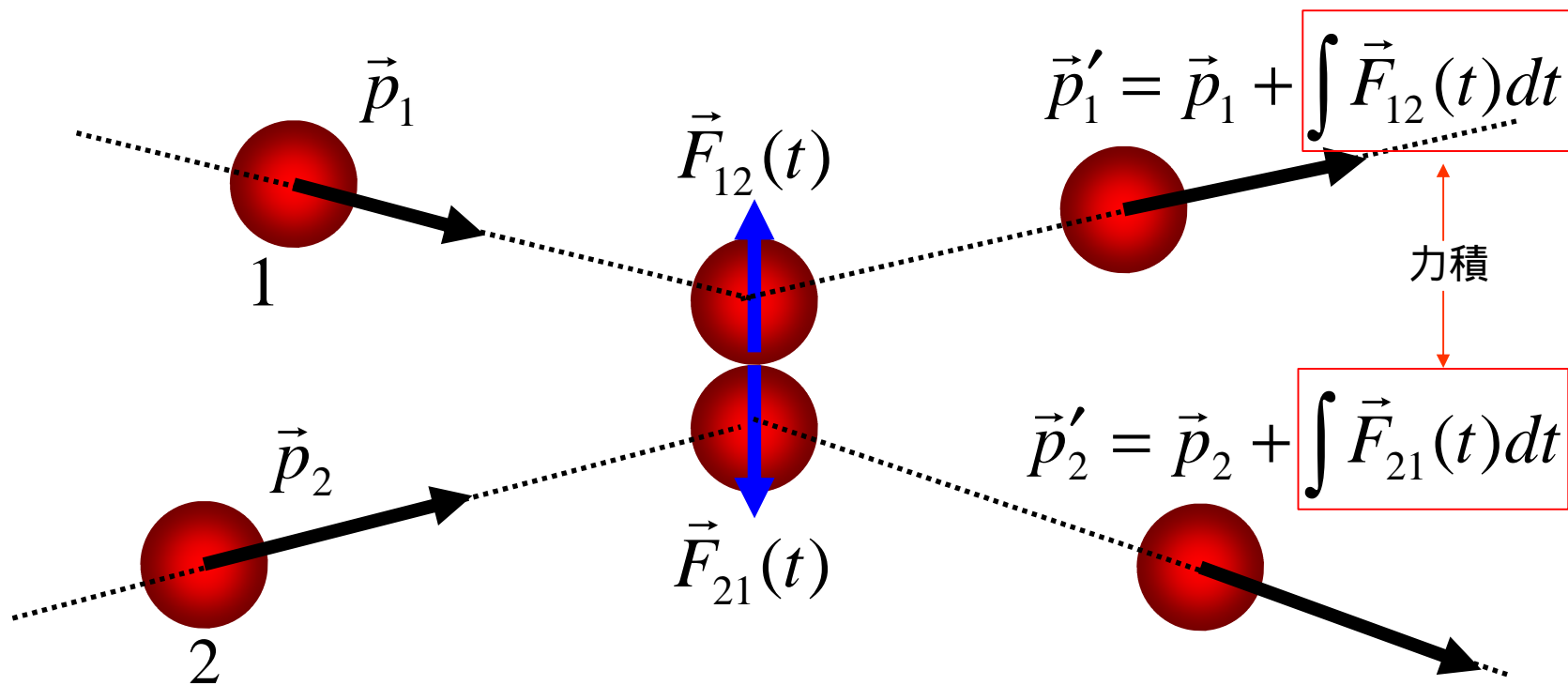


運動量保存則

(運動の第2、第3法則からの帰結)



$$\vec{F}_{21}(t) = -\vec{F}_{12}(t) \text{ より } \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

相互作用の前後で、運動量の和は保存する！

Newton's Cradle

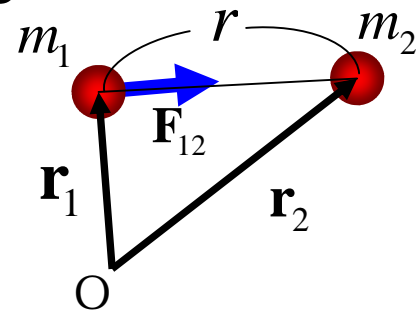


第3章

様々な力

種々の力

万有引力 $\mathbf{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \mathbf{e}_{\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2}$



