

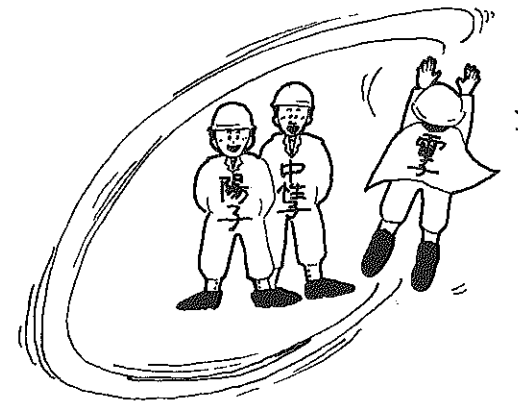
# 第1章 電気とは

## 第1節 電気とは

### (1) 電気とは何か

電気とは何かと聞かれても、これが電気であると手にのせて見せることは誰にもできない。電線を見て、そこに電気が流れているのかどうかを目で見るだけではわからない。しかも、その電線に電気が流れている場合には、それに手を触れて命を失うことがあるかもしれない。このように目に見えない、無気味な電気なのに、われわれのまわりを見渡すと、電気一杯になっている。電灯、電話、エレベータ、テレビ、ステレオ等の家庭電気製品のいろいろ、電車、交通信号機、電動機、電気炉、コンピュータ……と、みな電気を使っている。

これは、その正体がわからなくても、その性質の一つ一つが明らかになり、その性質をうまく利用して、広く電気が安全に使われるようになっていく。



理科の実験で、エボナイト棒を毛皮で摩擦すると電気を帯びることが教えられている。この電気を帯びたエボナイト棒は、小さい紙片などを吸引する。この紙片を吸引する原因になるものが電気である。

さらに、もう少し深く掘り下げてみよう。すべて物質は分子の集まりであって、その分子は原子の集まりである。この原子は、プラスの電気を持つ陽子と電気を持たない中性子とから構成される原子核をマイナスの電気を持った電子が回っている。

