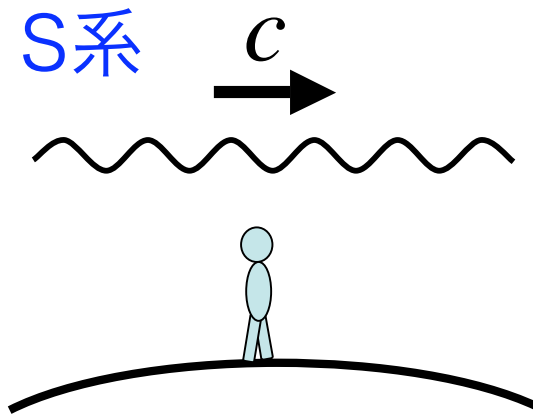


## 2. 時間の遅れと長さの縮み

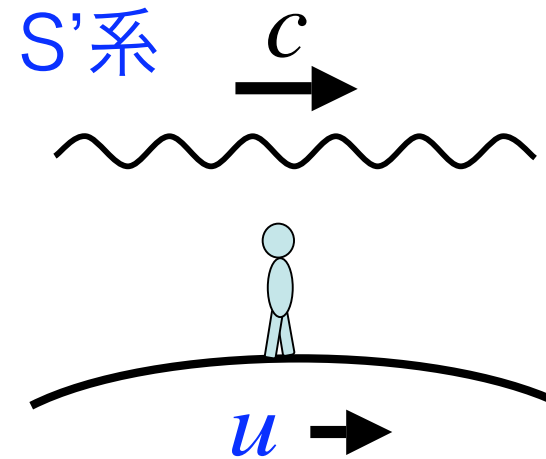
# 光の速度 Speed of light in vacuum

$$c = 299\,792\,458 \text{ [m / s]} \quad \text{定義}$$



エーテルの系

$$v = c$$

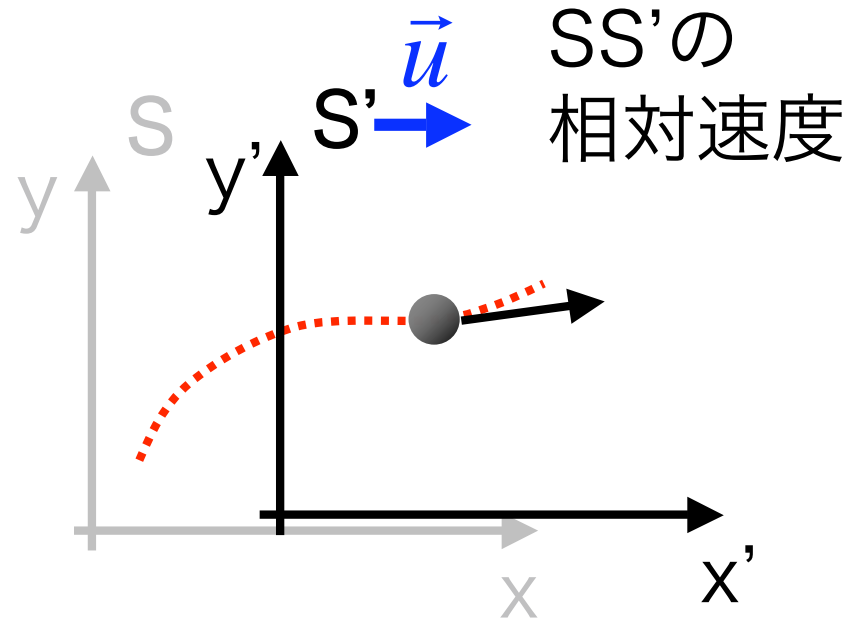
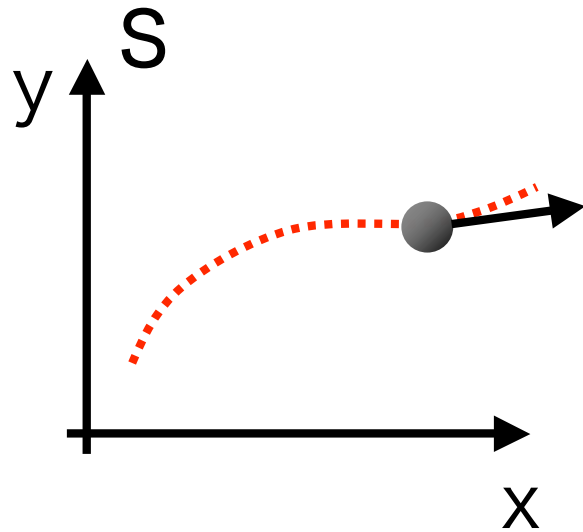


