

6-1 オームの法則

ここがポイント!

✓ オームの法則を使うと電圧、電流、抵抗を求められる

電圧を求める場合：電圧＝電流×抵抗

電流を求める場合：電流＝ $\frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}}$ 抵抗を求める場合：抵抗＝ $\frac{\text{電圧}}{\text{電流}}$

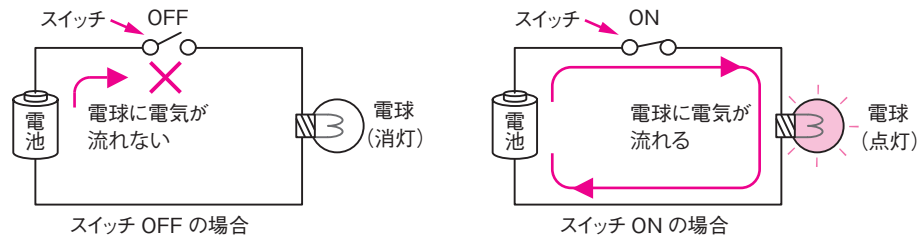
オームの法則は電気の計算をするときによく使われ、「電圧」と「電流」と「抵抗」の関係を表す法則です。電圧・電流・抵抗という言葉はここまでもところどころ出てきましたが、オームの法則をおぼえるためには初めに電圧・電流・抵抗を理解しておかなければなりません。ここでは、電圧・電流・抵抗について一度整理し、その後オームの法則について学習します。

●電圧・電流・抵抗

●電圧

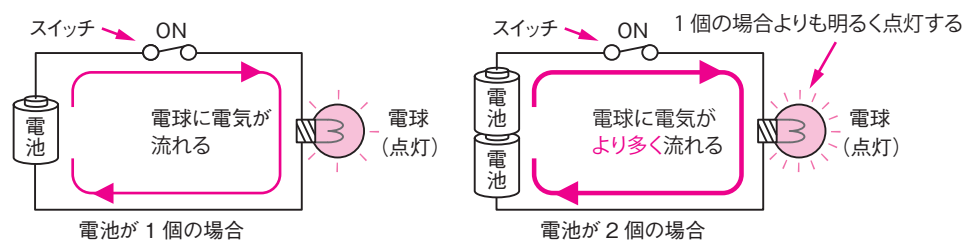
電圧は電気を流そうとする大きさを表わすものです。電圧が大きければ流れる電気の量は多くなり、電圧が小さければ流れる電気の量は少なくなります。

例えば、次のような電池とスイッチと電球を接続した電気回路を考えてみます。スイッチをOFFしているときには電球は点灯しませんが、スイッチをONすると電球が点灯します。



スイッチがOFFのときに電球が点灯しないのは電池と電球がつながっていないためで、電球に電気を流そうとする電圧がかかっていないからです（つまり、電球に電気を流そうとする大きさがゼロの状態）。また、スイッチをONすると電球が点灯するのは、スイッチをONすると電池と電球がつながり、電球に電池の電圧がかかって電球に電気が流れるためです。

では次に、電池を2つ直列（縦）に接続してみます。電池を直列に接続すると電圧は2倍の大きさになります。



電池を2個直列に接続すると電圧の大きさが2倍（つまり、電気を流そうとする大きさが2倍）になるので、電球に流れる電気の量が多くなり、電球は電池が1個の場合よりも明るく点灯します。

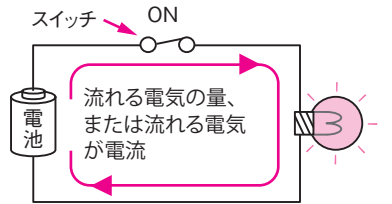
以上のように、電圧の大きさが変わると電気回路に流れる電気の量が変わります。

また、電圧の大きさを表わす単位には「V」（ボルト）が使われ、例えばよく見かける乾電池の電圧の大きさは1.5V、住宅のコンセントの電圧は100Vと表わされています。

●電流

電流は電気回路に流れる電気の量を表わすものです。先ほどの電気回路では、電池が1個のときよりも2個のときの方が流れる電気の量が多くなりました。その流れる電気の量の多い少ないを表わすのが電流の大きさで、流れる電気の量が多いと電流は大きい値、少ないと電流は小さい値になります。また、電流は単に、**電気回路に流れる電気そのもの**をいう場合もあります。

