

## 自己紹介

- 新潟県長岡市生まれ(第二次大戦でほぼ全焼)
- 物理学:統計物理(原子、分子の集団のもつ不可逆性)
- 大学院時代にブリュッセル(ベルギー)留学
- その後ボストン(米国)で研究、長期滞在したのは、東京、静岡、イリノイ(米国)、ユーリッヒ(ドイツ)、岡崎、トリエステ、リンツ(オーストリア)、ワルシャワ(ポーランド)

## 物理学とは？

理科大  
北原和夫

## 物理学の枠組み

- 運動(変化)を表すための時間・空間
- 実在としての物質(原子、分子)と場(電場、磁場)
- 物質と物質、物質と場の相互作用

## 物理学の考え方1

- 様々な大きさがある:原子、分子、集合体(気体・液体・固体、液晶、プラズマなど)、生命、地球、太陽系、銀河系、宇宙
- 様々な時間がある:原子・分子の運動、物質全体の変化、地球の歴史、宇宙の歴史など

## 物理学の考え方

- 変化の中に、不変な量(保存量)がある。  
エネルギー保存、運動量保存、物質の質量保存、対称性
- 変化の仕組みを調べるとともに、不変量を求めることが物理学と言っても良い。

## 時間空間

空間とは？標準の「ものさし」で距離を決める。

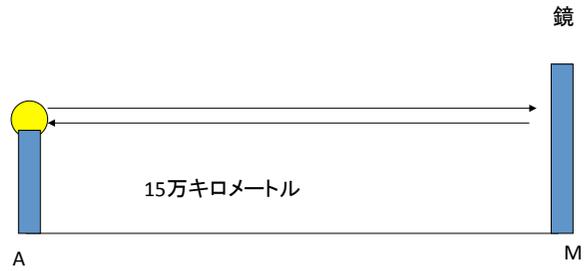


## 時間とは？

- 時間は見えるか？
- 時間の経過は、「変化」から経験する。砂時計、水時計、「腹時計」
- 厳密な時間の定義は何か？
- 「光」は電磁波である(マクスウェル)秒速約30万キロメートルで一定(但し、物質の中では遅くなる)

## アインシュタインのアイデア

- 光と「ものさし」で時間を定義する。



一秒の定義

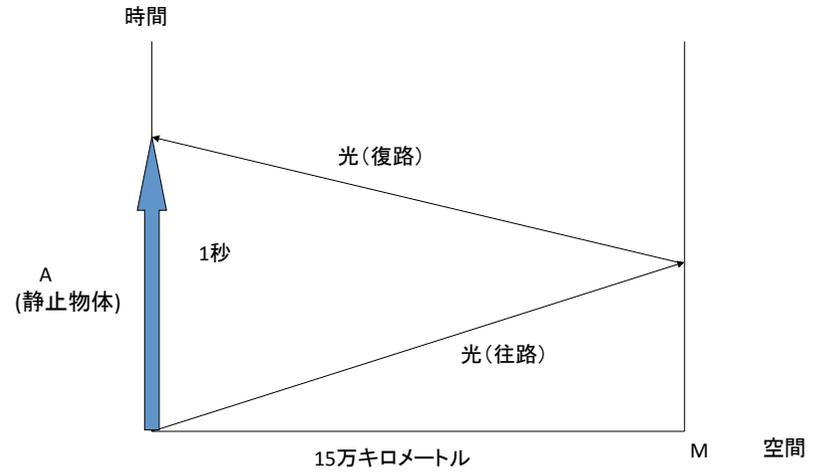
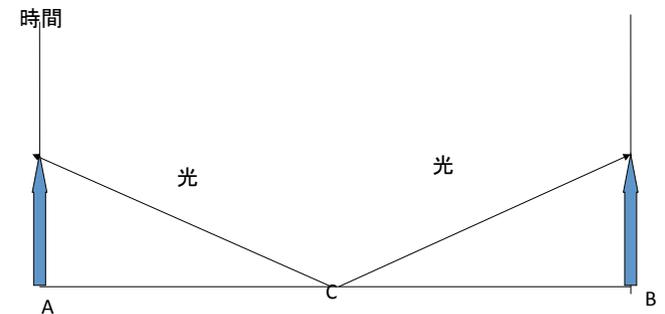
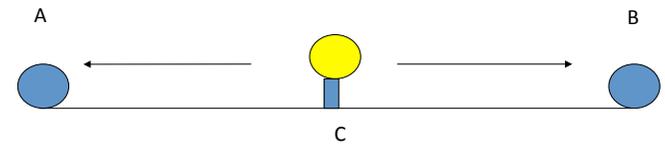
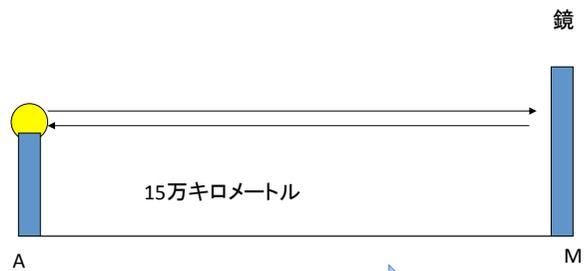


