工業力学第二　第３回講義の要点　　伊能

◎第２回演習問題を理解すること。

式(4.237)の計算の仕方は、第二回演習問題で理解しておく。

回転運動座標系における加速度（再掲載）

静止座標系と運動座標系の原点が一致しているとき、式(4.237)で表せる。この式は図4.34に対応している。式の導出の仕方は式(4.234)から式(2.236)に書かれている。（今回の講義で解説）

$$\frac{d^2\boldsymbol{r}'}{dt^2}=\frac{d\boldsymbol{\omega}'}{dt}\times\boldsymbol{r}'+\boldsymbol{\omega}'\times(\boldsymbol{\omega}'\times\boldsymbol{r}')+2\boldsymbol{\omega}'\times\frac{d^*\boldsymbol{r}'}{dt}+\frac{d^{*2}\boldsymbol{r}'}{dt^2} \qquad (4.237)$$

・左辺第１項：運動座標系で表した点Pの絶対加速度を示す記号
・右辺第１項：回転の加減速によって生じる加速度を運動座標系で表したもの
（一定の角速度で運動している場合は、０となる。）
・右辺第２項：運動座標系で表した向心加速度
（回転中心との距離を保つためには中心方向に常に加速度が必要。質点の運動では、中心から遠ざかる方向に遠心力が働く。）
・右辺第３項：コリオリの加速度
（運動座標系でみられる見かけ上の加速度。回転運動の角速度と運動座標系を基準にした速度が関係する。運動座標系の角速度と運動座標系を基準にした速度に関係している。角速度と速度が大きい場合に顕著に表れる。）
・右辺第４項：相対加速度
（運動座標系を基準にした加速度。式(4.224)の右辺第１項と同じ。）

静止座標系と運動座標系の原点が異なる場合の回転運動を伴う絶対速度と絶対加速度の表現式は、式(4.238),(4.239)となる。並進運動に関係する速度と加速度の項が追加されている。

コリオリ力

ニュートンの運動方程式（4.240）に式（4.239）を適用すると運動座標系における運動方程式得られる。質点に働くコリオリ力は、式（4.241）の第５項の

$$-2m\boldsymbol{\omega}'\times\frac{d^*\boldsymbol{r}'}{dt}$$

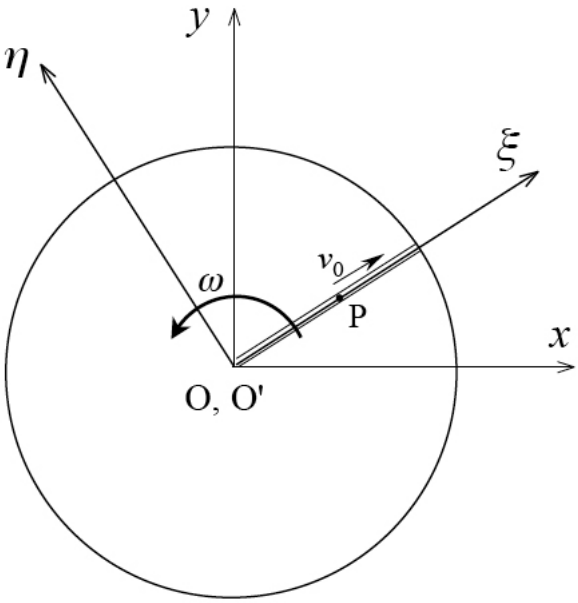
である。この量は、質量m、運動座標系を基準にした速度$\frac{d^*\boldsymbol{r}'}{dt}$および回転運動の角速度$\boldsymbol{\omega}'$で決まる。$\boldsymbol{\omega}'$は、注目する回転運動の角速度である。メリーゴーランドに乗ってボールを投げてその動きを観察する場合は、$\boldsymbol{\omega}'$にはメリーゴーランドの角速度をとる。厳密に言うとボールには地球の自転によるコリオリ力も発生する。しかし、メリーゴーランドの角速度の方が地球の自転の角速度よりも圧倒的に大きいので、地球の自転による影響は無視できるレベルである。ただし、質量の大きな列車が高速で走行する状況では、地球の自転によるコリオリ力は数百Ｎのレベルで発生する。→第３回演習問題で確認すること。またフーコーの振り子では、地球の自転による角速度

が小さくても生じる。振り子の速度も小さく、振り子の質量も大きくないので、１周期で発生するコリオリ力はわずかであるが、観察時間が長いためコリオリ力の効果が観察される。

コリオリ力をイメージで理解するために

下図のように一定の角速度の大きさ$\boldsymbol{\omega}$で回転する円盤があり、質量mの点Pが動座標系のξ軸方向に一定の速さv_0で細い溝の中を動いているとしよう。コリオリ力を計算すると$-2m\omega v_0\boldsymbol{e}_2$となる。ただし、$\boldsymbol{e}_2$は$\eta$軸の基底ベクトルである。この結果の意味がよくわからない場合は，質点Pが自分と思って、どのような力が自分に働くかをイメージしてみよう。両サイドの壁にぶつからないように溝の中央を普通に歩こうとしても、右側に方向が逸れていく自分の姿が想像できたらOKである。これが$-2m\omega v_0\boldsymbol{e}_2$のコリオリ力（運動座標系上で生じる見かけ上の力）である。

繰り返しになるがコリオリ力を計算するときの速度は、運動座標系を基準にした速度である。地球の自転によるコリオリ力を計算する場合は、速度は地面を基準にした速度（$\dfrac{d^*\boldsymbol{r}'}{dt}$）を用いる。



（2012.10.19改訂）