

# 物理学2

No. 1

運動の法則,力のつりあい

# 質点（教科書2.1節）

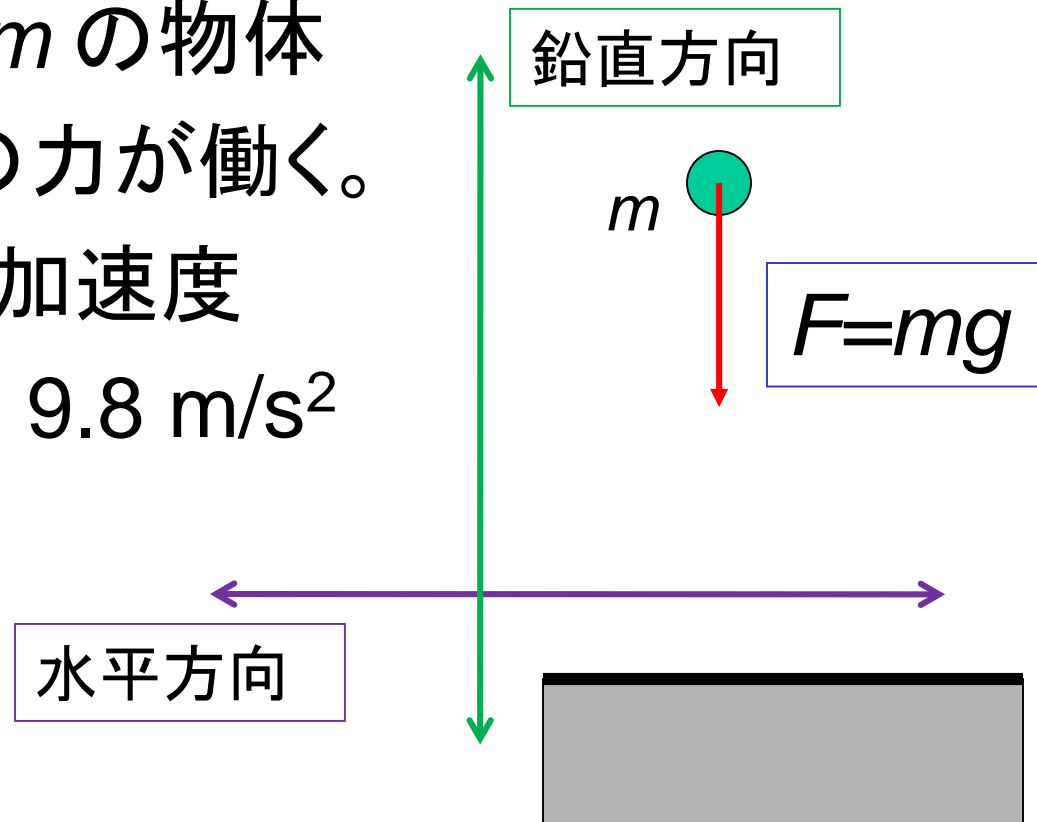
- 基本的な力学の対象（モデル）
- 属性：質量  $m$
- 記述：座標と時間  $x, y, z, t$
  
- **ボール**・・・質点，でも変化球などのときは大きさを考える必要あり
- **地球**・・・とても大きい，でも太陽系の中の運動を考えるなら質点でも大丈夫

# 質量と重さ（教科書2. 2節）

- **質量**・・・物体の持つ基本的属性
- 重さ・・・物体に働く「**重力**」  
⇒その**力**が「手」や「台」や「秤」に働く
- **秤の目盛**・・・質量を表示するように調整

