

仕事を測る

～ 仕事の原理と仕事率 ～

物理基礎 監修
増淵 哲夫

今回学ぶこと

物理では仕事という量をどのように定義するのでしょうか。仕事の大きさを具体的に求めてみましょう。また、道具を利用して小さな力で仕事をするとき、仕事の量も少なくすむのでしょうか。仕事の原理について実験で確認します。さらに、仕事の能率を表す仕事率を床の上で荷物を引く競争をもとに調べてみましょう。

今回のポイント

- ① 仕事とは何だろう
- ② 仕事を比べる
- ③ 仕事率の表し方

仕事とは何だろう

世の中には様々な仕事があるが、物理の仕事は、物体に力を加えて力の方向に移動させることをもとに考える。図2のように、物体に大きさ F の力を加え、この力の向きに物体を距離 x だけ移動させたとき、物体に仕事をしたといい、その大きさ W を $W = Fx$ で表す。仕事の単位には [J] (ジュール) を用い、1N の力で 1m 移動させたときの仕事が 1J である。大きな力で長い距離を動かすと大きな仕事をしたということになる。図3のように、大きさ F の力を移動の向きに対して斜めに加えて物体が距離 x だけ移動させたときは、物体が移動する向きとそれに垂直な向きの分力に分解して考える。移動方向の分力の大きさを F_x 、それと垂直方向の分力の大きさを F_y とすると、水平方向の仕事は $F_x \times x$ 、鉛直方向は移動距離が 0 なので、分力 F_y のする仕事は 0 となる。したがって、大きさ F の力がした仕事は $W = F_x x$ となる。

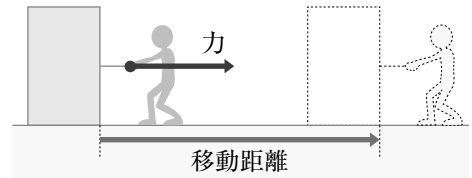


図1

仕事	力	距離
$W[\text{J}] = F[\text{N}] \times x[\text{m}]$		

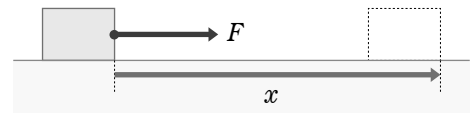


図2

$W[\text{J}] = F_x[\text{N}] \times x[\text{m}]$	
--	--

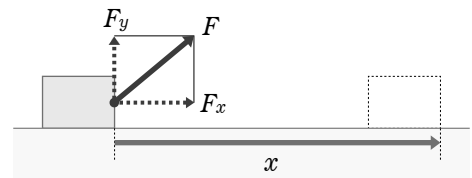
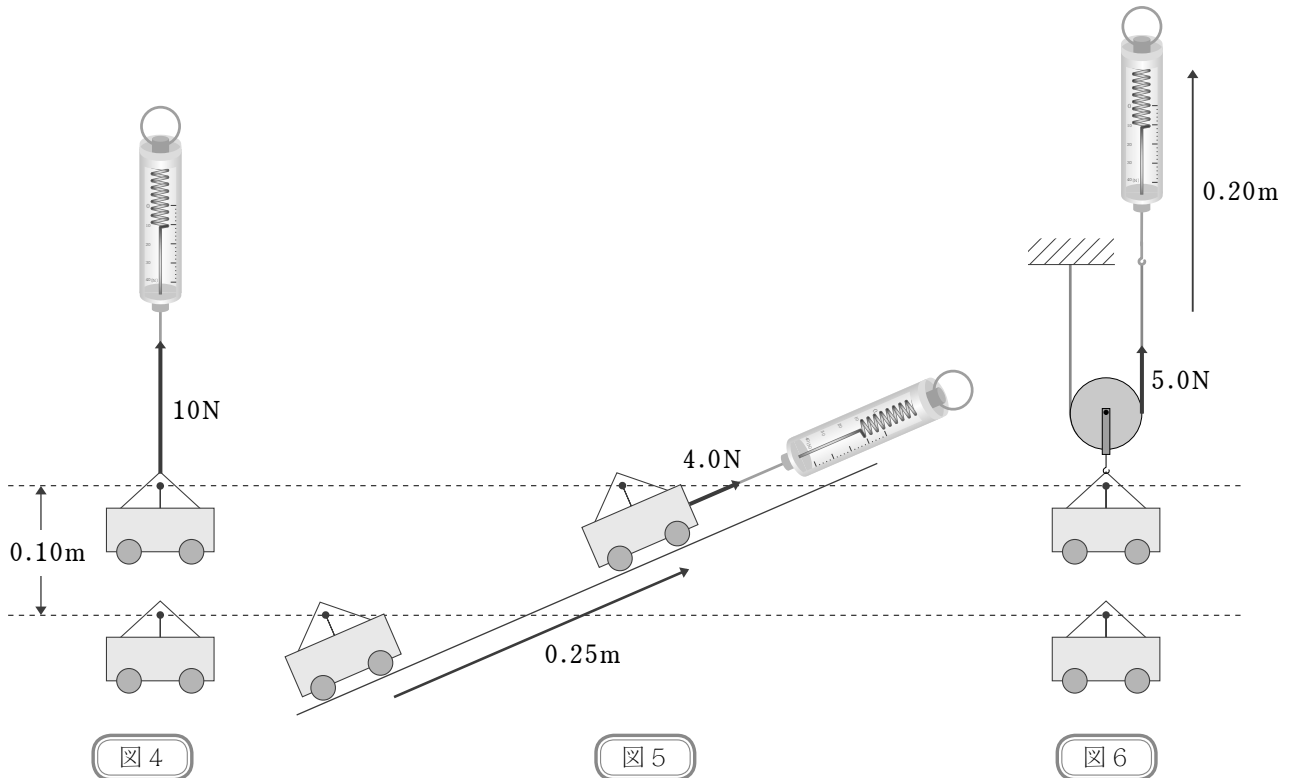


