

# 力率改善

## 1. 力率とは

電気回路に交流電圧を加えたとき、回路のインピーダンスの状況により、電流は電圧に対して位相ずれ  $\theta$  を生じます。

電圧の波形を  $e = \sqrt{2}E \sin \omega t$  とすると、電流は  $i = \sqrt{2}I \sin(\omega t - \theta)$  となります。

電力は電圧と電流の積になりますので  $p = e \times i$  で表わされますが、この瞬時電力  $p$  を1周期で平均した電力  $P$  を考えます。

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e \times i d(\omega t)$$

この式に  $e$  と  $i$  の式を代入して計算します。

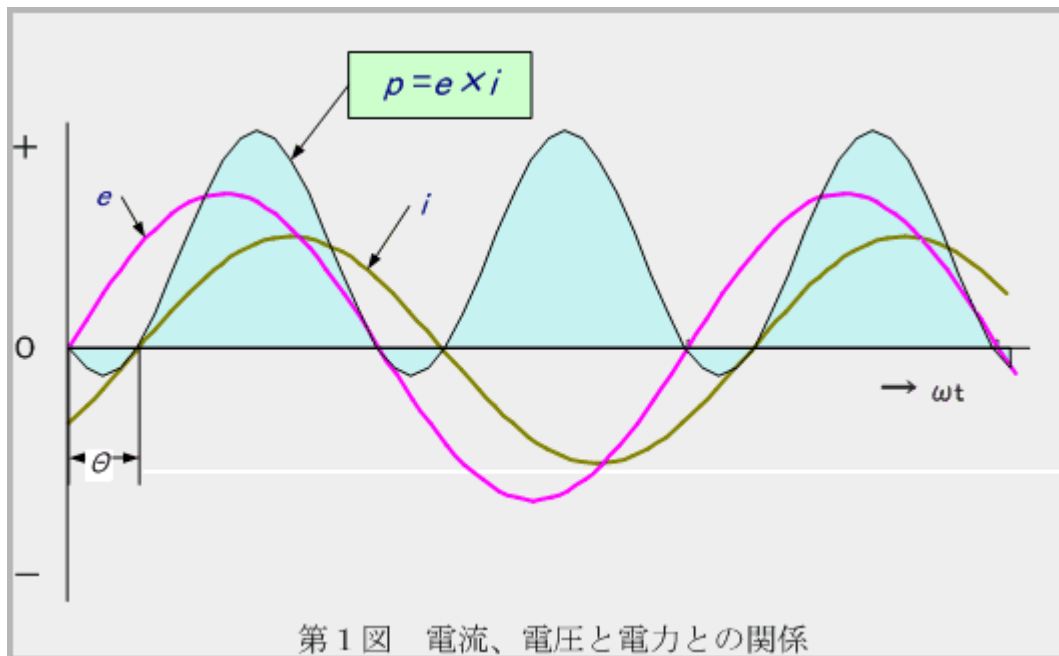
$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sqrt{2}E \sin \omega t \times \sqrt{2}I \sin(\omega t - \theta) d(\omega t) = \frac{EI}{\pi} \int_0^{2\pi} \sin \omega t \times \sin(\omega t - \theta) d(\omega t) \\ &= \frac{EI}{\pi} \int_0^{2\pi} \sin \omega t \times (\sin \omega t \cdot \cos \theta - \cos \omega t \cdot \sin \theta) d(\omega t) = P_1 + P_2 \end{aligned}$$

と置いて  $P_1$  と  $P_2$  を計算しますと、

$$P_1 = \frac{EI}{\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2 \omega t \cdot \cos \theta d(\omega t) = EI \cos \theta$$

$$P_2 = \frac{EI}{\pi} \int_0^{2\pi} \sin \omega t \cdot \cos \omega t \cdot \sin \theta d(\omega t) = 0$$

となり、結局  $P = P_1 + P_2 = EI \cos \theta$  になります。この式の  $\cos \theta$  を **力率** といいます。  $e$  と  $i$  と  $p$  の関係を第1図に示します。



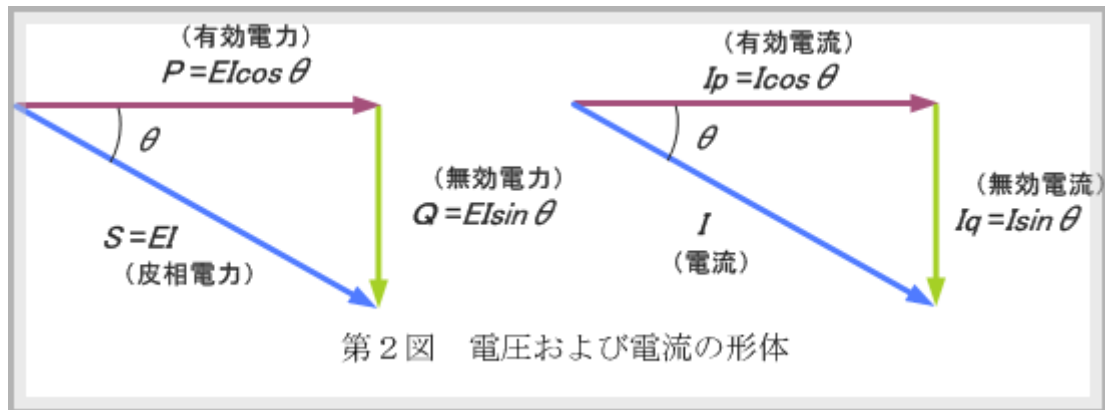
そら色で示した波形が  $p$  となります。この  $p$  の変化をみると半周期のうち位相角  $\theta$  に相当する部分では負の電力、  $\pi - \theta$  に相当する部分で正の電力となっています。これを平均すると正の電力の方が負の電力より大きいので回路の消費電力は正の値になります。

