

# 物理学1

## No. 4 等加速度運動

# 力学の基本：運動方程式

Newtonの運動方程式・・・物理学2の予告

万物を支配する究極の方程式  
すべての運動は次の式で記述される

(注：相対性理論, カオス, 量子論)

$$F = ma$$

力

質量

加速度

# 力が一定：等加速度運動

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \text{一定}$$



# 等加速度運動

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

加速度  $a$  が一定  
前回の学習を活用  
⇒教科書 p.29

$$v = \int a dt \quad x = \int v dt$$

初期条件を与えれば,  $v$  と  $x$  が決まる

# 等加速度運動(まとめ)

Input

加速度  $a$

初期条件  $t = 0 \Rightarrow v = v_0, x = x_0$

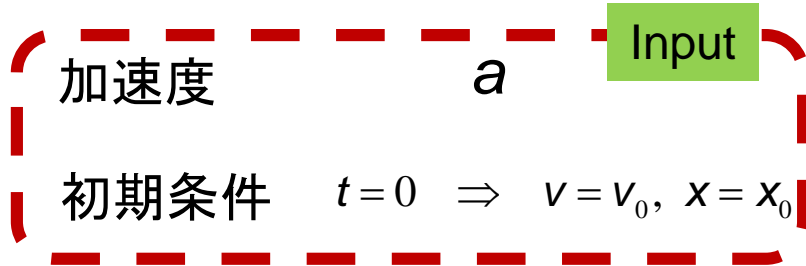
基本公式

$$v = at + v_0$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

# 例題(1)

時速36kmで走行している車がブレーキをかけ、5秒後に停止した。加速度と停止するまでの走行距離を答えよ。(減速の加速度は一定であったとする。)



まず、 $36\text{km/h}$  を秒速にな  
おす。(単位をそろえる！)

最初の時刻を  $t=0$   
位置を  $x=0$  と約束する。

基本公式

$$v = at + v_0$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

$$v = at + 10$$

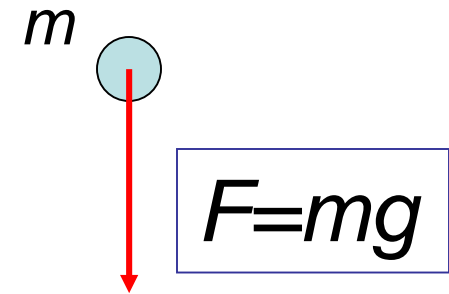
$$x = \frac{1}{2}at^2 + 10t$$

5秒後に停止した  $\Rightarrow v=0$  となった  $\Rightarrow 0 = a \times 5 + 10 \Rightarrow a = -2 \text{ m/s}^2$

走行距離  $\Rightarrow t=5$  での  $x$  の値  $\Rightarrow x = \frac{1}{2}(-2) \cdot 5^2 + 10 \cdot 5 = 25 \text{ m}$

