

# 電気抵抗とは何か？

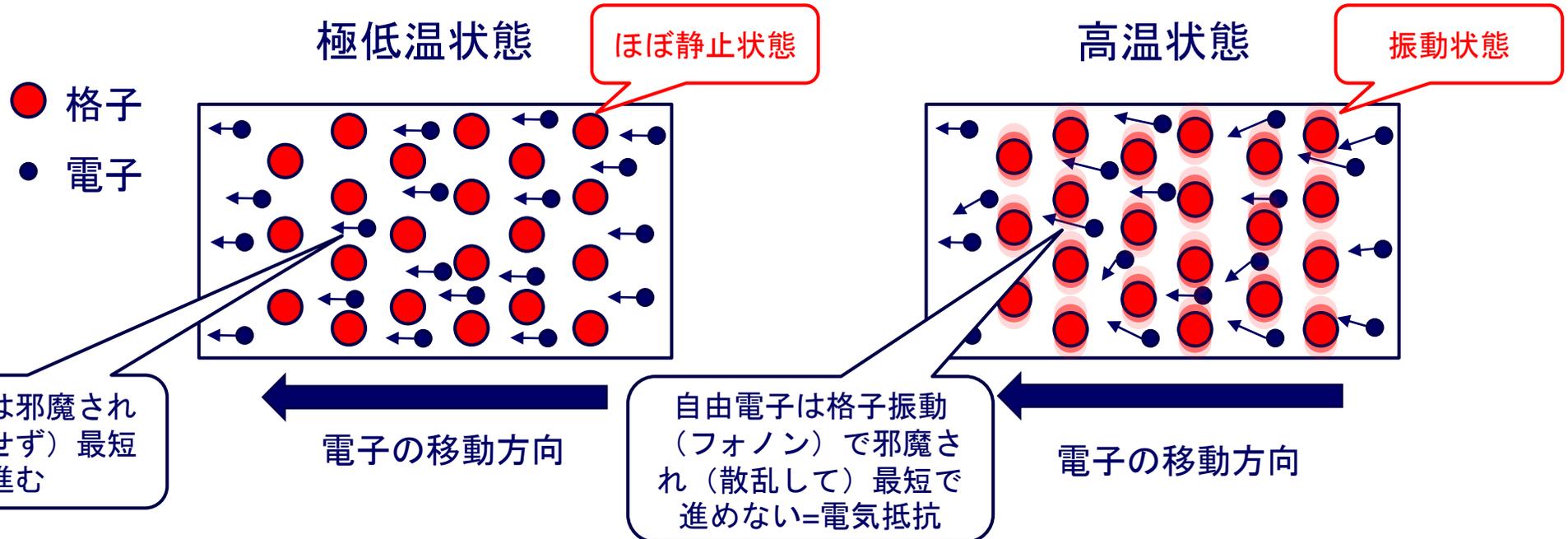
## 電気抵抗のメカニズム

自由電子の移動量\*が少なくなる要因を電気抵抗という。電気抵抗を決める特性として主に下記がある。

- ・ 材料の物性に依存する自由電子の量
- ・ 材料の熱振動による電子の移動の妨げ

\*移動量：ここでは、  
[一定方向へ電子の平均移動距離 × 電子の数]  
のことを表す。  
つまりすべての自由電子の一定方向への移動距離の総和を表す。

例) 導体の温度による電気抵抗の違いについて



導体は温度が高いほど電気抵抗が高くなる

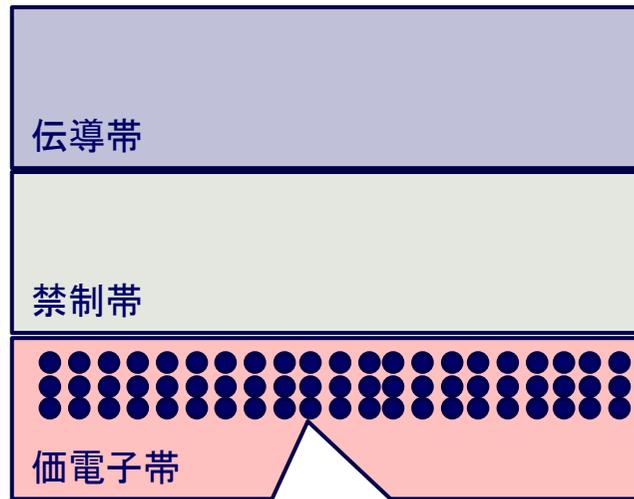
# 電気抵抗とは何か？

## 電気抵抗のメカニズム (補足)

半導体や絶縁体については格子振動による電気抵抗以外にも、  
バンドギャップ (禁制帯) による電気抵抗がある

### 例) 半導体や絶縁体の電気抵抗

- 正孔 (ホール)
- 電子



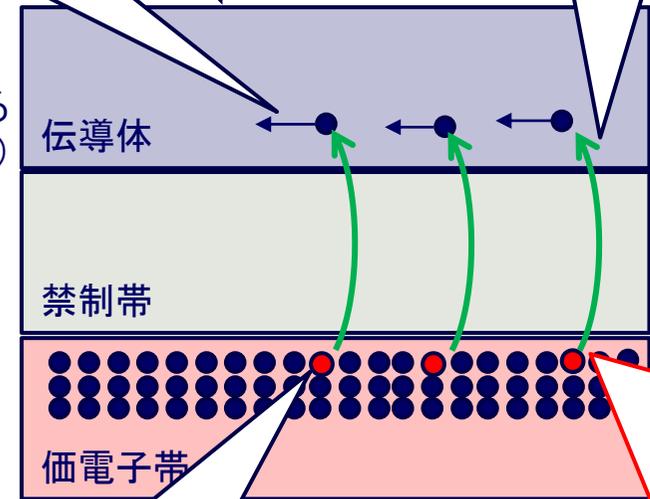
エネルギーを与える (電圧、光、熱など)



伝導帯の電子は動くことができる

電子の移動方向

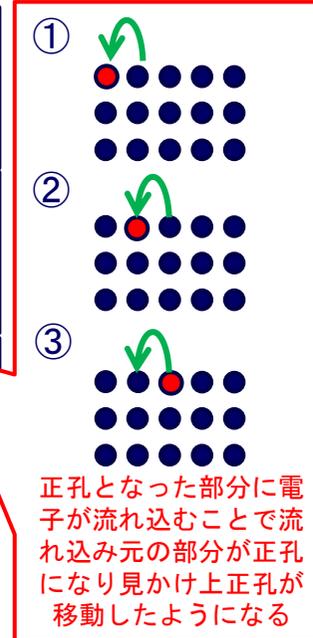
エネルギーを受け 禁制帯を飛び越える



電子がなくなった 粒子が正孔となる

正孔の移動方向

#### 正孔の移動



用語	説明
禁制帯	電子が存在できない領域
伝導帯	電子の移動ができる領域
価電子帯	電子が多く存在している領域 (多すぎて移動ができない)

半導体：禁制帯のエネルギーギャップが小さい物質  
