$\dfrac{d\vec{t}}{ds}$ は $\vec{t}$ に垂直 $\left(\because \vec{t}\cdot\dfrac{d\vec{t}}{ds} = \dfrac{d(\vec{t}\cdot\vec{t})}{ds} = 0 \right)$

で、接触平面 ($\vec{t}$ と $\vec{t}'$ で決まる平面) の中にある。

これを主法線という.

主法線方向の単位ベクトルを $\vec{n}$ (向きは、曲率中心の方へ向かう)

とすれば、

$$\frac{d\vec{t}}{ds} = \frac{1}{\rho}\vec{n}$$

$$\therefore\ \vec{n} = \rho\frac{d\vec{t}}{ds} = \rho\frac{d^2\vec{r}}{ds^2}$$

よって主法線の方向成分は

$$\rho\frac{d^2x}{ds^2},\ \rho\frac{d^2y}{ds^2},\ \rho\frac{d^2z}{ds^2}$$

(3) 陪法線

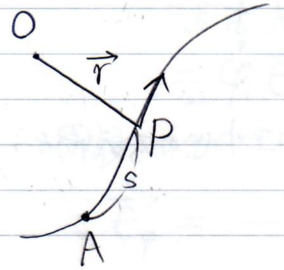
$\vec{t}$, $\vec{n}$ に垂直な直線を陪法線という.

その方向への単位ベクトルを $\vec{b}$ とすれば、

$$\vec{b} = \vec{t}\times\vec{n} = \rho\left(\frac{d\vec{r}}{ds}\times\frac{d^2\vec{r}}{ds^2}\right)$$

($\vec{t}$, $\vec{n}$, $\vec{b}$ が右手系をなすように $\vec{b}$ の向きを決める.)

例(iii) 速度及び加速度の表現



$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}}{ds}\cdot\frac{ds}{dt} = \frac{ds}{dt}\cdot\vec{t}$$

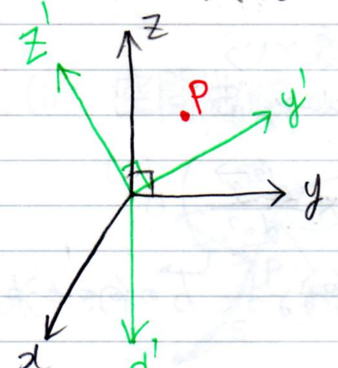
$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}\vec{t} + \frac{ds}{dt}\cdot\frac{d\vec{t}}{ds}\cdot\frac{ds}{dt}$$

$$= \frac{d^2s}{dt^2}\vec{t} + \left(\frac{ds}{dt}\right)^2\frac{1}{\rho}\vec{n}$$

$$\therefore \vec{\alpha} = \underbrace{\frac{d^2s}{dt^2}}_{\text{速度の大きさの変わる割合}}\vec{t} + \underbrace{\frac{v^2}{\rho}}_{\text{速度の方向の変わる割合}}\vec{n} \quad (v = |\vec{v}|)$$

5. ベクトル成分の変換則

原点を共有した二つの直交座標系



$x = x_1,\ y = x_2,\ z = x_3$ と

$x' = x_1',\ y' = x_2',\ z' = x_3'$ との関係は、

$$\begin{pmatrix} x_1' \\ x_2' \\ x_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

と表せる。ただし、

a_{ik} とは、x_i' 軸と x_k 軸の間の角の余弦(cos)