

種々の標準状態 Standard Temperature and Pressure

ある状態の熱力学量を決めるには基準となる状態を定める必要がある。物性値の代表的な数値を示すのにも必要であるが、物性値には絶対値が決まらず、基準からの相対値でしか表現できないものも多いからである。その基準とする状態を標準状態という。単に標準状態というとき、一般的には気体の標準状態のことである。

物理学での標準状態

かつて、国際単位系 Le Système International d'Unités, SI ではなく、まだ MKS/cgs 絶対単位系や工学単位系（重力単位系）などが使われていたとき、気体の量を表すのに標準状態に換算したときの体積が使われ、 5 Nm^3 (5 ノルマル m^3 と読む) のように表示された。ここに“Normal”は標準状態に換算したときの体積の意である。

この“Normal”標準状態は“STP”, Standard Temperature and Pressure というようにも書かれ、その定義は温度 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (273.15 K)、気圧 1 atm (101.325 kPa) の状態である。この標準状態は SI 単位系の下でも広く使われる。

特に工業的に、燃料の発熱量は温度 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (273.15 K)、気圧 1 atm (101.325 kPa) の状態で規定されている。資源エネルギー庁のエネルギー源別標準発熱量表もこれで書かれている。

気体燃料の場合に単位量の燃料量を表すために“Normal” m^3 が使われているのであるが、発熱量表示に量を規定しているだけでなく、燃料の発熱量には、大きくはないものの Kirchhoff の法則として知られる温度依存性があり、“Normal”が付いていると $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (273.15 K) における発熱量であることも併せて規定している。

化学熱力学での標準状態

機械工学の範疇で出てくる熱化学、化学熱力学では一般に 298.15 K , 101.3 kPa である。標準生成エンタルピ、標準生成自由エンタルピなどが出てくると

きにはこの標準状態である。「物理学上の標準状態 STP」と区別して「基準状態」ということがある。

1982年にIUPAC, Commission on Thermodynamicsは標準状態圧力 SSP, Standard State Pressureの値をそれまで慣習的に使われてきた101.325 kPa (1 atm) から100 kPa (1 bar, 10^5 Pa) に変えるよう推奨し, NBS (現在のNIST) の化学熱力学データベースなどはこの推奨に従って変更された。これが標準環境温度と圧力 SATP, Standard Ambient Temperature and Pressure という定義である。しかし, しばしばこの推奨は無視され, 現在なお SSP として101.325 kPa が使われることが少なくなくて, この20数年間 SSP として2つの値が存在し, 物質科学の世界に混乱をもたらしている。

機械工学に関係する範囲では, 熱物性値に対する圧力依存性は極めて小さいので, NBS (NIST) の化学熱力学データベースなどの値をそのまま使っても問題になることはほとんどないが, 注意するに越したことはない。

エクセルギー Exergy における標準環境

298.15 K, 101.325 kPa 下で, 液体の水が存在し, それ平衡に飽和湿り空気がある
<N₂: 76.57 kPa, O₂: 20.61 kPa, H₂O: 3.20 kPa, CO₂: 0.03 kPa, Ar: 0.91 kPa> として存在する状態が選ばれている。

- * 圧力単位表示 “Pa” では基本的に真空を 0 Pa とする絶対圧で与えられ, 大気圧基準のゲージ圧を Pa で表示すると絶対圧との区別が付かない。ISO では, ゲージ圧には “Pe” を使うか, あるいは “Pa” の場合には “Gauge” を付与するよう推奨している。
- * 気体が “Normal” としての標準状態にあることを言うにあたって, Nm³ のようにして “N” を付けると, 国際単位系 SI では N は力の単位, ニュートンと読まれてしまう。また, SI では付加的な意味を表すための添字を単位記号に付けないことになっているので, 標準状態 Normal は単位記号の後に括弧付けで 5 m³ (Normal) あるいは 5 m³ (標準状態) のようにするか, 量記号に添字として付けて, V_{Normal} = 5 m³ または V_N = 5 m³ のように表す。

* 標準状態圧力混乱のはじまりについては以下を参照されたい.

長野八久：「標準状態圧力の成立過程 Historical Background of the Standard State Pressure」, <http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/~nagano/ssp2.htm>