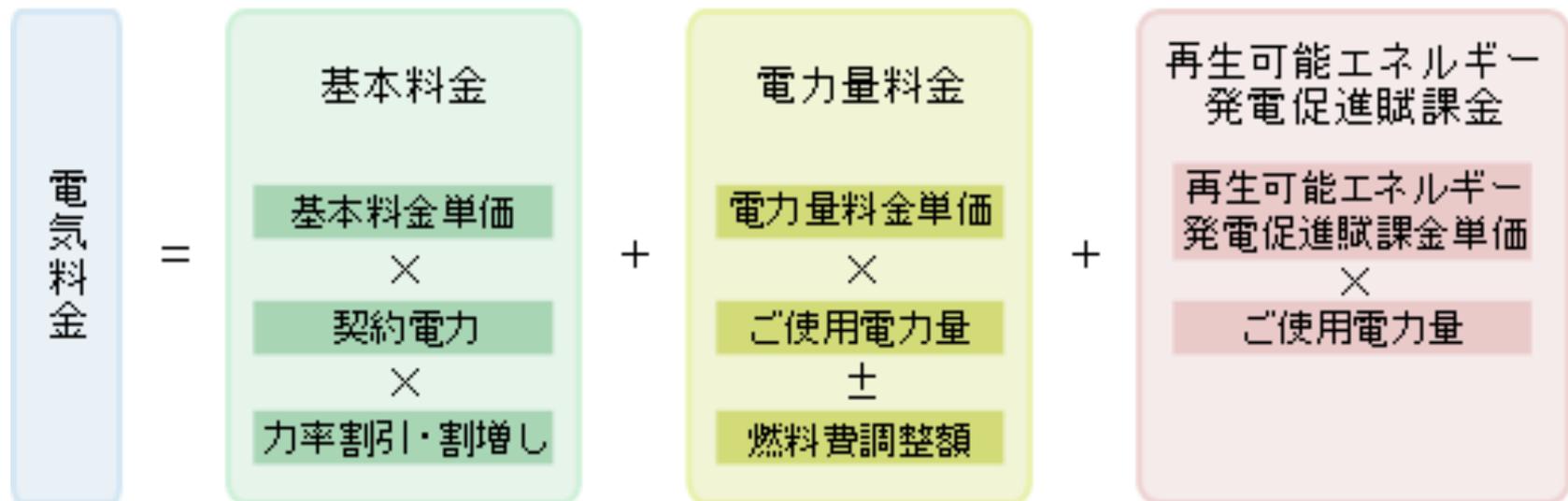


# 電力と力率



# 電力計算:

$$\dot{V} = V_e e^{j(\omega t + \theta_v)}$$

$$\dot{V} = Z * \dot{I}$$

$$Z \Rightarrow R, j\omega L, 1/j\omega C$$

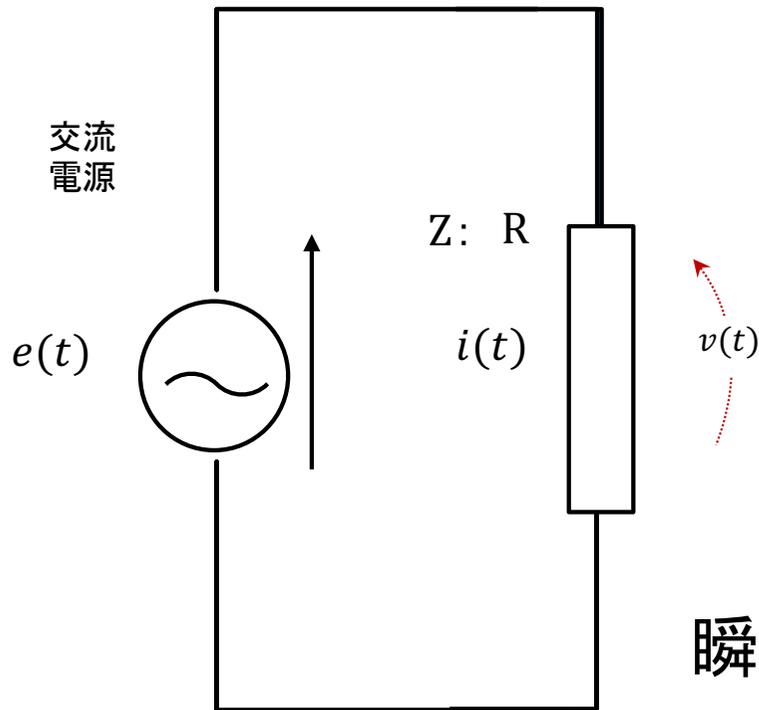
$$\dot{I} = I_e e^{j(\omega t + \theta_v - \frac{\pi}{2})}$$

