

せいぞうぶんやとくていぎのう ごうひょうかしけん
製造分野特定技能1号評価試験

でんきてんしき きくみた くぶん
(電気電子機器組立て区分)

がくしゅうようさんこう
学習用参考テキスト

もくじ

第1章 試験の概要と学び方

1.1	試験の概要	1
1.1.1	試験の内容	1
1.1.2	電気電子機器組立て区分に含まれる技能	2
1.1.3	受験時の注意事項	2
1.2	学習する上での注意事項	3

第2章 安全衛生

2.1	基本作業	4
2.1.1	安全衛生の心得	4
2.1.2	労働安全衛生法	5
2.1.3	あいさつ	6
2.1.4	ほうれんそう	6
2.1.5	整理・整頓・清掃・清潔・しつけ (5S)	7
2.1.6	三定	8
2.2	安全の教育	10
2.2.1	やどりい入れじ、さぎょうないようへんこうじきょういく 雇い入れ時、作業内容変更時の教育	10
2.2.2	特別教育	10
2.2.3	オン・ザ・ジョブ・トレーニング (OJT)	11
2.2.4	危険予知トレーニング (Kiken Yochi Training KYT)	11
2.3	保護具	14
2.4	安全衛生の知識	15
2.4.1	ハイインリッヒの法則	15
2.4.2	リスク・アセスメント	15
2.4.3	労働安全衛生マネジメントシステム(OSHMS)	16
2.4.4	絶対安全	16
2.5	標識	17
2.5.1	禁止標識	17
2.5.2	注意表示	18
2.5.3	化学物質の危険有害性の表示	18

2.5.4	その他 ^た の ^{ひょうしき} 標識	19
2.6	個別 ^{こべつ} 作業 ^{さぎょう} の ^{あんぜん} 安全 ^{あんぜん} のポイント	20

だい 第3章	ひんしつかんり 品質管理	
3.1	ひんしつかんり ^{きほん} 品質管理の基本	22
3.1.1	ひんしつ 品質とは	22
3.1.2	ひんしつかんり ^{かんが} ^{かた} 品質管理の考え方	23
3.2	ひょうじゅんか 標準化	27
3.2.1	さぎょうひょうじゅん 作業標準	27
3.2.2	こうていぎず QC工程図	28
3.3	どうぐ QC7つ道具	29
3.4	きかく 規格	32
3.4.1	こくさいひょうじゅんかきこう ISO(国際標準化機構)	32
3.4.2	にほんさんぎょううきかく 日本産業規格(Japanese Industrial Standards, JIS)	32
3.4.3	こくさいたんいけい 国際単位系SI	33

だい 第4章	いっぽんちしき 一般知識	
4.1	かがく 化学	34
4.1.1	pH	34
4.1.2	さんか ^{かんげん} 酸化と還元	34
4.1.3	ひじゅう 比重	35
4.2	しげん ^{かつよう} 資源の活用	36
4.2.1	リデュース、リユース、リサイクル	36
4.2.2	サーキュラーエコノミー	36
4.3	でんき 電気	37

だい 第5章	でんき ^{かん} ^{ほうれい} ^{きかく} 電気に関する法令と規格	
5.1	ほうれい 法令	38
5.1.1	でんきようひんあんぜんほう 電気用品安全法	38
5.1.2	でんきせつび ^{かん} ^{ぎじゅつけいじゅん} ^{さだめ} ^{しおれい} ^{でんぎ} 電気設備に関する技術基準を定める省令(電技)	39
5.1.3	でんきせつび ^{ぎじゅつけいじゅん} ^{かいしゃく} ^{でんぎ} ^{かいしゃく} 電気設備の技術基準の解釈(電技解釈)	40
5.2	でんき ^{でんし} ^{かん} ^{きかく} 電気・電子に関する規格	43

5.2.1	日本の電気関係規格	43
5.2.2	その他の日本の電気関係の規格	44
5.2.3	海外の電気関係の規格	45
5.2.4	国内規格と海外規格の関係	45

だい しょう 第6章 製図

6.1	製図通則	47
6.1.1	図面の種類	47
6.1.2	図面の大きさと様式	47
6.1.3	図面に用いる線	48
6.1.4	製図に用いる尺度	50
6.1.5	図面の表し方	51
6.2	電気図面	55
6.2.1	電気図面の種類	55
6.2.2	電気用図記号	56
6.2.3	シーケンス制御用展開接続図	57
6.2.4	ラダーシーケンス図とその記号	59
6.3	電気材料の種類	61
6.3.1	導電材料	61
6.3.2	磁性材料	62
6.3.3	絶縁材料	63

だい しょう 第7章 器具・工具

7.1	組立に使用する工具と部品	66
7.1.1	ねじの締付けに用いる工具	66
7.1.2	ねじ、ボルト、座金の種類	67
7.2	電線の加工、接続に使用する工具、部品	70
7.3	シャーシ加工に使用する工具	71
7.4	電線の種類と接続に使用する工具	73
7.4.1	電線の種類	73
7.4.2	ワイヤストリッパ、圧着工具	73
7.4.3	はんだ	74

7.5	電気部品、電子部品	76
7.6	使用する測定器	77
7.6.1	ノギス	77
7.6.2	マイクロメータ	79
7.6.3	その他測定器	82
7.6.4	テスター	83
7.6.5	オシロスコープ	86
7.6.6	その他の電気計器	88

第8章 機械加工・仕上げ

8.1	機械加工（制御盤の加工）	92
8.1.1	寸法の測り方とけがき方	92
8.1.2	穴あけ加工	92
8.1.3	計器や器具の取付用穴の加工法	93
8.1.4	タップ加工（タッピング）Tapping	93
8.2	仕上げ	96
8.2.1	鉄工やすりによる仕上げ	96
8.2.2	組やすりによる仕上げ	97
8.3	おもな加工機械と用途	98
8.3.1	旋盤	100
8.3.2	フライス盤	101

第9章 電気、電子基礎理論

9.1	電気理論	103
9.1.1	基礎	103
9.1.2	電磁気学	104
9.2	電気回路	108
9.2.1	基礎	108
9.2.2	電気部品	109
9.2.3	回路計算	111
9.3	電子回路	118
9.3.1	電子理論	118

9.3.2 電子部品	121
9.3.3 回路	124
9.4 コンピューター	126
9.4.1 構成	126
9.4.2 二進数	127

だい しょう 第10章 電気、電子作業

10.1 電気計測	128
10.1.1 計測器	128
10.1.2 抵抗測定	132
10.1.3 電圧測定	132
10.1.4 電流測定	132
10.1.5 漏電とアース	133
10.2 部品組立	134
10.2.1 作業前準備	134
10.2.2 作業後の片づけ	136
10.2.3 プリント配線版	138
10.3 グリス	140

だい しょう 第11章 電気、電子応用

11.1 シーケンス制御	141
11.1.1 論理演算	141
11.1.2 シーケンス図記号	142
11.1.3 部品	144
11.1.4 基本回路	147
11.1.5 応用回路	150
11.2 電気機器	152
11.2.1 電動機（モータ）	152
11.2.2 変圧器	154
11.2.3 遮断機	155
11.3 電池	157
11.3.1 太陽電池	157

11.4	機械制御	159
11.4.1	油圧回路	159
第12章 検査・保全・包装・成形		
12.1	検査	160
12.1.1	組立検査	160
12.2	保全	163
12.2.1	保全とは	163
12.2.2	保全の種類	163
12.2.3	設備保全の仕事内容	164
12.2.4	設備保全の効果	165
12.3	工業包装	166
12.3.1	工業包装とは	166
12.3.2	包装の役割と機能	166
12.3.3	梱包材料	167
12.3.4	物流品質	167
12.3.5	取扱注意ラベル	168
12.4	プラスチック成形	169
12.4.1	プラスチック成形とは	169
12.4.2	射出成形	170
12.4.3	強化プラスチック成形	172
12.5	プリント配線板製造	174
12.5.1	プリント配線基板とは	174
12.5.2	プリント配線基板の製造方法	175
12.5.3	エッティング（食刻）	176

だい しょく しけん がいよう まな かた
第1章 試験の概要と学び方

1. 1 試験の概要 (2025年11月時点)

1号特定技能外国人は「相当程度の知識または経験を必要とする技能」を有していることが求められます。製造分野特定技能1号評価試験は、当該技能水準を確認するための試験です。

1. 1. 1 試験の内容

表 1-1 試験の内容

試験水準	特定技能1号の試験免除となる技能実習2号修了者が受験する技能検定3級試験程度を基準とする
実施方式	CBT（コンピューター・ベースド・テスティング）方式 学科試験：問題文の内容が正しいか間違っているかを選ぶ問題 実技試験：実際の作業工程や材料に関連する内容を読んで、正しい答えを4つの選択肢の中から選ぶ問題
問題数	学科試験：30問 実技試験：10問
試験時間	学科試験・実技試験あわせて80分
合格基準	学科試験：正答率65%以上 実技試験：正答率60%以上
言語	日本語 ※漢字にはふりがな（ルビ）が付く
受験資格	原則として、試験日当日において満17歳以上（国籍がインドネシアの場合は満18歳以上）の外国人で、試験に合格した場合に日本国内で就業する意思のある者

1. 1. 2 電気電子機器組立て区分に含まれる技能

表 1-2 試験区分に含まれる技能

電気電子機器組立て区分	機械加工、仕上げ、プラスチック成形、プリント配線板 製造、電子機器組立て、電気機器組立て、機械検査、 機械保全、工業包装、強化プラスチック成形
-------------	---

1. 1. 3 受験時の注意事項

(1) 問題・解答の持ち出し・共有は禁止

試験で出題された問題やその解答（問題や解答の部分的な情報も含む）を何らかの方法で持ち出すこと、公開・非公開を問わずSNSやその他の手段で共有することは一切禁止されています。問題の持ち出し・共有は、受験者の公平性を失わせる重大な不正行為です。

(2) セキュリティ対策

試験会場には、監視カメラや監督者が配置されています。受験中、受験者の行動は常に監視されており、疑わしい行動をとった場合、即時に発見されます。

(3) 不正行為への対応

不正行為を行った受験者については、当該試験結果の無効のほか、必要に応じて厳しい措置がとられます。

措置の例

- 将来にわたる受験資格の剥奪
- 在留資格を司る出入国在留管理庁への通報等

1. 2 学習する上での注意事項

(1) 本書の内容が分かるよう、日本語の勉強をしてください。

試験は、本書のような日本語で書かれています。そのため、本書の日本語が分からなければ、問題の意味を理解できません。

本書の日本語がむずかしければ、日本語の勉強もあわせてすすめましょう。

(2) 職場の上司や同僚などに質問してください。

本書には、技能についての専門的な言葉が数多く出てきます。自分で調べても、分からなことがあります。そんな時は、職場の上司や同僚などに質問して、専門的な言葉を理解できるように学習しましょう。

(3) 意味を調べなくても分かるまで、何度も繰り返して読んでください。

試験の時間は80分です。日本語の意味を考えこんでしまうと時間がなくなってしまいます。日本語になれて、技能のことが分かるように、本書を何度も繰り返して読んで、おぼえていきましょう。

(4) 正しいか、間違っているか、文の最後までよく読みましょう。

日本語は、最後まで丁寧に読まないと、正しく意味が分かりません。あわてて読んでしまうと、まったく反対の意味に理解してしまうことがあります。

最後まで丁寧に読んで、間違えないようにしましょう。

だい しょう あんぜんえいせい
第2章 安全衛生

2. 1 基本作業

2. 1. 1 安全衛生の心得

製造現場には高温、重量物、機械設備、化学物質など、多くの危険があります。これらの危険から、作業者の命と健康を守るための取組みが、安全衛生活動です。

作業者が仕事や通勤が原因で、負傷したり、病気にかかったりすることを労働災害といいます。作業者一人ひとりが、労働災害を防ぐよう努力しなければなりません。

[安全のための重要な心得]

- ① 職場のルールを守ってください。作業者を守るためのものです。
ルールを守らないと周りの人にも危険が及びます。
- ② 知らない機械や道具には、勝手に触ってはいけません。
必ず、上司に聞いてください。
- ③ 道具は丁寧に扱ってください。使った後は、正しい場所に保管してください。投げ渡したり、乱雑においたりしてはいけません。
- ④ 危険がなくても、法律やルールを守ってください。
日本の法律は、作業者一人ひとりを守るためにあります。
- ⑤ 何か異常（変な音、におい、振動など）に気づいたら、機械を止めて上司に報告し、その指示に従ってください。

2. 1. 2 労働安全衛生法

労働安全衛生法は、労働者の安全と健康を守るために定められた、日本の法律です。主な内容は、つぎの3つです。

(1) 労働災害防止のための危害防止基準の確立

この法律は労働災害を防止するための基準をルールとして定めています。
会社も作業者も、このルールを守らなければなりません。

(2) 責任体制の明確化

この法律は、会社がつくるべき安全衛生の責任体制を、定めています。
「安全衛生委員会」は職場の安全と健康についての課題を話し合う組織です。
また「安全管理者」や「産業医（企業で働く人々の健康を守る専門の医者）」などの安全や健康の専門家も設置し、職場の安全をチェックして安全に働くように支援します。

(3) 自主的活動の促進

この法律は、作業者一人ひとりが、安全について考え、行動することを促進しています。職場で話し合って、作業の中の危険を発見し、その対策を考えていけば、全員の安全に対する気持ちが高まり、安全な職場になります。

【練習問題2-1】

正しい場合はA、間違っている場合はBを選びなさい。

- ① () 工場で作業するとき、動きやすければ服装は何でもよい。
- ② () 職場で「危ない」と感じた時は誰にも言わずに自分で解決する。

【解説】

①安全な服装は、機械への巻き込みや汚れから体を守るために重要です。動きやすくても、ひらひらした服は機械に巻き込まれることがあります。サンダルでは落下物で足をけがすることがあります。

答 (B)

②職場で危ないことや変なことに気づいたら、すぐに上司やリーダーに伝えます。そうすれば大きな事故になる前に対応できます。個人で判断すると、かえって状況を悪化させたり、自分自身が危険にさらされたりする可能性があります。

答 (B)

2. 1. 3 あいさつ

事故を防ぐための取り組みの中で、もっとも基本的で大切なことがあいさつです。通路で作業員とすれちがう時には、朝は「おはようございます」「おつかれさまです」とあいさつします。他に「(今日も一日)ご安全に」などがあります。異なる職種の作業員どうしがあいさつをすることで、一体感が生まれ、気持ちよく作業を進めることができます。相手のことを知らなくても、元気にあいさつしましょう。

2. 1. 4 ほうれんそう

スムーズに作業を進めるためにはコミュニケーションが重要です。そのためのポイントを表した「ほうれんそう」という言葉があります。「ほうれんそう」は、報告・連絡・相談を組み合わせた言葉です。「ホウレンソウ」という野菜があるのに合わせたい方です。

明るく、話したいポイントを絞ってわかりやすく、結論は先にいうようにしましょう。

- (1) 報告：仕事の進捗や結果などを先輩や上司に伝えることです。
- (2) 連絡：仕事に関する情報や、自分のスケジュールなどを先輩や上司に伝えることです。
- (3) 相談：トラブルが発生した場合や、わからないことを先輩や上司に伝えます。

2. 1. 5 整理・整頓・清掃・清潔・躰 (5S)

これら5つの言葉は、アルファベットのSで始まるので「5S」と言われています。仕事を、安全に、確実に、効率良く、行うための基本的なルールです。職場で協力して、5Sを当たり前にできるようにしましょう。

(1) 整理 Seiri

いらないものを捨てることです。「要るもの」と「いらないもの」をわけて、いらないものをなくします。

(2) 整頓 Seiton

いわゆる「つかおづけ」です。誰でも、すぐにものがさがるように、場所を定めます。

(3) 清掃 Seisou

きれいに掃除することです。汚れやゴミをなくして、いつもピカピカにします。

(4) 清潔 Seiketsu

きれいな状態を保つことです。整理、整頓、清掃をいつも続けて、きれいな職場を保ちます。

(5) 被 しつけ Shitsuke

ルールを守る習慣を身につけることです。

【練習問題 2-2】

5Sと関係あることに A、ないことに B と書きなさい。

- ① () 職場に道具がたくさんあるが、ほとんど使わない。
- ② () 道具を探しているが、なかなかみつからない。
- ③ () 床が機械油で汚れていて、すべりやすい。
- ④ () 作業ルールを守らない人がいた。
- ⑤ () 朝から熱があって、体調が悪い。

【解説】

- ① 整理ができていない状態です。 答 (A)
- ② 整頓ができていない状態です。 答 (A)
- ③ 清掃ができていません。 清潔になっていません。 答 (A)
- ④ 被 ができていません。 答 (A)
- ⑤ 体調管理は大切ですが、5Sとは関係ありません。
体調が悪い時は上司に伝えてください。 答 (B)

2. 1. 6 三定 さんてい

ものの置き場所や数を定めることで、作業をスムーズにするためのルールです。定位、定品、定量の3つを合わせて、「三定」といいます。三定によつて、「誰でも、いつでも、迷わずに」必要なものを見つけられるようになります。その結果、仕事の効率が上がり、誰でも同じように作業ができるようになります。

(1) 定位：置き場所を定める

すべてのものの置き場所をはっきりと定めることです。床に線を引いたり、棚に名前を貼ったりして、「ものの住所」を定めます。こうすることで、「探す時間」をなくします。

(2) 定品：置くものを定める

定めた場所に、定めたものだけを置くことです。例えば、「工具A の場所」には「工具A」だけを置きます。違うものが混ざるのを防ぎ、間違いをなくします。

(3) 定量：置く量を定める

定めた場所に置くものの数を定め、その数を守ることです。「この棚にはネジを 10個から 20個まで」のように、適切な量を定めて管理します。

2. 2 安全の教育

労働災害や健康障害を防止するために、作業者に必要な知識と能力を教育で身に付けます。労働安全衛生法で定められています。

2. 2. 1 雇い入れ時、作業内容変更時の教育

安全衛生教育は、働く人を危険から守るためのものです。ですから、新しい仕事を始める時は、必ずその仕事の安全教育を受けてください。

[雇い入れ時、作業内容変更時の教育の内容]

- ① 機械や原材料などの危険性・有害性と、これらの取扱い方法
- ② 安全装置や保護具の機能、これらの取扱い方法
- ③ 作業手順
- ④ 作業開始時の点検
- ⑤ 整理、整頓、清掃、清潔の保持
- ⑥ 事故がおきた時の応急措置、退避など

2. 2. 2 特別教育

労働安全衛生法では、特に危険な作業や特に有害な作業は、事前に特別教育を受けなければならぬと、定められています。

(例：フォークリフトの運転、産業用ロボットの保全・設定、玉掛け※作業)

※玉掛け：クレーンなどを用いて荷物を吊り上げたり、移動したりする作業

2. 2. 3 オン・ザ・ジョブ・トレーニング (OJT)

実際の仕事を通して、業務に必要な知識やスキルを習得させる教育方法です。

まず、上司が作業を説明して、実際にやって見せてくれます。その後、新人がやってみます。その後、上司が新人にアドバイスして、間違いを正します。

2. 2. 4 危険予知トレーニング (Kiken Yochi Training KYT)

職場で、イラストや写真を見て話し合い、仕事の危険をみつける訓練です。お互いに話し合うことで一人ひとりの危険に対する感度が高くなります。広くKYT 4 ラウンド法が用いられています。

[KYT4 ラウンド法]

第1 ラウンド 「どんな危険がひそんでいるか」

絵や現場の状況から、不安全な行動や不安全な状態を洗い出します。

第2 ラウンド 「これが危険のポイントだ」

それらの中から話し合って、もっとも重要な危険を選びます。

第3 ラウンド 「あなたならどうする」

その危険に対して、具体的な対応策を洗い出します。

第4 ラウンド 「私たちにはこうする」

それらの中から、話し合って、職場で守る対策を選びます。そして、それを実践するための「チーム行動目標」を決めて、全員で唱和します。

【練習問題 2-3】

以下の作業のイラストを見て、KYT第1ラウンド「どんな危険がひそんでいるか」を考えてください。

<p>1. 金属プレスの作業を行っています。 (左右のスイッチを共に押して作動する)</p>	<p>2. ボール盤で金属を加工しています。</p>	<p>3. 場内の道路を歩行しています。</p>
		
<p>【解説】</p> <p>①右スイッチをテープで常時ONにしているので、右手を入れたまま間違って左スイッチを押すと挟まれる。</p> <p>②進入防止センサーがないので、誤って手をはさまれる。</p> <p>③背面が開放されているので、第三者が近づいたら挟まれる。</p>	<p>【解説】</p> <p>①ドリルが回転しているので、部材が接触し破片が飛ぶ。</p> <p>②保護メガネをつけていないので破片や粉塵が目に入る。</p> <p>③綿の軍手をしているので、ドリルが軍手を巻き込んで手をけがする。</p>	<p>【解説】</p> <p>①フォークリフトは荷物で前が見えず、トラックや人とぶつかる。</p> <p>②側溝の蓋が外れているので、人や車輪が溝に落ちる。</p> <p>③手をポケットに入れているので、転倒した時に体を支えられず大けがする。</p>

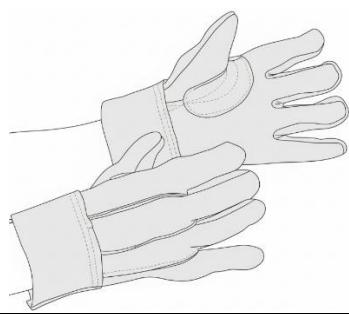
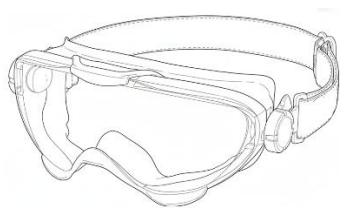
<p>4. 荷物を2階から下ろしています。</p> 	<p>5. 金属の脱脂作業用の槽を清掃しています。洗浄液に有機溶剤が含まれています。</p> 
<p>【解説】</p> <p>①荷物で足元が見えないので階段を踏み外して転倒する。</p> <p>②手すりを持てないので、踏み外した時に転倒する。</p> <p>③ケーブルや突起物につまずいて、転倒する。</p> <p>④荷物が重いと、腰痛になる。</p>	<p>【解説】</p> <p>①有機溶剤用の保護具を着用していないので、気化した溶剤を吸い込んでしまう。</p> <p>②換気扇が回っていないので、室内に気化した有機溶剤が溜まってしまう。</p> <p>③バケツの蓋が開いているので、有機溶剤が室内に広がってしまう。</p> <p>④床がぬれているので、作業者がすべて転倒する。</p>

2. 3 保護具

作業中の事故や危険から身体を守るために装着するものです。作業者は定められた保護具を使用しなければいけません。

作業によって危険は異なるので、ある作業では保護具であっても、他の作業では危険要因になることがあります（例：ボール盤作業では、手袋があると巻き込まれる）。ですから、作業に適した正しい保護具を着用してください。

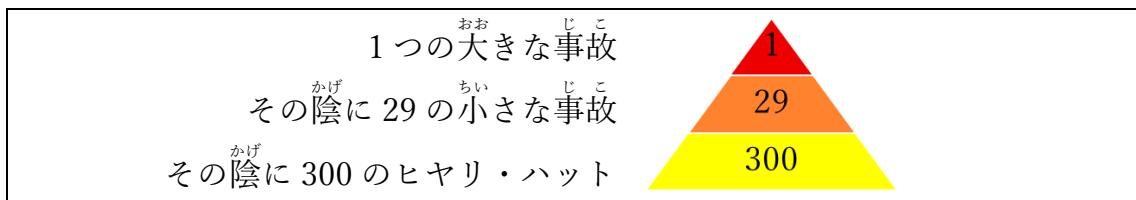
表 2-1 代表的な保護具

<p>安全靴</p> 	<p>安全手袋</p> 	<p>保護メガネ</p> 
<p>足への落下物や、足元の障害物から足を保護します。</p>	<p>危険から手を保護します。作業に適したタイプを使ってください。</p>	<p>危険から目を保護します。作業に適したタイプを使ってください。</p>

2. 4 安全衛生の知識

2. 4, 1 ハインリッヒの法則

たくさんの小さな事故の後に、大きな事故が起こるという考え方です。



「ヒヤリ・ハット」とは、事故にならなくとも「危ない！」とヒヤリしたり、ハッと驚いたりするできごとです。「ヒヤリ・ハット」を無視せずに対策を行っていけば、大きい事故を防ぐことができます。

2. 4. 2 リスク・アセスメント

リスク・アセスメントは、仕事の中にある危険や健康を害する可能性を見つけて、その危険をなくすための方法を考える活動です。

[リスク・アセスメントの手順]

① 危険を見つける

仕事の現場を見て「どこにどんな危険があるか？」を探します。

② 危険のレベルを考える

危険それぞれのレベルを評価します（危険の程度、作業の頻度など）。

③ 対策を考える

危険のレベルが高いものから、レベルを下げる具体的な対策を考えます。

④ 対策の実行と徹底

決めた対策を実施します。

2. 4. 3 労働安全衛生マネジメントシステム (OSHMS)

OSHMS (Occupational Safety and Health Management System) は、「**安全で健康な職場**」をつくるための、会社のルールや仕組みのことです。つぎの4つのステップを繰り返して進めます。

[OSHMS の手順]

- ① **計画** 危険の状況を調べて安全目標を立て、計画を立てます
- ② **実行** 計画した安全ルールを実行します。また安全教育を行います。
- ③ **評価** 計画が実行状況と成果を、チェックします。
- ④ **改善** もし問題があれば、その原因を考えて、計画を改善します。

2. 4. 4 絶対安全

絶対安全という言葉は「絶対に危なくない」という意味ですが、これはありえないと考えられています。どんなに厳重な対策を講じても、事故や災害のかのうせい可能性をゼロにすることは不可能と考えます。

機械は、突然故障することがあります。

人間は、うっかりミスをすることがあります。

自然は、予期せぬ災害を起こすことがあります。

ですので、私たちは「絶対安全」を目指すのではなく、「できるだけ危険を少なくすること」を目標にしています。危険をなくす努力を続けて、事故が起こる可能性をできる限り小さくすることが、本当の「安全」です。

2. 5 標識

工場や日本の社会にはさまざまな標識があります。正しく理解して、指示にしたがいましょう。

2. 5. 1 禁止標識

特定の場所・状況での行動・行為を禁じるための標識です。

表 2-2 禁止表示

一般禁止 Prohibition	禁煙 No Smoking	火気厳禁 No Fires	立ち入り禁止 No Entry	走るな/かけ込み禁止 No Running
さわるな Don't Touch	飲めない Not for drinking	携帯電話 使用禁止 No Cell Phones	電子機器 使用禁止 No Electronics	進入禁止 No Entry

2. 5. 2 注意表示

特定の危険や有害な状況が存在することを知らせるための標識です。

表 2-3 注意表示

一般注意 Caution	障害物に注意 Caution: Obstacles	上り段差に注意 Caution: Step Up	下り段差に注意 Caution: Step Down	注意滑りやすい Caution: Slippery Surface
転落注意 Caution: Falling Hazard	頭上注意 Caution: Watch Your Head	感電注意 Caution: Electric Shock Hazard	津波危険地帯 Tsunami Hazard Zone	崖崩れ・地滑り注意 Caution: Landslide Rockfall

2. 5. 3 化学物質の危険有害性の表示

化学物質の危険有害性を示す標識です。化学物質の包装や、安全データシートに記載されています。

表 2-4 化学物質の有害性の表示

可燃物 引火性ガスなど Flammable Materials	金属腐食性、皮膚腐食性、 Corrosive	健康有害性 Health Hazard	水生環境 有害性 Aquatic Hazard	急性毒性、 皮膚刺激性、 目刺激性など Toxic / Irritant

2. 5. 4 その他の標識

表 2-5 その他の表示

消火器 Fire Extinguisher	自動体外式除細動器 AED	広域避難場所 Wide Area Evacuation Site	避難場所 (建物) Evacuation Building	津波避難場所 Tsunami Evacuation Site
				

自動体外式除細動器：心臓がけいれんして血液を全身に送ることができなく
なった状態の時に、電気刺激によって正常なりズムに戻す医療機器です。
AED (Automated External Defibrillator) とも呼ばれます。この標識のあるところに設置されています。

広域避難場所：地震に伴う大規模な火災から身を守るために、一時的に避難する大規模なオープンスペースのことです。都市部で火災が延焼し、通常の避難場所では安全が確保できない場合に利用されます。

2. 6 個別作業の安全のポイント

(1) 機械作業

①仕事の前に機械を点検する。もし故障がみつかれば、上司に知らせる。

②事故を防ぐためのガードやカバーなどの安全装置は、絶対に外さない。

③機械が動いている間は、絶対に手や体を入れない。

④非常停止スイッチは、機械に危険が発生した際、作業者がただちに機械を停止させる安全装置。どこにあるか確認する。



(2) 感電の防止

人体に強い電流が流れると、筋肉が収縮して手が離せなくなったり、心臓の機能を乱したり、火傷をしたりします。死につながることもあります。感電を防ぐために、機械にアースをして漏電（電気が外に漏れだすこと）を防止するなどの対策を実施します。

(3) 運搬作業

①重量物は、まず腰を下げて荷を抱え、それから足を伸ばして持ち上げる。

②玉掛け作業中は、吊り荷の下や周囲から離れる。

(4) 鋳造工程

①炉の周囲は高温になるので、熱射病に注意する。

②砂型や研磨作業で粉塵が発生するので、防塵マスクを着用する。

(5) 化学物質の取り扱い

①安全データシート（SDS）は、化学物質の危険性や有害性、取り扱い方法、緊急時の対応などが記載された文書であるので、取り扱う前に読んでおく。

- ②容器には危険有害性をしめす絵表示があるので、それを見てその化学物質の危険有害性を理解して、注意して取り扱う。
- ③暴露防止装置（フード、換気装置など）を稼動させて、作業する。
- ④特殊健康診断を受診して、健康状態を把握する。

