

熱伝達(対流伝熱)

$$q = h(T - T_a)$$

h : 熱伝達率 (W/m² K)

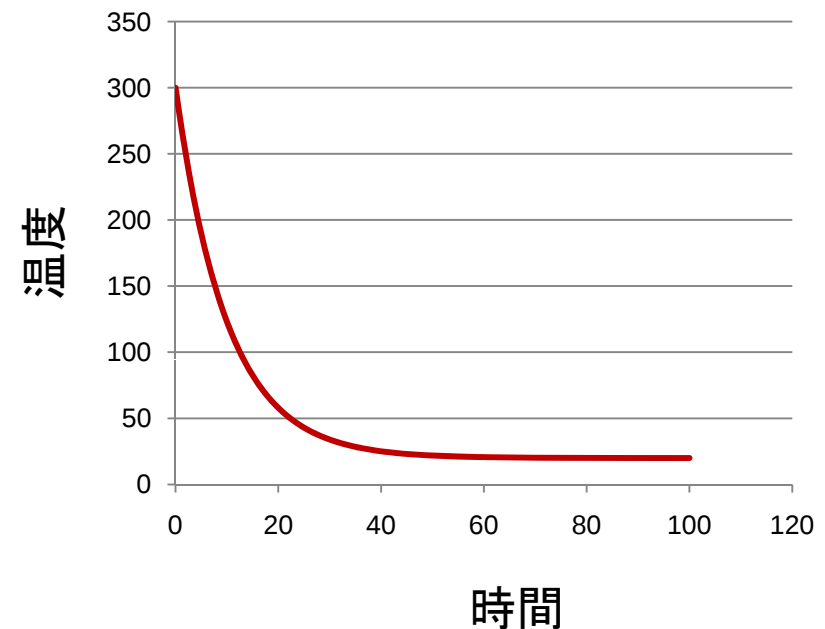
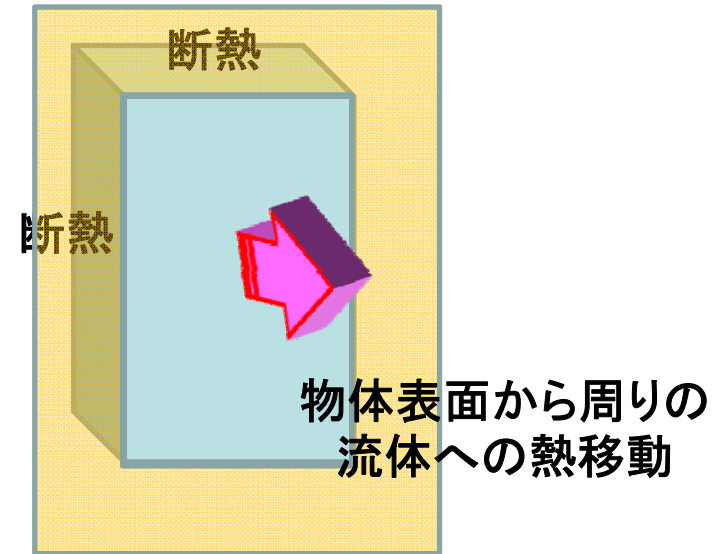
$$C_p W \frac{\Delta T}{\Delta t} = -Ah(T - T_a)$$

