# 消費電力・力率



## 傾向と対策

・問題自体は，難しいとはいえない。
　是非とも，確実に点を取りたい問題。

・いろいろと形を変えて出てくる。
　（同じ形では出にくい）

・以下について，よく理解しておく
　・交流回路のインピーダンス
　・有効電力/皮相電力，力率

→特に，複素平面で考える力が必要。

## 過去問題

(H20.7) B-2

次の記述は，図に示す回路の電流と電力について述べたものである。___内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし，負荷A及びBの特性は，表に示すものとする。また，交流電源 $\dot{V}$ は，$\dot{V}=100$ [V] とする。

(1) 交流電源$\dot{V}$から流れる電流$\dot{I}$の大きさは，＿ア＿[A]である。

(2) $\dot{I}$は$\dot{V}$より位相が，＿イ＿いる。

(3) 回路の有効電力は，＿ウ＿[W]である。

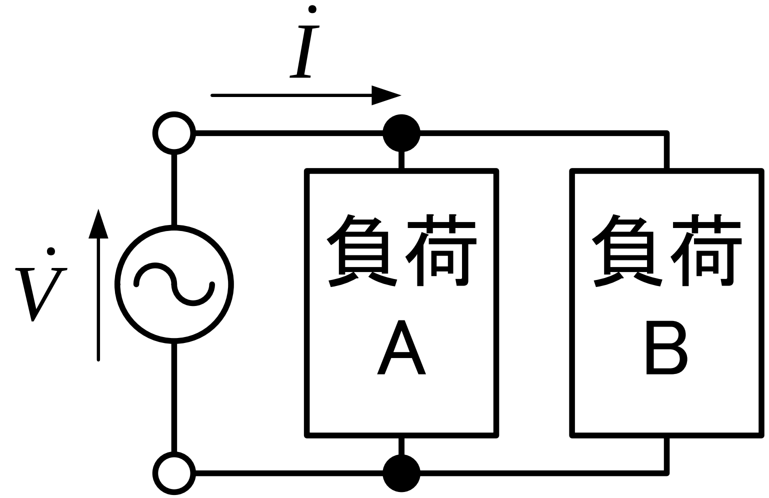
(4) 回路の力率は，＿エ＿である。

(5) 回路の皮相電力は，＿オ＿[VA]である。

1 $28$　　2 $2{,}000$　　3 $1{,}000$　　4 $1/\sqrt{2}$

5 遅れて　　6 $10\sqrt{5}$　　7 $1{,}000\sqrt{5}$

8 $2000\sqrt{2}$　　9 $2/\sqrt{5}$　　10 進んで




| | 負荷A | 負荷B |
|---|---|---|
| 負荷の性質 | 容量性 | 誘導性 |
| 有効電力 | 1,200 [W] | 800 [W] |
| 力率 | 0.6 | 0.8 |

## 要点整理

### 【公式1】皮相電力・有効電力・無効電力・力率

$$P = |\dot{V}||\dot{I}|$$ ：皮相電力 [VA]

