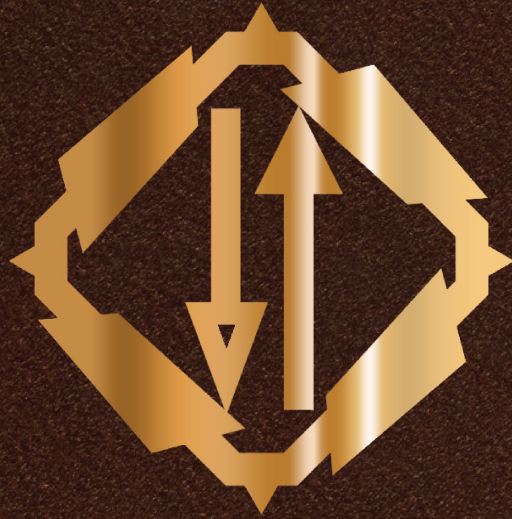


# 電験戦士教本

Denken Soldiers' Spellbook

Sample



直流回路

電験ア力子三ア



SAMPLE



# 本書の使い方

本書は「直流回路」に関して、単元に沿った様々なテーマを各章に分けています。また、序章と終章を除く各章は基本的に電験アカデミアによる「**講義パート**」と「**演習問題**」で構成されています。勇者さん？勇者さん？

え、はい！なんでしょう？



こちらが、本書に登場するもう一人のあなたです。**講義パート**では、勇者が初学者目線で質問をしたり、講義の内容を整理してくれたりしますので、ぜひ勇者と同じ目線でお読みください。

また、**演習問題**は【**電験王による史上最強の講義動画**】を視聴しながら併せて理解を深めましょう。リンクは<解答>横、または紙面左上にある二次元バーコードからアクセスしてください。

そして、単元の総まとめとして最後に**理解度チェック**という手強いモンスター、いわゆるボスが登場する章があります。電験に必要な知識をまとめておりますので、しっかりと押さえましょう。

ボ、ボス！？  
ボスなんて出るんですか！？聞いてないですよ！！



こわがることはありません。各章の内容をしっかりと理解していれば解けるようになっています。もし分からなければもう一度各章に戻って確認し、理解を深めましょう。また、試験の直前に**知識の総チェック**をするのにもぜひお役立てください。

さらに、本書は目次ごとに**リンク**を作成しています。もし確認したいテーマがあるときは、PDFリーダーの「しおり」機能などをご活用ください。

すごい！  
しおりを使えばいつでも知りたいテーマに飛ぶことができ便利ですね！  
よし、頑張ります！



主人公は 本書の使い方 をおぼえた！

# 電験戦士教本

## 直流回路 目次

はしがき.....	2
本書の使い方.....	3
キャラクター紹介.....	5
序章.....	6
1章 電気回路のキホン.....	9
1-1. 電気のキホン.....	10
1-2. オームの法則と回路素子.....	36
2章 直流回路のキホン.....	63
2-1. 直流回路の基本事項①.....	64
2-2. 直流回路の基本事項②.....	106
3章 直流回路の解析.....	145
3-1. キルヒホッフの法則の基礎.....	146
3-2. キルヒホッフの法則の実践.....	172
3-3. 重ね合わせの理.....	202
3-4. テブナンの定理.....	228
3-5. $\Delta$ - $Y$ 変換.....	248
3-6. ミルマンの定理.....	268
4章 直流回路の応用.....	281
4-1. ブリッジ回路.....	282
4-2. 回路の対称性.....	310
5章 理解度チェック問題.....	330
理解度チェック【 $\bigcirc$ $\times$ 問題】.....	332
理解度チェック【計算問題】.....	338
終章.....	374
付録.....	378
参考文献.....	400
著者紹介.....	401



# Character Introduction

## デンケニアを救う仲間たち



デンケニアに転生した青年  
主人公(あなた)

突如デンケニアに転生してきた青年。伝説の剣・ギモンバスタードを引き抜いたことから“勇者”と呼ばれるが、その運命やいかに…？

心優しきデンケニアの国王  
電 駿 王

デンケニアを治める国王。誰よりも平和を愛する人格者でありながら、並外れた電気知識も有しており、国民からの信頼も厚い。



## 電 駿 ア カ デ ミ ア

赤の武闘家  
電 気 男

電気工学を愛し、理論を極める男。しかし、愛用するゲージ棒でギモンをメッタ打ちにするのが趣味という武闘派でもある。



青の魔術師  
摺り足の加藤

四六時中、電気工学のことを考えている电脑魔。難解な電気理論を明快に解きほぐすことを生きがいとしている。



緑の戦士  
な べ さ ん

ある日突然電気の勉強に目覚め、研鑽を重ね続ける努力の男。トレードマークの鍋で、ギモンの魔の手からデンケニアを守っている。



白の神官  
n i k o

実力未知数ながらも電駿アカデミアに電撃加入した謎のルーキー。彼の口から発せられる呪文は、確実にギモンを討伐する。



## デンケニア滅亡を目論む敵キャラたち



正体不明の謎の道化師  
マスターマシズミ

なぜか電気工学を忌み嫌い、電駿王と電駿アカデミアを倒しデンケニアを滅亡させることに躍起になっている謎の道化師。

マシズミの手先たち  
ギ モ ン



# 序章



「勇者よ、ここはバテリア神殿じゃ。デンケニア王国で生み出した電気エネルギーのうちの半分、直流を管理しておる。」



「神殿というだけあって、厳かな空気が漂ってますね…何だか暗いですし」



「暗い？ちょっと待ってください。バテリア神殿が暗いですって？」



「何だか様子がおかしいな…中に入ってみようぜ」

勇者一行は、神殿の中に入った。



「大変です、王様！神殿がダンジョンにされてしまいました」

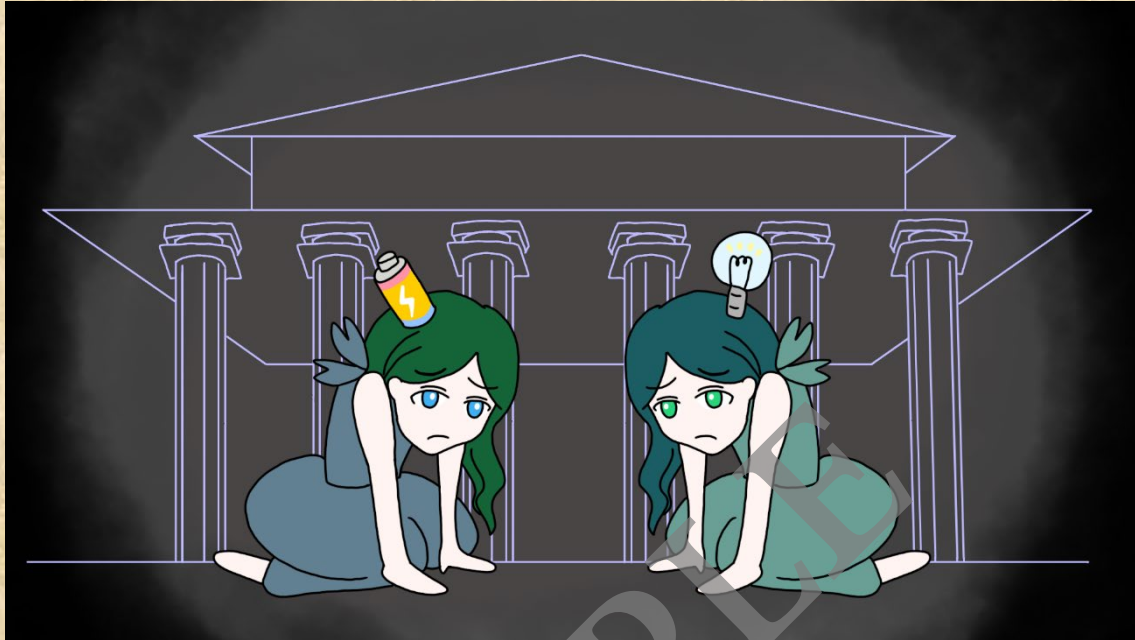


「大変です、王様！神殿が迷宮になってしまいました」



「守護者たちよ、これは一体どうしたことじゃ！」





「電験王、これはまずいっすよ…神殿のエネルギーがどこかに消えてしまってるっすわ！」



「迷宮になることでエネルギーの行き先が見えなくなってしまっています。そのせいで神殿が暗かったんですね」



「なるほど…ここは魔導書【直流回路】がダンジョン化して回路迷宮となっておるとのことか。マシズミにエネルギーを奪われてしまったようじゃ」



「早くエネルギーを取り戻さないと！行きましょう！」

**SAMPLE**



# 1章

## 電気回路のキホン



「さっきはカッコつけちゃいましたけど、迷宮に入ったら迷いそうですね…」



「この迷宮は、直流回路の知識がないとすぐに方向が分からなくなります。迷宮に挑む前に、まずは【電気回路のキホン】を学習して、基礎知識を身につけましょう！」



「はい、お願いします！」



### 【本章の内容】

1-1. 電気のキホン

1-2. オームの法則と回路素子



# 電気のキホン

written by niko

## 1. 学習を始める前に

さあ、直流回路の学習をこれから始めていくわけですが、その前提になる知識として「電気とはなにか」について押さえていきましょう。電気は、目には見えませんが蛍光灯や冷蔵庫などの家電を動かすのはもちろん、電気自動車を走らせ、大きな規模になると新幹線を走らせたりもできます。

そんな電気のパワーは、「電圧」「電流」「電力」によって数値化することができます。これらの数値化された指標をもとに、電気エネルギーがどのように利用されるかを考えて設計、計算するのに使うのが電気回路です。そこで、まずはこれらの指標について確認していきましょう！さて、勇者さん。そもそも、電圧と電流とは何か分かりますか？

電圧は家のコンセントで使う100Vのことですよね？  
電流は、コンセントから電気が流れてくることじゃないかと。



その通りです！家庭のコンセントには100Vの電圧があって、家電をつなげてスイッチを入れると電流が流れる。そこまではわかると思いますが、電験ではもう少し踏み込んだ知識が必要になります。今言ってくれた100Vは交流電源なのですが、乾電池は直流電源です。そこで、「交流と直流の違いとは何か」「電気が流れるとは一体どのような状態か」までよく考えてみましょう。

交流と直流の違い…あれ、なんだろう。  
電気が流れる…電線に電気が…う、実はちゃんとわかってない…



そうですね。そういった「**電気のキホン**」が分かっていないと、いざ回路を見たときに何が起きているのか理解できません。そこで、この節では電気のキホンとして、電気を運ぶのに必要な「**電荷**」から学習します。電荷が分かれば電流が分かり、電圧が分かります。この一連のストーリーを理解して、この節をサクッと攻略してしまいましょう！

はい、わかりました！





## 2. 電荷と自由電子

### (1) 原子の構造

電荷のことを知るために、まず**原子**の構造について見てみましょう。

原子！？原子って物質の最小単位のことでしたっけ？  
そんなことまで知らなくてはいけないんですか？



その通りです！電気って目にはなかなか見えませんよね？それは、電気というものは、ある特別な性質をもったとてもとても小さな粒子によって運ばれるからなんです。ということは、その小さな粒子の正体を探らなくてはいけません。

