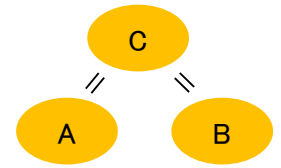


(参考0) 熱力学第0法則による温度の定義

熱力学第0法則 「熱接触している2つの物体AとCが熱平衡にあり、同じくBとCが熱平衡にあるとき、AとBも熱平衡にある。」

により、温度が以下のように定義される。



熱平衡状態が、物体AとBでは、状態量の組 X_1, \dots, X_n で指定され、

物体Cでは、気体のように、 p と V の組で指定されるとする。

- ・ 以下では、物体Cが特定の状態 p_C, V_C にあるときに、物体AおよびBと熱平衡にあるとする。
- ・ そこで先ず、AとCが熱平衡状態にあることから、Cの状態はAの状態でも指定されており、Cの V_C は、以下のようにも表すことができる。

$$V_C = V_{C-A}(p_C, X_{A1}, \dots, X_{An}) \quad (1)$$

同様に、BとCも熱平衡状態にあるので、以下の表式が得られる。

$$V_C = V_{C-B}(p_C, X_{B1}, \dots, X_{Bn})$$

上の2つの表式から、以下の関係がAとBの間に成り立つ。

$$V_C = V_{C-A}(p_C, X_{A1}, \dots, X_{An}) = V_{C-B}(p_C, X_{B1}, \dots, X_{Bn}) \quad (2)$$

- ・ 一方このとき、第0法則からAとBも熱平衡にあるので、式(1)と同様に以下の表式が得られる。

$$X_{A1} = X_{A1-B}(X_{A2}, \dots, X_{An}, X_{B1}, \dots, X_{Bn}) \quad (3)$$

- ・ 式(2)と(3)は、等しくAB間の熱平衡条件を表しているが、式(3)には当然 p_C は含まれていない。すなわち、 V_{C-A} と V_{C-B} の等式(2)における p_C は、両辺で以下のように消去されるはずである。

$$\theta_A(X_{A1}, \dots, X_{An}) = \theta_B(X_{B1}, \dots, X_{Bn}) \quad (4)$$

このように、熱平衡にある2物体では、 θ が互いに等しいことで熱的な釣合いが表されており、この θ を各物体の温度と見做すことができる。ここで例えば、物体Aにおける状態量の組 X_{A1}, \dots, X_{An} で特定の値が決まる温度 θ_A は物体Aの状態量となり、その具体的な表式 $\theta_A = \theta_A(X_{A1}, \dots, X_{An})$ が得られれば、物体Aの状態方程式となる。

例) 物体Cが理想気体($pV = nRT$)であるとき、

$$V_C = \frac{nR}{p_C} T_C(X_{A1}, \dots, X_{An}) = \frac{nR}{p_C} T_C(X_{B1}, \dots, X_{Bn}) \quad (2')$$

ファン・デル・ワールス流体(参考6)であるときにも、 p_C と V_C の役割を入れ替えて、

$$p_C = \frac{nRT_C(X_{A1}, \dots, X_{An})}{V_C - bn} - a\left(\frac{n}{V_C}\right)^2 = \frac{nRT_C(X_{B1}, \dots, X_{Bn})}{V_C - bn} - a\left(\frac{n}{V_C}\right)^2 \quad (2'')$$

どちらの場合にも、物体Cの温度 T_C により、 $T_C(X_{A1}, \dots, X_{An}) = T_C(X_{B1}, \dots, X_{Bn})$ の関係が確かに得られる。すなわち、物体Cは温度計の役割を果たしている。

(文献) A.B. Pippard: "Elements of Classical Thermodynamics" Cambridge Univ. Press, 1957, Ch. 2 (ISBN:0521091012)

熱接触している2物体間の熱平衡については、2つの部分系間の平衡条件(本文第9章)として再度確認されることになる。