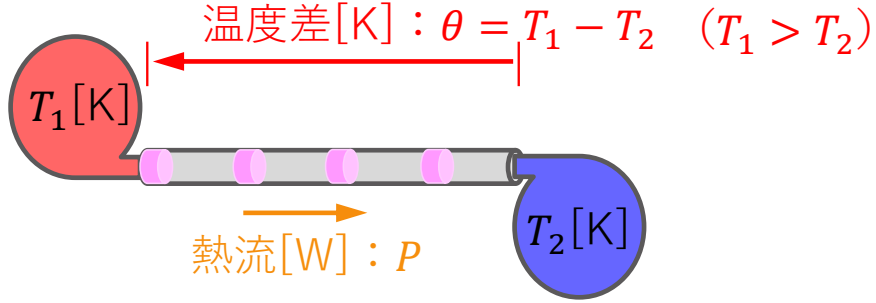


電熱 (2) 《熱流と熱抵抗》

伝導 : 物体中を伝わる熱



温度差 $\theta$ は熱流 $P$ に比例するので、比例定数を $R_t$ と置くと、

$\theta = P \cdot R_t$  ※熱回路のオームの法則  
 対応  
 $V = I \cdot R$  ※電気回路のオームの法則

**熱抵抗 (伝導)**

熱抵抗[K/W] :  $R_t = \frac{l}{\kappa S}$  (長さ $l$  大  $\Rightarrow$  抵抗 $R_t$  大  
断面積 $S$  大  $\Rightarrow$  抵抗 $R_t$  小)

※熱伝導率 $\kappa$ は物性値  
(ダイヤモンド:1000、銅:400、ガラス:1、水:0.6、空気:0.02)

**電気抵抗**

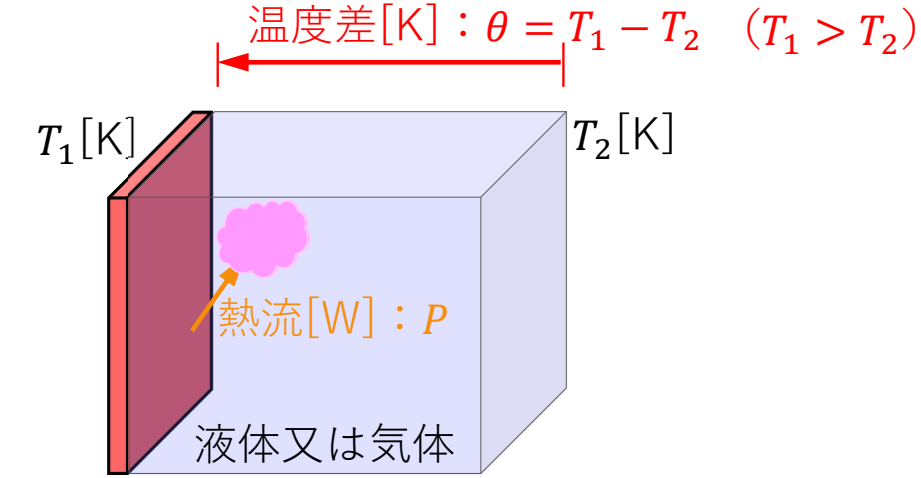
抵抗[Ω] :  $R = \frac{l}{\sigma S}$  (長さ $l$  大  $\Rightarrow$  抵抗 $R$  大  
断面積 $S$  大  $\Rightarrow$  抵抗 $R$  小)

※電気伝導率 $\sigma$ は物性値

対応

電熱 (2) 《熱流と熱抵抗》

対流 (伝達): 熱を受け取った気体や液体が移動することで伝わる熱



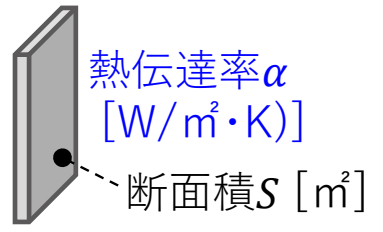
温度差 $\theta$ は熱流 $P$ に比例するので、比例定数を $R_t$ と置くと、

$\theta = P \cdot R_t$  ※熱回路のオームの法則  
 対応  
 $V = I \cdot R$  ※電気回路のオームの法則

熱抵抗 (対流)

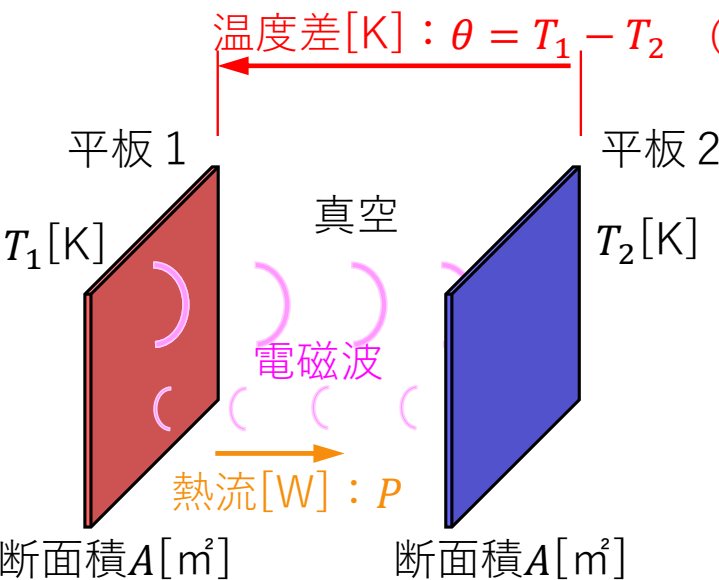
熱抵抗[K/W]:  $R_t = \frac{1}{\alpha S}$  (断面積 $S$  大  $\Rightarrow$  抵抗 $R_t$  小)