原子は、物質を細かくしていったときに**元素**としての特性を保つことのできる最小単位です。元素とは、酸素や水素、ナトリウムやマグネシウム、金や銀、銅といった物質を原子の種類としてあらわしたものです。原子が集まると**分子**になります。分子になることによってさまざまな物質の性質が決まります。例えば、酸素原子 ( $O$ ) が2つ結合した酸素分子 ( $O_2$ ) は私たちが生きるための呼吸に必要な酸素のことを指します。一方、酸素原子が3つ結合するとオゾン分子 ( $O_3$ ) となり、これが多く含まれる大気層は紫外線から私たちの身を守ってくれるオゾン層と呼ばれています。また、食卓に並ぶ調味料である食塩の主成分は塩素 ( $Cl$ ) とナトリウム ( $Na$ ) が結合してできた塩化ナトリウム ( $NaCl$ ) であることは広く知られています。

では次に、炭素 ( $C$ ) を例に原子の構造をモデル化したものを見てみましょう。鉛筆の芯は黒鉛できており、拡大すると分子構造が確認できます。分子をさらに細かくすると炭素原子が見えてきます。この原子をさらに細かく見ると**陽子**と**中性子**で構成される**原子核**があり、その原子核のまわりで**電子**が動き回っています。(図 1-1)

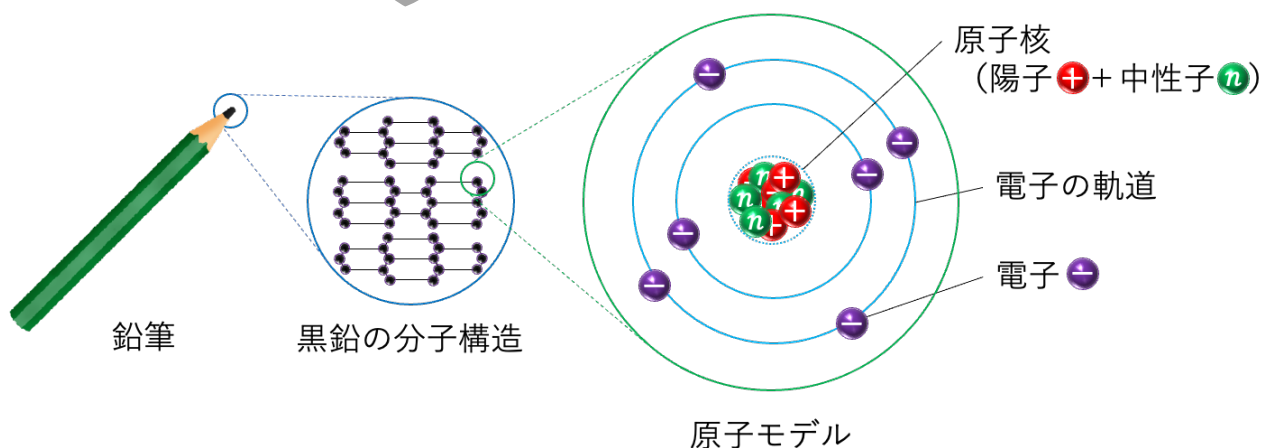


図 1-1 炭素の原子モデル

特に陽子と電子は**電荷**と呼ばれる電氣的性質を持った粒子です。電荷にはプラス（正）とマイナス（負）の2つの極性があり、それぞれを**正電荷**、**負電荷**と呼びます。**陽子は正電荷をもつ粒子**であり、**電子は負電荷をもつ粒子**です。プラスとマイナス、異なる2つの極性の電荷の組み合わせによって、これらの電荷は互いに**静電気力**という影響を及ぼします。例えば正電荷どうし、負電荷どうしには互いに離れようとする力、**反発力**が働きます。また、正電荷と負電荷との組み合わせでは互いに引き付け合おうとする力、**吸引力**が働きます。

陽子は1つあたり約 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ （クーロン）という**電荷量**をもっています。これは電荷量の最小単位であるため、この量のことを**電気素量**といいます。一方、電子1つが持つ電荷量は約 $-1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ （クーロン）と、陽子と大きさが等しく符号が逆の量となります。

簡単にまとめると、**陽子と電子はそれぞれ大きさの等しいプラスの電気、マイナスの電気を帯びた粒子である**ということですね。

電荷量は以後登場する電流と関係がありますので、記号としてあらわす必要があります。電荷があるまとまった量としたときの量記号はQuantity of Electric Chargeの頭文字の $Q$ 、その単位には前述の電気素量のように[C]（クーロン）が使われます。また、電気素量の量記号はelementary chargeの頭文字の $e$ （ $= 1.602 \times 10^{-19}\text{[C]}$ ）であらわします。以上より、陽子1つが持つ電荷量は $e$ [C]で、電子1つが持つ電荷量は $-e$ [C]ということになります（表 1-1）。

表 1-1 原子の構成要素の質量と電荷量

	構成要素		ひとつあたりの質量	ひとつあたりの電荷量
原子	原子核	陽子	$1.673 \times 10^{-27}\text{kg}$	$e = 1.602 \times 10^{-19}\text{[C]}$
		中性子	$1.675 \times 10^{-27}\text{kg}$	0
	電子		$9.109 \times 10^{-31}\text{kg}$	$-e = -1.602 \times 10^{-19}\text{[C]}$

表 1-2 のように、各元素で原子が持つ陽子と電子の数は常に同じ数になりますが、中性子の数は必ずしも同じになりません。また、例えば同じ水素原子でも ${}^1_1\text{H}$ と ${}^2_1\text{H}$ と ${}^3_1\text{H}$ の3種類で中性子の数が変わり、これらは互いに同位体と呼ばれています。左肩の数字は質量数といい、陽子と中性子の数を合わせたものです。また、左下の数字は原子番号といい、これは陽子や電子の数と同じになります。重要なのは、原子において陽子と電子の数は等しいということです。

表 1-2 主な原子中の各構成要素の個数

	水素	炭素	酸素	ナトリウム	塩素	鉄	銅
元素記号	${}^1_1\text{H}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	${}^{63}_{29}\text{Cu}$
陽子の数	1	6	8	11	17	26	29
中性子の数	0	6	8	12	18	30	34
電子の数	1	6	8	11	17	26	29

陽子と電子は数が同じ



なるほど。静電気力を生むような電氣的な性質を持つ粒子を電荷っていうんですね。



その通りです。また、電荷の周囲には電位が生じます。電位とは電氣的な位置エネルギーのことで、正電荷の周囲は電位が高くなり、負電荷の周囲は電位が低くなります。よって、正電荷と負電荷が並んでいるとき、そのそばには大きな電位の高低差が生じます (図 1-2)。

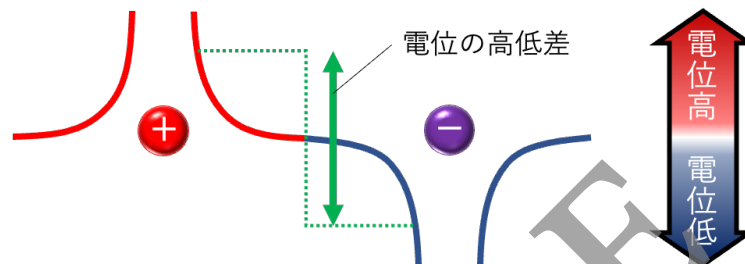


図 1-2 電荷と電位

もう少し原子モデルをよく見てみましょう (図 1-3)。

先ほど言いましたとおり、1つの原子が持つ陽子と電子の数は等しくなります。炭素 (C) を例にすると、炭素の持つ陽子の数は6つ、電子の数も6つです。よって陽子と電子それぞれの電荷量が等しいので、プラスとマイナスの電気が打ち消しあい、原子1つ全体で見たときに原子が持つトータルの電荷量は0、すなわちプラスにもマイナスにも偏らない電氣的に中性の状態になり、外部に対して電氣的な力は生じません。

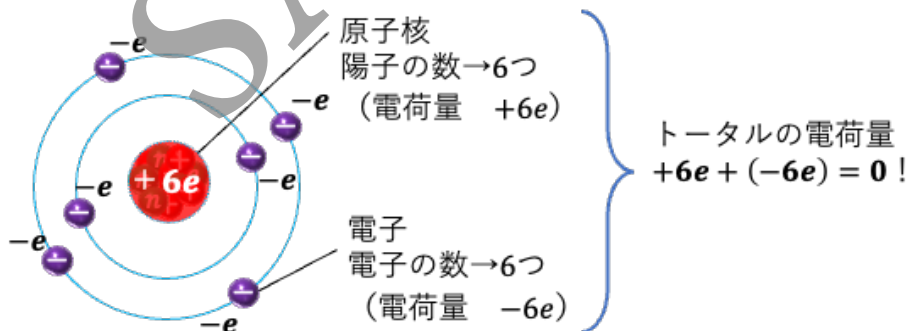


図 1-3 原子は電氣的に中性

この電氣的に中性という状態が非常に重要になります。普段はこのように、原子は陽子と電子の数が等しく電氣的に中性なのですが、何らかの理由でそのバランスが崩れることがあります。すると物質は、トータルの電荷量がプラスになったりマイナスになったりと、どちらかの電気に偏ることになります。

バランスが崩れるということは、陽子や電子がいきなり増えたり減ったりするということですか？



通常、原子がもつ陽子が増えることはないのですが、原子がもつ電子はちょっとしたきっかけで増えたり減ったりします。電子が減ると、相対的に正電荷の量が大きくなって、物質は正の電気を帯びます。反対に、電子が増えると相対的に負電荷の量が大きくなって、物質は負の電気を帯びます。正負の電気を帯びることを**帯電**といい、静電気力が生じるなどの電氣的な現象が起こります(図1-4)。