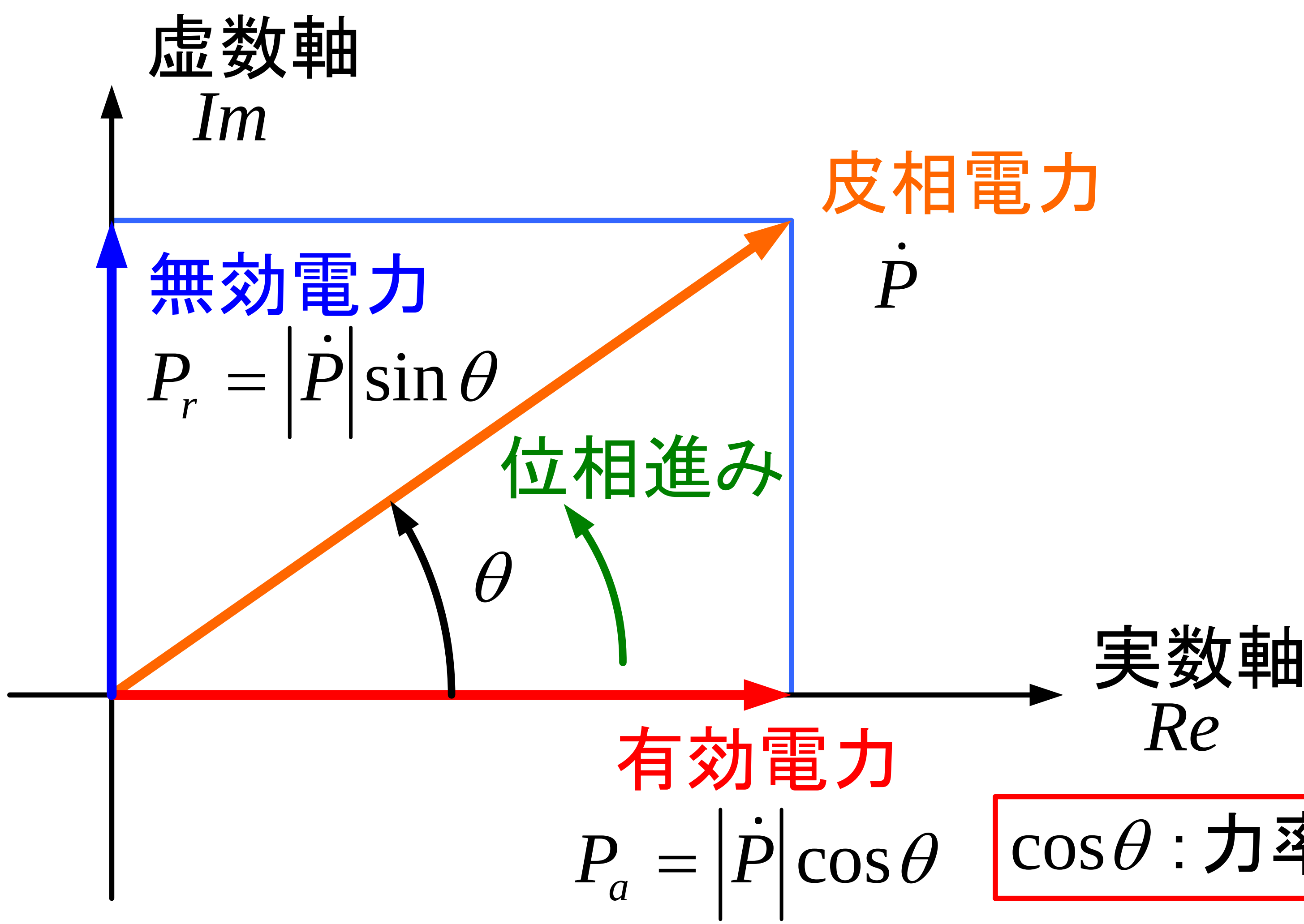
$$P_a = |\dot{V}||\dot{I}|\cos\theta$$ ：有効電力 [W]

$$P_r = |\dot{V}||\dot{I}|\sin\theta$$ ：無効電力 [Var]