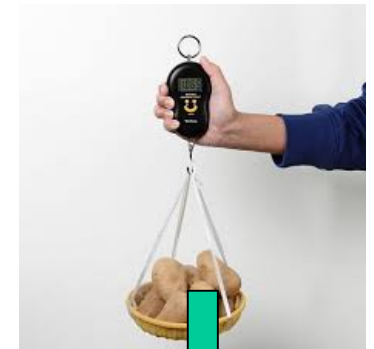
# 重力

- 地上の質量  $m$  の物体  
→  $F=mg$  の力が働く。  
 $g$  = 重力加速度  
= 約  $9.8 \text{ m/s}^2$



# 調理用などの秤の背面や箱の表示の例

秤は質量を測定するが、  
そのとき重力(重さ)を測定  
するので地域により調整  
が必要



重力

# 運動の法則（教科書2.4節）

ニュートン：1687年，プリンキピア

- 1) **慣性の法則**。力が働いていない質点は静止もしくは等速度運動を行う。
- 2) **運動方程式**。質点に働く力は質点の質量と加速度の積に等しい。
- 3) **作用・反作用の法則**。2つの質点の間に働く力は，大きさが等しく，向きは逆向きで両者を結ぶ直線方向である。

図版

Sir  
Isaac  
Newton

プリンキピアの表紙  
(ラテン語)

図版



運動の3法則が  
記述されている  
プリンキピアの  
ページ

(英語)

図版

# Laws of Motion

- **Law-1:** Every body continues in its state of rest, or of uniform motion in a right line, unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it.
- **Law-2:** The change of motion is proportional to the motive force impressed; and is made in the direction of the right line in which that force is impressed.

# 第1法則：慣性の法則

- 力=0, ならば,  
静止あるいは等速度運動
- 身の回りの運動: 動いている物体が止まる  
…摩擦力という別の力が働くため
- スケート, 宇宙空間, …  
→動き出せば止まらない
- **正しい法則性とは何かを見抜くこと**

# 第1法則：慣性の法則

力 → 運動 ~~(速度 $v$ )~~

力 → 運動の変化 (加速度 $a$ )

## 第2法則へ

# 第2法則

- ニュートンの運動方程式  
万物を司る「究極の方程式」

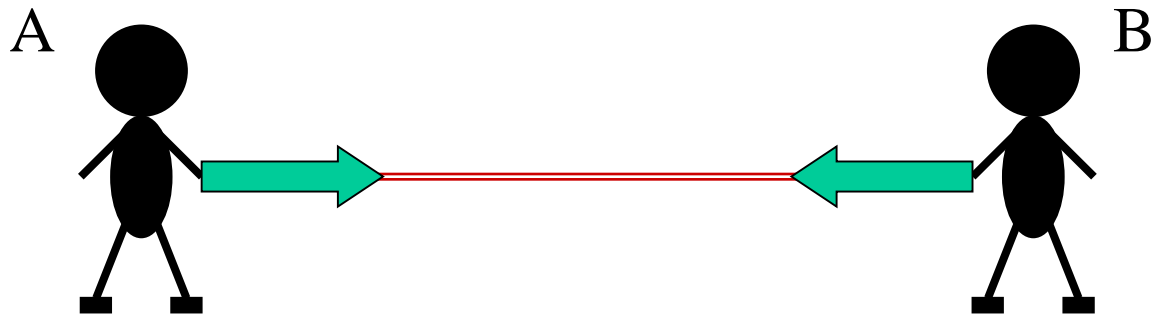
$$\vec{F} = ma$$

力                      質量      加速度  
Nニュートン      kg              m/s<sup>2</sup>

数学的には微分方程式  
→物理学1

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

# 第3法則：作用反作用の法則

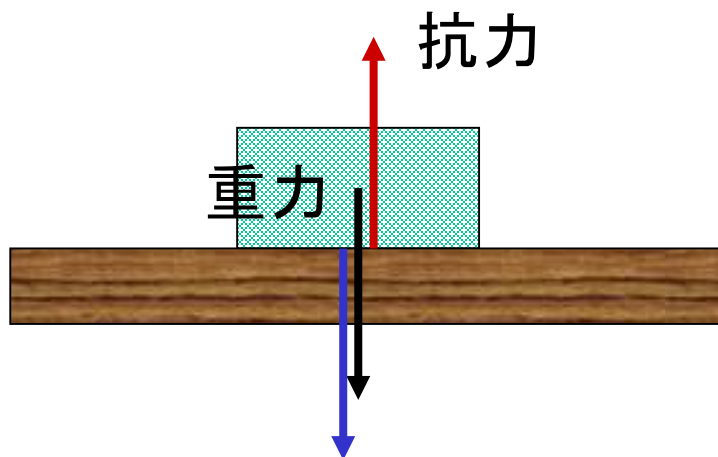


AがBを引く力

BがAを引く力

大きさが等しく  
互いに逆向き

作用と反作用は別々の**物体に働く力**であって、作用と反作用が「つりあう」ことはない。(よくある誤解)