# 重力:一定の力の例

- 地上の質量  $m$  の物体  
→  $F=mg$  の力が働く。  
 $g$  = 重力加速度  
= 約  $9.8 \text{ m/s}^2$

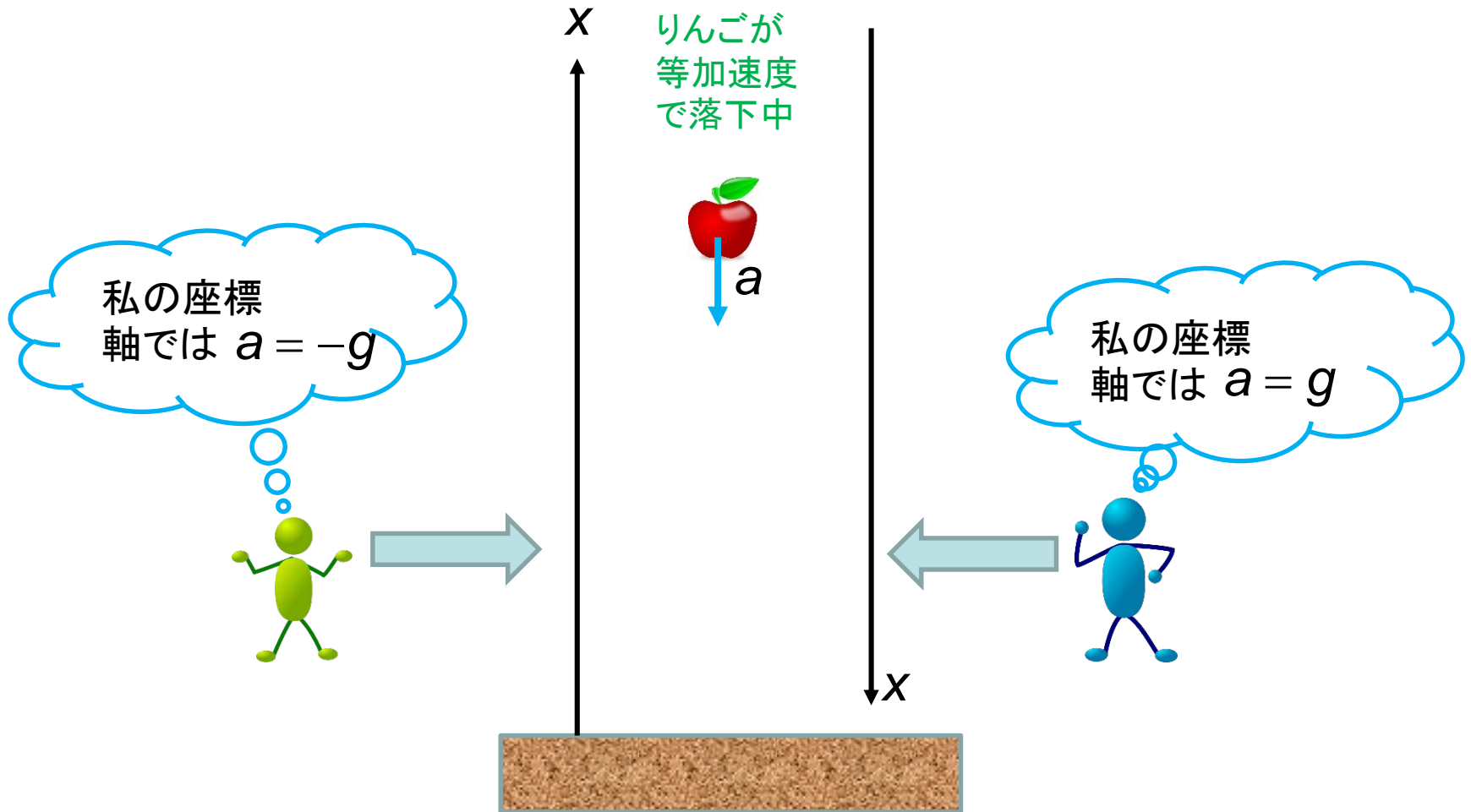


$a=g$  の等加速度運動  
向きは鉛直下向き





自然界にあるのは現象だけ。  
座標系は人間が決める



# 例題(2) (教科書 類題2 p.30)

高さ $h$ から質点を初速 $0$ で落とす。座標は $x$ 軸上向き, 地上を $x=0$ とする。 $x, v$ の式を求めよ。

基本公式

$$v = at + v_0$$

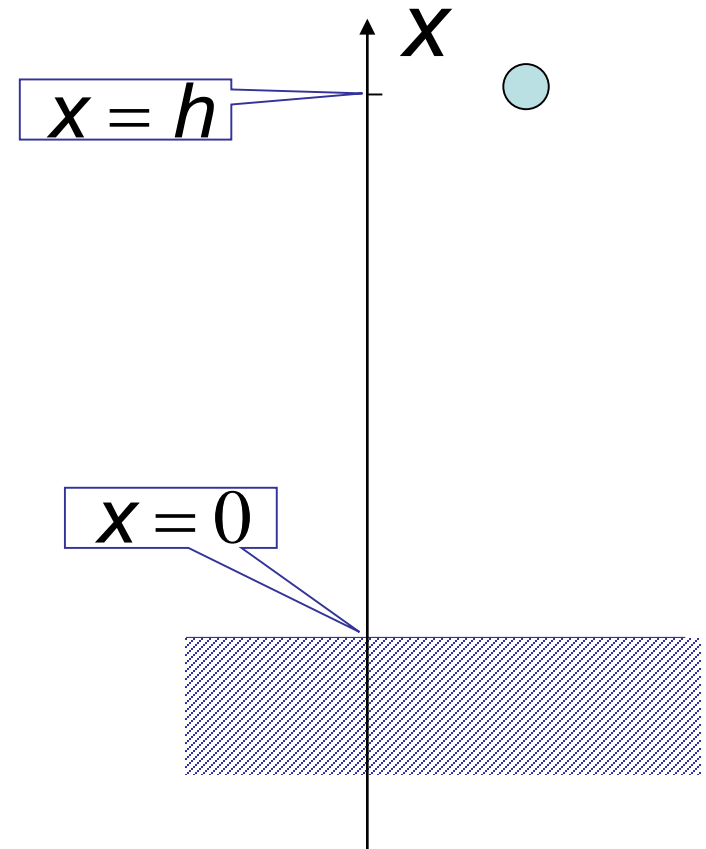
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

まず図を描く!

$$a = -g \quad v_0 = 0 \quad x_0 = h$$

