

### なくならないエネルギー

～ 力学的エネルギーの保存～

物理基礎 監修

田原 輝夫

#### 今回学ぶこと

エネルギーという視点に立って物体の運動を観察すると、そこには新たな法則が見えてきます。それは力学的エネルギー保存の法則です。力学的エネルギーとは、物体の運動エネルギーと位置エネルギーを足し合わせたものです。物体に対して重力や弾性力だけが仕事をする場合、物体の力学的エネルギーは常に一定の値に保たれるのです。例えば、自由落下する物体では、運動エネルギーはしだいに増加しますが、同時に重力による位置エネルギーは減少し、力学的エネルギーは変化しないのです。

#### 今回のポイント

- ① 力学的エネルギーとは
- ② 力学的エネルギー保存の法則
- ③ 力学的エネルギーが保存されないとき

### 力学的エネルギーとは

物体の運動エネルギーと位置エネルギーを足し合わせたものを力学的エネルギーという。運動している物体では、速度や位置が絶えず変化している。これをエネルギーという視点で見ると、物体の運動エネルギーや位置エネルギーの値は絶えず変化しているといえる。ところが、ある一定の条件の下では、運動エネルギーと位置エネルギーの和、すなわち力学的エネルギーが、常に一定に保たれることが知られている。(運動エネルギーが増加するときには位置エネルギーが減少し、運動エネルギーが減少するときには位置エネルギーが増加して、力学的エネルギーが一定になる。)

力学的エネルギーに着目することで新たな物理の法則を見出すことができる。

## 力学的エネルギー保存の法則

重力や弾性力だけが物体に対して仕事をするとき、物体の力学的エネルギーは保存される（一定に保たれる）。これを力学的エネルギー保存の法則という。

〔例〕

自由落下する物体の運動： $h$ 〔m〕の高さから、初速度  $0$  m/s で自由落下する質量  $m$ 〔kg〕の物体について、地面に衝突するときの速さ  $v$ 〔m/s〕を、力学的エネルギー保存の法則を使って求めてみよう。

力学的エネルギーの値は常に等しいので、落ち始めた直後と地面に衝突する直前の力学的エネルギーをそれぞれ式で表しイコールで結ぶことができる。地面を重力による位置エネルギーの基準面とし、重力加速度の大きさを  $g$ 〔m/s<sup>2</sup>〕とすると、

$$0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

これを  $v$  について解くと、 $v = \sqrt{2gh}$ 〔m/s〕が得られる。

## 力学的エネルギーが保存されないとき

摩擦力や空気抵抗など、重力や弾性力以外の力が物体に対して仕事をする場合には、力学的エネルギーは保存されない。このとき、初めに持っていた力学的エネルギーの一部（または全部）は、熱エネルギーなどに変化している。

〔例 1〕

鉛玉の入った球の運動（鉛玉が動く場合）：球が斜面を転がり落ちる際に、内部の鉛玉が擦れあうことで摩擦熱が生じ、その分だけ力学的エネルギーが減少することになる。斜面を下りながら位置エネルギーの一部が熱（エネルギー）に変化してしまうため、その分だけ運動エネルギーの増加が鈍くなる。このため、内部の鉛玉が動く球は、ゆっくり転がることになる。

〔例 2〕

ゆで卵と生卵の回転の比較：ゆで卵では内部に摩擦が生じないために、回転の運動エネルギーが保たれるが、生卵では内部の摩擦により回転の運動エネルギーが熱に変化し、回転がすぐに止まってしまう。

〔例 3〕

ヨーヨーの例：ヨーヨーが落ち始めると、位置エネルギーが、重心の運動と回転運動の両方のエネルギーに変わっていく。軸が細いほどヨーヨーの回転が速くなるため、回転運動のエネルギー（\*）により多くのエネルギーが分配され、その分だけ重心の運動エネルギーの増加が鈍り、ゆっくり落ちる。（\*：回転運動のエネルギーも運動エネルギーに含まれるので、回転運動のエネルギーも含めた力学的エネルギーは保存されている。）