電磁気力 $\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$

$$\begin{aligned} \mathbf{e}_0 \nabla \cdot \mathbf{E} &= \rho & \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 & \nabla \times \mathbf{B} &= \mathbf{j} + \mathbf{e}_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{aligned}$$

- 静電気力、磁力 原子間力、分子間力
- 弾性力 これらの区別はあいまい (起原はみな同じ電磁気力) 束縛力 (垂直抗力、張力)
- 摩擦力 抵抗力 (粘性抵抗、慣性抵抗)

弾性力

(物体がその形を維持しようとする力)

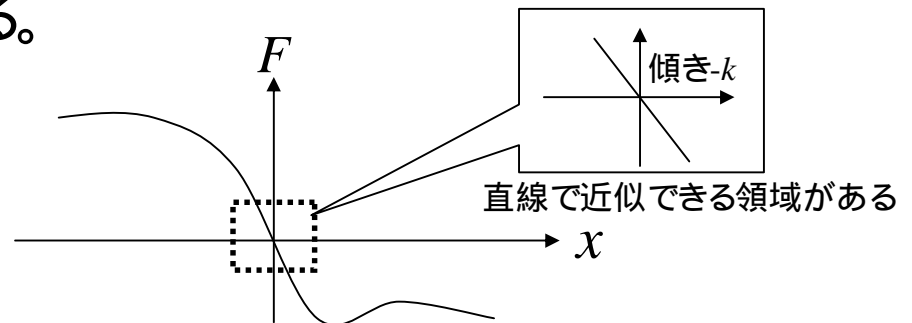


自然長 (力が働いてないときの長さ)からの「ずれ」を x とする。この「ずれ」を元に戻そうとする力 F は、 x が十分小さいならば、近似的に x に比例する。

$$F = -kx$$

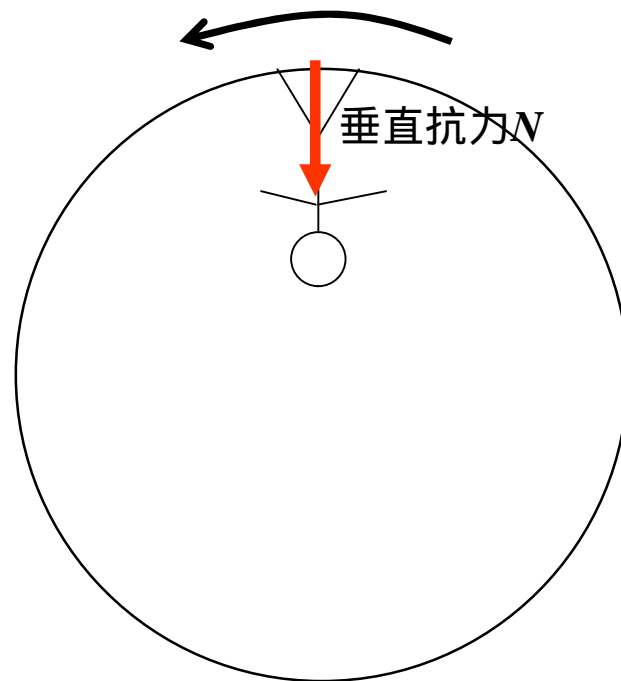
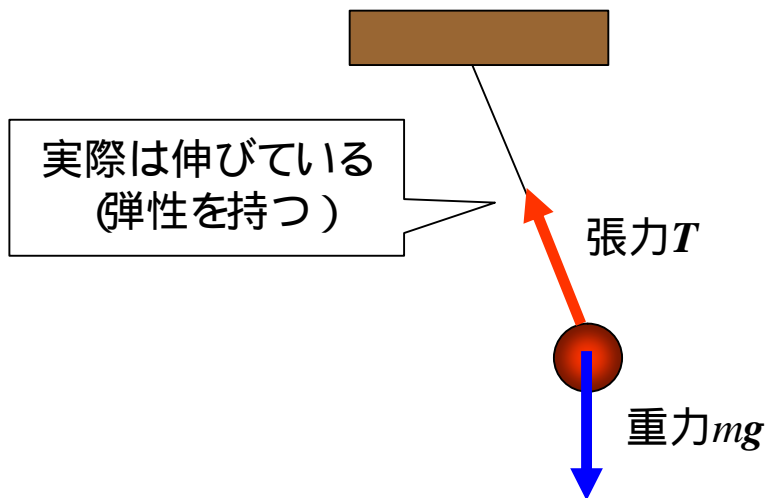
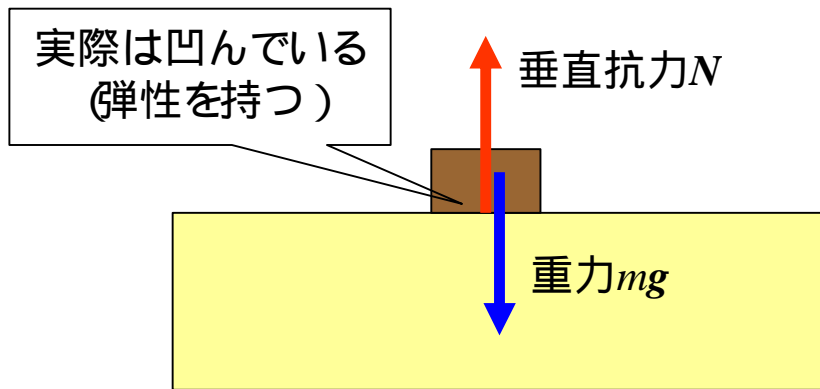
k :ばね定数
(spring constant)