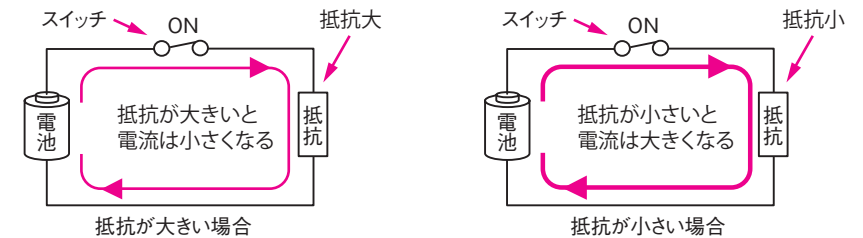
電流の大きさを表わす単位には「A」（アンペア）が使われます。



●抵抗

抵抗は電気回路に流れる電気の流れ（電流）を妨げる大きさを表わすものです。つまり、抵抗が大きいと電流は流れにくく（電流は小さく）なり、抵抗が小さいと電流は流れやすく（電流は大きく）なります。また抵抗は、**電気回路に使われる抵抗器（モノ）**のことをいう場合もあります。

抵抗の大きさを表わす単位には「Ω」（オーム）が使われます。



電圧・電流・抵抗をまとめると次のようになります。電圧・電流・抵抗は電気について考えるときの基本になるので、必ずおぼえるようにしましょう。

	意味	単位
電圧	電気回路に電気を流そうとする大きさを表わすもの	V（ボルト）
電流	電気回路に流れる電気の量を表わすもの。または、流れる電気そのもの	A（アンペア）
抵抗	電気回路に流れる電気の流れ（電流）を妨げる大きさを表わすもの。または、抵抗器（モノ）そのもの	Ω（オーム）

● オームの法則

電圧・電流・抵抗には切っても切れない関係があり、その関係を表わしたものが**オームの法則**です。オームの法則を式で表わすと次のようになります。

$$V = I \times R \quad \dots \textcircled{1}$$

← アルファベットを使って表わしたオームの法則

V は電圧、 I は電流、 R は抵抗を表わし、アルファベットを使わずに次のように書いてもオームの法則を表わすことができます。

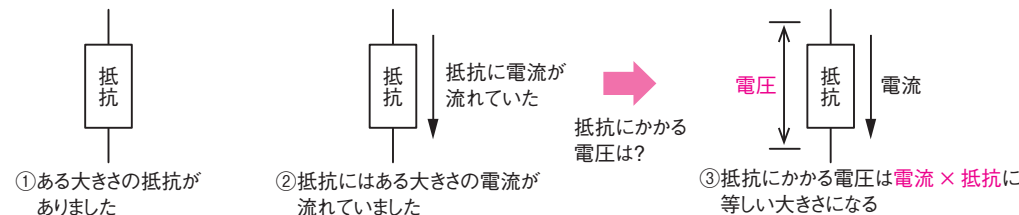
$$\text{電圧} = \text{電流} \times \text{抵抗} \quad \dots \textcircled{2}$$

← これもオームの法則を表わす

②式を見るとわかるように、オームの法則の式は電圧・電流・抵抗の3つでできているので、3つのうちのどれか2つの大きさがわかれば残りの1つを求めることができます。

● オームの法則で電圧を求める場合

②式は、「電流と抵抗をかけたもの」は「電圧」に等しくなることを表わしています。電気回路と照らし合わせて考えると、次のようになります。



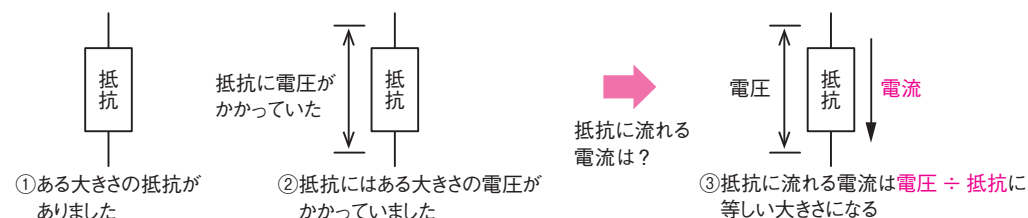
電圧はこのように、**電流と抵抗をかける**と求められます。

● オームの法則で電流を求める場合

②式は方程式なので式を変形する（式の形を変える）ことができます。②式を変形して電流の式にすると、次のようになります。

$$\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} \quad \dots \textcircled{3}$$