特異な場合として  $\theta = \pi/2$  では、正と負の電力が等しくなるので、合計電力はゼロになってしまいます。これは、

$P = EI \cos(\pi/2) = 0$  に相当します。

## 2. 交流電力について

$P$ のことを有効電力または消費電力あるいは単に電力と呼びます。 $S=EI$ を皮相電力、 $Q=EI\sin\theta$ を無効電力といいます。3つの電力をベクトルで表示すると第2図のようになります。



これより 力率 $=P/S=$ 有効電力 $/$ 皮相電力とも定義できることが分かります。同様な関係が電流に対しても存在します。その関係を第2図に示します。

電流 $\geq$ 有効電流の関係にあり、等号は、 $\theta=0$ 、すなわち力率が1のときであり、同一電力条件で最小の電流値となります。

## 3. 力率について

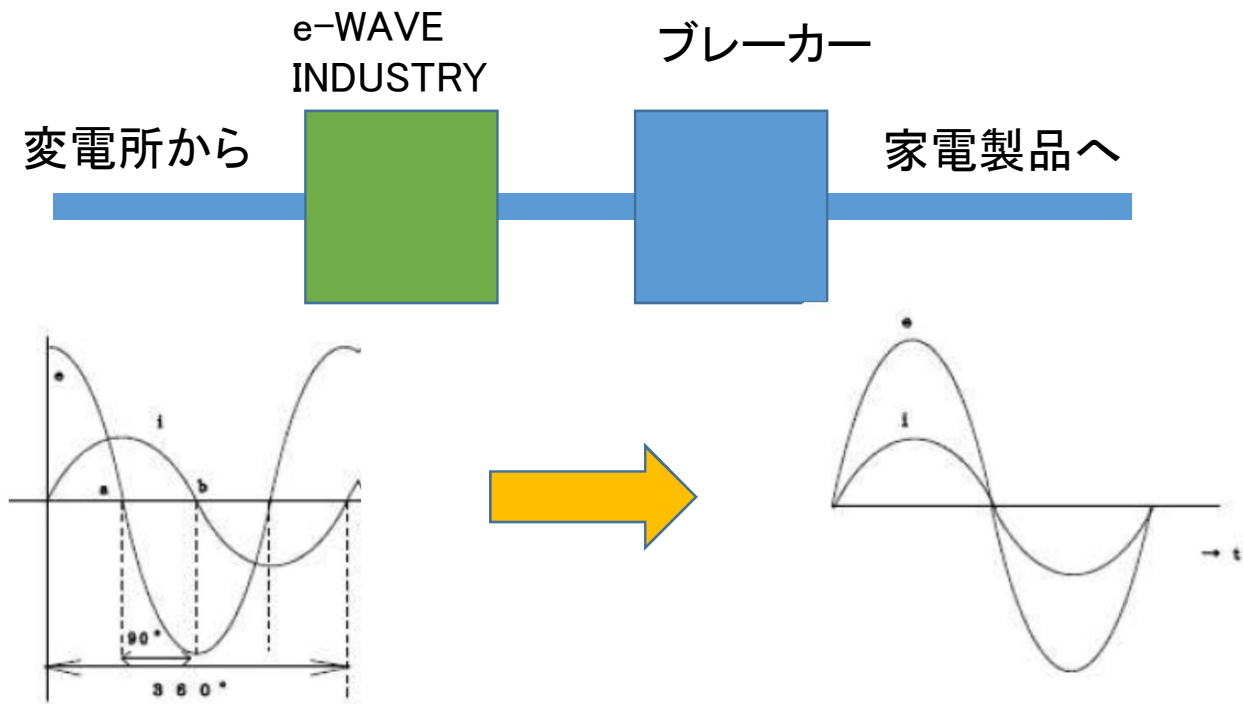
「力率改善」とは、力率を良くすることで力率の値をできるだけ1に近づけることを意味します。これは、力率角(位相角)をできるだけ0度に近づけて電圧と電流の位相差を小さくすることで皮相電力が有効電力にほぼ等しくなります。

電力システムの負荷はモータに代表されるように誘導性負荷が主であり、一般に電流は電圧に比して遅れ状態です。したがって、力率改善には通常、容量性のコンデンサを使います。この力率改善のためのコンデンサを「力率改善用コンデンサ」や「電力用コンデンサ」あるいは「進相コンデンサ」といいます。

消費電力は季節により、昼夜の時刻により変化しますので、進相コンデンサで補償すべき無効電力も変化します。もし、進相コンデンサの値が固定ならば消費電力が小さくなると過補償になり、進み力率の状態になります。過度の進み力率は避けるべきでしょう。

次に、弊社での力率改善について述べます。

# 弊社独自の力率改善法



力率が1以下になる理由は、電圧と電流の間の位相差(タイムラグ - 時間差)によるものである。すなわち、上部左図のように交流電力の電圧(e)と電流(i)の任意の時間における高さ(強さ)には差があるからである。

e-WAVE INDUSTRYを設置することにより、上部右図のように力率が1近くになる。