だい しょう ひんしつかんり
第3章 品質管理

3. 1 品質管理の基本

日本の企業は品質管理を発展させて、世界的に高い評価を得てきました。
この品質管理の基本を説明します。

3. 1. 1 品質とは

品質とは、製品やサービスが、顧客や利用者の期待や要求をどれだけ満たしているかを示すものです。製造する側の要求を満たすことではあります。ただ「良いか悪いか」だけでなく、信頼性、安全性、そして顧客が感じる価値全体を含んだ、幅広い概念です。

□ 設計品質（ねらいの品質）

製品を企画・設計する段階で定めた、顧客の意図を満たす品質のことです。
顧客のニーズや市場の動向を分析して設定します。

□ 製造品質（できばえの品質）

製造を通して製品として実現した品質です。設計通りの性能や特性を、安定して実現する能力を指します。

□ 物流品質

製品が顧客に届くまでの物流プロセスにおいて、顧客の要求や期待を満たす程度のことです。注文通りの製品・数量、納期、品質を納めることです。

3. 1. 2 品質管理の考え方

(1) 品質管理の3つの要素QCD

品質・コスト・納期を、それぞれ英語の頭文字をとって QCD といいます。

また、それにものづくりの基本である安全を加えて、QCDS ということもあります。

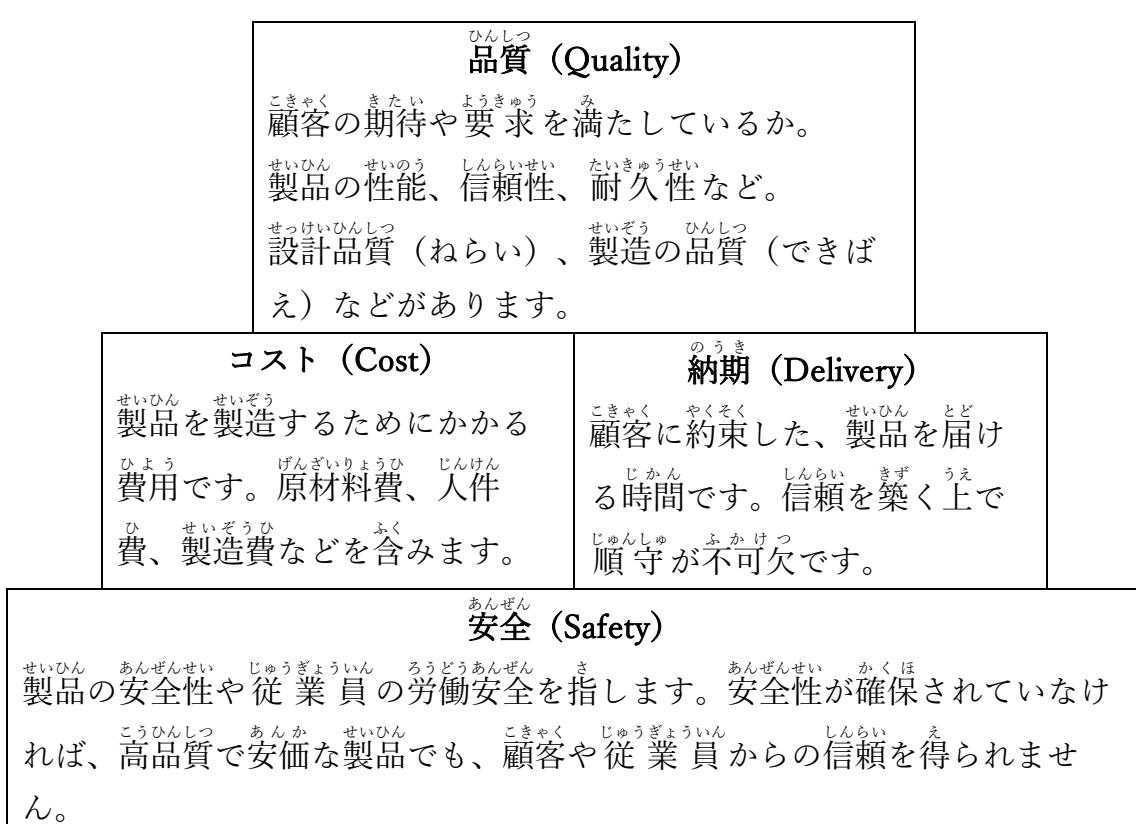


図 3-1 QCDS の構造

(2) 製造の4M

製造業における生産活動の基本要素を指す言葉です。これらは、製品の品質、コスト、納期などを管理し、改善していくために不可欠な4つの要素です。すべて M で始まるので 4M といいます。

表 3-1 製造の4M

Man 	製品をつくる作業者のことです。作業者のスキル、知識、経験、そして教育や訓練といった要素が品質に影響します。
Machine 	製品を製造するために使用する機械や設備のことです。機械の性能や状態が、生産効率や製品の品質を左右します。
Material 	製品を製造するための原材料や部品のことです。材料の品質や供給の安定性は、最終製品の品質に直接影響します。
Method 	製品を製造するための作業方法や手順のことです。同じ材料と機械を使っても、作業手順が異なれば、品質や生産効率に差が出ます。

(3) 三現主義

管理や問題解決を行うためには、事実を正しく把握しなければなりません。事実を正しく把握する取組みの姿勢を、三現主義といいます。

表 3-2 三現主義

現場 	問題が発生している現場に足を運ぶこと。 報告書や話し合いでなく、現場へ行って観察や確認をする。
現物 	問題を引き起こしているものや製品を観察すること。 不良品などを直接手に取って、状態や原因を探ります。
現実 	現場と現物から得られた事実に基づいて判断すること。 自分で確認した事実を根拠として、真の原因をみつけます。

(4) 管理のサイクル PDCA

管理や問題解決は、一度の取組みで解決しないことがあります。結果を把握して、改善を繰り返していくことが必要です。この繰り返しを「**管理のサイクル**」といい、各ステップの頭文字をとって **PDCA**ともいいます。

□Plan (計画)

達成すべき目標を設定し、それを達成するための具体的な計画を立てる段階です。

□Do (実行)

計画に基づいて具体的な行動や業務を実行する段階です。

□Check (評価)

実行した行動の結果を、目標と比較して評価する段階です。

□Act (改善)

評価結果をもとに、つぎのサイクルで改善策を検討し、計画や行動に反映させる段階です。

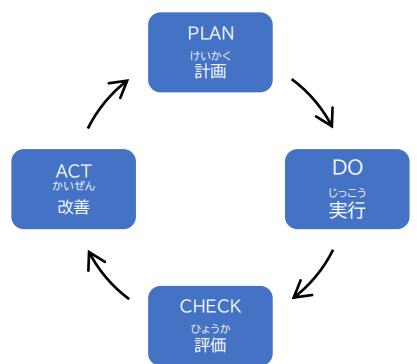


図 3-2 PDCA サイクル

【練習問題3-1】

つぎの 20 個の言葉を、グループに分けてください。

安全、整理、品質、C：評価、整頓、材料/部品、方法、清潔、D：実行、
清掃、作業者、納期、A：改善、現実、躾、現物、P：計画、
機械/設備、コスト、現場

表 3-3 練習問題の回答

グループ	ことば 言葉
QCDS	
管理のサイクル	
4 M	
三現主義	
5 S	

【解説】

テキスト本文を見てください。

3. 2 標準化

製品や製造工程を、誰もが同じように理解できるように、定めたルールや基準です。ばらつきをなくし、効率化や品質向上を図ることができます。

品質の安定と向上

誰が作っても、どこで作っても同じ品質の製品を提供できるようになります。不良が減少し、顧客満足度を高めることができます。

効率化

手順が統一されることで、作業の無駄がなくなり、生産性が向上します。また、部品を標準化すれば、大量生産によるコスト削減にもなります。

3. 2. 1 作業標準

製品を製造する際の作業内容、手順、方法、使用設備、工具などを定めたものです。誰が作業しても、いつ作業しても、安全に、同じ品質を保てるようにするためのルールブックです。

表 3-4 作業標準書の一例

作業標準書		作成:2024年12月21日	職場:製造部 製造3課
		番号:RS-200-BP03	工程:ボディプレス機03号
ボディプレス機03号 昇降シリンダー修理手順_3			
No.	作業手順	ポイント	守らないとこうなる
10	シリンダー下部を外す ※手袋着用 ※二人作業 ※高所作業	高所作業のためヘルメットを必ず着用する シリンダー下部を設備からおろす時は二人作業で行う。	落下した場合大けがにつながる バランスを崩し転倒する。設備から落下する
11	プレスを清掃する	カエリが出ていれば砥石でカエリを落とす	組み込み時、他の部品に傷が入る
12	シリンダー下部を清掃しパッキン・メタルを交換する。	カエリが出ていれば砥石でカエリを落とす	組み込み時、他の部品に傷が入る
13	シリンダー下部を取り付ける ※手袋着用 ※二人作業 ※高所作業	高所作業のためヘルメットを必ず着用する シリンダー下部を設備からおろす時は二人作業で行う。	落下した場合大けがにつながる バランスを崩し転倒する。設備から落下する
14	ロッドを清掃しパッキンを交換する	ネジ山にカエリが出ていれば砥石でカエリを落とす	フランジをはめる時にフランジが回らなくなる

3. 2. 2 QC工程図

製造プロセスの各工程で「何を」「いつ」「どのように」管理するかを明記した図のことです。QC工程表とも言います。

- 工程名**：製造プロセスの各ステップ（例：切断、溶接、塗装など）。
- 管理項目**：各工程で管理すべき項目。製品の寸法、重量、硬度、温度など、品質に影響を与える特性を指す。
- 管理方法**：管理項目をどのように測定・検査するか（例：ノギスで測定、目視で確認など）。
- 管理頻度**：測定・検査をどれくらいの頻度で行うか（例：1ロットに1回、1時間に1回など）。
- 異常時の処置**：管理項目が基準から外れた場合に、どのような対応を取るか（例：ラインを停止する、上司に報告する、不良品を隔離するなど）。

表 3-5 QC工程図の一例

QC工程図（品名：キャップスクリュー）

工程番号	工程名/工程図	管理ポイント		管理の方法					
		管理項目	品質特性	管理担当	時期	場所	試験・計測	採取・頻度	異常時の連絡先
1	材料受入れ検査(SX60伸線)	◇	外観 線径 引張強さ 伸び	検査係	入荷時	■ 材料倉庫 -試験室	自視 マイクロメータ -引張試験機	全数検査 抜取検査(AQL3%) ■ 1入荷Lot ■ 1鋼番毎n=1	1. 外注係 →伸線製造業者 2. 社内加工係 3. 工場管理担当
2	材料倉庫	▽	ロットの区分在庫量	防さび	倉庫係	入庫時 在庫中	材料倉庫	識別表示 自視	入庫ロット毎 1. 担当係長 2. 工場管理担当
3	頭部圧造	○◇	治工具の取付状態 加工速度 治工具の交換時期	外観 軸部径 軸部長さ 軸部高さ 頭部径	作業員	作業開始時 治工具交換時 作業中	作業場	自視/限度見本 マイクロメータ ノギス 〃 〃	下記品質特性のチェックによる 機械別 初物n=2 30分毎にn=1 チエックシート 1. 社内加工係 2. 設備管理担当 3. 工場管理担当
4									

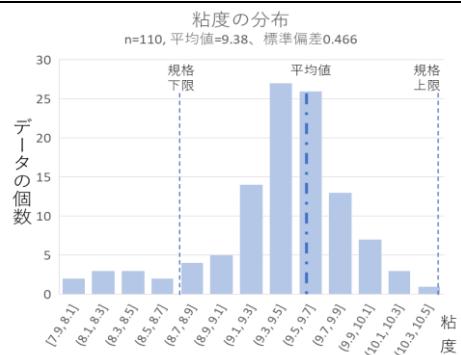
3. 3 QC7つ道具

QC7つ道具とは、品質管理において、製造工程の管理や改善に用いられる基本的な7つの手法です。主に数値データを視覚的に分析するために使われ、特別な知識がなくても活用できます。

表 3-6 QC 7つ道具

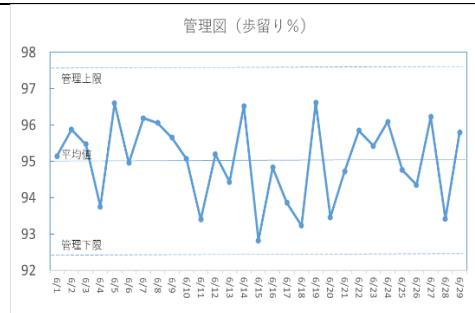
チェックシート																																							
不良項目チェックシート				データを収集するために、あらかじめ項目が記載された表です。不良の種類や発生場所などを記録し、データの整理を効率的に行います。																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>4/5</th><th>4/6</th><th>4/7</th><th>4/8</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>割れ</td><td>///</td><td>///</td><td>///</td><td>///</td></tr> <tr> <td>ピンホール</td><td>///</td><td></td><td>///</td><td></td></tr> <tr> <td>しわ</td><td>///</td><td>///</td><td>///</td><td>///</td></tr> <tr> <td>キズ</td><td>/</td><td>/</td><td>///</td><td></td></tr> <tr> <td>汚れ</td><td>///</td><td></td><td></td><td>///</td></tr> <tr> <td>その他</td><td>/</td><td>///</td><td>///</td><td>///</td></tr> </tbody> </table>					4/5	4/6	4/7	4/8	割れ	///	///	///	///	ピンホール	///		///		しわ	///	///	///	///	キズ	/	/	///		汚れ	///			///	その他	/	///	///	///	
	4/5	4/6	4/7	4/8																																			
割れ	///	///	///	///																																			
ピンホール	///		///																																				
しわ	///	///	///	///																																			
キズ	/	/	///																																				
汚れ	///			///																																			
その他	/	///	///	///																																			
パレート図				問題の原因や不良の種類を、件数の多い順に並べた棒グラフと累積比率の折れ線グラフを組み合わせた図です。重要度の高い項目を特定し、優先順位を付けて改善活動に取り組むことができます。																																			
<table border="1"> <caption>「不良損失金額」のパレート図</caption> <thead> <tr> <th>原因</th> <th>件数</th> <th>累積比率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>35</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>10</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>7</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>2</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>2</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>他</td> <td>4</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>				原因	件数	累積比率 (%)	B	35	35	A	10	45	D	7	52	C	5	57	E	3	60	F	2	62	G	2	64	他	4	100									
原因	件数	累積比率 (%)																																					
B	35	35																																					
A	10	45																																					
D	7	52																																					
C	5	57																																					
E	3	60																																					
F	2	62																																					
G	2	64																																					
他	4	100																																					
グラフ				データの推移や関係性を視覚的に示すための基本的なツールです。棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフなど、目的に応じて使い分け、傾向や変化を把握します。																																			
<table border="1"> <caption>「生産日報 不具合」の棒グラフ</caption> <thead> <tr> <th>不具合件数</th> <th>件数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>記入もれ</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>記入ミス</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>判読不可</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>書式違い</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>計算ミス</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <caption>「外観キズ不具合発生状況」の内グラフ</caption> <thead> <tr> <th>内訳</th> <th>割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A面キズ</td> <td>41.5%</td> </tr> <tr> <td>B面キズ</td> <td>20.8%</td> </tr> <tr> <td>外観キズ 不具合合計</td> <td>150個</td> </tr> <tr> <td>外観キズ</td> <td>22.7%</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>4.2%</td> </tr> </tbody> </table>				不具合件数	件数	記入もれ	68	記入ミス	45	判読不可	42	書式違い	35	計算ミス	20	その他	30	内訳	割合	A面キズ	41.5%	B面キズ	20.8%	外観キズ 不具合合計	150個	外観キズ	22.7%	その他	4.2%										
不具合件数	件数																																						
記入もれ	68																																						
記入ミス	45																																						
判読不可	42																																						
書式違い	35																																						
計算ミス	20																																						
その他	30																																						
内訳	割合																																						
A面キズ	41.5%																																						
B面キズ	20.8%																																						
外観キズ 不具合合計	150個																																						
外観キズ	22.7%																																						
その他	4.2%																																						
特性要因図				ある問題に対し、それに影響を与える要因を、「魚の骨」のような形に整理した図です。ひと人、機械、材料、方法など、4Mの視点から原因を掘り下げ、真の原因を特定するのに役立ちます。																																			

ヒストグラム



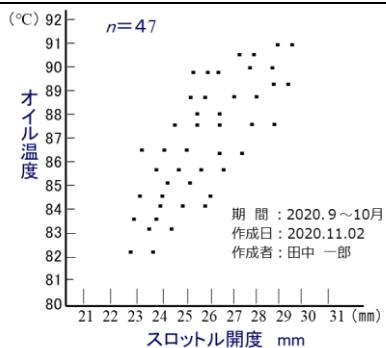
データのばらつきや分布の形を、データ数で表した棒型のグラフです。製品の寸法や重さなどのデータが、どのようにあつまっているかを把握して、工程能力を分析するのに使われます。

管理図



製造工程が安定した状態にあるかどうかを管理するための、時系列での折れ線グラフです。上限管理線、下限管理線を設定し、その範囲内にデータが入っているかを監視することで、異常を早期に発見できます。

散布図



2つの異なる変数(項目)の関係性を、縦軸と横軸でプロットした図です。たとえば「作業時間」と「不良品数」の関係性など、相関関係があるかどうかを分析するのに使われます。

3. 4 規格

製品などの品質、安全性、性能、寸法、試験方法などを定める取り決めのことです。これにより、製品が一定の基準を満たし、安心して利用できることが保証されます。

3. 4. 1 ISO (国際標準化機構)

世界共通の規格を定めている国際機関です。つぎのような規格を定めています。

(1) ものの規格

製品そのものや、表示など具体的な製品・サービスを対象とした規格。

(2) マネジメントシステムの規格

組織が、活動を管理するための仕組み（マネジメントシステム）の規格

例

ISO 9001 (品質マネジメントシステム)

製品やサービスの品質と顧客の満足を、継続的に提供するための仕組み。

ISO 14001 (環境マネジメントシステム)

企業活動が環境に与える負荷を減らし、環境保全に取り組むための仕組み。

3. 4. 2 日本産業規格 (Japanese Industrial Standards, JIS)

これは日本で定められた規格・標準のことです。日本産業規格には「JISマーク制度」があります。このマークが付いている製品は、JISの要求事項を満たしていることが確認されており、信頼性の高い製品として認められます。

[測定器の JIS マーク]

製造業では精密な測定が不可欠です。測定器に JIS マー

クが付いていることは、その測定器が正確で安定した

測定結果を提供することを意味します。JIS マークがつ

いた測定器で検査することは、信頼できる製品であることの証明になります。



図 3-3 JIS マーク

3. 4. 3 国際単位系 SI

世界共通の単位の体系です。独立した 7 つの「SI 基本単位」があります。

科学、技術、ビジネスなど、あらゆる分野で使われます。

長さ：メートル (m)

質量：キログラム (kg)

電流：アンペア (A)

時間：秒 (s)

物質量：モル (mol)

光度：カンデラ (cd)

熱力学温度：ケルビン (K)

【練習問題 3-3】 つぎの SI 単位は何ですか。

- ① 長さ () ② 重さ () ③ 電流 ()

【解説】 テキスト本文を見てください。

だい しょう いっぽんちしき
第4章 一般知識

4. 1 化学

4. 1. 1 pH

pHとは、水溶液の酸性・アルカリ性の度合いを示す単位で、水素イオン指数とも呼ばれます。pH値は0から14までの数値で表され、pH7が中性です。pH7より小さい場合は酸性で、値が小さいほど酸性が強くなります。pH7より大きい場合はアルカリ性で、値が大きいほどアルカリ性が強くなります。

4. 1. 2 酸化と還元

酸化は、物質が酸素と結びつくことを指す化学反応です。

広い意味では、物質が電子を失うこと、水素を失うことも酸化と呼ばれます。

酸化の例

鐵がさびる 鉄と空気中の酸素が結びつき赤褐色の「酸化鉄」に変わる。

ものが燃える 燃焼は物質が酸素と急激に結びつき、熱や光を発生させる。

還元とは、酸化した物質が酸素を失うこと（もしくは、電子や水素を受け取ること）です。

4. 1. 3 比重

比重とは、ある物質が基準となる物質と比べてどれだけ重いかを示す値です。固体や液体の場合は4°Cの水を基準（比重1）とします。

金属の比重の例

アルミ	2.68	鉄	7.87	ニッケル	8.69	銅	8.82	鉛	11.43	金	19.32
-----	------	---	------	------	------	---	------	---	-------	---	-------

4. 2 資源の活用

4. 2. 1 リデュース、リユース、リサイクル

リデュース (Reduce) : ごみの発生を減らすことです。

マイバッグやマイボトルを持ち歩くこと

過剰な包装を断ること、必要なものだけを買うこと

リユース (Reuse) : 一度使ったものをくり返し使うことです。

フリーマーケットやリサイクルショップで物を売買すること

詰め替え用製品を選ぶこと、不要になったものを他人に譲ること

リサイクル (Recycle) : ごみを資源として再利用することです。

ペットボトルや牛乳パック、古紙を分別して出すこと

資源ごみの回収ボックスを利用すること

壊れた家電製品を適切に処分すること

4. 2. 2 サーキュラーエコノミー

「循環経済」と訳され、これまでの大量生産・大量消費・大量廃棄という一方通行の経済システムから脱却し、資源を循環させながら持続可能な社会を目指す新しい経済システムのことです。

例

廃棄物や汚染をなくす

製品の設計段階から、廃棄物や環境汚染の原因となる物質を排除すること

製品や素材を循環させる

製品や部品を繰り返し利用できるように、修理やリサイクルを行うこと

自然を再生する

再生可能なエネルギーの活用や、生態系の回復などの取組み

4. 3 電気

(1) 直流と交流

電気の流れ方には、直流と交流の2つがあります。

直流：電気が常に一定の方向に流れる

交流：周期的に流れる向きを変える

(2) 電圧

電気を流そうとする「電気の圧力」のことです。単位はV（ボルト）で表されます。

一般に供給される電気の電圧を商用電圧といいます。日本では、一般家庭や工場向けには主に100V（交流）ですが、200Vも使われています。

(3) 導電性

電気の通しやすさのことです。

絶縁体：電気を通しにくい物質（例：ゴムやプラスチックなど）

導電体：電気を通しやすい物質（例：金属）

だい しょう でんき かん ほうれい きかく 第5章 電気に関する法令と規格

5. 1 法令

でんき きき でんしき せいぞう さぎょう ほうれい
電気機器・電子機器製造の作業にかかる法令としては、つぎの3つがあり
ます。 () 内は略称です。

- 電気用品安全法 (電安法)
- 電気設備に関する技術基準を定める省令 (電技)
- 電気設備の技術基準の解釈 (電技解釈)

ここでは主なものを簡単に説明します。

5. 1. 1 電気用品安全法

- この法律は、電気用品による危険及び障害発生の防止が目的です。
- 電気・電子機器を組み立てるときは指定された電気用品を使用することが
必要です。
- 電気用品の定義はつぎの3つです。
 - ① 家庭用電源 (AC100V) に直接つながる家電品や器具、材料
 - ② 携帯発電機
 - ③ リチウムイオン電池
- 特に安全上規制が必要な116品目を特定電気用品に指定しています。
- PSEマーク：「Product Safety Electrical Appliance & Material」の略号
特定電気用品には図5-1のマーク、特定電気用品以外の電気用品には図5-2
のマークが付けられます。



図 5-1 特定電気用品



図 5-2 特定電気用品以外の電気用品

【補足 5-1】

- ① 具体的には家庭用の電気機器は、原則すべて電気用品に指定
- ② 家庭用原電 (AC 100V) と直接つながらないパソコン本体やプリンタは
対象外
- ③ AC アダプターや延長ケーブルは特定電気用品
- ④ テレビ、冷蔵庫、エアコン、LED 電球などは特定電気用品以外の
電気用品
- ⑤ PSE マークのないリチウムイオンモバイルバッテリーは販売禁止
- ⑥ 直流機器は現状指定されていない

5. 1. 2 電気設備に関する技術基準を定める省令（電技）

この省令は、電気設備が守られなければならない技術的な内容を示しています。官庁への認可申請、審査の基準となる省令です。具体的な内容は「電気設備の技術基準の解釈」に示されています。

例	<ul style="list-style-type: none"> ・電気設備は火災その他人体に危害を及ぼさないよう接地しなければならない (省令第 10 条) ・接地は電流が安全かつ確実に大地に通じるようにしなければならない (省令第 11 条)
---	---

5. 1. 3 電気設備の技術基準の解釈（電技解釈）

これは 5.1.2 の省令に定められている技術要件を満たす技術的内容を具体的に示したものです。省令ではありませんが、審査基準や規格の引用などの基準として使われています。

例	<ul style="list-style-type: none">電気機器の金属製外箱等に接地は必要。ただし、水気のある場所以外に電気用品安全法適用の漏電遮断器（15mA以下、0.1秒以下）を設ける場合は省略できる。（第 29 条）150V以下で電気の供給を受ける電子機器の確実な保護のために、感電などの危険性がない場合は接地をすることができる。（第 19 条）
---	---

【解説】

- 電気機器は基本的に接地が必要です。ただし水気のある場所以外で使用する電気機器（例えばテレビ、エアコンなど）は、電安法適用の漏電遮断器をつければ接地は省略できます。しかし、200Vのエアコンは接地を省略できません。
- 電安法適用の漏電遮断器（漏電ブレーカー）とは、一番高感度なレベル（15mA以下、0.1秒以下）のものを指します。
- 電子機器で構成された回路でも、必要性があれば 150V以下に限って接地することができます。例えば、数値制御工作機械、自動化機器の制御回路などです。

【補足 5-2】

- 電気機器の組み立てに公的資格は不要ですが、電源に接続する場合は資格が必要な場合があります。（電気工事士法に定められた「電気工事士」の資格など）
- なお、100Vなどの低電圧で使用するプラグやソケット、スイッチなどに

コードを取りつける作業の場合は、資格は不要です（下の図の a,b,c）

③ 電灯を取り付けるローゼットなどは、資格が必要です（下の図の d）



(a) プラグ



(b) ソケット



(c) スイッチ



(d) ローゼット

【キーワード】

法令	法令とは、国会で制定される法律と行政機関が定める政令や省令の総称です。政令（施行令）は内閣が定め、省令（施行規則）は各省大臣が定めます。法令に違反すると罰せられことがあります。
電気用品 安全法	電気用品の製造販売を規制する法律です。電気用品による危険及び障害の発生の防止を目的に、約450品目が「電気用品」に指定されています。そのうち特に安全上規制が必要な116品目が「特定電気用品」に指定されています。 電気・電子機器を組み立てるときは指定された電気用品を使用する必要があります。
電気設備技術 基準（電技） 及び 電気設備の技術 基準の解釈（電 技解釈）	電気設備技術基準（電技）は発電所から、工場・家庭までの電気使用場所に適用される技術基準（省令）です。設備が達成すべき性能、目標を示した基準で、具体的な規定ではありません。 電気設備の技術基準の解釈（電技解釈）は、省令に定める技術的要件を満たすべき内容をできる限り具体的に示したものです。

【練習問題 5-1】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () パソコンは電気用品安全法の規制対象ではない。
- ② () 携帯用モバイルバッテリー、非常用モバイルバッテリーは PSE マークを必要としない。
- ③ () 漏電遮断器をつければ接地は不要になる。

【解説】

- ① パソコンは AC アダプターを介して電源が供給され、家庭用電源 (AC 100V) に接続されていないので、電気用品安全法の規制の対象外。
答 (A)
- ② モバイルバッテリーは、リチウムイオン電池の場合は電気用品安全法の対象。従って、PSE マークがないものは販売してはならない。
答 (B)
- ③ 漏電遮断器の設置と接地は法律で定められている。なお、接地が省略できるのは、感電する恐れのない水気のない特定の場所だけになる。電技解釈第 29 条、労働安全衛生規則第 333 条)
答 (B)

【補足 5-3】

労働安全衛生規則第 333 条 (漏電による感電の防止)

(要約) 対地電圧 150V を超える機械又は器具は、漏電による感電を防止するために漏電遮断器をつけなければならない。

5. 2 電気・電子に関する規格

規格は、電気、機械の安全性、作業者の安全性および製造物に対する責任などで構成されています。電子機器・電気機器の分野は、家電製品、コンピューター、通信機器、産業機器など幅広い機器が対象になっています。世界的には ISO規格・IEC規格などがありますが、日本では JIS規格がこれら国際規格に対応しています。

5. 2. 1 日本の電気関係規格

(1) JIS規格

- JIS とは「Japanese Industrial Standards」の略号です。日本語で「日本産業規格」という日本の国家規格です。
- ISO規格や IEC規格などの国際規格にも共通する内容です。

(2) 内容

- 電気製品、電気配線、電気通信などの分野に関連する部品、工具・治具、方法、試験など多くの規格があります。品質、安全性、互換性の確保の観点から必要不可欠なものです。
- JIS マークは、製品の品質が JIS に適合していることを認証されたときに、製品に表示することができます。

【補足 5-4】

JIS規格は現在約10,000件以上あります。

□ 性質による分類

基本規格：用語・記号・単位など共通事項を定めたもの

方法規格：試験・分析・検査および測定の方法・作業標準などを定めたもの

製品規格：製品の形状・寸法・材質・品質・性能・機能などを定めた
もの

□ 19 の分野に区分されていて、電子機器・電気機械は区分Cです。

主な内容は、つぎの 7 つに分かれています。

- 1) 測定・試験用機器用具
- 2) 材料
- 3) 電線・ケーブル・電路用品
- 4) 電気機械器具
- 5) 通信機器・電子機器・部品
- 6) 真空管・電球・照明器具・配線器具・電池
- 7) 電機応用機械器具