図3. 世界線

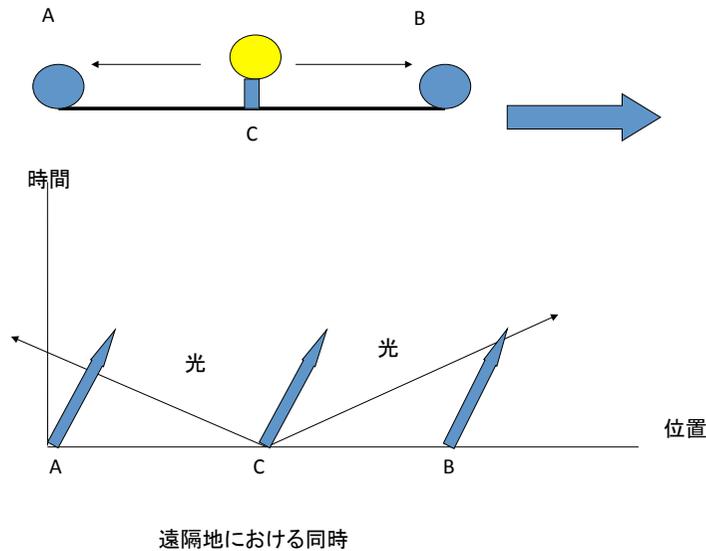
空間全体が一定速度で動いていたらどうなるか？

外から見ると、往路は時間が掛かり、帰路は時間が短縮される。

内部で見ると、静止した空間と同じ。



遠隔地における同時

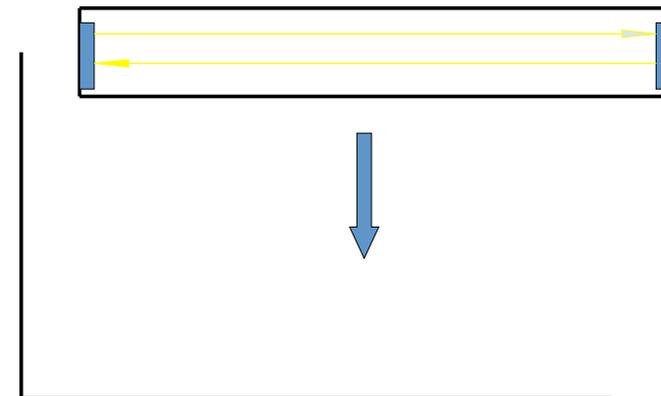


## 遠隔地の同時性は絶対的ではない

- 光源、二人の観測者が静止している空間では同時(動いている電車の中)
- 光源、二人の観測者が動いている空間では同時ではない(動いている電車の光源、観測者を外の観測者が見たとき)
- 相対性理論: 動いている電車の中の時間・空間と電車の外の時間・空間の関係。
- その原則は、一定速度で動いている空間の中は、静止している空間と同じ。一定速度で動いている電車の中では、動いていることが分からない。

