工具などに使用していないか。
- ⑥ 作業場所において、引火性ガスや切削による粉塵などが充満していないか。換気、通気、清掃に注意する。

## 8 電気火災の消火時に対する注意

電気機器または配線の過熱、漏電による発熱によって電気設備から出火することが、電気火災の主要因である。過熱は、電気設備の電力容量の増設や冷却によって防止できる。発熱は設備の絶縁不良または接地不良、老朽化によって生じるので、日常の絶縁抵抗の点検や目視点検、設備の清掃で防止できる。電気設備による火災が発生したときに、電源が切断されていない状態であれば、一般の火災と異なり、消火に水は使用できない。

電気火災には、粉末式消火器や炭酸ガス消火器などが適している。特に、電子計算機などの高価なシステムの場合は、消火方法によっては、消火による2次的被害がきわめて深刻となる。

### (1) 燃焼と消火の原理

物質が燃えるには、可燃物・酸素供給源・点火源が必要でこれを燃焼の三要素という（燃焼を継続する連鎖反応を加え、四要素ということもある）。消火を行うには、これらの要素のいずれかを除けばよい。

以下に、消火方法を四つ示す。

#### ア 冷却法

燃焼物に水などをかけて物体の温度を燃焼に必要な温度以下に下げ、燃焼を止める方法。

## イ 窒息法

燃焼しているところへの空気(酸素)の供給を遮断して消火する方法。  
ろうそくにコップをかぶせると火が消えるのは、燃焼するのに必要な酸素がなくなるからである。

## ウ 除去法

可燃物を除去して消火する方法。

## エ 負触媒(抑制)法

火の中で起こる化学的連鎖反応を中断することによって消火する方法。

## (2) 火災の種類と消火器

火災は、燃焼する物質により三つに分けられる。

### ア A火災(普通火災)・(泡消火器・粉末ABC消火器・強化消火器)

木材、紙、繊維などが燃える火災

### イ B火災(油火災)・(泡消火器・粉末ABC消火器・強化液消火器・二酸化炭素消火器)

石油その他の可燃性液体、油脂類などが燃える火災

### ウ C火災(電気火災)・(二酸化炭素消火器・粉末ABC消火器・強化液消火器)

電気設備・電気器具などの火災

## (3) 火災が発生したときの注意

- ① 火災を発見したら大きい声で周辺の者に知らせる。自分一人で消火しない。
- ② 火災の通報は、最も敏速でなければならない。電話連絡の要領を日頃から周知する。
- ③ 感電を防ぐため、直ちに付近のスイッチを切る。
- ④ 消火隊が来るまでは、防火管理者に従って消火を行う。
- ⑤ 危険物による火災や付近に危険物があるときは、危険物取扱主任者の有資格者の指示を受けて消火作業を行う。

## 9 電気の安全に関する法的規制

### (1) 電気事業法

電気による事故は、人的にも物的にもかなり重大で広範囲に災害または被害をもたらすので、電気の安全に関して種々の法的規制がある。

電気配線も含めた学校の電気設備については、「電気事業法」によって自家用電気工作物(高圧を受電)として、自主的な保安管理を義務付けられている。自家用電気工作物の保安管理は、主任技術者の責任と指導監督のもとに、教員が協力して保安管理に当たらねばならない。

### (2) 電気用品安全法

電線、配線器具、電熱器具、電動機、その他の電気用品については、粗悪品による感電、火災などの危険および電波障害の発生を防止し、電気用品の災害から保護する目的で「電気用品取締法」が制定され、製造、販売、使用などが規制されてきた。そして、平成13年4月1日に「電気用品安全法」に改正され、それまでの甲種・乙種電気用品は廃止され、新たに、図2-2の「特定電気用品」と図2-3の「特定電気用品以外の電気用品」に規定された。

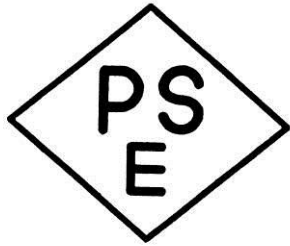


図 2 - 2 「特定電気用品」  
〈P S〉E

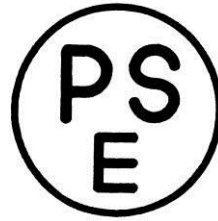


図 2 - 3 「特定電気用品以外の電気用品」  
(P S)E

### (3) 電気工事士法

電気工事では、電気工事士法の規制がある。これは、不良工事による電気災害の防止を目的としており、電気工事士免状を持たない者の工事施工を制限している。

以上の法令は、いずれも学校現場にも適用されるので、教員はこれらの法令に留意して事故が起こらないようにする。

## 10 電気の安全管理

### (1) 電気設備の点検

実習に使用する機器は、動力源または熱源として電気を使用しているものが多く、電力を機械エネルギー・熱エネルギーに変換するための電動機・発熱体を内蔵している。これらの機器は、「電気用品安全法」による厳しい規制に合格したものを使用している。よって、簡単に故障するものではない。しかし、無理な使用または長期間の使用によって故障したり、故障とはいえなくても電气的な安全性が低下したりすることがある。

したがって、これらの機器の使用に当たっては、必ず始業前点検を行う。使用中は、熱、異臭、音、振動などに注意し、異常があれば機器を停止させて詳細な点検を行う。

#### ア 電撃を認知する場合

- ① 機器の金属部に触れて感電する場合は、電線などの導体が機器のどこかに直接接触しているか、絶縁不良箇所を通じて漏電している。
- ② 機器の接地が不完全になっている場合は、絶縁抵抗計により各機器の絶縁抵抗を測定し、絶縁抵抗値が低ければ修理が必要である。
- ③ 接地工事は、300V以下の機器の鉄台及び金属製外箱は、特別な場合を除いてD種接地工事を施す必要がある。その他に、A種、B種、C種接地工事がある。

関連事項(電気設備の技術基準の解釈 第17～19条、第28条)

#### イ 過熱・異臭を認知する場合

- ① 電動機が過熱・異臭を放つ時は、電動機に過大な負荷がかかっているか、電動機が故障している場合である。負荷を外して無負荷運転をさせても過大な電流が流れる時は電動機が故障しており、無負荷時に異常がなければ負荷に問題がある。負荷については、負荷の大きさ、動力伝達系での摩擦などの原因と考えられる。
- ② 電気炉または大電流を必要とする機器では、発熱体以外の導体の接続部が異常に発熱して高温になる場合がある。これは、「接続部の緩み」などによるものであるから、接触部の汚れなどを取り除き締め直す。また、締め直しても不完全な場合は、圧着端

子などの接続部品を交換する必要がある。

#### ウ 異音・異常振動を認知する場合

機器の内部より電氣的な異常音や異常な振動が発生する場合は、専門的な診断・修理が必要あり、修理が完了するまで使用しない。

### (2) 電気用品(電線)

普通の電気工作物に用いられる電線には、絶縁電線、コード、ケーブル類がある。いずれも多くの種類があり、それぞれ性能または用途が異なる。したがって、電線を使用する時は、使用目的または仕様にあわせて、特に耐電圧・許容電流に考慮したものを選定し、使用する。

### (3) 電気工事

電気工事については、工事の欠陥による災害の発生を防止する目的で「電気工事士法」が制定されており、同法によって、電気工事士免状を持たない者の工事施工が大幅に制限されている。例えば、電線相互の接続または配線器具を造営材に固定し、これに電線を接続する作業などは、無資格者の者が行ってはならない。

なお、軽微な工事は、無資格者でも行うことができ、電気工事士法施行令第1条に示されている。

## 11 電気機器の危険性

近年、科学技術の進歩に伴って各種の電気機器が開発され、産業界においても多種多様な機器が導入されFA化が進んでいる。しかし、その一方で、産業用ロボットなどでは、ノイズ、ソフトウェアなどに起因する誤動作、暴走など従来には見られなかった新たな危険も増大している。