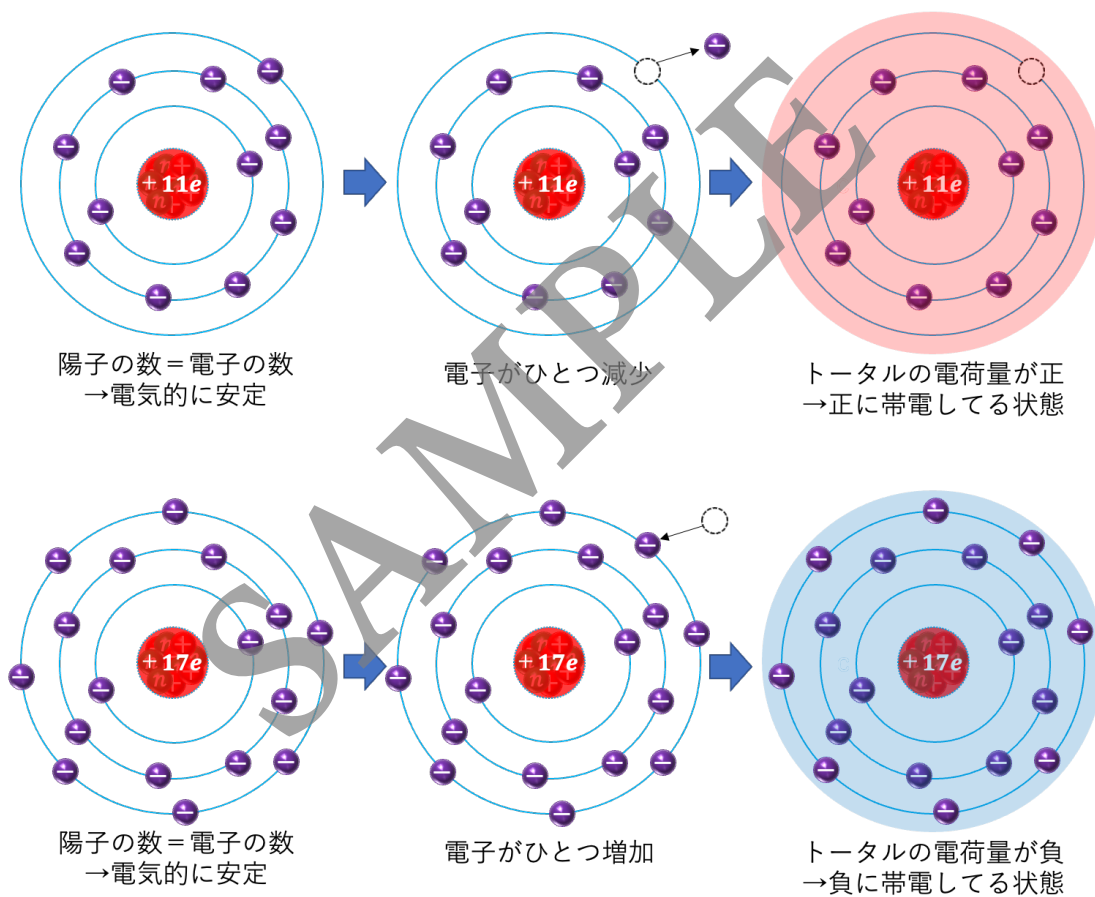


図 1-4 電子の増減

そうか、原子が持つ電子の数が増えたり減ったりすれば全体として見た時に負電荷になったり正電荷になったりするということなんだ！なるほどなあ～





## (2) 自由電子

原子には電氣的な粒子があるということは分かりました。  
電子が増えたり減ったりするということは、この粒子が移動するということ  
なんですか？でも、そんなことってありえるのかなあ…



そうですね。原子に含まれる電子は、原子核に含まれる陽子の静電氣力によって引き付けられており、そう簡単には移動することはできません。しかし、外から刺激を与えると一部の電子が原子の周囲を回る軌道を外れて、外に飛び出すことがあります。

例えば、プラスチックの下敷きで髪の毛をこすると、髪の毛が下敷きに貼りつく遊びをしたことがあるでしょう。このとき、摩擦で髪の毛の中にある電子の一部が原子から離れて下敷きに移動することによって、もともと下敷きも髪の毛も陽子と電子の数が等しく電氣的に中性だった状態から、**髪の毛はトータルの電荷量として正の電氣に偏り、下敷きは負の電氣に偏ります**。結果として、磁石のS極とN極が引きつけあうように、正と負それぞれに帯電した両者間で静電氣力が働いて髪の毛と下敷きが引きつけ合うのです (図 1-5)。

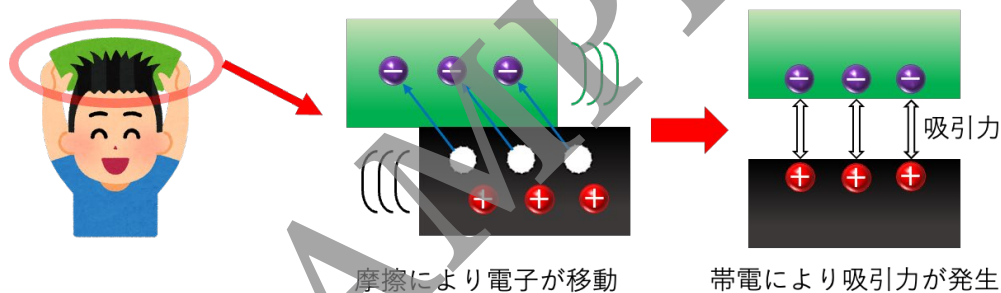


図 1-5 髪の毛と下敷きとの間に起きていること

このように外部の刺激で移動する電子を**自由電子**といい、自由電子が移動することによって物質のトータルの電荷量が正か負のどちらかに偏ることで、その物質は帯電します。物質には、髪の毛(人毛)のように正に帯電しやすい物質と、下敷き(塩化ビニル)のように負に帯電しやすい物質があり、この帯電しやすさを一覧にしたものを**帯電列**といいます (図 1-6)。



図 1-6 帯電列

帯電した物質は電氣的にバランスが悪く、どうにか元のバランスが良い状態に戻ろうとします。例えば、アクリル製のセーターの上からウール製のコートなどを着用すると、コートを脱いだ時にパチパチと音を立てることがあります。アクリルは下敷きと同じで負に帯電しやすく（自由電子を放出しにくく）、ウールは髪の毛と同じように正に帯電しやすい（自由電子を放出しやすい）ので、重ねて着用して動くと擦れあったときに、ウールからアクリルへと自由電子が移り、それぞれ帯電します。そのあとコートを脱ごうとすると、負と正それぞれに帯電した衣服の間に働く電氣的な力により、負に帯電したセーターからコートに向かって自由電子が放出されます。これを**放電**といいます。パチパチという音は、放電によって引き起こされたものです。

簡単に言うと、セーターとコートの中の空気中を自由電子が移動したのですが、この自由電子の移動のことを**電流**といいます。放電は電流の種類のひとつです。

なるほど…電流とは自由電子が移動することをいうんですね！



その通りです！ただし、自由電子が移動することだけを電流というわけではありません。正確には、電氣的性質をもつ粒子、すなわち**電荷が移動することを電流**といいます。

電荷を運ぶ担い手のことを**キャリア**といい、自由電子もキャリアのひとつです。キャリアはほかにも**イオン**や**正孔**などがありますが、直流回路において扱う電流のキャリアは自由電子だけです。ほかのキャリアについての説明はここでは省略します。

主人公は 電荷と自由電子 をおぼえた！

#### 【電荷】

- ・原子を構成する陽子と電子という粒子は、電荷と呼ばれる電氣的性質を持つ
- ・原子がもつ陽子と電子は電荷量の大きさが等しく、電氣的に中性である

#### 【自由電子】

- ・物質に刺激が加わると、一部の電子が自由電子となりほかの物質に移動する
- ・自由電子などの電荷が移動することを電流という



### 3. 導体と絶縁体

#### (1) 物質の電氣的な分類

ここでクイズです！電気回路を構成する要素には、「電源」や「電気器具」「スイッチ」などといった素子とは別に、大変重要なものがあります。それは、これらの素子どうしをつなげる重要な役割を持つものなのですが…さあ、いったい何でしょう？

え…なんでしょう？素子どうしをつなげる…ということは、「電線」とかですか？



正解です！電線は電気を使いたい場所へ運ぶために必要な金属製の線です。またの名を「導線」ともいい、電気を通しやすい物質で作られています。

そもそも、物質は電氣的な性質によって次の3つに分類されます（図 1-7）。

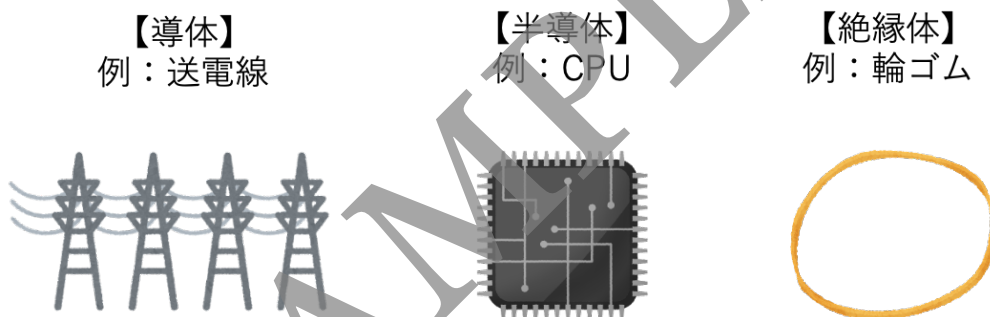


図 1-7 物質の電氣的な分類

銅やアルミなど電気をよく通す物質を**導体**といい、一方でゴムなど電気を通さない物質を**絶縁体**（または**不導体**）といいます。また、シリコンなどその中間の性質を持つ物質を半導体といいます。これらは**抵抗率**によって大まかに分類されていますが、はっきりした境界はありません。

電気をよく通すとか通さないって、  
どうしてそういう違いがあるんですか？



それは、原子の構造の特徴に関係しています。少し難しい内容になりますが、他の単元でも登場する知識になりますので、ここでもよく学習しておきましょう！

## (2) 電子殻と電子配置

まずは、ヘリウム原子 (He) と、リチウム原子 (Li) の原子モデルを並べて見てみましょう。

(図 1-8)

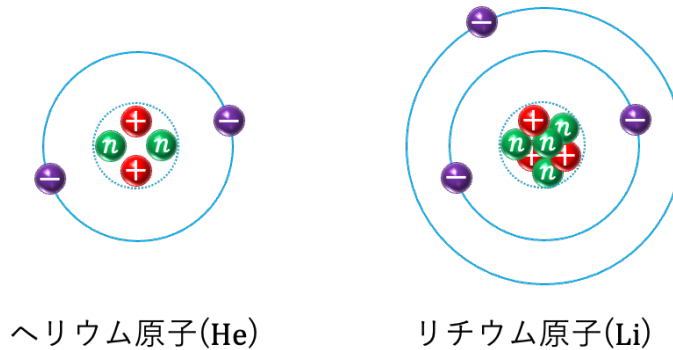


図 1-8 He と Li の原子モデル

さて、この2つの原子を見比べて、何か気づくことはありますか？

…あれ？ヘリウムは電子の軌道が1つなのに、  
リチウムは軌道が2つありませんか？  
なんで2つになっちゃったんですか？



まさにそこです！ヘリウムは1つの軌道の中に2個の電子が入ってるのに、どうしてリチウムは1個だけその軌道に入らずに別の軌道になってしまったのかというと、電子が軌道に存在するための「あるルール」があるからなのです。

それは、1つの軌道に入ることができる電子の数が決まっているということです。電子が入る軌道のことを**電子殻**といいます。電子殻は、内側からK殻、L殻、M殻、N殻と名前がつけられています。平面的にみると、同心円がいくつかあるだけのように見えますが、立体的にみると卵の殻のようなモデルとしていることから、電子殻という名前がついています (図 1-9)。