線形

$$P(t) = \dot{V} * \dot{I} \quad \text{非線形}$$

$$P(t) = V_e I_e e^{j(2\omega t + 2\theta_v - \frac{\pi}{2})}$$

# 正弦波交流電力の計算：インピダンスは抵抗のみ



$$e(t) = E_m \sin(\omega t + \theta)$$

$$i(t) = \frac{e(t)}{R} = \frac{E_m}{R} \quad \text{瞬時値}$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta)$$

$$\text{瞬時電力 } P(t) = E_m I_m \sin^2(\omega t + \theta)$$

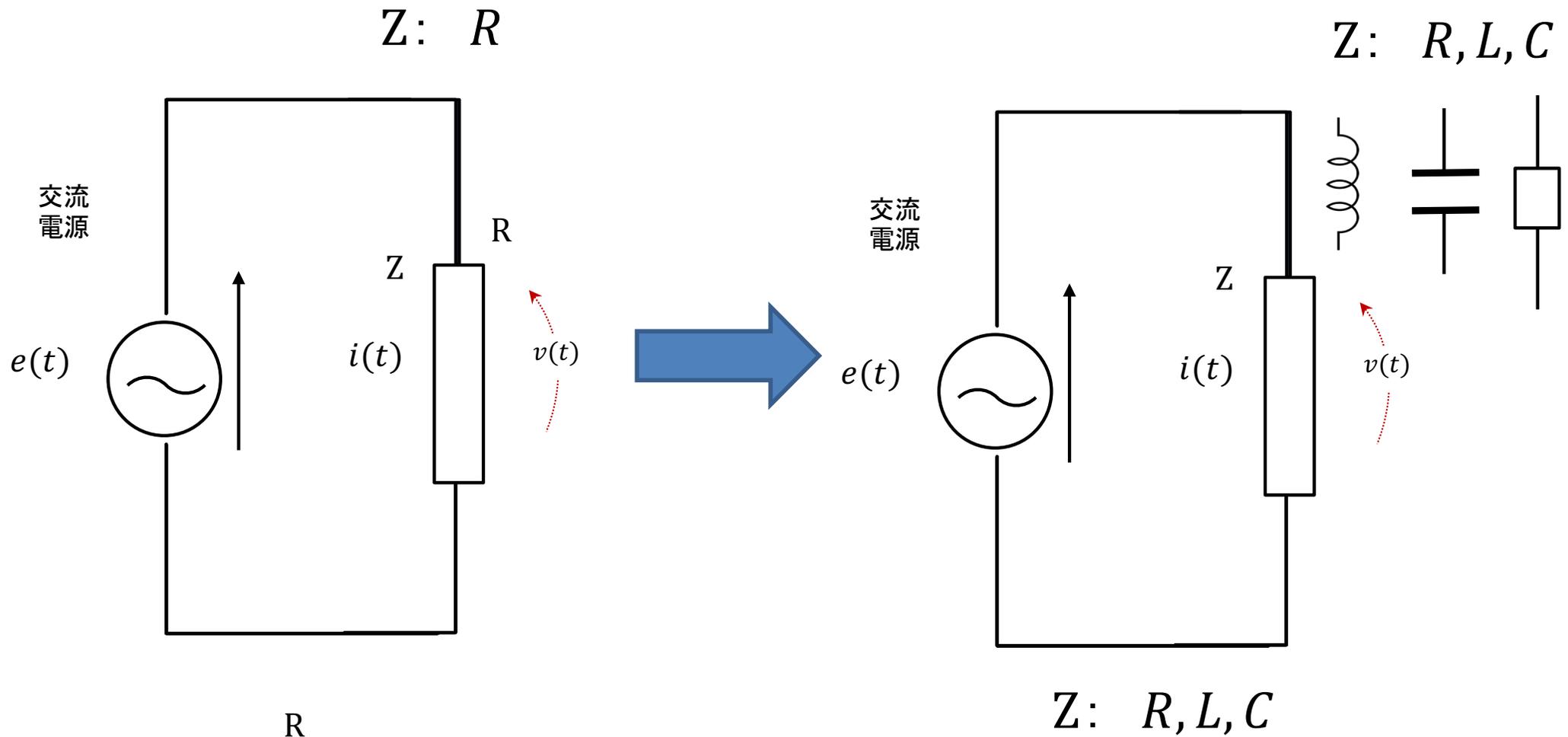
$$\text{平均電力 } P_a = \int_0^T P(t) dt$$