## 落下するエレベータ

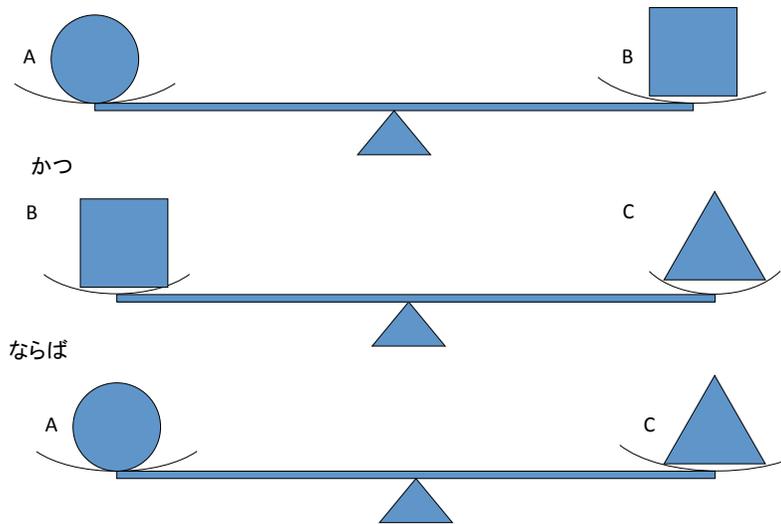
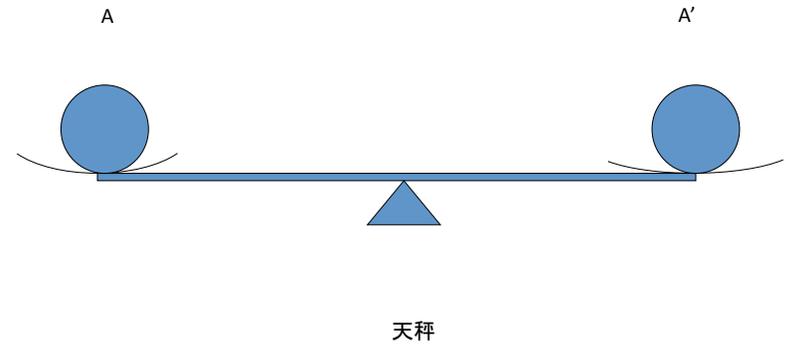
- すべての物体は重力のもとで同じ加速度をもつ。地上では $9.8\text{m/sec}^2$
- よって、落下するエレベータの中では、重力を感じない。無重力状態。静止した空間と同じ。よって、落下するエレベータの中では、光は秒速30万キロメートルで直進する。



エレベータの中で光は直進するが、外から見ると、重力に引かれるように見える。光は質量がないのに、重力の影響を受ける!