学校においても、産業界の技術進歩に伴って最先端機器の実習設備を導入しているが、実験・実習でこれらの装置類を取り扱う場合には、安全対策に細心の注意を払う必要がある。

特に、電動機などの回転機器類の機器実習又は変圧器や高電圧実習装置などの実習では、感電や火災面の安全に対する配慮が必要である。

### (1) 一般的留意事項

電気機器使用時の一般的な留意事項は、次のとおりである。

- ① 開閉器は、充電部分が露出していない配線用遮断器、箱開閉器など感電しにくいものを用いる。
- ② ヒューズは、回路の短絡事故から電路または電気機器類を守るために使用する。しかし、過負荷電流に対しては、動作の安定した配線用遮断器を用いる。
- ③ コンセント・プラグ・コネクタ類は、破損しやすいので常に点検を行う。また、電気機器を使用している状態で接続を切ることのないようにする。
- ④ 電気機器の端子類は、移動または使用中の振動で緩みやすいので、常に使用前に接続不良のないように点検する。
- ⑤ 電気設備または固定された電気機器は、接地工事が施されているが、移動して使用する電気ドリルなどは接地極を備えているので、接地極付コンセントまたは接地極に接続して使用する。また、電線の劣化や損傷による漏電に注意し、電気機器類には、各機器専用の漏電遮断器を設ける。



## (2) 回転機器・変圧器類の安全な取扱い

電動機、発電機、変圧器、直流電源装置などの一般電気機器は、「電気用品安全法」による厳しい規制に合格したものであるから、簡単に故障するものでない。しかし、無理な使用または長期間の使用によって故障したり、故障といえないまでも電氣的に安全性が低下したりすることがある。よって、これらの機器は、運転前の簡単な点検のほか、定期的に絶縁抵抗などを測定する必要がある。

### ア 定期点検

機器の漏電による感電を防ぐため、保安規定による定期点検を行う。

また、少なくとも毎学期に1回は、定期的に絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗の最低値は、機器の定格電圧・容量・回転速度・絶縁構成・使用環境などにより異なる。

電気学会標準規格では、次式のように示されている。

$$\text{絶縁抵抗}[\text{M}\Omega] > \text{定格電圧}[\text{V}] / (\text{定格出力}[\text{kW}] + 1,000)$$

もしくは、

$$\text{絶縁抵抗}[\text{M}\Omega]$$

$$> (\text{定格電圧}[\text{V}] + \text{毎分回転数}[\text{min}^{-1}] / 3) / (\text{定格出力}[\text{kW}] + 2,000) + 0.5$$

また、電気設備に関する技術基準を定める省令(第58条)では、低圧電路の電線相互および大地間の絶縁抵抗を表2-4のように規定されている。

表2-4 低圧電路の絶縁抵抗値

電路の使用電圧の区分		絶縁抵抗値[MΩ]
300V	対地電圧が150V以下の場合	0.1
以下	その他の場合	0.2
300Vを超える場合		0.4

関連事項(電気設備の技術基準の解釈 第13~14条)

これらの規定値はあくまで最低許容値であり、この値を下回るような電気機器があれば直ちに使用を中止し、修理を行う。

### イ 実習時の留意事項

- ① 実習に当たっては、実習設備の外枠や外箱が確実に接地されているか確認する。
- ② 電気機器の据付け状態を確認し、回転機器については、運転中の振動によって緩みやすいので、堅固な基礎ボルトなどで強く締め付ける。
- ③ 結線に当たっては、接続端子の締付けや、過電流遮断器の定格電流、接続リード線の許容電流などに注意する。なお、接続リード線は適正な太さで長さのものを使用する。
- ④ 実験準備が完了すれば、教員が機器または配線を点検し、安全性を確認する。
- ⑤ 実習に当たっては、交流電圧調整器などの調整位置が最低値に設定されているか確認し、事前に実験手順を生徒に理解させたうえで電源スイッチを入れる。
- ⑥ 音・振動・異臭の異常を発生したりする場合は、専門的な診断・修理が必要であり、修理が完了するまで使用しないようにする。

### (3) 特別高圧実習装置

絶縁物の耐圧試験または衝撃電圧試験などを行う特別高圧実験は、数10～数 100kVという高電圧を発生させて行うため、教員の直接指導のもとに、次の点に配慮して安全に努めなければならない。

#### ア 実習室

- ① 実習中は、実習室の出入り口に「特別高圧実習中」の表示をする。
- ② 操作盤と高圧充電部とを隔離するための柵を設ける。
- ③ 柵内に入入りする扉には、扉の開閉状態や動きを確認できる安全装置を設ける。

#### イ 機器

- ① 固定した機器間の電気配線は、一端を接地した薄鋼電線管を埋設し、高圧ネオンケーブルやレントゲンケーブルなどの、絶縁耐力の高い絶縁電線で配線する。
- ② 各機器の接地端子は、必ず接地する。
- ③ 接地は、A種接地工事とし、接地抵抗を十分に下げる。

#### ウ 実習時の留意事項

- ① 実習に当たっては、事前に高圧の危険性を生徒に理解させる。また、危険な箇所には「高圧注意」等の表示も含め確認させる。
- ② 機器・アース棒の誤操作をしないように、取扱いを十分に説明した上で実習する。
- ③ 実験準備が完了すれば、教員が機器および配線を点検し、安全を確認した上で主電源スイッチを投入する。
- ④ 高圧充電中は、絶対に柵内に入らない。
- ⑤ 柵内に入る場合は、必ず操作盤の電源を切る。
- ⑥ 柵内に入って結線換えなどの作業をする場合は、コンデンサなどに残留している電荷を除去するため、アース棒で必ず接地放電させる。なお、この作業は絶縁耐力のあるゴム手袋などを着用し、高電圧検電器で検電し、充電されていないことを確認する。
- ⑦ 操作がすべて終了したならば、操作盤の操作スイッチ、主電源をすべて遮断し、次回の実習の安全確保に備えて、機器および器具などの点検、整理整頓を行う。

## 12 電気設備機器のチェック項目

### (1) 低圧用配線器具

- ① 電気用品安全法における認可のあるものを使用しているか。
- ② 開閉器は、使用する機器に適合した容量のものを操作しやすい位置に取り付けているか。
- ③ 充電部が露出していないか。人が容易に触れないようになっているか。同時に感電危険の表示がされているか。
- ④ 接続端子などの接触不良はないか。
- ⑤ 単相3線式配線の過電流保護において、中性線には銅バーが取り付けられているか。(中性線に、ヒューズを取り付けられていないか)

### (2) ヒューズ

- ① 機器装置内の過電流保護は、電気用品安全法認可の管球ヒューズなどを使用しているか。従来の糸ヒューズや板ヒューズなどを使用していないか。

- ② 容量は、適切か。

### (3) 移動電線

- ① 使用電圧 300V以下の移動電線は、機械器具に付属したものは除き、ビニルコード以外のコード、ビニルキャブタイヤケーブル以外のキャブタイヤケーブルを使用しているか。
- ② 湿気の多い場所または水気のある場所の移動電線は、防湿コードまたはゴムキャブタイヤコードを使用しているか。

関連事項(電気設備の技術基準の解釈 第171条)

### (4) 電気機器類

- ① 過負荷または接触不良で、加熱している部分はないか。
- ② 充電部が露出していないか。人が容易に触れないようになっているか。
- ③ 電動機類を固定している鉄台を接地しているか。

