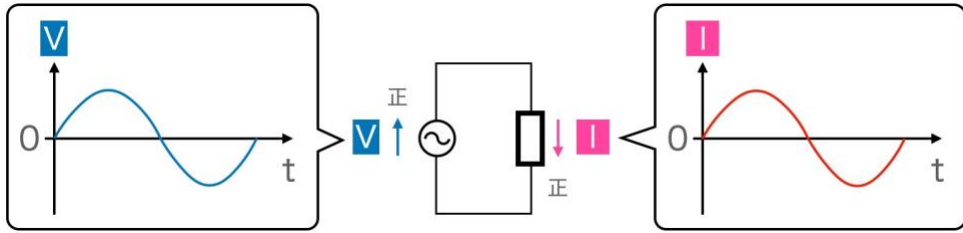


○ 交流電源と抵抗の位相のずれ

交流電源と抵抗を接続したとき、回路に流れる電流の位相差を比べてみましょう。

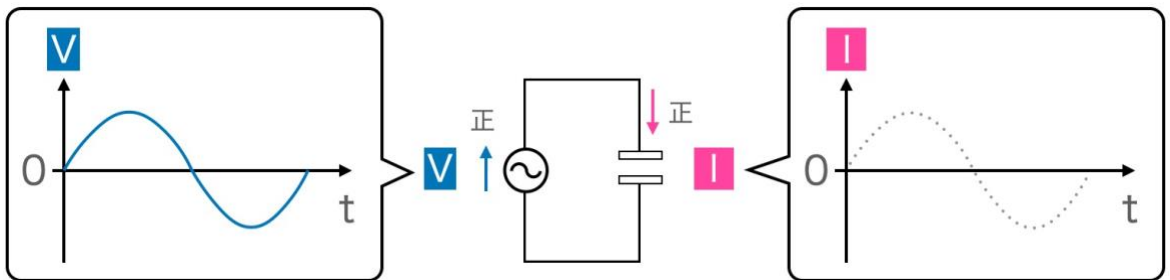
・抵抗の場合

電源電圧は  $V = V_0 \sin \omega t$  とすると、流れる電流は  $I = (\quad) = I_0 \sin \omega t$  となります。



電源電圧  $V$  と流れる電流の  $I$  の位相のずれは  $(\quad)$  です。つまり電源から電場が抵抗にはたらくと同時に、電流が流れます。しかしコイルやコンデンサーはその様子が異なります。

・コンデンサーの場合



抵抗の代わりにコンデンサーをつけると、直流電源とは異なり電圧の向きが変化するため回路には電流が流れ続けます。このときに回路に流れる電流を数式で表してみよう。電源電圧は  $V = V_0 \sin \omega t$  とします。回路に流れる電流は  $I = \frac{dQ}{dt}$  であり、またコンデンサーの式  $Q = CV$  より、

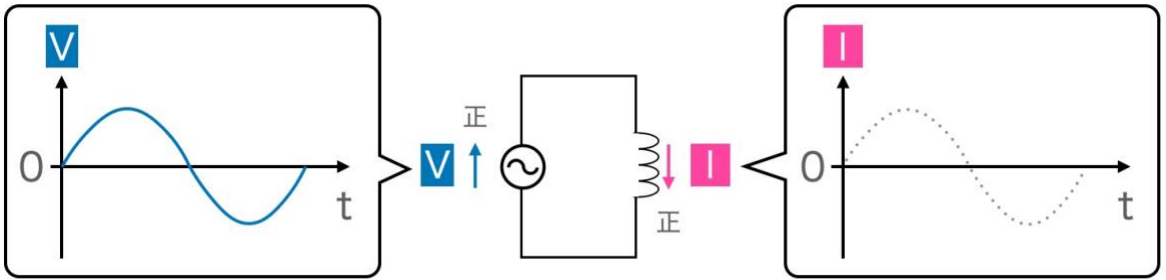
$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} CV =$$

電流のほうが電圧よりも位相が  $(\quad)$  だけ、 $(\quad)$  います。

**復習** 三角関数 (すぐ導けるようにしておこう)  $\cos \theta = \sin \left( \theta + \frac{\pi}{2} \right)$   $-\cos \theta = \sin \left( \theta - \frac{\pi}{2} \right)$

**イメージ** コンデンサーは電荷がたまる、つまり①電流が流れると、②極板間に電位差が生じるので、①電流が先で、②電圧が後からきます。

・コイルの場合



抵抗の代わりにコイルをつけると、コイルには常に（ ）が起こり、電圧とは逆向きの起電力が起こります。電源電圧は  $V = V_0 \sin \omega t$  とします。