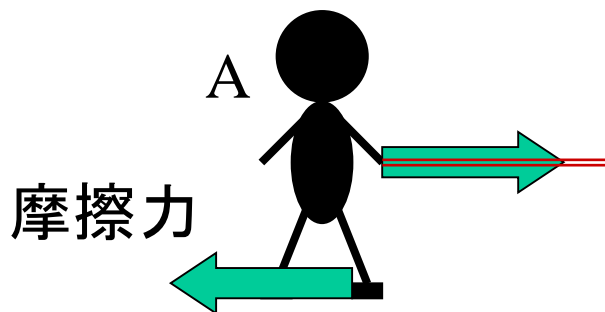


重力が物体に働く

その結果物体が台を押し

台は物体を押し(反作用)

台を押し力



物体には重力と抗力が働き、その合計(ベクトル和)が0なので第1法則より静止する

# いろいろな(初歩的な)力

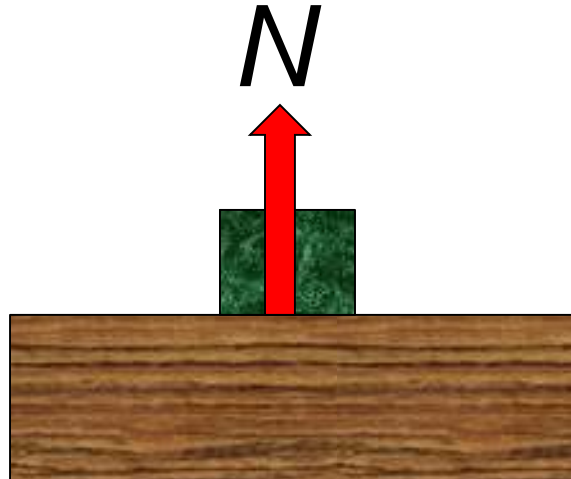
教科書p.22～p.24

- ◆重力(既に説明した)
- ◆抗力
- ◆張力
- ◆摩擦力(静止摩擦力, 動摩擦力)



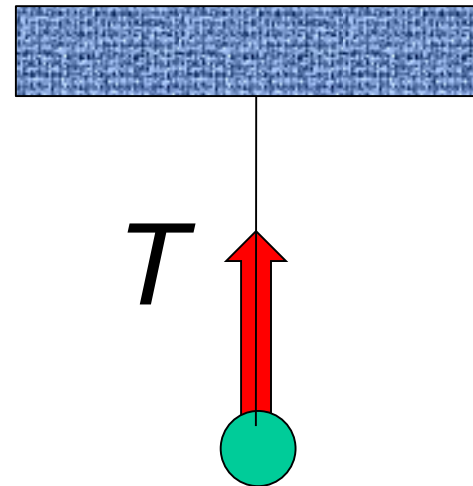
# 抗力

- 台がささえる・・・物体に**抗力**が働く  
(面に垂直)



# 張力

- ひもがささえる・・・物体に張力が働く  
(ひもの方向)