図1-1に示すように

水素原子では、陽子1個、電子1個

ヘリウム原子では、陽子2個、中性子2個の原子核と電子2個

炭素原子では、陽子6個、中性子6個の原子核と、電子は外側軌道に4個、内側軌道に2個で構成されている。どれも電子は原子核のまわりを

一定の軌道で回転している。次の②a で述べるように、陽子のプラスの電気量と電子のマイナスの電気量は等しい。

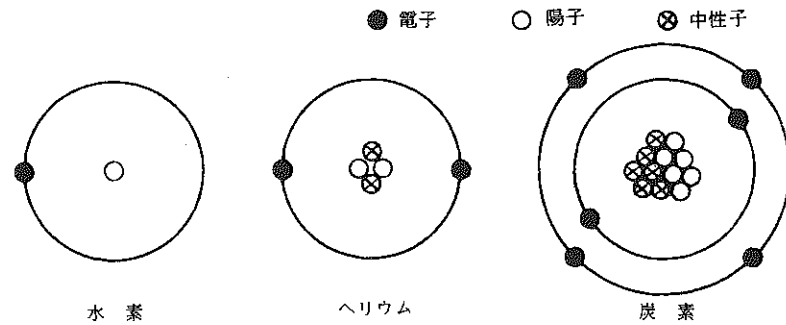


図1-1 原子構造 電子は原子核のまわりを回転している。

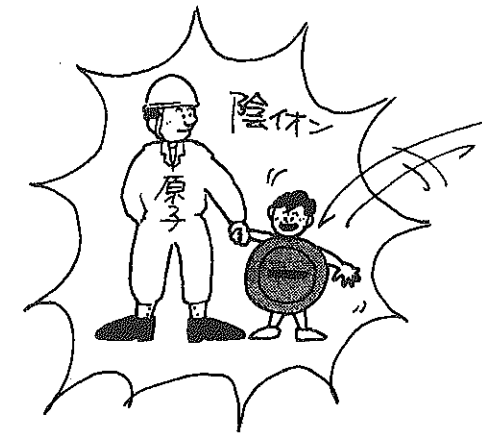
電気はプラスとプラス、あるいはマイナスとマイナスには斥力が、プラスとマイナス間には引力がはたらく。とすれば、この場合、陽子と電子とは引きあつて、質量の大きい陽子<sup>注1</sup>の方へ、すなわち原子核の方へ、軽い電子が引きつけられて合体してしまう。そうならないのは、電子が原子核を中心として非常に早い速さで回転しているからである。回転すれば遠心力がはたらき、その遠心力は上記の吸引力とは逆向きで、その大きさが吸引力に等しくなるような軌道で回転をしつづける<sup>※1-1</sup>。

原子は、図1-1に示すように、どの原子でも、陽子と電子の個数は相等しい。そして陽子1個の電気量は、電子1個の電気量に等しく、ただ陽子のほうはプラス、電子のほうはマイナスである。したがって、1個の原子の中の電気は、全体としてプラスマイナスゼロとなっている。

このため、原子は外部へは電気の影響を示さず、電気を持っていないのと同じになる。つまり、プラスとマイナスの等量の電気があつても合体して、電気ゼロの状況になっているとみることができる。

こういう原子にエネルギー<sup>※1-2</sup>を加えると、たとえば高速度の中性子や電子をこの原子に衝突させてエネルギーを与えると、原子の外に飛び出し、他の原子にくっついたり、電子だけになったりする。電子の飛び出したあとの原子は、

原子全体としてはプラスの電気を持つ状況になる。これが陽イオンである。また電子が原子にくっつくと、原子全体としてマイナス電気を持つ状態となる。これが陰イオンである。



さきのエボナイト棒と毛皮の摩擦電気の場合、毛皮の原子の中の電子が飛び出して、エボナイトの原子に移動し、毛皮がプラスの電気を運び、エボナイトはマ

イナスの電気を運びたのである。この電気を帯びる状態になることを帯電するという。

物質の原子の中には、元来プラスの電気とマイナスの電気が存在しているが、それが等量なので原子の外部に電気は現れない。しかし、この原子にエネルギーを加えると、電子が飛び出すため、プラス、マイナスの電気が外に現れることになる。

## (2) 電 流

### a. 電子

電子の持つ電気量は (一般に電気量を電荷という)

$$-1.6020 \times 10^{-19} \text{ 注1 クーロン}$$

である。クーロンは電気量をはかる単位で、[C] と書く。電子の質量は

$$9.109 \times 10^{-31} \text{ [kg]}$$

半径 10 [cm] の銅球の中には

$$\text{原子の数} \quad 3.54 \times 10^{26} \text{ 個}$$

$$\text{電子の数} \quad 1.027 \times 10^{28} \text{ 個}$$

という巨大な数の原子、電子が入っている。

なお、陽子の質量は

$$1.6724 \times 10^{-27} \text{ [kg]}$$

で、電子の質量の約 1800 倍である。しかし、電荷は

$$+1.6020 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

注1 次の(2)a に陽子、電子の量が述べてある。  
※1-1 学習の手引参照 (以下同じ)

注1  $10^{-19} = \frac{1}{10^{19}} = 0.000,000,000,000,000,000,1$

で、電子の電荷に等しく符号は反対である。

b. 自由電子

先に、炭素の原子では原子核のまわりを6個の電子が回っていて、2個は内側軌道を、4個は外側軌道を回っていると述べた。銅の原子なら、電子軌道は4通りに分れていて、図1-2に示すように、内側から2、8、18、1個の電子がそれぞれの軌道を回っている。内側の軌道では電子と陽子との吸引力が強く、外側の軌道になると電子、陽子間の距離がおおきくなるので、その吸引力は小さくなる $\ast^{1-1}$ 。一番外側の軌道の電子は、吸引される力が最も小さく、軌道からはずれやすく、わずかなエネルギーで自由に他に移動する。そのようにして原子核の束縛を受けなくなった電子を自由電子と呼んでいる。銅のような金属では自由電子が多いため、この自由電子の電気の移動によって、電気を通しやすいのである。

