

# 1 物理量の表し方と次元

教科書 p.2-p.9

## 1.1 物理学とは

- 少数の**物理法則** → 多くの自然現象（実験事実）

$$\text{ニュートンの運動方程式} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{リンゴの落下} \\ \text{月の運動} \\ \vdots \end{array} \right.$$

- 物理法則は**数学**で記述される
- 数学を使う理由：再現性（誰がやっても同じ）と予言能力（次どうなるかわかる）
- 物理学の発展
  - **古典力学**：日常的な物体の運動
  - 電磁気学：電気、磁気の物理
  - 熱力学、統計力学：熱エネルギーと仕事、大自由度の物理
  - 量子力学：ミクロな世界（原子、原子核）の物理
  - 相対性理論：高エネルギーや宇宙の物理

## 1.2 空間と時間

- 物体の運動を考えるためには...
  - 空間：物体の場所を指定
  - 時間：運動 = 物体の場所の変化を指定
- 空間は**3次元**（縦、横、高さ）
- 直交座標  $(x, y, z)$  を用いて、物体の位置をベクトル  $\vec{r}$  で表す

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

- 2次元空間：平面内の運動
- 1次元空間：直線上の運動

- 3次元空間内の運動でも、条件により1次元や2次元の問題になる  
例) バネの振動は1次元運動
- 時間は1次元、変数  $t$  で表す

### 1.3 物理量と物理法則

- 物理量 (力、質量、加速度など) : 物体の運動を特徴づけるもの
- **物理法則** : 物理量のしたがう関係式
- 例) ニュートンの運動方程式

$$F = ma \tag{1}$$

- $F$  : 力 (force)
- $m$  : 質量 (mass)
- $a$  : 加速度 (acceleration)

- 方程式の**意味** : 物体に力を加えると加速する
  - $m$  を固定したとき、 $F$  大なら  $a$  大  
→ 同じ重さの物体は、強い力をかけるとより加速される
  - $F$  を固定したとき、 $m$  大なら  $a$  小  
→ 同じ力を加えると、重い物体のほうが加速が小さい (図1左)
- 直感との対応だけなら、

$$F \propto ma^2, \quad F^2 \propto ma, \quad \dots$$

も考えられるが、**実験と比較**することで式(1)が正しいとわかる (図1左)

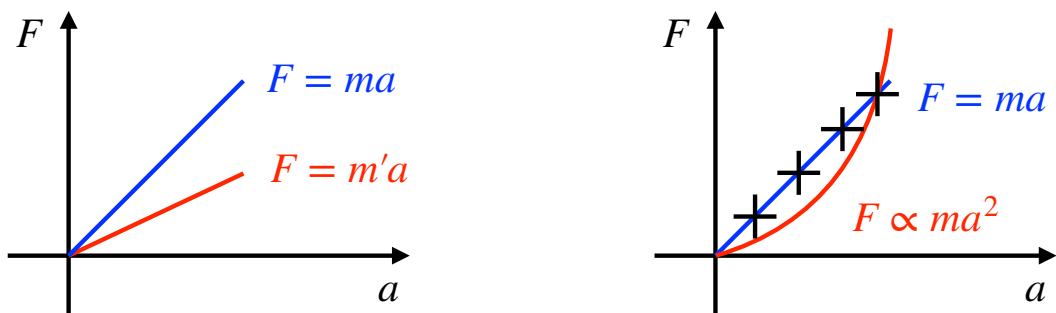


図1: 運動方程式。左:  $m' < m$  の場合の力  $F$  と加速度  $a$  の関係。右: 実験データと比較。

## 1.4 単位

- 指数の復習

- 負の指数：

$$x^{-1} = \frac{1}{x}, \quad x^{-2} = \frac{1}{x^2}, \quad \dots, \quad x^{-n} = \frac{1}{x^n},$$

- 大きな量：k (キロ) =  $10^3$ 、M (メガ) =  $10^6$ 、G (ギガ) =  $10^9$  など

$$10^2 = 100, \quad 10^3 = 1000, \quad \dots, \quad 10^n = \underbrace{100 \dots 0}_{0 \text{ が } n \text{ 個}}$$

- 小さな量：m (ミリ) =  $10^{-3}$ 、 $\mu$  (マイクロ) =  $10^{-6}$ 、n (ナノ) =  $10^{-9}$  など

$$10^{-2} = \frac{1}{100} = 0.01, \quad 10^{-3} = 0.001, \quad \dots, \quad 10^{-n} = \underbrace{0.00 \dots 1}_{0 \text{ が } n \text{ 個}}$$

- 物理量は全て**次元**を持っている

- 基本的な次元

- 長さ  $L$  (length)：空間をはかる基準
  - 質量  $M$  (mass)：重さをはかる基準
  - 時間  $T$  (time)：時間をはかる基準

- 複合的な次元：基本的な次元の組み合わせ

例) 速度

$$\text{速度} = \frac{\text{距離}}{\text{時間}} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

- 次元が異なる量は足し引きできない → 物理法則の**両辺で次元は常に一致**

例) 質量は  $M$ 、加速度は  $LT^{-2}$  なので

$$\text{力} = \text{質量} \times \text{加速度} = M \times LT^{-2} = LMT^{-2}$$

- **単位**：次元をもつ物理量をはかる物差し

例) 長さの次元の単位は、メートル、マイル、ヤード、フィート、尺、など様々

- 国際単位系：SI (Système International d'unités)

$L$  をメートル [m]、 $M$  をキログラム [kg]、 $T$  を秒 [s] ではかる

- 昔の決め方：s ← 地球の自転周期、m ← 子午線の長さ、kg ← キログラム原器

- 現在の決め方

- s ← セシウム原子時計 (1967 年)

- m ← 光速が  $c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  と定義 (1983 年)

- kg ← プランク定数が  $h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$  と定義 (2019 年 5 月 20 日)

- 組立単位：複合的な次元の単位

例) ニュートン [N]

$$[\text{N}] = [\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$$