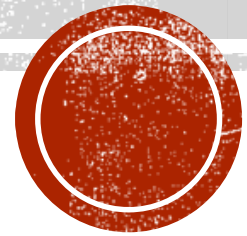


電気磁気学 I 第 1 2 回

抵抗

電子情報システム工学科
奥宏史



今日学ぶこと

- オームの法則
- 電界と電流密度の境界条件

電荷の運動モデル

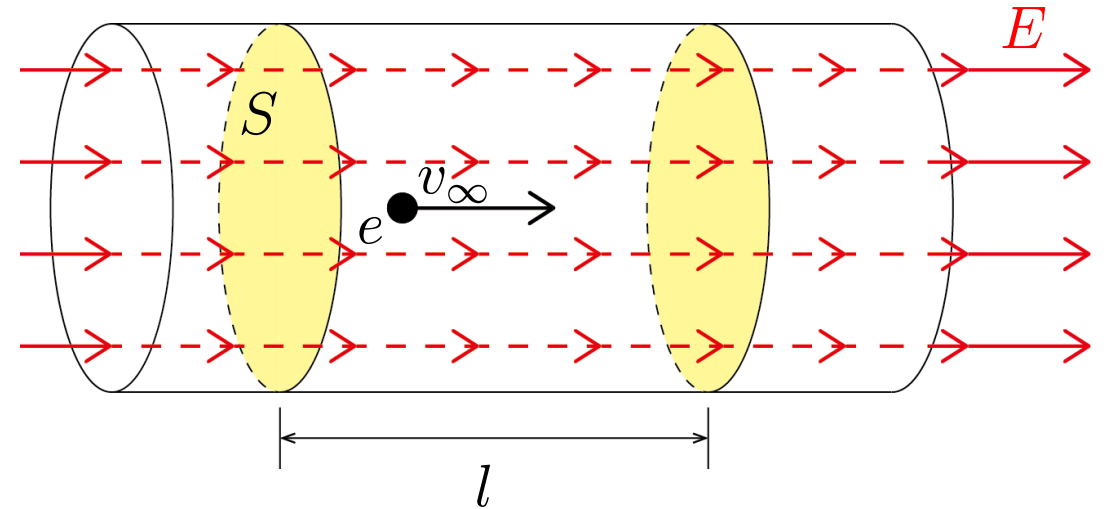
- 大きさ E の一様な電場に置かれた電気素量 e , 質量 m の正電荷の運動を考える。
- 電荷の速さを $v=v(t)$ とする。
- 電荷は速さに比例する抵抗力（比例定数 k ）を受けるとする。

このとき運動方程式は

$$m \frac{dv}{dt} = eE - kv$$

$v(0) = 0$ として解くと,

$$v(t) = \frac{eE}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$$



$$v_\infty := \lim_{t \rightarrow \infty} v(t) = \frac{eE}{k}$$

これを電荷の平均速さとする

オームの法則

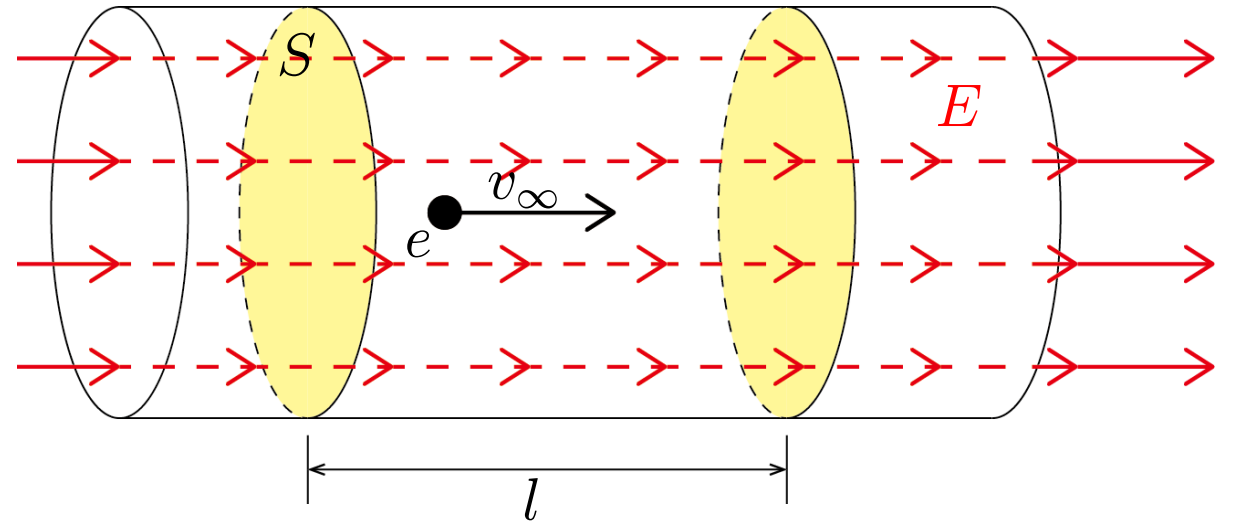
- 導体の断面積 S , 数密度 n とする。

電流 (の大きさ) I は

$$I = enSv_{\infty} = enS \cdot \frac{eE}{k} = \frac{e^2 n S E}{k}$$
$$= \frac{e^2 n S}{kl} V = \frac{1}{R} V$$

電流密度 (の大きさ) i は

$$i = \frac{I}{S} = \frac{e^2 n}{k} E = \kappa E$$



オームの法則

$$I = \frac{1}{R} V, \quad R = \frac{k}{e^2 n} \cdot \frac{l}{S} = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{l}{S}$$

$$i = \kappa E, \quad \kappa = \frac{e^2 n}{k}$$

抵抗率

導電率

良導体と絶縁体

良導体

物質	抵抗率 ($\Omega \cdot \text{m}$)
銅 (20°C)	1.72×10^{-8}
銀 (20°C)	1.62×10^{-8}
金 (20°C)	2.40×10^{-8}
アルミニウム (20°C)	2.75×10^{-8}

絶縁体

物質	抵抗率 ($\Omega \cdot \text{m}$)
ガラス	$10^9 \sim 10^{11}$
ポリスチレン	$10^{15} \sim 10^{19}$
ポリエチレン	$> 10^{14}$
アルミナセラミック	$10^9 \sim 10^{12}$

完全導体

- 導電率 κ が無限大の理想的な物質
- 完全導体内で電界 \mathbf{E} はつねに 0

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{i}}{\kappa}, \quad \lim_{\kappa \rightarrow \infty} \frac{\mathbf{i}}{\kappa} = 0$$

- 完全導体内は等電位

電界，電流密度の境界条件

- 導電率 κ の値が異なる2種の媒質の境界面



電流密度の**法線成分**が保存

$$i_{n1} = i_{n2}$$

電界の**接線成分**が保存

$$E_{t1} = E_{t2}$$

まとめ

- オームの法則
- 電界と電流密度の境界条件