ただし,

$\cos\theta$ ：力率

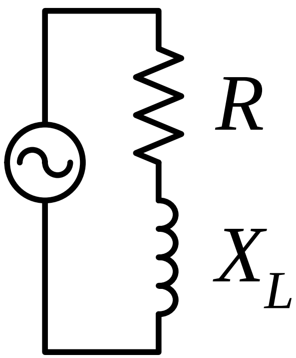
ベクトル図で考えると…

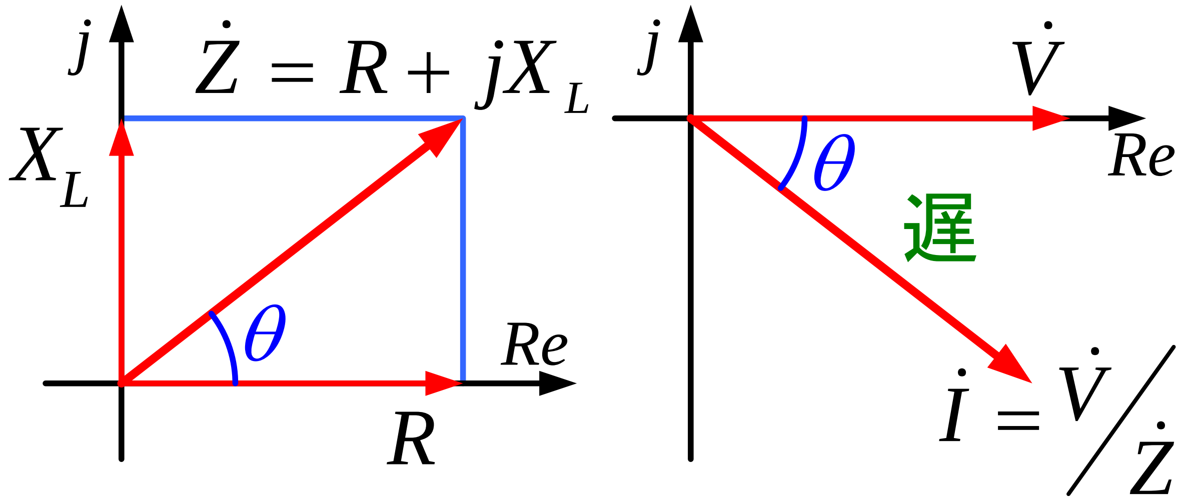



$\cos\theta$ : 力率

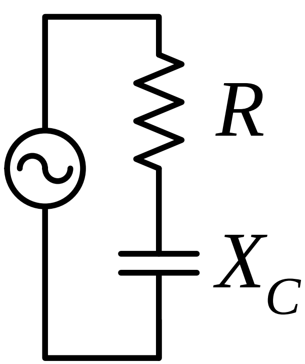
# 【基本1】負荷の容量性/誘導性と位相

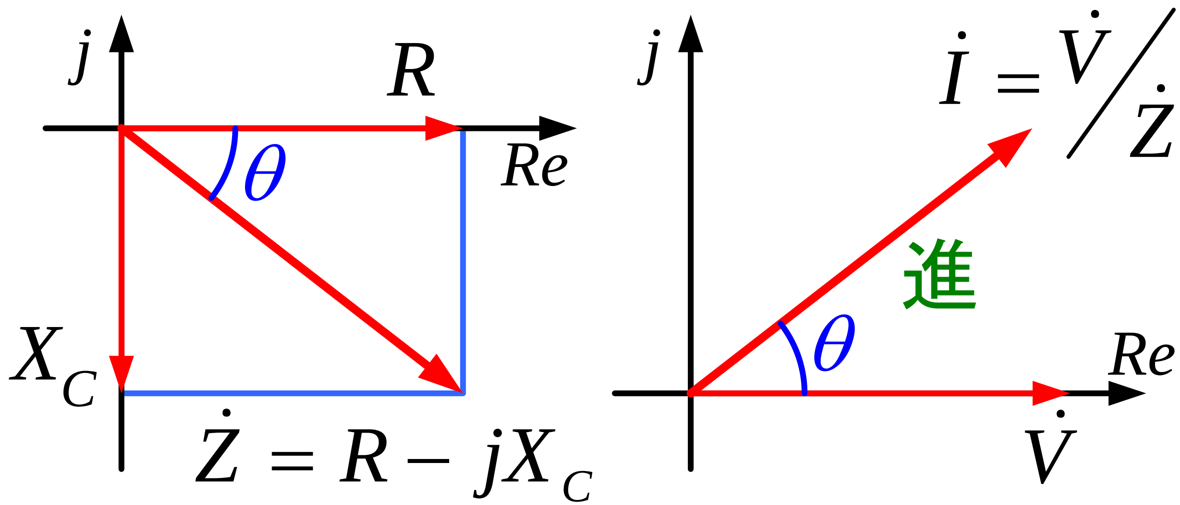
## 誘導性




## 容量性



## 【基本2】素子のインピーダンス

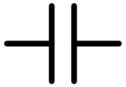
