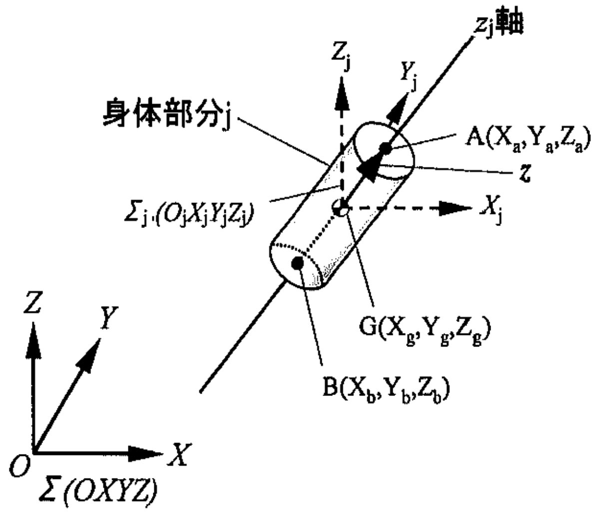
付録　$\Sigma_j(O_jx_jy_jz_j)$（身体部分jの質量中心を原点とし，長軸方向を z 軸とする直交相対座標系)の定義方法

身体部分jの質量中心を点$G(X_g,Y_g,Z_g)$，近位端点を点$A(X_a,Y_a,Z_a)$，遠位端点を点$B(X_b,Y_b,Z_b)$とする．ここで，点$G(X_g,Y_g,Z_g)$は線分AB上に存在するものとする．

①z_j軸の決定

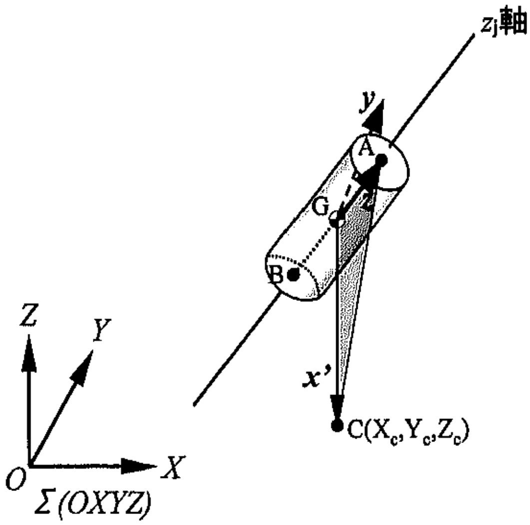
点G，点A，点Bを含む直線をz_j軸とする．z_j軸方向のベクトル$\boldsymbol{z}$（ベクトルGA）は$X_a-X_g = a$，$Y_a-Y_g = b$，$Z_a-Z_g = c$ とすると，$\boldsymbol{z} = (a, b, c)$ である．



②y_j軸の決定

点GからXY平面におろした垂線（Z軸と平行な直線）を考え，垂線上のある点を点$C(X_c,Y_c,Z_c)$とする．ここで，身体部分jの前額面を点A，点G，点Cの3点を含む面と定義する（撮影の際には，被験者には同一の姿勢（解剖学的基本姿位）をとらせたので，この定義により，被験者個々の前額面が異なるということはない）．点Gから点Cへ向かうベクトルを$\boldsymbol{x'}$とすると，$\boldsymbol{x'} = (X_c-X_g,\ Y_c-Y_g,\ Z_c-Z_g)$ である．ここで$X_c-X_g = 0$，$Y_c-Y_g = 0$である．また，$Z_c-Z_g = d$ とすると，$\boldsymbol{x'} = (0,\ 0,\ d)$となる．$y_j$軸を身体部分jの前額面に垂直な軸（前後軸）とすると，y_j軸方向のベクトル$\boldsymbol{y}$は$\boldsymbol{z}$と$\boldsymbol{x'}$の外積から求められる．

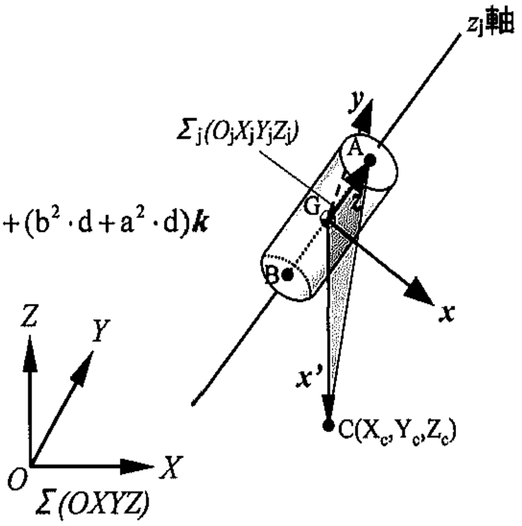
$$
\begin{aligned}
\boldsymbol{y} &= \boldsymbol{z} \times \boldsymbol{x'} \\
&= \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ a & b & c \\ 0 & 0 & d \end{vmatrix} \\
&= (b \cdot d)\boldsymbol{i} + (-d \cdot a)\boldsymbol{j}
\end{aligned}
$$



③x_j軸の決定

x_j軸方向のベクトル$\boldsymbol{x}$は$\boldsymbol{y}$と$\boldsymbol{z}$の両者に垂直であるから，$\boldsymbol{y}$と$\boldsymbol{z}$の外積から求められる．

$$\begin{aligned}\boldsymbol{x} &= \boldsymbol{y}\times\boldsymbol{z}\\ &= \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ (\mathrm{b}\cdot\mathrm{d}) & (-\mathrm{d}\cdot\mathrm{a}) & 0 \\ \mathrm{a} & \mathrm{b} & \mathrm{c} \end{vmatrix}\\ &= (-\mathrm{d}\cdot\mathrm{a}\cdot\mathrm{c})\boldsymbol{i} + (-\mathrm{c}\cdot\mathrm{b}\cdot\mathrm{d})\boldsymbol{j} + (\mathrm{b}^2\cdot\mathrm{d}+\mathrm{a}^2\cdot\mathrm{d})\boldsymbol{k}\end{aligned}$$



④ u_x, u_y, u_zの算出

x, y, zの各成分をベクトルの大きさで除して単位ベクトルu_x, u_y, u_zを算出する．

以上により，身体部分jの相対座標系$\Sigma_j(O_j x_j y_j z_j)$は原点をG($X_g$, Y_g, Z_g)にもち，u_x, u_y, u_zの方向をそれぞれx軸（左右軸），y軸(前後軸)，z軸（長軸）とする座標系であると定義できる．