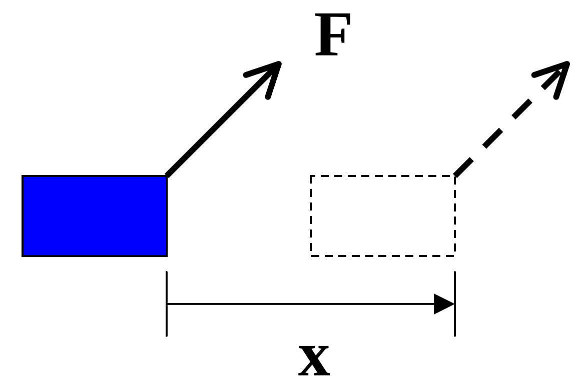
9.パワー・エネルギー・仕事量

1.　仕事量(work)

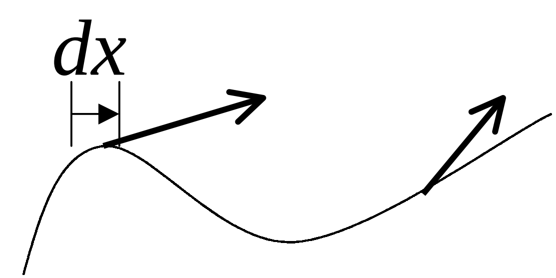
- 力を加えて物体を変位させるとき，<u>力は物体に仕事をする</u>という．



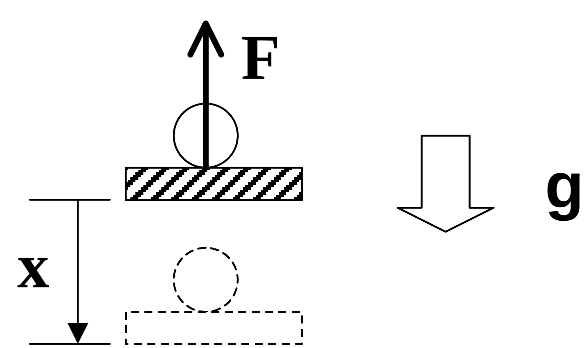
- 仕事の量を定量的に表す量＝仕事量

$$W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{x}$$

$$W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{x}$$



- 力と垂直な方向に動くと仕事はゼロ
- 単位：ジュール[J]＝[N・m]
- 負の仕事(negative work)



仕事の原理

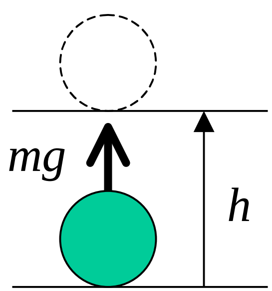
てこ，斜面，輪軸などを用いると<u>必要な力を小さくすることができる．</u>

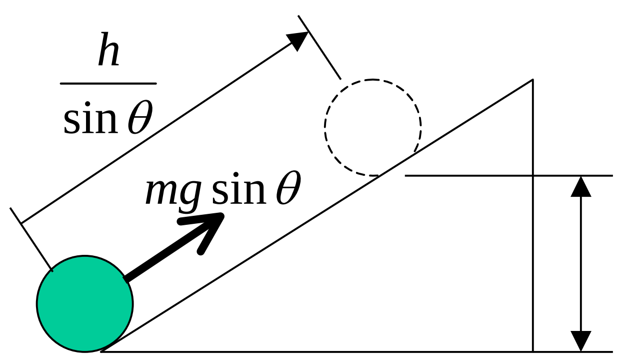
しかし，<u>必要な仕事量は同じ．</u>

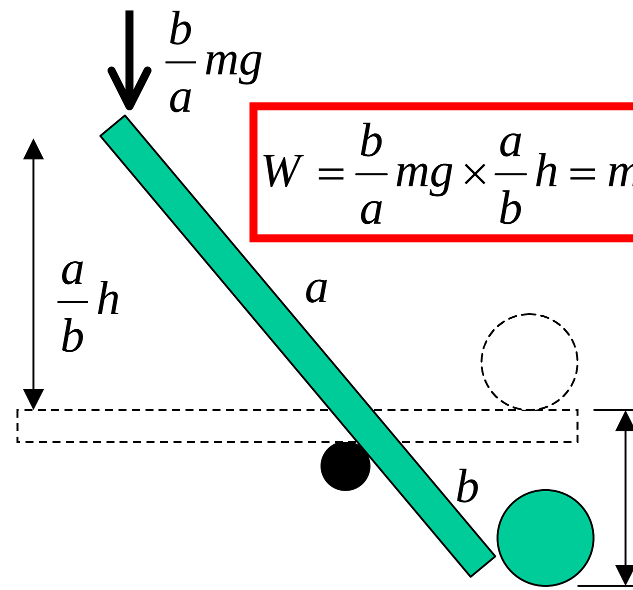
$$\boxed{W = mg \times h = mgh}$$

$$\boxed{W = mg\sin\theta \times \frac{h}{\sin\theta} = mgh}$$

$$\boxed{W = \frac{b}{a}mg \times \frac{a}{b}h = mgh}$$







2.　パワー(仕事率)(power)

