

8. エントロピーの計算

() () 番 氏名 () 月 日

8-1. 圧力 5 MPa、温度 600 °C の空気が不可逆断熱膨張して、0.2 MPa、120 °C となった。

(1) 空気の比エントロピーの増加量はいくらか。

(解答)

エントロピーは状態量であるので、膨張前後の状態より増加量は、

$$s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = 1.005 \times \ln \frac{393}{873} - 0.2872 \times \ln \frac{0.2}{5} = 0.12234 \text{ kJ/(kgK)}$$

Ans. 0.122 kJ/(kg K)

(2) 同じ圧力まで可逆断熱膨張したとすれば、温度はいくらになっていたか。

(解答)

可逆断熱変化の関係式

$$\frac{T_1}{p_1^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} = \frac{T_2'}{p_2^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}$$

より、

$$T_2' = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 873 \times \left(\frac{0.2}{5} \right)^{\frac{0.4}{1.4}} = 348.0 \text{ K}$$

Ans. 348.0 K (74.8 °C)

(参考)

可逆断熱変化であれば、エントロピーは変化しないはずである。

この問題の場合は、

$$\begin{aligned} s_2' - s_1 &= c_p \ln \frac{T_2'}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = 1.005 \times \ln \frac{348.0}{873} - 0.2872 \times \ln \frac{0.2}{5} \\ &= -0.92433 + 0.92446 = 0.00013 \text{ kJ/(kgK)} \end{aligned}$$

または、

$$\begin{aligned} s_2' - s_1 &= c_p \ln \frac{T_2'}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = c_p \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - R \ln \frac{p_2}{p_1} \\ &= \frac{\kappa-1}{\kappa} c_p \ln \frac{p_2}{p_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = R \ln \frac{p_2}{p_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} = 0 \end{aligned}$$

となっている。