

・ 4つの気体の状態変化

気体の状態変化について、①～④の変化を順番に見ていきましょう。

① 定積変化 … 体積を一定に保ったまま、気体の状態が変化すること

	変化前	変化後
圧力 P	P_1	P_2
体積 V	V_1	$V_2 = V_1$
温度 T	T_1	T_2

縦軸に圧力、横軸に体積をとった P-V 図で表してみよう。熱力学第一法則を考えると、

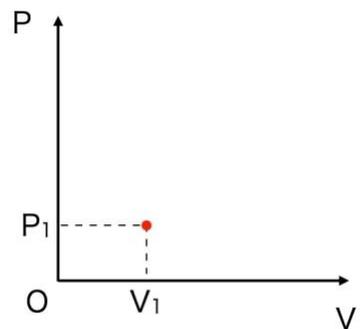
$$Q = \Delta U + W$$

$$W = 0 \text{ なので、 } Q = \Delta U$$

もし単原子分子だとすると、

$$Q = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$$

となり、与えた熱 Q がすべて内部エネルギーの増加 ΔU に使われるため、温度が大きく上昇します。



なお変化の前後でそれぞれ状態方程式をたてることや ($P_1V_1 = nRT_1, P_2V_2 = nRT_2$)、気体が閉じ込められているので ($nR = \text{一定}$)、変化の前後でボイル・シャルルの法則 ($\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_1}{T_2}$) を使うこともできます。これらは以後紹介する②～③でも同様に使えます。また、内部エネルギーについては、単原子分子として ($U = \frac{3}{2}nRT$)、②～③をみていきます。

② 定圧変化 … 圧力を一定に保ったまま、気体の状態が変化すること

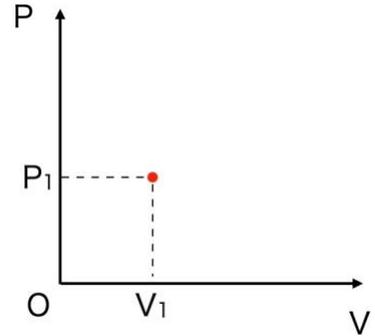
	変化前	変化後
圧力 P	P_1	$P_2 = P_1$

体積 V	V_1	V_2
温度 T	T_1	T_2

P-V 図で表してみよう。熱力学第一法則を考えると、

$$Q = \Delta U + W = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) + W$$

となり、与えた熱 Q は内部エネルギーの増加 ΔU と気体がする仕事 W の2つに使われます。そのため定積変化よりも温度上昇は（ **小さく** ）なります。



・定圧変化と気体のする仕事 W

一定の圧力 P [N/m²] のまま、ピストンが距離 x [m] 動いた時に、気体の圧力がした仕事 ($W = Fx$) は、そのときの圧力 $P = \frac{F}{S}$ を使って表すと、



$$W = Fx = PSx = P\Delta V$$

覚える

となります。そのため熱力学第一法則を書き換えると、

$$Q = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) + P_1\Delta V$$

と書き換えられます。また状態方程式 ($P_1V_1 = nRT_1, P_1V_2 = nRT_2$) を使うと、

$$P_1\Delta V = P_1(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1) = nR\Delta T$$

と変化量で表すことができ、熱力学第一法則は、

$$Q = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) + nR(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$$

となります。定積変化の場合は係数が $\frac{3}{2}$ 、定圧変化の場合は係数が $\frac{5}{2}$ のため、同じ熱量 Q を与えた場合に温度上昇 ΔT がより（ **小さい** ）ことが式からもわかります。また状態方程式は Δ を使って $P_1\Delta V = nR\Delta T$ といふように、「変化量 Δ を使って書き表せる」ことを覚えておきましょう。

やってみよう 上の P-V 図の中に、 $P_1\Delta V = P_1(V_2 - V_1)$ の場所を探して塗ってみてください。P-V 図で囲まれた（ **面積** ）が気体のした仕事を表します。