2質点の重心運動は考える必要がない （重心の位置ベクトル $\vec{r_G} = \dfrac{m_1\vec{r_1}+m_2\vec{r_2}}{m_1+m_2}$）

└→ $m_1\dfrac{d^2\vec{r_1}}{dt^2} = \vec{F_{12}}$　$m_2\dfrac{d^2\vec{r_2}}{dt^2} = \vec{F_{21}}$ より，$m_1+m_2 = M$ とすると，$M\dfrac{d^2\vec{r_G}}{dt^2} = 0$ なので，重心の加速度0

→ 等速度運動

また，相対位置ベクトル $\vec{r} = \vec{r_1} - \vec{r_2}$ を考えると，

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{1}{m_1}\vec{F_{12}} - \frac{1}{m_2}\vec{F_{21}} = \frac{m_1+m_2}{m_1 m_2}\vec{F_{12}}(\vec{r})$$

$\mu = \dfrac{m_1 m_2}{m_1+m_2}$ とおくと，$\mu \cdot \dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F_{12}}(\vec{r})$ となり，μ という質量をもった1質点の問題に帰着する

ここで，μ は換算質量といい，

$m_2 \gg m_1$ のとき，$\mu \fallingdotseq m_1$，$m_1 = m_2$ のとき，$\mu = \frac{1}{2}m_1$ となる

(2) 運動の例題

① 等加速度運動 → 具体的には略

手順は… i) 座標を決定　ii) 運動方程式を立てる　iii) 一般解を求める

iv) 初期条件を用いて，解を決定する

② 速度に比例する抵抗力があるときの落下運動

0 ↓ x　　$\vec{f}$, $m\vec{g}$　$f = -m\gamma v$ 粘性抵抗

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = mg - m\gamma v$$

$\dfrac{dv}{dt} = g - \gamma v$ を解く *6

$$= -\gamma\left(v - \frac{g}{\gamma}\right)$$

$$\frac{1}{v - \frac{g}{\gamma}}\cdot\frac{dv}{dt} = -\gamma$$

$$\ln\left|v - \frac{g}{\gamma}\right| = -\gamma t + \alpha \quad (\alpha:\text{積分定数})$$

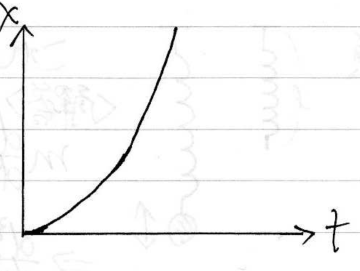
$$v = \frac{g}{\gamma} + Ae^{-\gamma t} \quad (A = \pm e^{\alpha})$$

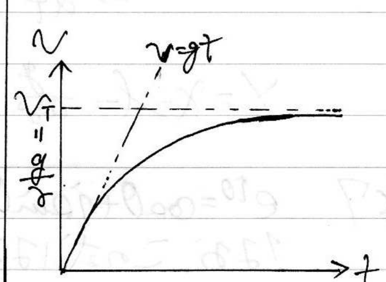
$v = \dfrac{dx}{dt}$ を積分すると，$x = \dfrac{g}{\gamma}t - \dfrac{A}{\gamma}e^{-\gamma t} + B$

初期条件 $t=0$ のとき，$v=0$，$x=0$ より，$A = -\dfrac{g}{\gamma}$，$B = -\dfrac{g}{\gamma^2}$

$$\therefore \begin{cases} v = \dfrac{g}{\gamma}\left(1 - e^{-\gamma t}\right) \\ x = \dfrac{g}{\gamma}t + \dfrac{g}{\gamma^2}\left(e^{-\gamma t} - 1\right) \end{cases}$$

$t \fallingdotseq 0$ のとき，$x \fallingdotseq \dfrac{g}{\gamma}t + \dfrac{g}{\gamma^2}\left(1 - \gamma t + \frac{1}{2}\gamma^2 t^2 - 1\right)$





$\dfrac{dv}{dt} = 0 \Leftrightarrow v = \dfrac{g}{\gamma} = v_T$（終端速度）

*6 微分方程式の解き方にはいくつかのパターンがあるので，慣れが必要だと思われる。なお，ここで用いた α，A，B などの定数は他の文字でも当然構わない。