$$P_a = \frac{1}{2} E_m I_m = \frac{\sqrt{2}}{2} I_m \frac{\sqrt{2}}{2} E_m = I_e E_e$$

電流の実効値

電圧の実効値

# 正弦波交流電力の計算： $L, C$ まで拡張する



位相の遅れと進みがない  
電流電圧が同一位相

位相の遅れと進みが生じる  
電流電圧の位相が異なる！

# 有効電力 $P$ と力率

$$P = V_e I_e \cos(\theta_I - \theta_v) \quad P = V_e I_e$$

位相角:  $\theta = \theta_I - \theta_v$

$$P = V_e I_e \cos(\theta)$$

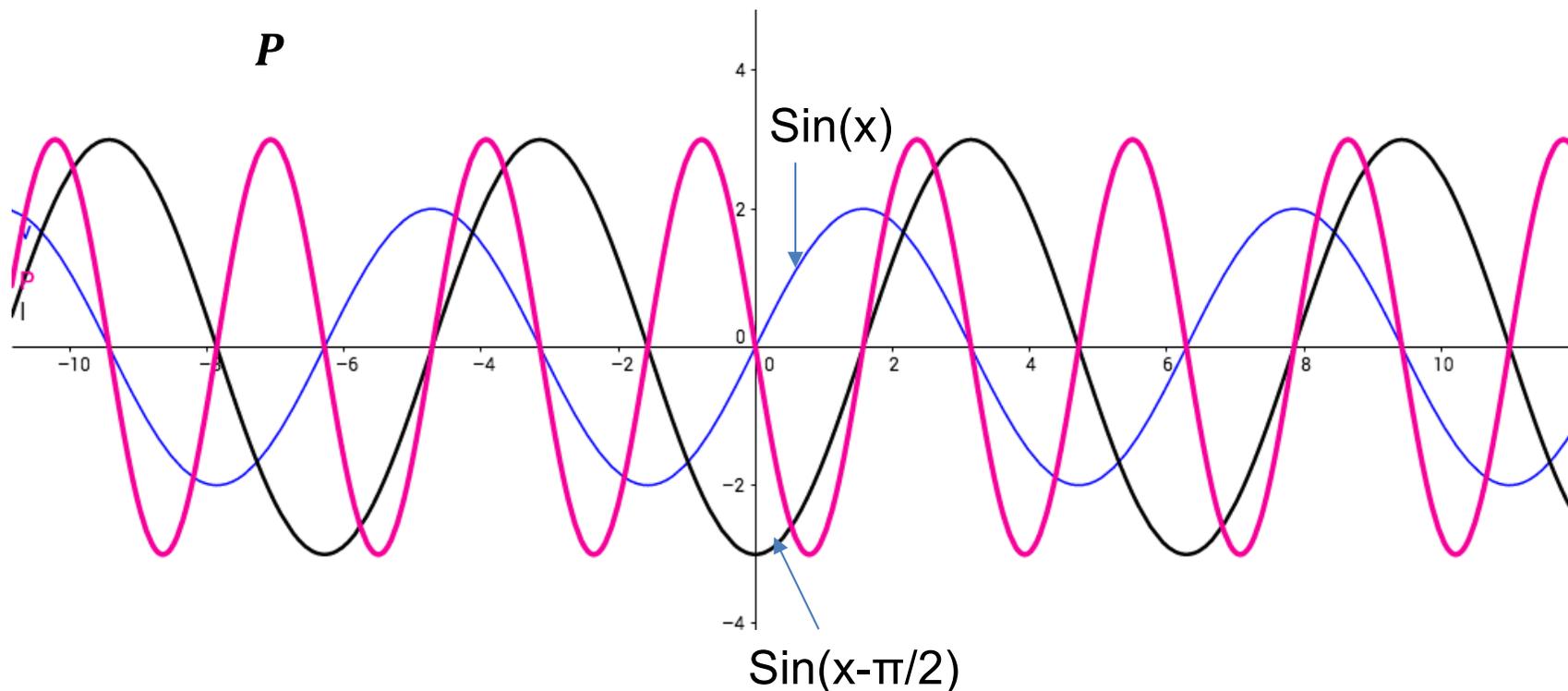
$$\cos(\theta) = \frac{P}{V_e I_e} \quad \cos(\theta) : \text{力率}$$