これをフックの法則という(あくまで近似法則)。負号は物質の変位を戻す方向に力が働くことを表現する。



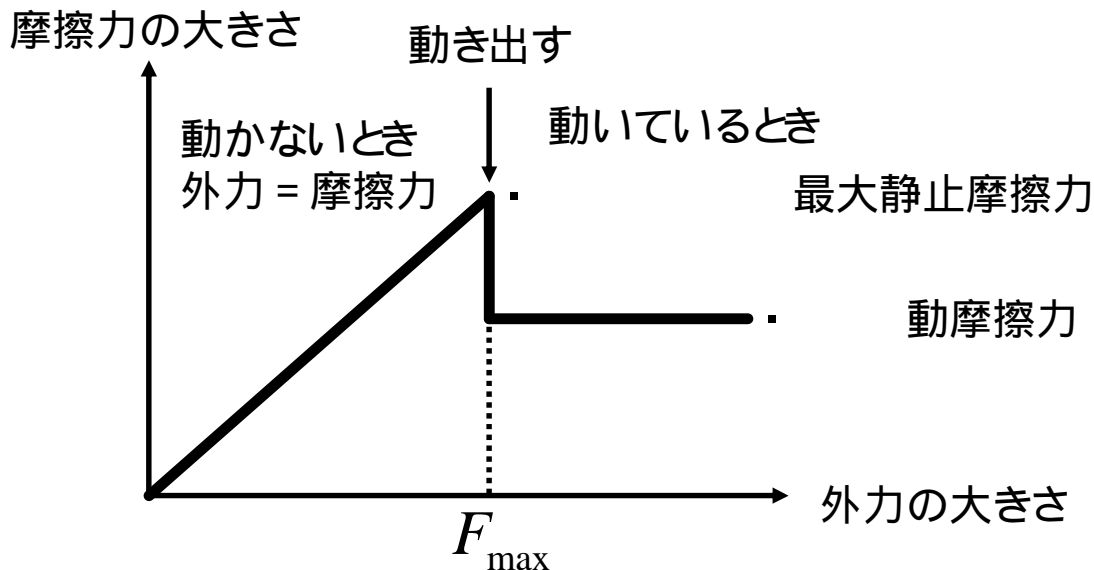
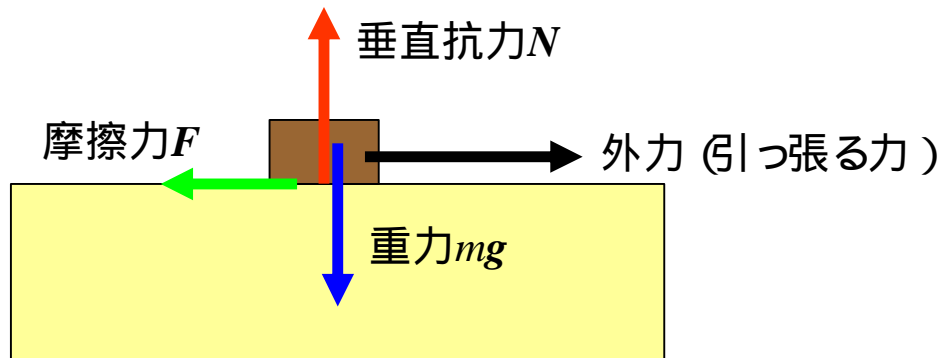
ばねはかりは、フックの法則が成り立つ力の範囲が広いばねを利用して重さを測る道具

