

# オイラー法シミュレーションで第一宇宙速度を求めよう

地球中心と飛翔体との距離

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

万有引力ベクトルの方向

$$\phi = \tan^{-1} \frac{-y}{-x}$$

万有引力

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

飛翔体の運動方程式

$$m \frac{dv_x}{dt} = F \cos \phi$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = F \sin \phi$$

飛翔体のキネマティクス

$$\frac{dx}{dt} = v_x$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y$$

万有引力ベクトルの成分(方法 1)

$$F_x = F \cos \phi$$

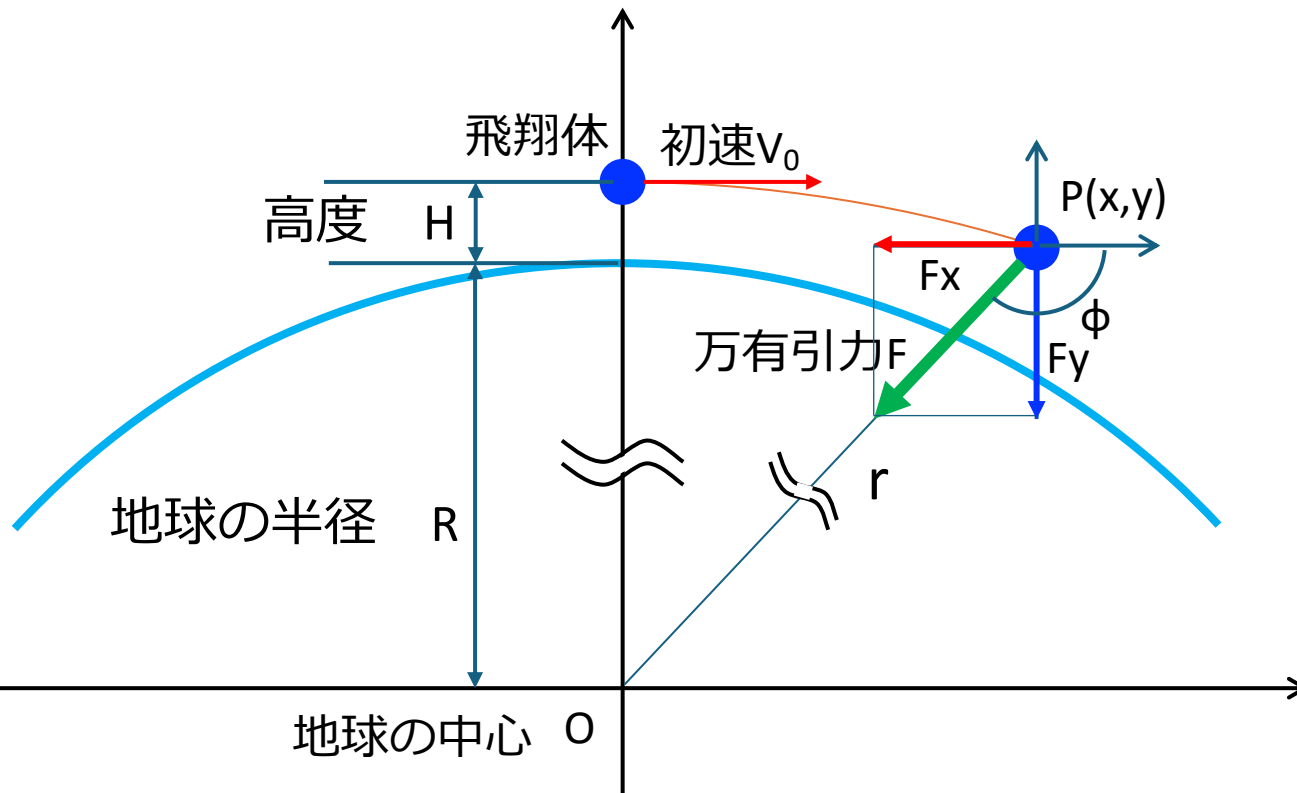
$$F_y = F \sin \phi$$

万有引力ベクトルの成分(方法 2)

$$F_x = F \frac{-x}{|PO|} = -\frac{Fx}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$F_y = F \frac{-y}{|PO|} = -\frac{Fy}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

※こちらは角度を求めなくて良いので間違いが少ない



数値計算 オイラー法

$$x_{k+1} = x_k + \dot{x} \Delta t$$

※ $\dot{x}$ は運動方程式やキネマティクスとして与えられる

注意

$$\tan^{-1} \frac{y}{x} \neq \tan^{-1} \frac{-y}{-x}$$

※上記の数式はおかしく感じるが実際の計算ではこう  
ゆうことがおこる。よく考えよう