

# 運動と座標系

2. 4. 1 ガリレオの相対性原理

2. 4. 2 非慣性系

# ガリレオの相対性原理

- ニュートンの第1法則(慣性の法則)  
力の働いていない物体  
静止, あるいは, 等速度運動
- 相互に等速で運動している系の同等性を示唆

地球: 宇宙空間を運動

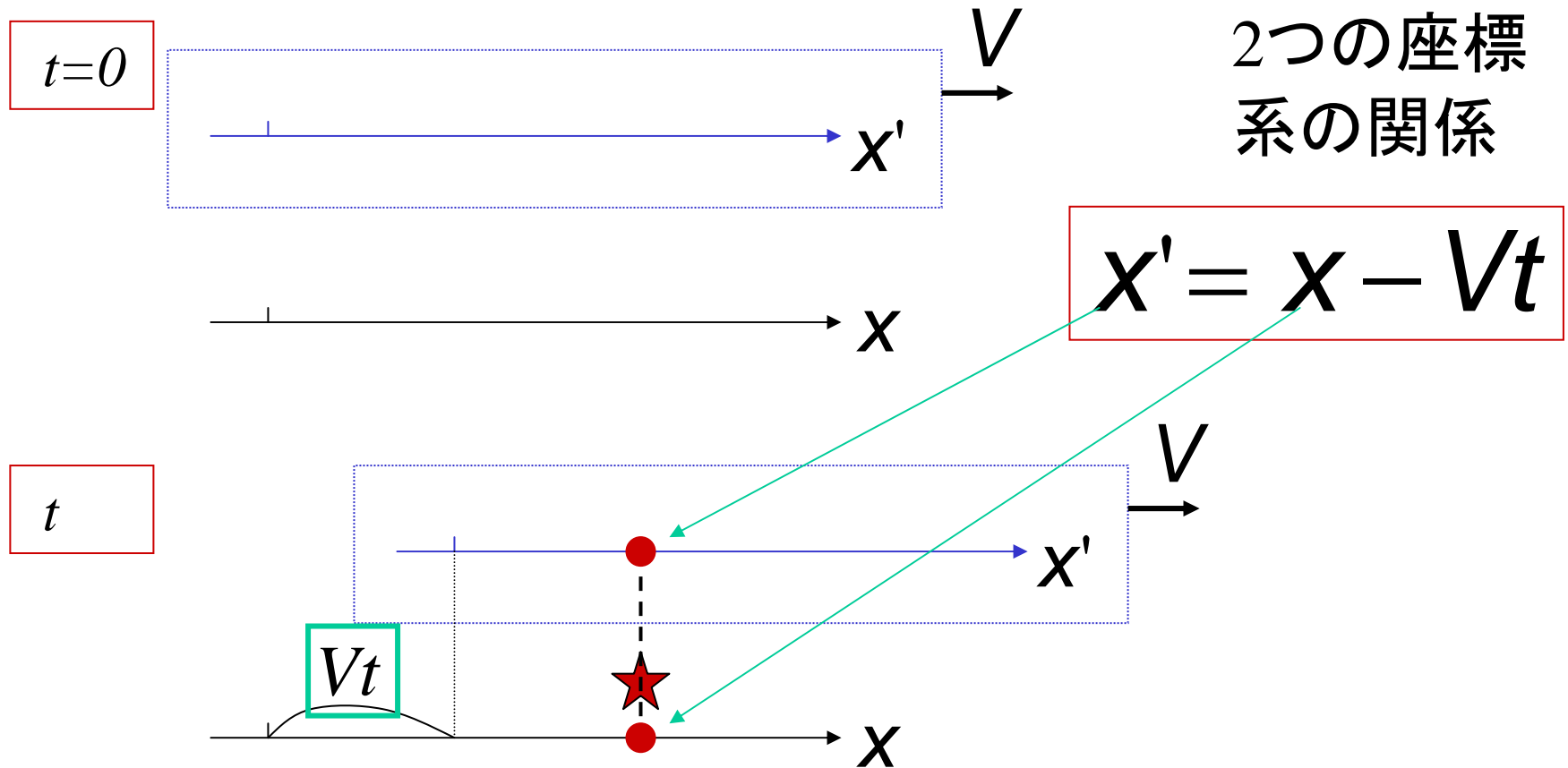
日常生活 → 不動の大地 ?

