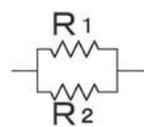
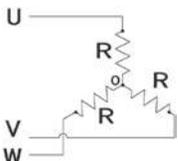
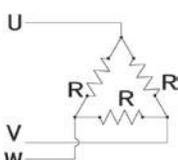
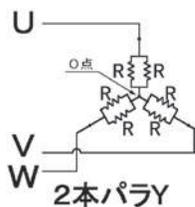
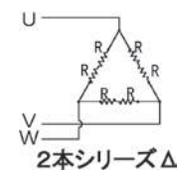


ヒーターの電気抵抗値（接続方法と計算式）

1 電気ヒーターの結線と計算式

No	結線(記号)・注意	説明
1	シリーズ(S)  シリーズ(S)	直列(シリーズ)にヒーターを接続する 合成抵抗 $R=R_1+R_2$ $R_1=R_2$ の場合 $R=2R_1$
2	パラ(P)  パラ(P)	並列(パラレル)にヒーターを接続する 合成抵抗 $R=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$ $R_1=R_2$ の場合 $\frac{1}{\text{合成抵抗}R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_1}$ $=\frac{2}{R_1}$ \therefore 合成抵抗 $R=\frac{R_1}{2}$
3	スター(Y)  スター結線(Y)	星状(スター)結線:3相交流用 U~O間の電圧116V (U~V=200V) ヒーターエレメントが1本断線すると 単相運転で電力(電気容量)は1/2
4	デルタ(Δ)  デルタ結線(Δ)	環状(デルタ)結線:3相交流用 1本断線すると電力は2/3 (V結線)
5	Y-Δ結線替え	Δ結線のヒーターをY結線にすると 電力は1/3 Y結線のヒーターをΔ結線にすると 電力は3倍 「温度制御と安全の結線図」p. 195 参照。
6	2本パラΔ  2本パラΔ	ヒーターエレメント6本のうち1本が 断線した場合、電力は5/6

No	結線(記号)・注意	説明
7	2本パラY  2本パラY	ヒーターエレメント6本のうち1本が 断線した場合、著しくアンバランス になる。 並列の他の1本のヒーターが切れ易 くなるので、できるだけこの結線方 法は避ける。 どうしても必要な場合はO点を独立 とする。
8	2本シリーズΔ  2本シリーズΔ	ヒーターエレメント6本のうち1本が 断線した場合、電力は2/3
9	2本シリーズY  2本シリーズY	ヒーターエレメント6本のうち1本が 断線した場合、電力は1/2
10	ヒーターの 取り外し	絶縁低下のヒーターエレメントは、必 ず両端子とも取り外すこと。片側 のみ外せば電力は消費しないが、絶 縁は改善されない。
11	仕様と異なる使用	100V-100W(100Ω)のヒーターと 100V-60W(167Ω)のヒーターを2 列直列につないで、200Vの電圧を かけるとどうなるか? <u>答え:60Wのヒーターが94Wとなり、 不具合となる(短寿命)。</u> 計算 電流 I =電圧 V /抵抗 R $=200V/(100+167)\Omega$ $=0.75A$ 電流値一定により、 電力 W =電流 I^2 ×抵抗 R であるから、個々のヒーター 電力を計算すると ①100Wのヒーター $0.75^2 \times 100 = 56W$ ②60Wのヒーター $0.75^2 \times 167 = 94W$

② V・W・A・Rの計算

計算の根拠は、次式による。

◎オームの法則 ($I=V/R$)

◎電力の計算式 ($W=I \times V$)

その関係を図1 V・W・A・Rの計算式早見表にまとめた。

<早見表の使い方>

①求める答え：内側の円内 ($I \cdot V \cdot W \cdot R$)

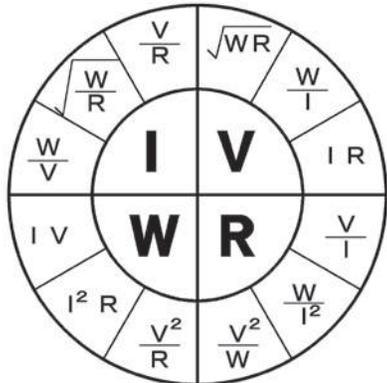
I：電流[A] V：電圧[V] W：電気容量[W] R：電気抵抗[Ω]