5. 2. 2 その他の日本の電気関係の規格

(1) JEM規格（日本電機工業会規格）

□ JEM規格とは日本電機工業会が作成した民間規格です。

□ 電化製品の基準のほか、電気機器の設計、製造、試験などの基準を定めて
います。

(2) JEITA規格（電子情報技術産業協会規格）

□ JEITA は、電子情報技術産業協会が作成した民間規格です。

□ 電子機器や通信機器などについての規格を定めています。

(3) JSIA規格（日本配電制御システム工業会規格）

□ JSIA規格は、日本配電制御システム工業会が作成した民間規格です。

□ 制御盤や分電盤の機能、構造、試験などにかかる規格を定めています。

5. 2. 3 海外の電気関係の規格

(1) IEC規格 (国際電気標準会議規格)

- IEC (International Electrotechnical Commission) は国際的な電気規格を策定する国際機関です。
- このIECが発行するIEC規格は、電気機器やシステムに関連する国際標準規格です。

(2) NEC規格 (National Electrical Code)

- アメリカ合衆国の電気規格で、電気設備の安全基準、配線規定、電気機器の使用法などの規格です。

(3) VDE規格 (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik規格)

- 電気安全性や電子機器の性能基準を定めたドイツの電気規格です。

(4) IEEE規格 (Institute of Electrical and Electronics Engineers規格)

- IEEE(米国電気電子学会)が発行する電気および電子工学の規格です。

5. 2. 4 国内規格と海外規格の関係

輸出製品には必要な海外規格に合わせた製作、組立が必要です。

JIS規格は日本の国家規格ですが国際規格と整合性が図られています。ISO規格やIEC規格の国際規格を翻訳し作成されています。電気図記号もIEC規格に合わせて変更されますが、併存しているものもまだあります。

【練習問題 5－2】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () JIS規格を採用すると、製品の標準化を図ることができます。
- ② () JIS規格を採用すると、製品のコストを下げるることができます。
- ③ () JIS規格に合わせれば、海外に輸出しても問題ない。

【解説】

① 製品の設計・生産で工業製品の標準化を図ることができます。

答 (A)

② 部品・設備の新規開発が不要で、効率が向上します。答 (A)

③ 輸出先各国の規格に合わせる必要があります。答 (B)

だい しょう せい す
第6章 製図

6. 1 製図通則

6. 1. 1 図面の種類

表 6-1 図面の種類

分類		図面の種類					
1	用途	製作図、計画図、承認図、説明図、見積図	かいかくず	じょうにんず	せつめいづ	みつもりづ	ほか
2	表現形式	外形図、分解図、系統図、接続図、回路図	がいけいづ	ぶんかいづ	けいとうづ	せつぞくづ	かいろづ
3	内容	部品図、加工図、組立図、配置図、詳細図	ぶひんづ	かこうづ	くみたてづ	はいちづ	しょうさいづ

(補足) 部品表は1つの組立品(部品)を構成する部品のリスト

6. 1. 2 図面の大きさと様式

(1) 図面の大きさ A列サイズ

表 6-2 図面のサイズ (単位mm)

呼び方	寸法 a×b*
A 0	841×1189
A 1	594×841
A 2	420×594
A 3	297×420
A 4	210×297

*図6-1図面の様式を参照

(補足) 制御用シーケンス図面は、複数枚になる場合はA3にまとめると

(2) 様式

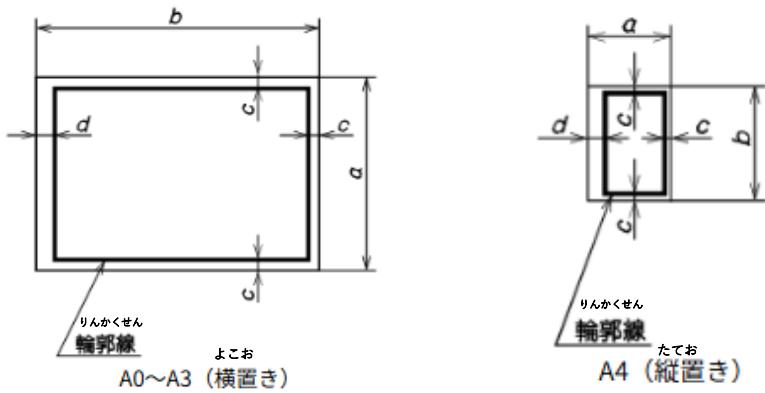


図 6-1 図面の様式 (JIS B 0001)

輪郭のサイズ

A4～A2 : $c=d=10\text{mm}$

A1～ : $c=d=20\text{mm}$

長辺を横方向に用いるが、A4については、短辺を横方向として用いてもよい。

6. 1. 3 図面に用いる線

(1) 線の種類と太さ

製図に用いる線は、細線、太線、極太線の3種類

- 線の太さは、 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1.0mm の中から選びます。
- 細線、太線の太さの比は $1:2$ とします。
- 線の太さは同一図面では線の種類ごとにそろえます。

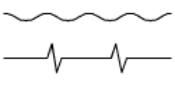
(2) 線の種類と用途、文字の大きさ

製図に用いる線は表 6-4 のように使い分ける。

表 6-3 線の太さ
(単位mm)

細線	太線
0.18	0.35
0.25	0.5
0.35	0.7
0.5	1.0

表 6-4 線の種類と用途

用途による 名 称	線の種類	線	線の用途
外形線	太い実線	—	対象物が見える部分
寸法線	細い実線		寸法記入
寸法補助線	細い実線		寸法記入
引き出し線	細い実線		記号等記入
中心線	細い一点鎖線	- - - -	図形の中心、軌跡表示
	細い実線	—	中心線簡略用
かくれ線	細い破線又は 太い破線	- - - -	対象物が見えない部分
基準線	細い一点鎖線		位置寸法の基準
ピッチ線	細い一点鎖線	- - - -	繰り返しピッチの基準
想像線	細い二点鎖線	- - - -	隣接部分、可動部分など
破断線	波型の細い 実線、ジグザグ 線		対象物の一部を取り去った 境界
切斷線	細い一点鎖線 角部は太く		断面図の断面位置の対応部分
ハッチング	等間隔の細い 実線による斜線		断面の切り口の形状など特定 部分を示す。 断面を塗りつぶしたものはスマッジング

6. 1. 4 製図に用いる尺度

実物と同じ大きさで図形を描く場合は現尺、拡大する場合を倍尺、縮小する場合を縮尺という。尺度は下記推奨する尺度から選ぶ。

表 6-5 尺度

種別	推奨する尺度
現尺	1 : 1
倍尺	2 : 1 5 : 1 10 : 1 20 : 1 50 : 1
縮尺	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 20 1 : 50 1 : 100 1 : 200 1 : 500 . . . 1 : 10000

6. 1. 5 図形の表し方

(1) 投影法

日本で用いられる正投影法は、第三角法による。(第一角法は省略)

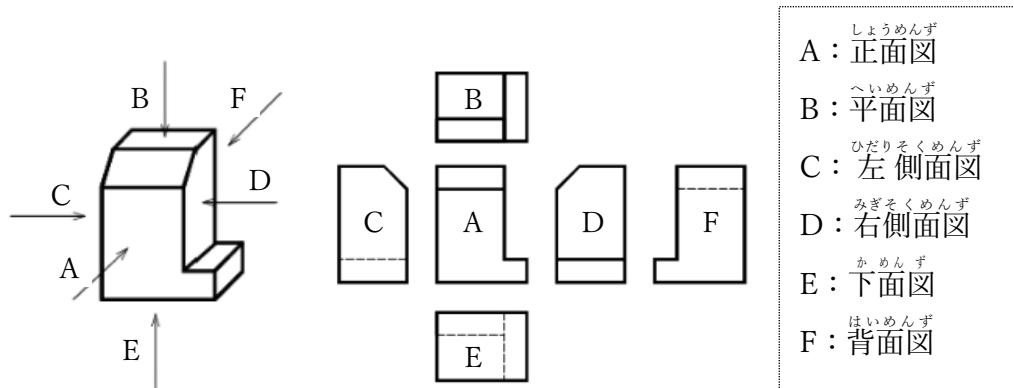


図 6-2 正投影図の配置基準 (第三角法) (JIS B0001)

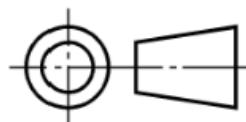


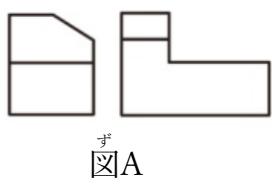
図 6-3 第三角法の記号

【解説】

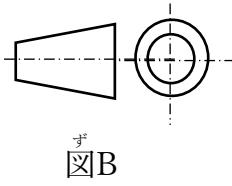
- ① 第三角法は、投影面が対象物と観察者の間にある状態を示す。
- ② 図6-2だと、A、D、Bは見たままの形状が投影図になる。
- ③ 主投影図(正面図)は対象物の形状・機能をもっとも表す図面を選ぶ。

【練習問題 6-1】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。



図A



図B

- ① () 図A の投影図は第三角法である
- ② () 図B の投影図は第三角法である

【解説】

- ① 左右いずれを正面図としてもよいが、左の図の中の線は右側からしか見えないので破線とすべきです。答 (B)
- ② 図6-3 の図と位置が逆で、円筒の小円は右側から見えないので破線とすべきです。答 (B)

(2) 線の描き方

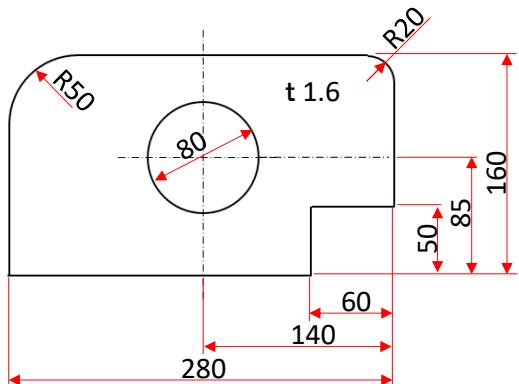
- 対象物の形状を表す外形線は太い実線で描く。
- 対象物が見えないかくれ線は太い破線で描く。
- 中心線は細い一点鎖線を使用する。
- 尺寸線、尺寸補助線は細い実線で描く。

(3) 文字の大きさ

文字の大きさは、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm の中から選ぶ。

(4) 寸法の示し方

寸法は寸法線、寸法補助線などを用いて表す。



- ① 寸法線は交差させない。
- ② 寸法の重複記入は避ける。
- ③ 寸法は仕上り寸法を示す。
- ④ 計算不要の寸法にする。
- ⑤ 円の半径にはR、直径にはφをつける。
ただし図形が円の場合はつけない。

図 6-4 寸法線の記入例

(5) 円弧、弦の長さおよび中心角の表し方

円弧、弦の長さ及び中心角の寸法記入は、図6-5の通りに行います。

円弧は寸法数字の前に図示記号⌒を付けます。

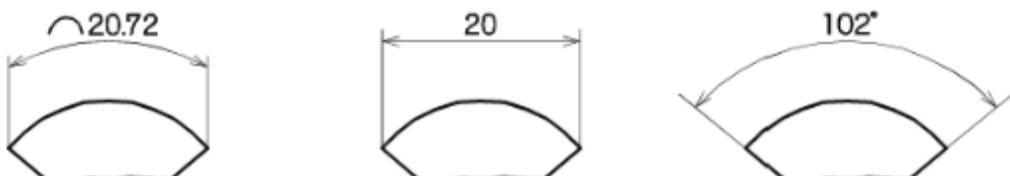


図 6-5 円弧、弦の長さ、中心角の表し方の例

(6) 仕上げ記号とはめあい公差

仕上げ記号は、図6-6のような図示指定をします。

粗さ記号のRaは、数字が小さいほうが仕上げ表面は滑らかで、大きいほうが粗くなります。

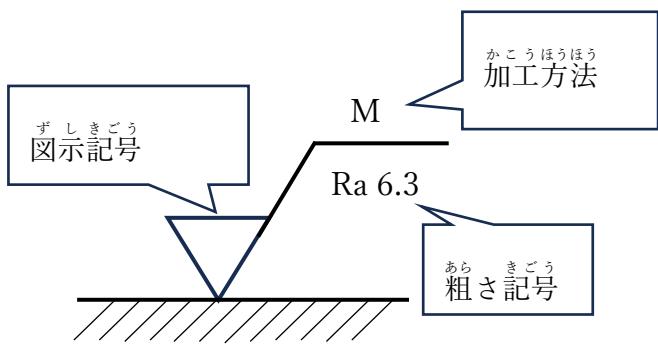


図 6-6 仕上げ方法の図示法

かこうほうほう (れい)
加工方法 (例)

M : フライス加工

L : せんばんしかこう
旋盤加工

あらきごう
粗さ記号

Ra : さんじゅつへいきんあら
算術平均粗さ (μm)

ざしきごう
図示記号

▽ : じょきょかこうよう
除去加工要を示す

はめあいは、軸と穴とのすき間の寸法より、「しまりばめ」、「すきまばめ」、「中間ばめ」の3種があります。はめあいは軸と穴の基準寸法に
対する公差がJISに定められています。

【補足 6-1】

しまりばめは穴径より軸径が大きい場合で、通常は挿入できません。

あつにゅう あながわ かねつ けい ねつぼうちょう そうにゅう
圧入するか、穴側を加熱して径を熱膨張させて挿入します。

6. 2 電気図面

6. 2. 1 電気図面の種類

図面の種類として下記が一般的ですが、JIS に定められていません。

表 6-6 電気図面の種類

図面の種類	図面の内容
① 系統図 System diagram	送電線・配電線などの電気系統を示す図面。
② 接続図 Writing diagram Connection diagram Interconnection diagram	機器や器具の電気的接続状態や回路を示した図面。内部接続図は内部に配線される電線の接続と線種を示す。相互接続図は内部接続機器相互間、配電盤・制御盤と外部の電気的接続関係を表す。
③ 配線図 Schematic diagram	展開接続図ともいい、シーケンス動作の順序が分かるように回路構成を示したリレー回路図。
④ 単線図 Skeleton diagram Single-line diagram	電力系統の機器の電気的接続関係を簡潔に示した図面。

6. 2. 2 電気用図記号

JIS電気図用記号は IEC 規格との整合性を図るため大幅に改定されてきています。しかし業界の規格や旧規格の図面も混在するので注意が必要です。

(1) 接点基本図記号

① 接点と制御用スイッチ

a接点：メーク接点（動作したとき閉路）

b接点：ブレーク接点（動作したとき開路）

② 基本図記号

a接点：可動接点を軸線に対し、左上向き 30° の斜線、または水平軸に対し下向き 30° に描きます。

b接点：a接点とは反対方向に、右上向き 30° 、または上向き 30° に描きます。

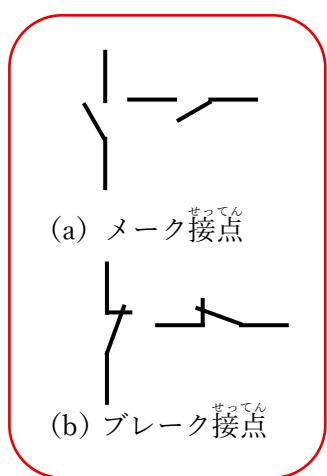


図 6-7 接点基本図記号の向き

(2) 電気用図記号

主な電気用図記号を表 6-7 に示します。

6. 2. 3 シーケンス制御用展開接続図

□ 大きさ：A3 サイズが原則

□ 接続線の方向

(a) 縦書き展開図は左から右に書きます。

(b) 横書き展開図は上から下に書きます。

□ 図記号の位置表示：展開接続図ではコイルと接点が離れている場合が多いので、図面上の位置を識別できるようにします。

□ 制御に使用する部品の種類、機器記号は JIS 規格を参照して表記します。

□ 図6-8 に展開接続図の一例を示します。

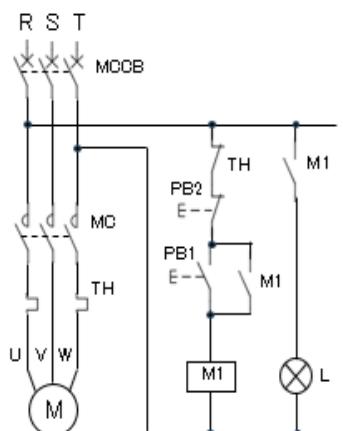


図 6-8 展開接続図の例

(モータ駆動回路)

ひょう
表 6-7 おも でんきようすきごう
主な電気用図記号 (JIS C0617-2)

	きごう 記号	めいしょ 名 称		きごう 記号	めいしょ 名 称
1		ていこうき 抵抗器	2		かへんていこうき 可変抵抗器
3		コンデンサ	4		インダクタンス、 リアクトル
5		ダイオード A:アノード K:カソード	6		はっこう 発光ダイオード、 (LED) A:アノード K:カソード
7		pnp トランジスタ C:コレクタ E:エミッタ B:ベース	8		フォトダイオード A:アノード K:カソード
9		せってん マーク接点 せってん (a接点)	10		せってん ブレーキ接点 せってん (b接点)
11		おし 押ボタンスイッチ (自動 ふっき 復帰)	12		けいほう 警報スイッチ じどうふつき (自動復帰)
13		ひじょうていし 非常停止スイッチ じどうふつき (自動復帰しない)	14		きんせつ 近接スイッチ
15		リミットスイッチ (確実 かくじつ な開放ブレーキ接点)	16		リミットスイッチ (ブレ ーキ接点)
17		リミットスイッチ せってん (マーク接点)	18		はいせんようしゃだんき 配線用遮断器 ふ かでんりゅう たんらくでんりゅう 負荷電流、短絡電流 しゃだん かのう の遮断が可能
19		でんじせっしょくき 電磁接触器 (MC) ふ かでんりゅう しゃだん 負荷電流の遮断が かのう 可能	20		ひょうじとう 表示灯 (ランプ)
21		でんりゅうけい 電流計	22		ヒューズ

【練習問題6-2】

制御システムの回路図で使われる図記号のうち、リミットスイッチとして間違っているものを選択肢A～Dの中から一つ選びなさい。

選択肢	A	B	C	D
図記号				

【解説】

表6-7に示すようにA、Cはリミットスイッチ、Bは確実動作のリミットスイッチ、Dは非常停止スイッチである。

答 (D)

6. 2. 4 ラダーシーケンス図とその記号

- ラダーシーケンス図(ラダー図)はリレーシーケンスの代わりのPLC(プログラマブルコントローラ)回路で使うプログラム。シーケンスプログラムは、上から下、左から右にプログラムが進行します。
- 図6-9のように制御対象の機器を、梯子の横棒に見立てた線でつなぐことでプログラムを構築します。
- 表6-8のような接点で、コイルや出力対象をON/OFF制御します。
- 主な図記号を表6-8に、ランプ点灯回路の例を図6-9に示します。

表 6-8 ラダー回路に用いる図記号

図記号	名称	機能
—+—	a接点 (NO)	PLC に接続したスイッチやセンサーの ON/OFF と運動した a接点
—×—	b接点 (NC)	PLC に接続したスイッチやセンサーの ON/OFF と運動した b接点
—()—	コイル	リレーや命令などの出力 を示す

【動作の事例】

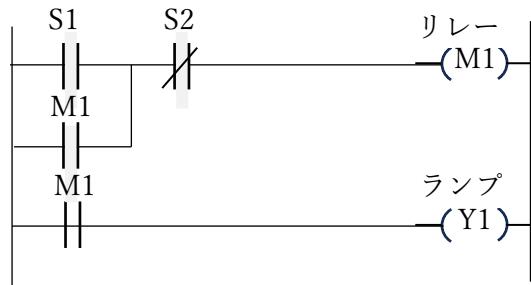


図 6-9 ラダーシーケンス図の例 (ランプ回路)

- ①スイッチ S1 を押すと、コイル M1 が励磁されて、接点 M1 が閉じる。
- ②接点 M1 が閉じると、スイッチ S1 は M1 で自己保持される。
- ③接点 M1 が閉じているので、ランプ出力 Y1 が ON になりランプが点灯する。
- ④スイッチ S2 を押すと、M1 の励磁が消え自己保持が解消され Y1 が OFF になりランプは消灯する。

6. 3 電気材料の種類

6. 3. 1 導電材料

(1) 電線材料

電気を効率よく通す材料を導電材といい、電気抵抗が小さく大量の電流を流せるものを電線材料といいます。

表 6-9 主な電線の種類

硬銅線	純度の高い電気銅を常温で引き延ばしたもの。硬く抵抗率が大きい。回転機や開閉器、送電線路に使われる。
軟銅線	硬銅を焼きなましたもので、抵抗率は硬銅よりは小さく、電気機器の巻線や普通の電線・コードなどに使われる。
硬アルミニウム線	軟銅に比べ導電率は約60%（銅の方が電気を通しやすい）。しかし密度は1/3と小さいので送電線路に使われる。
絶縁電線	心線に絶縁性の被覆を施した電線。電気機器用はマグネットワイヤとも呼ばれ、エナメル線やホルマル線などがある。

【用語】焼きなまし

伸線で加工硬化して硬くなった銅線を適度な温度に加熱し、柔らかく安定した品質にする加工のことです。

【補足 6-2】

金属導体の抵抗率 ⇒ 金属導体の 20°Cにおける抵抗率：

軟銅線 1/58 硬銅線 1/55 アルミ線 1/35 [Ω mm²/m]

(2) 抵抗材料

導電材の中で電流の調節を目的とするものを抵抗材料といいます。

表 6-10 主な抵抗材料

電熱材料	電気コンロなどに使われるニクロム線が代表的
特殊抵抗材料	電流による発熱でも抵抗値変化の少ないものなど

リード付き抵抗器のカラーコードを、62 ページの表 6-11 に示します。

6. 3. 2 磁性材料

外部から加えたわずかな磁界で大きな磁束密度が得られる材料を磁性材料といいます。強い磁界を加えて、磁界を取り除いた後も磁気が残るものを永久磁石材料といいます。

表 6-11 主な磁性材料

鉄	純鉄は透磁率が大きく、飽和磁束密度も大きいので、微量の炭素を含有させた軟鋼が磁極の鉄心や継鉄などに使われる。
電磁鋼板	鋼板を薄くしケイ素を数%入れ、磁束の変化による損失を少なくしたもの。変圧器の鉄心や回転機に積層して使われる。
永久磁石 材料	フェライト磁石は残留磁気が小さいが保持力が大きく、アルニコ磁石は保持力が小さく残留磁気が大きい。用途に応じ電気特性の改善や電気機器の小型化、電気自動車などに多く使われる。

アルミニウムは磁性体ではないので、磁石の力を利用できません。

6. 3. 3 絶縁材料

電気を通しにくい材料のことを絶縁材料といいます。

(1) 絶縁材料の最高使用温度

電気機器に流れる電流による発熱(ジュール熱)により温度が上昇する
と絶縁材料が劣化し絶縁性能が低下します。

絶縁部分の温度上昇限度は次の式のように表され、40°Cとは周囲温度の基
準値として定められています。

$$\text{温度上昇限度} \leq \frac{\text{最高使用温度}}{おも} - 40^{\circ}\text{C}$$

(2) 耐熱クラス

絶縁材料は最高使用温度により耐熱クラスが表6-12のように分類されま
す。

表6-12 耐熱クラスによる絶縁材料と主な用途

耐熱クラス	指定文字	主な絶縁材料	主な用途
90°C	Y	木綿、紙	小型電気機器
105°C	A	油浸紙鉛油	変圧器電気機器
120°C	E	マイラ(PET)	大型回転機の巻線
130°C	B	マイカ(雲母)	高電圧発電機
155°C	F	エポキシポリイミド	発電機の小型化
180°C	H	シリコン樹脂系	乾式高圧用変圧器
220°C	R	ポリアミド系	耐熱絶縁用

(3) 絶縁材料の種類

表 6-13 個体絶縁材料の種類

種類	おもな名称	特徴・用途など
無機絶縁材料	マイカ、セラミック ス、天然ゴム	耐熱絶縁材料 コンデンサ誘電体
熱可塑性材料	ポリエチレンテレフタレート (PET)	耐熱クラス E の材料 回転機のスロット絶縁 マイラともいう
熱硬化性材料	フェノール樹脂、 エポキシ樹脂	安価な絶縁材料 耐熱クラス F の材料 機械的強度大
纖維質無機材料	クラフト紙、 プレスボード	代表的な絶縁紙 油入変圧器

【補足 6-3】

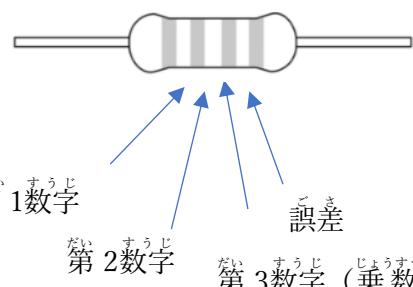


表 6-11 リード付き抵抗のカラー表示

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
カラーコード	黒	茶	赤	橙	黄	緑	青	紫	灰	白

誤差は、金±5%、銀±10%

表示例 カラーコードが 赤、黒、赤、金の場合、最初の赤、黒で 20、次の赤で 10 の 2乗、最後の金で ±5% となり、 $20 \times 10^2 \pm 5\% (=2k\Omega)$ を表します。

【練習問題 6-3】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () 軟銅線とアルミ線では銅の方が抵抗率は小さい
- ② () 天然ゴムは電気を通しやすい

【解説】

- ① 抵抗率は補足6-2 より

軟銅線 $1/58 [\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$ 、アルミ線 $1/35 [\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$ なので銅の方が小さい

ので正しい。答 (A)

- ② 天然ゴムは絶縁体なので電気を通しにくいので誤り。答 (B)

だい しょう き ぐ こ う ぐ
第7章 器具・工具

7. 1 組立に使用する工具と部品

7. 1. 1 ねじの締付けに用いる工具

ねじの締付けに用いる工具を表7-1に示します。

表 7-1 ねじの締付に用いる工具

	工具名 (JIS規格)	写真・形状	用途
1	ねじ回し (マイナスドライバ) Flat Screwdriver (JIS B4609)		<ul style="list-style-type: none"> すりわり付き小ねじ(マイナスねじ)の締付に用いる。 M2～M8までねじに合わせたサイズを使用する。
2	十字ねじ回し (プラスドライバ) Phillips Screwdriver (JIS B4633)		<ul style="list-style-type: none"> 十字穴付きねじ(プラスねじ)の締付に用いる。 M2～M8までのねじに合わせたサイズを使用する。
3	ボックスドライバ Nut driver		<ul style="list-style-type: none"> 小ねじを締め付けるときナットのまわりを回して締め付けるときに使用する。 ナットドライバともいう。
4	スパナ Open End Wrench (JIS B4630)		<ul style="list-style-type: none"> スパナもレンチも六角ボルトやナットの締め付けや緩めに使用する。
	めがねレンチ Box end wrench		<ul style="list-style-type: none"> スパナのサイズは二面幅の寸法で呼ぶ。

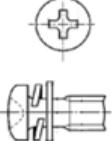
	モンキーレンチ Adjustable Wrench		<ul style="list-style-type: none"> ・スパナやモンキーレンチは締め付けるときも緩めるときも必ず下あごの方向（矢印の方向）にまわ回す。
5	六角棒スパナ Hexagon socket screw Keys (JIS B4648)		<ul style="list-style-type: none"> ・六角穴付きボルトや、止めねじの締付に用いる。 ・スパナの呼びは二面幅の寸法で呼ぶ。
6	トルクレンチ Torque wrench (JIS B4652)		<ul style="list-style-type: none"> ・メモリにセットしたトルク値でクラッチが働き、セットしたトルク値で締め付けができる。

7. 1. 2 ねじ、ボルト、座金の種類

ねじ、ボルト、座金の種類を表7-2に示します。

表 7-2 ねじ、ボルト、座金の種類

	部品名 (JIS規格)	写真・形状	用途・材質・特徴
1	すわり付き小ねじ Slotted head screws (JIS B1101)		頭部の形状で、丸皿小ねじ、皿小ねじ、なべ小ねじなどがある。
2	十字穴付き小ねじ Cross recessed head Screws (JIS B1111)		頭部の形状で、丸皿小ねじ、皿小ねじ、なべ小ねじなどがある。
3	タッピングねじ Tapping screws (JIS B1115, B1122)		金属やプラスチックに下穴をあけ下穴にねじ自体でタップを立てながら、ねじ締め付けができる。

4	六角穴付きボルト Hexagon socket head cap screws (JIS B1176)		ボルトの頭部に六角穴が付いていて、六角棒スパナで締め付ける。ねじ頭部の強度が強い。
5	六角ボルト Hexagon head bolts (JIS B1180)		JIS では呼び径1.6~24mm、呼び長さ10~150mmがある。 さらに大きな径のねじは ISO が定めている。
6	ナット Nut (JIS B1181)		規格は ISO 対応に変更されたが、 旧規格の片面取り、両面取り、座付き、 ロックタイプも並存している。
7	平座金(ワッシャ) Plain washers (JIS B1256)		写真の平座金のほか、樹脂ワッシャ、ゴムワッシャなどがある。
8	ばね座金 Spring lock washers (JIS B1251)		写真のばね座金のほか、皿ばね座金、 歯付き座金などがある。
9	台形ねじ Trapezoidal screw threads (JIS B0217)		摩耗が少なく送り量が正確なため、旋盤や工作機械の送り用ねじに使われる。
10	座付きねじ Cross recessed head screws with captive washer (JIS B1188)		正式名称は、座金組込み十字穴付き小ねじ。セムスねじとも言う。

