46　交流・過渡現象

補足

図 1 より，$v_{\mathrm{X}} = V_0 \cos \omega t$

X はコイルだから，

$$
\begin{aligned}
v_{\mathrm{X}} &= L\frac{di}{dt} \\
&= L\frac{d}{dt}\left(I_0 \sin \omega t\right) \\
&= \omega L I_0 \cos \omega t
\end{aligned}
$$

よって，$\omega L I_0 = V_0$

ゆえに，$v_{\mathrm{X}} = \omega L I_0 \cos \omega t$　・・・①

Y は抵抗だから，$v_{\mathrm{Y}} = Ri = RI_0 \sin \omega t$　・・・②

コンデンサーについては，

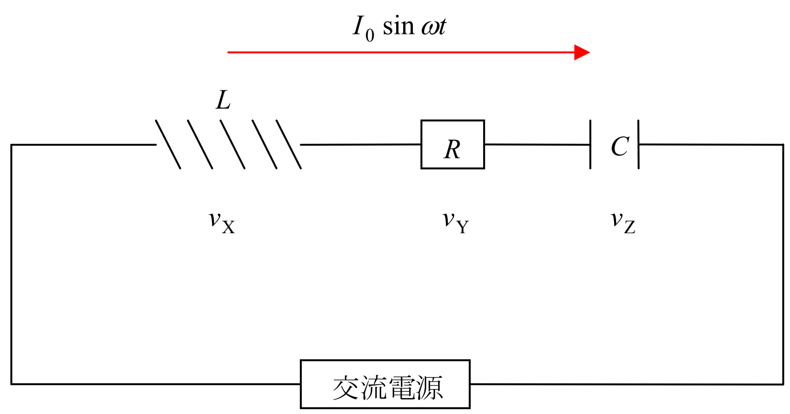
$Q = CV$ より，$\dfrac{dQ}{dt} = C\dfrac{dV}{dt}$ すなわち $I = C\dfrac{dV}{dt}$

ここで，$V = V_{\max} \sin \omega' t$ とすると，

$$
\begin{aligned}
I &= C\frac{d}{dt}\left(V_{\max} \sin \omega' t\right) \\
&= \omega C V_{\max} \cos \omega' t \\
&= \omega C V_{\max} \sin\left(\omega' t + \frac{\pi}{2}\right)
\end{aligned}
$$

したがって，コンデンサーの電圧の位相は電流より $\dfrac{\pi}{2}$ 遅れる。

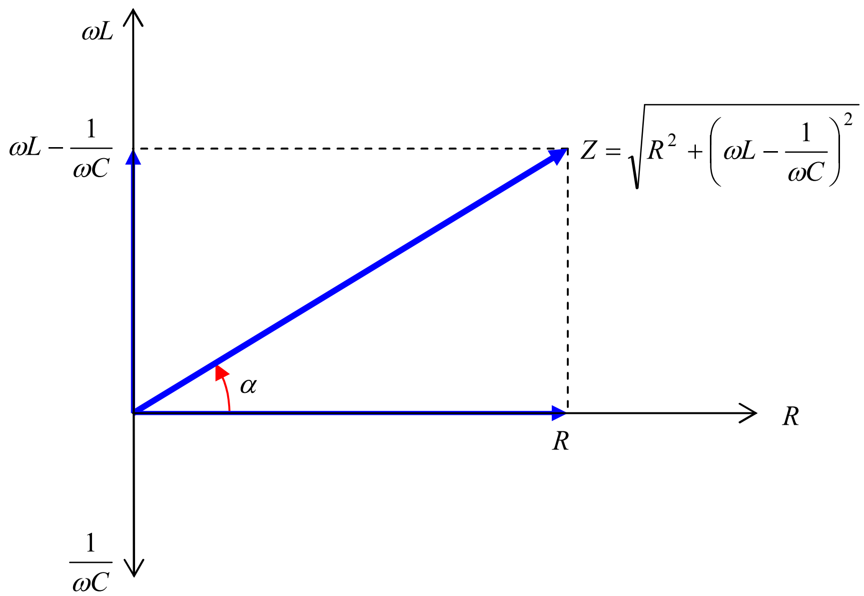
よって，$i = I_0 \sin \omega t$ より，$v_{\mathrm{Z}} = \dfrac{1}{\omega C} I_0 \sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right) = -\dfrac{1}{\omega C} I_0 \cos \omega t$　・・・③



①，②，③より，電源電圧は

$$
\begin{aligned}
v_X + v_Y + v_Z &= \omega L I_0 \cos\omega t + R I_0 \sin\omega t - \frac{1}{\omega C} I_0 \cos\omega t \\
&= I_0 \left\{ R\sin\omega t + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \cos\omega t \right\} \\
&= I_0 \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \sin(\omega t + \alpha)
\end{aligned}
$$

ただし，$\cos\alpha = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$，$\sin\alpha = \dfrac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$



また，起電力と電圧の実効値を$\overline{V}$，$\overline{V}_L$，$\overline{V}_C$，$\overline{V}_R$とすると，下図のようになる。