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

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

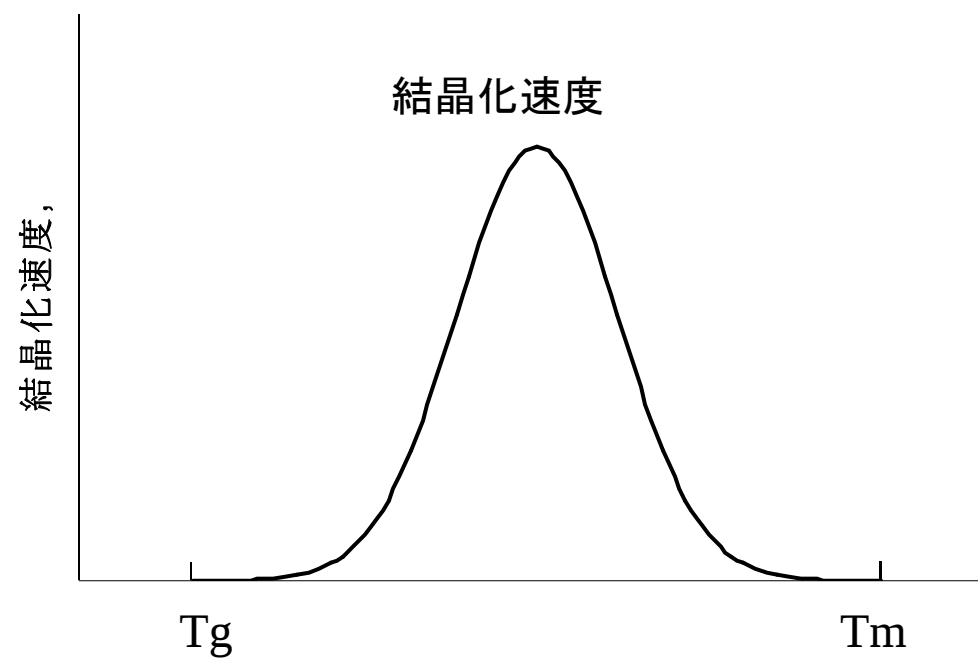
$$T = T_0 \quad \text{at} \quad t = 0$$

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



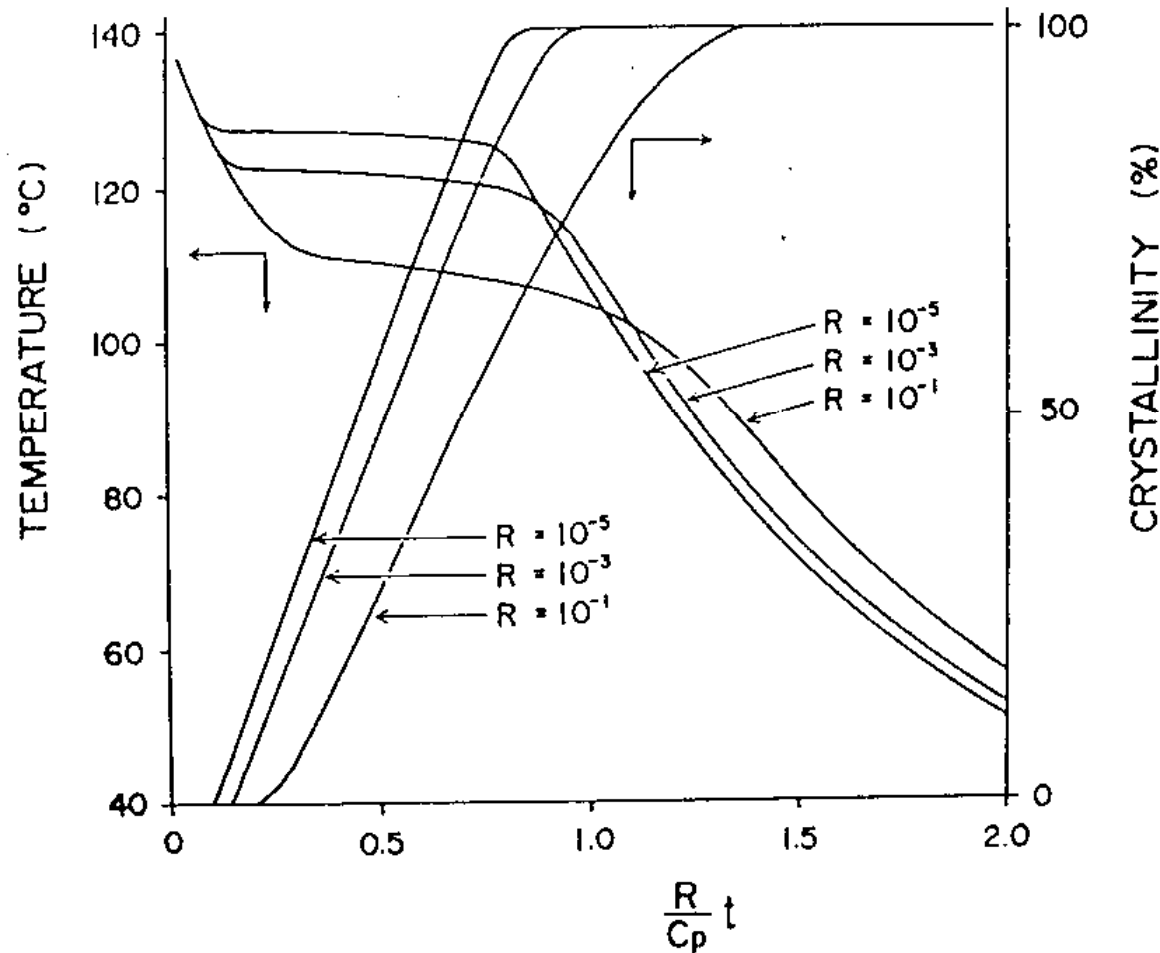
結晶化速度の温度依存性

Iso-kinetic (準静的)



冷却過程での結晶化

