

動いている物体のもつエネルギー

～ 運動エネルギー ～

物理基礎 監修

増淵 哲夫

今回学ぶこと

静止しているボーリングの球はピンを倒すことは出来ませんが、勢いよく転がる球はピンを弾き飛ばすことができます。ビリヤードの球やカーリングのストーンも同様です。このように動いている物体は他の物体に対して仕事をすることができます。仕事ができる状態にあるとき、その物体は「エネルギーを持つ」といい、動いている物体が持つエネルギーを運動エネルギーといいます。運動エネルギーの大きさは何と関係があるのか調べていきましょう。

今回のポイント

- ① 動いている物体が持つエネルギー
- ② 運動エネルギーを調べる
- ③ 運動エネルギーを式で表す

動いている物体が持つエネルギー

射的では、弾を的(物体)に当て、的を倒したり落としたりする。銃から打ち出された弾は静止している弾とは異なり、他の物体に対して「何か、はたらきかけ」をすることができる。動いている物体が持つ能力を何とか定量的に表現したい、そのような量が運動エネルギーである。エネルギーを持っているとは「仕事をする能力がある」ということである。

運動エネルギーを調べる

物体の持つ運動エネルギーの大きさは、その速さと質量に関係がある。台車を杭に衝突させ、杭がされた仕事をもとに、台車を持つ運動エネルギーについて考えよう。図1のように、台車の質量を変えずに、速さを2倍にして杭に衝突させ、台車が杭にした仕事を調べる。速さが2倍になると杭の移動距離が4倍になった。杭が動いているときに杭にはたらく力をほぼ一定とすると、速さが2倍になると台車が杭にした仕事は4倍となる。つまり、運動エネルギーは速さの2乗に比例することがわかる。

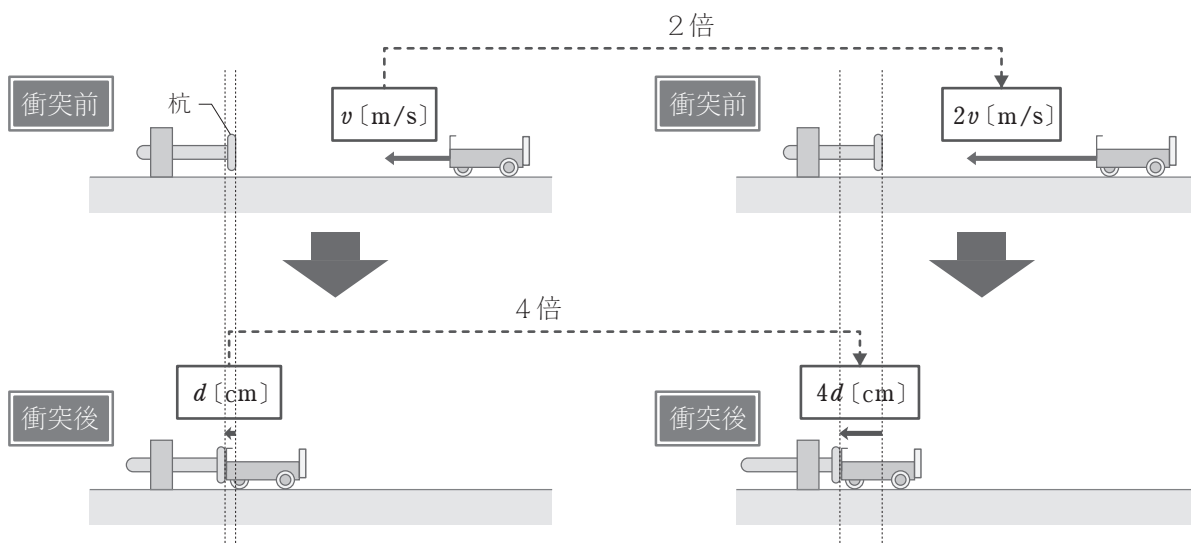


図1 【運動エネルギーと速さの関係を調べる】

次に、図2のように、台車の速さを変えずに台車の質量を2倍にして杭に衝突させてみる。このとき、杭の移動距離は2倍になる。この実験から運動エネルギーは質量に比例することがわかる。

