

## 2 - 2 相対性理論

### ・相対性原理

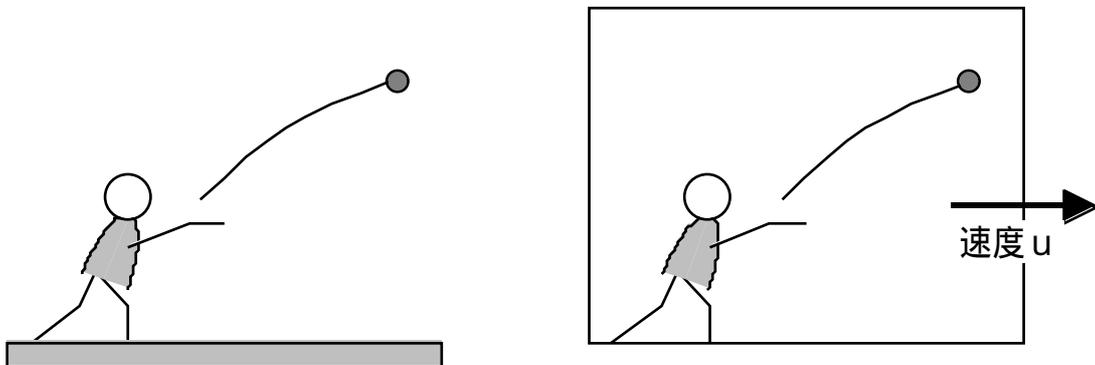
物理法則の資格：何時でも、何処でも不変であること

\* ) これは、物理学の法則が絶対に正しいと言っているのではない。正しい物理法則なら、成立するはずの指導原理

### ・ニュートンの相対性原理

空間内におこる物体の運動は、その空間が静止していても、等速直線運動していても同じ

= > " 慣性系 "



### a ) ガリレイ変換

相対性理論以前に使われた慣性系どうしの座標（ものさしの目盛）変換

ノーマル君の測定値

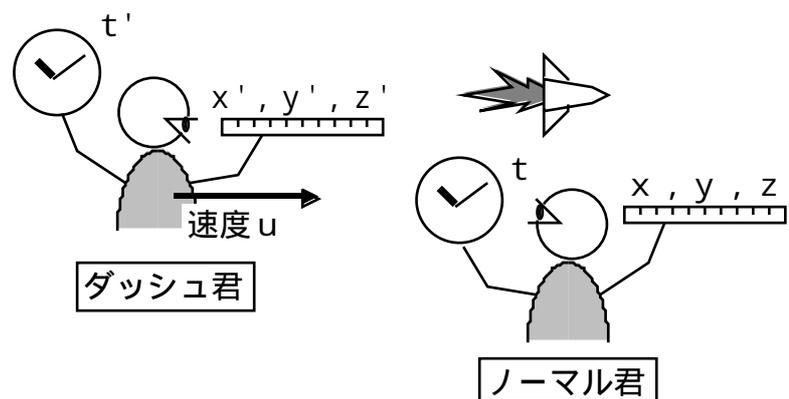
= > ダッシュ君の測定値

$$x' = x - u t$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$



\* ) ダッシュ君の進行方向をそれぞれ  $x$  ,  $x'$  に取った場合

運動方程式の変換： $m \frac{dx}{dt} = F(x, y, z, t) \Rightarrow m \frac{dx'}{dt'} = F(x', y', z', t')$

\* ) ガリレイ変換に対して、運動方程式は不変

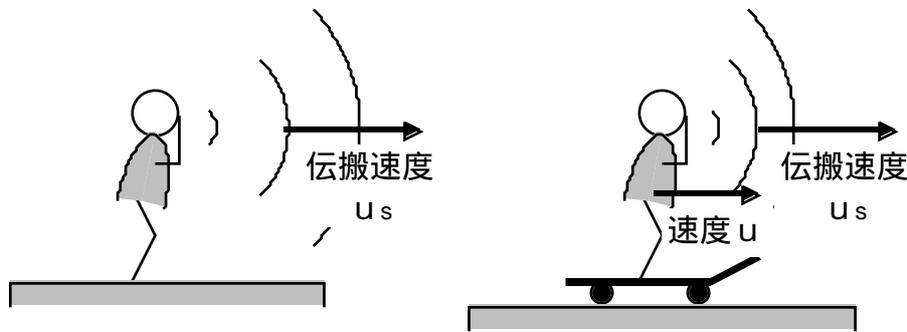
= > 力学現象から慣性系を区別できない (動いているか静止しているか)

\* ) 波動現象に関して、ガリレイ変換はどうなるか?

