

# 熱力学的温度

## 温度の定義

現在の温度の定義は、平衡状態における分子の運動エネルギーを、エントロピーという統計値で微分したものである。

$$T = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$$

$\Delta S$ : エントロピー変化  
 $\Delta Q$ : 熱量(の変化量)  
 $T$ : 絶対温度

示強性……………物質の(全)量に比例しない性質。温度は示強性です。

$T$ (絶対温度)は、 $\Delta Q$ (熱量)に比例する。熱量は、エネルギーです。  
(大気・水循環が定常に行われて、 $\Delta S$ が一定ならば)気温は $\Delta Q$ (地表付近の廃熱量)に比例する。

グラフにおいて、横軸(X軸)が絶対温度ならば、縦軸(y軸)はエネルギーである。  
縦軸が二酸化炭素濃度であるかのようなごまかしに、惑わされないようにして下さい。

## 気体の状態方程式を全微分(偏微分)することにより

$$PV = (nR)T \quad \therefore T = \left( \frac{1}{nR} \right)_{一定} PV$$

$T(P, V)$ …………… $T$ は $P, V$ の関数

$$dT = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_V dP + \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P dV$$

$T$ の微小変化は、  
( $V$ を一定にして) $T$ を $P$ で微分したものに、 $P$ の微小変化を乗じたものと  
( $P$ を一定にして) $T$ を $V$ で微分したものに、 $V$ の微小変化を乗じたものの和になる。

## 熱力学第一、第二法則より

$$T = \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_V$$

$U$ (内部エネルギー)……………物質の状態を表す熱力学的な状態量。  
物質のもつ全体のエネルギーから、運動に関する運動エネルギーを差し引いた残りのエネルギー。  
内部エネルギーの増加分 $\Delta U$ は、外部からその系になされた仕事 $W$ と、外部から与えられた熱量 $Q$ 、および質量の増加 $\Delta M$ と等価なエネルギーの増加分 $(\Delta M)c^2$ の和で表される( $c$ は光速)。  
 $\Delta U = W + Q + (\Delta M)c^2$

$T$ は、( $V$ が一定のとき) $U$ を $S$ で微分したもの

『温度とは、(体積が一定ならば)内部エネルギーをエントロピーで微分したもの』である。

## エンタルピーから温度を考察してみよう

$$H = U + PV$$

$H$ : エンタルピー

$$dH = TdS + VdP$$

$H$ は( $S, P$ )を独立変数とする関数である。

## エンタルピーを全微分して

$$\begin{aligned} dH &= H(S+dS, P+dP) - H(S, P) \\ &= \left( \frac{\partial H}{\partial S} \right)_P dS + \left( \frac{\partial H}{\partial P} \right)_S dP \\ &= TdS + VdP \end{aligned}$$

よって、

$$T = \left( \frac{\partial H}{\partial S} \right)_P, \quad V = \left( \frac{\partial H}{\partial P} \right)_S$$

$T$ は、( $P$ が一定のとき) $H$ を $S$ で微分したもの

『温度とは、(圧力が一定ならば)エンタルピーをエントロピーで微分したもの』である。

$V$ は、( $S$ が一定のとき) $H$ を $P$ で微分したもの

『気体分子の飛び回る空間(気体の体積)は、(エントロピーが一定ならば)エンタルピーを圧力で微分したもの』である。

温度の定義

現在の温度の定義は、平衡状態における分子の運動エネルギーを、エントロピーという統計値で微分したものである。

$$T = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$$

ΔS: エントロピー変化  
ΔQ: 熱量(の変化量)  
T: 絶対温度

示強性……………物質の(全)量に比例しない性質。温度は示強性です。

T(絶対温度)は、ΔQ(熱量)に比例する。熱量は、エネルギーです。  
(大気・水循環が定常に行われて、ΔSが一定ならば)気温はΔQ(地表付近の廃熱量)に比例する。

グラフにおいて、横軸(X軸)が絶対温度ならば、縦軸(y軸)はエネルギーである。  
縦軸が二酸化炭素濃度であるかのようなごまかしに、惑わされないようにして下さい。

気体の状態方程式を全微分(偏微分)することにより

$$PV = (nR)T \quad \therefore T = \left( \frac{1}{nR} \right)_{一定} PV$$

T(P, V)……………TはP, Vの関数

$$dT = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_V dP + \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P dV$$

Tの微小変化は、  
(Vを一定にして) TをPで微分したものに、Pの微小変化を乗じたものと  
(Pを一定にして) TをVで微分したものに、Vの微小変化を乗じたものの和になる。

【問題1】 下記の(1)の式を読み取り、記述しなさい。

$$T = \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_V \dots \dots \dots (1)$$

T: 絶対温度                      U: 内部エネルギー  
S: エントロピー                P: 圧力

(絶対)温度とは、

【問題2】 下記の(2)の式を読み取り、記述しなさい。

$$T = \left( \frac{\partial H}{\partial S} \right)_P \dots \dots \dots (2)$$

T: 絶対温度                      H: エンタルピー  
S: エントロピー                P: 圧力

(絶対)温度とは、