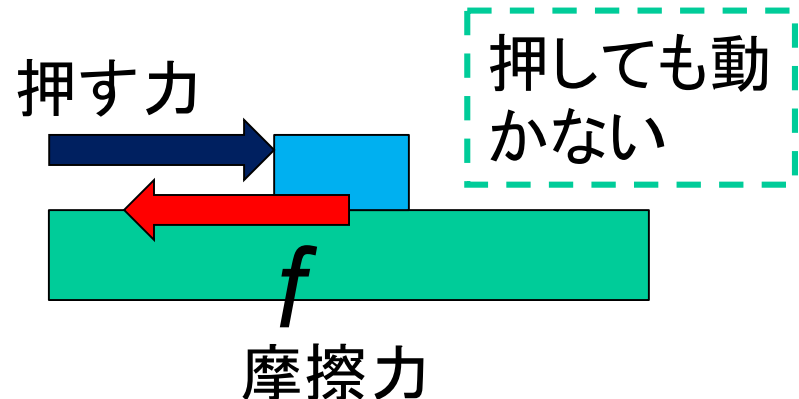


# 摩擦力（静止摩擦力）

- 面に平行
- 接触面積によらず，抗力に比例
- 限界がある＝最大静止摩擦力  
静止摩擦係数  $\mu$

$$f \leq \mu N$$

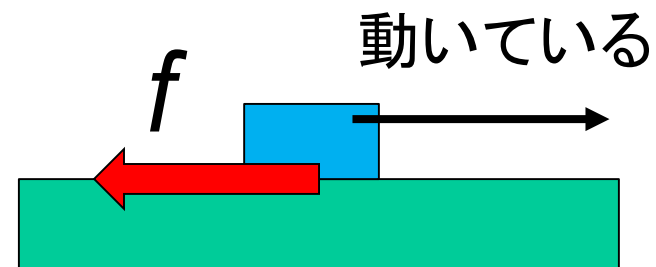
注意：静止摩擦力は  
 $0 \sim \mu N$  の間の値である



# 摩擦力(動摩擦力)

- 面に平行
- 接触面積によらず, 抗力に比例
- 一定の値, 動摩擦係数  $\mu'$

$$f = \mu' N$$



# 力のつりあい (教科書2.3節)

物体の静止条件

$\vec{F} = m\vec{a}$  で加速度0

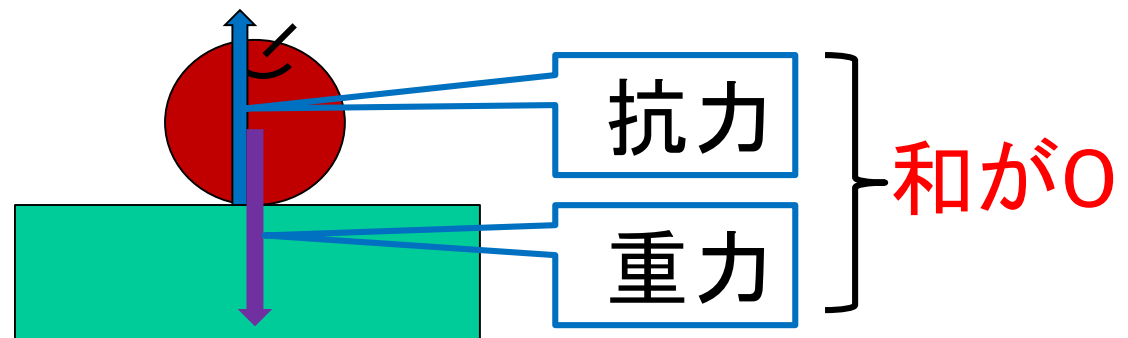
物体に働く力 (のベクトル和) は0

日常表現

リンゴが静止している

物理表現

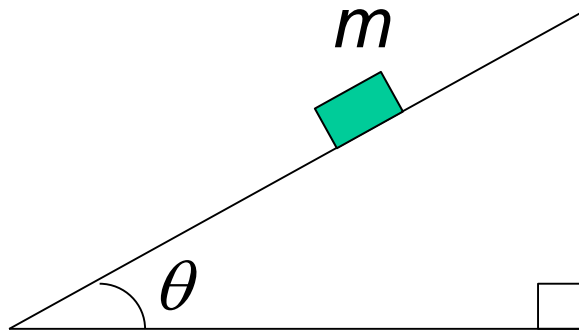
リンゴに働く力の和が0



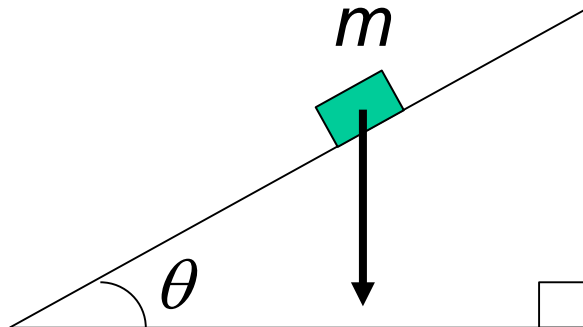
# 例題(1)