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{R(T - T_a)}{C_p} + \frac{\Delta H}{C_p} \frac{dX}{dt}$$



温度一定

$$\frac{dT}{dt} = 0$$

$$\frac{R}{C_p} (T - T_a) = \frac{\Delta H}{C_p} \frac{dX}{dt}$$

温度の関数

R 冷却速度に関わるパラメータ

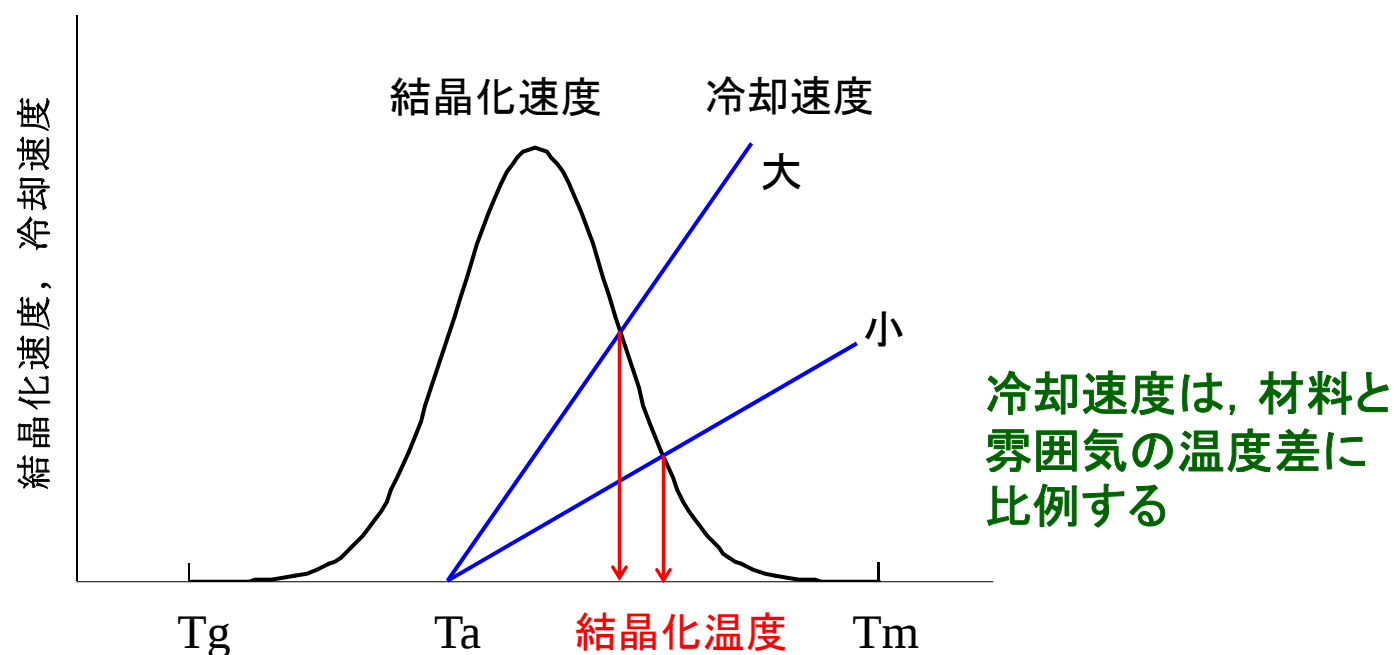


Department of Organic and Polymeric Materials
Tokyo Institute of Technology

成形加工プロセス中の結晶化(冷却過程)

