第 12 回　エネルギーとエントロピーの式
7 月 04 日

本日の内容

Part 4　**エネルギーとエントロピーの式**
エネルギーやエントロピーの式を導いて、一成分の流体力学の基礎方程式系を完成させる

4-1.　**エネルギーの式の位置づけ**

4-2.　**エネルギー保存則（熱力学第一法則）**

4-3.　**運動エネルギーの式**

4-4.　**内部エネルギーの式**

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**

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）	$\dfrac{D\rho}{Dt} = -\rho \,\mathrm{div}\, \underline{v}$
運動量保存則（Navier-Stokes **方程式）**	$\rho\dfrac{D\underline{v}}{Dt} = -\,\mathrm{grad}\, p + \,\mathrm{div}\, \underline{\underline{\sigma}}' + \rho \underline{g}$
エントロピーの式	$\rho T \dfrac{Ds}{Dt} = -\,\mathrm{div}\, \underline{q} + \underline{\underline{\sigma}}' : \,\mathrm{grad}\, \underline{v}$
状態方程式	$\rho = \rho(p, T), \quad s = s(p, T)$
構成方程式（Newton **粘性）**	$\sigma'_{ij} = \mu\left(\dfrac{\partial v_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial v_j}{\partial x_i} - \dfrac{2}{3}\delta_{ij}\,\mathrm{div}\,\underline{v}\right) + \zeta \delta_{ij}\,\mathrm{div}\,\underline{v}$
構成方程式（Fourier **の法則）**	$\underline{q} = -k \,\mathrm{grad}\, T$

本日のレポート問題

締切： 7 **月** 08 **日（金） 午後１時**

[**問題** 4.1] **熱力学の復習問題**

(i) **次の** Maxwell **の関係式を導け**

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

ただし、S **はエントロピー、**T **は温度、**p **は圧力、**V **は体積である。**

(ii) **比熱が一定の** 1 mol **の理想気体のエントロピー** S **が温度** T **と体積** V **の関数として次のように書けることを示せ。**

$$S = C_V \ln T + R \ln V + \mathrm{const.}$$

ただし、C_V **はモル定積比熱で定数、**R **は気体定数とする。**