

第 12 回 相転移とマントル対流

7月13日

本日の内容

- 0-1. レポートについて
- 0-2. 先週の補足
- 8-2. Clapeyron-Clausius の式 (続き)
- 8-3. 相変化とマントル対流
- 8-4. van der Waals の状態方程式と気液相転移

本日のレポート問題

締切: 7月19日(火) 正午 E121 号室前

[問題 8.3] マントル中の olivine-spinel 転移

(1) Mg_2SiO_4 という鉱物は、15 GPa 付近で olivine から spinel 構造 (正確には、変形 spinel 構造で、鉱物名は Wadsleyite) に変化する (olivine-spinel 転移)。この相転移のエントロピー変化は 7.7 J/(mol K)、体積変化は $3.16 \text{ cm}^3/\text{mol}$ である。相境界の勾配 dT/dP を求めよ。を求めよ。

(2) Mg_2SiO_4 (olivine) の定圧モル比熱 (1 モルあたりの定圧熱容量) は 1000 K において 175.3 J/(K mol)、モル体積は 300 K において $43.603 \text{ cm}^3/\text{mol}$ 、熱膨張率は $3.0 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ である。この鉱物の 1000 K における断熱曲線の勾配 $(\partial T/\partial P)_S$ を求めよ。

(3) 断熱的にマントル物質 (すべて olivine 組成と仮定する) が動くとき、olivine-spinel 転移が起こる圧力幅はどのくらいか? 講義で導出した式

$$\Delta P = \frac{L}{C_P \left[1 - \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S \left(\frac{dP}{dT} \right)_{\text{相境界}} \right]} \left(\frac{dP}{dT} \right)_{\text{相境界}} \quad (1)$$

をそのまま使ってかまわない (ということは講義で使った近似はそのまま使って良い)。講義で使った近似以外に、温度は 1000 K とし、その前後で潜熱は一定として良い。

(4) (3) の結果を深さ幅に直すとどの程度か? マントルの中での重力加速度は 10 m/s^2 として良い。圧力幅を深さ幅に直すときは olivine と spinel の密度差も無視して良い。

(注 : 問題で olivine の分子量は与えていないが、そのくらいは自分で調べること)