③式は、「電圧を抵抗で割ったもの」は「電流」に等しくなることを表わしています。電気回路と照らし合わせて考えると次のようになります。



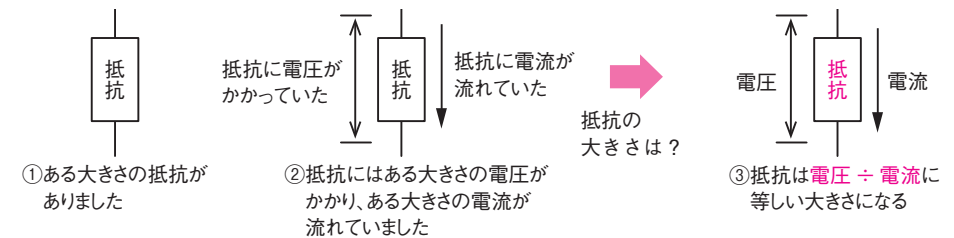
電流はこのように、**電圧を抵抗で割る**と求められます。

● オームの法則で抵抗を求める場合

②式は抵抗の式にも変形することができます。②式を変形して抵抗の式にすると、次のようになります。

$$\text{抵抗} = \frac{\text{電圧}}{\text{電流}} \quad \dots \textcircled{4}$$

④式は、「電圧を電流で割ったもの」は「抵抗」に等しくなることを表わしています。電気回路と照らし合わせて考えると、次のようになります。



抵抗はこのように、**電圧を電流で割る**と求められます。

以上のようにオームの法則は電圧・電流・抵抗の関係を表わし、**3つのうちの2つの大きさがわかると残りの1つを求めることができる法則**です。電気の計算をするときの基本になるので、必ずおぼえておくようにしましょう。

	オームの法則の式	オームの法則の式 (アルファベットで表わした場合)
電圧を求める場合	電圧 = 電流 × 抵抗 (電流と抵抗がわかれば電圧がわかる)	$V = I \times R$
電流を求める場合	電流 = $\frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}}$ (電圧と抵抗がわかれば電流がわかる)	$I = \frac{V}{R}$
抵抗を求める場合	抵抗 = $\frac{\text{電圧}}{\text{電流}}$ (電圧と電流がわかれば抵抗がわかる)	$R = \frac{V}{I}$

(V : 電圧 I : 電流 R : 抵抗)

抵抗の計算例

抵抗にかかる電圧が20V、抵抗に流れる電流が2Aの場合、抵抗の大きさは？

$$\text{抵抗} = \frac{\text{電圧}}{\text{電流}} = \frac{20}{2} = 10\Omega$$

電圧の計算例

抵抗に流れる電流が2A、抵抗の大きさが10Ωの場合、電圧は？

$$\text{電圧} = \text{電流} \times \text{抵抗} = 2 \times 10 = 20\text{V}$$

電流の計算例

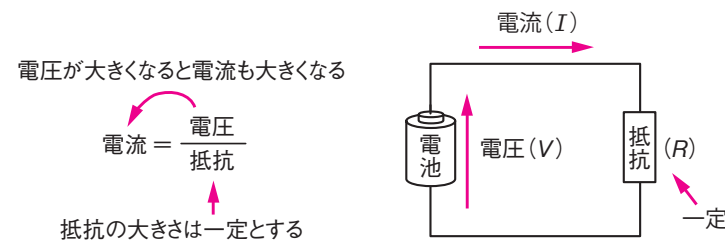
抵抗にかかる電圧が20V、抵抗の大きさが10Ωの場合、電流は？

$$\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} = \frac{20}{10} = 2\text{A}$$

オームの法則（電圧・電流・抵抗の関係）のイメージ

オームの法則は、電圧・電流・抵抗の3つの関係を表わした法則で、例えば、抵抗の大きさが一定で変わらない場合、電圧が大きくなると電流も大きくなります。このようなオームの法則による3つの関係は、水鉄砲