# 有効電力 $P$ と力率

コンデンサ:  $\cos(\theta) = \cos(-90) = 0$

コイル:  $\cos(\theta) = \cos(90) = 0$

$$P = V_e I_e \cos(\theta) = 0$$



# 各回路素子単体における有効電力 $P$

$$P = V_e I_e \cos(\theta)$$

抵抗:  $\cos(\theta) = \cos(0) = 1$   $P = V_e I_e$

コイル:  $\cos(\theta) = \cos(90) = 0$   $P = 0$

コンデンサ:  $\cos(\theta) = \cos(-90) = 0$   $P = 0$

# 有効電力 (W)

$$P = V_e I_e$$



有効電力: W

$$\cos(\theta)$$



力率



# 無効電力

$$P_r = V_e I_e$$

$$\sin(\theta)$$

無効電力:var (ヴァール)

$P_r$ : rはreactive



# 皮相電力： $P_a$

$$\text{皮相電力：} P_a = V_e I_e$$

$P_a$  :  $a$ は *apparent*

皮相電力

$P_a$



皮相電力：VA（ボルトアンペア）

# 電力の複素数表示:

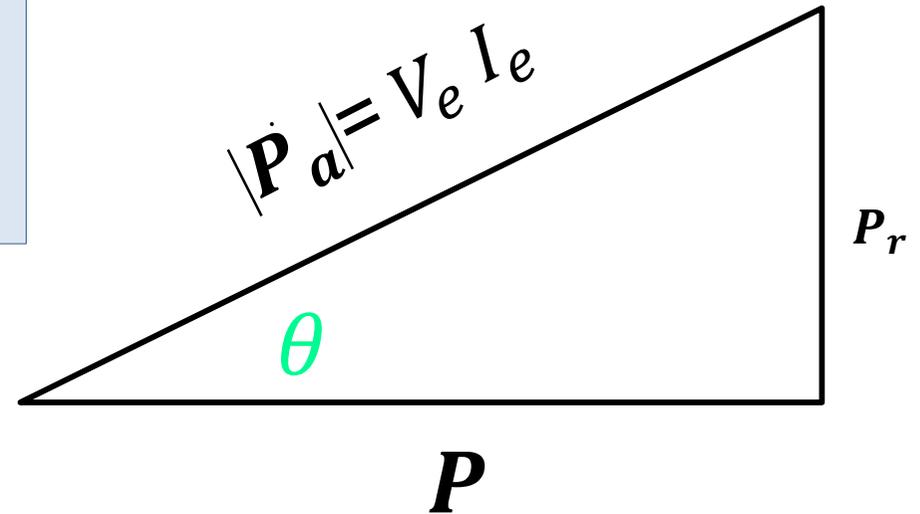
$$P = P_a \cos(\theta)$$

$$P_r = P_a \sin(\theta)$$

$$\dot{P}_a = P + jP_r$$

$$\dot{P}_a = |\dot{P}_a| \cos(\theta) + j|\dot{P}_a| \sin(\theta)$$

$$\dot{P}_a = V_e I_e^* e^{j\theta} = V_e I_e \angle \theta$$



# 電力の複素数表示:

$$\dot{P}_a = V_e I_e^* e^{j\theta} = V_e I_e \angle \theta$$