### (5) 電熱機器類

- ① 周囲に可燃性のものはないか。
- ② 耐熱電線を使用せずに、ビニルコード類を使用していないか。

### (6) 移動用電気機器類(始動器や負荷装置類)

- ① 接地してあるか。(接地極つきコンセントを含む)
- ② 充電部は、露出していないか。
- ③ 機器の電源部には、漏電遮断器が取り付けられているか。

### (7) 特別高電圧実習装置

- ① 高電圧危険の表示がされているか。適切な防護装置が設けられているか。
- ② 扉開閉などの防護装置が正常に作動しているか点検する。

### (8) 電気用品の認可基準

「電気用品安全法」に基づく「特定電気用品」・「特定電気用品以外の電気用品」の認可マーク(図2-2、2-3参照)のあるものを使用しているか。

### (9) その他

- ① 低圧配電盤または電源スイッチボックスは、電源の開閉時以外は扉を閉めているか。
- ② 作業中に停電した時には、装置や機器の電源スイッチを切っているか。
- ③ 点検、修理中は、装置および機器の電源スイッチを切っているか。また、装置および機器・電源ボックスに「点検中」・「修理中」の表示をしているか。
- ④ 装置および機器の電源を投入するときは、他の作業者に合図を行って注意喚起をしているか。

## 13 電気設備の電源の配色について

電気設備は、電気事業法、同法に基づく電気設備技術基準に適合していることが要求されており、その技術的内容をできるだけ具体的に示したものとして「電気設備の技術基準の解釈」が公表されている。

JIS C 0446 では、保護接地線は、黄色被覆に緑色の帯色表示または緑色被覆の絶縁電線を使用し、接地側電線は、ライトブルーまたは白色被覆を使用した絶縁電線を使用すると規定されている。

特別高圧・高圧の電気設備については、電気事業法第39条で「事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない」としているが、「特別高圧・高圧の電気設備に識別標識を付ける」や「配線の色分けする」ことは求められていない。しかし、現実問題として配線に識別をしなければ、誤配線による短絡・地絡事故が発生して、感電または火災、その他人体に危害を及ぼし、また、周辺施設に損傷を与えるおそれがある。

電気工事においては、検相、検電、図面との照合などを確実にを行い、結線を間違えることのないよう施工する。

(1) 主回路(高圧・低圧)による導体の配置色別

表 2-5 主回路導体の配置色別

電圧種別	電気方式	左右、上下、遠近の別	赤	白	黒	青	白
高 圧	三相 3線式		第1相	第2相	—	第3相	—
低 圧	三相 3線式	左右の場合 左から	第1相	接地側 第2相	非接地 第2相	第3相	—
	三相 4線式	上下の場合 上から	第1相	—	第2相	第3相	中性相
	単相 2線式	遠近の場合 近い方から	第1相	接地側 第2相	非接地 第2相	—	—
	単相 3線式		第1相	中性相	第2相	—	—
	直流 2線式	左右の場合 左から 上下の場合 上から 遠近の場合 近い方から	正極	—	—	負極	—

備考 ア 三相回路又は単相3線式回路より分岐する回路は、分岐前の色別による。  
 イ 三相交流の相は、第1相、第2相、第3相の順に相回転するものとする。  
 ウ 左右、遠近の別は、各回路部分における主となる開閉器の操作側又はこれに準ずる状態とする。

(2) 配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別

表 2-6 配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別

電気方式	赤	白	青	黒
三相3線式	第1相	接地側 第2相・非接地 第2相	—	第3相
三相4線式	第1相	第2相	第3相	中性相
単相2線式	第1相	—	接地側 第2相・非接地 第2相	—
単相3線式	第1相	—	第2相	中性相
直流2線式	正 極	—	負 極	—

社団法人日本電機工業会規格「配電盤・制御盤の交流の相又は直流の極性による器具及び導体の配置及び色別」

### (3) 送電線および配電線の色別表

各電力会社において送電線および配電線の色別は、表 2-7 のように異なっている。

表 2-7 送電線および配電線の色別表

電力会社	赤	白	青	黒	黄
北海道電力	R相	S相	T相	—	—
東北電力	R相	S相	—	T相	—
東京電力	S相	T相	—	R相	—
北陸電力	R相	—	T相	—	S相
中部電力	R相	S相	T相	—	—
関西電力	R相	T相	S相	—	—
中国電力	R相	S相	T相	—	—
四国電力	R相	S相	T相	—	—
九州電力	R相	S相	T相	—	—
沖縄電力	R相	S相	T相	—	—

### (4) 仮設電気設備の主回路導体端子の色別

仮設電機設備の主回路導体端子の色別は、表 2-8 のように行っている。

表 2-8 主回路導体端子の色別表

電気方式	赤	白	黒	青	白	緑又は緑/黄
三相 3 線式	R相	S相 接地側	S相 非接地側	T相	—	接地線
三相 4 線式	R相	—	S相	T相	N相(中性相)	接地線
単相 2 線式	L相	N相 接地側	—		—	接地線
単相 3 線式	L 1 相	N相(中性相)	L 1 相		—	接地線

## 第2節 電子工作

### 1 電子回路作成における注意点

#### (1) 露光作業における注意点

基板に塗布してある感光剤は、紫外線に反応するものが大半である。太陽光でも露光できるが、安定した光量を確保できないなどの理由から、露光専用のライトボックスを用いる。ライトボックスは、紫外線を発生させる蛍光灯が用いられており、紫外線の発光源を長時間直視することは、避けるべきである。

紫外線の眼への影響は、雪原にて裸眼で長時間過ごす、目に痛みまたは涙をとまなう炎症を起こす「雪目」として、知られている。

#### (2) 現像作業における注意点

基板に塗布されている感光剤は、露光した部分を現像液で溶かす処理を行い、溶け残った感光剤の膜の有無により、エッチング処理を行う。この作業に使用する現像液は、弱いアルカリ性の液体で、直接触れることは控える必要がある。

アルカリ性溶液は皮膚を溶かす作用がある。現像作業を行うときは、肌の露出の少ない服装が望ましい。また、現像液は弱アルカリ性であるため、皮膚に付着してもすぐに十分な水洗いをすれば問題は少ない。しかし、眼に入った場合は、流水で15分以上洗った後、医療機関での受診が必要である。

なお、現像作業を素手で直接行う行為は、爪の間など皮膚の弱い部分に痛みを伴うダメージを受ける。よって、竹バサミを用いて、現像作業を行うことが大切である。

#### (3) エッチング作業における注意点

##### ア エッチング液について

電子基板作成において使用するエッチング液は、有害性や環境への影響の大きな化学薬品である。よって、取扱いおよび管理に当たっては、化学物質等安全データシート全文をよく読み、十分な注意を要する。

エッチング液の主な成分は、塩化鉄(Ⅲ)液である。この液に基板を入れると、基板の銅が化学反応により塩化鉄(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)が生成され、これらの混合液となる。塩化鉄および塩化銅には、次のような危険有害性がある。

##### イ 危険有害性情報

- ① 飲むと有害(経口)(塩化鉄および塩化銅)
- ② 皮膚刺激(塩化鉄(Ⅱ)および塩化銅)
- ③ 重篤な皮膚への薬傷(塩化鉄(Ⅲ))
- ④ 重篤な眼の障害(塩化鉄)・強い眼刺激(塩化銅)
- ⑤ アレルギー性皮膚反応を引き起こすおそれ(塩化銅)
- ⑥ 全身毒性の障害のおそれ(塩化鉄)
- ⑧ 遺伝性疾患のおそれの疑い(塩化鉄(Ⅱ))
- ⑨ 生殖能または胎児への悪影響のおそれの疑い(塩化銅)
- ⑩ 呼吸器への刺激のおそれ(塩化鉄)
- ⑪ 水生生物に有害(塩化鉄)・水生生物に非常に強い毒性(塩化銅)
- ⑫ 長期的影響により水生生物に有害(塩化鉄(Ⅱ))
- ⑬ 長期的影響により水生生物に毒性(塩化鉄(Ⅲ))