# 対称性

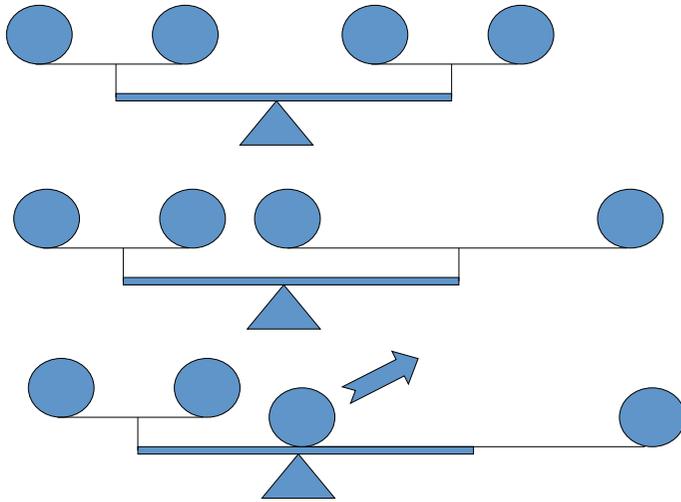
- 空間の対称性: 左右対称
- 質量の定義
- テコの原理



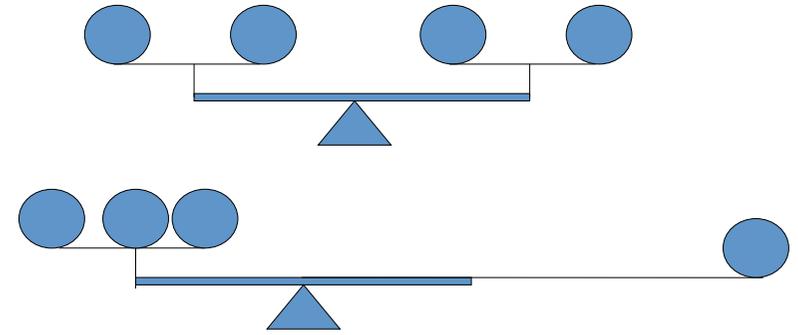
上の経験則から、物質の詳細に寄らない「質量」が定義される。

# 質量の定義

- 天秤で釣り合ったもの同士は同じ質量であると定義すると、他のものを釣り合いによって同じ質量としても、矛盾を生じない。
- 人類の発明: 恐らく「経済活動」にとって、同じ量を決めることは重要であったのであろう。



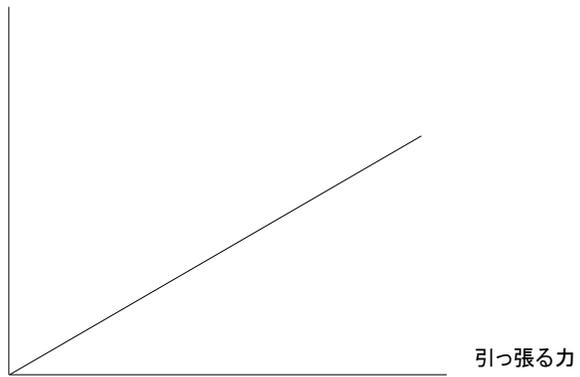
テコの原理: 質量比2:1の釣り合い



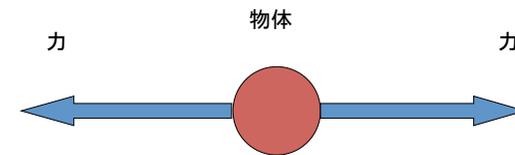
テコの原理: 質量比3:1の釣り合いの証明

バネの伸び

力の定義

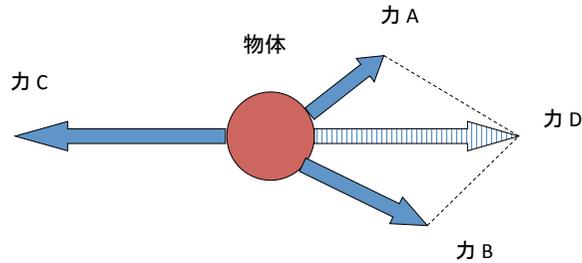


理想的なバネ



力の釣り合い: 物体が動かないとき、二つの力は大きさが同じで向きが逆

## この世界の実在



3つの力A、B、Cの釣り合いは、二つの力C、Dの釣り合いに帰着される  
(経験則)

- 物質(質量をもつ)と場(電場磁場)
- 物質は場と相互作用する: 電荷
- 電荷が電場を生じ、電場が電荷に力を与える。
- 電荷は二種類あり、便宜上プラスとマイナスと定義して、同じ符号同士は反発しあい、異符号同士は引き合う。

## クイズ

- もし、電荷が三種類あって、同じもの同士は反発しあい、異なるもの同士は引き合うとする。
- このとき、二種類だけである、としたときと、矛盾することがあるか？
- 矛盾するなから、「三種類説」は排除され、矛盾しないなら「三種類説」も受け入れられるべきである。

## 電場と磁場

- 長い間、電気と磁気はべつものと考えられていた。さらに「光」も別ものであった。
- 電流が磁場を生み出す: アンペールの法則、ビオサバールの法則
- 磁場の変動が起電力(電場)を生じる: ファラデーの法則
- 電場と磁場の統一: マクスウェル
- 光速と同じ速さで空間を伝わる波動: 「光」の本性