最適結晶化温度:

結晶化により放出される熱量 = 冷却により取り除かれる熱量
(単位時間当たり)



ガラス転移温度が室温より低いポリマー



放射(輻射)

放射率 + 透過率 + 反射率 = 1

吸収率 = 放射率 = 1 $\Rightarrow$ 黒体

プランクの法則(黒体の放射スペクトル)

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

$$\lambda_m = \frac{2.898 \times 10^6}{T} [\text{nm}]$$

ステファン・ボルツマンの法則

$$E = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)]$$

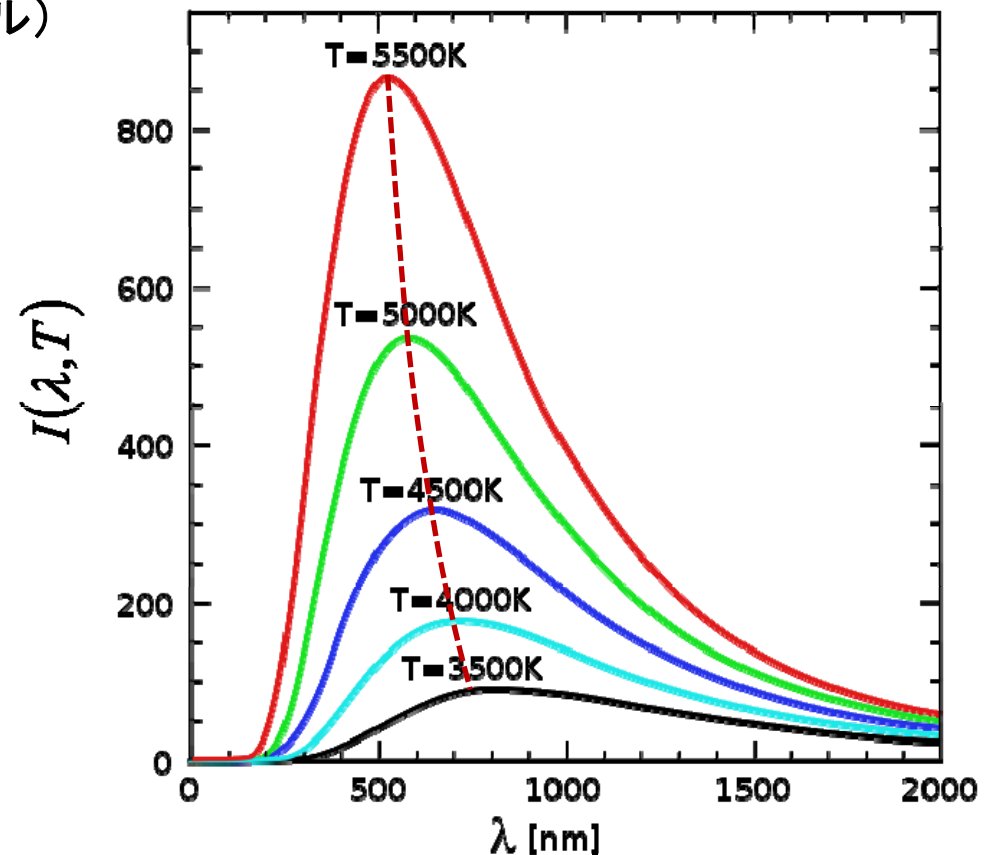
$$I(\lambda, T)$$

c: 光速 $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

h: プランク定数 $6.67 \times 10^{-34} \text{ Js}$

λ : 波長

k: ボルツマン定数 $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$



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

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

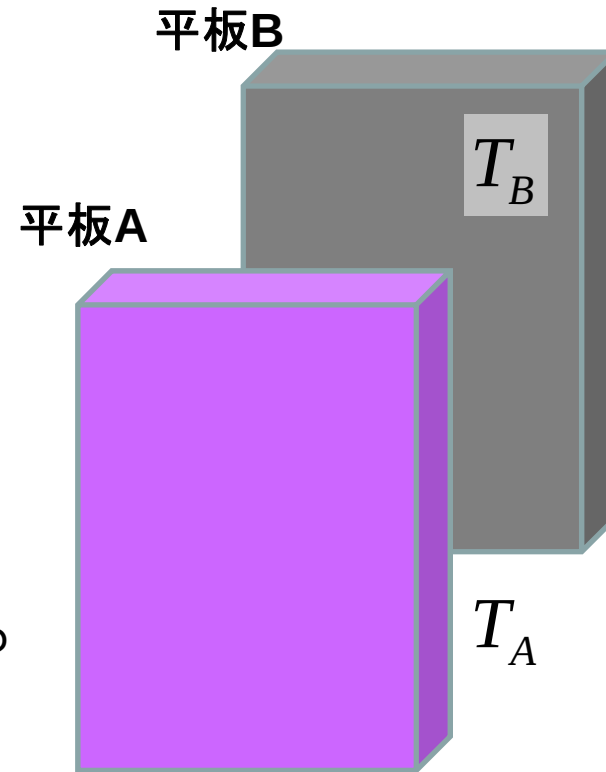
A, Bの放射率がそれぞれ $\varepsilon_A, \varepsilon_B$ のとき:

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

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

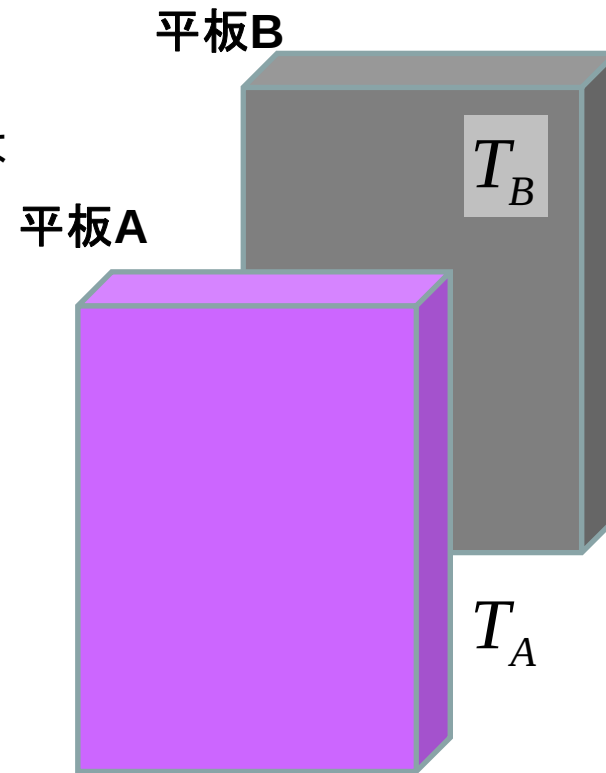
上記の面Bで反射されたる熱量の一部は, 面Aで吸収され, 残りは再び反射されて面Bに
向かう。従って, 面Aから放射された熱量のうち面Bに吸収される熱量は,

$$\begin{aligned} & \varepsilon_B E_A + \varepsilon_B (1 - \varepsilon_A)(1 - \varepsilon_B) E_A + \varepsilon_B (1 - \varepsilon_A)^2 (1 - \varepsilon_B)^2 E_A + \cdots \\ &= \frac{\varepsilon_B E_A}{1 - (1 - \varepsilon_A)(1 - \varepsilon_B)} \end{aligned}$$



結局，面Aから面Bへ放射により伝達される熱量は

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



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(°C)	放射率
鉄	研磨面	400-1000	0.14 – 0.38
	あらいがき面	100	0.17
	酸化鉄	100	0.31
レンガ	赤レンガ	20	0.93
木材	檜(研磨面)	70	0.91
ガラス	普通ガラス	90	0.88
水		0 – 100	0.95 – 0.963