$R\,[\Omega]$

$$Z\,[\Omega] = R$$

$L\,[\mathrm{H}]$

$$Z\,[\Omega] = j\omega L = jX_L$$

$C\,[\mathrm{F}]$



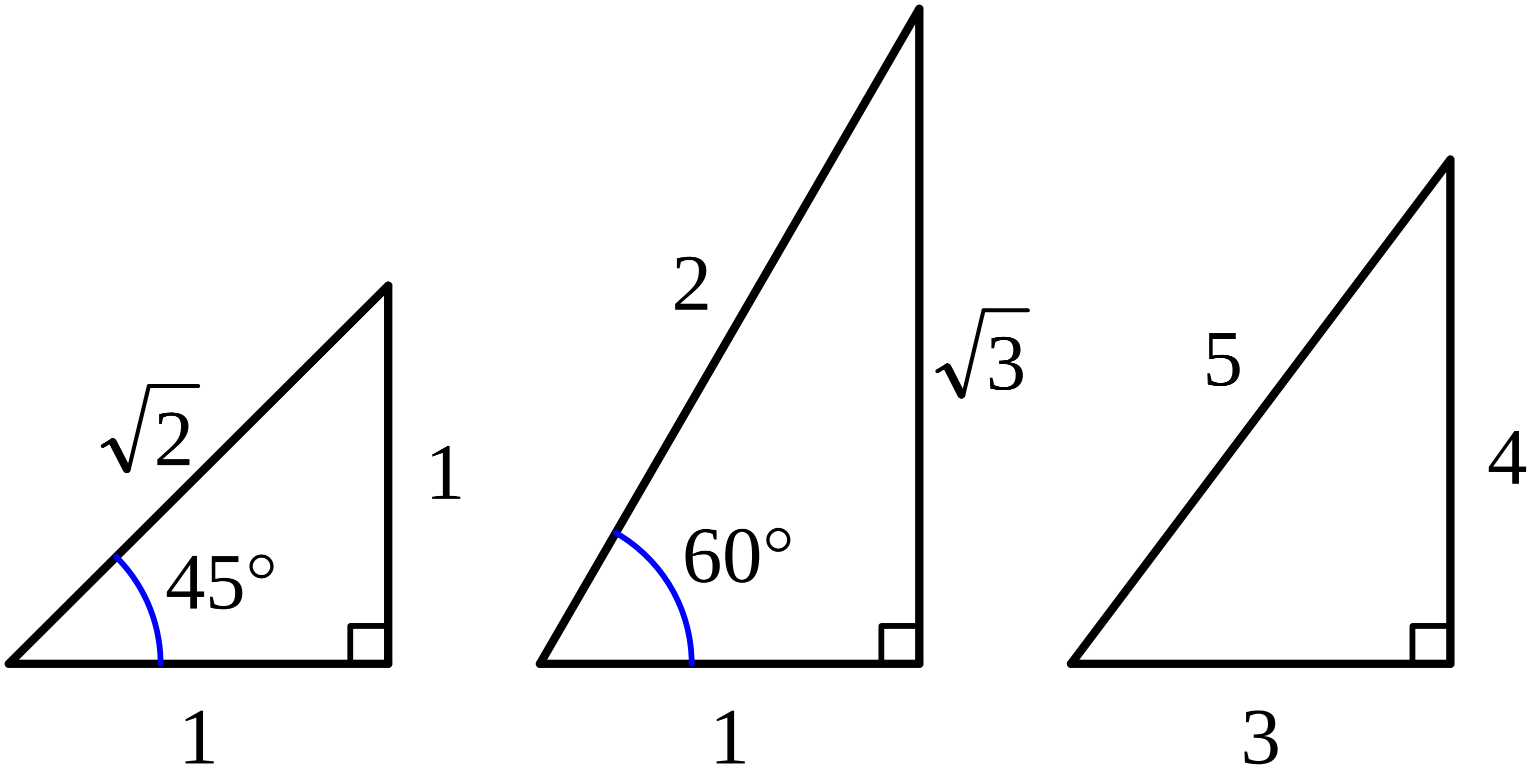
$$Z\,[\Omega] = \frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{\omega C} = -jX_C$$