$$v = -gt$$

$$x = -\frac{1}{2}gt^2 + h$$



# 物理的な考え方のポイント

現象の記述(ふつうの言葉)



数学的な記述

# 例題(2) つづき (教科書 類題3 p.30)

(つづき) 地上に落ちる時刻と、そのときの速度は？

地上に落ちる → 高さ0  
→  $x=0$  となる

$$0 = -\frac{1}{2}gt^2 + h \Rightarrow \frac{1}{2}gt^2 = h$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{2h}{g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

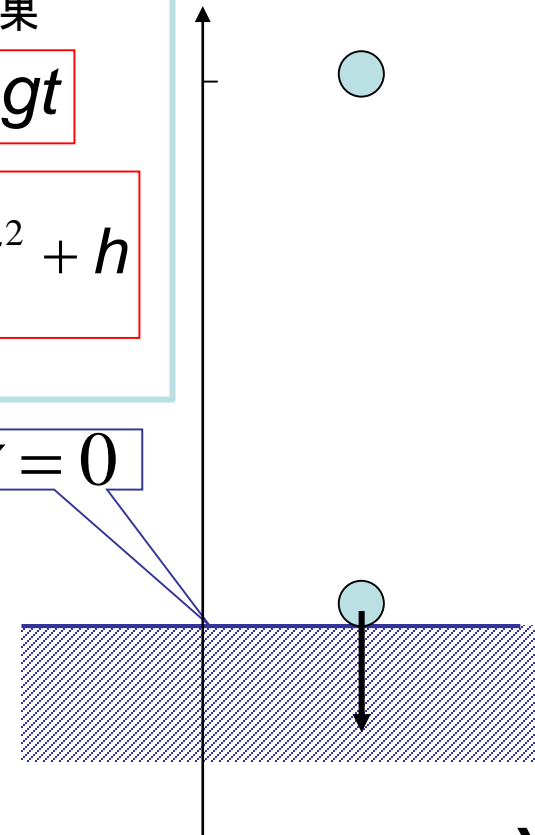
$$v = -gt = -g\sqrt{\frac{2h}{g}} = -\sqrt{2gh}$$