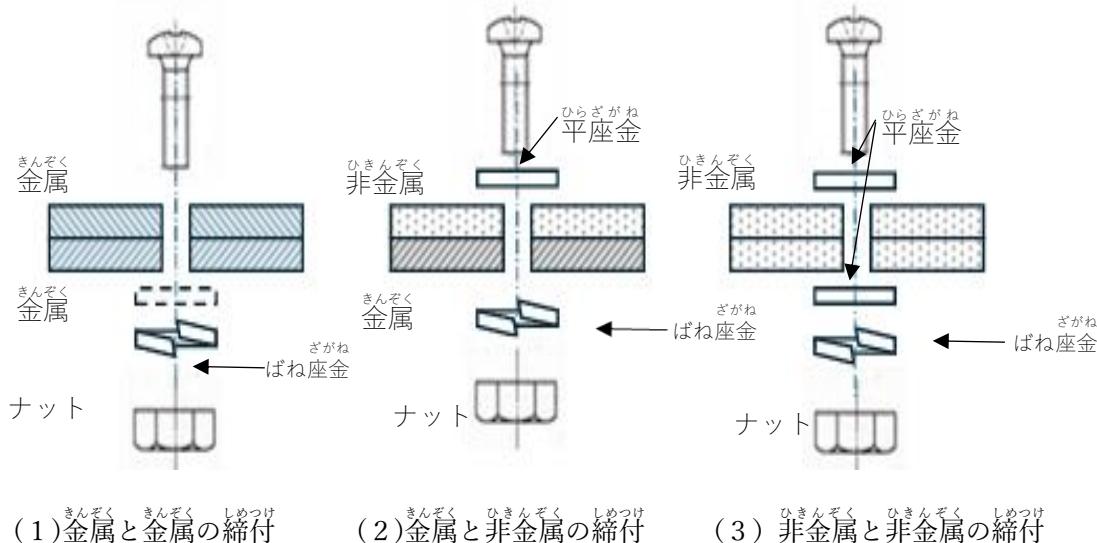


図7-1 平座金や座金の使い方と小ねじの使い方

金属と金属、金属と非金属、非金属と非金属間の締付は図7-1のように行う。

- (1) は、盤面に小ねじで器具を取付けるとき、頭は固定しナット側を締め付ける。
- (2) で盤面のタップ穴に小ねじで器具を取付けるとき、頭部にばね座金を使用する。
- (3) でロックナットを使う場合は、頭は固定しナット側を締めつける。

7. 2 電線の加工、接続に使用する工具、部品

電線の加工、接続に使用する工具、部品を表7-3に示します。

表7-3 電線の加工、接続に使用する工具、部品

	工具名・部品名	写真・形状	用途・特徴
1	ペンチ Side cutting pliers (JIS B4623)		呼び寸法は150mm、175mm、200mmの3種類。150は電子機器などに使用する。
2	ラジオベンチ Long-nose pliers (JIS B4631)		電子回路の組立や電子部品の加工によく使用される。
3	ニッパ Nippers (JIS B4635)		配線に使用する電線やプラスチックの切断に用いる寸法は125mm、150mm、175mmの3種類。
4	ワイヤストリッパ Wire stripper		絶縁電線の被覆を取る。刃の部分は適合する電線の直径で選択する。
5	あつちやくこうぐ 圧着工具 Crimper (JIS C9711)		圧着端子により配線用電線を器具端子に接続する場合に使用する。使用する圧着端子に適合した歯形を使用する。
6	どうせんようあつちやくたんし 銅線用圧着端子 Crimp-type terminal lugs for copper conductors (JIS C2805)		絶縁電線を器具端子と接続するのに使用し、電線及びねじに適合した圧着端子を使用する。

7. 3 シャーシ加工に使用する工具

シャーシ加工に使用する工具を表7-4に示します。

表7-4 シャーシ加工に使用する工具

	工具名	写真・形状	用途・特徴
1	けがき針 (ペンタイプ) Scriber		鉄やアルミなど金属の平坦な面に線や印を刻むための工具。
2	ポンチ Punch		ドリルの刃先が滑らないように穴あけ位置の中心に打つ。 ハンマでたたくタイプもある。
3	ドリルの刃 Drill, Solid drill		器具や計器の取付穴やタップの下穴加工などに使用する。 溝は切りくず排出の役割をもつ。
4	ホールソー Hollow Mill Saw		表示灯やボタンスイッチなどを取り付ける大きな穴をあけるために使われる。
5	タップ Hand taps (JIS B4430)		ねじを切る工具。 通常先端がもっとも尖っている No.1 タップから使用する。
6	ダイス Screwing dies (JIS B4451)		ねじを切る工具。ダイス回しと一緒に使用する。
7	エンドミル End mill (JIS B4211)		フライス盤で使う工具で、その外周と端面にも刃があり、平面、側面加工に使われる。

8	弓のこ Hacksaw		て きんぞくばん せつだん 手で金属板などを切断するときに つか 使う。切断は取付刃の向きに あわせて力を加える。
9	鉄工やすり File (JIS B4703)		きんぞく てさぎょう しあさい しよう 金属を手作業で仕上げる際に使用する。形状で平形、平丸形など5種類がある。

【用語】

治具：ものを固定し加工しやすくするための補助装置をいう。

バリ：金属やプラスチックなどを加工するときにできる「出っ張り」やギザギザのことをさす

けがき：工作物の加工面に寸法や穴位置などの目印を書き入れること。けがき針の先端は焼刃

超硬チップなどで硬くし、金属表面に目印のキズをつける。

7. 4 電線の種類と接続に使用する工具

7. 4. 1 電線の種類

□ 600V以下の電気機器内の配線には、下記を使用します。

- ・ビニル絶縁電線 (IV線)
- ・電気機器用ビニル絶縁電線 (KIV線)

□ 300V以下の電子機器および通信機器用には、下記を使用します。

- ・通信機器用ビニル電線 (KV線)

□ 制御回路には原則として 1.25 mm^2 の太さの電線、絶縁被覆は黄色の線を
使います。接地用は 2.0 mm^2 以上の緑色の線を使います。

7. 4. 2 ワイヤストリッパ、圧着工具 (表7-3参照)

ワイヤストリッパは絶縁電線の絶縁被覆を取るものと、VVVFのシースを取るもの
の2種類があります。

刃に示される寸法は心線の直径の値で、より線の場合には断面積で太さが
定められているので、刃の寸法の値をそのまま使用してはいけません。

圧着工具は、電線を圧着端子に接続するために使用します。一般には、
銅線用裸圧着端子 (R型) を使用します。 (表7-3 6参照)

圧着端子、圧着工具とも種類が多いので、圧着端子に適合した圧着工具
を使用します。

7. 4. 3 はんだ

(1) はんだごて Soldering Iron

- はんだごては、電線や端子など金属と金属を接続するのに使用します。
- プラスチックの接続には使えません。
- ニクロム線やセラミックスヒーターを用いた電熱式が主流です。
- こて先の銅は、耐食性のあるニッケルやクロムメッキが施してあります。

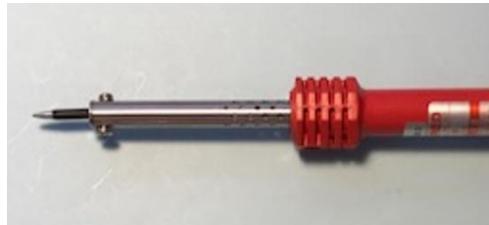


図7-2 はんだごて

(2) はんだの種類

環境問題により、電気品には鉛をほとんど含まない鉛フリーはんだが使われていますが、今でも鉛入りはんだは多く使われています。表7-5におもな種類と特徴を示します。

表7-5 はんだの種類と特徴

項目	鉛入りはんだ	鉛フリーはんだ
成分 (%)	Sn:63% Pb:37%	Sn96.5 Ag3 Cu0.5
融点 (°C)	183°C	約220°C
濡れ性	ぬれ広がりが良い	ぬれ広がりは良いが鉛入りよりは劣る
コスト	安い	高い
実装品質	信頼性が高い	鉛入りよりは低い
用途	航空・鉄道・発電、 公共分野・インフラ分野	電子部品、家電製品

(3) フラックスの作用

- 基板の洗浄、酸化物を浄化します。
- はんだの表面張力を緩和し、馴染みを良くします。
- はんだ付け後に膜を形成し酸化を防止します。

(4) はんだ付けの手順

- ① はんだ付けを行う接合部を洗浄し、予備はんだを施します。
- ② 部品や配線は接合部に差し込み、動かないようにします。
- ③ はんだごてのこて先で、接合部を加熱します。
- ④ はんだの溶融温度に達したら、やに入りはんだを直接接合部に供給します。
注意：やに入りはんだをこて先に供給してはいけません。
- ⑤ はんだが流れたことを目で確認して、こて先を離します。
- ⑥ 接合部が十分に冷却されるまでは、接合部を動かしてはいけません。
- ⑦ 余分なフラックスはアルコールなどの溶剤で除去します。

【練習問題 7-1】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい

- ① () スパナは、六角穴付きボルトを締め付けるときに使う
- ② () はんだは、金属どうしや電子部品をプリント基板に固定し、電気的に接続するためには使われる。

【解説】

- ① 六角穴付きボルト（表 7-2 参照）は六角棒スパナで締め付けます。
答 (B)
- ② はんだは電線と器具端子、電子部品をプリント基板に固定し、電気的に接続するためには使います。
答 (A)

7. 5 電気部品、電子部品

組立に使用する主な電気部品を表7-6に示します。

表7-6 組立に使用する主な電気部品

	部品名	写真	用途・材質・特徴
1	電磁接触器 Magnetic contactor		電磁力により電気回路の接点をON/OFFします。過電流遮断器能はありません。
2	配線用遮断器 Circuit breakers		短絡や定格以上の過電流が流れたとき回路を遮断します。遮断性能はJISで定められています。
3	リミットスイッチ Limit switch		アクチュエーターの動きで内部の接点をON/OFFする電気スイッチ
4	リレー、ソリッドステートリレー Relay, Solid state relay		外部から電気信号によりコイルを励磁し、その電磁力で電気回路の接点をON/OFFを行う部品。
5	押しボタン スイッチ Push button switch		ボタンを押すことで電気回路のON/OFFを行うための部品です。
6	非常停止ボタン Emergency stop button		機械や設備を手動で非常停止するスイッチ。接点は必ずNCとすることが定められています。
7	レバースイッチ Lever switches		レバーを左右に傾斜させることで1または2以上の接点を選択して使用するスイッチ。

7. 6 使用する測定器

7. 6. 1 ノギス Vernier

ノギスは、対象物の「長さ（外形と内径）」と「段差（高さや深さ）」を最小値0.05 mm（5/100 mm）の精度で測定することができる工具です。（ノギスの各部分の名称を図7-3に示します。）

(1) ノギスの測り方

- 外側の長さの測定：外側用ジョウをスライダで挟んで測定します。
- 内側の長さの測定：内側用ジョウをスライダで広げて測定します。
- 高さ、深さの測定：ノギスの端面を段差の上面に当て、スライダを押し下げデプスバーを底面に押し当てて測定します。
- 外側用ジョウ、内側用ジョウを閉じたときにすき間はあってはなりません。

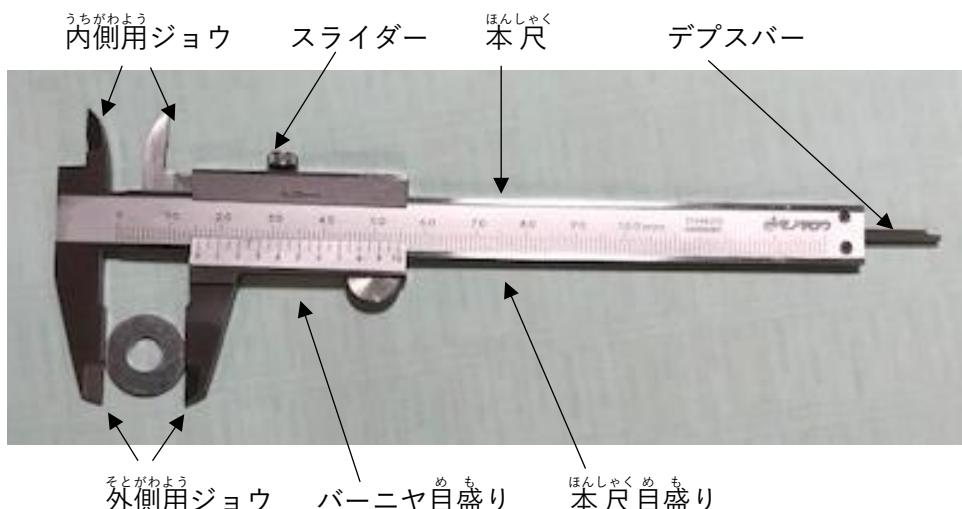


図 7-3 ノギス

(2) ノギスの見方

図7-4を例として説明します。

- ① 被測定対象物にノギスのジョウを当てます。

- ② バーニヤの0目盛り線の本尺の値の区間

を読みます。⇒ 右図では 13~14mm の間と読み取れます。

- ③ 本尺の目盛り線とバーニヤの目盛り線がもっとも近い場所のバーニヤの目盛りを読みます。⇒ 右図では 7.5 と読み取れます。

- ④ 本尺の目盛り値にバーニヤ目盛り値の $1/10$ を加えたものが測定値になります。

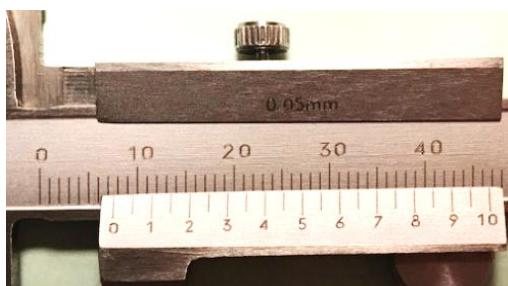
$$\Rightarrow \text{本尺 } 13 + \text{バーニヤ } 7.5 \times (1/10) = 13 + 0.75 = 13.75 \text{ (mm)}$$



図7-4 ノギスの見方

【練習問題7-2】

つぎのノギスの計測値はいくらか。



【解説】

- ① バーニヤの0目盛り線は 7mm と 8mm の間を示しています。
- ② 本尺とバーニヤの線が一致するのは、6.5 と 7.0 だが、より近いのは 6.5 です。
- ③ 本尺 $7 + \text{バーニヤ } 6.5 \div 10 = 7.65$ (mm) が計測値となります。

7. 6. 2 マイクロメータ Micrometers

- マイクロメータは、一般的には対象物の「長さ」を、最小値0.01 mm (1/100 mm) の精度で測定することができる工具です。
- 「外側」のほか「内側」、「深さ」を測ります。穴径は測れません。
- マイクロメータの主要部の名称を図7-5に示します。



図7-5 マイクロメータの主要部の名称

(1) マイクロメータの測り方

- ① アンビル、スピンドルの測定面・外周を清潔な布で拭き上げます。
- ② マイクロメータの0点を確認します。
- ③ 被測定物をアンビルとスピンドルに挟んで、シンブルを右回りに回転させ、最後の締め込みは送りつまみを使います。
- ④ 送りつまみのラチェットストップは一定の締め付け力になると空転します。
- ⑤ シンブル1回転でスピンドルのピッチは0.5 mm になっています。シンブル1回転の目盛り線は50なので、最少目盛り値は0.01mmとなります。
- ⑥ スリーブの目盛り線は0.5 mmごとに基準線の上下に交互に刻まれています。

- ・上の線だけ見えるときは、0~0.5mmの範囲になります。
- ・下の線も見えるときは、0.5~0.99mmの範囲になります。

(2) マイクロメータの見方

図7-6を例にして説明します。

- ① 被測定対象物をアンビルとスピンドルに挟み、送りつまみが空回りするまで回します。

- ② シンブルとの境界にあるスリーブの目盛りが基準線の上下どちらにあるかを読みます。

⇒右図はスリーブの上目盛りは8mmまで見え、下目盛りの8.5も見えますので、8.5~8.99mmの間にあります。

- ③ 基準線に対するシンブルの値を読みます。

⇒18と読みとれます

- ④ シンブルに近いスリーブの線が基準線の下もみえるので、シンブルの値に「0.5mm」を加算したものが測定値になります。

⇒ $8 + 0.5 + 18/100 = 8.68\text{mm}$ が求める測定値です。

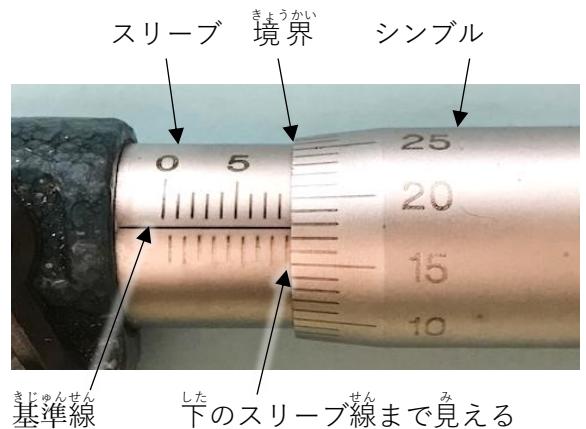
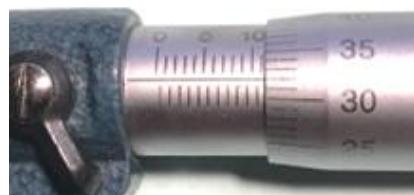


図7-6 マイクロメータの見方

【練習問題7-3】 つぎのマイクロメータの読み値はいくらか。



【解説】

- ① スリーブの目盛りは11まで読み取れます。
- ② スリーブ基準線の下の目盛りは見えません。
- ③ シンブルの読み値は32と読みます。
- ④ 従って寸法値は $11 + 32/100 = 11.32\text{mm}$ となります。

7. 6. 3 その他測定器

(1) ダイヤルゲージ Mechanical dial gauges

- プランジャの移動量を機械的に拡大し、アナログの円形目盛り上で回転する指針によって表示する測定器です。
- 高精度のものは 0.001mm の測定ができます。
- 回転物の振れや加工面の平面度、同じ寸法の測定に適しています。

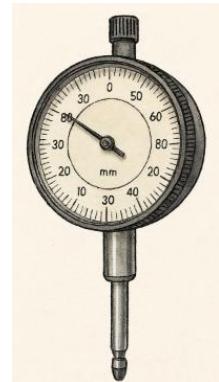


図 7-7
ダイヤルゲージ

(2) ハイトゲージ Dial and digital height gauges

- 高さを測る測定器で、バーニヤ式、ダイヤル式があります。
- ノギスより精度が高いですが、穴の深さは測れません。
- 先端部で製品の必要な寸法のけがきに使用します。

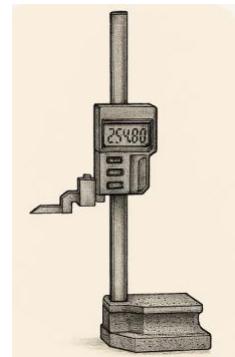


図 7-8
ハイトゲージ

(3) スケール (金属製直尺) Metal rules

- 自盛り端面を基点とする金属製の直尺です。
- 呼び寸法は 150~2,000 mm、自盛りピッチは 1 mm と一部 0.5 mm があります。
- スケールやノギスの自盛りは真上から読みます（斜めから読んではいけません。）



図 7-9 スケール (30 cm)

図 7-10 スケールの拡大
(0.5 mm ピッチ)

(4) 定盤 Surface plates

- 定盤は計器ではありませんが、一般的には機械装置の加工・組立・検査などを行うための基準平面（水平面）として用いられます。

- 高い平面度精度が求められ、その精度は JIS に定められています。

7. 6. 4 テスター Circuit Tester, Multimeter

直 流 電 壓、直 流 電 流、交 流 電 壓、抵 抗 な ど の 電 気 量 を 測 定 す る 計 器 で す。

- アナログ式のテスターに対し、デジタル式のものをマルチメーターと呼ぶことが多いです。
- デジタルマルチメーターは交流電流を測定できるものもあります。



図 7-11 テスター



指針とミラーに映る指針が重なるように真上から見る。
ミラーの上側は、抵抗の目盛り。下側は AC、DC電圧と DC電流の目盛り。

図 7-12 テスターの目盛り

(1) 測定方法

- ① テスト棒の赤プラグをプラス端子、黒プラグをマイナス端子に差し込みます。
- ② 測定レンジを大きめに合わせます。抵抗測定はゼロ点調整します。
- ③ 測定部位にテスト棒を接触させます。指でつまんではいけません。
- ④ つまみを測定レンジにあわせ、目盛りの指針が示している数値を読み取ります。

⑤ デジタルマルチメーターの場合は直接表示のデジタル数値を読み取ります。

(2) 測定時の注意

- 過大な電圧や電流で故障しないよう、測定値が予測できないときは最大レンジから測定する。
- 抵抗測定の場合は各レンジでゼロ点調整を行なう。
- 電流を測定するときは、図7-13のように直列に接続する。

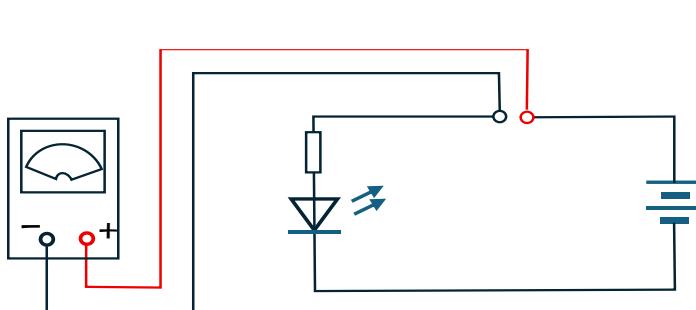


図 7-13 電流の測定方法

極性に注意し直列に接続する。テスターのプラス端子と電源のプラス側、テスターのマイナス端子と電源のマイナス側を接続する。

【練習問題7-4】

これらのメーターのレンジは交流電圧、直流電圧、電流、抵抗のどれか。
また、値はいくらか。

①



②



【解説】

- ① 測定レンジは DCA30m となっています。これは直 流 電流で最大30mA であるからフルスケール 300 の目盛り 上 130 を示しているので、 $130/300 \times 30 = 13\text{ mA}$ になります。
- ② 測定レンジは Ω レンジで倍率 $\times 10$ となっています。目盛り値は一番上の抵抗値の目盛りで 18 を示しているので $18 \times 10 = 180\ \Omega$ になります。

7. 6. 5 オシロスコープ Digital Storage Oscilloscope

オシロスコープは電気信号の時間的変化を画面に表示して観測する測定器で
す。電子機器の設計、製造、修理に必要不可欠なツールです。
現在はデジタル式が中心です。測定した信号はサンプリングしてデジタル値
に変換して表示します。あわせてメモリにも記録されます。

(1) オシロスコープの主な機能

- つぎのようなさまざまな機能があります。
- 電圧、電流などの大きさを測定します。
 - 信号の立ち上がりの様子を観測します。
 - 信号の周波数を観測します。
 - ノイズなどの異常信号を観測します。
 - 複数の信号とのずれやタイミングを測定します。

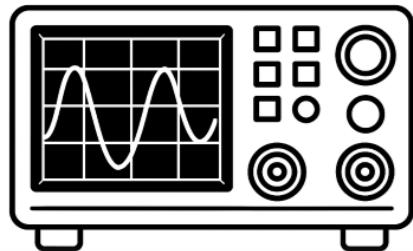


図 7-14 オシロスコープ

(2) オシロスコープの見方

オシロスコープはテスターと比べて高機能なため、操作も難しくなります。

- 垂直軸：垂直軸は8分割されていて、そのグリッド1つ(1div)に対する電圧値(V/div)で大きさが表示されます
- 水平軸：水平軸は10分割されていて、そのグリッド1つ(1div)に対する時間(s/div)で大きさが表示されます。このグリッドを使って波形の大きさを読み取り、数値を読み取ります。

事例

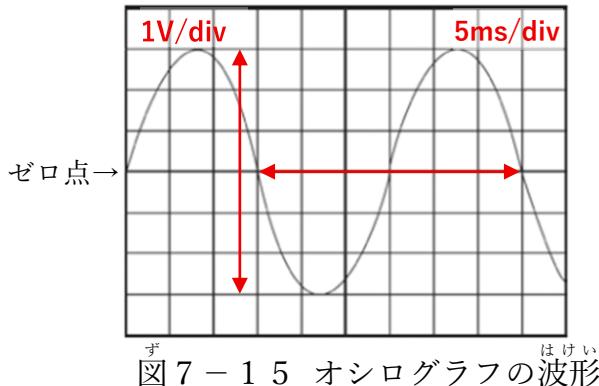


図 7-15 オシログラフの波形

縦軸のレンジが 1 目盛り $1\text{V}/\text{div}$ のとき、最大 - 最少は中心を挟んで 6 目盛りです。最大値はその半分の $6 \times 1\text{V} \div 2 = 3\text{V}$ になります。

横軸は時間軸で 1 目盛り $5\text{ms}/\text{div}$ のときゼロ点を上から下に再び通過する 1 周期の時間間隔は 6 目盛りなので 1 周期は $6 \times 5\text{ ms} = 30\text{ ms}$ となります。

【補足 7-1】オシロスコープの性能特性

- ① 入力チャネル数：信号を同時にいくつ観測できるか。
- ② 周波数帯域：どのくらいの高速な信号まで観測できるか。
- ③ サンプリングレート：1 秒当たりのデータの A/D 変換する速度。
- ④ メモリの大きさ：メモリが足りないと正しく再現できない。
⇒サンプリングレートの性能を活かす上で重要。

【練習問題 7-5】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () ノギスの最小読み取り寸法は 0.05 mm である。
- ② () マイクロメータの基準線がシンプルの目盛り線の中間に来たときは 0.01 mm で分けてもよい。
- ③ () テスターで抵抗を測定するときは、最初にゼロ点調整すればよい。

【解説】

- ① 正しい。答 (A)
- ② 基準線がシンプルの目盛りの間に来たときは、目分量で分けてよい。
答 (A)
- ③ レンジを変えたときはゼロ点調整を毎回する必要があります。答 (B)

7. 6. 6 その他の電気計器

(1) LCR メーター

電子回路のコンデンサやインダクタ、抵抗やインピーダンスなどの値を測定する計測器です。

L (インダクタンス)、C (キャパシタンス)、R (抵抗) の測定にはブリッジ法がありますが、インピーダンス測定は難しく熟練が必要でした。

LCR メーターは自動平衡ブリッジ法が採用され、電圧、電流、位相差の測定値をデジタル化して演算をすることで、LCR およびインピーダンスの測定が容易になりました。



図 7-16 LCR メーター

(2) 热電対温度計 Thermocouples

热電対とは、2種類の異なる金属の両端の温度差 ($T_2 - T_1$) による热起電力の差を利用して計測対象 T_1 の温度を求めるセンサーです。K タイプは広範囲な測定が可能です ($-73^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$)。

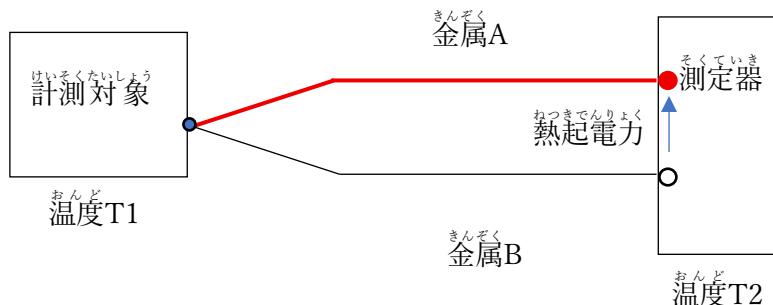


図 7-17 热電対の原理

(3) 照度計 Illuminance meters

光を電気的に変換する素子（フォトダイオード）を利用して、光及び照明用光源の照度を測定する計器です。

(4) ガウスマーター Gauss meter

ホール素子を用いて磁石や磁性体の磁束密度を測定する計器です。ホール素子とは、物質に流れる電流に垂直方向に磁場をかけると、電流と磁場の両方に直交する方向に起電力が現れるホール効果を利用したセンサーです。

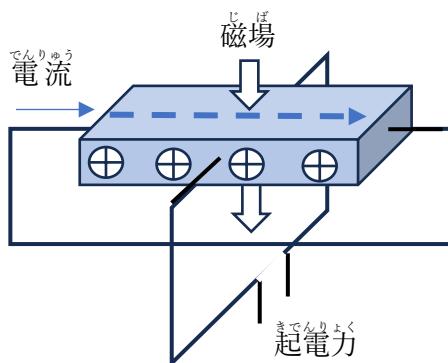


図 7-18 ホール効果

【補足 7-2】

電気回路・電子回路で使われる受動部品

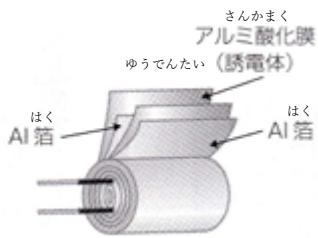
(外部から供給されたエネルギーを消費・蓄積・放出するもの)

表 7-7 受動電子部品

部品区分	おもな部品
1 抵抗	カーボン被膜抵抗、酸化金属皮膜抵抗、巻線抵抗 チップ抵抗、可変抵抗、半可変抵抗
2 コンデンサ	電解コンデンサ、セラミックコンデンサ、積層チップコンデンサ、可変コンデンサ(バリコン)
3 インダクタ	巻線コイル、積層コンダクタ、薄膜インダクタ
4 その他	サーミスタ、圧電素子、水晶振動子

コンデンサは、金属板と金属板の間に誘電体を挟んだもの

インダクタは、磁性体などの周りに電線を巻いたもの



アルミ電解コンデンサの内部構造

第8章 機械加工・仕上げ

8. 1 機械加工（制御盤の加工）

8. 1. 1 寸法の測り方とけがき方

- ① 部品の取付位置が定められている場合、基準面から取付器具の中心線を測定して中心線をけがきます。
- ② つぎに器具の取付穴をけがきます。最初からけがき針は使わず、修正可能な鉛筆を使います。
- ③ けがいた後実際に器具を配置して、配置や穴の間違いがないかを確認します。

8. 1. 2 穴あけ加工

- ① けがいた穴あけの中心にポンチを打ちます。
2度打ちはしません。もしくはオートポンチを使います。
- ② 穴は、電気ドリルであけます。
計器や押しボタン用の大きい穴をあけるときはホールソーを使用します
- ③ バリを取ります。専用のバリ取り工具もしくは穴径より大きなドリルで0.5mm程度のC面取りをします。バリによるけがに注意が必要です。
- ④ 直径10mm以上の大きな穴をあける場合は、いきなりあけると穴が変形があるので、下穴をあけてから穴加工をしてください。

