

## まとめ 2. 熱力学第一法則 (1) : 内部エネルギーの存在

熱量 :

- 1 cal : 1 g の水の温度を 1°K 上昇させるために要する熱量
- ”熱と仕事の等価性”
- $Q = Jq$  ;  $J = 4.1860$  J/cal

熱力学第一法則 :

”系の状態がひとつの平衡状態から他の平衡状態に変化するとき , 外界にする仕事を  $W$  , 吸収する熱を  $Q$  とする . このとき系のエネルギー変化  $Q - W$  は始状態と終状態によって決まり , 途中の過程によらない。”

$$Q - W = U_2 - U_1; \quad U = U(T, V, N) : \text{内部エネルギー (状態量)}$$

- 数学的表現 ( $N$  一定)

$$\oint (d'Q - d'W) = 0 \quad [\text{積分形}]$$

$$dU = d'Q - d'W \quad [\text{微分形}]$$

- 全微分  $dU$

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$$

$$\frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right) \quad : \quad \oint dU = 0 \quad [\text{積分可能性}]$$

準静的 (quasi-static) 過程における仕事, 吸熱 :

- 仕事 :  $W = \int_1^2 p_{[q]} dV$

- 比熱 :  $\left(\frac{d'Q}{dT}\right)_x = C_x = Nc_x$  ( $x = V, p, \text{etc.}$ ) :  $C_x$  熱容量,  $c_x$  (モル) 比熱  
 $x = V$  [定積比熱],  $x = p$  [定圧比熱],  
 $c_x > 0$  (正值性)

- 吸熱 :  $Q = \int_1^2 Nc_x(T) dT, \quad Q = U_2 - U_1 + W$

理想気体の内部エネルギー :

$$U(T, V, N) = Nc_V T + U_0$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$$