# ガリレオの相対性原理

- 静止系と, それに対する等速度運動系  
⇒ 物理法則は同一

→ 物理法則が同一なら, すべての現象は  
同じ ⇒ 区別ができない。

# 証明



# 証明

$$x' = x - Vt$$

時間で微分

$$v = \frac{dx}{dt} \quad v' = \frac{dx'}{dt} = v - V$$

速度の合成則

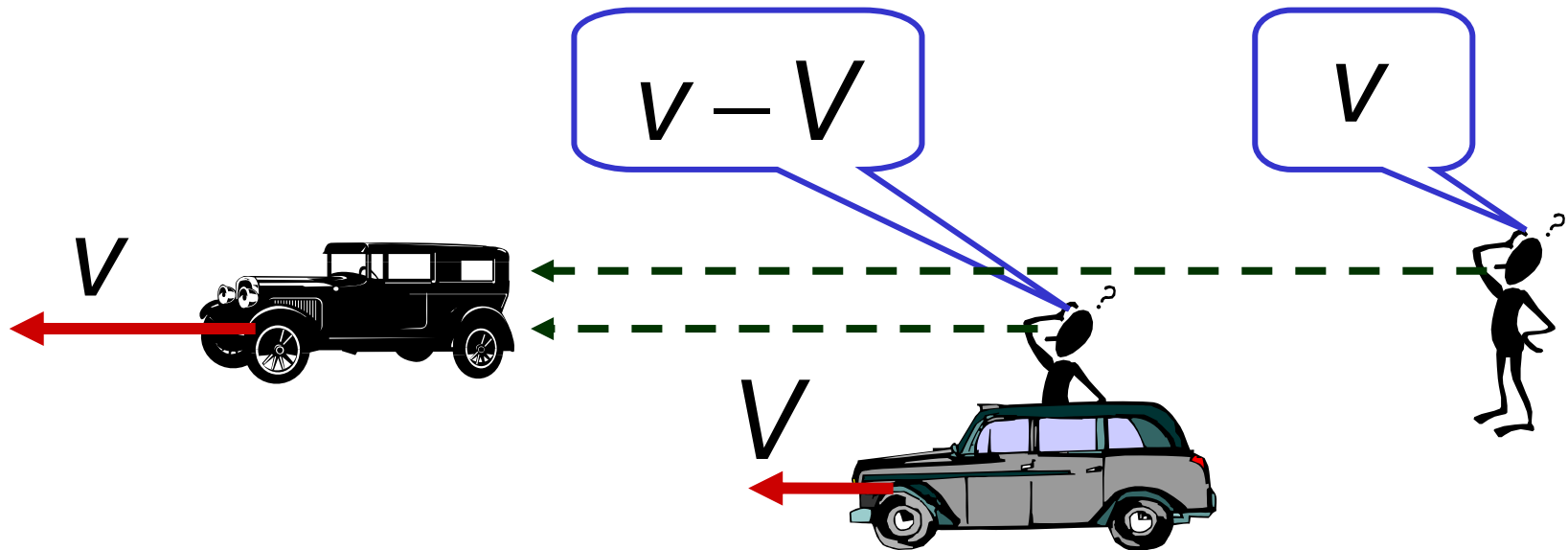
時間で微分

$$a = \frac{dv}{dt} \quad a' = \frac{dv'}{dt} = a$$

双方の系で  $F=ma$   
→ 物理法則は同一

# 速度の合成法則

$$v' = v - V$$

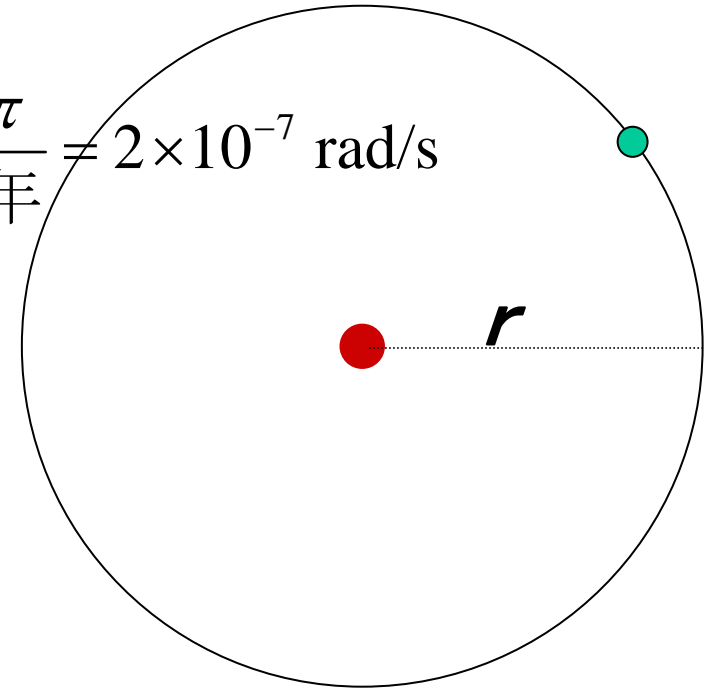




天文単位

$$r = 1.5 \times 10^{11} \text{ m} = 1 \text{ AU}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{1 \text{ 年}} = 2 \times 10^{-7} \text{ rad/s}$$



円運動：前回の復習

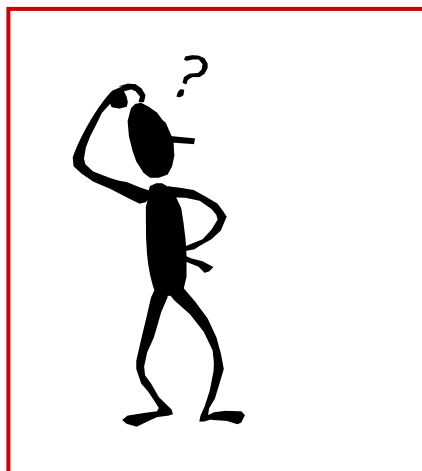
$$v = r\omega \quad a = r\omega^2$$

