

位置によって決まるエネルギー

～位置エネルギー～

物理基礎 監修

増淵 哲夫

今回学ぶこと

高い場所にある物体は、落下することによって仕事をすることができます。仕事をするができることは、エネルギーをもつということです。物体が高い位置にあるときにもつエネルギーを重力による位置エネルギーといいます。また、ばねにつけられたおもりも、ばねが伸びたり縮んだりすることによって仕事をすることができます。このエネルギーのことを弾性力による位置エネルギーといいます。これらのエネルギーの大きさは、どのように表すことができるのかを調べてみましょう。

今回のポイント

- ① 仕事と位置エネルギー
- ② 重力による位置エネルギー
- ③ 弾性力による位置エネルギー

仕事と位置エネルギー

高い位置にあるおもりは落下して杭を打ち込む仕事ができる。また、高いところにある水は水車を回す仕事ができる。仕事をするができることは、物体がエネルギーをもつということである。高い位置にある物体がもつこのエネルギーを重力による位置エネルギーという。ただし、いくら高い位置にあっても、物体がその位置に終始とどまるならば、仕事をするすることはできない。低い位置に落下(降下)することで、仕事をするができる。位置エネルギーをもつとは仕事をする潜在能力があるということである。

流しそうめんをつかむ際、莉子に比べて信長はたいそう苦労していた。そうめんを流し始める位置は同じでも、図1のようにふたりがそうめんをつかむ場所まで高さ(距離)に差がある。そのため、同じ量のそうめんでも重力がした仕事は異なり、速さに違いがでた。

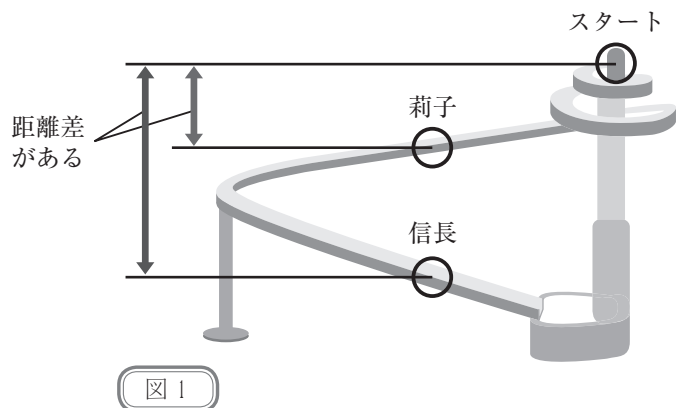


図1

重力による位置エネルギー

重力による位置エネルギーを求めるには、物体が落下する際にどれだけの仕事 W [J] ができるのかを調べればよい。例えば、図2のような実験器具でおもりを様々な高さから自由落下させ、杭の移動距離を測定する。杭を摩擦力に逆らって打ち込む際、摩擦力をほぼ一定と考えると、杭の移動距離で杭がされた仕事の大小がわかる。この実験から、おもりがもつ重力による位置エネルギーは、おもりの高さに比例することがわかった。また、同じ高さから質量の異なるおもりを落とす実験により、位置エネルギーは質量に比例することがわかった。

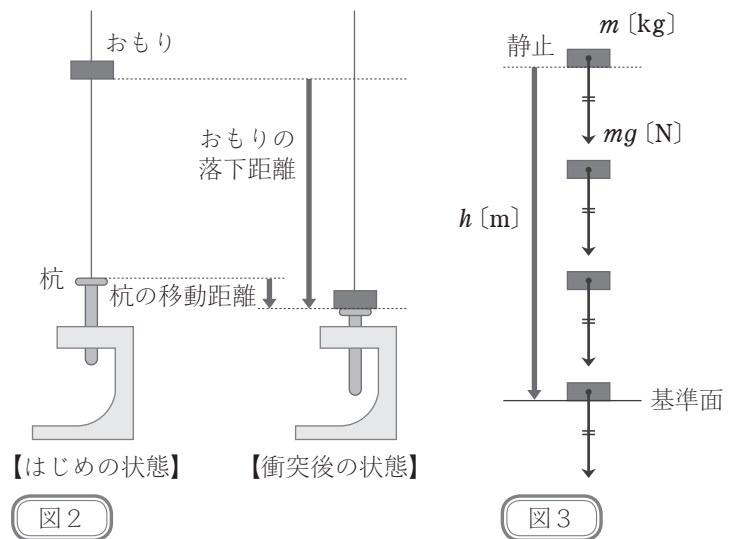
次に、質量 m [kg] の物体が高さ h [m] の位置にあるときの、重力による位置エネルギー U [J] を求める。物体が図3のように h [m] 落下するとき、物体にはたらく大きさ mg [N] の重力は物体に

$$\begin{aligned} W \text{ [J]} &= \text{力} \times \text{移動距離} \\ &= mg \times h \end{aligned}$$