キルヒホッフの法則より

$$V + \quad = 0$$

$$\frac{dI}{dt} =$$

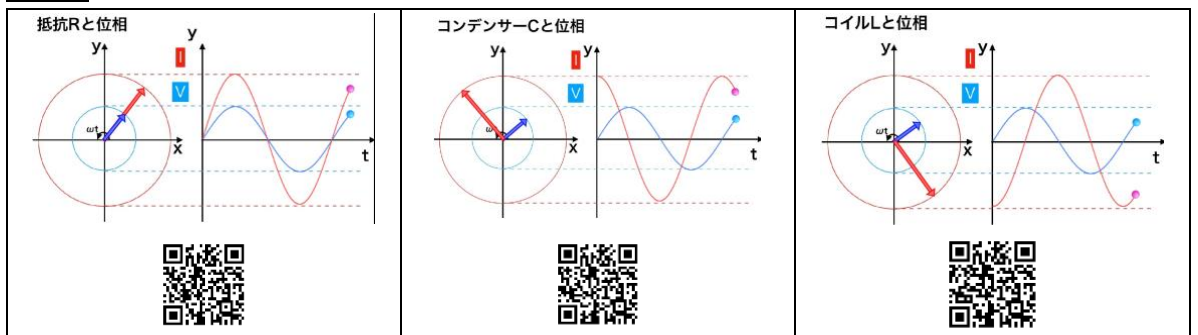
両辺を積分すると、

$$I = \frac{V_0}{L\omega} \sin(\omega t \quad ) = I_0 \sin(\omega t \quad )$$

なお本来積分定数  $C$  がつくはずですが、長い時間での電流の様子を考えると、実際にこの回路の場合、電流の平均値は  $0$  なので  $C = 0$  としました。グラフを書くと、電圧のほうが電流よりも位相は（ ）だけ（ ）います。

**イメージ** 電源が電場をかけると、コイルには自己誘導が起こり、①誘導起電力（電圧）が発生、②その結果として電流が流れるので、①電圧が先で、②電流が後からきます。

**まとめ** 円運動と位相差



抵抗 <https://scratch.mit.edu/projects/303923675/> コンデンサ <https://scratch.mit.edu/projects/303926520/>

コイル <https://scratch.mit.edu/projects/303925411/>

○ 交流回路における電流の流れにくさ

交流回路において、抵抗・コンデンサー・コイルの電流の流れにくさを示す量を（ ）といいます（抵抗値 $R = \frac{V}{I}$ のようなもの）。

$$\text{リアクタンスは最大値を使うと } X = \frac{V_0}{I_0} \quad \text{または実効値を使うと } X = \frac{V_e}{I_e}$$

と表せます。

電源電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ のときの、各素子のリアクタンスは次のようになります。

各素子に流れる電流	振幅	リアクタンス $X[\Omega]$
$I_R = \frac{V_0}{R} \sin(\omega t)$	$I_0 = \frac{V_0}{R}$	$X_R = \frac{V_0}{I_0} = R$
$I_C = C \omega V_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$	$I_0 = C \omega V_0$	$X_C = ( \quad )$
$I_L = \frac{V_0}{L \omega} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$	$I_0 = \frac{V_0}{L \omega}$	$X_L = ( \quad )$

イメージは、コンデンサーは電気容量  $C$  が大きいとその分電荷をたくさん蓄えることができるので、交流電流は（ ）なる（リアクタンスが小さくなる）、またコイルは自己インダクタンス  $L$  が大きいと自己誘導も大きくなり、交流電流が（ ）なる（抵抗が大きくなる）です。なお、コイルのリアクタンスを「誘導リアクタンス」、コンデンサーのリアクタンスを「容量リアクタンス」と呼びます。

○ 交流回路と消費電力

それぞれの消費電力と、消費電力の平均値は次のようになります。

消費電力 $P=IV$	消費電力の平均値
$P_R = \frac{1}{R} V_0 \sin \omega t \times V_0 \sin \omega t =$	$\bar{P}_R =$
$P_C = C \omega V_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \times V_0 \sin \omega t =$	$\bar{P}_C =$
$P_L = \frac{1}{L \omega} V_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \times V_0 \sin \omega t =$	$\bar{P}_L =$

コンデンサーやコイルは電力（エネルギー）を送っても、同じ分送り返されてくるので（無効電力といいます）、消費電力の平均値は  $0 [W]$  となり、リアクタンスはあってもエネルギー消費はしていません（ブランコに運動エネルギーを与えても、そのまま運動エネルギーが戻ってくるのと同じ）。

○ 交流回路における素子と物理量等のまとめ

	抵抗 R	コンデンサー C	コイル L
リアクタンス[Ω]	$X_R = R$	$X_C =$	$X_L =$
電源電圧との 位相差		( ) が ( ) に比べて ( ) 進む	( ) が ( ) に比べて ( ) 進む
電力の平均値	$\bar{P} =$	$\bar{P} =$	$\bar{P} =$