

# 第13回 エントロピーの周辺

7月11日

## 本日の内容

- 4-5. エントロピーの式
- 4-6. エントロピーの式と熱力学第二法則 (省略)
- 4-7. エントロピーと温度圧力

$$ds = \frac{c_p}{T} dT - \frac{\alpha}{\rho} dp \quad (1)$$

- 4-8. 断熱温度勾配

$$\frac{dT}{dz} = -\Delta_{ad}\rho g = -\frac{\alpha g T}{c_p} \quad (2)$$

- 4-9. ポテンシャル温度 (省略)

- 4-10. 熱伝導方程式の導出

$$\rho c_p \frac{DT}{Dt} - \alpha T \frac{Dp}{Dt} = -\text{div}(k \text{ grad } T) + \underline{\underline{\sigma'}} : \text{grad } \underline{v} \quad (3)$$

## 流体力学の方程式のまとめ (一成分系、ニュートン流体)

質量保存則 (連続の式)  $\frac{D\rho}{Dt} = -\rho \text{ div } \underline{v}$

運動量保存則 (Navier-Stokes 方程式)  $\rho \frac{D\underline{v}}{Dt} = -\text{grad } p + \text{div } \underline{\underline{\sigma'}} + \rho \underline{g}$

エントロピーの式  $\rho T \frac{Ds}{Dt} = -\text{div } \underline{q} + \underline{\underline{\sigma'}} : \text{grad } \underline{v}$

状態方程式  $\rho = \rho(p, T), \quad s = s(p, T)$

構成方程式 (Newton 粘性)  $\sigma'_{ij} = \mu \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \text{ div } \underline{v} \right) + \zeta \delta_{ij} \text{ div } \underline{v}$

構成方程式 (Fourier の法則)  $\underline{q} = -k \text{ grad } T$

## 本日のレポート問題

締切: 7月19日(火)

### [問題 4.2] 断熱温度勾配

(i) 大気 (乾燥) 断熱温度勾配を求めよ。ただし、2原子分子のモル定圧比熱は  $\frac{7}{2}R$  ( $R$  は 1 モルあたりの気体定数) である。結果は数値で求めよ (当然  $R$  にもしかるべき数値を入れること)

(ii) マントルの断熱温度勾配を求めよ。マントルの物性値は  $\alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ 、 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ 、 $T = 2000 \text{ K}$ 、 $c_p = 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  とせよ。

## 成績評価について

試験は行わず、出席とレポートを元に評価することにしました。基準は、最初に言ってある通り、8割以上が優、6割以上が良、4割以上が可、4割以下が不可です。昨日の時点での暫定的な評価は、受講登録者 25名のうち

A 20 名、B 2 名、C 1 名、D 2 名

です。最後のレポートの結果まで見て最終的な成績を出します。最後のレポートは簡単ですから、皆さん出してください。