

# 電気・電圧・抵抗・電流

...メルマガ(心の...12章)の読者の質問にお答えして

素朴な質問です。

理科第一分野に「電流の流れ」という単元があります。

その中で、電気、電流、電圧、抵抗といった言葉が出てきます。電気とは何か？電流とは何か？電圧とは何か？を子供に説明するのですが、電気にしても電流にしても実際の生活の中で大きさや量を目で確認できないものなので、いまいち理解が出来ないようです。

また、私自身も電圧についてはあいまいな点が多くいつも教科書どおりの説明に終わってしまいます。

教科書には、「電圧は電流を流れやすくする働き」と書かれています。

Q: いったい、電圧とは何ですか？  
どのような働きをするのでしょうか？

Yさん(長野県)

直接お答えするのがちょっと難しいので、少し寄り道します。

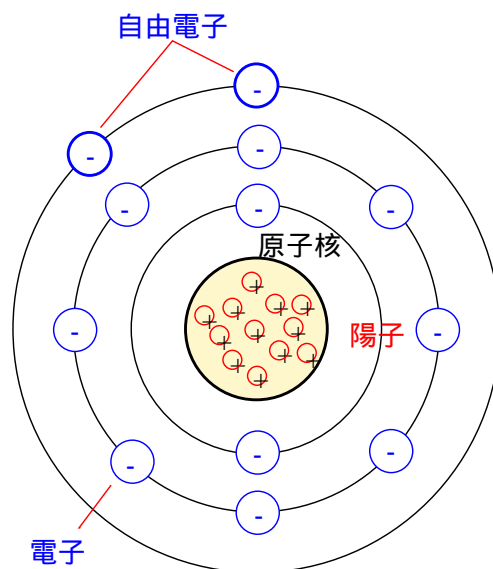
## 原子の構造

どんな原子でも中心に原子核げんしかくがあって、その中にプラスの電気をもつ陽子ようしがある。

その回りを、マイナスの電気をもつ電子がまわっている。(太陽系のような構造)

陽子(+)の個数 = 電子(-)の個数 なので、電気的にはどちらが勝つこともなく、ふだんは電気的に中性ちゅうせいである(+でも-でもない)。

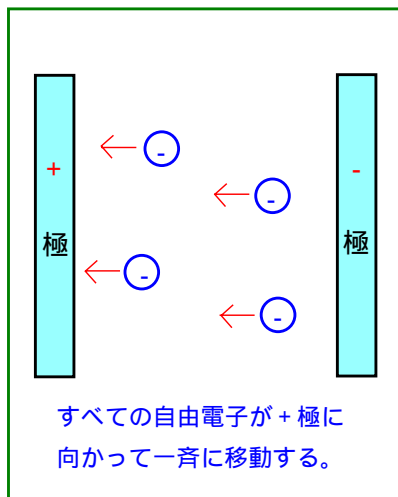
金属原子などは、一番外側の軌道に1~2個の電子じゆうでんしを持っていて、この電子を自由電子じゆうでんしと言います。本体から自由に離れることができる。離れて動くとは言っても、すべての自由電子が個々バラバラに動き回るので、全体としては一定の方向を持たない。



陽子の個数 = 電子の個数

また、-の電気を持っているので、+の電気に引かれる。

### +極と-極が分離したら



このような+と-の電界に分離されたものが電圧で、乾電池などは中の成分の化学反応で+極と-極にわかれた電界をつくっている(これが電圧の正体)。

こうなると、自由電子があるならば、自由電子はてんでバラバラの動きをしていたものが+極に引かれて動き出し、自由電子の+極へ向かう一定の流れが生じる。これが本来「電流」と呼ぶべきものだった。(ビリビリくる正体)

ところが...