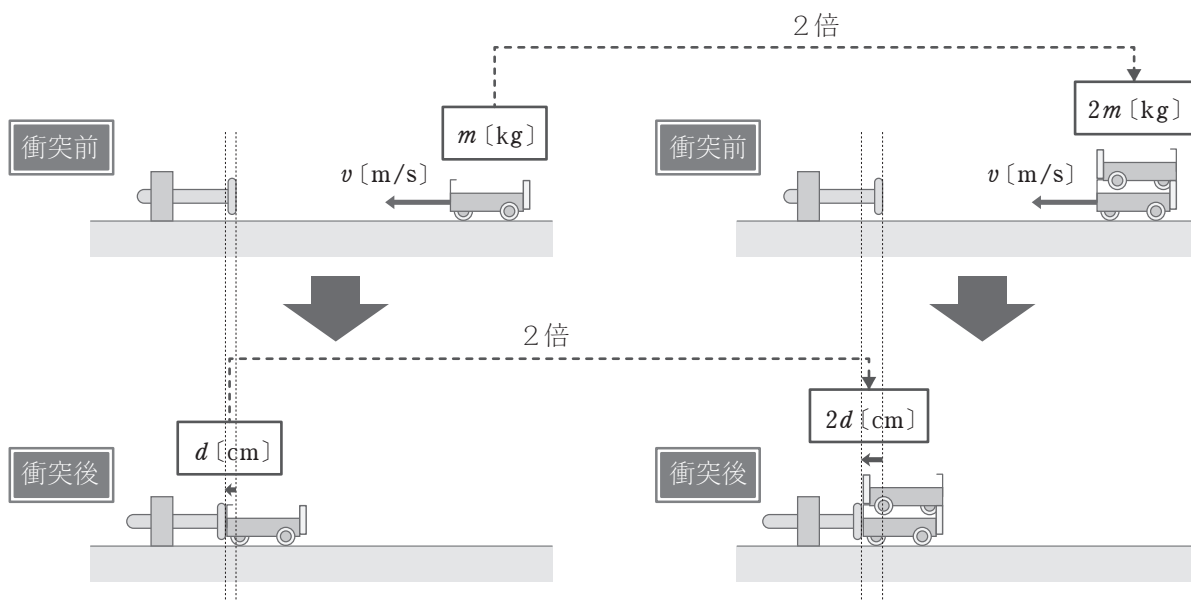


図2 【運動エネルギーと質量の関係を調べる】

運動エネルギーを式で表す

動いている台車を持つ運動エネルギーを求めるには、台車が止まるまでに杭にどれだけの仕事をしたかを調べればよい。図3のように左向きに v [m/s] の速さで運動していた台車 (m [kg]) が、杭を一定の力 F [N] で t [s] 間押し続け、 x [m] 動いて静止したとする。このとき、台車が杭にする仕事 W は $W = Fx$ である。

図4より、 F と x の値を具体的に求めると

台車の加速度 a は、 $a = -\frac{v}{t}$ であるので、台車にはたらく力 F は

$$F = ma = m \times \left(-\frac{v}{t} \right)$$

である。

杭と台車の間にはたらく力は作用・反作用の関係にあるので、杭にはたらく力は左向きに

$$F = m \times \left(\frac{v}{t} \right)$$

である。

また、杭の移動距離 x は、 $x = \frac{1}{2} vt$ である。したがって、杭がされた仕事 W は

$$W = Fx = \left(m \frac{v}{t} \right) \times \left(\frac{1}{2} vt \right) = \frac{1}{2} mv^2$$

これが、速さ v [m/s] の台車 (m [kg]) が持っている運動エネルギーである。

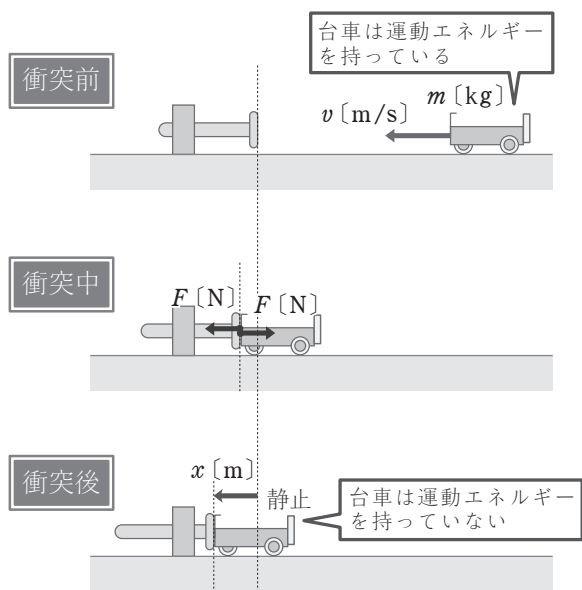


図3

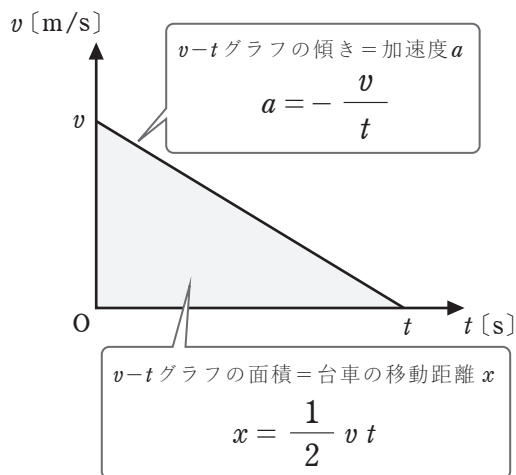


図4 【台車の速さ v と時刻 t の関係 ($v-t$ グラフ)】