= > 波動現象を利用すると、慣性系を区別できる?

b ) 波動現象とガリレイ変換

波の特殊性 = > 水面の波や音波は、水や空気 (媒質) を伝わる速度は常に一定



\* ) 違う慣性系から見ると、波の伝搬速度は違って見える

空気に対して静止している人の叫び声 = > 速度  $u_s$  で離れて行く

速度  $u$  で進む人の叫び声 = > 速度  $u_s - u$  で離れて行く

・ニュートン力学のほころび

a ) マックスウェル方程式とローレンツ変換

19世紀に発展した電気・磁気の研究 = > "マックスウェル方程式"

(電気・磁気・光の現象を統合)

マックスウェル方程式は、ガリレイ変換に対して不変にならない

= > 電磁気学と力学 (ガリレイ変換)

のどちらかが不完全

ローレンツ変換：マックスウェル方程式が不変

$$x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}, y' = y, z' = z$$

$$t' = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

b) マイケルソン - モーレイの実験 (1885 ~ 87年)

マックスウェル方程式 => 光は電磁波

光の波を伝える媒質は何か?

宇宙を満たす媒質 (エーテル)

=> 宇宙に対する絶対静止系を決める

マイケルソン - モーレイの実験の目的

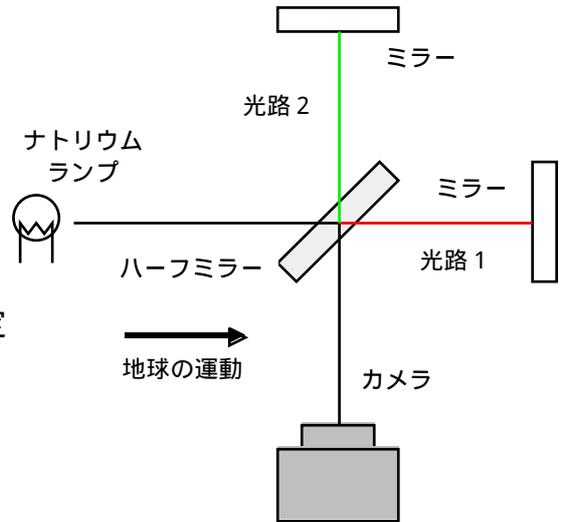
=> エーテルに対する地球の運動を測定

ハーフミラーで光を分ける

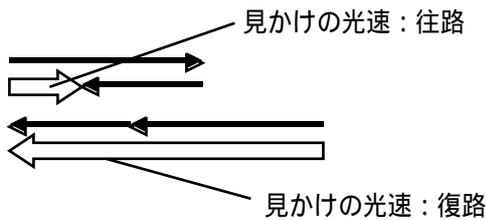
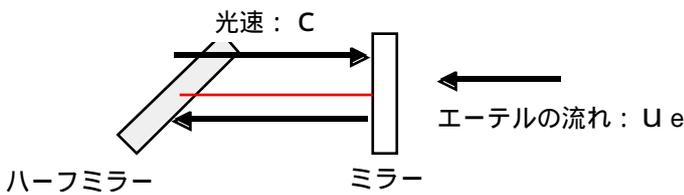
光路1と2の長さを等しくとる

\* ) 地球の運動によって、光路1と2を往復する

光の速度は異なる => 干渉縞



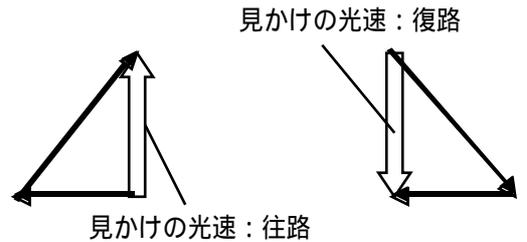
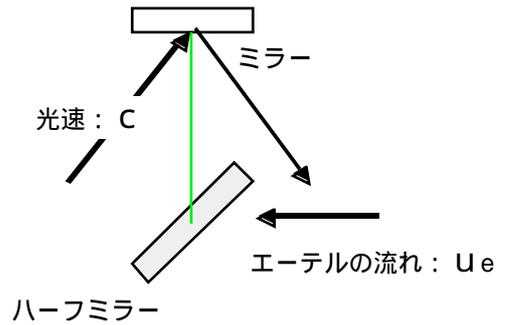
光路1の往復



光路1の往復での見かけの光速の平均 => ちょうど c

光路2の往復での見かけの光速の平均 => cより小さい

光路2の往復



\* ) 実験の結果、干渉縞の様子 => 光路によらず見かけの光速は c になった

地球が止まっている (天動説?) か、ガリレイ変換 (力学) が間違い