エーテルに対して  
速度  $u$  で動く系

$$v = c - u$$

# 常識の見直し

2 の慣性系  $S, S'$



古典力学の仮定

$$\begin{cases} t = t' \\ \vec{r} = \vec{r}' + \vec{u}t \end{cases}$$

$$\begin{cases} t = t' \\ x = x' + ut \\ y = y', z = z' \end{cases}$$

# 再考察

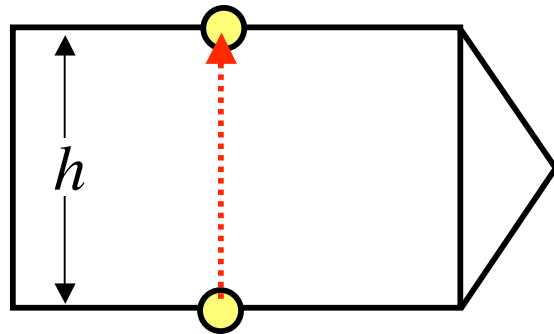
光の速さは観測者の運動状態にかかわらず一定

ガリレイ変換からは予測できない

時間と空間の性質を見直す必要有り

# 時間の遅れ

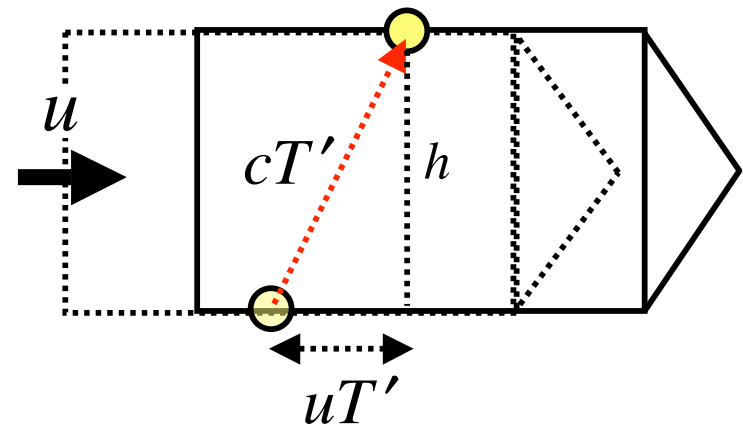
ロケットのなかで



床→天井への時間

$$cT = h$$

ロケットの外から

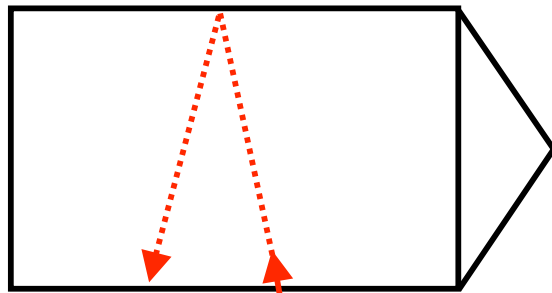


$$(cT')^2 = (uT')^2 + h^2$$

$$T' = \frac{T}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad \beta = \frac{u}{c}$$

# 長さの縮み

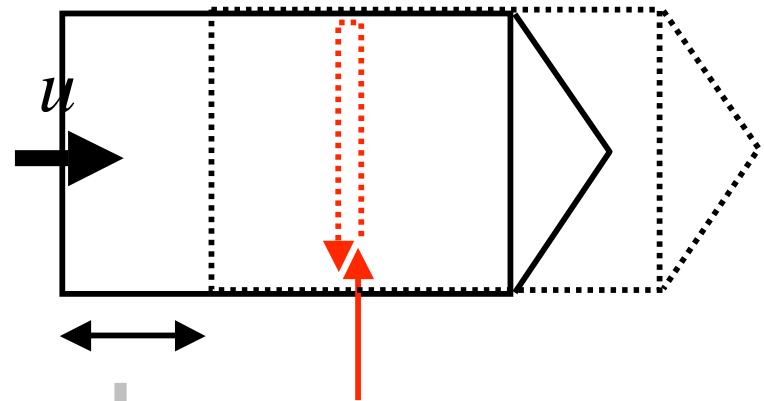
ロケットのなかで



$$(cT)^2 = h^2 + (uT)^2$$

$$L = 2uT$$

ロケットの外から



$$L' = 2uT' = 2\frac{h}{c}$$

$$L' = L\sqrt{1 - \beta^2}$$

# まとめて

時間の遅れ  $T' = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad \beta = \frac{u}{c}$

長さの縮み  $L' = L_0 \sqrt{1 - \beta^2}$

固有時間、固有長さ

$T_0$

$L_0$

# 問題

- 問6：光の速さの50%で運動する系の時間の遅れはいかほどか。
- 問7：静止系で $2 \times 10^{-6}$ 秒で崩壊するミュー粒子は大気の上空で発生し、猛スピードで約10キロ先の地表に到達する。速度を推定せよ。
- 問8：地球から太陽に向かって光の速さの90%で進むと、地球太陽間の距離はどうみえるか。
- 問9：100光年離れた銀河に10年で到達したい。光の速さの何%で飛行する必要があるか。