⑭ 長期的影響により水生生物に非常に強い毒性(塩化銅)

(安全データシート 昭和化学株式会社より)

ウ 安全対策

- ① ミスト、蒸気、ガスの吸入を避けること。
- ② 保護眼鏡、保護面、保護手袋、保護衣を着用すること。
- ③ 屋外または換気の良い区域でのみ作業すること。
- ④ 取扱い後はよく手を洗うこと。
- ⑤ 環境への放出を避けること。

(安全データシート 昭和化学株式会社より)

エ 応急処置

表 2-9 製品安全データシート(エッチング液)

目に入った場合	直ちに清浄な水で最低15分以上洗浄する。コンタクトレンズを使用している場合は、固着していない限り、取り除いて洗浄する。洗浄後、医師の手当を受ける。
皮膚に付着した場合	汚染衣服は直ちに脱ぎ、多量の流水で触れた部分を十分に洗い流す。必要に応じ医師の手当てを受ける。
吸引した場合	直ちに空気の新鮮な場所に移動し安静に努め、速やかに医師の手当を受ける。
飲み込んだ場合	直ちに水で口の中をよく洗浄させる。大量の水を飲ませて吐かせ、速やかに医師の手当てを受ける。
その他	暴露または暴露の懸念がある場合は、医師の手当を受ける。

(製品安全データシート サンハヤト株式会社より)

オ エッチング液の廃棄

内容物または容器を、都道府県知事の許可を受けた専門の廃棄物処理業者に業務委託すること。(安全データシート 昭和化学株式会社より)

エッチング液として販売されている製品には、廃棄処理剤が添付されているものもあるので、メーカーの指定した処理手順に従い、処理する必要がある。

(4) はんだ付け作業

ア はんだとは

共晶はんだは、一般的に錫(Sn)63%、鉛(Pb)37%を成分とする合金で、融点は 183℃と低く加工しやすいことから、電氣的な接続に用いられてきた。

しかし、鉛は人体に有害であり環境保全の観点から、現在は鉛を含まない鉛フリーはんだが使用されるようになった。

鉛フリーはんだは、(社)日本電子工業振興協会の推奨により、錫(Sn)を主材料にして、銀(Ag)3%、銅(Cu)0.5%を標準としており、耐久性が高いなどの利点はあるものの、銀の値段が高い、流動性が悪く扱いにくい、融点が高いなどの問題があり、各社が研究開発に取り組んでいる。

イ はんだごて先の温度について

はんだごての温度は、一般的に共晶はんだでは 330℃、鉛フリーはんだでは 360℃である。コテ先温度を高くしすぎると、フラックスの蒸発によるはんだの酸化、ペーストの焼

付きなどの原因となる。

#### ウ やけどについて

はんだ作業での事故では、はんだごてへの接触によるやけどの頻度が高く、十分に注意が必要である。作業を行う前には、作業台の整理整頓を行い、安全を確保することが大切である。また、やけどを負った場合は、すぐに水で冷やし、水泡ができた場合は破らないようにする。

#### エ 鉛(Pb)の環境および人体への影響

鉛は、水や海水に対しては安定的な物質ではある。しかし、人体に対しては有害で、呼吸器系や消化器系を通して吸収される。体内に吸収された鉛は、脳、神経、腎臓、肝臓、消化管など、体のさまざまな部分に影響をあたえる。特に成長途中の幼児における鉛中毒は、知的障がいなど成長に大きな影響をあたえる。

電気製品は、共晶はんだが用いられてきたが、廃棄された電子回路のはんだから酸性雨の影響で鉛が溶け出し、野菜、家畜、魚をとおして人体に蓄積されるサイクルが問題となっている。

欧州連合(EU)はRoHS指令により、鉛、水銀、カドミウム、6価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルの6つの物質を有害物質と指定した。2006年7月に施行され、EU加盟国ではこれらの含有率が基準値を超えている電気・電子機器は販売が禁止された。



## 第3節 電気工事

### 1 電気工事实習における注意点

#### (1) 制限

電気工事实習では、屋内配線工事を想定した作業が行われる。その施工には、次の制限がある。実習内容は、それらに留意して、教材の作成を検討する必要がある。

##### ア 作業の範囲

電気工事の安全に関係する法律として、工事の欠陥による電気災害を防止する目的で定められている「電気工事士法」がある。同法では、電気工事士免状を持たない者による電気工作物の工事が制限されている。よって、電気工事实習は、同法に適合した内容で実施しなければならない。そのため、校舎などの電気工作物の工事をともなう内容の実習は、同法上、許されない。また、同法上では問題のない場合であっても、学校設備の変更をともなう実習は、設備管理の観点から注意が必要である。

##### イ 廃材の処理

実習で発生する廃電線などの廃棄物は、一般廃棄物と分別しなければならない。それらの処分は、処理業者に依頼するなど、各校で定められているルールに基づく必要がある。そのため、廃棄物の発生する実習は、適切な処分方法が確立されていない場合は、実施できない。また、製作した作品を生徒が持ち帰ることも、不適切と考えられる。

#### (2) 服装

電気工事实習では、着用すべき服装または装備が、作業内容によっていろいろである。ここでは、他の電気分野の実習と異なる点を作業別に示す。それらに不備がある場合には、該当する作業を実施させてはならない。

##### ア 机上作業

電気工事士技能試験と同様の机上で行う作業の場合は、以下を指導する。

- ① 長袖上着を着用させる。
- ② 必要に応じて、手袋を着用させる。

##### イ 立作業

壁打ち作業などの立って行う作業をともなう場合は、上記に加えて以下を指導する。

- ① 安全靴を着用させる。
- ② 安全帽子や絶縁性保護帽を着用させる。
- ③ 必要に応じて、保護眼鏡を着用させる。

##### ウ 高所作業

足場台などを使用した高所での作業をともなう場合は、作業員および工具の落下を考慮し、上記に加えて以下を指導する。

- ① 安全帯を着用させる。
- ② 必要に応じて、落下防止用コード付きの工具を使用させる。

#### (3) 工具

電気工事实習では、他の電気分野の実習に比べ、ナイフや圧着ペンチなどの工具を使用する機会が多い。そのため、工具の管理と使用方法の指導が重要である。

##### ア 管理

工具の破損・不具合・紛失を防止するためには、管理体制を整える必要がある。また、

管理のルールを統一し、管理を徹底することが望ましい。そして、5 S (整理・整頓・清掃・清潔・躰)に留意して作業場・材料・工具などを安全面から指導する。

以下に、有効と考える事項を示す。

- ① 管理番号を付ける。
- ② 貸し出しと受け取りは、教員が行う。
- ③ 実習の開始時および終了時には、工具の動作確認や工具の有無を確認する。
- ④ 実習室外への工具の持ち出しを禁止する。
- ⑤ 転倒防止を施した施錠できるロッカーで保管する。

#### イ 使用上の注意

図2-4は、電気工事士技能試験における指定工具の例である。指定工具は、同試験の受験に最低限必要と考えられる作業用工具であり、電気工事实習でも頻繁に使用される。他にもいろいろな工具の使用が考えられる。ここでは、指定工具について、安全上の注意点を示す。

##### (ア) スケール

寸法の測定に使用する工具で、折尺、メジャーなどがある。折尺は、破損しやすいので、慎重に取扱いさせる。

##### (イ) 電工用ナイフ

ケーブルおよび電線の被覆をはぎ取る工具である。刃部に触れないようにさせる。折りたたみ式の場合は、刃部の収納時にけがが発生しやすいので、特に注意させる。また、使用時には本人だけではなく、周辺の作業者の動向にも注意させる。

##### (ウ) 電工用ドライバ

器具・電線の取り付け、取り外しなどに使用する工具で、プラスドライバ、マイナスドライバともに指定工具である。器具の破損および手への突き刺しなどを防止するため、力の入れ過ぎに注意させる。