リアクタンス $\left(X_L = \omega L\right)$ $\left(X_C = 1/\omega C\right)$

角周波数 $\omega\,[\mathrm{rad/s}] = 2\pi f$

（$f$ : 周波数 [Hz]）

# 【基本3】代表的な直角三角形(数学)

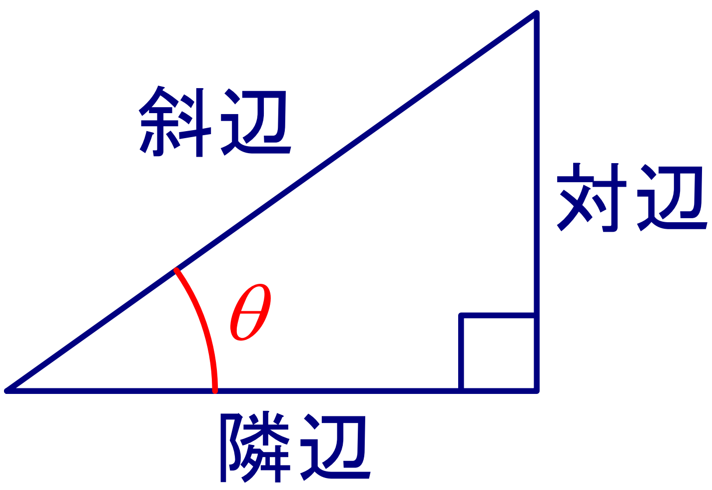


# 【基本4】三角関数の定義

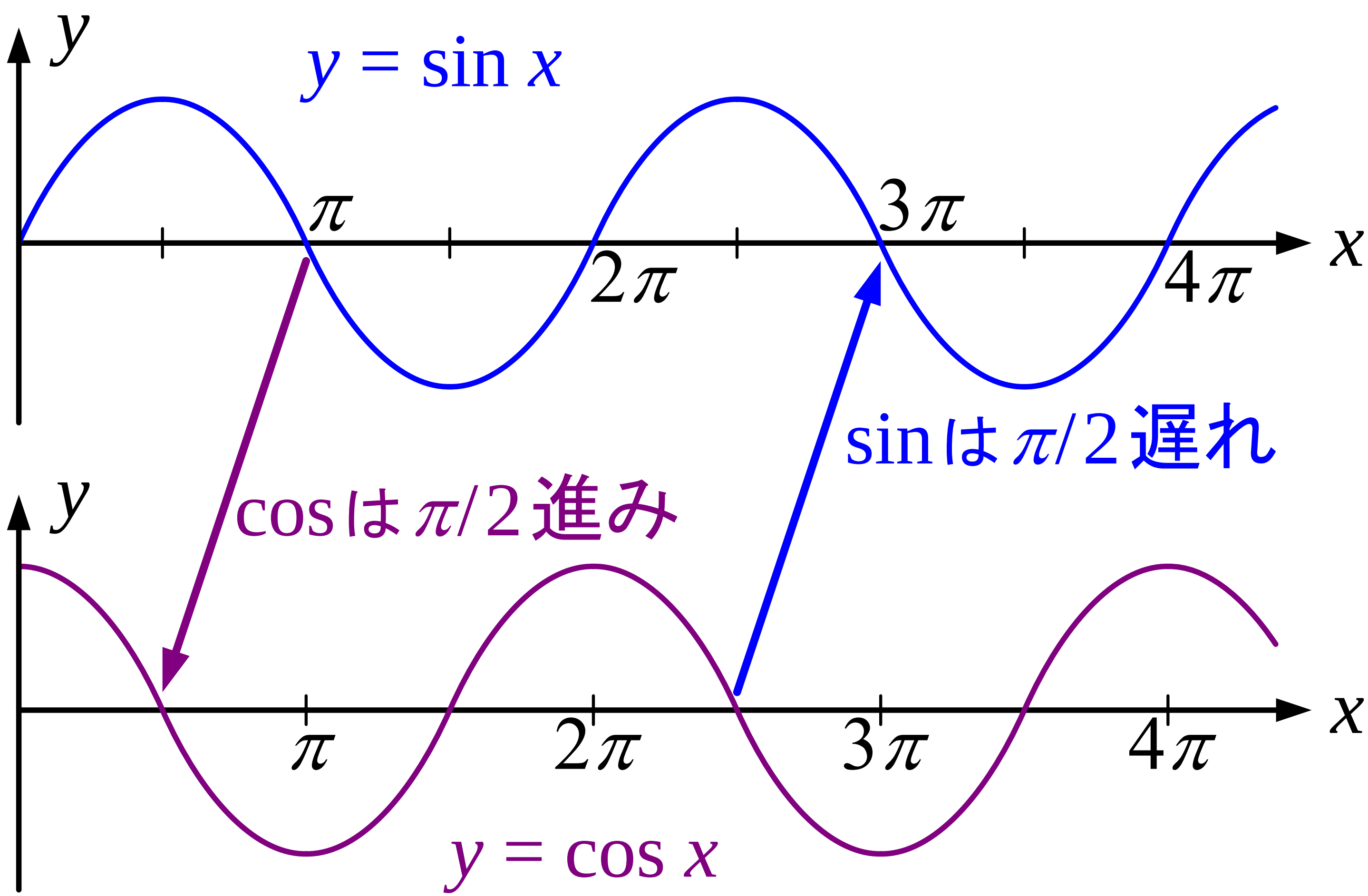
$$\sin\theta = \frac{対辺}{斜辺}$$

$$\cos\theta = \frac{隣辺}{斜辺}$$

$$\tan\theta = \frac{対辺}{隣辺} = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$



# 【基本5】正弦波と余弦波の位相関係



## 解答例

まず，パラメータを整理する。

負荷A（容量性）

有効電力 $P_{aA} = 1200$ [W]

力率 $\cos\theta_A = 0.6$