②わかっている条件(計算に必要なデータ)：外側の円内

③計算式をたてる

求める答え①の記号 = その外側の条件②

④条件を代入して答えを求める



オームの法則と電力量

図1 V・W・A・Rの計算式早見表

例題：ヒーターの電気抵抗Rと電源電圧Vから、電力Wを求める。
電気抵抗R=20Ω、電源電圧200Vとする。

解答：

①求める答えは内側円内のW(円内左下1/4の部分)

②条件はVとRがわかっている。

③計算式は $W=V^2/R$ と表される。

④条件を代入：上記の例ではV=200 R=20

$$\text{ヒーター電力} W = 200^2 / 20$$

$$= 2000 [W] = 2 [kW]$$

③ 電圧によるヒーター電力の変化

電圧a[V]、電力b[W]のヒーターに、電圧c[V]をかけた場合、ヒーターの電力はどうなるか?

$$\boxed{} [W] = b \times \left(\frac{c}{a} \right)^2$$

④ 単相交流電源における電流の求め方

$$I = \frac{W}{V} \quad \text{電流} I [A]、\text{電気容量} W [W]、\text{電圧} V [V]$$

⑤ 三相交流電源における電流の求め方

$$I = \frac{578 \times kW}{V} \quad \text{または} \quad \frac{0.578 \times W}{V}$$

電流 I [A] 電圧 V [V] 電力 W [W]

$$200V \quad 3\phi \quad 1kW = 2.89A \\ (= 578/200) \text{ を覚えておくと便利}$$

<補足>

力率：cos φ

交流電源の場合、電流と電圧の位相が異なり力率 (cos φ) が低下することがある。ただし、回路中にヒーターのみでコイルやコンデンサがない場合電力はヒーター(抵抗)だけで消費され、一般に無視する(力率=1とするので計算結果に影響しない)。

電力：W(ワット)

単位時間にある仕事をする能力を「仕事率」という。

ヒーター電力はヒーターが単位時間にどれだけの熱量を発生する(電気的な仕事をする)能力があるかを表している。

電力量：kWh(キロワットアワー)

ヒーターの電気的な仕事量=電力量は、ヒーターの電力×加熱時間で表される。電力量は「kWh」で表されることが多い。同じ体積の水を同じ目的温度に加熱する場合、30分かかっても1時間かかっても「仕事量」は同じである。30分の場合電力は2倍必要=2倍の時間をかければ電力は半分で済むことになる。「ヒーターの寿命と効率」p. 234、「電気ヒーターご注文の際の留意点」p. 258参照。

⑥ 線電流と抵抗値

ヒーターエレメント3本構成・電源3相 200V(電力3kWおよび5kW)。スター(Y)・デルタ(Δ)結線にて、エレメントが1本断線した場合についても検討した。表1参照。

表1 ヒーター容量3kWと5kWにおけるヒーター容量・電流・U-V間抵抗

	200V 3相ヒーター	エレメント 構成図	結線図	ヒーター容量3kWの場合			ヒーター容量5kWの場合		
				電力	電流	U-V間Ω	電力	電流	U-V間Ω
①デルタ(Δ)結線 デルタ・リング(環状)			3kW	8.67A	26.7Ω	5kW	14.45A	16Ω	
②スター(Y)結線 スター・ワイ(星状)			3kW	8.67A	26.7Ω	5kW	14.45A	16Ω	
③デルタ(Δ)結線でエレメントが1本切れた場合 ΔのV結線			2kW	5A (V相のみ 8.67A)	40Ω	3.33kW	8.3A (V相のみ 14.45A)	24Ω	
④Y結線でエレメントが1本切れると… 2本シリーズ結線(欠相と同じ)			1.5kW	7.5A	26.7Ω	2.5kW	12.5A	16Ω	