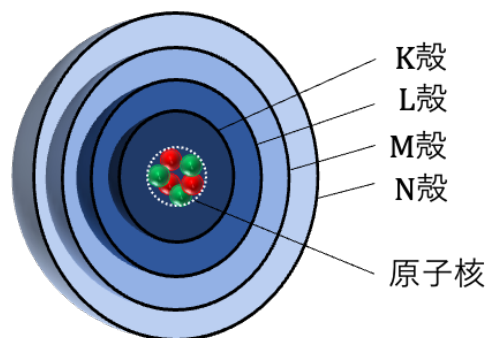


図 1-9 電子殻モデル



それぞれの電子殻には入ることのできる電子の数は決まっています、基本的に内側の電子殻から順番に電子が入って、入りきらなくなったら1つ外側の電子殻に入ります。電子の数が増えてくると、L殻が全部埋まるより先にM殻にいくつか入ってから、またL殻に入る等の規則もあります。

おお…入る数や入り方って結構バラバラなんですね。  
それぞれの電子殻に入る数に何か規則性はあるんですか？



あります！それは、K殻を1つ目、L殻を2つ目と数えたときに $n$ 個目の電子殻に入る数は、次の式で表すことができるのです。

$$n\text{個目の電子殻に入ることのできる電子の数} = 2n^2$$

これにより、電子が入ることのできる数は次の図と表のようになります（図 1-10、表 1-3）。

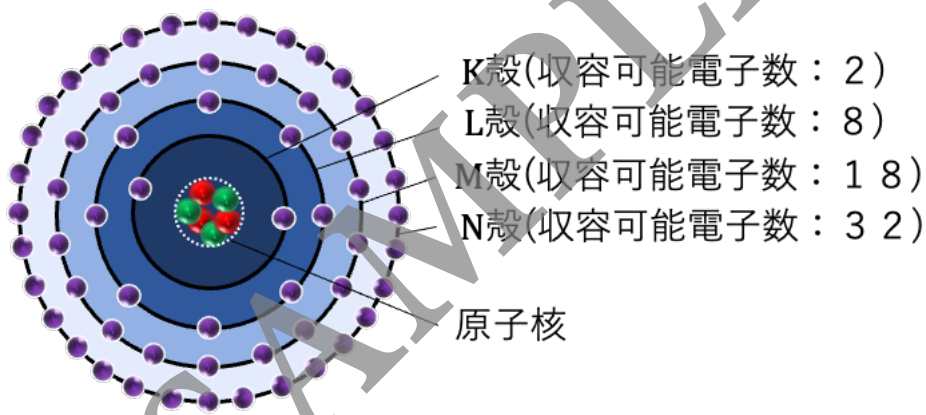


図 1-10 電子殻に入ることのできる電子の数

表 1-3 電子殻に入ることのできる電子の数

	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
$n$ 番目	1	2	3	4
$2 \times n^2$	$2 \times 1^2$	$2 \times 2^2$	$2 \times 3^2$	$2 \times 4^2$
最大電子数	2個	8個	18個	32個

電子がどの電子殻にどれだけ入っているかを**電子配置**といいます。例えば、リチウム原子は図 1-8 のように K 殻に 2 個、L 殻に 1 個入っているので「K2,L1」がリチウムの電子配置となります。

### (3) 価電子と自由電子、束縛電子

続いて、導体によく用いられる金属である銅の原子モデルを、電子殻とともに見てみましょう(図 1-11)。

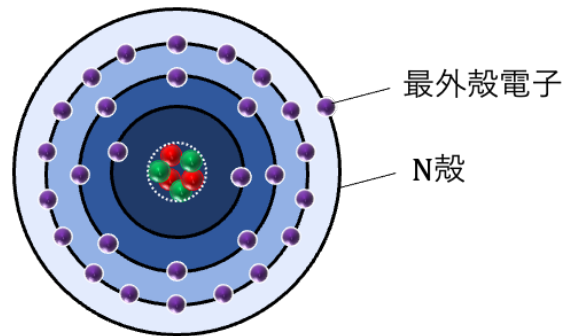


図 1-11 銅の原子モデル

銅は全部で29個の陽子と電子を持っています。最も外側の電子殻はN殻であり、そこには1個の電子が収容されています。この電子を**最外殻電子**といいます。また、最外殻電子のうち1～7個の電子のことを**価電子**といいます。銅の原子の例でいえば、価電子は1個です。

最外殻電子と価電子…  
何が違うのかさっぱりわかりません…



そうですね。最外殻電子というのは一番外側の軌道にある電子全てを指すのですが、そのうち化学反応や結合に影響を与える電子が価電子です。また、ネオン (Ne) など「希ガスと呼ばれる元素の価電子の数は0」という決まりごとがあります。価電子は他の電子に比べてもっているエネルギーが高く、また原子核の束縛も弱い一方、価電子以外の電子は化学反応などには関与することなく、原子核に束縛されます。

銅原子の価電子は束縛が弱く、簡単に原子を離れて動き回ろうとするため、銅原子は価電子を失って正の電気をもちやすくなります。価電子を失った状態の銅原子のことを**銅イオン**といいます。そして原子から離れた価電子がほかの銅イオンを引き付けることによって、銅イオンが集まります。そうして集まった銅イオンの周囲を価電子が飛び回ることによって銅原子同士が結合します。このような結合を**金属結合**といいます。図 1-12 の場合、価電子が1個放出されたので銅は1個の銅イオンになったといえます。

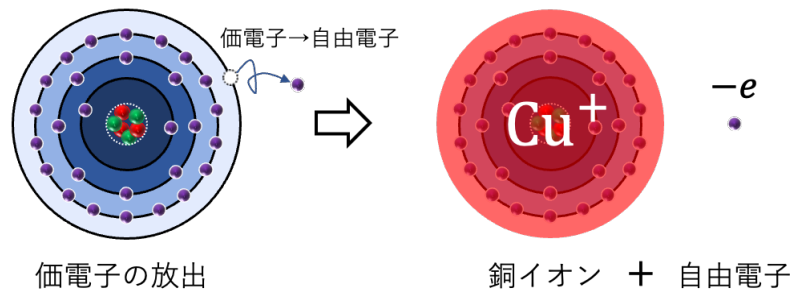


図 1-12 銅イオンと自由電子

この価電子は、結合された原子の間を縫うように自由に動き回ることができるため、この価電子も自由電子と呼ばれています。しかし、このように動くことができる電子は原子全体で見ればごく一部であり、多くの電子は原子核と強い力で結びついているため、原子核から離れることができません。これらの電子のことを、自由電子に対して**束縛電子**といいます (図 1-13)。

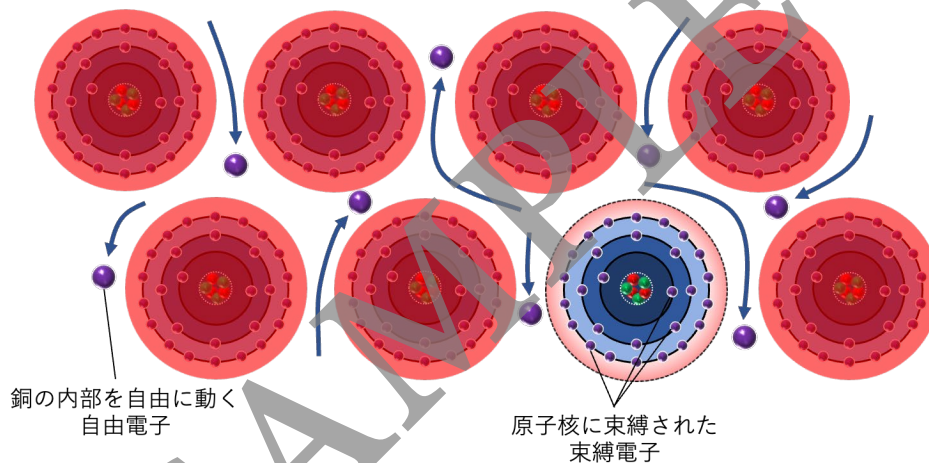


図 1-13 銅の金属結合の概念図

原子核によって束縛されるもののほかにも、分子の共有結合などに使われる場合の電子も束縛電子と呼び、これらは自由電子になりにくく簡単には動くことができません。

(補足: 銅は1個の最外殻電子のほかに、もう1個電子を放出して2価の陽イオン $\text{Cu}^{2+}$ となった方が化学的に安定します。よって、一般的に銅イオンというと $\text{Cu}^{2+}$ を指しますが、金属結合された銅の内部では、銅原子1個あたりおよそ1個の価電子を自由電子として放出しています。したがって、実際のところはもっと複雑な話になります。)

物質の中を自由に動き回れる自由電子と動けない束縛電子…  
 導体と絶縁体の違いってもしかして…!





## (4) 導体と絶縁体

銅のように、物質内を自由に動き回れる自由電子を多く持つ物質のことを**電気伝導体**、または単に**導体**といいます (図 1-14)。銅のほかにアルミニウムや金、銀、鉄といった金属も導体です。また、金属以外でよく電気を通すものの代表として炭素 (C) で構成される黒鉛があり、これも導体です。さらに、電荷を運ぶキャリアには自由電子の他にイオンもあると先ほど述べましたが、イオンがキャリアとなる導体に食塩水などがあります。

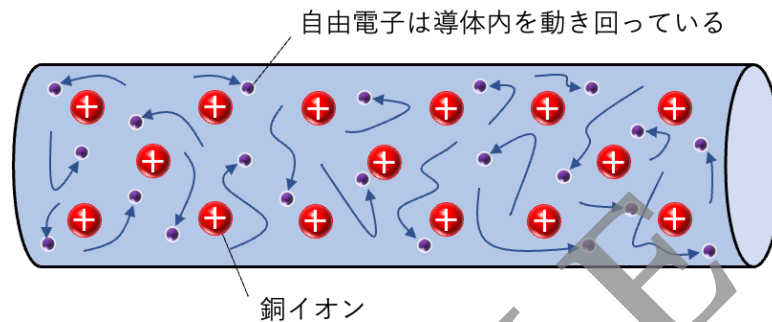


図 1-14 導体内部の概念図

金属導体内部の自由電子は、電氣的な力が加えられると動き出します。例えば図 1-15 のように、乾電池と電球を導体で結ぶと、電池の力によって導体内部の自由電子が移動します。

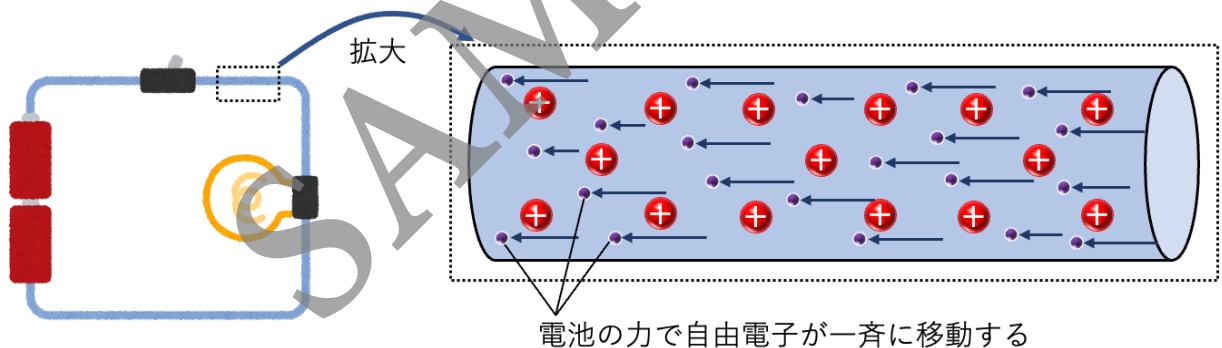


図 1-15 電氣的な力による自由電子の移動

この**自由電子の移動こそが、回路における電流の正体**です。電球の中にはフィラメントと呼ばれる、金属の線がぐるぐる巻きになったところがあり、その部分は電気が非常に流れにくくなっています。電池の力によって流れてきた自由電子が、流れにくくなった部分で摩擦を起こし、熱を発生させます。その温度が高くなると、明るく光りだすのです。このようにして、電流が流れることにより、電気エネルギーを熱エネルギーや光エネルギーなどにすることができます。