絶縁体：禁制帯のエネルギーギャップが大きい物質

半導体は温度が高いほど禁制帯を飛び越えやすくなり 電気抵抗が低くなる

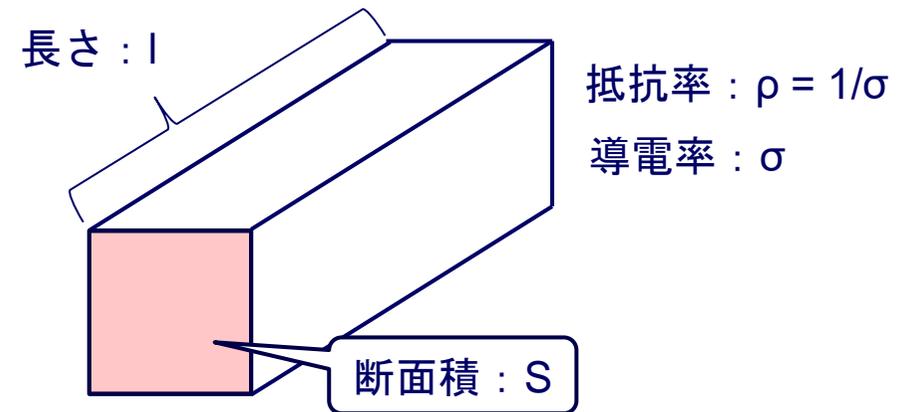
## 電気抵抗の公式

\*Ω : オームと読む

### 電気抵抗の公式

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

記号	単位	説明
$R$	$\Omega^*$	電気抵抗。Resistorの頭文字
$l$	m	物質の長さ
$S$	$m^2$	物質の断面積
$\rho$	$\Omega m$	物質の抵抗率
$\sigma$	$1/\Omega m$	物質の導電率。抵抗率の逆数



### Tips

公式丸暗記ではなく、定性的な考えから公式を導出できるようにしよう。  
面積 ( $S$ ) が大きい → 抵抗 ( $R$ ) が小さくなる →  $S$ は分母  
長さ ( $l$ ) が大きい → 抵抗 ( $R$ ) が大きくなる →  $l$ は分子

# 電気抵抗とは何か？

\*Ω：オームと読む

## 電気抵抗率

材料ごとの電気の流しやすさを表す物性値。材料ごとに決められている。

### 例) 材料ごとの抵抗率

抵抗率： $\rho$  [ $\Omega\text{m}$ ]

10<sup>-8</sup>    10<sup>-6</sup>    10<sup>-4</sup>    10<sup>-2</sup>    1    10<sup>2</sup>    10<sup>4</sup>    10<sup>6</sup>    10<sup>8</sup>    10<sup>10</sup>