の仕事をする。物体は、基準面より h [m] 高い位置にあるだけで、落下の際これだけのエネルギーを得ることができる。つまり、質量 m [kg] の物体が高さ h [m] にあるとき

$$U \text{ [J]} = mgh$$

のエネルギーをもっていたと考えることができる。これが重力による位置エネルギーである。



◀

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

弾性力による位置エネルギー

射的に使う銃の内部にはばねが入っており、縮められたばねにつけられたコルクの弾は、勢いよく飛び出して他の物体に対して仕事ができる。このように伸縮したばね（弾性体）につながれた物体がもつエネルギーを弾性力による位置エネルギーという。

図4のように、ばね定数 k [N/m] のばねに物体をつけ、ばねが x [m] 縮んでいるときの弾性力による位置エネルギーを考える。ばねが縮んだ状態から自然の長さに戻る過程で、ばねが物体にする仕事 W [J] がエネルギーの大きさである。物体にはたらく弾性力の大きさは、フックの法則により、ばねの変位が x [m] のときは kx [N]、変位が 0 [m] のときは 0 [N] である。弾性力の大きさは変位 x [m] によって変化するが、その平均値は図5のように

$$\frac{1}{2} kx \text{ [N]}$$

である。

また、移動距離は x [m] であるから、ばねが物体にした仕事 W [J] は

$$\begin{aligned} W \text{ [J]} &= \text{力} \times \text{移動距離} \\ &= \frac{1}{2} kx \times x \\ &= \frac{1}{2} kx^2 \end{aligned}$$

つまり、

x [m] 縮んだばねにつけられた物体の弾性力による位置エネルギー U [J] は

$$U \text{ [J]} = \frac{1}{2} kx^2$$

である。ばねが自然の長さより x [m] 伸びている場合もこれと同じ弾性力による位置エネルギーをもつ。

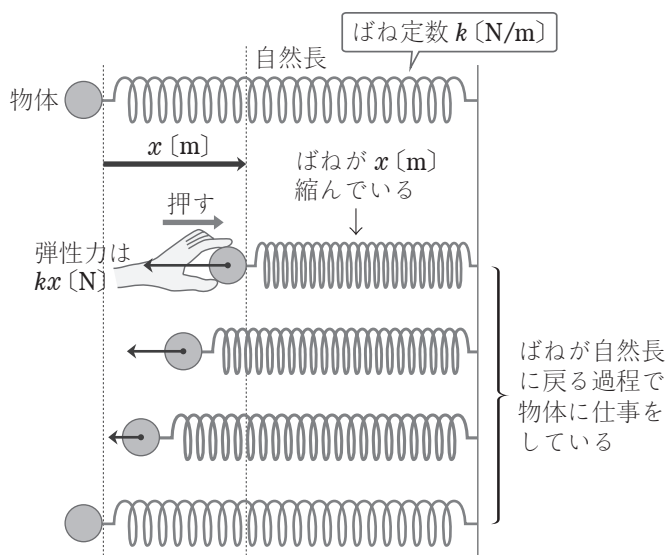


図4

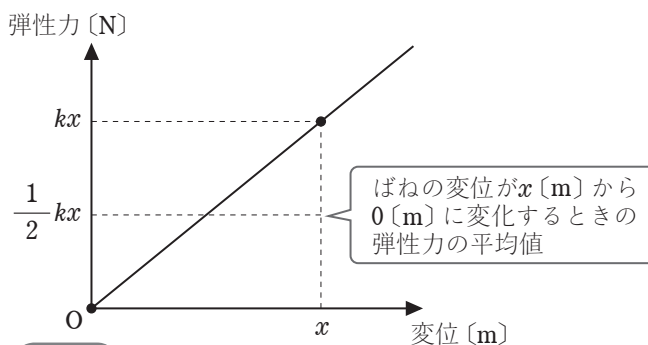


図5