##### (エ) 電工用ペンチ

ケーブルおよび電線の切断などに使用する工具である。ハンドル部の根元で指などを挟まないように注意させる。また、電線の先端を切断する場合は、切断物が飛散する場合があるので、顔の近くで切断しないようにする。特に、周辺の作業者の動向にも注意させる。

##### (オ) ウォーターポンププライヤ

金属管の締め付けなどに使用する工具である。ハンドル部の根元で指などを挟まないように注意させる。

##### (カ) リングスリーブ用圧着ペンチ

リングスリーブの圧着に使用する工具である。ダイス部およびハンドル部に指などを挟まないように注意させる。また、ダイス部以外での圧着による破損が発生しやすいので、注意させる。



折尺 電工用ナイフ 電工用+ドライバー 電工用ペンチ ウォーターポンププライヤ リングスリーブ用圧着ペンチ

図 2 - 4 指定工具の例

#### (4) 材料

電気工事実習では、作業内容に応じていろいろな材料が使用される。材料も、用途及び取扱いを間違えば、接続不良やけがの原因となる。

ここでは、主な使用材料について安全上の留意点を示す。

##### ア ケーブル・電線

切断された心線の先端が鋭利になっている場合がある。ケーブルおよび電線を移動させる場合は、先端部分でけがをしないように注意させる。

##### イ 金属管

金属管の切断面は、鋭利で金属粉が付着している場合が多い。運搬や使用の際は、必要に応じて手袋や保護眼鏡を着用させる。また、材料置き場で保管されている金属管が、転倒・落下する事故なども考えられるので、保管の場所や方法にも注意する。

##### ウ アウトレットボックス

ロックアウト穴の縁部分が鋭利になっている場合があるので、指などを切らないように注意させる。

##### エ ステップル

先端が鋭利なので、指などに刺されないように注意させる。

#### (5) 作業

作業の安全確保に有効と考えられる事項を以下に示す。

- ① 一人あたりの作業スペースを十分に確保する。
- ② 上下への移動をとまなう作業は、禁止する。

- ③ 危険をともなう作業においては、周辺の作業者と十分な打合せと意識統一をする必要がある。
- ④ 休憩時間には、十分な休息をとらせる。

#### (6) 施工後の検査

電気工事は、最終的に電源を供給し、正常に動作するかを検査する必要がある。検査は、感電および漏電・電気火災を防止するため、教員の立会いの下に実施する必要がある。

##### ア 検査の手順

以下に実施手順の例を示す。

- ① 目視によって、施工回路に誤配線や接続不良箇所がないか点検する。
- ② 回路計を用いて、導通状態の良否を点検する。
- ③ 絶縁抵抗計を用いて、電線と大地間の絶縁抵抗が法令上の値以上であるか点検する。
- ④ 絶縁抵抗計を用いて、電線間の絶縁抵抗が法令上の値以上であるか点検する。
- ⑤ リングスリーブなどの接続箇所は絶縁テープで巻き、絶縁処理をする。
- ⑥ 交流電源に配線用遮断器を通して、施工回路に供給し、動作を確認する。

##### イ 異常箇所の復旧

各検査の段階で異常があった場合は、直ちに、原因を調べ改善させる。そして、再検査をし、すべての検査に合格するように指導する。

## 第4節 情報

### 1 情報機器の安全について

現在、情報機器は、インターネットの普及に伴い高度情報通信網として利用されているが、以前には生徒がコンピュータを直接操作することは限られていたので、安全面での問題を特に考慮する必要はなかった。しかし、今後は情報分野にも安全教育を重視する必要がある。

現在の高校では、専門学科だけではなくすべての学科で「情報処理」教育が行われています。また、大阪府立高校の情報網は、学校情報ネットワークや校内専用LAN等の設置で情報化、ネットワーク化が進み、身近なものとなっている。

座学、実習や課題研究においても、生徒一人一人が、授業でパーソナルコンピュータを直接操作できる環境となっている。また、工作機器においても高次元のマシニングセンターなどが導入され、生徒が直接操作する状況が大幅に増えてきている。

これらのことを受け、ハードウェア・ソフトウェア・情報倫理・セキュリティの教育だけでなく、作業・健康管理面などの安全教育を行うことが重要になった。

### 2 情報施設・設備の安全な取扱い

情報機器の高速処理化により、クロック周波数が数10〔MHz〕と高くなり、高周波の無線通信機器などと同様の扱いが必要になってきている。

情報機器などがネットワークを構成している場合は、ネットワーク自身が高い周波数を使った有線通信が基本である。また、無線によるネットワークを使用することも増えてきている。

そのため、電磁波による影響または他の機器に対する電波障害やデータ信号の漏洩も考慮する必要がある。

マルチタスクでの運用では、一人の不用意な操作がシステム全体に大きな影響を与えるおそれがあるため、特に注意が必要である。

#### (1) コンピュータ等の配置・設置

実習室の大きさまたは使用目的(授業形式など)により、次のような配置・設置が考えられる。できる限り、机間や作業スペースに余裕を持たせる工夫が必要である。

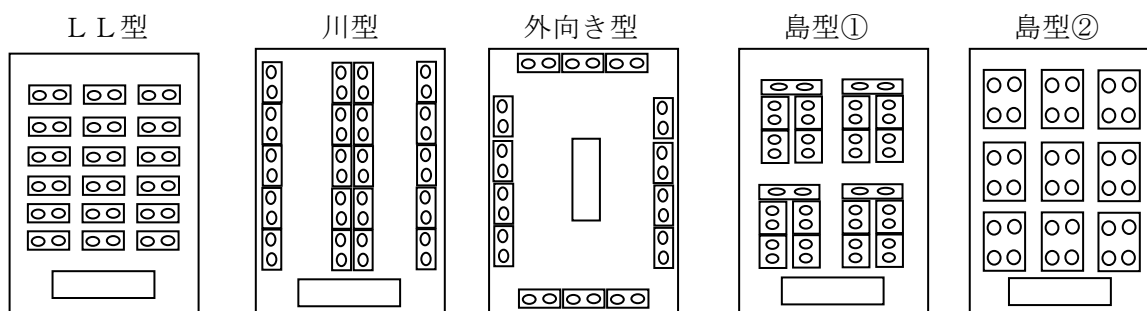


図2-5 標準的なコンピュータ室のレイアウト

(愛知県総合教育センター 実習室におけるコンピュータの配置より)

#### ア 配置・設置での注意

##### (ア) デスクトップ型を配置する場合

本体およびディスプレイ(特に液晶)は、転倒防止を行う。本体が、転倒したときにディスプレイにぶつからないように配置する。本体を机の下に配置するなどして、机上に

はできる限り空きスペースを確保する。

(イ) ノート型を配置する場合

ノート型パソコンは、使用しないときは引出し内に収納できるようにする。したがって、作業スペースを確保することができる。また、簡単に移動できないように机などに盗難防止用ワイヤー等で施錠する。

(ウ) コンピュータシステムにおいて、本体およびディスプレイなどは、机または設置台とワイヤーなどで接続し、容易に移動できないように防犯上の施錠も含めて設置する。

イ 配線での注意

断線または接続部の脱落などによる、システムの機器またはシステム全体の機能不全を防ぐため、下記の注意が必要である。

- ① 床下への隠ぺい配線とする。
- ② 床面は、転倒等による事故防止の観点から、滑りにくい仕上げとする。
- ③ カーペットなどを敷く場合は、静電気の発生を防止する素材を使用する。

ウ 視覚的な環境への注意

実習室内壁の色、照明の配置、照度の確保、自然光の流入など、視覚への影響を考慮することが必要である。

エ 災害への対策

(ア) 地震

大型計算機器が設置されている計算機室では、機器本体が震度5程度への耐震対策が取られていることが多い。大規模地震が予想されている状況で、学校では多くの生徒が実習または課題研究などで直接操作するため、次のような耐震対策をとる必要がある。