一方、自由電子をほとんど持たず、ほぼ束縛電子しかない物質を不導体、または**絶縁体**といいます。絶縁体の代表的なものはゴムや空気、油などが挙げられます。絶縁体は基本的に電気を通すこ

とができないため、電氣的な力を加えても電流が流れません。物質内の電子が完全に原子と原子の間に強く固定されてしまっているイメージです (図 1-16)。

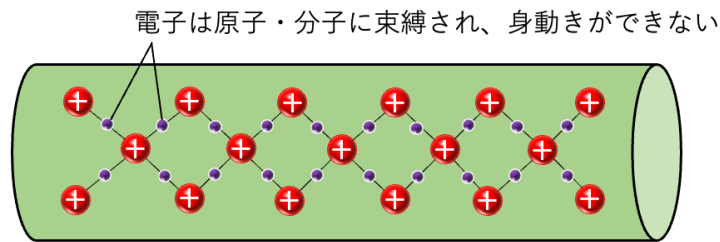


図 1-16 絶縁体内部の概念図

導体にも束縛電子はありますが、外部の刺激を受けずとも自由に動き回ることができる電子が豊富にあるかほとんどないかが、導体と絶縁体との大きな違いでしょう。

自由電子を多く持っている物質が導体で、自由電子の移動が電流。  
電流の正体が見えてきた気がします！  
絶縁体はまず電流が流れないと思っていいですか？



そうですね。絶縁体はその名の通り、電氣的な縁を切るために用いる物質です。例えば送電線を想像してみてください。電線を支える鉄塔は鉄でできており、電線は銅やアルミでできています。つまり両方とも導体なので、鉄塔で電線を支えようとするとき直接鉄塔にくくりつけてしまえば、鉄塔に電気が流れてしまいます。そこで、鉄塔と電線の間を電氣的に絶縁するために、絶縁体を間に挟んで電線を鉄塔から吊り下げています。この絶縁体は**碍子 (がいし)**と呼ばれています。このように、電気を通したくない部分に絶縁体を使うことで安全に電気設備を使うことができます。

ただし、絶縁体も劣化したり非常に大きい電氣的な力を加えたりすると、その絶縁性が破壊されて、電気を通すようになってしまうことがあります。これを**絶縁不良**もしくは**絶縁破壊**といって、保安上気をつけて管理しなくてはならない項目の一つです。コートとセーターの間に起きた放電はまさに、コートとセーターの間に生じた電氣的な力によって、絶縁体である空気が絶縁破壊されたことによる電流の発生といってよいでしょう。

主人公は 導体と絶縁体 をおぼえた！

- ・物質は導体、絶縁体、半導体に分類される
- ・導体は自由電子になりやすい価電子をたくさん持っている
- ・絶縁体は束縛電子ばかりで自由電子をほとんど持っていない



## 演習問題

【問1】 次の(1)～(4)の各文の内容について、正しいか誤りか答えよ。

- (1) 陽子、中性子、電子はそれぞれ電荷と呼ばれる電氣的性質をもつ粒子である。
- (2) 陽子と電子はそれぞれ同じ大きさの電荷量をもっている。
- (3) 自由電子をほとんど持たず、ほぼ価電子だけの物質を絶縁体という。
- (4) 電流が流れると、正の帯電体から負の帯電体に電子が移動する。

---

<解答> [【電験王による史上最強の講義動画はこちら！】](#)

【問1】

- (1) 誤り    (2) 正しい    (3) 誤り    (4) 誤り

SAMPLE



## 2章

# 直流回路のキホン



「【電気回路のキホン】を身につけたので、いよいよダンジョンに入りましょうか」



「まだダンジョンじゃなかったんですか！？普通にモンスターが出てきましたけど！」



「あ、あのモンスターは勇者さんがちゃんと知識を身につけたか測るために私が出した召喚獣です。ここから本格的に回路を攻略していきますよ」



「(それは…ひどくないか…?)」



### 【本章の内容】

2-1. 直流回路の基本事項①

2-2. 直流回路の基本事項②



# 直流回路の基本事項①

written by niko

## 1. 基本的な直流回路の見方

さあ、電気回路のキホンが分かったところで、今度は直流回路の基本的な見方について学習していきましょう！

### (1) 直流回路とは

そういえば電気には直流と交流がありましたよね。  
直流ってそもそもなんですか？



直流とは直流電流 (Direct Current: DC) の略で、一般的には**大きさと向きが一定の電流**のことをいいます。電流の大きさと向きが変わらないということは、起電力の大きさも向きも一定である電圧源などを電源とした電気回路であるということです。例えば、乾電池と豆電球をつなげて光らせたときに流れている電流は直流です。このとき、乾電池は直流電流を供給する電源なので、**直流電源**と呼ばれています。

一方で、交流は交流電流 (Alternating Current: AC) の略で、電流の大きさや向きが周期的に変化します。モータ (回転電動機) を動かしたりする場合は交流電流を用いる場合が多く、家のコンセントにつなげて使う換気扇や工場のモータを使った機械などは交流電流が流れており、このときコンセントは**交流電源**であるということが出来ます (図 2-1)。

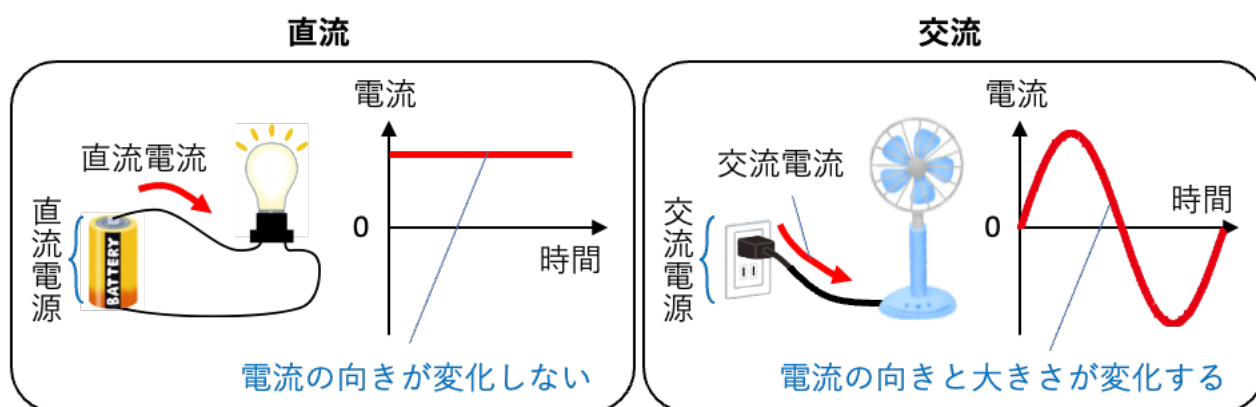


図 2-1 直流と交流

では、ここで1つクイズを出しましょう。次の図 2-2 は、ある回路に流れているいくつかの電流を表したのですが、この回路は直流回路でしょうか？それとも交流回路でしょうか？

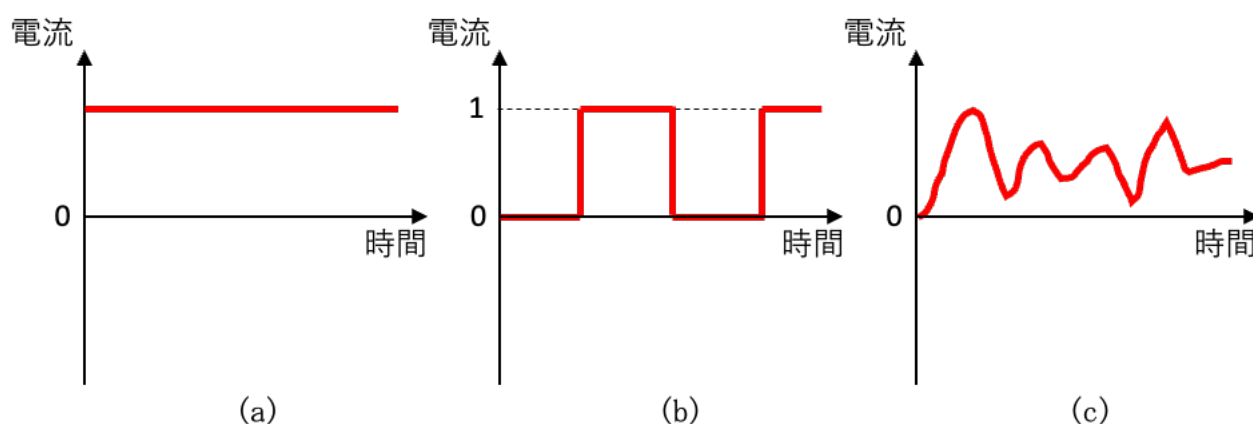


図 2-2 いろいろな電流波形

- (a) のグラフは横に真っ直ぐで、明らかに直流って感じがします！  
 (b) は値が0と1を交互に繰り返してますね…これは交流かな？  
 (c) は変な形のグラフですね…うーん、(a)以外全部交流ですかね？



残念！正解は全部直流回路です！直流は向きも大きさも一定の電流が流れる電気回路と述べましたが、より広く直流を定義すると、電流の向きだけが一定で変わらなければそれは直流電流であるというのが、本当の定義です。例えば、(b)の電流波形は下の図 2-3 のように、直流回路においてスイッチを時間によりオンオフを繰り返すことによって観測された波形と見ることもできるでしょう。