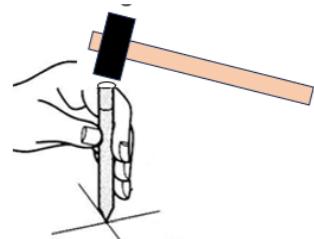


図8-1 ポンチの打ち方

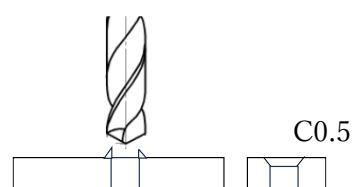


図8-2 バリの取り方

8. 1. 3 計器や器具の取付用穴の加工法

- ① ホールソーのない大きいサイズの穴および四角い穴などは、穴寸法をけがいてその内側に連続しないよう小さな穴を電気ドリルであける。
- ② たがねまたは強力ニッパであけた穴間のつながった部分を切り取る。
- ③ 半丸やすりで最初にけがいた穴になるように穴を仕上げる。

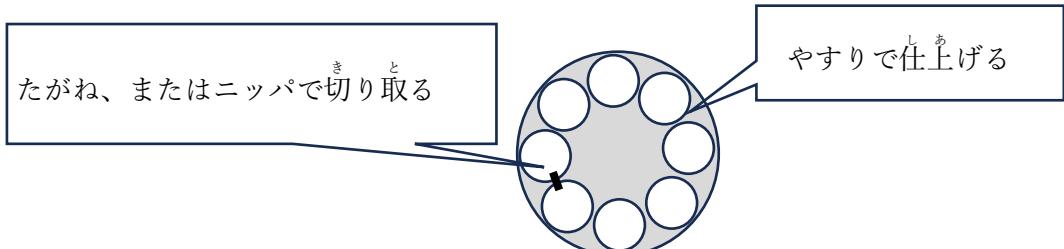


図 8-3 大きな穴のあけ方

8. 1. 4 タップ加工 (タッピング) Tapping

【用語】タッピング

板金やワークピースにめねじ穴を作成する機械加工プロセスのことです。タップという工具を使用しますので「タップを切る」、「ねじ立て」、「ねじ切り加工」ともいいます。ねじ自体にタップ機能を持たせたものはタッピンねじといいます。(表 7-2 参照)

器具を取りつけるのに、取付穴にめねじを切っておくと前面からの作業で済みます。

(1) タップを切る

- ① タップでねじ切りをします。
- ② タッピンねじを使用します。

③ タップを切らずに DIN規格のレールをあらかじめ取り付けておきます。

(2) タップ作業手順とねじの切り方 (手作業の場合)

① タップを立てる位置をけがきます。

(表 7-4 けがき針や図7-8 ハイトゲージなどを使う)

② ポンチを打ちます。 (図8-1 参照)

③ センタドリルでねじ穴の中心を作ります。

④ 下穴をあけます。 (表 8-1 ボール盤でねじの 80~85% のサイズにする)

⑤ 切削油を注油します。

⑥ No.1 タップ (先タップ) を垂直に立て、押し付けながら回して、ねじ山を作ります。ボール盤のチャックに挟んで利用してもよいです。 (図 8-4 参照)

⑦ タップハンドルを1回転回しては、半回転戻しを繰り返して、ねじを切ります。

⑧ 薄い板材の場合は最後までこのタップで済むが、穴の場合は No.2 (中タップ) 、No.3 タップ (上げタップ) の順にねじを切って完ねじにする。 (図8-4 参照)

□ タッピンねじは、タップ加工とねじの両方の機能を持つねじです。下穴の径が重要になります。

□ 下穴は板厚、材質、形状で異なるので

決められた下穴の径に注意して穴をあけます。

詳細な下穴径は JIS B1004 に定められています。



図 8-4 ねじ切り加工

【練習問題8-1】

正しい場合はA、間違っている場合はBを選びなさい。

- ① () タップを垂直に立てるためにボール盤を利用してもよい
- ② () タップが硬くて回らないときは、力を入れて回す

【解説】

- ① 手作業で垂直に立てながらのねじ切りは熟練を要するので、ボール盤にタップを取りつけてねじ切りをするとやりやすいです。 答 (A)
- ② タップが折れる恐れがあります。油のさし戻しを繰り返しながらねじ切りをします。 答 (B)

8. 2 仕上げ

8. 2. 1 鉄工やすりによる仕上げ

鉄工やすりは鉄やステンレス、アルミなど金属材料の切削や研磨を主に手作業で仕上げるときに使用します。

- 形状は主に、平形、半丸形、丸形、角形、三角形の5種類があります。

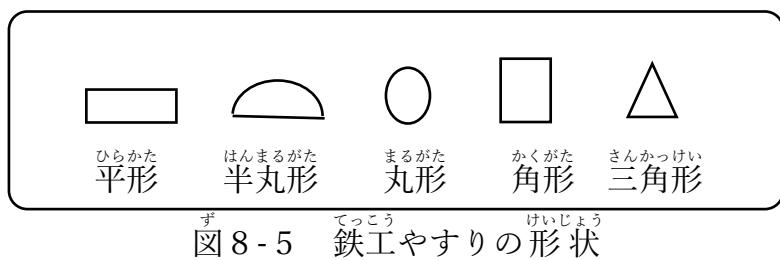


図 8-5 鉄工やすりの形状

- 平形がもっとも一般的で汎用性が高く、面だしなどさまざまな加工に使用します。
- 丸形は曲面の仕上げに適し、半丸形は曲面の加工や円形の材料の仕上げに、角形は溝や面を出す加工の仕上げに、三角形は角やすりよりも鋭角な部分の加工や仕上げに適しています。
- やすり目は単目、複目、波目、鬼目などがあります。
- 単目やすりは、上目がコバに対し $65\sim85^\circ$ の角度に傾けて一方向にのみ切られています。切削跡がきれいに仕上がり金属面の仕上げに使用します。
- やすりの使い方
やすりの目(刃)は押し込むことで削れるので、手前に引いても削ることはできません。押し込む方向に動かすときだけ力を入れるようにします。

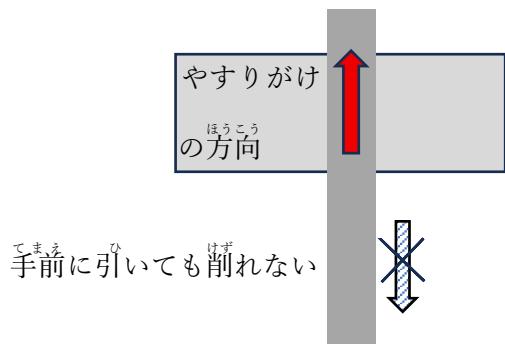


図 8-6 やすりがけ

8. 2. 2 組やすりによる仕上げ

組やすりとは、機械加工後の細かい部分を手作業で仕上げる時に使用するやすりのことです。

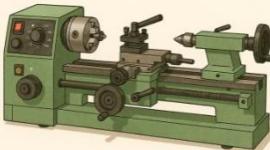
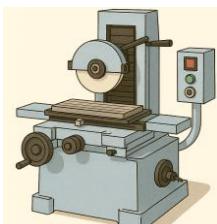
- 鉄工用やすりよりは小さく、種類は多く12種類の断面形状があります。
- 組やすりとしては5本組、8本組、10本組、12本組の4種類があります。

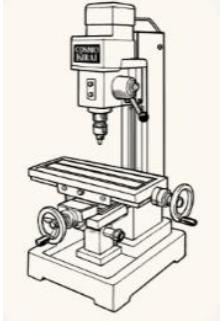
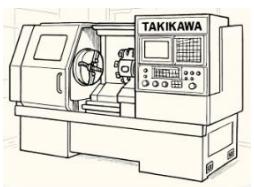
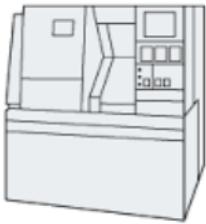


図 8-7 組やすり

8. 3 おもな加工機械と用途

表 8-1 主な加工機械

	機械名 きかいめい	写真 しゃしん	用途・特徴 ようと とくちょう
1	電気ドリル でんき ドリル Electric drill		電気ドリルのチャックにドリルの刃を取り付けて穴加工や、ビットを取り付けてねじの締め付けを行う。 せつだん こなごな 切断する工具ではない。
2	ボール盤 ばん Drilling machine		穴あけ専用の機械で、台状のテーブルに加工する素材を固定し、チャックに取り付けたドリルやリーマを回転させながら加工を行う。
3	旋盤 せんばん Lathe		加工物をチャックと呼ばれる土台に取り付けて回転させながら、バイトによって切削加工を行なう工作機械。外径加工、内径加工、溝加工、ねじ加工などはんようせい たか 汎用性が高い。
4	研削盤 けんさくばん Shaping machine		高速で回転する砥石を被加工材に少しづつ接触させて、金属などの表面を削り取り、表面の仕上げを行う工作機械。グラインダーと呼ばれる場合もある。

5	フライス盤 Milling machine		フライス盤は、刃物を回転させながらテーブル位に固定した金属などを前後左右に移動させて切削し、平面や溝、段差などを加工する機械。ミリングマシンとも呼ばれる。
6	NC加工機 Numerical Control Machine		工作機械をコンピューターで制御して切削を行う工作機械。NCはNumerical Controlの略で数値制御と訳される。
7	マシニングセンタ Machining center		マシニングセンタはコンピューター制御による工具自動交換機能を備えている点がNC加工機との大きな違い。段取りの省力化と無人化が可能になる。

【注意】ボール盤などでの軍手の使用は禁止されています。

【用語】

[バイト]

旋盤にて工作物を加工する際に使用する切削工具の総称。大きく分けると刃先を砥いで使用するろう

付けバイトと刃先を交換して使用するスローアウェイバイトがあります。



図8-8 バイト

[エンドミル]

外周刃と底刃によって素材を切削する工具です。

MCやフライス盤に取り付け、水平面や垂直面、曲面などに3次元方向に移動させて、加工を



図8-9 エンドミル

おこな
行います。

[ドリル]

あな もちい こうぐ せんなん は せっさく はさき かくど
穴あけに用いる工具。先端の刃で切削します。刃先角度は 118° です。

8. 3. 1 旋盤

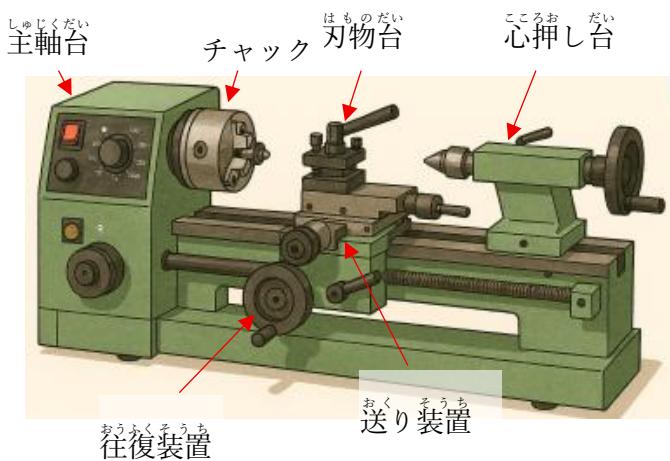


図 8-10 旋盤の構造

旋盤は被加工物をチャックに挟んで回転させて加工する装置です。バイトを
刃物台に固定し 0.01 mm 単位の送り装置で刃物を当てて切削します。

【練習問題 8-2】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () 旋盤は被加工物を回転させながら加工する
- ② () 旋盤でねじ切り加工をすることはできない
- ③ () 旋盤の加工図は加工面が左側に来るよう書くのがよい。

【解説】

- ① チャックで被加工物を固定し回転させながら加工する。

答 (A)

② 回転速度と送りを調整してねじを切ることができる。

答 (B)

③ 旋盤は加工物の左側をつかむので、加工面は右側になるように加工図を描くのがよい。答 (B)

8. 3. 2 フライス盤

フライス盤は回転主軸にエンドミルを取り付け、被加工物を固定したテーブルを前後左右に移動させて切削します。

フライス加工例 (赤線部分が切削される)
側面加工 段加工 溝加工

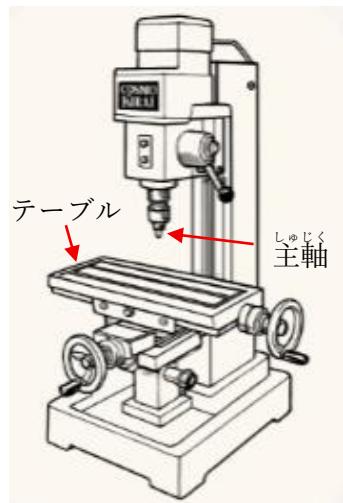
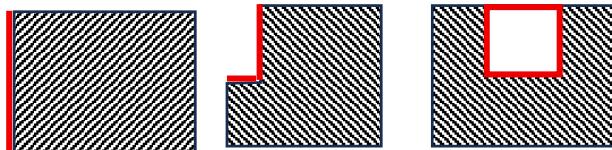


図 8-11 フライス盤と加工例

【練習問題 8-3】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

① () 旋盤は刃物が回転し、平面や溝を加工するのに適している。

② () マシニングセンタは NC 加工機の 1 種である。

③ () ワークテーブル軸にバックラッシュ除去装置を設けると、ガタがなくなる。

【解説】

- ① 旋盤は刃物を固定し、加工物を回転させる。刃物が回転して加工するのはフライス盤です。答 (B)
- ② NC加工機はコンピューター制御で加工を行う工作機械の総称であり、「NC旋盤」「NCフライス盤」「マシニングセンタ」などがあります。答 (A)
- ③ バックラッシュ除去装置は、ワークテーブル軸回転の振動を抑えて、スムーズで高精度なワークテーブルの回転を確保します。答 (A)

【練習問題8-4】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () (A) は旋盤加工品である
- ② () (B) はフライス加工品である
- ③ () (C) はマシニングセンタ加工品である



(A)



(B)



(C)

【解説】

- ① A はフランジです。旋盤で加工します。ボルトの穴はマシニングかボール盤での加工となります。答 (A)
- ② B はテーパーピンです。旋盤かマシニングで加工します。フライス加工品ではありません。答 (B)
- ③ 内円、外円の加工は旋盤ですが、等間隔の多数の穴加工はマシニングセンタの得意とするところです。答 (A)

だい しょう でんき でんしきそりろん
第9章 電気、電子基礎理論

9. 1 でんきりろん
電氣理論

9. 1. 1 きそ
基礎

(1) でんき
電氣

でんき でんし いどう う
電氣は、電子が移動することで生まれるエネルギーのことです。

(2) でんりゅう
電流

でんき なが りょう おお でんりゅう たんい
電氣の流れとその量の大きさを電流といいます。単位は[A] (アンペア) です。

(3) でんあつ
電圧

でんげん でんき なが ちから でんあつ たんい
電源が電氣を流そうとする力を電圧といいます。単位は[V] (ボルト) です。

(4) でんりょく
電力

たんい じかん でんき つか しめ りょう
単位時間あたりに、どれだけの電氣エネルギーが使われるか、を示す量です。

たんい でんき なが でんりゅう でんあつ せき か ざん
単位は[W] (ワット) です。電氣エネルギーは、流れる電流と電圧の積(掛け算)
で求められます。

(5) でんりょくりょう
電力量

じかんない しょうひ せいせい でんき そうりょう しめ
ある時間内で消費された、または生成された電氣エネルギーの総量を示します。
たんい じかん でんき でんりょく じかん せき たんい
単位時間あたりの電氣エネルギーである電力と時間の積になります。単位
は[Wh] (ワット時、ワットアワー) です。

9. 1. 2 電磁気学

(1) クーロンの法則

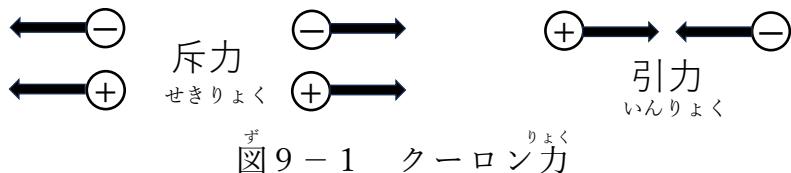
電気を起こすもととなるものが電荷です。電荷は電気を帯びた物体で、正電荷と負電荷の2種類があります。正電荷どうし、負電荷どうし、のような同じ符号どうしの電荷の間には斥力(離れる力)が、異なる符号どうしの電荷の間には引力(引っ付く力)が働きます。

この力を「クーロン力」といい、つぎの式で表されます。これをクーロンの法則といいます。

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} [N]$$

q_1, q_2 : 各電荷の電荷量
 $[C]$ 、 r : 各電荷間の距離[m]
 ϵ_0 : 真空の誘電率

イメージを図9-1に示します。



(2) 電界

電荷の周りにできる空間のこと、ほかの電荷に力が働く領域のことを示します。電場ともいいます。

(3) 導体

電気をよく通す材料で、主に金属です。金属の中でも銅や銀の抵抗値は低く、よりよく電気を通します。

(4) 絶縁体

電気をほとんど通さない材料で、主にゴムやプラスチックです。

(5) 磁界

磁石や電流によってつくられる、磁力が働く空間のことを示します。この領域では、ほかの磁石や磁性体に力が働きます。磁場ともいいます。

(6) 電流に働く力

無限に長い金属の線が並行して存在し、そこに電流が流れているとき、それらの金属の線の間には力が働きます。このことは実験的に知られていて、2つの電流が同じ方向の場合は引力（引っ付く力）が働きます。逆の方向に流れている場合は斥力（離れる力）が働きます。この力を「アンペールの力」といいます。

イメージを図9-2に示します。

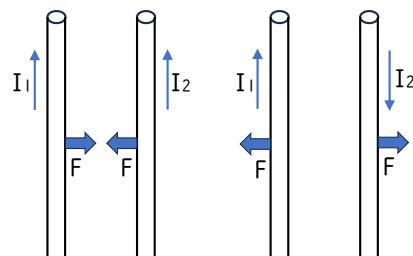


図9-2 アンペールの力 (記号はF)

(7) フレミングの左手の法則

磁界の中で電流が受ける力の向きを示す法則です。

磁界の中にある、電流が流れる導体が受ける力の方向を左手の指で示します。

左手の親指、人差し指、中指をそれぞれ直角になるようにしたとき、親指が力F、人差し指が磁束密度B、中指が電流Iの方向を示すという法則です(図9-3)。

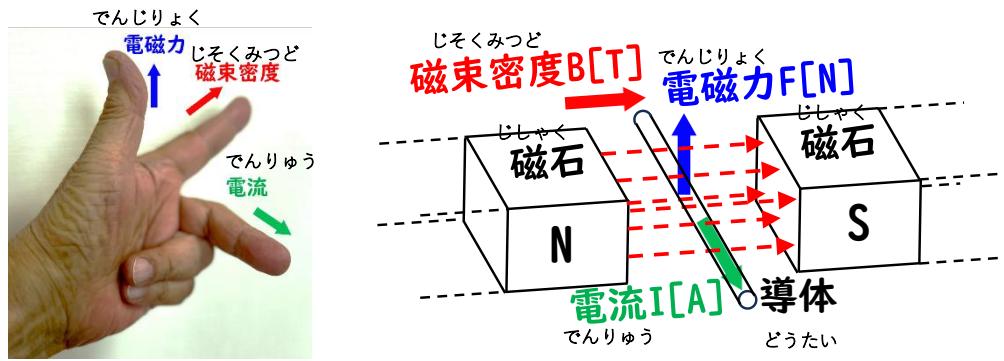


図9-3 フレミングの左手の法則

じかい 磁界 (磁束密度) B の方向と電流 I の方向が決まれば、導体の受ける力の方向
が左手の指で分かります。この導体が受ける力をことをローレンツ力といいま
す。

(8) フレミングの右手の法則

じかい 磁界の中で導線を動かすときに誘導起電力または誘導電流の向きを表す
法則です。

じかい じそくみつど 磁界中を導体が動くと、導体に電流が誘導されて流れる現象を電磁誘導と
いいます。磁界の方向、導体の運動方向、誘導される電流の方向は、右手の指
で表すことができます。右手の親指、人差し指、中指をそれぞれ直角になるよ
うにしたとき、親指が導体の運動の方向、人差し指が磁界の方向、中指が誘導
される電流の方向を示すというフレミングの右手の法則です。（図9-4）

。

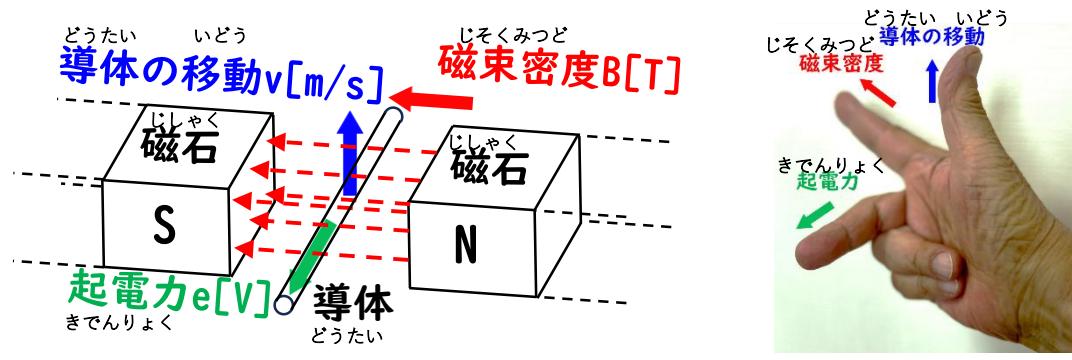


図9-4 フレミングの右手の法則

どうたい うんどうほうこう じかい ほうこう き ゆうどう でんりゅう ほうこう き
導体の運動方向と磁界の方向が決まれば、誘導される電流の方向が決まります。

ひだりて ほうそく みぎて ほうそく こと げんしょう しめ
フレミングの左手の法則とフレミングの右手の法則は異なる現象を示すも
のなので、ちがいを十分に理解し、混乱しないようにしましょう。

【キーワード】

きでんりょく 起電力	でんき 電気をつくるもととなる電源が持つ、電流を流し続けようとす る力で、電圧の種類に入ります。単位は[V]（ボルト）です。
---------------	--

【練習問題9-1】

正しい場合はA、間違っている場合はBを書きなさい。

- ① () フレミングの左手の法則は、磁界（磁束密度）中で導体が移動した場合、導体に発生する起電力の向きを示す法則である。
- ② () フレミングの左手の法則は、磁界（磁束密度）中で導体に電流が流れた場合、導体が受ける電磁力の向きを示す法則である。

【解説】

- ① 磁界（磁束密度）中で導体が移動した場合、導体に発生する起電力の向きを示す法則は、フレミングの右手の法則です。答 (B)
- ② 問題文のとおり、フレミングの左手の法則は、磁界（磁束密度）中で導体に電流が流れた場合、導体が受ける電磁力の向きを示す法則です。
答 (A)

9. 2 電気回路

9. 2. 1 基礎

(1) 直流回路

直流 (DC : Direct Current) とは、電流の向きが常に同じであることをいいます。時間が経っても電圧や電流の向き・大きさは変化しません。時間に關係なく一定です。代表的な例は、電池です。

電池と抵抗の回路と電圧波形、電流波形をつぎに示します。

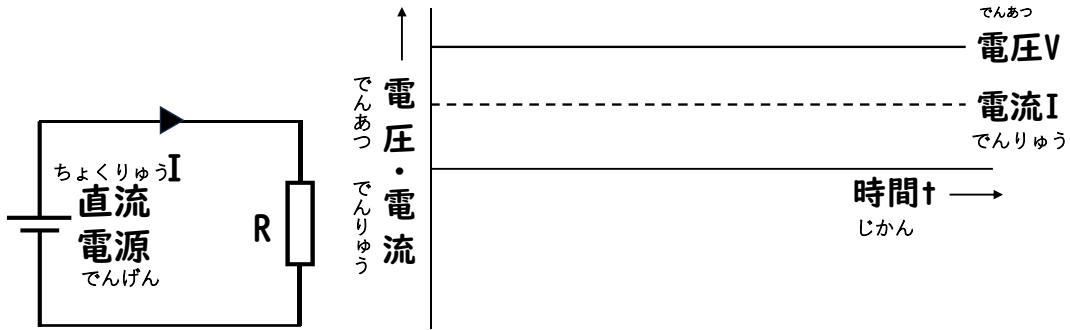


図9-5 直流回路の電圧・電流波形

直流の場合、コイルは短絡、コンデンサは絶縁体として取り扱いますので、通常は直流回路でこれらの電気部品を使用することはありません。

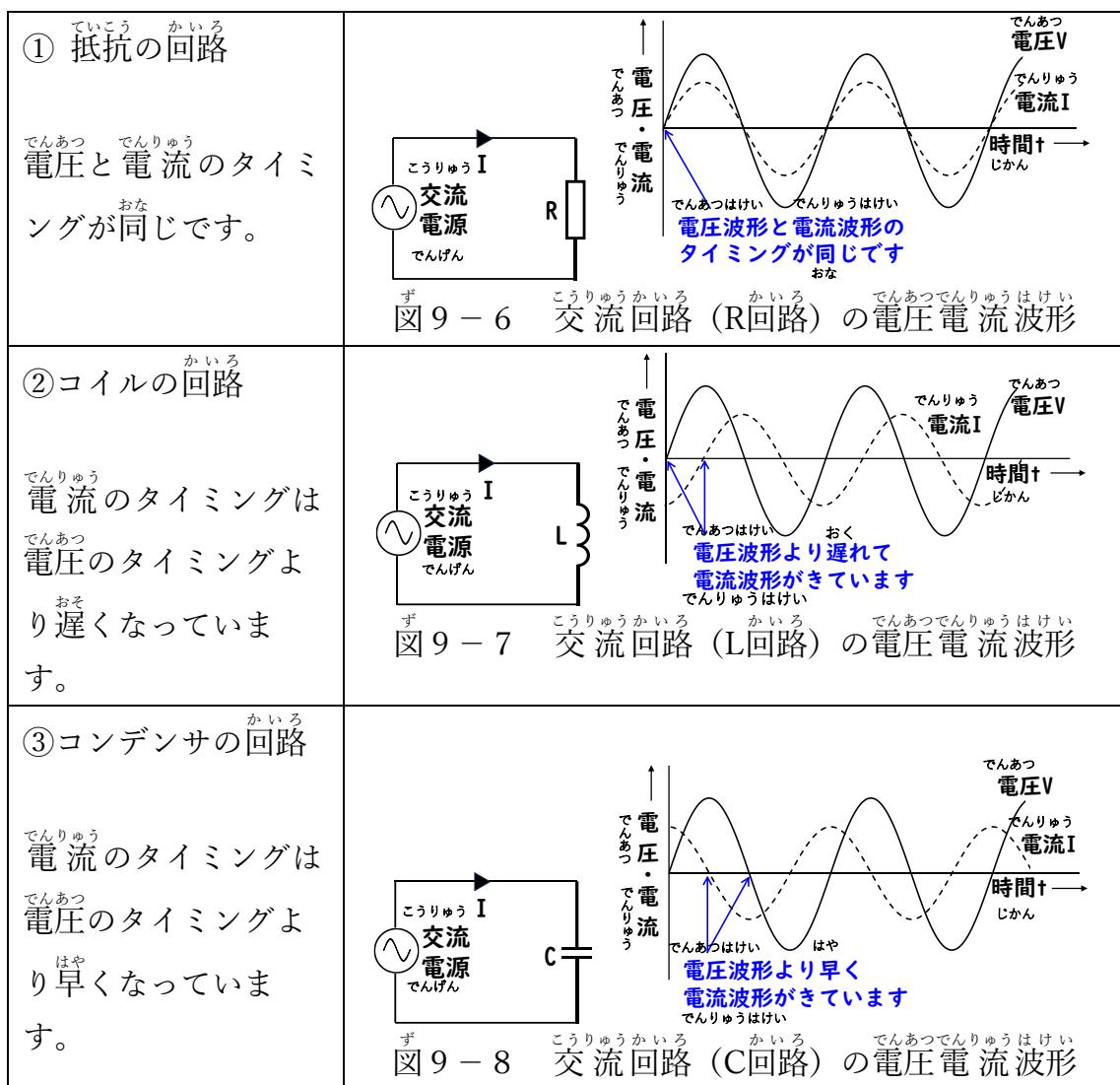
抵抗、コイル、コンデンサについては、つぎの 9.2.2 で説明します。

(2) 交流回路

交流 (AC : Alternating Current) とは、時間の経過によって電圧や電流の向き・大きさが変化することです。

電圧、電流は周期的に変化し、1秒間に向きが変わる回数を周波数 (Hz) といいます。例えば 60Hz なら、1秒間に 60 回電圧や電流の向きが変わることです。日本では、西日本が 60Hz、東日本が 50Hz です。

抵抗R、コイルL、コンデンサCを使った交流回路と、その電圧波形・電流波形をつぎに示します。



9. 2. 2 電気部品

(1) 抵抗

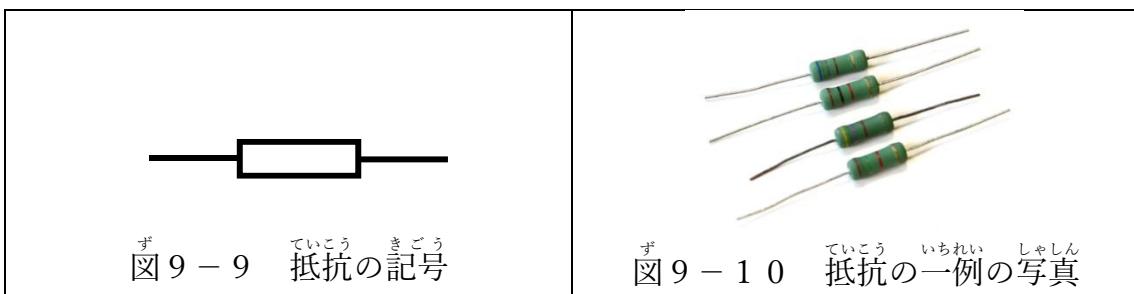
抵抗とは電流の流れにくさを表す指標であり、単位は $[\Omega]$ （オーム）です。抵抗の大きさは、材料の寸法と体積抵抗率 ρ [$\Omega \cdot m$] と呼ばれる材料固有の定数によって決まります。