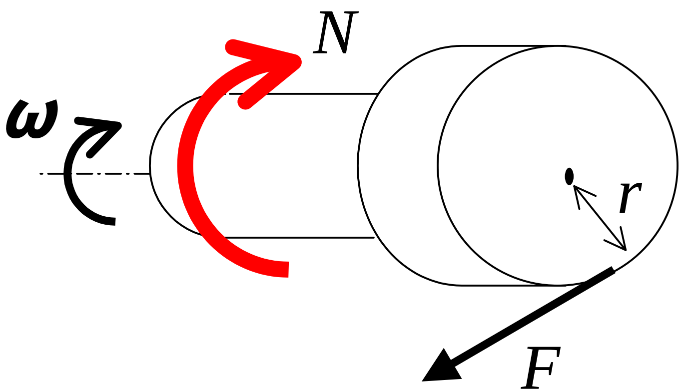
- 毎秒の仕事
- 単位：ワット[W]＝[J/s]

平均パワー　$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

瞬間パワー　$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\mathbf{F} \cdot d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

回転する物体の場合

$$P = Fr\omega = N\omega$$



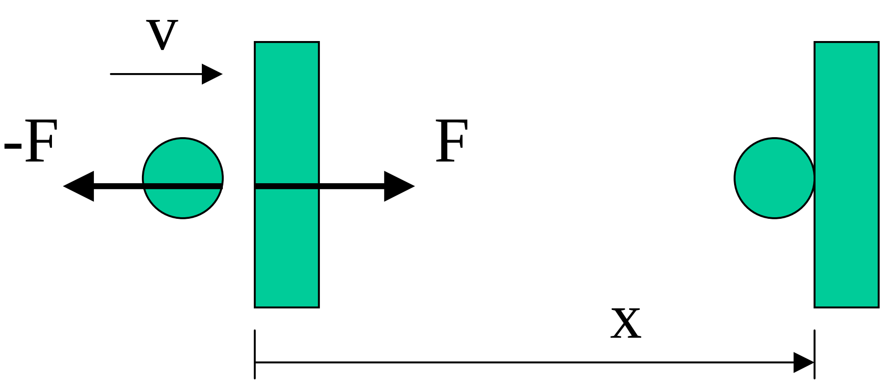
3.　エネルギー(energy)

- **仕事をする能力の大きさ**
- **単位**[J]

例) グローブでボールを受け止める

ボールがした仕事は

$$W = Fx$$



ボールの加速度は

$$\alpha = -\frac{F}{m}$$

ボールが x **変位する間に速度は** v **から** 0 **に変化**

$$\frac{1}{2}\left(0^2 - v^2\right) = -\frac{F}{m}x \qquad \therefore \frac{1}{2}mv^2 = Fx$$

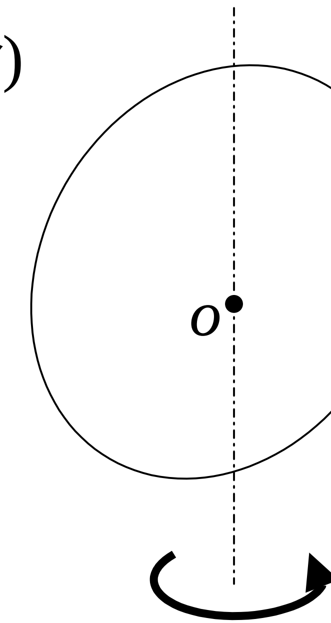
$$v = v_0 + at \Leftrightarrow t = \frac{v - v_0}{a}, x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \frac{1}{2}\left(v^2 - {v_0}^2\right) = ax$$

運動エネルギー

$$T = \frac{1}{2}mv^2$$

回転体の場合(回転軸周りの慣性が既知の場合)