- ① 情報機器を机の上に置く場合は、転倒防止金具または滑り止めシートなどを使用する。
- ② 情報機器を机の下に配置する場合は、収納スペースを確保する。また、直接床に置く場合は転倒防止金具を使用する。
- ③ 実習室などの窓には、厚手のカーテンなどを使用し、ガラスの破損または太陽光の紫外線などによる劣化や直接被害を防止する。

(イ) 火災

配線を保護するため、床下などに隠ぺいすることが多いので、目に見えないところで埃による危険が存在していることもある。したがって電源ラインの定期的な点検が必要である。また、情報機器自体も過熱状態で燃え出すことも考えられるので注意が必要である。

万が一に備えて、消火活動ではデータ・システムの損傷を最小限度に抑えることが必要である。よって、二酸化炭素消火器などの専用消火器具を設置することが望ましい。

### 3 コンピュータの電子機器としての注意

(1) 電源

精密電子計測機器と同様に停電や電圧変動及びノイズ等に対応した電力管理が必要である。

#### ア 電源容量とノイズ対策

単品としてのコンピュータおよび周辺装置の消費電力は、省電力化されてきている。しかし、情報機器の処理システムとしては、システム全体の最大消費電力を前提に設置する必要があるため電源容量は、余裕を持たせる必要がある。

また、電源からのノイズ混入を防止するために、他の電気設備との混在を避け、情報処理室専用の電源を設けることが望ましい。また、電源は、ラインフィルタを挿入するなどの対策が必要である。

#### イ 落雷からの保護と停電対策

情報機器は、高周波ノイズ・サージノイズによる誤動作の発生、落雷などにより電子回路を破壊することがある。よって、避雷針、絶縁トランスなどを設置し、保護することが必要である。

また、システム稼働中に不慮の停電が発生すると、データ喪失またはシステム管理プログラムの破壊などに繋がるため、無停電電源装置を設置するなどの対策が必要である。

#### ウ ノイズ対策

ノイズの発生原因を根絶することは難しい。よって、情報機器の設置は、できる限り、ノイズの影響を受けない場所に設置する必要がある。強電界・サージノイズを発生する特別高圧実験設備などの、近くへの設置は避ける。また、互いに使用時間が重ならないように工夫することも必要である。

#### エ 環境

温度上昇などによる誤動作だけでなく、静電気発生を抑えるために湿度も管理する必要がある。そのため、情報機器室においては、温度・湿度計の設置をする。

また、直射日光を避ける対策を行うように注意する。

学校環境では、塵埃・腐食性ガスなどが直接問題になることは考えられない。しかし、校内の改修工事などで生じることが考えられるので注意が必要である。

表 2-10 温度・湿度についての指標

	動作時	非動作時	奨励値	備考
温度	10～38℃	-10～43℃	21～28℃	不快に感じない範囲で
湿度	20～80%	8～90%	45～55%	
最高湿球温度	26℃	27℃	—	

## 4 システム設計・管理について

高度情報化されたコンピュータ通信システムは、システムの機能またはデータの保護にかかわる事故が多いので、教員の理解と協力が不可欠である。

よって、「情報管理委員会」などの校内組織体制をシステム設計段階から設置する必要がある。

### (1) 管理体制

学校では、「使いやすさ」と「管理のしやすさ」のバランスをどのように取るかが難しい問題である。利用者の意欲をそぐことなく、設備を有効・安全に利用する仕組みづくりが大切である。組織的にシステム管理者(以下、管理者)を置き、責任ある位置付けに配置する必

要がある。

#### ア ソフトウェアの保管と管理

システムソフトウェアまたはアプリケーションソフトウェア(以下、ソフトウェア)は、高価であり、著作権法上の保護対象である。バックアップについては、適法範囲内とし、不正なコピーが行われないように管理しなければならない。

ソフトウェア使用の許諾権は、フリーソフトウェアライセンス、シュリンククラブ契約、クリッククラブ契約、シングルユーザーライセンス、サーバーライセンス等のいろいろな形態があるので十分注意が必要である。システム管理者と十分な協議を必要とする。

#### イ ネットワークの安全な利用

コンピュータを一人一人が単体として利用するより、何らかのコンピュータネットワークにつないだ状態で使用していることが多い。そのため、発生する事故の影響はシステム全体におよぶことも少なくない。また、インターネットへの接続も一般的になり、インターネットアプリケーション(電子メール、Web、インターネット電話、遠隔ログイン等)をより安全に利用する必要がある。

(ア) ネットワーク犯罪には、不正アクセス・個人情報の漏洩・ネット詐欺・知的財産の侵害・電子メールやブログの悪用などがある。

(イ) 「マルウェア」(有害なプログラムの総称)は、感染経路や機能により次に示すように大別できる。

##### a コンピュータウイルス

感染先での分類で、ファイル感染型・ブートセクタ感染型・マクロ感染型・Webページ感染型がある。

##### b ワーム

他のファイルに寄生せず、単独のファイルで増殖する。電子メールの添付ファイルとして自己増殖し、システムに大規模な被害が出ることもあるので注意が必要である。

##### c トロイの木馬型ウイルス

自己増殖しないが、内部に隠されたウイルスやワームが破壊活動を行い、遠隔操作可能な機能を忍ばせ、コンピュータを外部から乗っ取ることもある。

##### d スパイウェア

アプリケーションのインストールを行うときに同時に忍び込む。いったん組み込まれるとバックグラウンドで情報を盗み出す。Webのアクセス履歴やユーザーのコンピュータに関する情報を記録し送信するなど、似通った機能をもつアドウェアがある。

被害の届け出は、2,000年以降、毎年10,000件以上あり増加しているため、その対策が重要である。ウイルスの感染経路は、ネットワークを経由するものが多く、電子メールの添付ファイルや偽警告による操作誘導、Windowsシステムまたはアプリケーションソフトのセキュリティホール上の脆弱点から侵入され、感染する。

さらに、近年は持ち運びが便利なUSBメモリなどリムーバブルメディアの使用が増えるにともなって感染経路が複雑になり、感染に気付かずに被害を拡大させた上で発覚するケースが多い。

(ウ) 情報セキュリティ

コンピュータ、ネットワークにおける安全性または信頼性を確保するために、さまざま



まな脅威を防止すること。もし、被害が出たときにできるだけ早く事態を収拾し、システムを回復させるために、情報の機密性・情報の保存および伝達の安全性が求められるセキュリティポリシーの策定が必要である。

a 技術的な対策

(a) OSやソフトウェアは、セキュリティ面のぜい弱性を改善されたソフトウェアに定期的に更新する。

(b) ネットワーク全体または個々のパーソナルコンピュータについては、ウィルス対策ソフトウェアをインストールして常にウィルスチェックを行う。

(c) ウィルス対策ソフトウェアは、セキュリティ面の改善されたバージョンに定期的に更新する。

(d) インターネットに接続されたパーソナルコンピュータは、ファイアウォール等を設定して悪質な電子メールや外部から違法侵入を防止する。

b 運用管理

誰か一人が注意を怠ることで、「外部の不正な侵入を許し、全体を脅威にさらしてしまう」という認識を一人一人がもち、全員が理解し、遵守できるような仕組みづくりを行う。

(a) 運用規則を作成する。

(b) 必要に応じて説明会および使用者教育を行う。

## 5 情報に関する権利と保護について

### (1) 知的財産権の尊重

知的財産権は、特許権や著作権などの創作意欲の促進を目的とした「知的創作物についての権利」と、商標権や商号などの使用者の信用維持を目的とした「営業標識についての権利」に大別され、これらを保護することによって、健全な経済的・文化的発展を促進させるための制度である。知的財産の権利を守る一方で、多くの人々が利用できるように一定の範囲で権利者の権利も制限している。

