

9.8 エクセルギーとアネルギー

熱機関のサイクルが最高温度 T_1 と最低温度 T_2 の間でおこなわれるとき，理想的なサイクルであれば，その熱効率はカルノーサイクルの熱効率に一致する．しかし，オットーサイクルをはじめとする実際の熱機関の理論熱効率は，カルノーサイクルの熱効率よりも低い．

このように，与えた熱量に対して取り出すことのできるエネルギーは，カルノーサイクルの場合に最大となり，その最大値を**エクセルギー（有効エネルギー）**，取り出せない仕事を**アネルギー（無効エネルギー）**という．また，有効な仕事として取り出すことのできるエネルギーの割合のことを**エクセルギー効率**という（図 9.20 参照）．

したがって，カルノーサイクルの場合のエクセルギーは図 9.2 の長方形 1234 の面積になり，外部になす仕事

$$w^* = (T_2 - T_4) \times (S_4 - S_1) \quad (9.23)$$

に一致する．

一般に，熱機関のエクセルギー効率は， T - S 線図上において，常温，常圧（たとえば 300K, 1 気圧）の状態とその熱機関の高温側変化の間で作動するサイクルの仕事に対する，その熱機関の出力の比になる．オットーサイクルを例に説明すると，図 9.21 ように，図形 123451 に対する図形 12341 の面積の比となり，エネルギー効率は次式のように表される．

$$\eta_{\text{ex}} = \frac{\text{図形12341の面積}}{\text{図形123451の面積}}$$

ここで，図 9.21 の点 5 は点 1 と温度が等しく，点 4 とエントロピーが等しい点である．

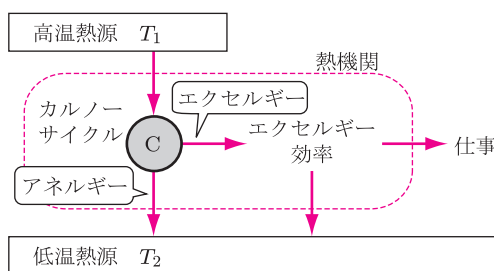


図 9.20 エクセルギーとアネルギー

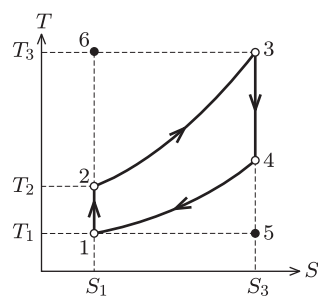


図 9.21 オットーサイクルのエクセルギー効率

9章 演習問題

●エクセルギーとアネルギー

9.16 高温源 600K, 低温源 300K ではたらく熱機関があり, その熱効率は 20%であるという. このとき, 以下の(a), (b)に答えよ.

(a)カルノーサイクルの場合, その熱効率はいくらか.

(b)エクセルギー効率はいくらか.

9.17 図 9.21 のオットーサイクルのエクセルギー効率を求めよ.

演習問題解答

9.16 (a) $\eta_C = 1 - \frac{300}{600} = 0.5$ より, 50%.

(b) $\eta_{\text{ex}} = \frac{\eta}{\eta_C} \times 100 = \frac{20}{50} \times 100 = 40\%$.

9.17 $\eta_{\text{ex}} = \frac{c_v(T_3 - T_4) - c_v(T_2 - T_1)}{c_v(T_3 - T_5) - c_v(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$