束縛力 (張力・垂直抗力) (物体の位置を束縛する弾性力)



摩擦力

物質の移動を妨げる分子・原子間力？



静止摩擦係数

$$F_{max} = mN$$

クーロンの第1法則

$$F = m'N$$

クーロンの第2法則

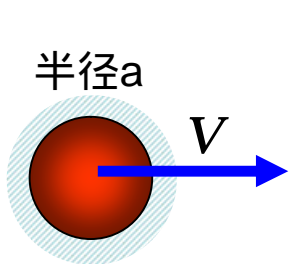
動摩擦係数

$$m < m'$$

クーロンの第3法則

抵抗力 (粘性抵抗、慣性抵抗)

粘性抵抗 物体が近傍の流体を引きずることによって受ける反作用

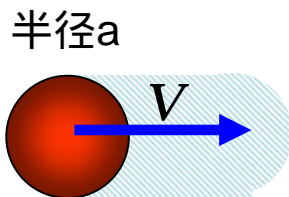


ストークスの法則

$$F_V = 6\pi a \eta v$$

η 流体の粘性係数

慣性抵抗 物体が通過する空間にある流体との衝突によって受ける反作用



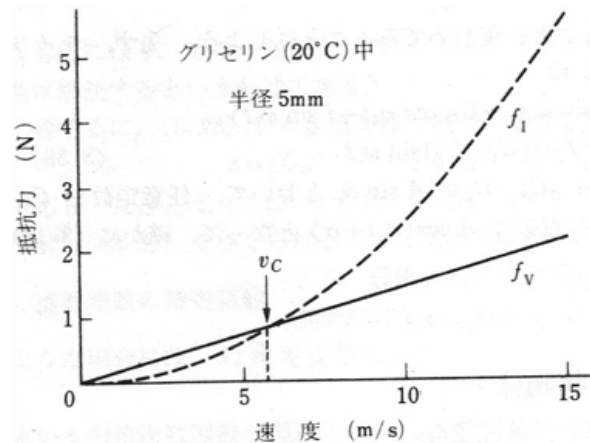
$$F_I = \frac{1}{4} \rho r_0 a^2 v^2$$

ρ 流体の密度

表 3.1 流体の粘性係数と密度 (巻末文献 38 による)

物質	粘性係数 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	密度 (kg/m^3)
空気 (20°C, 1気圧)	1.809×10^{-5}	1.205
空気 (30°C, 1気圧)	1.857×10^{-5}	1.165
水 (20°C)	1.002×10^{-3}	9.982×10^2
グリセリン (20°C)	1.495	1.264×10^3
グリセリン (30°C)	6.22×10^{-1}	—

藤原 物理学序論としての力学 p.49



藤原 物理学序論としての力学 p.50

第4章

運動方程式の解法

定数係数の線形常微分方程式

$$\begin{array}{c}
 \xrightarrow{2\text{階}} \\
 a_2 \frac{d^2 x}{dt^2} + a_1 \frac{dx}{dt} + a_0 x = f(t)
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \xrightarrow{1\text{階}} \\
 \left. \begin{array}{l} = 0 \text{ 斉次 (同次)} \\ \neq 0 \text{ 非斉次 (非同次)} \end{array} \right\} f(t)
 \end{array}$$

1階斉次方程式

(例) 放射性崩壊、複利の借金 (預金) 額

$$\frac{dN}{dt} = -\Gamma N$$

$$\frac{dN}{dt} = +aN$$

Γ : 1秒間に崩壊する確率 a 金利

2階斉次方程式

(例) 単振動、減衰振動

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -b \frac{dx}{dt} - kx$$

2階非斉次方程式

(例) 自由落下、強制振動

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -g$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + 2m\mathbf{g} \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos \omega t$$