学校現場でも関係するソフトウェアや音楽ソフト、インターネット上の情報などの「著作権」については、近年デジタル化されたデータを、簡単にコピーでき劣化しないという特性をもつため、意識的に注意を喚起する必要がある。

### (2) 個人情報の保護

個人情報の保護に関する法律第2条によると、個人情報とは「生存する個人に関する情報であって、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの」であり、「他の情報と容易に照合することができ、それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む」とされている。

学校では、生徒名簿又は成績に関するデータなど、その取扱いとセキュリティ対策についての体制を確実に取り組むことが重要である。

## 6 VDT作業への注意

VDT作業には多くの種類があり、それぞれの作業形態または作業内容は大きく異なっている。また、健康に及ぼす影響には個人差がある。そのため、画一的な作業管理を行うことは難

しく、好ましくない。

したがって、施設面では照明、採光、グレア防止、騒音を低減する。また、運営面では一連の続作業時間が1時間を超えないようする。もし、一連の作業が1時間を超える場合には、1時間おきに10分～15分の休息時間を設定する。

また、作業机または椅子の高さは適当か、ディスプレイはおおむね40cm以上の視距離を確保できているか、作業環境や作業時間、使用機器などについては、細やかな配慮を行うことが必要である。

## 第5節 電気機器

### 1 電気機器などの組立作業と取扱い上の注意

電動機または配電盤の組立作業は、重量物を取り扱うので、その組立などにおいて部品が落下したり、運搬中に転倒したりすることが多い。また、作業姿勢においても、部品や工具を足の上に落下させたり、作業着が機器に挟まったりすることで思わぬ事故が発生することがある。

さらに、組立完了後、各種の試験を行う。特に、高電圧設備において高電圧による耐圧試験をする場合は、感電の危険があるので、十分注意する必要がある。

#### (1) 組立作業

ア 天井クレーンなどを使用して、大形機器の運搬、フレーム、ステータ、ロータなどの取付け、取外し作業は、玉掛け技能講習修了者・床上操作式クレーン運転技能講習修了者でなければ操作を行ってはならない(ただし、5トン以上の天井クレーンの場合は、クレーン運転士・デリック運転士免許取得者でなければならない)。

イ クレーン操作時には、玉掛け者とクレーン操作者との連絡合図を取り決めて、確実に連携を行う。

ウ 機器の清掃に、空気圧を利用するときは、必ず保護めがねをかける。

エ その他、重量物の運搬や手工具の取扱い等の機械作業などの安全作業は、細心の注意を払う必要がある。

#### (2) はんだ付け作業(電気的な組立作業)

ア はんだ付け作業は、作業者が化学物質を吸い込まないように注意をする。よって、保護めがね、手袋、マスクなどを着用し、排気装置を設置した所で作業する。

イ はんだごては、必ず鉄製の安定した受け台に置く。

また、はんだ炉を使用する場合は、以下の点に注意する。

① はんだごては、予熱してから、はんだ炉に入れる。

② はんだ炉に冷たいものを急に入れたり、水、油などを入れたりしてはならない。

③ はんだ炉の周辺には、ガソリン、シンナーなどの引火性危険物または可燃物を置いてはならない。

はんだ付け作業において、自然換気が不十分な場所は、局所排気装置もしくは全体換気装置を設けなければならない(労働安全衛生法に基づく厚生労働省令鉛中毒予防規則)。

#### (3) 乾燥作業(機器の接着・皮膜処理など)

乾燥作業においては、それぞれの乾燥設備に対して、あらかじめ標準作業書を作成する。そして、作業方法の留意点は、次のとおりである。

ア 作業開始前の点検

標準作業書に基づき、主要部の点検を念入りに実施する。特に、内部に引火性物質、爆発性ガスなどが残留していないか確認が必要である。

イ 運転中の点検

運転中の点検も標準作業書に基づき行う。

ウ 停止時の点検

乾燥作業を終了したときは、標準作業書にしたがって、点検を行う。特に揮発性の接着剤や塗料を使用している乾燥物によっては、危険なガスを発生するものもある。また、装置の停止後に引火爆発する場合もある。換気装置は、しばらくの間は運転し、作業場内の

残留ガスを換気する必要がある。

#### (4) 火災の防止

乾燥設備による火災の原因には、乾燥設備の欠陥、故障、取扱い上の不注意などがある。これは、構造上の原因もあるが、最近では取扱い上の不注意が非常に多い。

乾燥設備は、災害防止上、特に留意しなければならない。基本的には、次の項目のとおりである。

- ① 爆発性、自然発火性または引火性の危険物を取り扱う乾燥設備を設置した作業場は、他の生産設備の建屋とは隔離する。
- ② 乾燥設備の内部の棚または枠は、不燃材料で構成する。
- ③ 有効な換気装置を設ける。
- ④ 熱源と乾燥物が接触し、近接しないように安全な距離を確保する。
- ⑤ 温度測定装置を設け、常に内部の温度分布を正確に把握できるようにする。また、乾燥物の発火温度と乾燥温度の関連にも注意をする。
- ⑥ 乾燥設備の電源は、他の電熱器または動力などの配線、他の開閉器とは別回路で専用のものとする

#### (5) 爆発の防止

乾燥設備内において、配管や配線、潤滑用油や乾燥物に使用した揮発性塗料等による爆発を防止するためには、熱源と乾燥物の二つの対象に分けて考えなければならない。

##### ア 熱源による爆発防止

- ① 乾燥設備を使用している間は、加熱装置の作動を確認する。
- ② 特にバーナの異常の有無を確認する。
- ③ 排気用ダンパの開閉状況を確認する。
- ④ 空気量の調節、完全燃焼の維持を確認する。
- ⑤ 消炎の検出と警報および燃料の供給停止を確認する。
- ⑥ 点火、再点火の際は、換気を十分にとる。
- ⑦ 自動制御式の燃焼装置にあつては、定期的なメンテナンスの実施と正常な作動を確認する。

##### イ 乾燥物による爆発防止(直火の使用禁止)

蒸発する物質、引火性溶剤の蒸気または可燃性のガスなどの場合は、熱源として木炭、コークスなどの固体の燃料を直火で使用するのを禁止する。

電熱装置の熱板などの発熱温度は、可燃性のガスなどの発火温度より低いものでなければならない。また、直接触れる方法は避ける。

乾燥設備の内部で使用する電気設備は、防爆性能を十分有するものでなければならない。赤外線電球などを使用する場合は、可燃性のガスや蒸気温度が爆発範囲に入らないことが保証されていなければならない。

また、電球自体の被損、フィラメントの溶断、ソケット部の過熱などによる事故を防止するような防爆型仕様であり、常に点検・保守を行わなければならない。

#### (6) 中毒の防止

乾燥作業における中毒防止については、熱源として使用される可燃性ガス、燃焼生成ガス及び乾燥物から接着剤や塗料などから発生する溶剤蒸気、ミスト、粉塵などの吸入による中

毒事故の防止と暴露による中毒事故の防止の2通りについて考慮する必要がある。

ア 燃焼性ガスによる中毒の防止

燃焼性ガスの漏れを防止するため、設備の定期的な点検整備はもちろん、始業前にガス検知、局所排気装置の設置が必要である。

イ 乾燥物による中毒防止

有毒ガスの排出装置の設置は、外部より遠隔操作ができること、または自動制御方式になっていることが望ましい。

また、作業によっては、作業者は送気マスク(ホースマスクまたはエアラインマスク)を着用することが必要である。

## 2 雑音について

### (1) 電気通信回線による雑音

電気通信回線では、送信側で信号を入力しない状態であっても受信側で何らかの信号が現れることがある。これを雑音という。雑音の大きさを表すものとして、受信電力と雑音電力との相対レベルを用い、信号対雑音比(SN比)で表す。SN比の数値が大きいほど雑音が少なく高品質の信号が得られる。

