

### 31. 動く台車の上の物体

(2)

(c)

はじめのエネルギー + 非保存力がした仕事 = おわりのエネルギー

はじめのエネルギー = 位置エネルギー + 運動エネルギー =  $45\text{J} + 0\text{J} = 45\text{J}$

おわりのエネルギー = 位置エネルギー + 運動エネルギー =  $0\text{J} + 39\text{J}$

この場合の非保存力とは、動摩擦力のことで、動摩擦力が物体にした仕事を  $W$  とおくと、上の式は、

$$45\text{J} + W = 39\text{J}$$

$$\therefore W = -6\text{J}$$

ゆえに、摩擦によって失われた力学的エネルギーは  $6\text{J}$

## 仕事とエネルギー

### 保存力

ある力の物体にする仕事が、どのような経路をとろうと、  
物体のはじめの位置とおわりの位置だけで決まる時、その力を保存力という。  
力の大きさが、一定あるいは常に基準位置からの距離の関数で表され、  
力の作用線が、ある軸に平行あるいは、ある 1 点から湧いているような力は保存力である。  
たとえば、

$mg$  で表される重力や  $qE$  であらわされるクーロン力、  $G\frac{Mm}{r^2}$  で表される万有引力、

$k\frac{Qq}{r^2}$  で表されるクーロン力、  $-Kx$  で表される力などは保存力である。

これらの力はいずれも空間全体を支配し、その性質と特徴づける力（場の力）でもある。  
これに対し摩擦力や抵抗力など仕事が経路に依存する力を非保存力という。

### 保存力と運動エネルギー、保存力の位置エネルギー

保存力がはたらく空間に存在する物体は、位置だけで決まるエネルギーをもち、  
そのエネルギーを保存力の位置エネルギーあるいは単に位置エネルギーという。  
物体がもつ保存力の位置エネルギーは、保存力がした仕事の分だけ減少し、  
物体の運動エネルギーは、保存力が物体にした仕事の分だけ増加する。

つまり、

はじめの位置エネルギーを  $U_1$ 、おわりの位置エネルギーを  $U_2$ 、

はじめの運動エネルギーを  $K_1$ 、おわりの運動エネルギーを  $K_2$ 、保存力がした仕事を  $W$

とすると、

$$U_1 - W = U_2 \quad \dots \textcircled{1}$$

$$K_1 + W = K_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

と表される。

よって、 $\textcircled{1} + \textcircled{2}$ より、 $U_1 + K_1 = U_2 + K_2$  が成り立つ。

すなわち

**物体にする仕事が保存力だけのとき、位置エネルギー + 運動エネルギー = 一定**  
が成り立つ。

たとえば、物体がクーロン力と重力のみを受ける場合、

クーロン力の位置エネルギー + 重力の位置エネルギー + 運動エネルギー = 一定  
となる。

**保存力とつりあいの関係の外力が物体に仕事をしたときの位置エネルギー**

保存力とつりあいの関係の外力で物体に  $W$  の仕事をしたとき、  
保存力の向きと外力の向きは反対向きだから、保存力がした仕事は  $-W$  となる。



よって、式①より、 $U_1 - (-W) = U_2$

$$\therefore U_1 + W = U_2$$

つまり、

はじめの位置エネルギー + 保存力とつりあう外力がした仕事 = おわりの位置エネルギー  
保存力とつりあいの関係の外力が物体に仕事をするとき、  
その仕事の分だけ物体の保存力の位置エネルギーが増加する。

**非保存力がはたらいているとき**

保存力の位置エネルギーは、保存力がした仕事の分だけ失われるから、非保存力に関係しない。  
よって、式①が成り立つ。

$$U_1 - W = U_2 \quad \dots \textcircled{1}$$

一方、運動エネルギーは保存力、非保存力の区別なく、もらった仕事の分だけ変化するから、  
非保存力の仕事を  $W_F$  とすると、

$$K_1 + W + W_F = K_2 \quad \dots \textcircled{3}$$

となる。

①+③より、

$$U_1 + K_1 + W_F = U_2 + K_2$$

すなわち、

位置エネルギーと運動エネルギーの和は、物体が受けた非保存力の仕事の分だけ変化する。