$$v = 3 \times 10^4 \text{ m/s}$$

$$a = 6 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

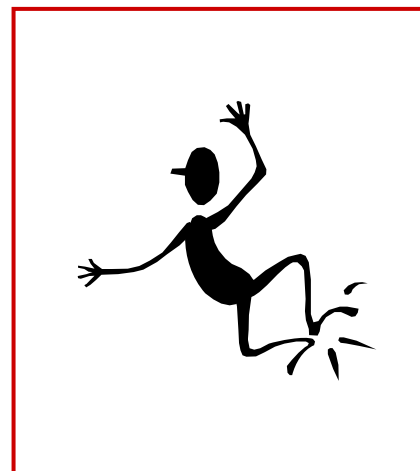
# 非慣性系

一定速度で動く  
エレベーター



加速度なし ←  
→ 加速度あり

発進, 停止する  
エレベーター



動いているかどうか  
わからない → 慣性系

「動き」を体感する  
→ 非慣性系



# 慣性力

1次元運動

$x$  系と  $x'$  系の関係

$$x' = x - X(t)$$

慣性系同士の場合は  $x' = x - Vt$

静止系

運動系

$$A = \frac{d^2 X}{dt^2}$$

$$F = ma$$

$$F - mA = ma'$$

慣性力

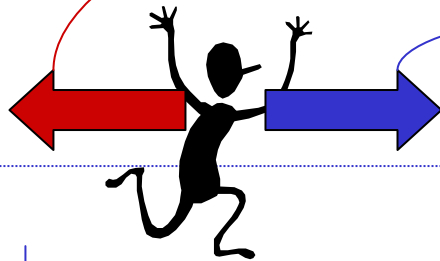
# 慣性力 (例: 問2. 17)

$$A = \frac{d^2 X}{dt^2} \quad F - mA = ma'$$

発進:  $A > 0$

$-mA < 0$

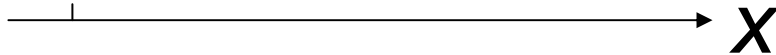
後向きに力



停止:  $A < 0$

$-mA > 0$

前向きに力



## 2次元：回転系（非慣性系）

- 慣性力：3つの成分 (p.45, 式2.88)