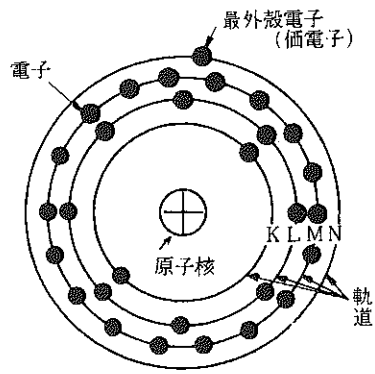


図1-2 銅の原子構造

原子核の束縛を受けなくなった電子を自由電子と呼んでいる。銅のような金属では自由電子が多いため、この自由電子の電気の移動によって、電気を通しやすいのである。

原子核に強い力で引かれている電子を拘束電子という。絶縁体<sup>注1</sup>では自由電子がほとんどなく、拘束電子によって電気の移動がないので電気を通さないのである。

c. 電子放出

金属を熱して高温にすると、その熱によって原子の中の電子の運動のエネルギーが大きくなり、外に飛び出す。これを熱電子放出というが、空気中より真空中のほうが飛び出しやすい。真空管はこの熱電子放出を利用したものである。

また、光をあてると電子が放出されることがある。それを光電子という。高速の電子が原子に衝突しても電子を出す。原子内の陽子と電子との間の吸引力と、回転する電子の遠心力との平衡を破るようなエネルギーを与えさえすれば、そのエネルギーは何であっても電子は放出される。ただし、実用上は熱電子を出しやすい物質、光電子を出しやすい物質をそれぞれ選んでいる。

注1 絶縁体については(3)導体と絶縁体の項参照。

d. 電子の移動と電流

電気の移動する現象を電流という。したがって、電気を運ぶものが電子であってもイオンであっても差支えない。電気が金属の中を移動する場合は、つまり金属に電流の流れる場合は、自由電子が電気の運び手である。酸や塩類の水溶液中では、陽イオンも陰イオンも存在するので、電気の運び手は、プラスの電気を運ぶものと、マイナスの電気を運ぶものとの二つの場合がある。図1-3の左図はプラスの電気を運ぶものだけの場合、中の図はマイナスの電気の運び手だけの場合で、これは銅線の中を電流の流れる場合に相当し、自由電子がマイナスの電気の運び手になっている。右図は電気の運び手が陽イオンと陰イオンまたは電子の二つになる。

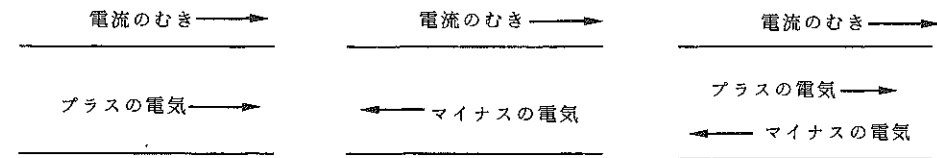


図1-3 電流とその運び手

プラスの電気の運び手の動く向きを電流の向きと定められている。したがって、金属中を動く自由電子の向きは、自由電子がマイナスの電気を持っているので、電流の向きとは逆である。

e. 電流の単位

さきに電子は $-1.6020 \times 10^{-19}$  [C] の電荷を持ち、1 [C] は電荷の単位であると述べた。いま電線に電流が流れているとして、その電線のある断面を考え、そこに毎秒1 [C] の電荷が移動するとき、この電流の大きさを1アンペアといい、これを電流の単位とする。1アンペアを1 [A] とかく。

すなわち、1 [A] は1 [C/sec] のことである。

f. 電気力と電界

エボナイト棒を毛皮でこすると毛皮にプラス、エボナイトにマイナスの電気を帯びた。これを図1-4のように置き、この毛皮、エボナイト棒の間にプラスの電荷をおくと、毛皮のプラス電気に反発し、エボナイトのマイナス電気に引かれるから、図では右向きの力を受ける。もし、マイナスの電荷を置けば、同じように考えると、左向きの力を受ける。