

図-1.4 写真座標系  
x, y 軸：写真座標系の座標軸  
0：写真座標系の原点＝主点  
c：画面距離

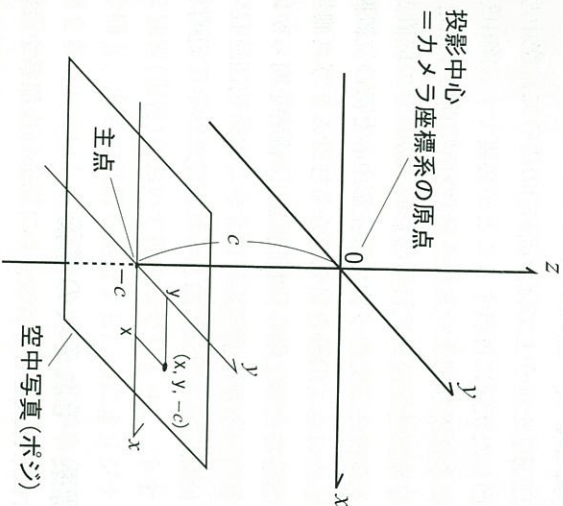


図-1.5 カメラ座標系

と平行にとります。z軸は主点から投影中心を結ぶ方向にとり、向きは上方を正とします(図-1.5)。したがって、画面距離を $c(c > 0)$ とすれば、写真座標が $(x, y)$ である像のカメラ座標は $(x, y, -c)$ となります。このように2次元(平面)の写真座標が、カメラ座標系では3次元の座標になります。被写体は3次元の世界にありますので、共線条件式を導く上で、写真座標を3次元にすることは必須です。

地上座標系は、被写体側、つまり地上に設定されます。具体的には、計測しようとする地上に設定される、局所的な3次元の直交座標系です。原点は地表付近の任意のところに置かれます。右手座標系であり、通常



図1.6 地上座標系

はX軸を予定飛行コースの方向、Y軸をそれと直交する方向、Z軸を鉛直方向にとります(図-1.6)。その座標は、 $(X, Y, Z)$ のように表されます。地上座標系の座標は、最終的には測量法に基づき適切な座標系のそれ、例えば標高と平面直角座標系の座標といったものへと変換されることになります。

以上に出てきた座標系という観点からみれば、共線条件式は、計測したい地点の地上座標と写真座標を結び付けるもの、言い方を変えれば地上座標から写真座標への変換式(あるいはその逆変換式)であると表現できます。

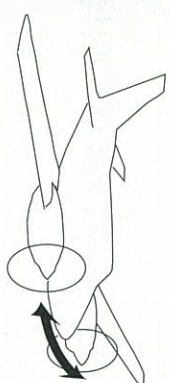
### 飛行機の揺れ方

カメラを載せている飛行機は飛行中に当然揺れますし、揺れに応じてカメラは傾きます。したがって、共線条件式を導くには、この揺れやカメラの傾きを何とかする、つまり補正しなければなりません。そこで、前回連載の第4回(2011年5月号)において、飛行機の揺れについて誌面を割いて説明しました。ここでは、そのときに使った図だけ載せておきましょう。図-1.7と図-1.8です。

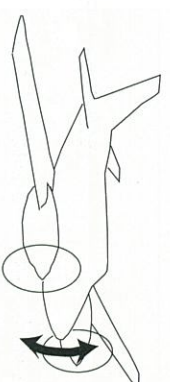
この問題に対する結論は、このような揺れを飛行機中に設定される3つの座標軸のまわりでの回転によって表して補正することでした。図-1.8に示すように、これらの回転量は、写真測量では伝統的に $\kappa$ ,  $\phi$ ,  $\omega$ で表されます<sup>注</sup>。

今回は、まずこのような回転が数式ではどのような

a 左右方向の揺れ



b 上下方向の揺れ



c 横転方向の揺れ

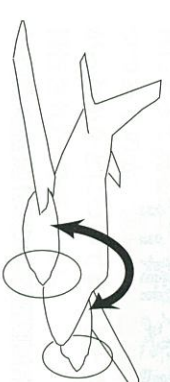
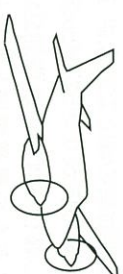
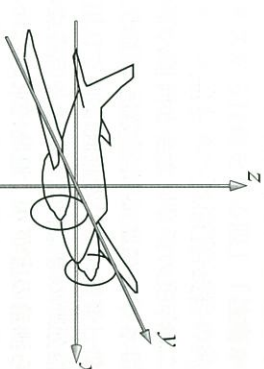


図-1.7 飛行機の揺れ方

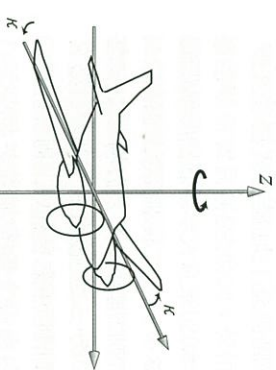
a キッチンとした姿勢の飛行機



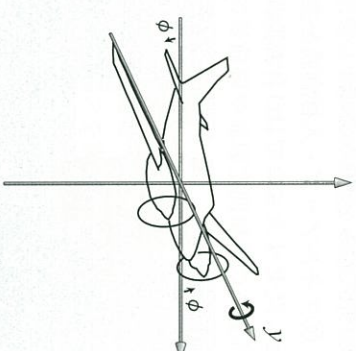
b 座標軸の設定



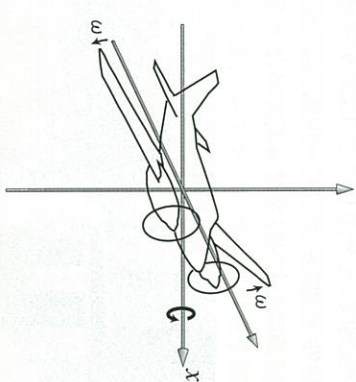
c z軸のまわりの回転



d y軸のまわりの回転



e x軸のまわりの回転



f 任意の姿勢の飛行機

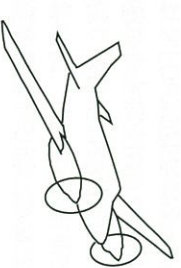


図-1.8 回転による飛行機の姿勢の表現

表されるのかを説明し、その後に共線条件式の導出に取りかかすることにします。

注 正確に言えば、 $\kappa$ ,  $\phi$ ,  $\omega$ は、3つの座標軸の原点をカメラの投影中心に置いて、カメラの傾きを再現する回転量です。