

### 1. ニュートンの法則 P43

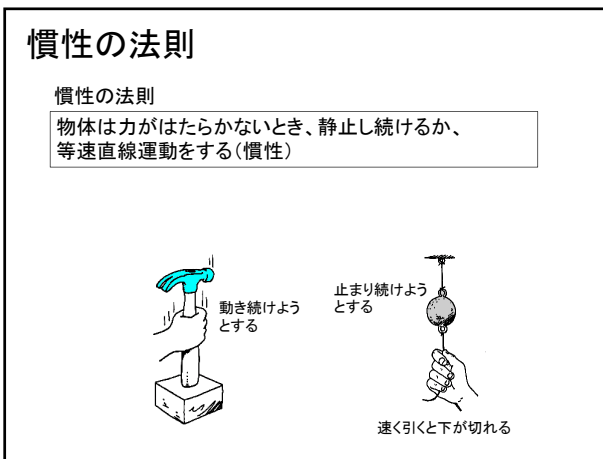
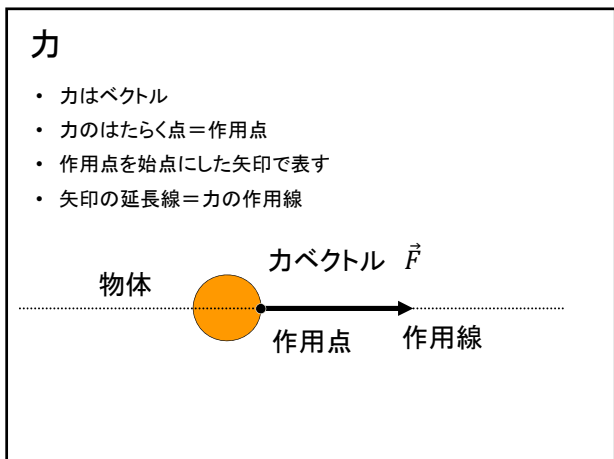
第1法則:  
「物体は力がはたらかないとき、静止し続けるか、等速直線運動をする(慣性)」

第2法則:  
「物体に外部から力が加わると、速度が変わる(運動方程式)」

第3法則:  
「互いに力を及ぼしあう物体にはそれぞれに大きさが同じで向きが反対の力がはたらく(作用反作用の法則)」

### 2. 万有引力の法則 P13

あらゆる物体の間には引力がはたらき、その大きさは各々の質量の積に比例し、距離の2乗に反比例する



### 慣性の法則

慣性の法則

物体は力がはたらかないとき、静止し続けるか、等速直線運動をする(慣性)

質量(慣性質量): 慣性の強さを特徴づける物質

質量が大きい ↔ 慣性は強い

質量の単位: [kg]

### 運動の法則 (テキスト p43)

運動の法則

質量  $m$  [kg] の物体に力  $F$  [N] がはたらくとき、物体は  $F$  の向きに加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>] を生じる。この加速度の大きさは、力  $F$  に比例し、質量  $m$  に反比例する

$m\vec{a} = \vec{F}$  (運動方程式)

$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

力の単位

1[N] (ニュートン) →

質量 1[kg] の物体に、1[m/s<sup>2</sup>] の加速度を与えるに必要な力。

[N]=[kg・m/s<sup>2</sup>]

### 運動の法則 $m\vec{a} = \vec{F}$

例えば  
質量3.0kgの物体に2.0m/s<sup>2</sup>の加速度を与えるのに必要な力は？

$$F = ma = 3.0 \times 2.0 = 6.0$$

よって6.0Nの力が必要

### 第1法則と第2法則の関係

第1法則:  
「物体は力がはたらかないとき、静止し続けるか、等速直線運動をする(慣性)」

第2法則:  
「物体に外部から力が加わると、速度が変わる(運動方程式)」

これは第1法則

$$m\vec{a} = \vec{F} \quad \xrightarrow{F=0} \quad m\vec{a} = 0 \quad \vec{a} = 0 \quad (\vec{v} = \text{一定})$$

第2法則

第2法則から第1法則が導かれる？

第2法則から第1法則が導かれるのではなく、「第1法則を満たすように座標系を設定すれば、第2法則が成立する。」と読む。

### 力の作用反作用 (作用反作用の法則)

物体Aから物体Bに力が及ぼされると、物体Bから物体Aにも、同じ大きさで逆向きの力が及ぼされる

### 万有引力

- 質量間に必ずはたらく
- 常に引力で、間にある物でさえぎられない

距離  $r$  (m) を隔てた質量  $M$  [kg] と  $m$  [kg] の物体間にはたらく力  $F$  [N] は

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad \text{万有引力定数: } G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2]$$

