

## 熱物理学演習 4

- [1] 理想気体の定積モル比熱  $C_V$  と定圧モル比熱  $C_p$  との間にマイヤーの関係式  $C_p = C_V + R$  が成立することを示せ。
- [2] マイヤーは、気体の定圧比熱  $C_P$  と定積比熱  $C_V$  の差が、気体 1g が定圧下の体積膨張により外部にする仕事  $P\Delta V$  に等しいことを喝破した (1843 年)。等圧下の気体の微小な体積変化は、

$$\Delta V \approx \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \Delta T = V\alpha_P \Delta T, \quad \alpha_P \equiv \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

と、熱膨張率  $\alpha_P$  と温度変化  $\Delta T$  で表せる。空気に関して彼の手元にあったデータは、 $C_P = 0.267$  [cal/g·K]、ポアソン比  $\gamma \equiv C_P/C_V = 1.421$ 、定圧下の熱膨張率  $\alpha_P = \frac{1}{274}$  [K<sup>-1</sup>]、密度  $\rho = 0.0013$  [g/cm<sup>3</sup>]、大気圧  $P = 1013$  [hPa] =  $1.013 \times 10^6$  [g/cm·s<sup>2</sup>] である。以上をもとに、熱の仕事当量  $J$  [J/cal] を求めよ。また、現在の定圧比熱、ポアソン比、密度の測定値は、 $C_P = 0.24$  [cal/g·K]、 $\gamma \equiv C_P/C_V = 1.396$ 、 $\rho = 0.001293$  [g/cm<sup>3</sup>] である。この値を用いると、 $J$  はいくつになるか？

- [3] 次の  $df$  が完全微分であることを確かめ、積分を実行せよ。

(a)  $df = (2xy + y^2)dx + (2xy + x^2)dy$

(b)  $df = \frac{2x}{x^2 + y^2 + 1}dx + \frac{2y}{x^2 + y^2 + 1}dy$