

# 状態，状態量，状態式

トミー@物理のかぎプロジェクト

2006-8-24

熱力学を勉強していると，しょっちゅうお目にかかる「状態」という単語．これは一体何を表しているのでしょうか？ここでは「状態」の意味を述べ，それが熱力学においてなぜ重要であるのか，わかりやすく解説します．

## 「状態」の定義

物体の全ての測定可能な物理的性質が固有の値を持つ場合，すなわち，その物理的性質が有限な数値で規定できる場合には，その物体は与えられた状態 (state) にあるとといいます．

例えば「ある固体を温度 100 まで熱すると抵抗値は 500k になる」という記述は，この固体が一つの状態にあることを表しています．

## 状態量

物体の状態量とは，物体がある状態にある場合に有する一連の固有の値のことをいいます．先の例でいうと「100」と「500k」が状態量となります．この「状態量」は一般に，状態によってのみ決まる量であり，その物体がどのような過程を経て現在の状態に達したかということにまったく依存しません．熱力学においては，アインシュタインが相対性理論を生み出したということにのみ重きを置くのであって，アインシュタインがどのようにして相対性理論を生み出したのかということにはこだわらない，ということです．

ここでこの「状態量」について，熱力学に関する重要なことを述べておかなければなりません．熱力学においては，任意の物体の状態あるいはそれをもって構成される系の状態は圧力  $p$  ・ 比体積  $v^{*1}$  ・ 温度  $T$  の 3つの量によって完全に表されるのです．もし他に表したい熱力学性質が出てきたとしても，その性

質はやはりこの3つの量で記述されます。この  $p, v, T$  を 基本状態量 といいます。

## 状態式

上で述べた「基本状態量」の間には、物質によって決定される一定の関係があります。それを一般に

$$f(p, v, T) = 0 \quad (1)$$

と書きます。この関係式のことを 状態式 (equation of state) といいます。式 (1) はまた、

$$p = g(v, T) \quad (2)$$

と書き表すこともできます。例えば、高校で習うボイル-シャルルの法則を思い出してみましょう。ボイル-シャルルの法則とは、

$$\frac{pv}{T} = C \quad (3)$$

というものでした。ここで  $C$  は一定値を意味しています。式 (3) を

$$\frac{pv}{T} - C = 0 \quad (4)$$

と変形してみましょう。式 (4) は式 (1) の形になっていることが分かりますね。そう、ボイル-シャルルの法則を表した式は「状態式」の代表例なのです。

## そうか！だから「状態」は重要なんだ！

さてここまで、「状態」というものについて色々学びました。「状態」が何であるか、だいぶ明確になってきましたね。しかしながら忘れてはならない最後の疑問が残っています。それは「熱力学において、なぜ「状態」が重要であるのか？」ということです。

先ほど「状態量は各状態によってのみ決定される」というお話をしました。熱力学は巨視的な学問です。物体内部の細かい動きを追うのではなく、「結果的に になった」ということに重きを置きます。「 になった」というのは「ある状態になった」ということです。熱力学では一つの体系のあらゆる状態の比較を行うことで、一学問体系として発展してきたのです。

### Important

熱力学において「状態」が頻出であるのは、熱力学が「巨視的な」学問であるからである。

以上のことは熱力学を勉強していく上で忘れてはならないことです。頭の片隅に、いつでも置いておいてください。

\*1 比体積 (specific volume) とは、単位質量の物質の占める体積のことをいいます。SI 単位系ではその単位を  $m^3/kg$  で表します。単位を見てお分かりいただけるように、比体積は密度の逆数です。