熱伝達(対流伝熱)

$$q = h\left(T - T_a\right)$$

h : 熱伝達率 (W/m² K)

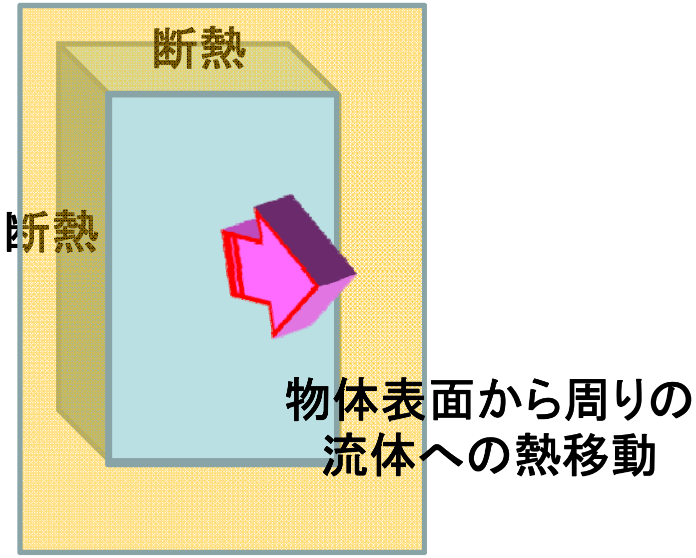
$$C_p W \frac{\Delta T}{\Delta t} = -Ah\left(T - T_a\right)$$

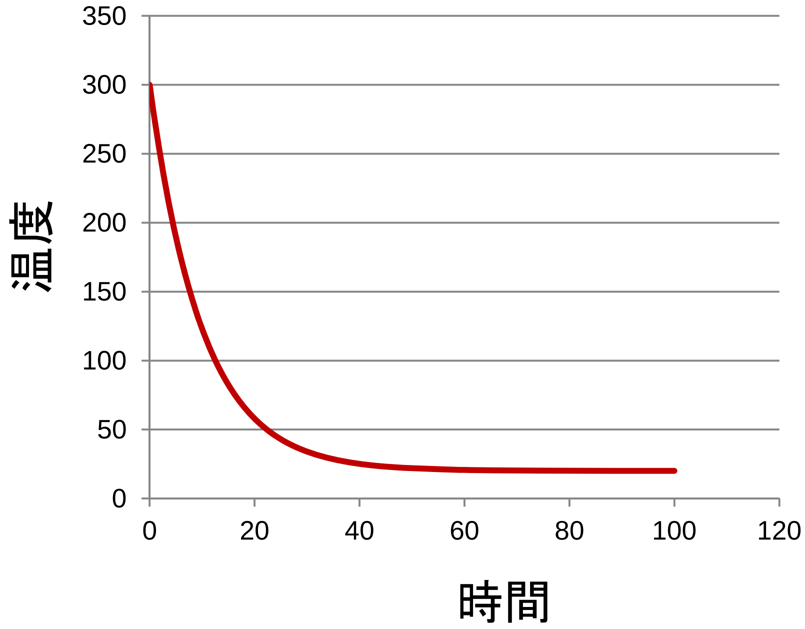
$$\frac{dT}{dt} = -\frac{Sh}{C_p W}\left(T - T_a\right)$$