たとえれば金属材料の線では断面が円形の場合、寸法は断面積S[m²]と長さ ℓ [m]になります。抵抗を R として式で表すとつぎのようになります。

$$R = \rho \frac{\ell}{S} [\Omega]$$

金属の中で体積抵抗率(抵抗)の低さ、すなわち電気をよく通す程度を導電率と言います。導電率の高い(抵抗の低い)金属は、その順に、銀、銅、金、アルミニウムがあります。

リード付きの抵抗器は、カラーコードで抵抗値が分かるようになっています。



(2) コイル

コア材となる磁性体に電線を巻き付けた構造です。



(3) コンデンサ

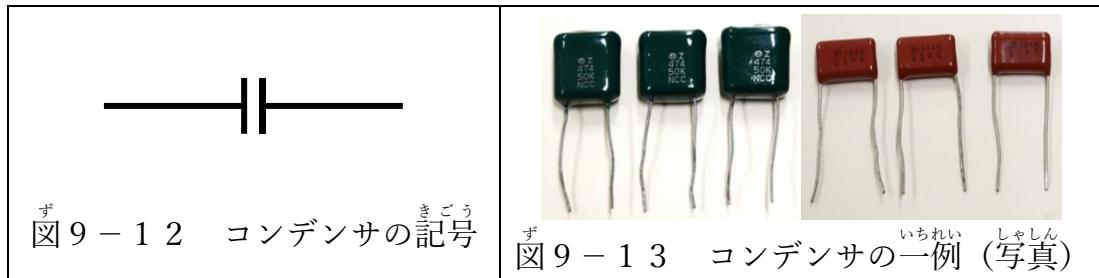
電気エネルギーを蓄える電気部品で、絶縁体を2枚の金属板や金属箔で挟んだ構造です。

□ アルミ電解コンデンサ、セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサなどの種類があります。

□ アルミ電解コンデンサは、陽極にアルミニウム箔、陰極に電解液、誘電体に

酸化アルミニウムを使用したコンデンサです。劣化要因は主に温度、電流、保管状態です。

- 直流回路では、電源に接続すると、瞬間的には電流が流れますが、すぐに電流は流れなくなります。



9. 2. 3 回路計算

(1) オームの法則

金属などに電圧を加えると電流が流れます。

加えた電圧と流れた電流の関係を調べると、一般的に図9-14 のようになります。

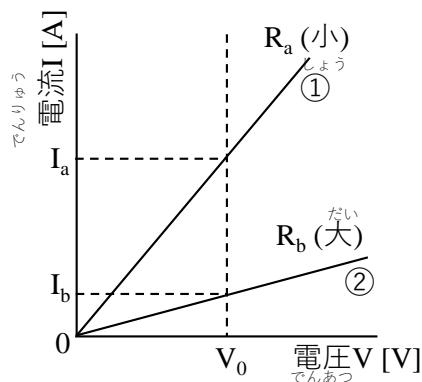


図9-14 抵抗の電圧電流特性

この直線を式で表すと、 R_a や R_b を定数として、つぎのようになります。

$$I = V/R_a \text{ あるいは } I = V/R_b$$

これはオームの法則と呼ばれ、電気工学・電子工学の分野の基本法則の1つです。

定数の R_a や R_b は抵抗で、図9-14 の直線の傾きの逆数で与えられます。式から分かるように、一定の電圧に対して、抵抗が R_b のように大きければ図の直線②のように電流は小さくなります。一方、抵抗が R_a のように小さければ、直線①のように大きな電流が流れます。

(2) キルヒ霍フの第一法則（電流則）

ある電気回路または電子回路を考えて、その中で自由に選んだ点（節点）に流れ込む電流に関する法則です。

ある点に流れ込む電流の合計は、流れ出る電流の合計に等しい

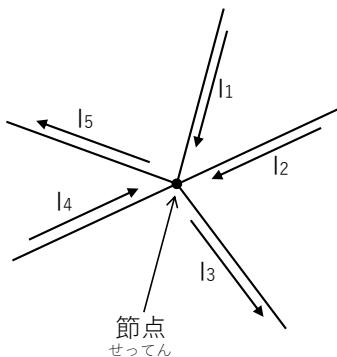


図9-15 キルヒ霍フの第一法則

図9-15において、節点に流れ込む電流を正、節点から流れ出る電流を負として電流則を適用するとつぎのようになります。

$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

これを一般的に表すとつぎのようになります。

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

また、これを整理するとつぎのようになります。

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_3 + I_5$$

左辺は流れ込む電流の合計、右辺は流れ出る電流の合計となります。

(3) キルヒホッフの第二法則 (電圧則)

ある電気回路または電子回路を考えて、その中の自由に選んだ閉路で電圧が平衡する法則です。

「ある閉路を構成するそれぞれの枝(節点から節点まで)の電位差の合計はゼロである」

この法則を適用するとき、図9-16の場合は、それぞれの枝の電位差は閉路の矢印と同じ方向を正の方向にとらなければなりません。閉路の矢印と反対方向は負の方向にします。

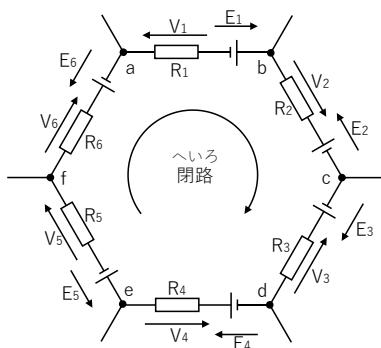


図9-16 キルヒホッフの第二法則

具体的に示しますと、図9-16の閉路で、それぞれの枝の電位差を時計回りの方向 ($a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow a$) にとると、つぎのようになります。

$$V_{ab} = -V_1 + E_1$$

$$V_{bc} = V_2 + (-E_2)$$

$$V_{cd} = -V_3 + E_3$$

$$V_{de} = -V_4 + E_4$$

$$V_{ef} = V_5 + (-E_5)$$

$$V_{fa} = V_6 + (-E_6)$$

左辺、右辺をそれぞれ合計すると、定義よりつぎのようになります。

$$V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} + V_{de} + V_{ef} + V_{fa} = 0$$

$$(-V_1 + V_2 - V_3 - V_4 + V_5 + V_6) + (E_1 - E_2 + E_3 + E_4 - E_5 - E_6) = 0$$

これらの関係を一般的に表すとつきのようになります。

$$\sum_{k=1}^n E_k + \sum_{k=1}^n V_k = 0$$

(4) 抵抗の直列接続と分圧則

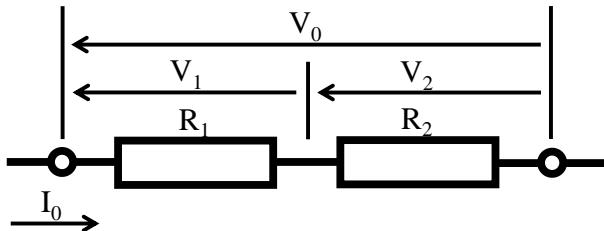


図9-17 分圧回路

図9-17より、オームの法則から、次式が得られます。	$V_1 = R_1 \cdot I_0$ $V_2 = R_2 \cdot I_0$
キルヒ霍フの第二法則より、次式が成り立ちます。	$\begin{aligned} V_0 &= V_1 + V_2 \\ &= R_1 \cdot I_0 + R_2 \cdot I_0 \\ &= (R_1 + R_2) \cdot I_0 \end{aligned}$
これより R_1 、 R_2 の直列回路の合成抵抗 R_0 は、オームの法則より次式で与えられます。	$R_0 = \frac{V_0}{I_0} = R_1 + R_2$
これより、電流は次式で表されます。	$I_0 = \frac{V_0}{R_1 + R_2}$
従って、 R_1 、 R_2 の端子電圧はつきの式となり、これを分圧則といいます。	$V_1 = R_1 I_0 = R_1 \frac{V_0}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_0$ $V_2 = R_2 I_0 = R_2 \frac{V_0}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_0$

ここまで結果より、直列につないだ抵抗の全体の抵抗値は図9-18のようになります。

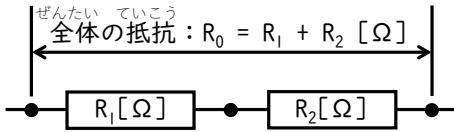


図9-18 直列につないだ抵抗の全体の抵抗値

(5) 抵抗の並列接続と分流則

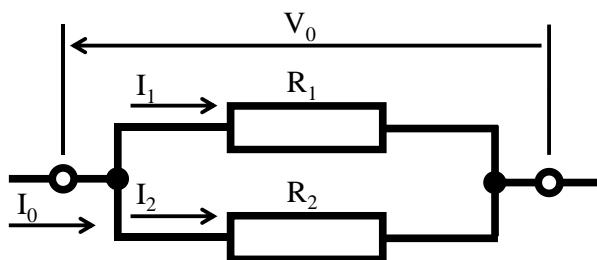


図9-19 分流回路

図9-19より、オームの法則から次式が得られます。	$I_1 = \frac{V_0}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_0}{R_2}$
キルヒ霍フの第一法則より、次式が成り立ちます。	$I_0 = I_1 + I_2 = \frac{V_0}{R_1} + \frac{V_0}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot V_0$ $= \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \cdot V_0$
これより R_1 、 R_2 の並列回路の合成抵抗 R_0 は、オームの法則により次式で与えられます。	$R_0 = \frac{V_0}{I_0} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
これより、電圧は次式で表されます。	$V_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_0$
従って、 R_1 、 R_2 を流れる電流はつぎの式となり、これを分流則といいます。	$I_1 = \frac{V_0}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_0$ $I_2 = \frac{V_0}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_0$

ここまで **けっか** の結果より、並列につないだ抵抗の全体の抵抗値は図9-20 のようになります。

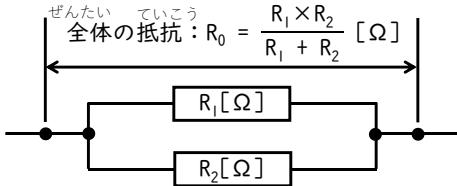
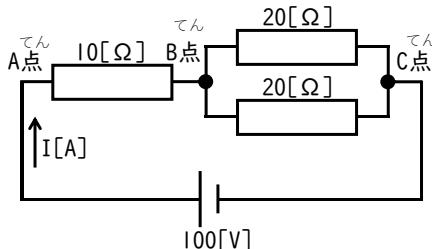


図9-20 並列につないだ抵抗の全体の抵抗値

【練習問題9-2】

つぎの回路図で、流れる電流の正しい値を選びなさい。



- A. 2[A]、B. 5[A]、C. 10[A]、D. 20[A]

【解説】

並列部分の B点C点間の全体の抵抗は $10[\Omega]$ となり、これが A点B点間の抵抗 $10[\Omega]$ と直列なので、A点C点間の全体の抵抗は $20[\Omega]$ となります。これに $100[V]$ がつながっているので、電流値は $100[V] \div 20[\Omega]$ となって、 $5[A]$ となり、正しい解答は (B) です。答 (B)

(6) ジュール熱

抵抗に電流が流れると熱が発生します。その熱をジュール熱といい、単位時間に発生するジュール熱 P は、つぎの式で求めることができます。

$$P = I^2 \times R [W] \quad (I: \text{電流値}, R: \text{抵抗値})$$

$$P = \frac{E^2}{R} [W] \quad (E: \text{電圧値}, R: \text{抵抗値})$$

このジュール熱は、消費電力と同じものです。

【練習問題9-3】

正しい場合は A、間違っている場合は B を書きなさい。

- ① () 抵抗値が $50[\Omega]$ の電気ポットと抵抗値が $100[\Omega]$ の電気ポットがある。どちらも家庭用コンセントの $100[V]$ で使った場合、 $50[\Omega]$ の電気ポットの方が消費電力は小さい。
- ② () ①の両方の電気ポットのうち、流れる電流が少ないのは $100[\Omega]$ の電気ポットの方である。

【解説】

- ① 同じ電圧であれば、抵抗値の小さい方がジュール熱（消費電力）は大きくなります。消費電力の式 $P=E^2/R$ のとおりです。
- 答 (B)
- ② オームの法則より、同じ電圧であれば、抵抗値の大きい方が流れる電流は小さくなります。答 (A)

9. 3 電子回路

9. 3. 1 電子理論

(1) 半導体

電気を通す「導体」と電気を通さない「絶縁体」の中間の性質を持つ物質です。条件によって電気を通したり、通さなかったりをコントロールできます。

半導体には、真性半導体、n型半導体、p型半導体があります。

真性半導体は不純物がほとんど含まれない純粋な半導体で、シリコン(Silicon: 元素記号Si) やゲルマニウム(Germanium: 元素記号Ge) が代表的です。

(2) 真性半導体

真性半導体は電気を通す機能が低く、このままでは電子部品としての用途は限られてしまいます。

この真性半導体に不純物を加えると、n型半導体やp型半導体をつくることができ、電気を通す機能をコントロールできるようになります。

シリコンの真性半導体では、電気のもととなる価電子は、しっかりとシリコンどうしてつながれているので、ほとんど移動しません。そのため電気を通す機能は低くなります(図9-21)。

• 価電子

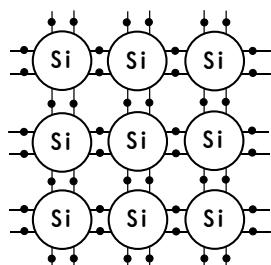


図9-21 真性半導体

(3) n型半導体

シリコン真性半導体（4つの価電子）に、リン（Phosphorus：元素記号P）などの5つの価電子をもつ不純物を加えます（図9-22）。これをn型半導体といいます。

余った1つの価電子が自由に動き回れるようになります。この余った価電子を自由電子といいます。また、リンのような不純物をドナーといいます。

• 価電子 • 自由電子

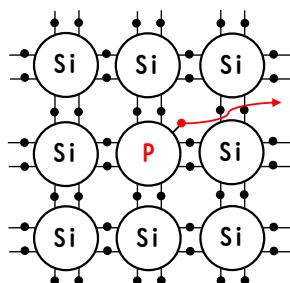


図9-22 n型半導体

(4) p型半導体

シリコン真性半導体に、ホウ素（Boron：元素記号B）などの3つの価電子をもつ不純物を加えます。これをp型半導体といいます。

このとき、電子が1つ不足して電子の抜け穴となった正孔（ホール）ができる。正孔は、隣の電子が移動することで、隣の電子があったところに移動したように見えます（図9-23）。このホウ素のような不純物をアクセプターといいます。

みどり 緑のように価電子が動くと かでんし うご まるで正孔が動いたように見えます
かでんし うご せいかう うご み

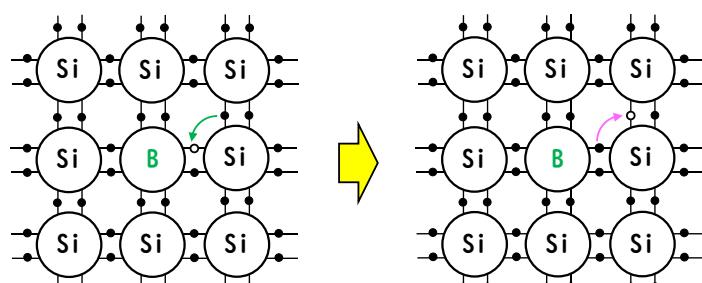


図9-23 p型半導体

(5) キャリア

このように動ける状態の電子や正孔をキャリアと呼び、半導体ではキャリアが移動することで電流が流れることになります。

(6) pn接合

n型半導体とp型半導体をつなぎ合わせた接触面をpn接合といいます。

表 9-1 pn接合後の状態の変化

<p>①接合前の状態</p>	
<p>②接合直後</p> <p>それぞれの多数キャリア（p型は正孔、n型は自由電子）が接触面付近に集まります。</p>	
<p>③しばらく経過</p> <p>キャリアがお互いに引き合って消滅しています。</p>	
<p>④キャリアが存在しない「空乏層」ができます。</p>	<p>接合後、電子と正孔が中和された状態（空乏層の形成）</p>

この空乏層では、マイナスに帯電したアクセプターとプラスに帯電したドナーが、周りに電子や正孔がない状態で向き合う形になります。その結果、電界

が発生します。

この電界は、電子あるいは正孔の移動を妨げる方向に働きます。外部から電界を掛けない限り接合部での電荷の移動はとまります。

【キーワード】

価電子	原子のもっとも外側（最外殻）にある電子で、他の原子との化学結合やイオン化（電子を失ったり、電子を得たりする現象）に関与し、物質の化学的性質を決める重要な電子のことです。基本的には最外殻電子の数をいいます。
-----	--

9. 3. 2 電子部品

(1) ダイオード

電流を一方向にのみ流す電子部品で、半導体素子でできています。

アノードとカソードという 2 つの端子があります。アノードからカソードに向かう方向を順方向といつて電流が流れますが、カソードからアノードに向かう逆方向には電流が流れません。

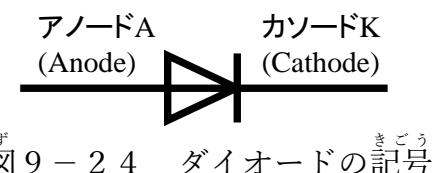


図 9-24 ダイオードの記号

主な役割は次の 4 つです。

□整流作用 (交流電流のうち順方向の電流のみを取り出す)

□検波 (電波から音声信号を取り出す)

□電圧制御 (降伏現象を利用: ツエナーダイオード)

□電流変換 (光を電流に変える性質: 太陽電池)

(2) パイオーラトランジスタ

電気信号を増幅したり、スイッチングしたりする電子部品で、p型半導体とn型半導体を組み合わせた構造です。

- その組み合わせの方法により、pnp型トランジスタとnpn型トランジスタがあります。これらを合わせて「バイポーラトランジスタ（2極性トランジスタ）」ともいわれます。

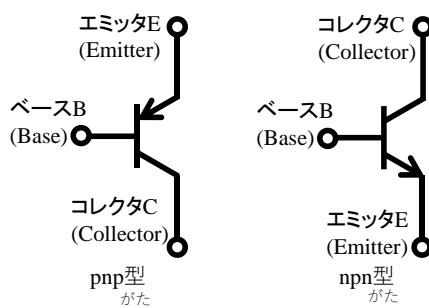


図9-25 トランジスタの記号

- 電荷を集める「コレクタ（Collector）」、コントロールの土台となる「ベース（Base）」、電荷を放出する「エミッタ（Emitter）」の3つの電極を持ち、ベース電流によってコレクタ電流をコントロールするような機能があります。
- 主な役割は、弱い電気信号を大きくして、より強い信号に変換する増幅作用、電流の流れをオンオフすることで回路を切り替えるスイッチング作用です。
- トランジスタの重要な特性に、最大定格と特性定数があります。
 - ・最大定格には、コレクタ-ベース間電圧、コレクタ-エミッタ間電圧、エミッタ-ベース間電圧、最大許容コレクタ電流、最大許容ベース電流、最大許容コレクタ損失などがあります。
 - ・特性定数には、電流増幅率（ hFE ）、スイッチング時間、飽和電圧などがあります。 hFE はベース電流に対するコレクタ電流の比率で、トランジスタの増幅能力を表します。

- トランジスタの種類は、このほかに「ユニポーラトランジスタ（单極性トランジスタ）」といわれる「FET（Field Effect Transistor：電界効果トランジスタ）」、「絶縁ゲートトランジスタ」といわれる「IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）」があります。

(3) IC（集積回路）

電気・電子部品を一枚の半導体基板上に実装し、それらを接続する配線で構成されたものです。

電気信号で分類すると、量の大小を表すアナログ信号（連続値）を処理するアナログIC、0と1だけのデジタル信号（離散値）を処理するデジタルICがあります。それぞれのICは表9-2に示すような種類があります。

表 9-2 IC の種類と機能

IC の方式	種類	機能
アナログ IC	オペアンプ (演算増幅器)	信号増幅や信号変換などいろいろな回路をつくることができます。
	A/D コンバータ	アナログ信号をデジタル信号に変換します。
	D/A コンバータ	デジタル信号をアナログ信号に変換します。
	電圧レギュレータ	安定した電源を供給します。
デジタル IC	ロジック IC	論理演算や制御を行うもので、デジタル機器の制御に使われます。
	メモリ IC	データを記憶する役割をします。
	マイクロプロセッサ (MPU)	コンピューターの演算・データ処理・制御を行ことで、広く使われるICです。

【練習問題9-4】

アナログICの正しい組合せを選びなさい。

- A. 1. オペアンプ 2. ロジックIC 3. A/Dコンバータ
- B. 1. ロジックIC 2. メモリIC 3. 電圧レギュレータ
- C. 1. オペアンプ 2. 電圧レギュレータ 3. D/Aコンバータ
- D. 1. A/Dコンバータ 2. オペアンプ 3. メモリIC

【解説】

アナログICは、オペアンプ・電圧レギュレータ・A/Dコンバータ・D/Aコンバータなので、正しい組合せ(C)です。答(C)

9. 3. 3 回路

(1) 増幅回路

振幅の小さな入力信号を振幅の大きな出力信号にして出力する電子回路のことを増幅回路といいます。電圧だけでなく、電流も増幅させる場合もあります。このような増幅回路を実現するためには、トランジスタが使われます。

(2) 発振回路

発振とは、周期性をもつ信号を持続的に発生させることをいいます。外部からの入力信号がなくても、一定の周波数の出力信号を生成する電子回路です。

(3) 変復調回路

音声や画像信号などの伝送したい信号を無線で送信する場合、伝送したい信号を高周波信号に重ね合わせて、電波として送信します。この伝送したい信号を「信号波」、高周波信号を「搬送波」、送信する電波を「変調波」といいます。

受信側では、受信した変調波から信号波を分離して取り出します。このように、信号波を搬送波に重ね合わせることを変調、受信した変調波から信号波を取り出すことを復調または検波といいます。

変復調回路はこのような機能を持つ電子回路です。

代表的な変調方式には、表 9-3 に示すように振幅変調 (Amplitude Modulation : AM 変調) 、周波数変調 (Frequency Modulation : FM 変調) 、位相変調 (Phase Modulation : PM 変調) があります。

表 9-3 変調方式

変調方式	内容
振幅変調 (AM 変調)	信号波の振幅に応じて、搬送波の振幅を変化させる方式
周波数変調 (FM 変調)	信号波の振幅に応じて、搬送波の周波数を変化させる方式
位相変調 (PM 変調)	信号波の振幅に応じて、搬送波の位相を変化させる方式

9. 4 コンピューター

コンピューターは、いろいろな技術の急速な進歩により、さまざまな分野で使われています。現在では、企業・研究機関・学校に限らず、個人でもパソコンやスマートフォン、タブレットとして、年齢を問わず利用されています。

9. 4. 1 構成

コンピューターを構成する要素には、5つあります。各構成要素の役割などは表9-4に示すとおりです。

表9-4 コンピューターの各構成要素の役割など

構成要素	役割など
制御装置	コンピューター全体を制御する装置です。「主記憶装置」内に格納されているプログラムの命令を取り出して解読し、その命令の処理に必要な指示を装置に送ります。
演算装置	四則演算、論理演算などを行う装置で、加算器やレジスタなどで構成されています。「制御装置」とあわせて「中央処理装置 (CPU: Central Processing Unit)」といいます。
記憶装置	データやプログラムなどを記憶する装置です。「主記憶装置」と「補助記憶装置」に分類されます。
入力装置	コンピューターにプログラムやデータを入力する装置です。キーボード、マウス、スキャナなどが入力装置になります。
出力装置	コンピューターで処理した結果を外部出力する装置です。ディスプレイ、プリンタなどが出力装置になります。

9. 4. 2 二進数

コンピューターの構成要素である IC は、「デジタル IC」と呼ばれるものです。デジタル IC の入出力部では、電気信号が来ている（オン=1）か、来ていないか（オフ=0）で状態を示します。そのため、コンピューターの内部では 1 と 0 だけを使う二進法が基礎となって動いています。

これに対して、人が一般に数字を表すときは、0 から 9 までの数字がある十進法を使います。二進法と十進法の対応を表 9-5 に示します。

表 9-5 二進法と十進法の対応

二進法	十進法
0	0
1	1
10	2
11	3
100	4
101	5
110	6
111	7
1000	8
1001	9
1010	10

だい しょう でんき でんしさぎょう
第 10 章 電気、電子作業

10. 1 電気計測

10. 1. 1 計測器

(1) テスター

電気回路や電子回路の状態を知る必要がある場合に、電圧や電流、抵抗などの電気量を目に見える形（針や数字）に変えて測る測定器です。

複数の目盛りがあり、針が示した目盛りの数字を読むアナログテスター、値が数字で表示されるデジタルテスター（デジタルマルチメーター、DMM:Digital Multimeterともいいます）があります。

テスターで直接測定できるものは、抵抗・直流電圧・直流電流・交流電圧・導通確認などです。直接測定できないものは、交流電流・消費電力などです。交流電流を測定するには、クランプメーターという測定器が必要になります。



図 10-1 テスターの例

【練習問題 10-1】

テスターでの測定について、直接測定できるものの正しい組合せを選びなさい。

- | | | |
|------------|---------|---------|
| A. 1. 直流電圧 | 2. 直流電流 | 3. 交流電流 |
| B. 1. 抵抗 | 2. 消費電力 | 3. 直流電流 |
| C. 1. 交流電流 | 2. 抵抗 | 3. 消費電力 |
| D. 1. 直流電流 | 2. 交流電圧 | 3. 直流電圧 |

【解説】

テスターで直接測ることのできないものは、交流電流、消費電力なので、正しい組合せは (D) です。答 (D)

(2) 電流計

電気回路を流れる電流の大きさを測定するための測定器です。電気回路にたいして直列につなぎます。負荷Lを流れる電流を測定するときのつなぎ方を図10-2に示します。

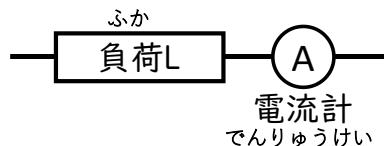


図 10-2 負荷Lに流れる電流を測定するつなぎ方



図 10-3 電流計の例

(3) 電圧計

電気回路における電圧（電位差）を測定するための測定器です。電気回路に対して並列につなぎます。負荷Lにかかる電圧を測定するときのつなぎ方を図10-4に示します。

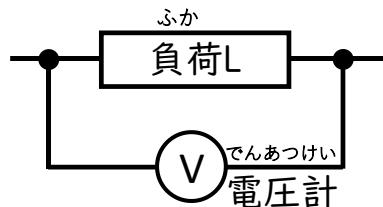


図 10-4 負荷Lにかかる電圧を測定するつなぎ方



図 10-5 電圧計の例

(4) 静電容量測定器

物体の静電容量を測る測定器です。静電容量は、絶縁された導体間に電荷を蓄える能力を表す量です。従来は静電容量を単独で測定できる静電容量測定器がありましたが、現在では、つぎの(5)で説明するLCRメーターに静電容量測定の機能が加わり、LCRメーターで測定することが一般的になっています。

静電容量の測定を応用して、測定物の増減による静電容量の変化を測定し、厚さや変位・レベルなどを測定する測定器があります。

(5) インピーダンス計測器 (LCRメーター)

抵抗、コイル、コンデンサといった電気部品(素子)の値を測定するための測定器です。抵抗はR、コイルのインダクタンスはL、コンデンサのキャパシタנסはCという記号であらわされるので、LCRメーターという名前になっています。

【練習問題10-2】

正しい場合はA、間違っている場合はBを書きなさい。

① () 電圧を測るときは、電圧計を回路に直列につなぐとよい。

② () インピーダンス計測器では抵抗・コイル・コンデンサの値が測定できる。

【解説】

①電圧を測るときは電圧計を回路に並列に、電流を測るときは電流計を回路に直列につなぎます。答 (B)

②インピーダンス計測器は、LCRメーターともいい、抵抗・コイル・コンデンサの値が測定できます。答 (A)

10.1.2 抵抗測定

抵抗測定は、大きく分けてブリッジ法と電圧降下法があります。数十年前にはブリッジ法がよく使われていましたが、最近では電圧降下法がよく使われています。

原理は、電流計で電流を測り、電圧計で電圧を測って、オームの法則に従って、抵抗=電圧/電流として求めるものです。

抵抗測定で気を付ける点は、測定時に使用する電源、測定器、配線、接続部などにも抵抗があることです。測定値には、測定対象の抵抗値だけでなく測定器類の抵抗値も含まれます。そのため測定器類の抵抗の影響で、測定値は、測定対象の本当の抵抗値から少しずれことがあります。

10.1.3 電圧測定

測定するものが直流か、交流かによって、測定器を合わせる必要があります。測定器は直流専用の電圧計、交流専用の電圧計、テスターなどのように直流・交流両方で使えるものがありますので、測定器を正しく選んでください。

電圧計を使って電圧を測定するときは、測定対象となる部分に電圧計を並列に接続する必要があります。

10.1.4 電流測定

測定器は電圧計と同じように、直流専用の電流計、交流専用の電流計があります。テスターの場合は直流電流を直接測することができますが、交流電流を直接測ることはできない構造となっています。交流電流を測る場合はクランプメーターという測定器を使います。測定器は正しく選んでください。

電流計を使って電流を測定するときは、測定対象となる部分の回路に

電流計を直列に接続する必要があります。

10.1.5 漏電とアース

(1) 漏電

電線や電気機器は、電気が外に漏れないように電気の通り道や充電部分を塩化ビニルなどの絶縁物で覆っています。

しかし、この絶縁物が古くなったり傷がついたりして絶縁性能が悪くなると、電気が本来の通り道を外れて、電気機器の金属ケースなどに漏れてしまうことがあります。この状態を漏電といいます。