負荷B（誘導性）

有効電力 $P_{aB} = 800$ [W]

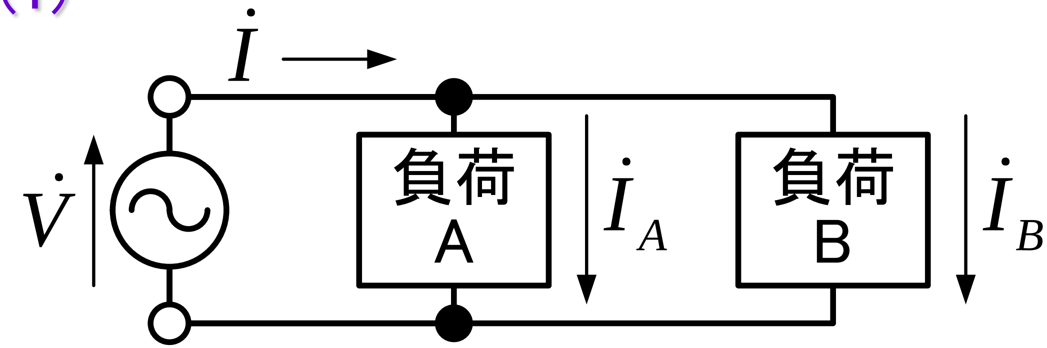
力率 $\cos\theta_B = 0.8$

共通

交流電源電圧 $V = 100$ [V]

負荷A, Bに流れる電流を$\dot{I}_A$, $\dot{I}_B$とする。

$$\dot{I} = \dot{I}_A + \dot{I}_B \quad (1)$$




各負荷に消費される有効電力は，それぞれ公式1より，

$$P_{aA} = \left|\dot{V}\right|\left|\dot{I}_A\right|\cos\theta_A \quad (2a)$$

$$P_{aB} = \left|\dot{V}\right|\left|\dot{I}_B\right|\cos\theta_B \quad (2b)$$

これらを，電流について解くと，

$$\left|\dot{I}_A\right| = \frac{P_{aA}}{\left|\dot{V}\right|\cos\theta_A} \qquad (3a)$$

