

梃子(てこ)は一点を支点とし、そこを中心に回転できるようにした棒のことだ。大きなものを少ない力で動かすことができる。力を加える所を力点、その力が外部に働く所を作用点という。これら3点の置き方で3種類の梃子ができる。

3点を一直線に並べたとき作用点と力点の間に支点を置くのが第1種梃子だ。力点に加えた下向き的小さい力は、支点を固定点として作用点で上向きの大きな力になる。古くはピラミッドの巨石を動かすのに使った。洋バサミ、ラジオペンチ、缶切りなども第1種だ。

第2種は支点を端に置き、作用点と力点が同じ側にある梃子のことだ。力点に加えた上向き的小さい力は、作用点で上向きの大きな力となる。これも小さい力を大きな力に変えることができる。この方法を使う道具は栓抜き、クルミ割り

身近な原理 地球も動かす?

器、穴あけパンチなどだ。

第3種は支点を端にして作用点と力点を同じ側に置くが、力点を支点に近い位置にする。加えた力より出る力は小さくなるものの、大きな動きを取り出せる。ピンセット、ゴルフクラブ、野球のバット、箸などだ。

エネルギーは力と距離の積だ。エネルギー一定という条件では、作用点に大きな力を出させようとすると、力点の動きに對し作用点の動きは小さい。小さな力でよければ、その逆になる。第1種では手こぎボートのオールがその例だ。

私たちが「梃子入れ」「梃子でも動かさない」と使うように、なじんだ言葉だ。古代ギリシャのアルキメデスは梃子を使った発明をしており「私に支点を与えてくれれば、地球を動かしてみせよう」と言ったという。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

日経産業新聞
平成 30 年
6 月 12 日

物性理論は、物質の構成要素である原子・分子の性質と、それらが作り上げる構造との因果関係を明確に描き出す。より完全な理解へと進んでいくには、それまでモデルの単純化のために除外してきた要素を加えて、より精密な議論をしていかなければならない。そのモデル進化の姿を、比熱理論を例にして紹介する。

単位質量の物質の温度を、体積を変えないで単位温度を上げる熱量を定積比熱という。一方、エネルギー等分配則は、気体定数Rと絶対温度Tを使い、1自由度あたりの運動エネルギーの平均値を、 $1/2 kT$ という一定の物質質量あたり「 $R T / 2$ 」と定義している。

原子は点だから回転自由度は無く、X、Y、Z方向の3つの並進自由度を持つので、その定積モル比熱は先の3倍の「 $3R / 2$ 」となる。構成する原子の相互

除外要素加えモデル進化

の位置が変わらない直線剛体分子では、2つの回転自由度が加わり「 $5R / 2$ 」、非直線分子では、さらに自由度1が加わり「 $3R$ 」となり入れたことだ。

こうして、原子1モルあたりの質量である1グラム原子の比熱は、通常の温度では例外を除いてほとんど等しく約 $3R$ というデュロン・プティの法則がでてくる。ただしこれが成立する温度範囲は狭い。

低温では、固体の定積モル比熱はこの法則から大きく外れる。古典論では説明できないこの現象を説明するため、アインシュタインは1907年に、同種の原子からなる結晶の格子振動を、単一の振動数の独立した調和振動子の集団としたモデルを提出し量子力学を適用した。

これはまだ十分ではなかったが、その改良版をデバイが1912年に発表した。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

この新モデルのポイントは「独立」という非現実的な仮定を外し、原子間の相互作用の結果当然起こる「結晶格子の集団運動」をとり入れたことだ。

彼はまず固体を連続弾性体とみなした。しかし、連続体では無限小の波長の振動まであるから、運動の自由度は無限大になってしまう。彼はその欠点を、結晶格子では格子間隔の波長が最小限度だとする現実感覚を持って取り除いた。

すなわち、連続体の振動モードを波長の長い方からとり入れ、振動波長が原子間隔と等しいところで打ち切った。格子間隔より短い波長の波は存在しないという。当然の事実を入れたのだ。こうして求められた定積モル比熱は、多くの単体や化合物で実験とよく一致した。

日経産業新聞
平成 30 年
6 月 19 日