### 1) コリオリ力

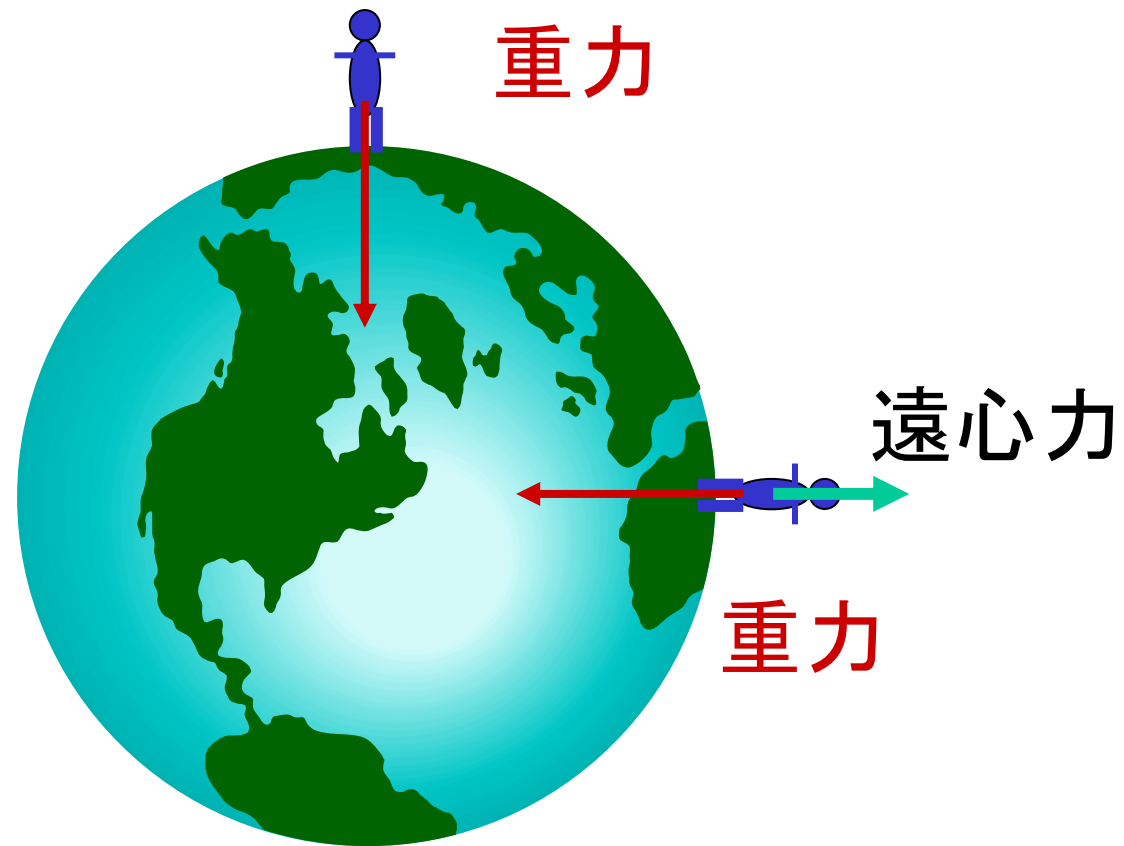
速度に比例，進路を曲げる。

大きさ  $2m\omega v$

### 2) 遠心力

回転中心から外向き。大きさ  $mr\omega^2$

### 3) 回転加速度による力（等速回転のときなし）



# 速度の合成法則

$$v = \frac{dx}{dt} \quad v' = \frac{dx'}{dt} = v - V$$

- $v$ =静止系から見た「観測対象」の速度
- $v'$ =運動系から見た「観測対象」の速度
- $V$ =静止系と運動系の間**の相対速度**