※熱伝達率 $\alpha$ は、流体の物性や流速などによって決まる。  
 (静止した空気: 5、流れている空気: 10~300、流れている水: 300~6000)



電熱 (2) 《熱流と熱抵抗》

放射 (輻射) : 空間を伝わる熱



放射発散度 [W/ m<sup>2</sup>] :  $J = \sigma \cdot T^4$  (ステファン・ボルツマンの法則)  
 ※ステファン・ボルツマン定数  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$  [W/ m<sup>2</sup> · K<sup>4</sup>]

放射エネルギーは温度の4乗に比例する

放射エネルギー [W] :  $E = \varepsilon \cdot F_{12} \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$    
 { 放射率 [0~1.0] :  $\varepsilon$   
 形態係数 [0~1.0] :  $F_{12}$

平板 1 → 2 : 熱流 [W] :  $P_1 = \varepsilon F_{12} \sigma A T_1^4$

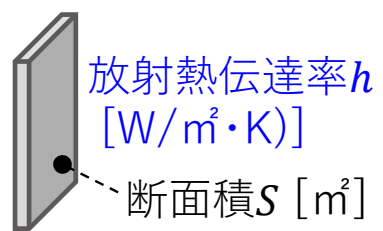
平板 2 → 1 : 熱流 [W] :  $P_2 = \varepsilon F_{12} \sigma A T_2^4$

トータルの熱流 [W] :  $P = P_1 - P_2 = \varepsilon F_{12} \sigma A (T_1^4 - T_2^4)$

$$= \frac{\varepsilon F_{12} \sigma A (T_1^2 + T_2^2)(T_1 + T_2)(T_1 - T_2)}{\text{熱抵抗 } R_t \text{ の逆数}} \cdot \theta$$

熱抵抗 (放射)

熱抵抗 [K/W] :  $R_t = \frac{1}{hS}$  (断面積  $S$  大  $\Rightarrow$  抵抗  $R_t$  小)



$P = \frac{\theta}{R_t}$   
 ※熱回路のオームの法則

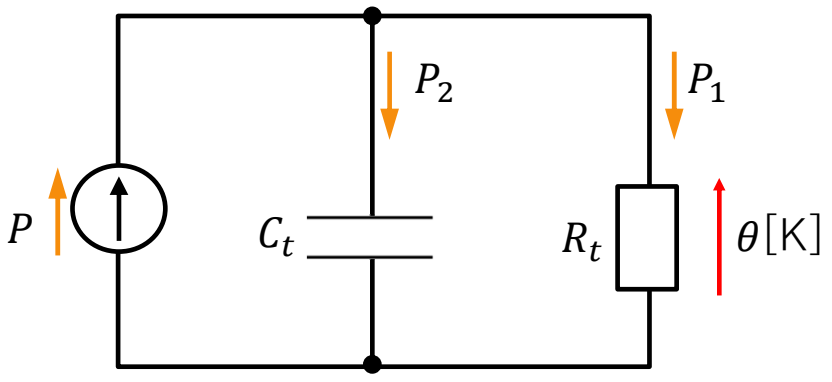
電熱 (2) 《熱回路》

$P$  : 熱流[W]、  $\theta$  : 温度差[K]、  $R_t$  : 熱抵抗[K/W]、  $Q$  : 熱量[J]、  $C_t$  : 熱容量 [J/K]

$\theta = P \cdot R_t$  ※熱回路のオームの法則  
 $V = I \cdot R$  ※電気回路のオームの法則  
 対応

$Q = C_t \cdot \theta$  ※熱容量と熱量の関係  
 $q = C \cdot V$  ※静電容量と電気量の関係  
 対応

例) 熱抵抗 $R_t$  [K /W]、熱容量 $C_t$  [J/K]の物体を、熱流 $P$ [W]の熱源で加熱する。



$$\begin{cases} P = P_1 + P_2 & \dots \textcircled{1} \\ \theta = P_1 R_t & \dots \textcircled{2} \\ \theta = \frac{1}{C_t} \int P_2 dt & \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

RC電気回路の過渡現象と同じであり、これを解くと、  
 $P_1(t) = P \left( 1 - e^{-\frac{1}{C_t R_t} t} \right)$   
 $P_2(t) = P e^{-\frac{1}{C_t R_t} t}$  が求まる。