### 電気関係の歴史

歴史的には、かなり昔から雷や摩擦電気などから、ビリビリくるものの正体がわからず、それを「何かが流れているのだ」と捉え、その流れを「電流」と呼んで+から-に流れていると決めた。

それが何か?とか、本当に+から-に流れているのか? また+って何、-って何?ということも当時の貧しい実験設備では確かめようがなかった。

17世紀以降の近代自然科学は、産業革命の発達による発明ラッシュの助けを借り、実験・観察設備が充実してきて、電気関係のことがどんどん明らかになると、1つ困ったことが起きた。

+や-のことは、すべての物質を構成している原子の構造を解明して、上のようにわかったが、「+から-に流れる」と思われていたものは存在せずに、実際に流れていたものは-から+に流れている「自由電子の流れ」だったのである。( +の陽子は原子核に閉じこめられていて自由には動けない)

それまでに「電流は+から-に流れる」として数多くの理論が成りたっていた。「右ネジの法則」とか「フレミング左手の法則」などなど...これらの法則・理論の結果だけは正しい。

実際に存在した「自由電子の流れ」を新たに「電流」と呼ぶことにすると、これらの理論や法則がすべてパ~になってしまう。そこで...

学者達は妥協案を考えた。「自由電子(-の電気)は-極から+極に動く」しかし、実際には存在しなかった電流を『約束事』としてそのまま残し、「しかし電流は+極から-極に流れるとしよう!」と。

(難しくなるとお思いますので解説しませんが、「電流は+の電荷の流れ」という理屈をつけた抽象的な理論上だけのものになっています)

ここまでが、科学的に見た本当のこと。

ここから先は「中学生用の方便」      こう考えておこう!

Q: いったい、電圧とは何ですか? どのような働きをするのでしょうか?

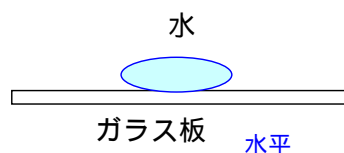
電流のモデルとして...水で考えるとわかりやすい。

「電圧」、この言葉は学者が作ったものとしては『失敗作』。この漢字を当てるとポンプのように圧力をかけて「押し出すモデル」を想像してしまう。現に電圧をポンプのモデルで説明する参考書がある。でも、他のいろいろな点で不都合が起きるし、P2の真実にもほど遠い。とても良くない。

### 電流と電圧モデル

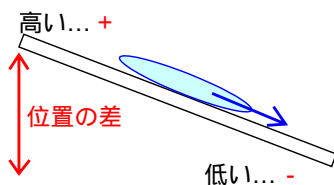
水平に置いたガラス板を考える。その上には水が載っている。

ガラス板が水平であるかぎり、水があっても「水流」は無い。



この水を流すにはどうしたらよいか?

「ガラス板を傾ける」



水は高低差が生じたことによって高い方から低い方に流れる。

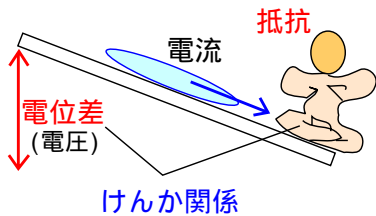
水流が生じた。

電気の世界に戻すと、この「電気的な高低差」があることが「電圧」があるという。電気的な位置の差だから、「電位差」という言葉を使ったほうがぴったりする。

高低差、つまり電位差(電圧)が大きいほど、急流になるので、単位時間内に流れる水量(電流)が多くなる。高低差を距離の世界では cm, m などでは表すが、電気の世界ではその単位を V(ボルト)にした。だから、10V と言ったら、「10m の高低差がある」と想像し直してよい。

電位差(電圧)が大きくなれば電流も増えるから、「電流は電圧に比例する」というオームの法則の1つはすぐに納得できる。

### 抵抗



その水路に Y さんがあぐらをかく。

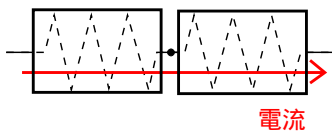
水は Y さんに進路を邪魔されて通りにくくなる。これが抵抗。

電位差(電圧)は「流すぞ、流すぞ」。抵抗は「流さないぞ、流さないぞ」。電流をめぐって「けんか関係」にたつ。

オームの法則...電流は電圧に比例し、抵抗に反比例する。

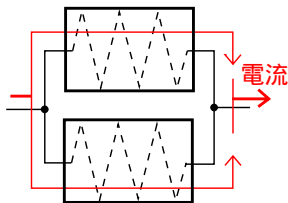
### 抵抗のつなぎ方(直列・並列)