$$\ln\left(T - T_a\right) = -\frac{Sh}{C_p W}\left(T - T_a\right) + C$$

$$T = T_0 \quad at \quad t = 0$$

$$T = T_a + \left(T_0 - T_a\right)\exp\left(-\frac{Sh}{C_p W} t\right)$$





放射（輻射）

放射率＋透過率＋反射率＝1

吸収率＝放射率＝1　⇒　黒体

プランクの法則（黒体の放射スペクトル）

$$I(\lambda,T)=\frac{2c^2h\lambda^{-5}}{\exp(ch/k\lambda T)-1}$$

$$\lambda_m=\frac{2.898\times10^6}{T}\,[\mathrm{nm}]$$

ステファン・ボルツマンの法則

$$E=\sigma T^4$$

$$\sigma=5.67\times10^{-8}\,\left[\mathrm{W/(m^2\cdot K^4)}\right]$$

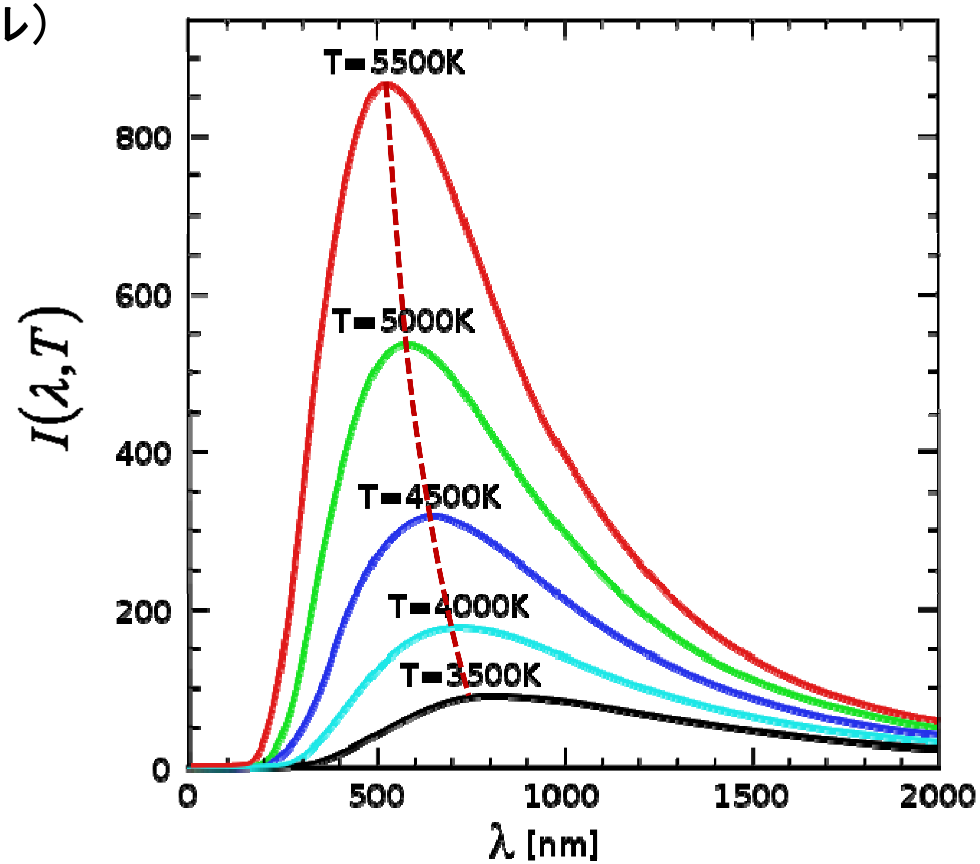
$I(\lambda,T)$

c: 光速　3.00 x 10^8 m/s

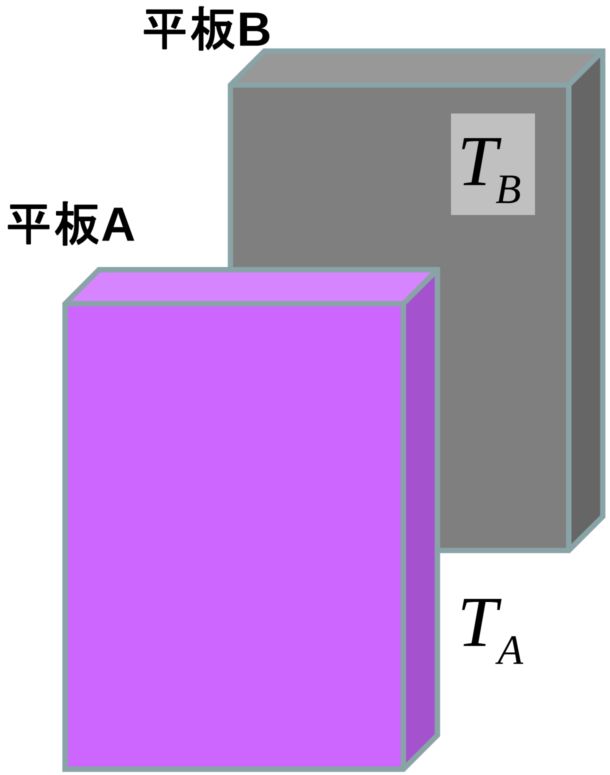
h:プランク定数　6.67 x 10^{-34} J/s

λ: 波長

k：ボルツマン定数 1.38 x 10^{-23} J/K



無限に広い二枚の平板間の放射による伝熱



A, Bが黒体の場合:

単位面積，単位時間当りにAからBに伝達される熱量

$$q_{A\mapsto B} = \sigma\left(T_A^4 - T_B^4\right)$$

A, Bの放射率がそれぞれε_A, ε_Bのとき:

面Aから放射された熱量E_Aのうち，面Bで吸収される熱量及び反射される熱量は，それぞれ

