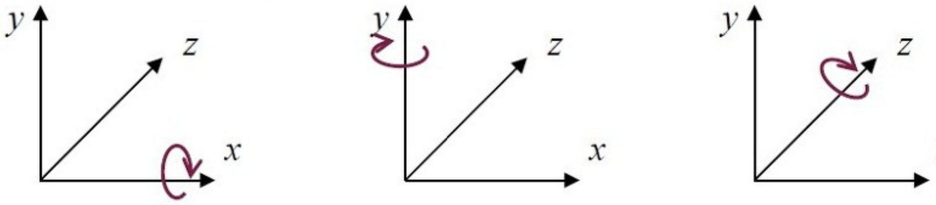
$$\mathbf{R}_X(\theta)=\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&\cos\theta&\sin\theta&0\\0&-\sin\theta&\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\quad \mathbf{R}_Y(\theta)=\begin{bmatrix}\cos\theta&0&-\sin\theta&0\\0&1&0&0\\\sin\theta&0&\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\quad \mathbf{R}_Z(\theta)=\begin{bmatrix}\cos\theta&\sin\theta&0&0\\-\sin\theta&\cos\theta&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}$$



$$\mathbf{R}_X^{-1}=\mathbf{R}_X(-\theta)=\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&\cos\theta&-\sin\theta&0\\0&\sin\theta&\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\quad \mathbf{R}_Y^{-1}=\mathbf{R}_Y(-\theta)=\begin{bmatrix}\cos\theta&0&\sin\theta&0\\0&1&0&0\\-\sin\theta&0&\cos\theta&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\quad \mathbf{R}_Z^{-1}=\mathbf{R}_Z(-\theta)=\begin{bmatrix}\cos\theta&-\sin\theta&0&0\\\sin\theta&\cos\theta&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}$$

그림 2-74 타원의 x, y, z 좌표계 변환

위의 해당축의 회전 Matrix를 사용하여 타원의 x, y, z좌표에 회전 행렬을 곱하여 3차원 회전을 시키며 전개된 입자들의 타원방정식과 지구의 법선벡터를 구하여 단위벡터로 변환시켜 벡터와 가중치를 곱하며 해당 축의 데이터를 차감하여 각 개체 마다 이동량이 다른 입자들을 구현 가능하다 (그림 2-74).

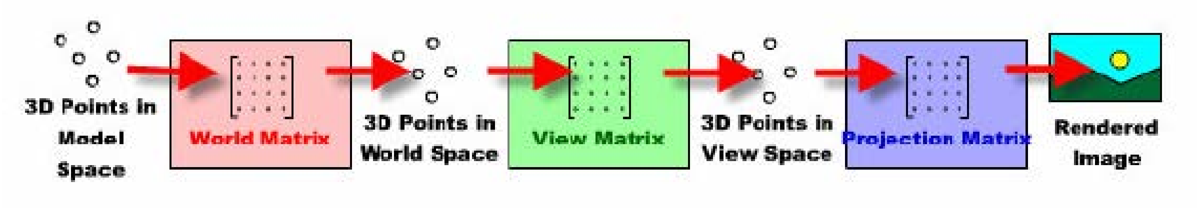


그림 2-75 3차원 점들의 매트릭스 전환

3차원 점들을 World Matrix를 구하여 View Matrix를 곱하면 Projection 된 2차원의 좌표를 구할 수 있다. 해당 좌표를 구하여 지구 중심으로부터 이동된 타원 방정식의 점과 입자들의 좌표의 벡터의 길이가 0이 되는 값을 찾으면 충돌된다고 판정한다 (그림 2-75).