導体	半導体*	絶縁体
銅、銀、金 アルミ、鉄	ゲルマニウム、シリコン	ゴム、ガラス、 セラミックス



銅線



シリコン



ガラス



電気が流れやすい

電気が流れにくい

\*半導体：導体と絶縁体間の電気導電性をもつ物質。状態によって導体と絶縁体両方の特性を持つことができる

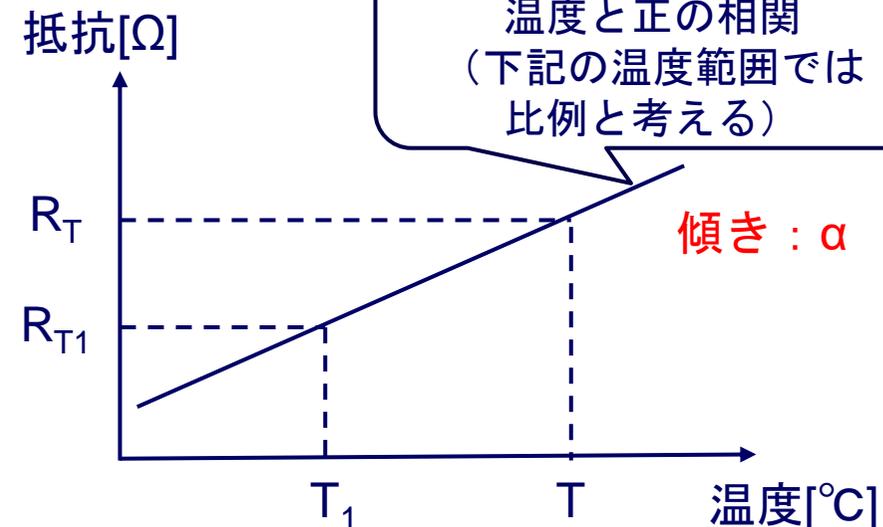
# 電気抵抗とは何か？

## 導体の電気抵抗の温度特性について

### 導体の電気抵抗の温度特性の公式

$$R_T = R_{T_1} \{1 + \alpha(T - T_1)\}$$

記号	単位	説明
$R_T$	$\Omega$	温度 $t$ における電気抵抗
$R_{T_1}$	$\Omega$	基準温度 $t_1$ における電気抵抗
$\alpha$	-	基準温度 $t_1$ における温度係数
$T_1$	$^{\circ}\text{C}$	基準温度
$T$	$^{\circ}\text{C}$	現在温度



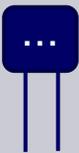
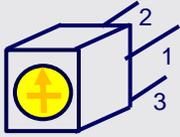
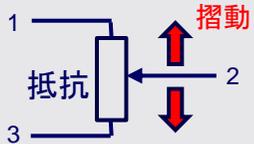
### Tips

基準温度 $T_1$ は、基本的に $20^{\circ}\text{C}$ とされることが多い。  
右表は、 $20^{\circ}\text{C}$ における各金属の温度係数

金属	温度係数@ $20^{\circ}\text{C}$ [ $1/^{\circ}\text{C}$ ]
銀 (Ag)	0.0038
銅 (Cu)	0.00393
アルミニウム (Al)	0.0039
鉄 (Fe)	0.005
ニクロム (Ni-Cr)	0.0002

## 電気抵抗器の種類

電気機器の内部には、下表のような抵抗器が使用されている

種類	形状	機能	補足
固定抵抗器	表面実装型		0402や0603などの数字で縦横の長さが定義される。  カラーコードが抵抗値を表している。
	アキシャル型		
	ラジアル型		
半固定抵抗器	右図の形状が主		内部回路 
可変抵抗器	右図の形状が主		
シャント抵抗器	様々		電流測定用の抵抗器。 抵抗が小さく、両端に測定用のタップがある

## 電気抵抗体の種類

電気抵抗で使われる抵抗体について下表にまとめる

抵抗体	特徴	メリット	デメリット
炭素被膜抵抗	一般的な抵抗器	価格が安い	誤差大きい。 (5%程度)
金属皮膜抵抗	厚膜型：汎用向け。	精度がよい。 温度特性がよい	価格が比較的安い
	薄膜型：高精度機器向け	高精度。 温度特性がよい	価格が高い
酸化金属皮膜抵抗	中電力向け（1W~5W程度）抵抗器	中電力を扱える 耐熱性が高い	価格高い
巻線抵抗	抵抗体にらせん状の金属線を用いたもの	温度特性がよい 耐熱性が高い 中電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い
セメント抵抗	大電力用（2W~20W）	絶縁性がよい 耐熱性がよい 大電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い
メタルクラッド抵抗	巻き線抵抗の一種 絶縁の上で金属の外装を使用 放熱板と共に使用する	大電力を扱える	高周波に向かない 価格が高い サイズが大きい