### 万有引力

例えば  
質量50kgの人が50cm離れているときの引力

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2 \frac{50\text{kg} \cdot 50\text{kg}}{(0.5\text{m})^2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-7} \text{ N}$$

引力 =  $6.7 \times 10^{-7} \text{ N}$   
(0.07mgの物体の重力)

### 重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力  
(万有引力と自転による遠心力)

この影響は小さいのでとりあえず無視する

地表で質量  $m$  [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ:

質量  $m$  [kg]

重さ [N]  
(下向きに引かれている力)

人がここから受ける力は距離が小さいから強い

人がここから受ける力は距離が大きいため弱い

地球全体の質量が中心に集まっていると仮定して良い (重心)

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

地球全体の質量が中心に集まっていると仮定して良い (重心)

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

### 重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力 (万有引力と自転による遠心力)

この影響は小さいのでとりあえず無視する

地表で質量  $m$  [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ:

地球質量  $M = 5.97 \times 10^{24}$  [kg]  
 地球半径  $r = 6.37 \times 10^6$  [m]  
 万有引力定数  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  [N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>]

質量  $m$  [kg]

重さ [N]

重さ [N] (下向きに引かれている力)

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \rightarrow F = m \times 9.8 \text{ [N]}$$

### 重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力

第2法則より加速度を  $a$  とすると  $F = ma$  なので

$$m \times 9.8 = ma \rightarrow a = 9.8 \text{ N/kg} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

地上付近での下向きの加速度を重力加速度といい  $g$  で表す

重力加速度:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

地球質量  $M = 5.97 \times 10^{24}$  [kg]  
 地球半径  $r = 6.37 \times 10^6$  [m]  
 万有引力定数  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  [N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>]

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \rightarrow F = m \times 9.8 \text{ [N]}$$

### 重力(重さ)

重力: 地球上で下向きに引かれている力

第2法則より加速度を  $a$  とすると  $F = ma$  なので

$$m \times 9.8 = ma \rightarrow a = 9.8 \text{ N/kg} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

地上付近での下向きの加速度を重力加速度といい  $g$  で表す

重力加速度:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

地表で質量  $m$  [kg] が地球に引かれる万有引力の大きさ:  $mg$  [N]

※質量 1.0kg の物体が地表で受ける力を 1kgf = 1kgw とする。 (=9.8N)

### 垂直抗力

5・8

垂直抗力: 物体が接触面から受ける力

重力

床が物体から受ける力

物体が落下するのを支える

問6 重力加速度の大きさが $9.8\text{m/s}^2$ の地表において、質量 $1.0\text{kg}$ の物体の受ける重力は $9.8\text{N}$ であり、質量 $50\text{kg}$ の人が受ける重力の大きさは $4.9 \times 10^2\text{N}$ である。月表面での重力加速度は地表の $1/6$ である。地表で体重 $60\text{kgf}$ の人が月で体重計に乗った、このとき体重計は $10\text{kgf}$ を表示する。この人の質量は変化したか？

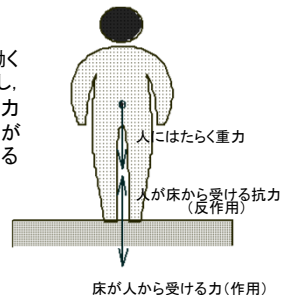
$\text{重力} = mg[\text{N}]$

質量は場所によって変化しない。

問7

① 図に示された矢印に対応する力は何か、(人にはたらく重力、人が床から受ける抗力、床が人から受ける力)

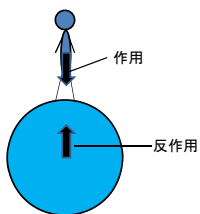
重力は人の各部に働く重力の合力として表し、人が床から受ける抗力は、足の裏面の各部分が受ける力の合力である



問7

② 人にはたらく重力(=人が地球から受ける万有引力)の相手の力(反作用の力)はどこにはたらく力か？

重力の相手の力は、地球が人から受ける力(地球の重心にはたらくと考えればよい)。



③ 人の質量が $50\text{kg}$ だとすると人にはたらく重力、人が床から受ける抗力、床が人から受ける力は各々何Nか。

$\text{重力} = mg[\text{N}] = 50\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 490\text{N} = 4.9 \times 10^2\text{N}$

$\text{重力} = \text{抗力} = \text{床が人から受ける力} = 4.9 \times 10^2\text{N}$