直列 一本道



よくある錯覚...「抵抗を 2 本つないだんだから、両方も(直列・並列とも)抵抗が大きくなる」

並列 二本道に枝分かれ



直列...一本道で通りにくい道がさらに長く続くので、抵抗は大きくなる。

並列...もともと1本の道が、それに並んでもう1本道を作った、つまりバイパスをつくったことになるので、抵抗は小さくなる。

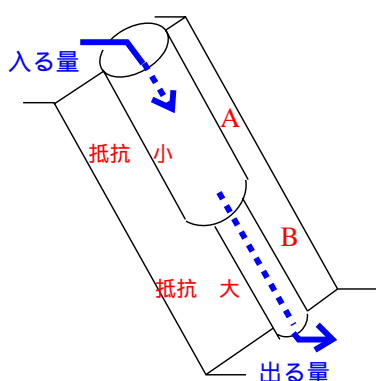
注：今は抵抗の記号は外側の長方形だけで表します

直列は抵抗を大きくする手段。並列は抵抗を小さくする手段。

〔 2本の抵抗値がちがう場合 〕

直列抵抗ではすべての抵抗に流れる電流は等しいが、電圧は抵抗ごとに違う。なぜか？

並列抵抗ではすべての抵抗に流れる電流はちがうが、電圧は各抵抗同じ。なぜか？



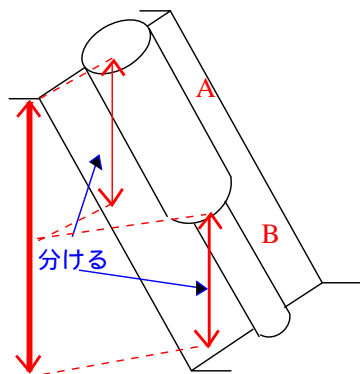
直列

〔電流〕 A 管のほうが太いので、B 管より多く流れると錯覚しやすい。

B 管から出た水(電流)のぶんしか A 管に入れないから、注1

A 管の水量 = B 管の水量

電流は A 管 = B 管



〔電圧〕 電源電圧(かけた電圧)を A 管,B 管に配分することになる。

だから

A 管の電位差(電圧) + B 管の電位差(電圧) = 電源電圧

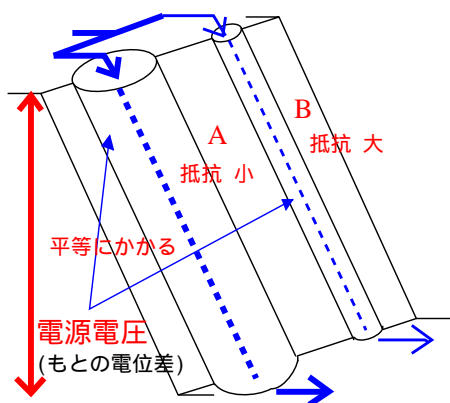
A 管と B 管の電圧配分はそれぞれの抵抗に応じて。(抵抗によってかける馬力がちがう)注2

電源電圧  
(もとの電位差)

注1 はじめから A 管,B 管ともに水がつかまっていると考えよ。B 管から水が出なければ A 管に水は入れない。B 管から水が出れば、そのぶんにあたる水だけが A 管に入れる。

注2 同じ量の水を流すにしても、A 管より B 管の方が細い(抵抗が大きい)から通しにくい。それなら A 管よりよけいに馬力(電圧)をかけてやらなければならない。つまり抵抗の比に電源電圧を配分してやらなければならないわけだ。

## 並列



〔電流〕 細い管、太い管がそれぞれ独立している  
ので、管の太さに応じた分の電流が流れる。  
つまり、各抵抗に応じた電流が流れる。

〔電圧〕 A 管 B 管はそれぞれ独立している。電源  
電圧が A,B の両方に平等にそのままかかる。

つまり、  
電源電圧 = A の電圧 = B の電圧

このように考えれば、中学での電気の基礎理論はほとんど理解したことになると思います。

あとはこれをベースに、もう一度電気の解説書を読み直して細かいことを確認し、問題集に当たれば電気関係で怖いものはなくなるでしょう。

健闘を祈ります。

ウロコ先生(城内貴夫)