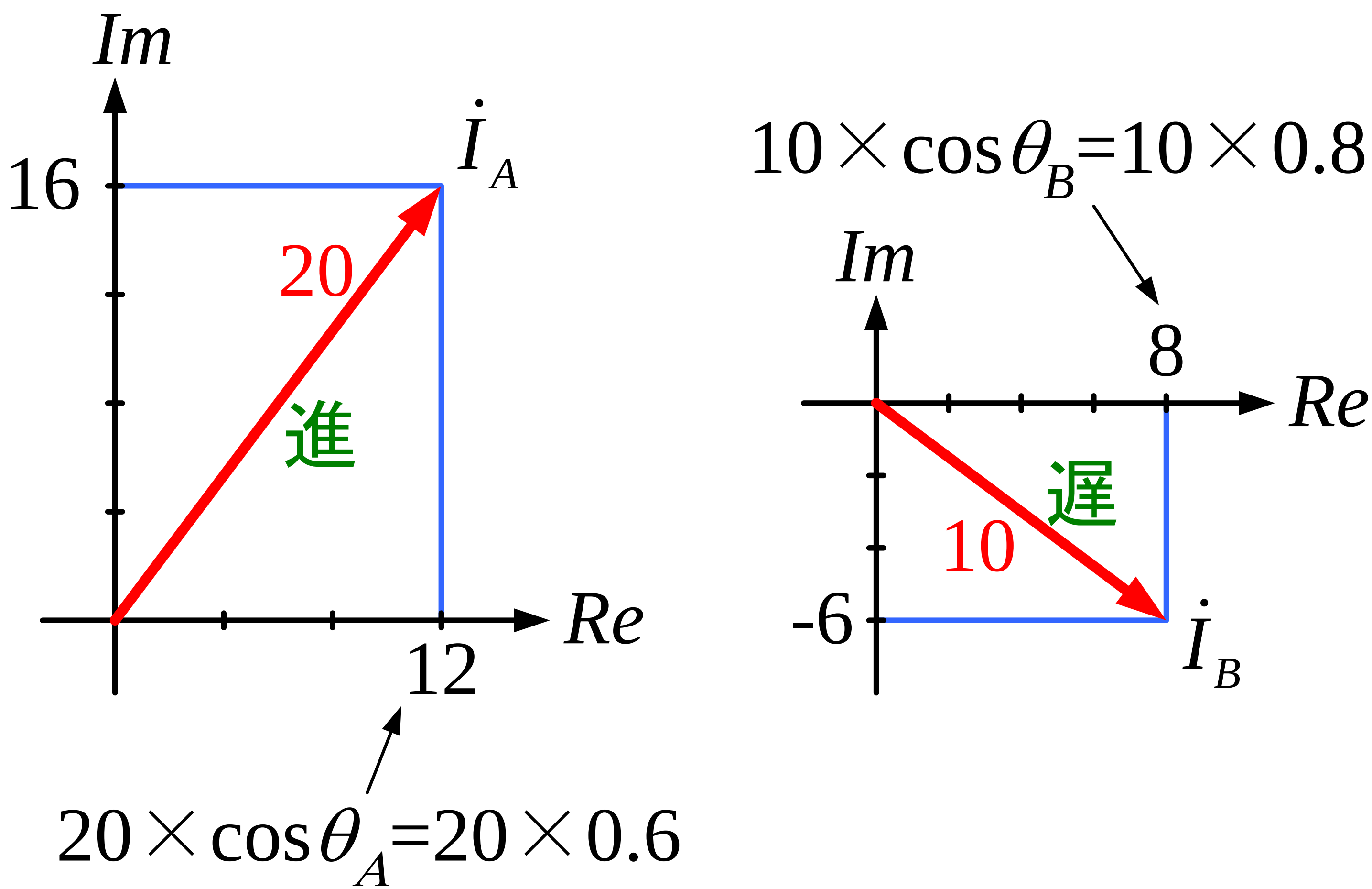
$$\left|\dot{I}_B\right| = \frac{P_{aB}}{\left|\dot{V}\right|\cos\theta_B} \qquad (3b)$$