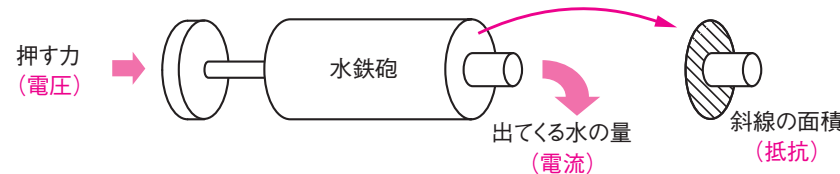
をイメージするとわかりやすくなります。水鉄砲は押すと水が出てきますが、その押す力を電圧、出てくる水の量を電流と考えます。また、水が出てくる穴をふさいでいる面積（下の水鉄砲の図の斜線の面積）を抵抗と考えます。



この水鉄砲で、斜線の面積が変わらない（一定）とした場合に、水鉄砲を強く押すと出てくる水の量はどのようになりますか？ 強く押したので出てくる水の量は多くなります。つまり、抵抗（＝斜線の面積）が一定のときに電圧（＝

押す力）を大きくすると電流（＝出てくる水の量）は大きくなります。

電圧・電流・抵抗の関係がわからなくなったときには、水鉄砲をイメージしてみるとよいでしょう。



オームの法則の式のおぼえ方

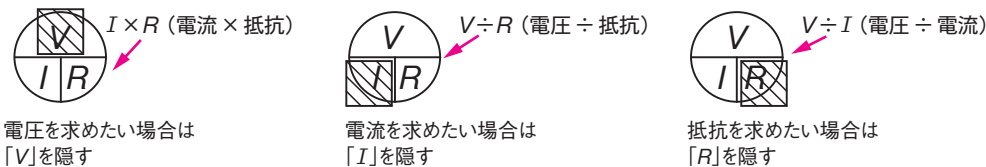
オームの法則の式は、次のような図を書くとおぼえやすいです。



図中の横線は「÷」を表わし、縦線は「×」を表わします。



求めたいものを隠すと、その求めたいものを求める式になっています。



6-2 直列接続と並列接続

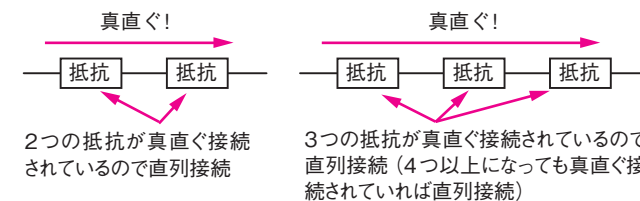
ここがポイント！

- ✓ 抵抗などが真直ぐに接続されている回路を直列接続回路という
- ✓ 抵抗などが並んで接続されている回路を並列接続回路という
- ✓ 直列接続では電流はどれも同じ、並列接続では電圧はどれも同じになる

電気回路の接続方法には「直列接続」と「並列接続」があり、ほとんどの電気回路は、「直列接続だけのもの」「並列接続だけのもの」「直列接続と並列接続を組み合わせたもの」のどれかになります。