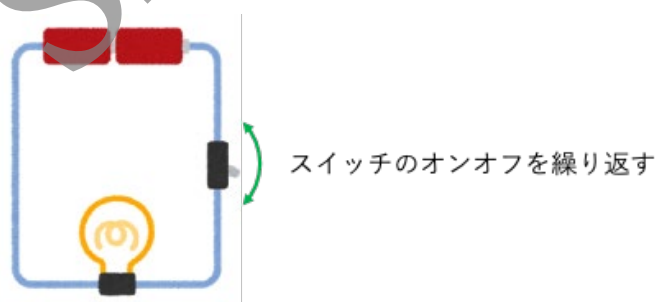


図 2-3 図 2-2(b)の波形が生じる回路

向きさえ変わらなければいいので、(c)のように電流の大きさが多少変化してもかまいません。向きは変わらず大きさが多少変化する電流を、**脈流**といたりもします。

ただし、電験の直流回路では脈流は扱わず、向きも大きさも一定の電流が流れる狭義の直流を取り扱います。



## (2) 直流と交流のメリット・デメリット

全部直流だったんだ…なんかズルイ。

でも、そもそもなんで直流と交流なんて2種類の電気があるんですか？



それは、それぞれに特有のメリットがあるからです。例えば、火力発電や水力発電によって生み出される電気は交流です。同期機という回転機によって発電する以上、必ず交流の電気になります。交流の電気は変成（電圧の大きさを変化させる）することが容易なため、発電所で作った電圧を何十万ボルトもの超高压として送電し、実際に皆さんの家庭や会社や工場などで受電するときには扱いやすい大きさの電圧（200V、100V）に変成して利用することができる、というメリットがあります。また、交流回路は電流の向きが変わるときに必ず電流の値が0Aになる瞬間があり、この瞬間を利用して電流を安全に遮断することができます。これを例えば直流で送電しようとする、常にプラス方向に電流が維持されているため、遮断が難しいというデメリットがあります。ただし、交流の電気にはコイルやコンデンサの影響による無効電力という概念が存在するため、これをコントロールすることが電気の安定供給における技術的な課題となっています。

一方、直流は無効電力という概念がないので、これによる安定供給への課題というのがありません。また、扇風機や換気扇などを除いた家庭でよく使われるほとんどの電気製品は、直流を利用しています。家庭のコンセントは交流の電気ですが、それを直流に変換してからテレビなどの家電を動かしています。洗濯機やエアコン、冷蔵庫などは交流をいったん直流にして再度交流に変換するインバータ方式によって出力をコントロールするなどしています。そして、最も身近なメリットとして直流は蓄電ができる、つまり電気を貯めることができるということが挙げられます。例えばスマートフォンの充電も直流でなければできませんし、電気自動車の充電も電気を直流にすることによって初めて可能になります。

つまり表 2-1 に示すように、直流も交流もそれぞれメリット・デメリットがあり、相互に変換することもできるため、場面によって適切な使い分けをしているということですね。

表 2-1 直流・交流のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
直流	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家電に使用できる</li> <li>・蓄電できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変成が難しい</li> <li>・遮断が難しい</li> </ul>
交流	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変成が容易</li> <li>・遮断が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無効電力の影響がある</li> </ul>

### (3) 基本的な直流回路の見方

#### (i) 直流等価回路

それでは、実際に直流回路を見てみましょう (図 2-4)。

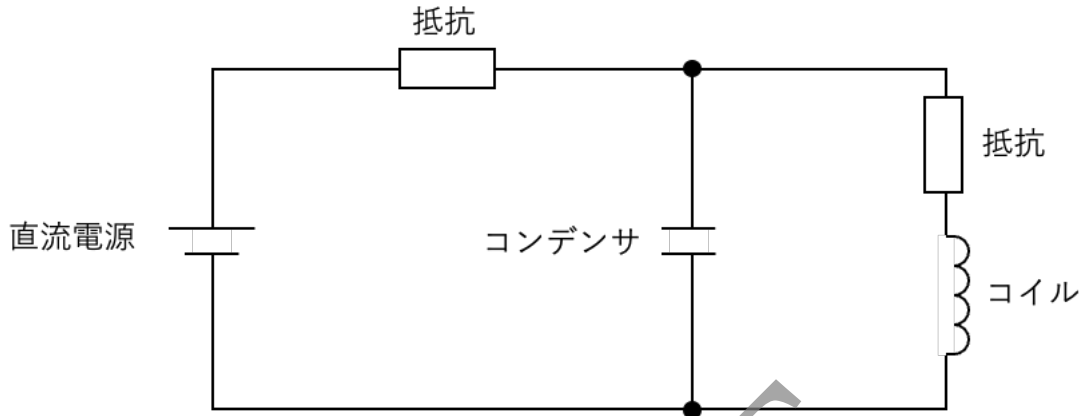


図 2-4 直流回路

抵抗以外にもコイルとかコンデンサが混ざってる…  
直流回路って抵抗だけを考えれば良いだけだと思ってたんですけど！  
コイルとコンデンサはまだ全然学習してませんよ！



コイルとコンデンサを含む回路の解析についてはまた別の機会に学習しますが、実際の回路では図 2-4 のようにコイルやコンデンサなどを含み、本来もっと複雑です。しかし、直流回路においてはスイッチ投入直後ではコイルは開放状態・コンデンサは短絡状態とみなすことができ、コイルやコンデンサを含む回路は、スイッチ投入直後と定常状態でそれぞれ図 2-5 のような直流等価回路として解析することができます。よって、直流回路では基本的に抵抗素子だけを解析すればよいということを覚えておきましょう。開放・短絡については後ほど解説します。

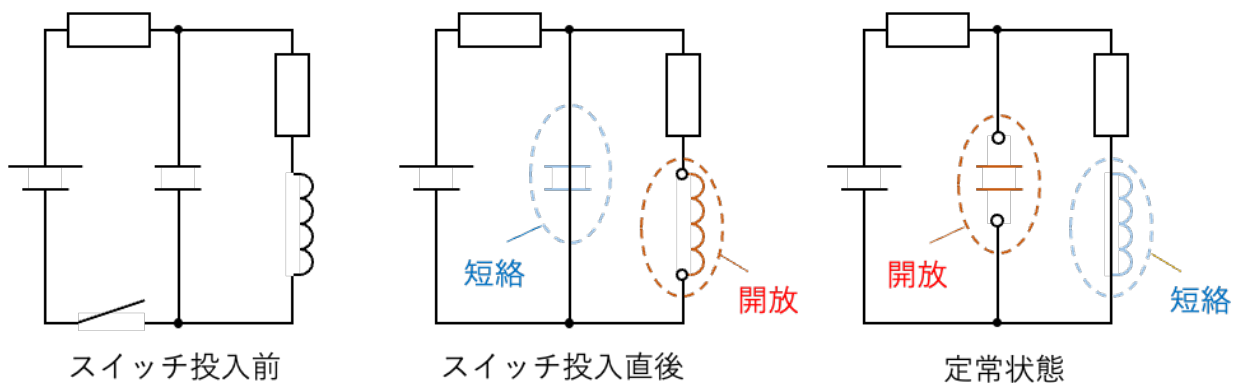


図 2-5 直流等価回路

## (ii) オームの法則の適用

これまで学習してきたオームの法則により、回路を解析することが可能です。勇者さん、オームの法則が何かは答えられますよね？

はい、 $V = R \times I$ です！



その通りです！では、図 2-6 の回路においてオームの法則を使って、回路に流れる電流  $I$  [A] を求めてみましょう。

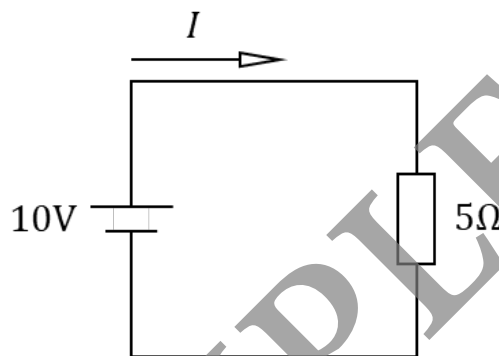


図 2-6 回路に流れる電流は？

電圧源の起電力が10Vで抵抗素子の抵抗値が5Ωだから、オームの法則に当てはめると、 $10 = 5 \times I$ ですね。両辺を5で割ると  $I = 2$  なので、電流は2Aでしょうか？



素晴らしい、その通りです！オームの法則は  $V = R \times I$  の形ですが、電流を求めたい場合は  $I = V/R$  の形に変形してから数値を代入して求めても構いません。では次に、図 2-7 の回路にある電圧源の起電力の大きさ  $V$  [V] を求めてみましょう。

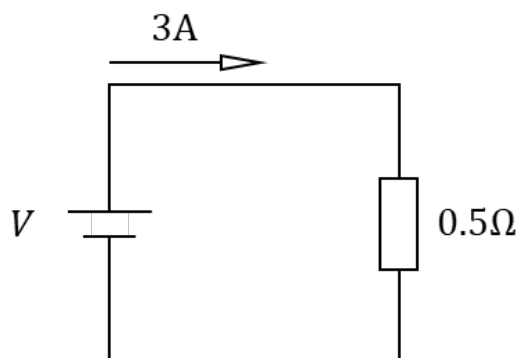


図 2-7 電圧源の起電力の大きさは？



今度は回路に流れる電流と抵抗の大きさだけがわかってるんですね。  
これは素直に、 $V = 0.5[\Omega] \times 3[A] = 1.5[V]$ ですかね？



その通りです！このように、電圧と電流と抵抗のうち2つの値が分かれば、残りの1つの値を求めることができます。

続いて、図 2-8 の回路において抵抗の大きさ $R[\Omega]$ を求めてみましょう。

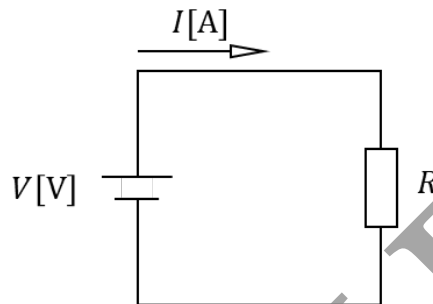


図 2-8 抵抗の大きさは？

あ、あれ？記号しかなくて、数字がどこにも書いてないですよ？  
これじゃ抵抗の大きさを求めることができません！



まあそう思いますよね。電気工学を含む物理の世界では、具体的な数値を与えられずとも大きさが記号で与えられている場合は、記号のまま計算します。図 2-8 の回路の場合は、電圧源の起電力の大きさを $V[V]$ 、電流の大きさを $I[A]$ として、これらの記号をそのまま使って、

$$R = \frac{V}{I} [\Omega]$$

と計算します。つまり、抵抗の大きさは $V/I[\Omega]$ というのが答えになります。

へえー、大きさが記号で与えられているときは  
記号のまま計算していいんですね。  
具体的な数値が出てこないとなんだか不思議な感じもするけど…



最初は戸惑うかもしれませんが、すぐに慣れますよ。電験では1つの回路に複数の素子が記号で表され、それらを使って解析するととても複雑な式になることがありますので、記号を使った式変形についてはよく訓練しておくことをお勧めします。

### (iii) 起電力と電圧降下

電圧源の起電力により回路に電位差が生まれ、電位差によって抵抗 $R$ に電流 $I$ が流れます。これを逆に捉えると、抵抗に電流が流れているとき、その抵抗の両端には電位差 $RI$ が生じていることになります(図 2-9)。

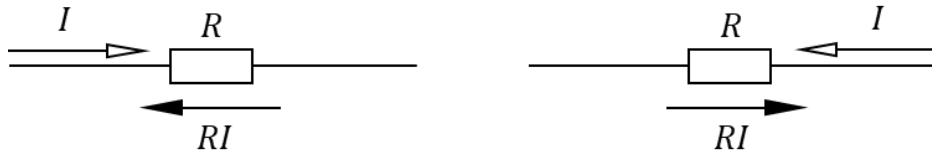


図 2-9 抵抗による電圧降下

電流は電位の高いところから低いところへ向かって流れますので、電流の流れる方向から見ると、抵抗の入口の方が電位が高く、抵抗の出口の方が電位が低くなります。この電位差を、電気工学では抵抗による**電圧降下**といいます。電圧降下は場面によって「抵抗の電圧」や「端子間電圧」などとも表現されます。回路に電圧降下の向きを描くときは、電位が下がる方向に矢印を描くのではなく、**図 2-9 のように電位の低い方から高い方に向かって矢印を描く**ということに注意しましょう。