予め整理したパラメータを代入する。

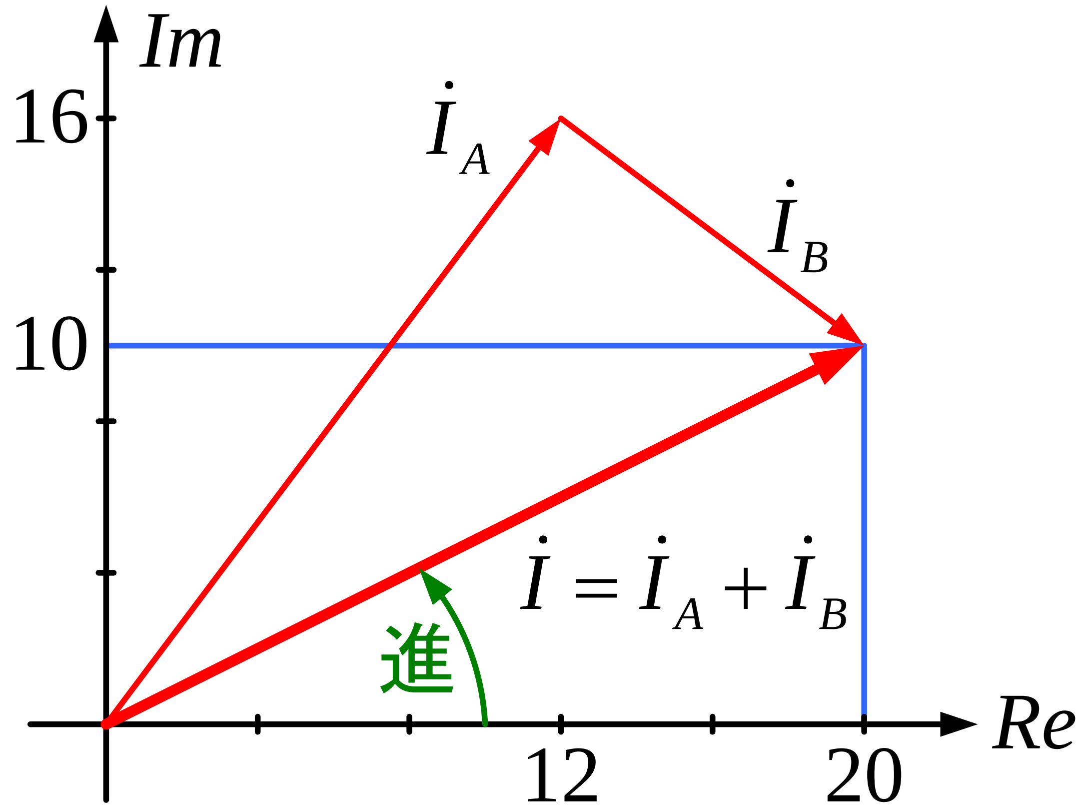
$$\left|\dot{I}_A\right| = \frac{1200}{100\times 0.6} = \frac{1200}{60} = 20\ [\mathrm{A}] \qquad (4a)$$

$$\left|\dot{I}_B\right| = \frac{800}{100\times 0.8} = \frac{800}{80} = 10\ [\mathrm{A}] \qquad (4b)$$

各電流をベクトル図で考える。



合計電流を求める(二つのベクトルを合成)。




図より,

$$\left|\dot{I}\right| = \sqrt{20^2 + 10^2} = \sqrt{500} = 10\sqrt{5}\ [\mathrm{A}] \qquad (5)$$

合計電流の実数成分（有効電力に寄与する分）は，20 [A] である。

よって，回路全体の力率を$\cos\theta$ とすれば，

$$\left|\dot{I}\right|\cos\theta = 20\ [\mathrm{A}] \quad (6)$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{20}{\left|\dot{I}\right|} \quad (7)$$

これに，式(5)を代入し，

$$\cos\theta = \frac{20}{\left|\dot{I}\right|} = \frac{20}{10\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \quad (8)$$

回路全体の有効電力は，公式1より，

$$P_a = \left|\dot{V}\right|\left|\dot{I}\right|\cos\theta = 100\cdot 10\sqrt{5}\,\frac{2}{\sqrt{5}} = 2000\ [\mathrm{W}] \quad (9)$$

回路全体の皮相電力は，公式1より，

$$P = \left|\dot{V}\right|\left|\dot{I}\right| = 100\times 10\sqrt{5} = 1000\sqrt{5}\ [\mathrm{VA}] \quad (10)$$

<u>正しい選択肢は（アから）6，10，2，9，7。</u>