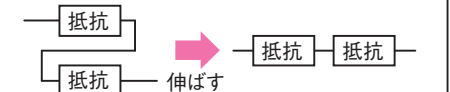
●直列接続

抵抗などが真直ぐに接続されている回路を直列接続回路といいます。例えば、抵抗を次のように真直ぐに接続した回路は、どれも直列接続回路になります。

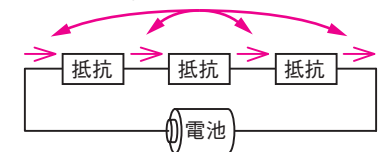


並んでいても直列接続回路

次のような回路も伸ばすと真直ぐになるので、直列接続回路になります。



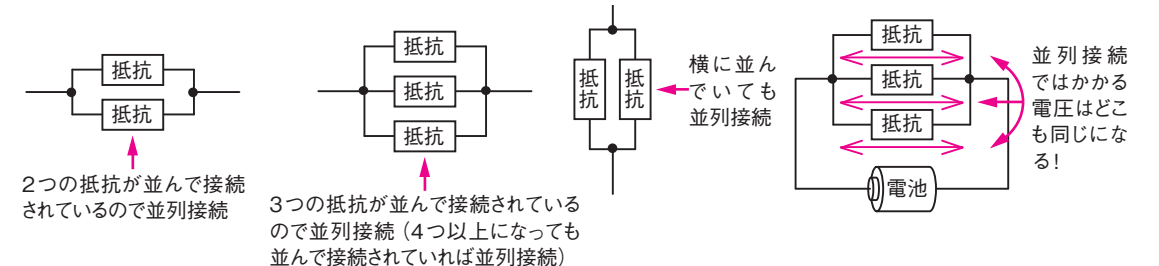
直列接続では流れる電流はどれも同じになる！



また、直列接続された回路では、**どこの電流も同じ**になります。これは電気回路の計算をするときの基本的な考え方になるのでおぼえておきましょう。

●並列接続

抵抗などが並んで接続されている回路を並列接続回路といいます。例えば、抵抗を次のように並べて接続した回路は、どれも並列接続回路になります。



また、並列接続された回路では、**どこの電圧も同じ**になります。これも電気回路の計算をするときの基本的な考え方になるのでおぼえておきましょう。

6-3 電線の抵抗

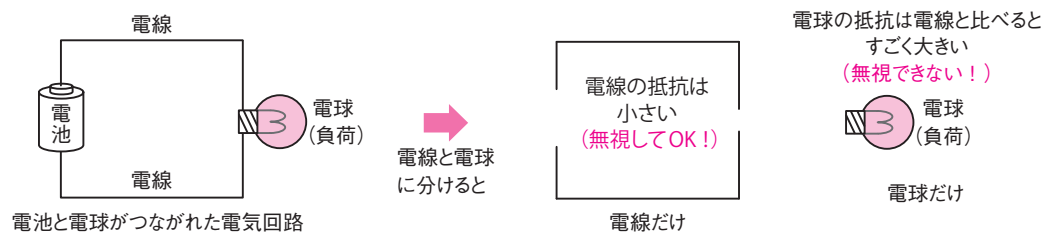
ここがポイント!

- ✓ 電線の抵抗は長さに比例し、太さ(断面積)に反比例する(長くなると大きく、太くなると小さくなる)
- ✓ 電線の抵抗は次の2つの公式のどちらかを使って求める

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad R = \frac{4\rho L}{\pi D^2} \quad \left(\begin{array}{l} R : \text{抵抗} [\Omega] \\ L : \text{長さ} [\text{m}] \\ D : \text{直径} [\text{m}] \end{array} \quad \begin{array}{l} \rho : \text{抵抗率} [\Omega \cdot \text{m}] \\ S : \text{断面積} [\text{m}^2] \end{array} \right)$$

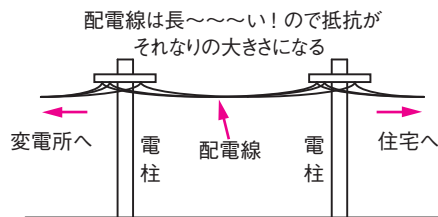
断面積で表わした抵抗の公式 直径で表わした抵抗の公式

電線は電気を流すためのものなので理想的な電線の抵抗は0Ωですが、実際の電線には抵抗があります。しかし、電気回路の計算をするときのほとんどの場合、電線の抵抗は考えずに計算しています。その理由は、電気回路に使われている電線以外のもの(負荷)の抵抗が電線の抵抗と比べるとすごく大きく、電線の抵抗は無視できるくらい小さいからです。



したがって、電線の抵抗を無視できるのは負荷の抵抗と比べて電線の抵抗がすごく小さい場合で、「負荷の抵抗が小さい場合」や「電線の抵抗が大きい場合」には、電線の抵抗も考慮して電気回路の計算をしなければなりません。

電線の抵抗も考慮する場合の例として配電線があります。配電線は電柱から電柱に渡っている電線で、電力会社の変電所(電気を分配しているところ)から住宅やビルまでつながっています。そのため、配電線の長さはすごく長くなる場合があります。電線は長くなればなるほど抵抗が大きくなるので、配電線の計算をするときには電線の抵抗を考慮しなければならない場合があります。

