

■ 一般の円運動について

一般の円運動では、速さが一定であるとは限らない。

一般の円運動の加速度

一般の円運動では、向心方向の他に、軌道の接線方向にも加速度をもつ。つまり、円運動する物体の加速度は、軌道の接線方向とそれに直交する向心方向とに分解することができる。このことについて、少し詳しくみてゆこう。

● 加速度の向心方向成分

加速度の向心方向（接線に垂直な方向）成分 a_{\perp} は、図より、

$$\begin{aligned} |\Delta \vec{v}_{\perp}| &= a_{\perp} \Delta t = (v + \Delta v) \sin \Delta \theta \\ &\approx (v + \Delta v) \Delta \theta \\ &\approx v \Delta \theta, \\ \therefore a_{\perp} &= v \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = v \omega = r \omega^2 = \frac{v^2}{r}. \end{aligned}$$

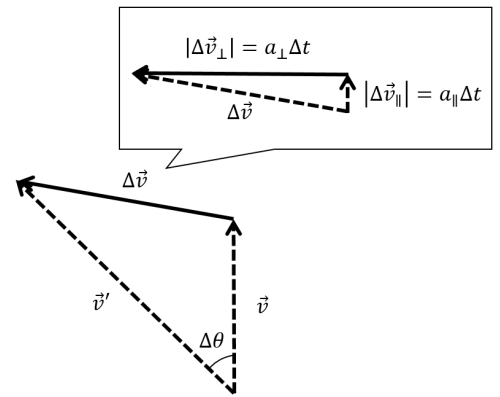
※ 向心方向の加速度（向心加速度）によって、円軌道を描くようになる。

● 加速度の接線方向成分

接線方向の加速度 a_{\parallel} は、図より、

$$\begin{aligned} |\Delta \vec{v}_{\parallel}| &= a_{\parallel} \Delta t = (v + \Delta v) \cos \Delta \theta - v \\ &\approx (v + \Delta v) - v \\ &= \Delta v, \\ \therefore a_{\parallel} &= \frac{\Delta v}{\Delta t}. \end{aligned}$$

※ 接線方向の加速度によって、速さが変わる。



一般の円運動の運動方程式

円運動の運動方程式は、向心方向成分と接線方向成分とに分けて、

$$m\vec{a} = \vec{F} \quad \Longleftrightarrow \quad \begin{cases} \text{(向心方向)} & m \frac{v^2}{r} = F_{\perp} & : \text{円軌道の因果関係} \\ \text{(接線方向)} & m \frac{\Delta v}{\Delta t} = F_{\parallel} & : \text{速さが変わることの因果関係} \end{cases}$$

と書くことができる。後に出てくる「鉛直面内の円運動」で用いる力学的エネルギー保存則は、運動方程式の接線方向成分から得られる。