$$\varepsilon_B E_A, \left(1-\varepsilon_B\right)E_A$$

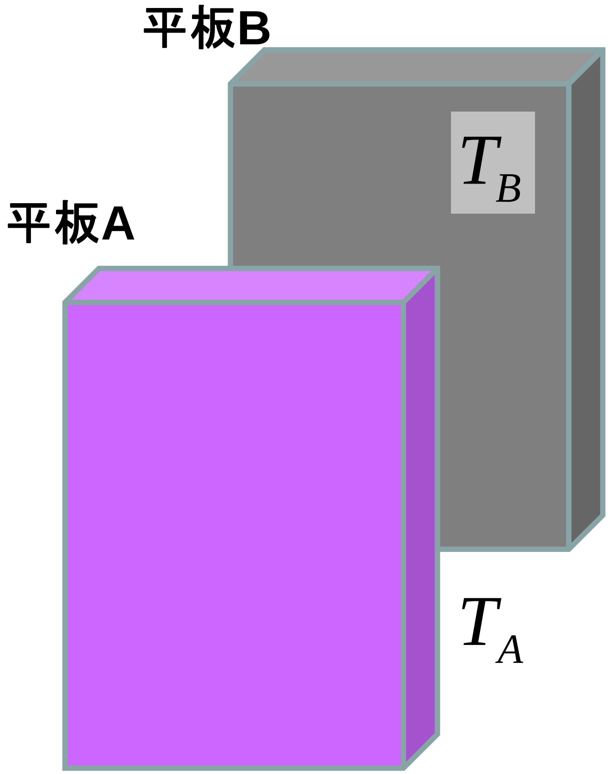
上記の面Bで反射されたる熱量の一部は，面Aで吸収され，残りは再び反射されて面Bに向かう。従って，面Aから放射された熱量のうち面Bに吸収される熱量は，

$$\varepsilon_B E_A + \varepsilon_B\left(1-\varepsilon_A\right)\left(1-\varepsilon_B\right)E_A + \varepsilon_B\left(1-\varepsilon_A\right)^2\left(1-\varepsilon_B\right)^2 E_A + \cdots$$

$$= \frac{\varepsilon_B E_A}{1-\left(1-\varepsilon_A\right)\left(1-\varepsilon_B\right)}$$

結局，面Aから面Bへ放射により伝達される熱量は

$$q_{A \mapsto B} = \frac{\varepsilon_A \varepsilon_B \sigma \left(T_A^4 - T_B^4\right)}{1-\left(1-\varepsilon_A\right)\left(1-\varepsilon_B\right)}$$



さまざまな物質の放射率

注）放射率は物質固有の値ではなく，表面状態，物質の厚みなどにより変化。

物質	表面	温度(℃)	放射率
鉄	研磨面 あらみがき面 酸化鉄	400-1000 100 100	0.14 – 0.38 0.17 0.31
レンガ	赤レンガ	20	0.93
木材	樫（研磨面）	70	0.91
ガラス	普通ガラス	90	0.88
水		0 – 100	0.95 – 0.963