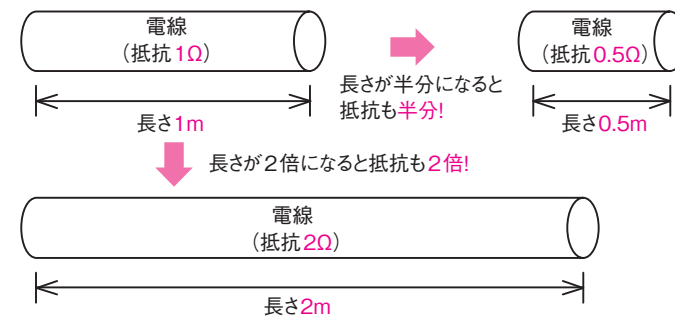


試験では、電線の抵抗について問う問題がよく出題されています。電線の抵抗は長さや太さが変わるとどうなるのか、また、公式を使った電線の抵抗の求め方などをおぼえておきましょう。

●電線の長さや太さと抵抗の関係

●電線の長さとの関係

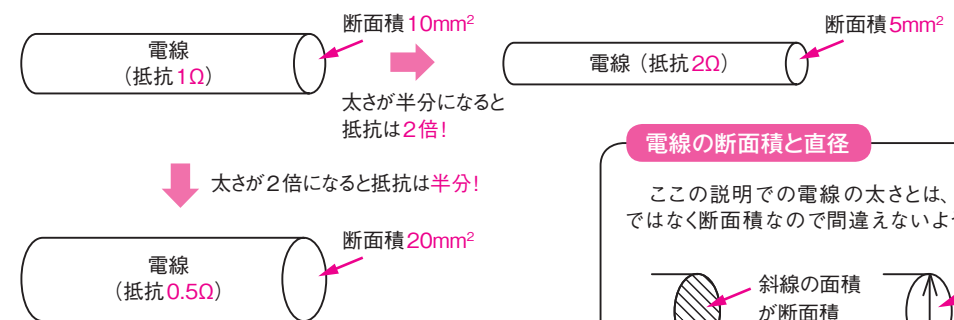
電線の抵抗は、電線が長くなると大きくなり、短くなると小さくなります。例えば次のような長さ1mで抵抗が1Ωの電線があるとしします。この電線の抵抗は、長さが2倍になると(太さは同じとする)抵抗も2倍になり、長さが半分(1/2倍)になると抵抗も半分(1/2倍)になります。



このように電線の抵抗は長さに比例し、長さが2倍になると抵抗も2倍、長さが3倍になると抵抗も3倍・・・になります。

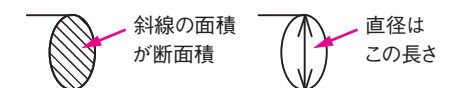
●電線の太さと抵抗の関係

電線の抵抗は、電線が太くなると小さくなり、細くなると大きくなります。例えば次のような太さ10mm²で抵抗が1Ωの電線があるとしします。この電線の抵抗は、太さが2倍になると(長さは同じとする)抵抗は半分(1/2倍)になり、太さが半分(1/2倍)になると抵抗は2倍になります。



電線の断面積と直径

この説明での電線の太さとは、電線の直径ではなく断面積なので間違えないようにしましょう。



このように電線の抵抗は太さ(断面積)に反比例し、太さが2倍になると抵抗は1/2倍、太さが3倍になると抵抗は1/3倍・・・になります。

●電線の抵抗率

抵抗率とは材料(銅や鉄など)によって決まる値で、電線に抵抗率が小さい材料を使うとその電線の抵抗は小さくなり、抵抗率が大きい材料を使うとその電線の抵抗は大きくなります。代表的な金属の材料とその抵抗率は、次のようになります。

材料	抵抗率 [Ω・m]	
銀	1.62 × 10 ⁻⁸	抵抗率が小さい ↓ 抵抗率が大きい
軟銅	1.72 × 10 ⁻⁸	
金	2.40 × 10 ⁻⁸	
アルミニウム	2.82 × 10 ⁻⁸	
鉄	10.0 × 10 ⁻⁸	

(20℃)

抵抗率と導電率

抵抗率は材料の電流の通しにくさを表わしたのですが、反対に電流の通しやすさを表わしたものを導電率といいます。抵抗率と導電率はそれぞれ逆数の関係になります。

$$\text{導電率} = \frac{1}{\text{抵抗率}} \quad [\text{S/m}]$$

この中では銀の抵抗率が一番小さいので、電線に銀を使うと電線の抵抗を小さくできますが、銀は高価なので一般的には銅またはアルミニウムが使われています。また、抵抗率の単位は「Ω・m」(オームメートル)で、抵抗率を表わす記号には一般的にギリシャ文字の「ρ」(ロー)が使われます。