### (2) 電磁的な雑音

電磁的な干渉性、または、ある機器が動作することによって、他の機器の動作を阻害し、人体に影響を与える一定レベル以上の干渉源となる電磁妨害(EMI: electro magnetic interference)を生じないようにする。また、周辺の電気機器などから発生する電磁波などによって装置の動作が阻害されないように、電磁感受性(EMS: electro magnetic susceptibility)をもつことが大切である。

電気機器は、何の対策も施さなければ、近くにある他の機器の放射電磁波、雷、太陽活動などの影響で、機能低下または誤作動、停止、記録の消失などが生じることがある。そして、装置の発する電磁波によって、他の機器の動作や近くにいる人間の健康に悪影響を与えてしまうこともある。

また、他の電気機器によって生じる放射電磁波、雷、太陽活動などといった自然現象が電気機器の動作を阻害し、システムに機能低下、誤作動、停止、情報の消失などといった影響を及ぼす外的要因となり得る。

例えば、コンピュータの近くにあるラジオへの雑音、電力スイッチングによりサージ電流の漏出、高周波機器による漏れ電磁波による生体への影響などがある。

## 参考図書等

- 1 大阪府立大学工業高等専門学校 安全対策委員会「安全の手引き」(平成24年)
- 2 福井大学工学部・工学研究科「安全の手引き」
- 3 独立行政法人 国立高等専門学校機構 安全衛生管理委員会「安全管理マニュアル」(平成17年)
- 4 新潟工科大学「実験・実習における安全の手引」
- 5 大阪府都市整備部総合計画課 「大阪府防災都市づくり広域計画」(平成21年)
- 6 労働調査会出版局労務相談室編  
「労働安全衛生法のポイント」平成23年度版 労働調査会 (平成23年)
- 7 中央労働災害防止協会  
「新入者安全衛生教育 指導者用」 第2版第1刷(新訂)(平成22年)  
「新入者安全衛生テキスト」 第3版第2刷(平成22年)  
「ゼロ災害シリーズ 危険予知訓練」 第3版第1刷  
「電気工事作業指揮者安全必携」 第4刷 (平成22年)  
「新しい時代の安全管理のすべて」 第5版第1刷 (平成23年)
- 8 経済産業省商務情報政策局製品安全課編  
「電気用品安全法 関係法令集」第4版 社団法人 日本電気協会 (平成20年)
- 9 日本電気技術規格委員会(JESC E0005(2005)) 需要設備専門部会編  
「内線規定(電気技術規定使用設備編) JEAC 8001-2005」第11版  
社団法人 日本電気協会 (平成17年)
- 10 市川紀充、富田一 「感電の基礎と過去30年間の死亡災害の統計」  
独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 (平成21年)
- 11 オーム社編  
「電気設備技術基準・解釈 2011年度 改正版」第1版第1刷 オーム社 (平成23年)
- 12 小林一也 山下省蔵他 「工業技術基礎」 実教出版
- 13 大橋真也、森夏節、立田ルミほか「ひと目でわかる最新情報モラル第2版」日経BP社
- 14 独立行政法人 情報処理推進機構  
「情報セキュリティ読本三訂版 IT時代の危機管理入門」 実教出版
- 15 山住富也「モバイルネットワーク時代の情報倫理」 近代科学社
- 16 駒谷昇一、山川修、中西通雄、北上始、佐々木整、湯瀬裕昭 共著  
「情報とネットワーク社会」 オーム社
- 17 三輪賢一「改訂新版かんたんネットワーク入門」 技術評論社
- 18 長岡技術科学大学「安全のための手引き」
- 19 新潟工科大学「実験・実習における安全の手引」
- 20 埼玉大学「実験・実習 安全の手引」
- 21 九州大学「理学研究院等安全の手引」「安全衛生ガイドライン」
- 22 静岡大学 農学部「安全の手引き」
- 23 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター編  
「二級技能士コース電気機器組立て科 教科書」一般財団法人 職業訓練教材研究会

- 24 厚生労働省  
「労働安全衛生規則（足場等関係）が改正されました」  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudouki\\_jun/anzeneisei26/index.html](http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudouki_jun/anzeneisei26/index.html)  
「職場のあんぜんサイト」 <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/>
- 25 厚生労働省 大阪労働局「大阪府における労働災害の現況」  
[http://osaka-roudoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/jirei\\_toukei/genkyo.html](http://osaka-roudoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/jirei_toukei/genkyo.html)
- 26 環境省「廃棄物処理の現状」  
<http://www.env.go.jp/recycle/waste/index.html>
- 27 総務省消防庁「消防統計」  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList8\\_3.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList8_3.html)
- 28 経済産業省「電気用品の技術上の基準を定める省令第2項の規定に基づく基準」  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2003/files/15033lyouhin.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2003/files/15033lyouhin.pdf)
- 29 経済産業省 中部近畿産業保安監督部近畿支部「事故・災害等情報」  
[http://www.safety-kinki.meti.go.jp/jikosaigai\\_jirei.html](http://www.safety-kinki.meti.go.jp/jikosaigai_jirei.html)
- 30 東京消防庁「広報テーマ 2011年8月号 電気火災を防ごう」  
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/camp/2011/201108/index.html>
- 31 上智大学理工学部安全委員会「安全教育テキスト（装置取扱い編）」  
<http://www.me.sophia.ac.jp/netsuko/webfiles/information/anzen/anzen1-1.htm>
- 32 独立行政法人 情報処理推進機構「対策情報 ウイルス対策」  
<http://www.ipa.go.jp/security/isg/virus.html>
- 33 公益社団法人 日本保安用品協会「保安用品とは」 <http://www.jsaa.or.jp/>
- 34 一般社団法人 電線総合技術センター「電線ケーブルデータベース」  
<http://www.jectec.or.jp/03cable/index.html>
- 35 社団法人 仮設工業会「仮設工業会の認定」 <http://www.kasetsu.or.jp/>
- 36 社団法人 日本船舶電装協会  
「電装作業安全衛生ハンドブック」（平成11年）日本財団図書館  
<http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/1999/00268/mokuji.htm>
- 37 北海道勤労者安全衛生センター  
「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」  
[http://www.hokkaido-osh.org/contents/vdt\\_guideline.html](http://www.hokkaido-osh.org/contents/vdt_guideline.html)
- 38 中央労働災害防止協会 安全衛生情報センター <http://www.jisha.or.jp/>
- 39 株式会社 きんでん「電気設備」「内装設備」「技術情報」「人材育成」  
<http://www.kinden.co.jp/business/>
- 40 中部電力株式会社「トラッキング現象」  
<http://www.chuden.co.jp/ryokin/information/use/plug/tracking/index.html>
- 41 藤井電工株式会社「安全帯に関する法律等」  
<http://www.fujii-denko.co.jp/anzentai/kikaku.html>
- 42 東京海上日動リスクコンサルティング株式会社「高所作業中の落下事故の防止について」  
[http://www.tokiorisk.co.jp/risk\\_info/up\\_file/200905153.pdf](http://www.tokiorisk.co.jp/risk_info/up_file/200905153.pdf)

- 43 IT用語辞典 e-Words 「電磁両立制 (EMI / EMS)」  
<http://e-words.jp/>
- 44 株式会社 重松製作所 「送気マスク」  
[http://www.sts-japan.com/products/soki\\_mask/index.php](http://www.sts-japan.com/products/soki_mask/index.php)
- 45 興研株式会社 「局所排気装置」 <http://www.koken-ltd.co.jp/kyokuhai.htm>  
「送気マスク」 <http://www.koken-ltd.co.jp/soukimask.htm>