

問題6 熱力学 (100点)

以下の説明を参考にして問い (問1～問6) に答えよ。

熱力学的関数の全微分は、温度 T 、圧力 P 、エントロピー S 、体積 V を用いて次のように表される。

$$\text{エンタルピー} \quad dH = TdS + VdP$$

$$\text{ギブスの自由エネルギー} \quad dG = VdP - SdT$$

$$\text{ヘルムホルツの自由エネルギー} \quad dF = -SdT - PdV$$

$$\text{内部エネルギー} \quad dU = TdS - PdV$$

また、断熱体積弾性率、等温体積弾性率、定圧比熱、定積比熱、熱膨張係数は、それぞれ

$$K_S \equiv -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S \quad K_T \equiv -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$$
$$C_p \equiv T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p \quad C_v \equiv T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_v \quad \alpha \equiv \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

と定義される。

問1 次の関係式を導け。

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_p$$

問2 温度2000 [K]において、定圧比熱 $C_p = 1 \times 10^3 \text{ [J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}]$ 、熱膨張率 $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ [K}^{-1}]$ 、単位質量当たりの体積 $V = 3 \times 10^{-4} \text{ [m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}]$ であるとす
る。この時、 $\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S$ の値を求めよ。

(次ページに続く)