質量  $m$  の質点が、水平面と角度  $\theta$  をなす斜面の上で静止している。働く力の名前と大きさを答えよ。

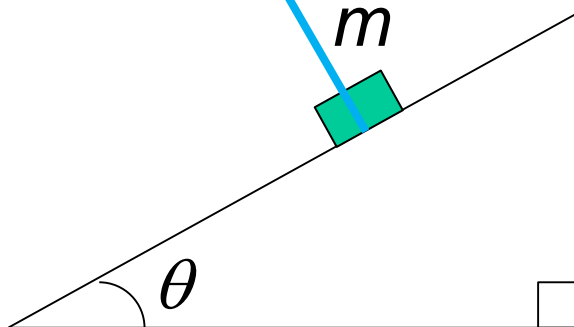
教科書 例題2.1 (p.25)



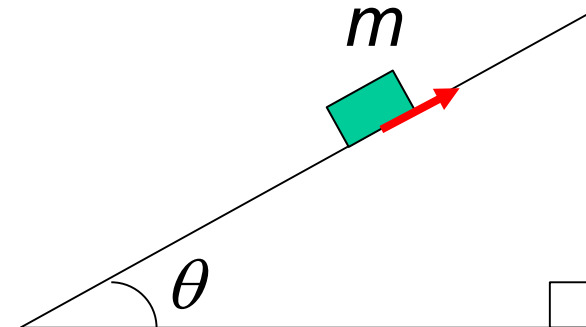
重力  $mg$



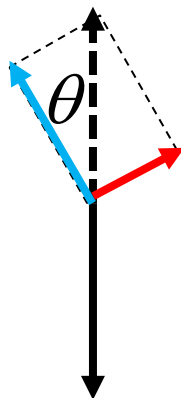
抗力  $N$



摩擦力  $f$



力のつりあい  
(ベクトル和が0)

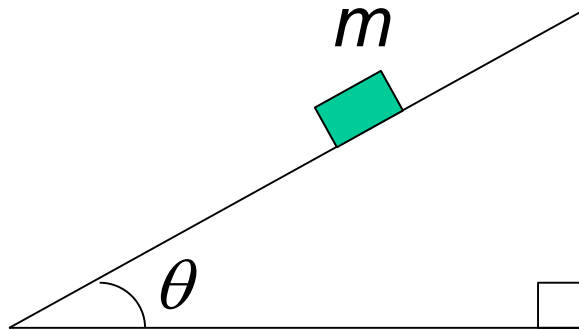


$$N = mg \cos \theta$$

$$f = mg \sin \theta$$

## 例題(2)

(1)の続き。斜面の角度を徐々に大きくしていったところ、 $\theta = \alpha$  ですべりだした。静止摩擦係数と角度の関係を与えよ。

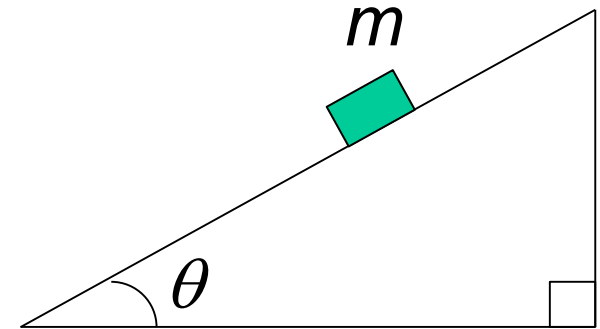




(1)の結果

$$f = mg \sin \theta$$

$$N = mg \cos \theta$$



静止摩擦力には上限があった。

$$f \leq \mu N$$

上の関係式を代入。

$$mg \sin \theta \leq \mu mg \cos \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} \leq \mu$$

角度  $\alpha$  で動き出す。

$$\tan \alpha = \mu$$

# 例題(3)

図で2本のひもに働く張力の大きさを求めよ。

左のひもの張力の大きさを $T_A$ ，  
右のひもの張力の大きさを $T_B$ とする。

左右のひもが鉛直線となす角は $\alpha$ ， $\beta$ である。

重力加速度を $g$ とする。