(2) アース

アース（接地工事）とは、地中に埋められたアース極と電気機器を、アース線で結ぶことです。

漏電している電気機器にアース線が取り付けられている場合、漏電している電気の大部分はアース線を通じて地中に流れます。そのため、人がさわったときに大きな災害になるのを防いでくれます。しかし、漏電している状態は続いているので、危険な状態に変わりはありません。

アース線が取り付けられておらず、漏電遮断器のみの場合では、電気が地中に流れません。そのため、漏電遮断器も動作しないことがあります。この場合には、漏電した機器に人がさわると人体がアース線の働きをして、人体に電気が流れで感電します。その瞬間に漏電遮断器が動作して回路は遮断されます。

安全のためにはアース線と漏電遮断器の両方を取り付ける必要があります。

10.2 部品組立

□

10.2.1 作業前準備

電気機器や電子機器などの組み立て作業をするときは、作業前の準備を確実に行うことで作業効率が向上し、不良品の発生を抑えることができます。また、安全な作業環境を確保することで、事故や怪我のリスクを減らすことができます。

具体的には、つぎに示すことを実施する必要があります。

(1) 作業時の服装

- 静電気対策がされた作業服を着用し、袖口や裾をしっかりと閉めます。
- 保護メガネ、手袋、必要に応じてヘルメットや安全靴などの保護具を着用します。
- はんだごてなど高温になる工具を扱う場合は、やけどの防止として、皮膚が直接出ないような長そでの作業服や長ズボンを着用します。
- 回転体に巻き込まれる恐れのあるネクタイ、マフラー、長い髪などは避けます。
- 高電圧を扱う作業では、指輪などの金属物は可能な限り取り外すようにします。

(2) 工具類

- 作業に必要な、はんだごて、ワイヤストリッパ、ドライバ、ニッパ、ペンチ、ピンセットなどの工具をそろえ、作業台に整理・整頓して配置し、作業中にすぐに取り出せるようにします。
- 工具の劣化や破損がないか確認し、必要であれば交換します。
- はんだごては、2種類以上の太さの異なる「こて先」を用意すると便利です。

(3) 部品や材料

- 必要な部品（抵抗、コンデンサ、IC、コネクタなど）や材料（はんだ、ワイヤ、ケーブルなど）をそろえます。
- 部品の劣化や破損がないか確認し、必要であれば交換します。
- 部品は種類ごとに整理し、作業中に取り出しやすいように配置します。

(4) 作業場所

- 作業場所は清潔にし、埃やゴミがないようにします。
- 作業に必要な広さのスペースを確保し、作業しやすいように整理します。
- 明るい照明を確保し、手元を明るくします。

(5) 作業手順

- 作業手順書をよく読み、作業内容と手順を理解します。
- 作業手順で疑問点や不明な点があれば、事前に確認します。
- 作業中の安全確保を最優先に考え、無理な作業は避けます。

(6) 静電破壊防止

- IC や電子部品は静電気によって特性不良が起こる場合がありますので、静電気対策を施した作業台や導電性マットを使用します。
- 作業者は静電気を帯びないように導電性のある床材や靴、手袋、帯電防止衣服などを着用します。また、製品を輸送するときには防湿バッグや帯電防止袋などを使用します。

(7) その他

- 作業場所は換気をよくし、有害なガスや粉塵が発生する場合は、適切な換気装置を使用します。
- 制御盤や電動機などは熱を発生して周囲の温度が高くなるので、適度な

冷却設備を準備することが重要です。

□ 長時間作業の場合は、適度に休憩を取り、集中力を維持します。

【練習問題10-3】

正しい場合はA、間違っている場合はBを選びなさい。

- ① () 作業をする場合は、気持ちよく動けることが重要なので、慣れた服装や使い慣れたアクセサリーなどを身に着け、落ち着いて作業する。
- ② () 慣れた作業でも、長時間続けると疲れが出るので、適度に休息して、集中力を維持するようにする。

【解説】

① 作業では、静電気対策、保護具着用、回転体に巻き込まれない、といった対策で不具合や事故防止をすることが非常に重要なので、慣れた服装ではなく定められた服装をし、必要のないアクセサリーは身に着けないようにします。 答 (B)

② 慣れた作業をする場合でも、長時間続けると疲れが出て、注意不足になる危険があるので、適度に休息をとる必要があります。 答 (A)

10.2.2 作業後の片づけ

電気機器や電子機器の組立作業後の片づけでは、使った工具や部品、手順書をもとの位置にもどして、作業場所を清潔にすることが重要です。作業場所から部品や資料をすべて取り除きます。つぎに清掃して埃やごみを取り除きます。

表 10-1 片づけが重要な理由

片づけの効果	説明
不良品を減らす	清潔な作業環境は、製品に異物が入ること防ぎ、不良品の発生を減らすことができます。
作業ミスを防ぐ	整理整頓された環境では、工具や部品の取り間違いが減り、作業ミスを防ぐことができます。
品質意識を上げる	清潔な環境を維持することで、作業者本人の品質に対する意識が高まり、より丁寧な作業をするようになります。
安全な状態を保つ	散らかった工具や材料は、転倒や怪我の原因になることがあるので、安全な状態を保つためにも重要です。

表 10-2 片づけの手順の概要

項目と手順	内容
①整理・取りのぞき	作業に使った部品、手順書などをすべて作業場所から取りのぞき、決められた場所にもどします。
②清掃	作業台の上や床に散らかった埃・ゴミ、はんだくずなどを清掃します。
③工具をもどす	使った工具は決められた場所に収納します。
④作業場所の点検	作業台が清潔になり、つぎの作業が快適に行えるようになっているかを確認します。

【練習問題10-4】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () 作業終了後は、作業台から工具や使用した部品などを保管場所に
もどし、作業台や床面などを十分に清掃して、清潔な状態にしな
ければならない。
- ② () 作業が終わったら、つぎに作業する人ができるだけ早く作業に取り
掛かれるように、工具類なども出した状態で作業場所をそのまま
にして立ち去るようにならなければならない。

【解説】

- ① 作業終了後は、作業で使った工具・部品・手順書などをそれぞれの保管
場所にもどします。そして作業台を清潔にして、つぎに作業する人が快適
に作業できるようにします。 答 (A)
- ② 作業が終わった後、つぎの人のために場所から早く去ることは重要で
す。しかし、その場合でも、工具類や部品は片づけなければなりません。
つぎの人が同じ工具を使うかどうか分かりません。また、作業台が
汚れていると、けがをする恐れがありますので、清潔にしなければなりま
せん。

答 (B)

10.2.3 プリント配線板

電気を通さない絶縁基板の上に、抵抗、コンデンサ、集積回路などの電気・
電子部品をはんだ付けなどによって取り付け、部品同士を配線でつなげること
が主な役割になります。

ひょう
表 10-3 プリント配線板の種類

プリント配線板	内容
リジッド基板 (PWB) (Printed Wiring Board)	硬い板状の絶縁板に導体パターンが形成された基板です。
フレキシブル基板 (FPC) (Flexible printed circuits)	薄い絶縁材料で作られた柔軟性のあるプリント基板で、曲がります。フィルム状の基板でワイヤの代わりに使えます。
リジッドフレキ基板	リジッド基板とフレキシブル基板を組み合わせて一体化させた基板で、両者の利点を併せ持った基板です。構造は部品を実装するリジッド部と屈曲できるフレキシブル部から構成され、フレックスリジッドと呼ぶこともあります。
メタルベース基板	放熱性を高めることを目的としたプリント基板です。金属(アルミ板または銅板)の上に絶縁層、さらにその上に導体である銅箔を重ねるのが、標準的な構成です。

10. 3 グリス

グリスは、ゆっくりとした速度で回転する機械部品の軸の部分や軸受（ペアリング）、機械部品が接触してゆっくり動く面の潤滑に使われる半固体状の材料です。

この半固体状のグリスの物理的な硬さ（軟らかさ）を表す数字に「ちょう度」というものがあります。「ちょう度」は数字が大きいほど軟らかい性質を表します。また、数字が小さいほど硬い性質を表します。

【キーワード】	
潤滑 じゅんかつ	機械の金属部分が接触して生じる摩擦、摩耗を低減させるために油・グリスなどを供給することをいいます。
半固体状 はんこたいじょう	固体と液体の両方の性質を持つ状態で、一定のねばり気やろみがあります。

だい しゅう でんき でんしおうよう 第1章 電気、電子応用

1.1.1 シーケンス制御

シーケンスとは現象の起こる順序のことをいいます。シーケンス制御とは「あらかじめ決められた順序または手続きのとおり、制御のそれぞれの段階を順序どおりに進めていく制御」のことです。

制御方式として、リレーシーケンス（Relay Sequence）制御と PLC（Programmable Logic Controller）制御があります。リレーシーケンス制御は、電磁リレーやタイマーなどの機械的部品を組み合わせて制御を行う方式です。一方、PLC制御では、PLCというプログラム可能な制御装置を使用し、プログラムによって制御を行う方式で、柔軟な制御変更や高度な制御、複雑な制御が可能です。

1.1.1.1 論理演算

連続的ではない値をとる信号に対してのみ応答する回路をデジタル回路あるいは論理回路と呼びます。入力信号が「0（オフ）」と「1（オン）」の2つだけを使って表す論理を2値論理といいます。

論理演算には、「論理積AND（・）」「論理和OR（+）」「否定NOT（¬）」があります。論理演算の代表的な法則を表11-1に示します。これらの法則を使うと長い論理式をシンプルな論理式に書き換えることができます。

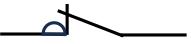
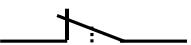
表 11-1 論理演算の法則

法則	内容
交換の法則	2つの論理値の論理演算の順番を入れ替えると結果に差がありません。 $x + y = y + x$ $x \cdot y = y \cdot x$
結合の法則	同じ論理演算子で結ばれた論理変数は、括弧でくくる位置を自由に変更できます。 $x + (y + z) = (x + y) + z$ $x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$
分配の法則	$x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$ $x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z)$
恒等の法則	$x + 1 = 1$ $x \cdot 1 = x$ $x + 0 = x$ $x \cdot 0 = 0$
同一の法則	$x + x = x$ $x \cdot x = x$
補元の法則	$x + \bar{x} = 1$ $x \cdot \bar{x} = 0$
吸収の法則	$x + x \cdot y = x$ $x \cdot (x + y) = x$
ド・モルガンの法則	論理積を論理和に、論理和を論理積に変換したいときに使う法則です。 $\overline{x + y} = \bar{x} \cdot \bar{y}$ $\overline{x \cdot y} = \bar{x} + \bar{y}$
復元の法則	2回否定するともとに戻ります。 $\bar{\bar{x}} = x$

11.1.2 シーケンス図記号

シーケンス図記号は国際的に決められており (IEC 60617)、国内では同一規格として電気用図記号 (JIS C 0617) に規定されています。代表的な記号を表 11-2 に示します。

ひょう
表 11-2 シーケンス図記号

なまえ 名前	ずきごう 図記号 (JIS C 0617)	せつめい 説明
リレー (記号 : R) (※)リレー接点の記号は、 リレーの記号に(m)または (b)をつけて「R-m」のよう に表します。	 	<p>a接点 (メーク接点 : m) 通常時は回路が開いており、スイッチ操作をすると 回路が閉じて電流が流れる接点</p> <p>b接点 (ブレーキ接点 : b) 通常時に回路が閉じている(通電している)接点で、 スイッチを操作すると回路が開いて通電が遮断される 接点</p>
電磁接触器 (コンタクタ) (記号 : MC)	 	<p>a接点 コイルに電流が流れると動作</p> <p>b接点 コイルに電流が流れると動作</p>
サーマルリレー (記号 : THR)		過電流による温度上昇を検出して電磁接触器を動作させ、電路を遮断
コンタクタコイル リレーコイル		制御用電磁コイル
オンディイレー タイマー	 	<p>a接点 限時動作、瞬時復帰</p> <p>b接点 限時動作、瞬時復帰</p>
リミットスイッチ	 	<p>a接点 位置の検出により動作</p> <p>b接点 位置の検出により動作</p>
押しボタン スイッチ (記号 : BS)	 	<p>a接点 人が押して操作する接点で自動復帰</p> <p>b接点 人が押して操作する接点で自動復帰</p>
ランプ (記号 : L)		ランプ 信号ランプ

1 1. 1. 3 部品

(1) 押しボタンスイッチ

押しボタンスイッチ (Button Switch) は、瞬時に自動復帰するタイプと状態を保持するタイプがあります。一般的には瞬時に自動復帰するタイプが使用されています。



図 1 1 - 1 押しボタンスイッチの例

(2) リミットスイッチ

リミットスイッチは、ものの「有」「無」や「上限」「下限」といった状態をオン、オフの信号として伝えるもので、ものの位置を検出するセンサーです。リミットスイッチの例としては、光電スイッチ、近接スイッチ、マイクロスイッチ、フロートスイッチ、圧力スイッチなどがあります。

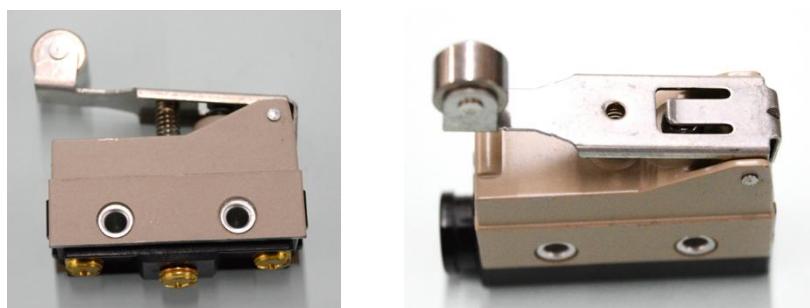


図 1 1 - 2 リミットスイッチの例

(3) リレー (Relay)

リレーは、外部から電気信号を受け、電気回路のオン・オフ、切り替えをする

部品です。電磁リレーや継電器とも呼ばれ、コイルに電流を流して電磁石を作り、それにより可動鉄片を引きつけて、それに連動した接点を開閉します。

(4) 電磁接触器（コンタクタ）

リレーと同じ原理で動作しますが、接点の容量が大きく、主に電動機や電灯などの工業用電気機器に使用されます。回路の遮断時に起こるアーク放電の消弧対策がなされているので、特に高電圧、大電流負荷の開閉に適しています。

(5) 電磁開閉器

コンタクタに熱動過電流リレー（サーマルリレー）を組み合わせた機器を電磁開閉器といい、マグネットスイッチとも呼ばれます。サーマルリレーの設定電流以上の電流が一定時間以上流れると温度が上がり、バイメタルが動作して過負荷を知らせます。

電動機などに使用され、電動機が過負荷で焼損するのを防ぐ目的で用いられます。信号のリセットは、安全を確かめてから手動で行います。



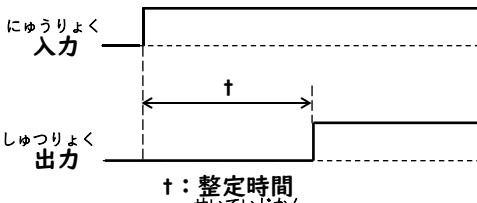
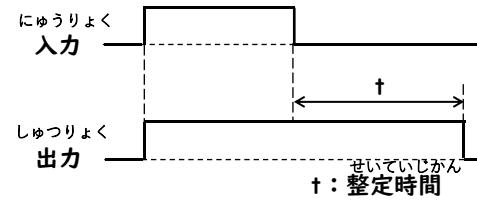
図 11-3 電磁開閉器の例

【キーワード】

サーマルリレー	<p>熱動過電流リレーともいいます。電動機などの電気機器に異常な過電流が流れたときに、過電流による熱を検知して回路を切斷し、電気機器の焼損や故障を防ぎます。</p> <p>サーマルリレーには電流を止める機能がないので、通常は電磁接触器（コンタクタ）と組み合わせて使用します。</p>
バイメタル	<p>熱膨張率（温度が上がることによる伸びの割合）の違う2種類の金属板を貼り合わせた板状の材料です。周囲の温度が変化すると、2種類の金属の熱膨張率が違うため、変形して曲がります。この性質をスイッチとして利用します。</p>

(6) タイマー

入力信号が入ってから、あらかじめ定められた時間に 出力信号を出す制御機器をいいます。

オンディレー 動作	<p>入力信号がオンになってから設定した時間だけ遅れて出力し、入力信号がオフになると同時に出力もオフになる。</p>  <p>図 11-4 オンディレー動作のタイムチャート</p>
オフディレー 動作	<p>入力信号がオフになると同時に出力信号がオフになり、入力信号がオフになってから設定した時間だけ遅れて出力をオフにする。</p>  <p>図 11-5 オフディレー動作のタイムチャート</p>

11.1.4 基本回路

複雑なシーケンス制御も基本的な回路の組合せで実現できます。ここではもつとも基本的な AND (論理積) 回路、OR (論理和) 回路、NOT (否定) 回路を説明します。

(1) AND回路

2つ以上の入力がすべてオンのときだけ出力がオンになる回路のことをいいます(表11-6)。

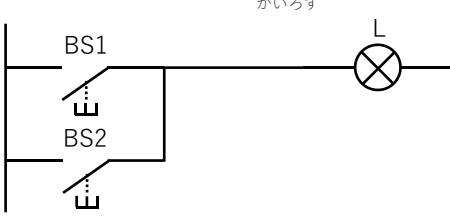
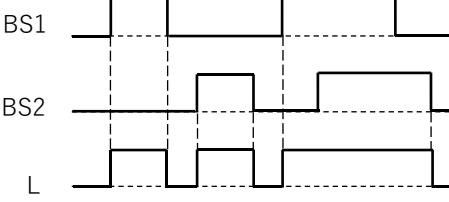
表 11-3 AND回路

シーケンス回路図	タイムチャート															
<p>どうさひょう 動作表</p>	<p>BS1 BS2 L</p> <p>ろんりしき 論理式</p>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BS1</th> <th>BS2</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	BS1	BS2	L	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	$BS1 \cdot BS2 = L$ <p>ちょくれつ ろんりせき 直列は論理積</p>
BS1	BS2	L														
0	0	0														
0	1	0														
1	0	0														
1	1	1														

(2) OR回路

2つ以上の入力のいずれか、あるいはすべてが同時にオンになったときに、出力がオンになる回路のことをいいます（表11-7）。

表11-4 OR回路

シーケンス回路図	タイムチャート																		
																			
動作表	論理式																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">どうさひょう</th> </tr> <tr> <th>BS1</th> <th>BS2</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	どうさひょう			BS1	BS2	L	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<p>論理式 $BS1 + BS2 = L$ 並列は論理和 へいれつ ろんりわ</p>
どうさひょう																			
BS1	BS2	L																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	

(3) NOT回路

入力がオンのときに出力がオフ、入力がオフのときに出力がオンになる回路のことをいいます。

表 11-5 NOT回路

シーケンス回路図	タイムチャート						
<p>どうさひょう</p>	<p>ろんりしき</p>						
動作表	論理式						
<table border="1"> <tr> <th>BS1</th><th>L</th></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td></tr> </table>	BS1	L	0	1	1	0	$BS1 = \bar{L}$
BS1	L						
0	1						
1	0						

11.1.5 応用回路

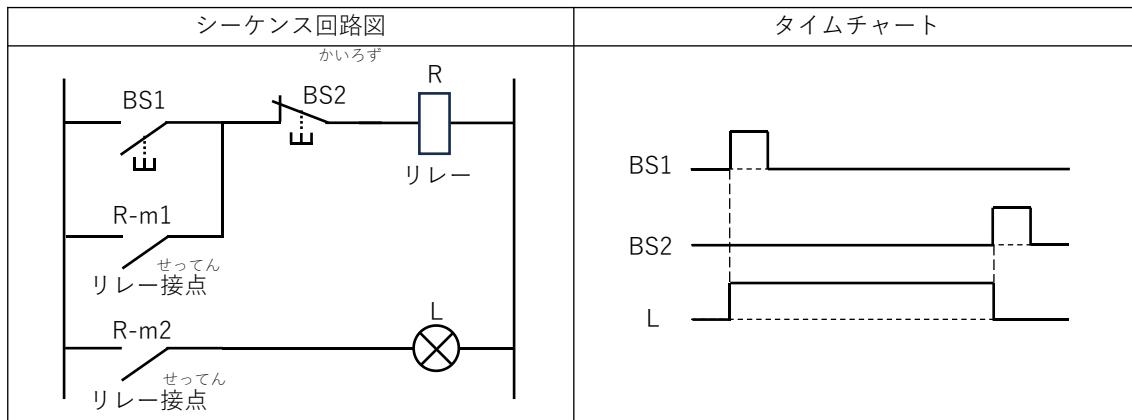
基本回路の組合せによって構成されるのが応用回路です。その代表的な回路としてよく多用される、重要な回路の1つである自己保持（Self-hold）回路を説明します。

(1) 自己保持回路

一例を表11-9のシーケンス回路図に示します。あわせてタイムチャートも示します。スイッチBS1をオンにするとリレーが働いてリレーの接点R-m1とR-m2が作動し、ランプLが点灯します。リレーの接点をスイッチBS1と並列に入れることで、スイッチBS1をオフにしても、リレーRが自己の接点R-m1を通して励磁状態を保持し、動作が継続するという回路です。

保持されているスタート入力は停電復帰時に初期状態となり、再起動時に急に動き出すことを防ぐため安全性を確保しやすいという利点があります。

表 11-6 自己保持回路



【練習問題 11-1】

表 11-9 のシーケンス回路図の動作で正しいものを選択肢 A～D の中から一つ選びなさい。

- A. BS1 を押すと R-m1 だけがオンになり、L は点灯しない。
- B. BS2 を押すと R-m2 がオンになり、L が点灯する。
- C. BS1 を押すと L が点灯し、BS1 を離しても L は消灯しない。
- D. BS1 を押すと L が点灯し、BS2 を押しても L は消灯しない。

【解説】

- A. BS1 を押すとリレー R が動作し、R-m1 と R-m2 がオンになって、L は点灯します。選択肢 A は間違います。
- B. BS2 を押してもリレー R は動作しません。そのため R-m1 や R-m2 も動作せず、L も点灯しません。選択肢 B は間違います。
- C. BS1 を押すとリレー R が動作し、R-m1 と R-m2 がオンになって、L は点灯します。この状態で BS1 を離しても BS2 と R-m2 がオンの状態が

続いているので、リレーRは動作した状態であり、Lは点灯した状態が
続きます。選択肢Cは正しいです。

D. BS1を押すとリレーRが動作し、R-m1とR-m2がオンになって、Lは
点灯します。この状態でBS2を押すと、リレーが動作しなくなり、R-m1
とR-m2がオフになって、Lは消灯します。選択肢Dは間違います。

答 (C)

11.2 電気機器

11.2.1 電動機 (モータ)

主な機能は電気エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換することです。
直流電動機と交流電動機があり、交流電動機には、誘導電動機や同期電動機などがあります。

(1) 三相誘導電動機の種類

回転子による分類として、かご形、巻線形があります。

(2) 回転数と出力

三相誘導電動機の回転数N [min⁻¹]は回転速度と同じ意味で、電源の周波数f [Hz]に比例し、誘導機の極数pに反比例します。出力P [W]は、トルクT [N·m]と回転数Nの積に比例します。これらを式で表すとつぎのようになります。

$$N = \frac{120f}{p} [\text{min}^{-1}]$$

$$P = 2\pi \frac{N}{60} \cdot T [\text{W}]$$

(3) 起動方法

三相かご形誘導電動機の始動方法には、全電圧始動法、スター・デルタ始動法、補償器始動法、リアクトル始動法があります。スター・デルタ始動法の場合、始動電流を1/3倍にすることが可能です。

(4) サーボモータ

指示に従って正確な位置や速度で動作を制御できるモータです。その機能には、表11-11に示すものがあります。

表11-7 サーボモータの機能

制御の種類	機能
位置決め制御	エンコーダからのフィードバック信号により、指定した角度や位置で正確に停止させることができます。産業用ロボットのアームの関節や工作機械のテーブルの移動などに利用されます。
速度制御	指定した速度でモータを回転させることができます。加速や減速をスムーズに行うことができるので、搬送装置やコンベアの速度調整、工作機械の送り速度などに利用されます。
トルク制御	負荷の変動に応じて、指定したトルク(回転力)でモータを駆動させることができます。巻取り装置やプレス機械などで、一定の力で部品を押し付けるなどの用途に利用されます。
フィードバック制御	サーボモータにはエンコーダが搭載されており、その信号をもとに、現在の位置や速度を常に検出し、指令値との誤差を補正しながら制御を行います。これにより、高精度な制御が可能になります。

【キーワード】

エンコーダ	回転角や直線の変位を符号化(encode)するセンサーのことです。工場で使われている組み立てロボット、溶接ロボット、無人搬送機、マシニングセンタなどの産業用ロボットで、エンコーダが使われています。
-------	--

11.2.2 変圧器

変圧器は、受電電圧を使用電圧に変換するために使用されます。変圧器は、鉄心と2つ以上のコイルでできており(図11-5)、電圧は、2つのコイルの巻き数の比率で決まります。

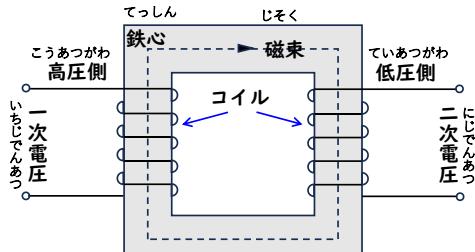


図11-6 変圧器の構造

(1) 変圧器の損失

- 大きく分けて鉄損、銅損、浮遊負荷損があります。
- 鉄損は、変圧器の二次側を開放して一次側に電圧を加えたときに生じる損失で、無負荷損ともいいます。
 - 銅損は巻線の抵抗によるジュール損であり、電流すなわち負荷の2乗に比例します。負荷損ともいいます。
 - 浮遊負荷損は、計算では求めにくい損失で、銅損の約5~30%になります。

(2) 変圧器の種類

使用する絶縁材料により、油入変圧器、モールド変圧器、ガス絶縁変圧器があります。

ガス絶縁変圧器は絶縁材料としてSF₆(六フッ化硫黄)ガスが使用されています。SF₆ガスは無色無臭の気体で、絶縁特性、冷却特性、熱的安定性、不燃性、非爆発性などに優れている絶縁ガスです。しかし、地球温暖化係数が非常に高いため、大気への放出は環境に影響を与えます。

11.2.3 遮断器

(1) 遮断器の役割

遮断器(Circuit Breaker)は、電気を送ったり受け取ったりする設備のある場所で使われる機器です。具体的な場所としては、変電所や工場、オフィス、家庭の分電盤などです。広い範囲で使われています。主な役割は、平常時に流れる負荷電流と、短絡事故のときに発生する非常に大きな短絡電流を安全にと止める(遮断する)ことです。

(2) アーク放電を消す「消弧」機能

短絡電流のような大きな電流を止めようとすると、電極の間で火花(アーク放電)が発生します。遮断器は、この危険なアーク放電を消す「消弧」という重要な機能を持っています。

(3) 遮断器の種類

アーク放電を消すために使う物質(媒体)によって、真空遮断器やガス遮断器などの種類があります。これらは、高い電圧の設備で広く使われています。絶縁油を使った「油遮断器」は、火災の危険があるため、現在では使用されていません。

(4) 家庭用の配線用遮断器(ブレーカー)

家庭の分電盤にある「配線用遮断器」も遮断器の一種です。これは、電気の使いすぎ(過負荷)や短絡による過電流から、家の中の配線を保護するための装置で、性能はJIS規格で規定されています。

(5) 似ている機器との違い

遮断器と似た機器に「開閉器」と「断路器」がありますが、表11-9に示すよ

うに、止められる電流の種類に違いがあります。

表 11-8 遮断器、開閉器、断路器の違い

遮断器	負荷電流も短絡電流も、両方止めることができます。
開閉器	負荷電流は止められますが、短絡電流は止められません。
断路器	負荷電流も短絡電流も、両方止められません。 安全点検などのために、電気が流れていらない状態で回路を切り離す時に使います。

【練習問題 11-2】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

① () 遮断器には、真空遮断器、空気遮断器、油遮断器、ガス遮断器があるが、最近よく使われているのは、油遮断器である。

② () 遮断器と同じように電路(電気の通る線など)を開いたり閉じたりできる断路器や開閉器があるが、必要とする機能によって使い分けなければならない。

【解説】

① 従来、絶縁油を内蔵した油遮断器がよく使用されてきましたが、油による火災の危険性があるので最近は使われていません。 答 (B)

② 遮断器、開閉器、断路器はそれぞれ機能が異なっており、適切な場所で使用しないと事故が起こる可能性があります。 答 (A)

11. 3 電池

11. 3. 1 太陽電池

太陽からの光エネルギーを太陽電池で電気に変換する発電方式です。

太陽電池は半導体素子で、光が当たると電子が移動して電流を発生させるという性質をもっています。この電流は直流なので、家庭やビルで使用するためには、パワーコンディショナーにより直流を交流に変換する必要があります。

メリット	環境に優しい、電気代を削減できる、災害時に役に立つなど
デメリット	初期費用やメンテナンス費用が発生する、天候に左右される、夜は発電できないなど

蓄電池もあわせて設置すると、昼に発電した電気の余った分を蓄電池にためておき、夜にためた電気を使うことができます。停電時に使うこともできます。

パワー コンディショナー	太陽光パネルで発電された直流電力を、家庭やオフィスで使えるように交流電力に変換する機器です。 太陽光の変動から常に最大の電力を取り出すよう、電流と電圧を調整する機能、異常を検知して停止する機能があります。
-----------------	---

【練習問題1 1-3】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () 太陽光発電で得られた電気は、一般家庭やオフィスで簡単に通常の電気として使うことができる。
- ② () 太陽電池は光が当たると電気を発生させてるので、曇りや雨、夜などは発電量が低下する。

【解説】

- ① 太陽光発電で得られる電気は直流電力です。一般家庭やオフィスのコンセントには交流電気がきていて、直流電気をそのまま使用することはできません。答 (B)
- ② 光により電気を発生させてるので、十分な光が当たらない曇りや雨の日、夜では発電量が非常に少なくなります。答 (A)

