

・位置エネルギーと運動エネルギー（力学的エネルギー）

a) 位置エネルギー

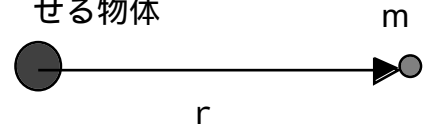
物体に力を及ぼす能力のある空間 $\Rightarrow$ 場（重力場、電磁場）

場の力の特徴

物体に潜在的なエネルギーを与える

” 位置エネルギー（ポテンシャルエネルギー） ”

場を生じさせる物体



*) ばねの力 $\Rightarrow$ 場の力と関係

*) 重力や弾性力に逆らって位置を移動する仕事

$\Rightarrow$ 「仕事によって、物体に位置エネルギーが蓄えられた」

物体の支えをはずす $\Rightarrow$ 運動

場の力 $\Rightarrow$ 場を生じさせる物体（質量，電荷）からの距離の関数

場の力に逆らって行う仕事量 $\Rightarrow$ 経路によらない

位置エネルギーの計算

（位置エネルギー）＝（場の力に逆らって行う仕事量）

$$\text{” 位置エネルギー } U = \int_{r_s}^{r_l} (-F_f(r)) dr \text{ ”}$$

F_f : 場の力 , r : 場を生じさせる物体からの距離

例) 重力の位置エネルギー

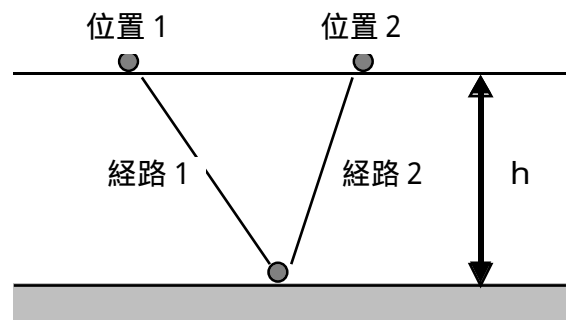
地上の重力場

$\Rightarrow$ 地球が生じさせている

重力の位置エネルギー

$\Rightarrow$ 地球からの距離

地面からの高さ



$m g h =$ （重力に逆らう経路 1 の仕事）＝（ ” 経路 2 の仕事 ）

＝（地面に対する位置 1 の位置エネルギー）＝（ ” 位置 2 の位置エネルギー ）

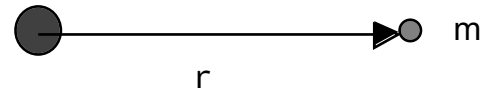
b) 運動エネルギー

場の力を受けて運動する物体を考える

物体の運動方程式

$$m a = F_f$$

場を生じさせる物体



これを位置エネルギーの式に代入して、運動エネルギーの式の形を調べる

$$\text{位置エネルギー } U = \int_{r_s}^{r_l} (-F_f(r)) dr = \int_{r_s}^{r_l} (-ma) dr$$

積分の計算をいろいろやると

$$= -\left(\frac{1}{2}mv^2 + C\right)$$

ここで運動を表す関数となっている部分が運動エネルギーである

$$\text{” } \frac{1}{2}mv^2 \text{ : 運動エネルギー ”}$$

c) 力学的エネルギー保存の法則

先の計算結果

$$(\text{位置エネルギー}) = -(\text{運動エネルギー}) + (\text{定数})$$

これより

$$(\text{運動エネルギー}) + (\text{位置エネルギー}) = (\text{定数})$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + U = C$$

*) 場の力によって運動している物体の力学的エネルギー

= > 運動エネルギー、位置エネルギー

どの瞬間にも、力学的エネルギーの和は一定値を保つ

*) この他のエネルギー形態 (電気的エネルギー、化学的エネルギーetc) を加える

= > どんな物理現象に対してもエネルギー保存則は成立 !

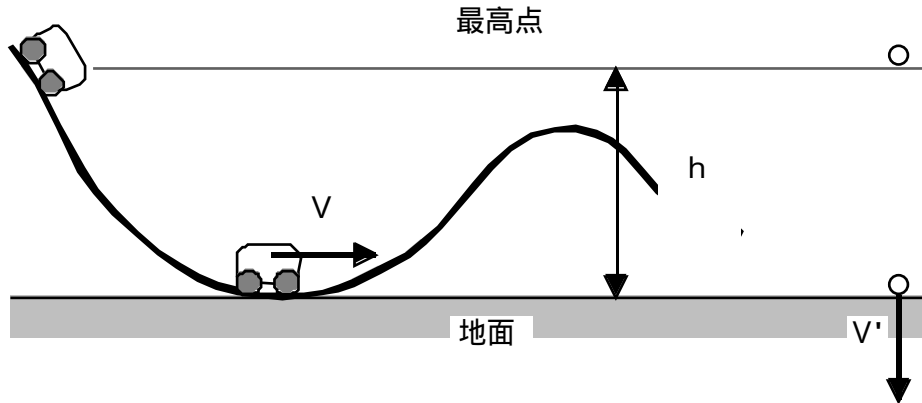
*) 本来の定数 C (全エネルギー) を知ることはできない

= > 定数 C を適当な値に設定する

例) ジェットコースターと自由落下

落差 h から出発したジェットコースターの最高速度 v

高さ h から落とした物体の最高速度 v' $= >$ 地面到達時



*) 地面の位置エネルギーの値 $= >$ " 0 " (勝手に決める)

*) 地面に対して静止時の運動エネルギーの値 $= >$ " 0 " (勝手に決める)

力学的エネルギーの保存則

(地面に到達したときの力学的エネルギーの和)

$=$ (最高点にいるときの力学的エネルギーの和)

ジェットコースター : $\frac{1}{2} \cdot mv^2 + 0 = 0 + mgh$

自由落下する物体 : $\frac{1}{2} \cdot mv'^2 + 0 = 0 + mgh$

これより、地面に到達したときの速度

$$v = \sqrt{2gh}$$

*) 方向違うが速さは同じ !

*) ジェットコースターの各地点での
力学的エネルギーの配分