$$\theta = \theta_I - \theta_v$$

$$\dot{P}_a = V_e I_e^* e^{j(\theta_I - \theta_v)}$$

$$\dot{P}_a = V_e e^{j(-\theta_v)} * I_e e^{j(\theta_I)}$$

# 電力の複素数表示:

$$\theta = \theta_I - \theta_V$$

$$\dot{P}_a = V_e e^{j(-\theta_v)} * I_e e^{j(\theta_I)}$$

$$\dot{V} = V_e e^{j(\theta_v)}$$

$$\bar{\dot{V}} = V_e e^{j(-\theta_v)}$$

$$\dot{I} = I_e e^{j(\theta_I)}$$

$$\dot{P}_a = \bar{\dot{V}} * \dot{I}$$

$$\theta = \theta_V - \theta_I$$

$$\dot{P}_a = \bar{\dot{I}} * \dot{V}$$

複素数の共役

$$a + jb$$

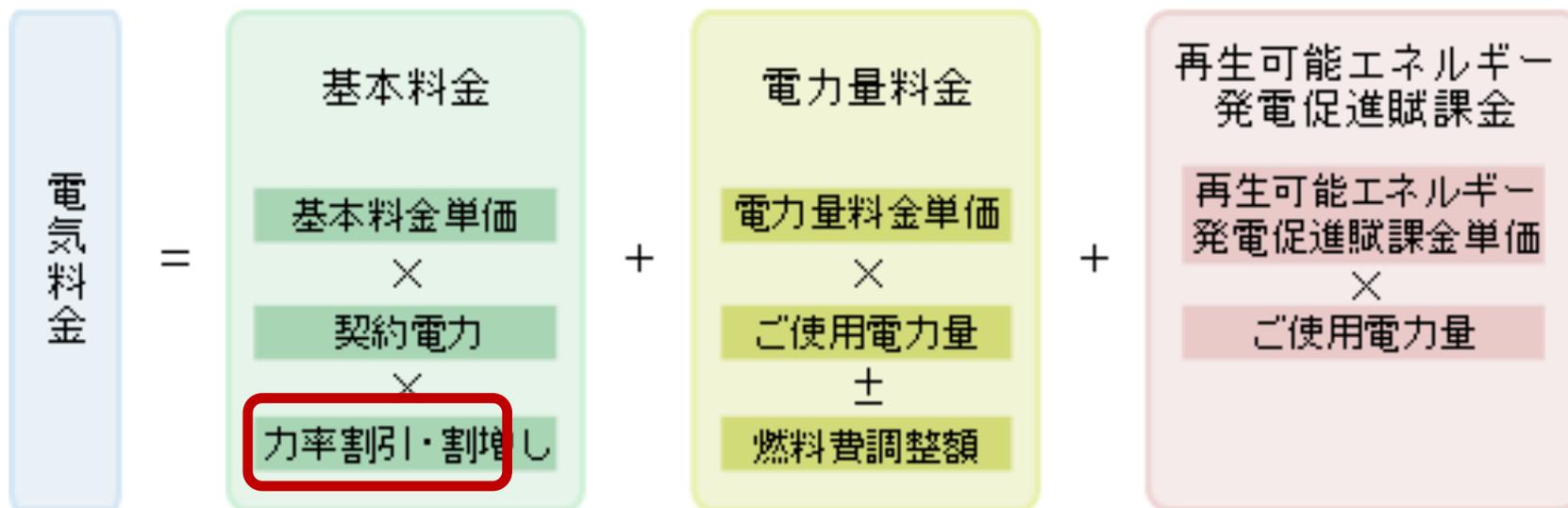
$$\bar{a} = a$$

$$\overline{jb} = -jb$$

$$\overline{a + jb} = a - jb$$

$$\overline{3 + j4b} = 3 - j4$$

# 力率と電気料金の関係：



家電の力率の値(目安)		原因	位相
蛍光灯	80～90%	コイル	遅れる
エアコン	70～90%	コイル	遅れる
冷蔵庫	コイル(モーター)	コイル(モーター)	遅れる
掃除機	60～65%	コイル(モーター)	遅れる
洗濯機	70～80%	コイル(モーター)	遅れる

# 力率と電気料金の関係:

電力会社は力率が悪い事を嫌う理由

(1) 電気代は有効電力分  $P$  しか請求できない

(2) 電気供給の際に、有効電力よりも大きい電力が必要なため発電、送電、変電などの設備に投資がかかる