図3

仕事を比べる

斜面や滑車などを用いると小さな力で物体を移動することができるようになる。例えば、重さ 10N の力学台車を 0.10m 高い位置へ移動する仕事を様々な方法で行い、仕事の大きさを比べる。



まず、図4のように直接持ち上げると、 10N の力で 0.10m 持ち上げるので、その仕事の大きさは

$$\begin{aligned} W &= 10\text{N} \times 0.10\text{m} \\ &= 1.0\text{J} \end{aligned}$$

図5のように斜面を用いると 4.0N の力で持ち上げることができたが、移動させる距離は 0.25m と長くなり、仕事の大きさは

$$\begin{aligned} W &= 4.0\text{N} \times 0.25\text{m} \\ &= 1.0\text{J} \end{aligned}$$

図6のように動滑車を用いると、力の大きさは 5.0N 、移動距離は 0.20m となり、その仕事の大きさは

$$\begin{aligned} W &= 5.0\text{N} \times 0.20\text{m} \\ &= 1.0\text{J} \end{aligned}$$

となる。一般に、斜面や滑車などを用いると小さな力で物体を移動させることができるようになるが、その反面動かす距離が長くなり、仕事の量は同じになる。これを仕事の原理という。

仕事率の表し方

単位時間当たりの仕事の量を仕事率という。仕事率は仕事の能率を表す量で t (s) 間に W (J) の仕事をしたときの仕事率 P は、

$$P = \frac{W}{t}$$

である。仕事率 P の単位を [W] (ワット) といい、1s 間に 1J の仕事をしたときの仕事率が 1W である。

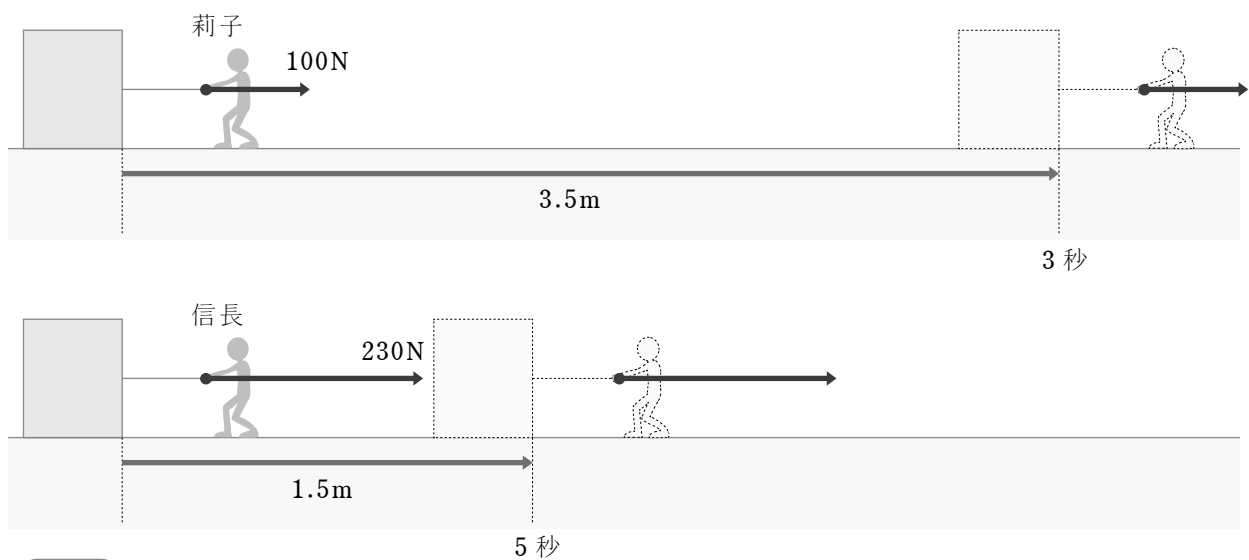


図 7

図 7 のように、2 人が荷物を引く競争を例に調べる。莉子は 3.5m 動かすのに 100N の力で 3 秒かかり、信長は 1.5m 動かすのに 230N の力で 5 秒かかった。それぞれの仕事の大きさは

$$\begin{aligned} \text{[仕事]} \quad \text{莉子} \quad & 100\text{N} \times 3.5\text{m} = 350\text{J} \\ & \text{信長} \quad 230\text{N} \times 1.5\text{m} = 345\text{J} \end{aligned}$$

とほとんど変わらないが、仕事率は

$$\begin{aligned} \text{[仕事率]} \quad \text{莉子} \quad & 350\text{J} \div 3\text{s} = 117\text{W} \\ & \text{信長} \quad 345\text{J} \div 5\text{s} = 69\text{W} \end{aligned}$$

となり、仕事率(仕事の能率)には大きな差があった。