電圧源の「起電力」と抵抗による「電圧降下」は対の関係があります。1つの電圧源と1つの抵抗による回路の場合、起電力の大きさと電圧降下の大きさは等しくなります。これは回路を**図 2-10**のように階段を含めた1つの通路としてイメージすることによって、理解しやすくなります。

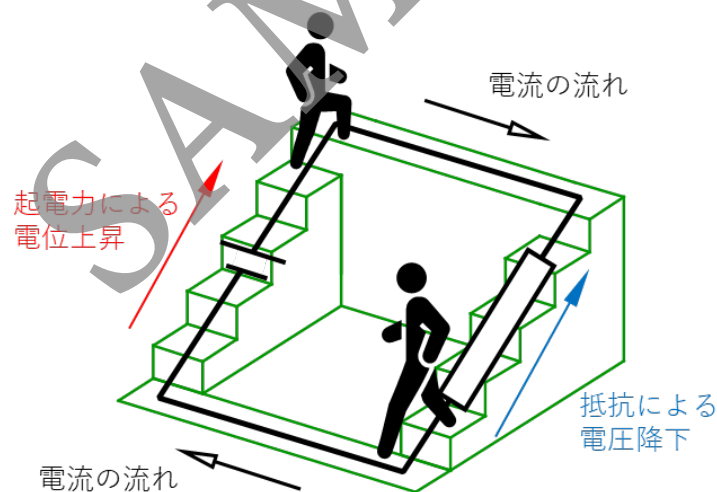


図 2-10 起電力と電圧降下の関係

なるほど!

回路の電位は、起電力で上がった分だけ抵抗で下がるわけですね。  
電流が循環しているときは、それを絶えず繰り返しているということか。



#### (iv) 電流の連続性

突然ですが、勇者さん。電流の正体ってなんでしたっけ？

流石にもう覚えましたよ。電流は電荷の移動です！



そうですね！厳密には導体内部の自由電子が動くことが電流の正体で、正電荷の流れる向きが電流の向きと定義されているので、電子の流れとは逆に流れているのが電流なのでしたね。では、もう1つ質問です。導体内を移動する電子って途中で増えたり減ったりすると思いますか？

えっ…どうなんだろう。増えることもあったりするのかな。まあ電気の世界はなんでもありうる気がするので、増えたり減ったりすることもあると思います！



それが、電子は途中で増えたりすることはありません。つまり、ある導体内を流れる電流があるとき、たとえ途中で断面の太さが変わっても、どの断面でもそこを単位時間に通過する電荷の数、すなわち電流の大きさは変わらないのです（図 2-11）。

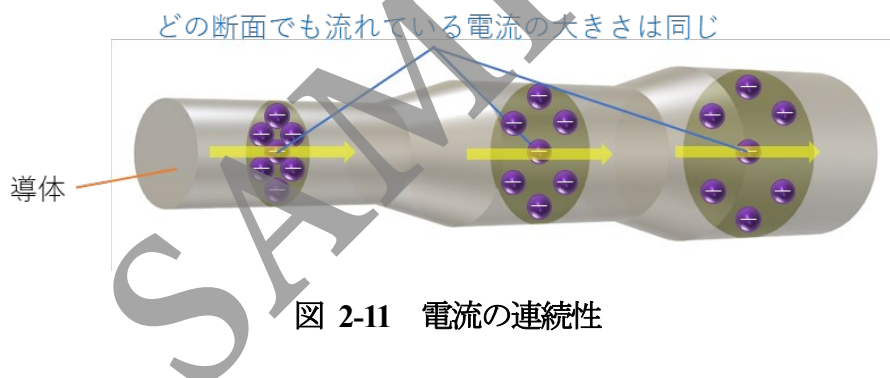


図 2-11 電流の連続性

このことは回路において大変重要な性質です。例えば、図 2-12 のように電圧源と抵抗からなる回路において、電圧源から流れる電流が仮に  $1\text{A}$  であるとすれば、抵抗に流れ込む電流も、抵抗から流れ出す電流も、電圧源に戻ってくる電流も 全て  $1\text{A}$  になります。回路が一本道であれば、 $1\text{A}$  であった電流が途中で  $2\text{A}$  になったり  $0\text{A}$  になったりすることはありません。どの場所でも流れている電流は同じということになります。

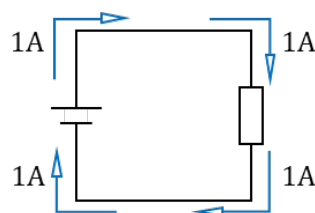


図 2-12 回路が一本道なら電流はどの場所でも大きさは同じ

## (v) 導体抵抗・内部抵抗はどこに消えた？～接続線と定電圧源～

さっきは電圧と抵抗で電流を求めたりしましたけど、  
 そういえば抵抗素子と電圧源をつなげてるのって電線（導線）ですよね？  
 電線の導体抵抗とかは考えなくてもいいんですか？



いい質問ですね！確かに、1-2 節で導体には電気抵抗があると学習してきましたし、実際に導体には抵抗は存在します。しかしながら直流回路の解析においては、回路図に示す導線部分の抵抗は  $0\Omega$  という理想の状態として解析します。もつという、回路図において素子と素子を結ぶ線は**接続線**といって、実際の配線とは別物として考え、電圧降下を生じないただの電気の通り道だけを示したものと考えてください。これは、回路における約束事のひとつです。

回路素子の間を結ぶ線では電圧降下が生じないんですね。  
 あ、あと電圧源って起電力と内部抵抗があるっていう話だったじゃないですか。さっきの回路では内部抵抗は出てきませんでしたけど…



よく覚えていましたね！素晴らしいです。本来電圧源には内部抵抗があり、電流が流れることによって電圧降下が起こってしまいます。よって、回路には起電力から内部抵抗による電圧降下を差し引いた電圧が印加されることとなります。しかしながら、電圧源の内部抵抗は非常に小さいため、一般的な直流回路の解析ではこれを無視した（ $0\Omega$ とした）理想的な電圧源を考えることが多いのです。この理想的な電圧源のことを、**定電圧源**といいます。定電圧源には内部抵抗による電圧降下がないため、どのような大きさの負荷をつなげても同じ大きさの起電力を回路に与えます。

このように、直流回路においては**接続線**や定電圧源を用いた理想的な状況を考えて電気回路を用いて解析します。内部抵抗や導体抵抗を考慮することが必要な場面では、それらは必ず抵抗素子として回路に示されますので、出てきたら「あ、内部抵抗を考慮してるんだな」などとして、解析にあたってください。また、接続線では電圧降下が起こらないため、電気回路において同一の接続線上の電位は全て等電位であるという、回路解析において極めて重要な特性があります（図 2-13）。電流の連続性と併せてしっかりと覚えておきましょう。

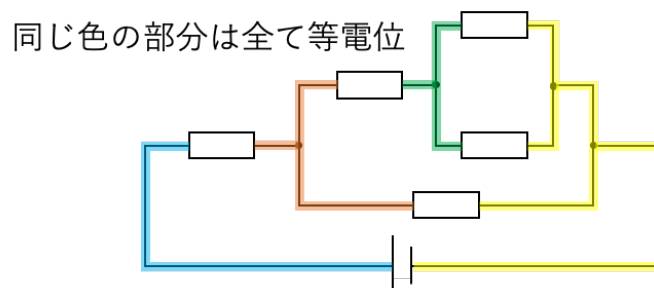


図 2-13 接続線上の電位は全て等電位



## (vi) 短絡と開放

そういえば、最初にコイルとコンデンサが短絡とか開放っていう話が出ていたけど、そもそも短絡と開放ってどういう意味なんですか？



**短絡**は**ショート**ともいい、回路でそれまでつながっていなかった**複数の接続線がつながってしまった状態**をいいます。直流回路で短絡すると、その間に接続されていた抵抗素子の両端の電位差がなくなるため、その接続線に電流は流れず、その部分の回路がないのと同じと見なせます。(図 2-14)。

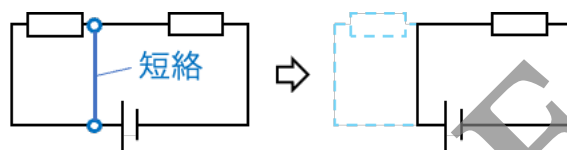


図 2-14 短絡

回路問題において、短絡が登場するのは大きく分けて2つです。ひとつは、何らかの原因で**電位の異なる電線が短絡することで、大きな事故電流が流れる場合**です。もうひとつは、**直流回路において定常状態のコイルや回路接続直後のコンデンサの振る舞いなどを「短絡とみなせる」とする**場合です。仮に、ある回路の2点間が短絡すると、その2点間が抵抗 $0\Omega$ でつながります。

また**開放**は、その**回路上で、ある部分が回路としてつながっていない状態**をいいます(図 2-15)。

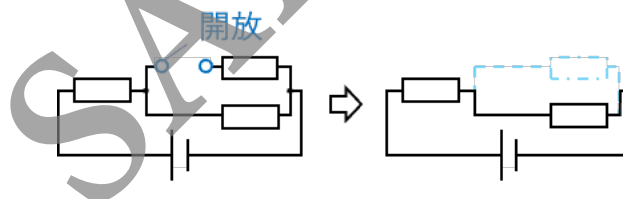


図 2-15 開放

一番イメージがしやすいのは電灯のスイッチを切ること、これも開放です。また、短絡により事故電流が流れた際に**遮断器により回路を切り離すことも開放**といいます。さらに、**回路に接続直後のコイルや定常状態のコンデンサも、開放とみなすことができます**。

短絡はつながってなかった接続線と接続線をつなげること、開放は逆に切り離すこと、ですね。こういう用語って結構出てくるんですか？



そうですね。直流回路に限らず、電気工学ではよく出てくるので覚えておきましょう！

## (vii) 電位差と電位

まずは図 2-16 の回路をご覧ください。

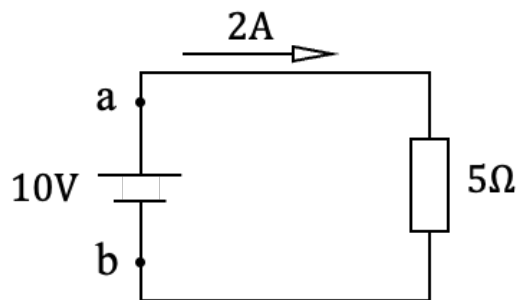


図 2-16 電気回路

図 2-16 では、10Vの定電圧源と5Ωの抵抗素子がつながっており、2Aの電流が流れています。この回路において、定電圧源の負極と正極の間には10Vの電位差が生じているわけですが、ここで問題です。図の回路において a 点と b 点の電位はそれぞれいくらか分かりますか？

