

例題 3B (理想気体の準静的等温膨張における仕事)

N モルの理想気体が、温度 T (たとえば室温) 一定のまま、体積 V_1 から V_2 まで準静的に膨張するとき、外界にする仕事 W を求めよ。

(解答例)

圧力 p は、理想気体の状態方程式より、 $p(T, V, N) = NRT/V$ であたえられるから、温度 T 一定のまま、体積が微小量 ΔV 変化する間にする仕事 $\Delta'W$ は

$$\Delta'W \simeq p(T, V, N)\Delta V = \frac{NRT}{V}\Delta V \quad (1)$$

となる。これより、気体のする仕事 W は

$$\begin{aligned} W_{\text{準静的等温}} &= \lim_{M \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^M \frac{NRT}{V_k} \Delta V \\ &= NRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = NRT \left[\ln V \right]_{V_1}^{V_2} = NRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

したがって、準静的等温過程において理想気体のする仕事 $W_{\text{準静的等温}}$ は、温度 T に比例し、体積比 V_2/V_1 に対数的に依存することがわかる。

$$W_{\text{準静的等温}} = NRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad (3)$$