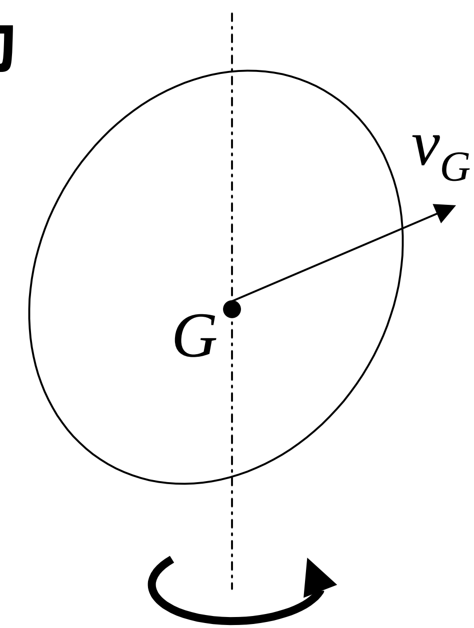
$$T = \frac{1}{2}\omega H_0 = \frac{1}{2}I\omega^2$$



回転しながら並進運動をする場合

→重心の並進運動+重心周りの回転運動

$$T = \frac{1}{2}m{v_G}^2 + \frac{1}{2}\omega H_G$$



ポテンシャル・エネルギー(potential energy)

◆その位置にある物体が持っているエネルギー

・重力による位置エネルギー　$U = mgh$

・弾性力による位置エネルギー　$U = \frac{1}{2}kx^2$

etc…

→位置エネルギーの減り＝保存力のする仕事

保存力(conservative energy)

物体にする仕事が出発点と終点の位置だけで決まり，
途中のコースに無関係な力

例：重力，ばねの弾性力

Cf.　非保存力

位置エネルギーを考えることができない

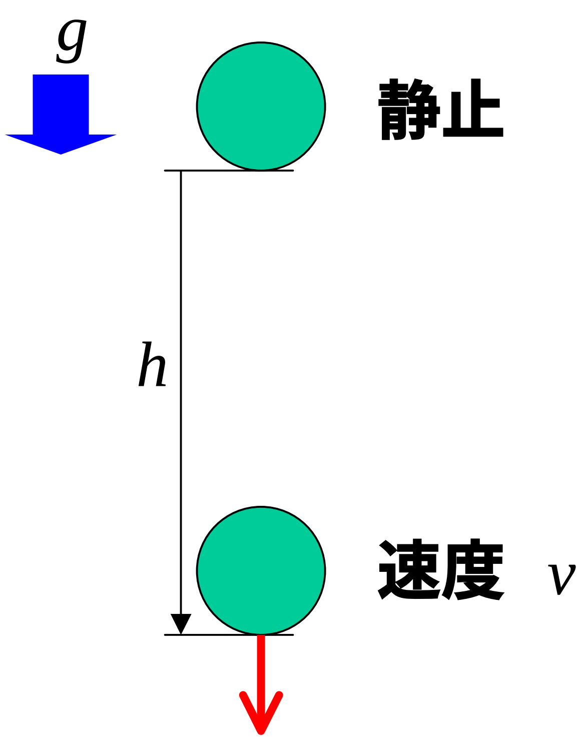
例：摩擦力

4.　エネルギー保存則

エネルギーの形態が変わっても，その総量は一定であること．

運動エネルギー+ポテンシャル･エネルギー＝一定

($T+U=$**一定**)



高さ	速度	U	T
h	0	mgh	0
0	v	0	$\frac{1}{2}mv^2$

$$\left(mgh+0=0+\frac{1}{2}mv^2 \quad \therefore v=\sqrt{2gh} \right)$$

5.　バイオメカニクスでの計算例

x, v, a ← 画像, 加速度センサ

逆動力学解析

F, M

$P = Fv = Fr\omega = N\omega$

P

$W = P\Delta t$

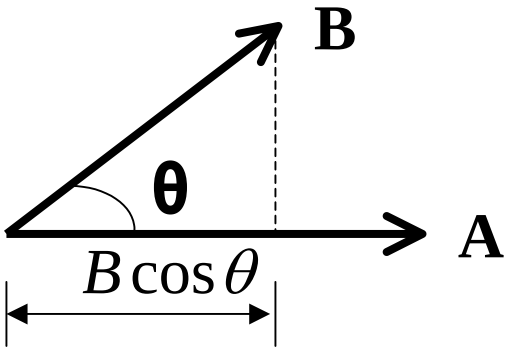
W

参考)) 数学的準備

内積(scalar product)

2つのベクトル量 → スカラー量

$$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B} = AB\cos\theta$$



→BのA方向成分と|A|の積

$$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y$$