11.4 機械制御

11.4.1 油圧回路

- 油圧技術は、油に圧力を加えて、その圧力で機械を動かす技術です。
- 油圧回路は、油圧技術を使って動作を実現するための設計図や構成を表すものです。
- 構成は大きく分けて「油圧ポンプ」「アクチュエーター（シリンダーモータ）」「制御弁」の3つに分類されます。
 - ・油圧ポンプは、油に圧力を与えます。
 - アクチュエーターは圧力を動作に変換するものです。
 - ・制御弁は、油の圧力、流量、流れの方向を制御します。代表的なものは圧力制御弁、流量制御弁、方向制御弁です（表11-13）

表 11-9 制御弁の種類と機能

制御弁の種類	機能
圧力制御弁	油の圧力を制御して、アクチュエーターの力を制御する
流量制御弁	油の流量を制御して、アクチュエーターの動作速度を制御する
方向制御弁	油の流れを制御して、アクチュエーターの動作方向を制御する

だい しょう けんさ ほぜん ほうそう せいいけい 第12章 檢査・保全・包装・成形

12.1 檢査

12.1.1 組立検査

(1) 目的

電気機器・電子機器の組立検査は、製品や機器の各部品が設計図や仕様書どおりに正しく組み立てられているか、製品として決められた機能や性能を満たしているかを確認する品質管理上重要なプロセスです。

電気機器・電子機器の検査工程は、大きく分けて以下の3つに分類されます。

(2) 電気・電子部品の検査

電気機器、電子機器を構成する部品を検査します。抵抗、コンデンサ、ICや制御機器などの使用する部品は、外観、寸法、電気的特性など必要な項目を検査します。しかし、部品の検査は、部品メーカーが行うことが多く、組立てる電気メーカーが行うことはあまりありません。

(3) 実装基板の検査

電子部品などが実装された基板を検査します。基板は、多くの電子部品が組み込まれ、いわば電気・電子機器のもっとも重要な部分になります。

① はんだ付け検査

はんだ付け不良（はんだブリッジ、はんだ不足、はんだクラックなど）の有無を、目視や検査機器を用いて検査します。

② 部品実装検査

部品の欠品、極性などの実装ミスなどがないか、目視や検査機器を用いて

検査します。

(3) 電気的特性検査

回路テスターなどを用いて、基板全体の電気的特性が設計通りか検査します。

(4) 完成品の検査

基板、電気品の組み込み後の完成品を検査します。製品としてすべての機能が正常に動作するか、要求される性能を満たしているか、安全に使用できるかなどを確認します。

(1) 寸法検査

完成品の寸法が指定通りか測定します。

(2) 機能検査

製品が設計通りの機能を満たしているか、専用の試験装置を用いて検査します。

(3) 環境試験

温度、湿度、振動、衝撃など、さまざまな環境条件下で製品が正常に動作するか検査します。

(4) 安全性検査

製品が電気用品安全法などの安全規格を満たしているか、絶縁耐力試験、漏電試験などを行います。

(5) 外観検査

完成品の外観にキズ、汚れ、変形などがないか、目視や検査装置、画像センサーなどで確認します。

(5) 組立試験・性能試験

組み立てる製品により内容は異なりますが、概要を表 12-1 に示します。

表 12-1 主な組立試験・性能試験

検査項目	検査方法	内容
外観検査	目視、検査 装置など	製品に傷、汚れ、変形、破損などがないか確認
寸法検査	計測器	ノギス、マイクロメータ、スケールなど
構造検査	計測器他	大きさ、重量、強度などを測定器で確認
電気的特性検査	テスター、オシロスコープなど	テスター、その他電気計測器を用いて絶縁抵抗、絶縁耐圧、EMS試験などで確認
機能検査	試験装置	実際に正常な機能、動作をするか確認
安全性検査	製品安全性	電気用品安全法などの安全規格に基づいた試験
信頼性試験	加速寿命試験	品質が維持できるか加速した条件で確認する

12. 2 保全

12. 2. 1 保全とは

保全とは「保護して安全にすること」であり、似たような言葉に保守があります。保全は一般的には「故障しないように保護や点検すること」を意味し、未然にトラブルを防ぐために普段から行う行為のことを示します。

※保守も保全も、結果的には安全のために大切な行為です。保守は一般的には「故障したものを正常な状態に戻すこと」を意味し、何かトラブルが起きた時に事後的に対応することを示します。

12. 2. 2 保全の種類

保全には機械保全、日常点検、定期点検、設備保全など多くの保全があります。日本では、決定的なトラブルが起きる前に故障や不具合を予防する「予防保全」という考え方方が広く普及しています。

(1) 予防保全

- 「予防保全」は、突然の機械の故障が生産全体の停止や不良品の発生などを伴うため、このような突然のトラブルが発生する可能性を低くするために行うものです。
- 半導体工場などで1つの機械が停止するとライン全体の停止が余儀なくなり、生産に大きな影響が出ます。
- そこで、機械寿命の前に計画的に部品の交換やメンテナンスを行いライン全体の稼働率を高くする「計画保全」という考え方を取り入れられています。
- しかしこれで十分に使える部品を交換して無駄なコストが発生するデメリ

ットもあり、適切なメンテナンス周期を設定することが重要です。

(2) 予知保全

- 「予知保全」は、生産設備を連続的に監視し、劣化や故障の兆候があれば保全を行うものです。
- この方法では、使える部品を交換する無駄を省きながら、突発的な故障を防ぐことができますが、常時監視する対象や管理値の設定、システム構築などの初期費用が必要になります。

(3) 事後保全

- 「事後保全」は、トラブルが起こったら対処するという考え方で沿った設備保全です。トラブルの影響力が少ないものは予防保全にかかるコストを低減できます。

12.2.3 設備保全の仕事内容

設備保全で行うべき業務の内容は、大きく分けると3つあります。

- 設備を定期的に整備する
ある一定間隔ごとに部品を交換するなどの整備を行います。
- 設備を点検・監視する
設備の状態を監視・測定して整備の必要性を判断します。
- 設備の故障を修理する
設備にトラブルが発生した場合に修理を行います。

12.2.4 設備保全の効果

設備保全により主に以下の4つが期待できます。

- 機械の故障防止による安全性の確保
- 機械故障による生産品不良率の低減
- 機械の寿命の長期化
- コストの低減と企業利益の増加

【練習問題 12-1】

正しい場合は A、間違っている場合は B を選びなさい。

- ① () 保守は「故障しないように保護や点検すること」を意味する
- ② () 予防保全の方が予知保全より部品を交換する無駄が少ない

【解説】

- ① 故障しないように点検するのは、保守ではなく、保全である。
答 (B)
- ② 交換する部品は予防保全の方が多い。答 (B)

12.3 工業包装

12.3.1 工業包装とは

- 工業包装とは、工業製品の包装のことです。JIS規格では「物品を中間業者に配送すること、及び/又は保管することを主目的として施す包装」と定められています。すなわち工場から店頭に並ぶまでの輸送の際に生じるダメージからの保護のみを目的とした包装のことです。
- 工業製品は、機械製品、電気製品、電子製品など大きさや形状、重さがさまざまなので、これらに合わせた適切な包装が必要です。

12.3.2 包装の役割と機能

- 工業包装の役割は、工業製品の品質を保持し安全に保管・輸送することです。
- 工業製品の輸送方法や保管の状況はさまざまなので、保管期間中の高温や多湿状態、輸送中の損傷などから製品の品質を守ることが必要です。
- そのためには、工業製品の形状や性質に合わせた包装資材を使用して、劣化や損傷から守り、長期の保管にも輸送にも耐えられるようにすることが大切です。
- また、工業包装品は直接消費者に届くわけではないので消費者向けの華美な包装は必要なく、コスト削減の機能を持つことも重要です。

12.3.3 梱包材料

- 梱包方法には、紙箱、段ボール箱、木箱、金属容器、ガラス容器、射出成形されたプラスチック容器などがあります。
- 製品の保護用としては紙や、布、発泡スチロールなどの緩衝材、木材や堅紙、ガムテープなどの固定材があり、これらを最小限に組合せて包装することが求められます。
- 梱包材として用いられる角材は断面が正方形もしくはそれに近い材料を使います。

12.3.4 物流品質

物流の品質とは製品が顧客に送られる過程で適切に管理された状態で輸送されることを意味します。

(1) 物流品質の基本要素

以下のようないくつかの顧客の期待に応え、顧客満足度の向上を満たすことが重要です。

- ① 納期品質（指定の約束納期を守る）
- ② 商品品質（物流品の損傷や劣化を防ぎ品質を維持する）
- ③ 配送品質（品物や数量、配送先を間違えない正確性や迅速性）

(2) 物流品質の評価

出荷トラブルやクレームの発生確率を数値で表します。出荷オーダー100万件当たり発生確率「PPM（パーツパーミリオン）」がよく使用されます。業界や対象、システムにより異なりますが、一般的なロジスティックスの指標としては通常はレベル3の100 PPM以下、デジタル倉庫の場合はレベル4の50PPM以下、完全自動の倉庫や配送センターでもレベル5の10PPMが

限界値といわれています。

12.3.5 取扱注意ラベル (JIS Z0150)

JIS に規格化されている扱い指示マークの主なものを表 12-2 に示します。

表 12-2 おもな指示マーク

とりあつかいちゅうい 取扱注意	こわ 壊れもの とりあつかいちゅうい 取扱注意	みずぬ ぼうし 水濡れ防止	うわづ 上積み だんすうせいげん 段数制限	うわづ 上積み禁止 きんし
かもつ 貨物に衝撃 あた を与えない よう、丁寧 あつか に扱うべき ということ しめ を示す	かもつ 貨物の中身 こわ が壊れやす いので、 ちゅうい 注意して と 取り扱うべ きというこ とを示す	たいしょくかもつ 対象貨物は あめ 雨にあたらな いよう かんそう 乾燥し じょうたい た状態で たも 保たなければ ならないこと しめ を示す	おな 同じ貨物を つ 積み重ねる ばあい 場合、上に つ 積み重ねられる さいだい 最大積み重ね だんすう 段数を示す ※記載の注意 すうじ 数字「n」： いちばんした 一番下の貨物は ふく 含まない。ま た、手書きで しゅうせい 修正してもよ い。	たいしょくかもつ 対象貨物の うえ 上に積み重 ねてはなら ないことを しめ 示す

12.4 プラスチック成形

12.4.1 プラスチック成形とは

プラスチック成形とは、主に石油から化学的に合成された合成樹脂などの高分子のプラスチックを加熱して溶かしたものと、金型などに入れて冷却して固めてつくるものです。

金属に比べて軽く加工性もよいので、幅広く使われています。

- ① 成形材料は、「熱可塑性樹脂」と「熱硬化性樹脂」のほぼ2種類に分類されます。
- ② 熱可塑性樹脂は、ポリエチレンのように加熱すると軟らかくなり冷えると硬くなるものです。成形後の残材の再利用も可能です。しかし、加工性は良いが高温に弱く、機械的強度も高くありません。
- ③ 熱硬化性樹脂は、加熱すると分子間に架橋構造ができるで硬くなり、熱可塑性樹脂より耐熱性や強度に優れています。しかし、一度硬くなると再加熱しても軟らかなりません。
- ④ その他、土に埋めると微生物が分解する「生分解性プラスチック」というものもあります。
- ⑤ プラスチック成形を安定して行うためには、成形条件の管理（温度、圧力、樹脂材料の量、注入速度など）と、各工程における異物管理などが重要になります。

【用語】 成型と成形

樹脂加工は金型を用いて型加工品をつくるので、本来は「成型」とするのが適切ですが、形をつくる「成形」の方が広く使われているので、ここでは「成形」を使っています。

12.4.2 射出成形

成形法としては、射出成形や空気を吹き込んで膨らませるブロー成形など
の方法がありますが、ここでは代表的な射出成形について説明します。

- 射出成形は加熱溶融させた樹脂（プラスチック）を、金型内に注射のように注入・充填し圧力をかけて形成します。
- 主に熱可塑性樹脂の成形に用いられ、肉厚の薄いものや複雑な形状などさまざまな樹脂製品を高速に成形でき、大量生産に適しています。

(1) 射出成形の構造とメカニズム

「射出成形機」は、主として①射出装置、②型締め装置、③金型、の3つの部分から構成されます。

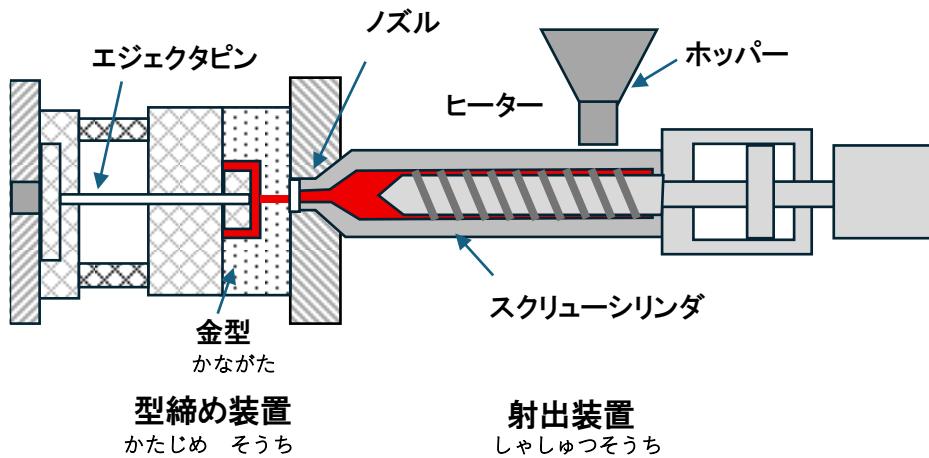


図12-1 一般的な射出成形機の構成

① 射出装置

熱可塑性樹脂材料をホッパーに投入し、加熱したシリンダーで樹脂が溶けながらスクリューによって先端に運ばれ、必要量が加圧されて金型内に注入されます。注入量はスクリューの回転速度で調整します。

② 型締め装置

型締めされた金型に樹脂を射出後、外側から冷却し固化させます。樹脂が収縮するため、細かな調整が必要になります。

③ 金型

金型は射出成形の要となる部品で、プラスチックを充填する際に高圧がかかるため、高圧に耐えられる構造と精密さが求められます。成形品が金型から離型するための抜き勾配は大きいほど離型しやすくなります。また自重で落下するときに離型しやすいスプルーハウジングも重要です。さらにエジェクタピンも成形品を取り出すために設けます。金型を保管するときの一一番の課題は「さびさせない」ことです。保管は、湿度を低く管理した専用の倉庫で行います。

【補足 12-1】金型中の注入経路

- 樹脂は金型に直接注入されることなく、均一に成形するためにスプルーハウジングゲートという管路を設けます。スプルーハウジングは最初に注入される管路で固化したあと成形品を抜き取る抜き勾配が付けられます。つぎのランナーは溶融した材料が均一に流れ込む管路で、ゲートは成形品への入り口で製品の仕上がりを大きく左右する重要な部分です。



図 12-2 金型中の注入経路

- 成形品の品質はランナーやゲートに流入する速度により不良が出ることがあり、製品ごとに精密な金型の設計、製作は非常に重要です。
- 金型はプラスチックなどの成形の他、アルミなど低融点金属のダイカストの製造にも使われます。

(2) 射出成形の特徴

- もっとも利用されているプラスチック成形法です。
- 高品質で生産性が高く、同じ形状の製品を短時間に多数生産できます。
- 金型をつくる費用が非常に高く、少數生産には向きません。
- 安定生産には設備や条件など細かな調整が必要です。

【練習問題12-2】

正しい場合はA、間違っている場合はBを選びなさい。

- ① () 熱可塑性樹脂は再び加熱すれば再利用できる
- ② () プラスチック成形用の金型は異なる製品にも共通で利用できる
- ③ () 成形品を抜き取る傾き勾配はゲートに設ける

【解説】

- ① 熱可塑性樹脂は、熱を再び加えると軟らかくなり再利用できます。
答 (A)
- ② 金型は射出速度や射出量などの精密な設計が必要なため、異なる製品との共用はできない。答 (B)
- ③ 傾き勾配は、注入口のスプルーに設ける。答 (B)

12.4.3 強化プラスチック成形

- 強化プラスチックは、一般にFRP (Fiber Reinforced Plastics)と呼ばれ、プラスチックにガラスや炭素の繊維を加えて、プラスチックの強度をより高めたものです。
- おもな用途は自動車やヨットなどのボディ、プールや浴槽、産業用のタンク、風車のブレードなどのほか、ガラスエポキシプリント基板などにも使用されています。

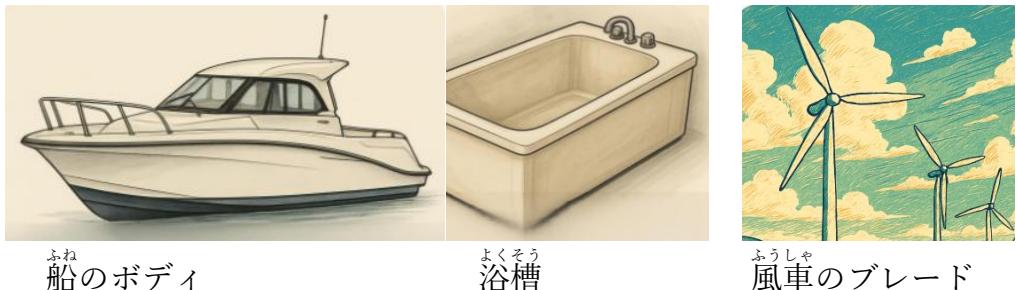


図 12-2 FRP の利用

(1) 成形法

いろいろな方法がありますが、基本的にガラス繊維にエポキシ系の液状樹脂などを含侵させ、高温高圧でプレスして加工、成形します。

(2) 特徴

特徴は、用途に合わせて自由に設計できます。つぎの利点・欠点があります。

表 12-3 FRP の利点と欠点

利点	欠点
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 鉄よりも強度が高く、アルミよりも軽い。 <input type="checkbox"/> 腐食しにくく、薬品にも強い。 <input type="checkbox"/> 強化剤にガラス繊維を用いると絶縁性に優れ、炭素繊維を用いると導電性に優れる。 <input type="checkbox"/> 金属に比べて複雑な形も作りやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> プラスチック材なので燃えやすい。 <input type="checkbox"/> 表面が傷つきやすい。 <input type="checkbox"/> リサイクルや廃棄処分が難しい。

12.5 プリント配線板製造

12.5.1 プリント配線基板とは

プリント配線基板は、絶縁性のエポキシ基板などの上に配線用の導体パターン（プリント配線）を形成したもので、電子回路をつくるベースとなる部品です。電子機器には必ずといってよいほど使用されています。

- 構造別には、片面基板、両面基板、多層基板があります。
- 材質には、紙フェノール（ベーク）、ガラスエポキシ、セラミックなどが使われます。
- 種類には、つぎの3種類があります。
 - ・硬質の絶縁基板を用いたリジッド基板
 - ・絶縁性フィルムに形成したフレキシブル基板
 - ・これらを組み合わせたフレックスリジッド基板
- スマートフォンに使用される基板は多層プリント配線基板です。
- パソコンのCPUやメモリなど主要な複数のプリント回路板を取り付け、かつ、接続できるように用意されたプリント配線基板のことをマザーボードといいます。
- プリント回路板とプリント配線基板は同じ意味ではなく、プリント配線基板に電子部品を取り付けて電子回路として動作可能なものをプリント回路板といいます。
- 配線の導体の主成分は銅で、金は保護用のメッキに使われることがあります。
- 製造用フィルムは、マスクフィルムともいわれ、原寸大のパターンを持つフィルムです。導体パターンを形成するために使用されます。

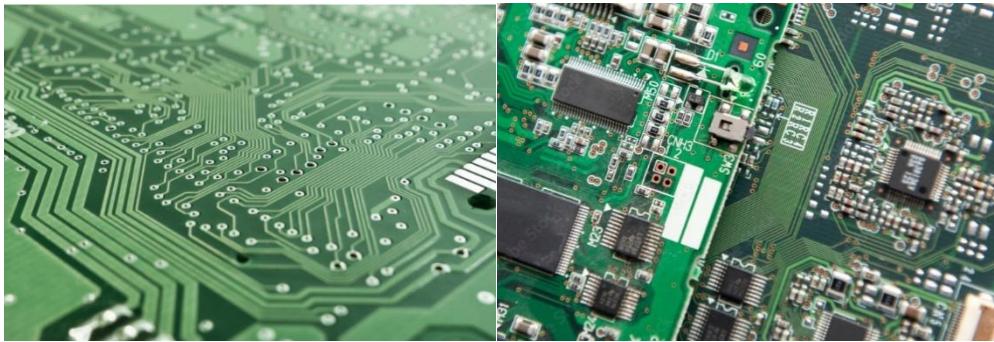


図12-3 プリント配線基板（左）とプリント回路板（右）

12.5.2 プリント配線基板の製造方法

製造方法は大きく2つあります。

- ① プリント基板の銅箔上の回路パターン部分をフィルムマスクで覆い、露光後にそれ以外の不要部分をエッティングで除去してプリント基板を製造する方法（図12-6参照）です。製造コストの点から、この方式が主流です。

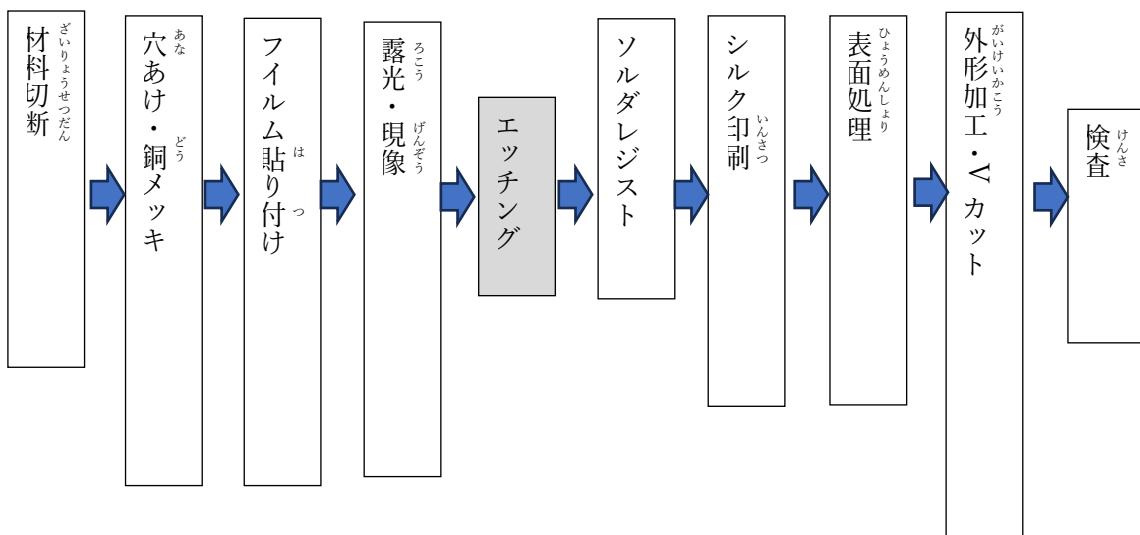


図12-4 プリント配線基板の製造フロー

- ② 絶縁体基板上の回路パターン以外の部分にレジスト(保護膜)を形成して、メッキ処理によって回路パターンを形成する方法

【用語】製造用フィルム

プリント配線基板を製造するために用いる倍率1:1のパターンがあるフィルム又は乾板

12.5.3 エッチング（食刻）

（1）エッチング

プリント基板に導体の配線パターンを形成する重要な工程です。

- 露光・現像の後、回路パターン以外の不要部分の銅箔を薬液で化学的に溶かして除去します。
- エッチングは化学反応であるため、薬液の濃度と温度の管理が非常に重要です。
- エッチングには大きく分けて2種類の加工法があります。プリント基板にはウェットエッチングという方法が使われます。

（2）ウェットエッチング

回路パターン以外の不要部分を除去する方法です。露光・現像・エッチングの工程を図12-7に示します。

① 塗布

プリント基板の銅箔の上にレジスト（感光材）を塗布します。

② 露光

フォトマスク（配線パターン）をかぶせ、上から紫外線で露光します。パターンを残したい箇所に紫外線が当たるとレジストが硬化します。

③ 現像

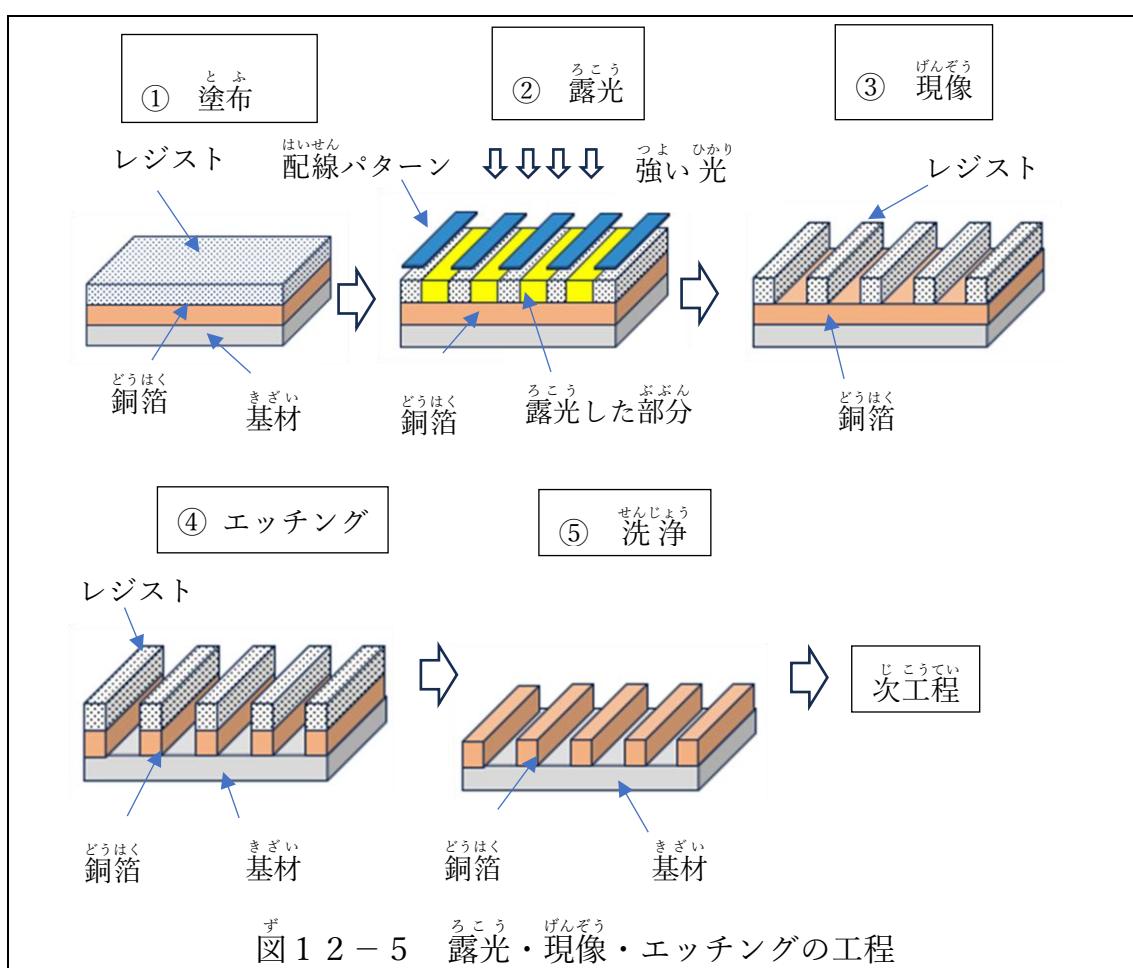
アルカリ液につけて現像します。露光して硬化していない部分（フォトマスクの部分）のレジストがエッチングされ、配線パターン部分だけが残ります。

④ エッチング

硬化したエッチング配線パターンのレジストとともに、露出した銅箔を酸性の液でエッチングします。基材までエッチングにより配線パターンと硬化したレジストの一部が残ります。

⑤ 洗浄

残った硬化レジストを取り除き、エッチング液を洗浄後、次工程に送ります。



【補足 12-2】

半導体の IC や LSI に用いられる配線パターンも同様の方法でエッチングされます。大きく異なるのは回路の線幅です。プリント配線板ではサブミリオーダーですが、半導体ではナノメーター (nm) のオーダーです。

【練習問題12-3】

正しい場合はA、間違っている場合はBを選びなさい。

- ① () プリント配線板の製造において、エッチングは回路パターン以外の不要な部分を化学薬品もしくは機械研磨で除去する方法である。
- ② () 配線パターンはレジストで保護され、エッチングで除去されない。
- ③ () プリント回路板とは、プリント配線板に電子部品などをはんだ付けして電子回路としたものである。

【解説】

- ① エッチングは化学的に金属などを除去する方法で、機械研磨ではありません。答(B)
- ② 図12-7に示すように、配線パターンの上から露光して現像すると配線パターンの上のレジストがエッチングされ、配線はエッチングされません。答(A)
- ③ プリント配線板(PWB: printed wiring board)とプリント回路版(PCB: printed circuit board)と英語表記でも明確に分かれているように、プリント回路版は電子回路としたものをいいます。
- 答(A)

せいぞうぶんやとくていぎのう ごうひょうかしけん
製造分野特定技能1号評価試験

でんきでんしき きくみたてくぶん
(電気電子機器組立区分)

がくしゅうようさんこう
学習用参考テキスト

2025年12月 第一版

編集 一般財団法人海外産業人材育成協会（AOTS）

執筆 北川昭浩

杉山典之

瀬戸山英嗣

間島勝彦

（五十音順）

発行 一般社団法人工業製品製造技能人材機構（JAIM）

〒105-8501 東京都港区虎ノ門5丁目11番2号

URL <https://www.jaim-skill.or.jp/>

©2025 Japan Association for Human Resources in Industrial Product Manufacturing