類題2の結果

$$v = -gt$$

$$x = -\frac{1}{2}gt^2 + h$$

$$x = 0$$

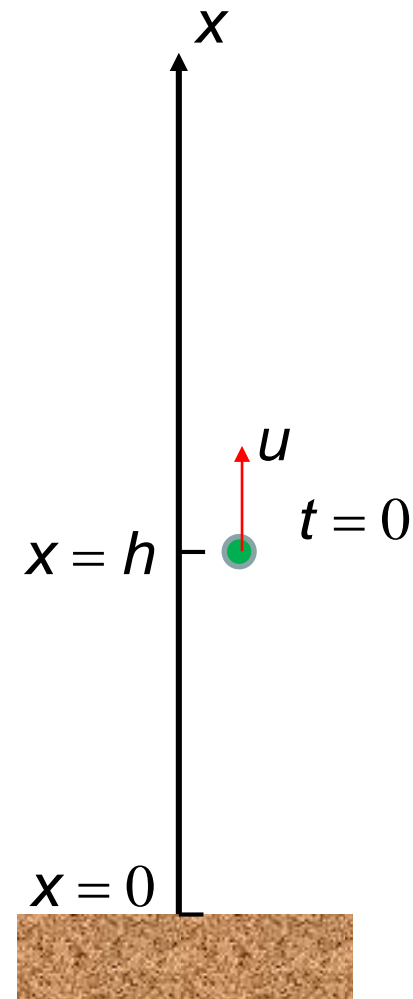


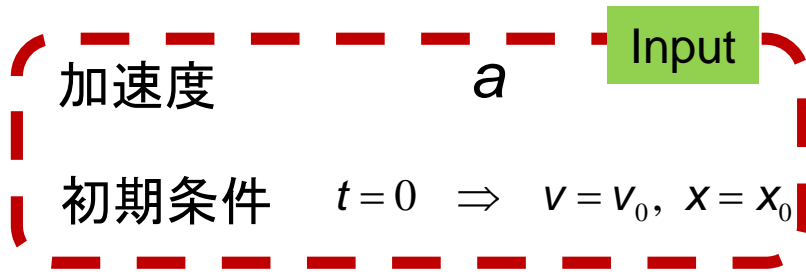
X

## 例題(3)

高さ  $h$  の位置から、鉛直上向きに、初速度  $u$  で質点を投げ上げた。投げ上げた時刻を  $t=0$  とする。

- (1) 最高点に達する時刻は
- (2) 最高点の高さは
- (3) 地上に落下するまでの時間は





図を見ればすべて決まる  
 $x$ 軸を上向にとったので、 $a=-g$ となる。

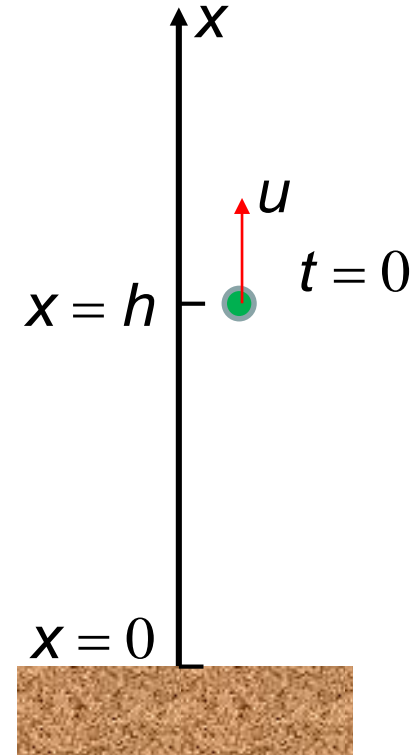
基本公式

$$v = at + v_0$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$v = -gt + u$$

$$x = -\frac{1}{2}gt^2 + ut + h$$



(1) 最高点  $\Rightarrow$  停止  $\Rightarrow v=0 \Rightarrow 0 = -gt + u \Rightarrow t = \frac{u}{g}$

(2) 最高点の高さ  $\Rightarrow$  (1)での $x$

$$x = -\frac{1}{2}g\left(\frac{u}{g}\right)^2 + u\frac{u}{g} + h \Rightarrow x = \frac{u^2}{2g} + h$$

(3) 地上に落下する時刻  $\Rightarrow x=0$  となる  $t \Rightarrow 0 = -\frac{1}{2}gt^2 + ut + h$  2次方程式

$$gt^2 - 2ut - 2h = 0 \Rightarrow t = \frac{u + \sqrt{u^2 + 2gh}}{g}$$

物理的な解は1つ

## 例題(4)

高さが1.96mの窓がある。上の階から、初速度0でボールが落とされた。室内から見ていると、0.4sの間ボールが見えた。ボールが落とされた位置は窓の上辺の何m上か。