負極より正極の方が電位が10V高いわけですね。  
負極を出発点として考えれば、b 点の電位が0Vで、  
a 点の電位が10Vということでしょうか？



残念、不正解です！この問題の正解は「電位は分からない」です。

例えば、勇者さんの自宅を考えてみましょう。勇者さんの自宅を2階建てとして、1階と2階の間には高さ3mの差があるとします。さて、勇者さんの自宅の1階と2階の標高は何 m ですか？

ひよ、標高！？標高って海面からの高さですよね？  
そんなのわかるわけじゃないじゃないですか！  
ていうか正解も「電位は分からない」とかズル…



ですよ。1階と2階の高さの差が3mだということは分かりますが、それぞれの標高なんて普通は知りませんよね。電気回路も全く同じです。図 2-16 において定電圧源の起電力が10Vだと分かっていたとしても、あくまで定電圧源の両端の電位差が10Vであるということまでしか分かりません。定電圧源の両端の電位がそれぞれどうなっているのかは調べようがないのです。

調べようがないんだ…  
いやいや niko 兄さん。そこを何とか、調べる方法はないですか？



なんですかその口調は（笑）調べることはできませんが、基準を設けることはできます。

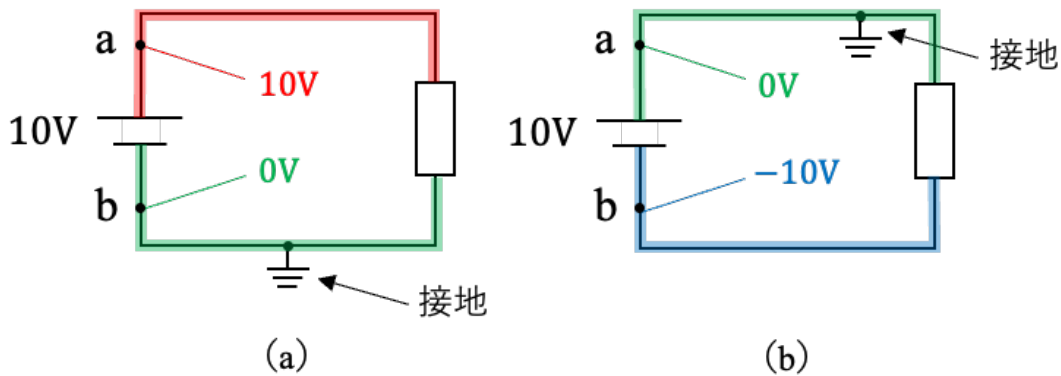


図 2-17 接地による基準電位の設定

電気工学では、一般に大地の電位を基準 (0V) としています。図 2-17 のように回路のある部分を大地と接続することで、その部分と繋がっている接続線が全て基準電位 (0V) となります。

これを**接地**、または**アース**といいます。例えば、図 2-17(a)のように電圧源の負極側を接地すると、正極側の電位は10Vとなります。一方で、図 2-17(b)のように電圧源の正極側を接地すると、負極側の電位は-10Vとなります。

-10V! ?

電位がマイナスになるなんて、そんなことって許されるんですか？



はい、不思議に思うかもしれませんがあり得ます。図 2-17 (b) の場合、プラス側を基準とすることでマイナス側がそれより電位が低くなるためにマイナスの電位になったのです。例えば、2つの電圧源を図 2-18 左のようにつないで b 点を接地した場合、接地した点は0Vになりますが、a 点は100Vになり、c 点は-100Vになります。図 2-18 右のように a 点を接地すれば、a 点は0Vとなりますが、b 点は-100V、c 点は-200Vになります。基準をどこにするかによって、相対的にほかの電位が決まるのです。

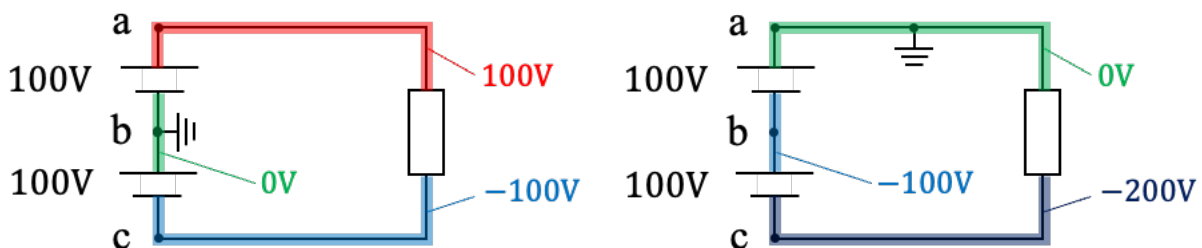


図 2-18 基準のとり方による電位の違い

なるほど…基準がどこになるかを決めないと、各点の電位って調べられないんですね。基準は回路のどこで取ってもいいんですか？



現実の送電や配電における接地の取り方には一定のルールがありますが、直流回路の解析においては、ここに接地があってはいけないなどという明確なルールはありません。重要なのは、接地の記号もないのに勝手に電圧源のマイナス極を(0V)と決めつけてはいけないということですので、注意しましょう。

ここまでの直流回路の基本的な見方です。次からは、本格的に回路を解析していきましょう！

主人公は 基本的な直流回路の見方 をおぼえた！

- ・直流：向きが一定の電流のこと
- ・交流：向きと大きさが周期的に変化する電流のこと
- ・直流のメリット：蓄電ができる、家電に使える
- ・直流のデメリット：変成、遮断が難しい

#### 【直流回路の見方】

##### ○直流等価回路

- ・接続直後はコイルは開放で、コンデンサは短絡
- ・定常状態ではコイルは短絡で、コンデンサは開放

##### ○オームの法則の適用

- ・電圧、電流、抵抗のうちどれか2つの大きさがわかれば、残り1つの大きさがわかる
- ・記号が大きさで表される場合は、記号のまま法則に当てはめる

##### ○起電力と電圧降下

- ・回路が一本道の場合、起電力と電圧降下は対の関係にある

##### ○電流の連続性と理想的な回路

- ・回路が一本道の場合、どこの点においてもそこを流れる電流の大きさは同じ
- ・どのような負荷をつなげても端子電圧が変わらない理想的な電源を定電圧源という
- ・理想的な回路のとき接続線での電圧降下は起こらず、互いにつながっている接続線の電位は等しい

##### ○電位差と電位

- ・接地をしないと、回路のある場所の電位がどうなっているかはわからない
- ・接地をすることで、その点が基準電位となり、回路の各点の電位が決まる



# 著者紹介

## 【書籍担当】

電気男／岡部 浩之（おかべ ひろゆき）

2010 年修士（工学）、東京大学卒。2015 年電験一種合格。著書は『電験「理論」を極める!』、『電験三種まずはここから！基礎力養成 計算ドリル』（オーム社）など。

Twitter: [@hiro\\_yaen](https://twitter.com/hiro_yaen)

摺り足の加藤／加藤 史彦（かとう ふみひこ）

2012 年修士（工学）、名古屋大学卒。2019 年電験一種合格。メーカーで変圧器設計に従事した後、現在フリーランス。電気工学を徹底追究する Web サイト「[電気の神髄](#)」を運営。

Twitter: [@suriashinokato](https://twitter.com/suriashinokato)

なべさん／渡邊 隆史（わたなべ たかし）

2005 年学士（工学）、名城大学卒。2015 年電験一種合格。メーカーで変圧器設計に従事した後、現在は電気機器メーカーで電気主任技術者として勤務。電気以外の建築・施設管理全般にも精通。Twitter: [@vtVxbwQjcwGhnFX](https://twitter.com/vtVxbwQjcwGhnFX)

niko ※本名未公開

学士（基礎工学）、大阪大学卒。2021 年電験一種合格。製造業の電気主任技術者。電験三種の講師活動や、SNS などでお役立ち情報を発信中。Twitter: [@niko2517k](https://twitter.com/niko2517k)

## 【動画講義担当】

電験王／尾上 建夫（おのえ たけお）

2007 年修士（工学）、名古屋大学卒。2019 年電験一種合格。火力発電所、建設所の経験を経て独立。1～3 種電験過去問解説ブログ「[電験王](#)」管理人。本業の傍らブログや塾講師、本の執筆の活動にも精力中。Twitter: [@denkenou](https://twitter.com/denkenou)

電験カフェへようこそ

# 電験三種の ギモン・お悩み 解決します

カフェジカ/電験アカデミア 共著 A5判 221頁  
定価 2,420円 (税込) ISBN978-4-274-22874-2



電験カフェ（カフェジカ）にやって来た人の疑問や悩みを、電験アカデミアが解決！

参考書にあまり書かれておらず、電気の初学者や、これから三種を受験する人が疑問に思ったり、つまづいたりする事柄について、Q&A形式で詳しく解説しています。参考書の選び方や、資格を取ったらこんなことができるようになったなど、著者陣の経験や思いなどをワイワイ語るトークコーナーも設けています。

## 主要目次

- カフェジカっていったい何なの!?
- Q & A 10問
- トーク I：電験三種は、なぜこんなに範囲が広くて難しいのだろう?
- Q & A 17問
- トーク II：効率的な勉強方法とは?
- Q & A 14問
- あきら先生の特別講義 I：電気主任技術者と保安規程
- トーク III：計算問題のマル秘テクニック教えます
- Q & A 15問
- トーク IV：試験前日や当日はどう過ごす?
- Q & A 16問
- トーク V：資格を取ったあとのハナシ
- あきら先生の特別講義 II：電気主任技術者の心得

## 書籍のご購入は

全国の書店、ネット書店で大好評発売中！  
オーム社公式サイトでも購入可能です。

アクセスはこちらのQRコードで⇒

<https://www.ohmsha.co.jp/book/9784274228742/>



最新年度から平成23年までの過去問解説をすべて無料で公開。  
電験王がすべて一人でコツコツ築き上げたホームページ！

# 過去問解説の定番 「電験王」

電験3種：<https://denken-ou.com/>

電験2種：<https://denken-ou.com/c2/>

電験1種：<https://denken-ou.com/c1/>

更新ページは1500ページを超え、「受験生寄りのわかりやすい解説をしている」と口コミが広がり、電験界のインフラと言えるレベルに到達！  
受験生の要望に応える形で、現在は各種別の書籍版と電子書籍版を販売。



【電子書籍】

電験1種一次・二次  
電験2種一次・二次  
電験3種  
+各科目別

⇐電子書籍版購入は  
こちら

画像をクリック！



【YouTube】

HP電験王の関連動画を  
随時更新中！

⇐画像をクリック！

# ※この書籍は サンプル版です

## 電験戦士教本

デンケン ソルジャーズ スペルブック

～ 直流回路 ～



2023年11月19日 第1版第1刷発行

著者： 電験アカデミア  
(電気男、摺り足の加藤、なべさん、niko)

発行所： デンケンアカデミア  
電験図書館

デザイン： 電験アカデミア

イラスト： suzukiaki/アトリエもっち

動画制作： 電験王



©電験アカデミア 2023

本書の無断複写、無断複製、無断転載は  
著作権法上での例外を除き禁じられています。