

前回までのおさらい

質点系～剛体の運動の記述のしかたと、その具体例とを 3 回にわたって解説してきました。話の流れをあらためて整理してみますと、

1. 質点系の全運動量・全角運動量は外力によってのみ変化する。また質点系の重心を用いると、後者を「重心の角運動量」と「重心回りの角運動量」とに分離できる。
2. 質点間の距離が変化しない特殊な質点系である剛体では、全運動量・全角運動量のみで運動を記述できる。
3. 運動量の式は、重心を使えば質点と同じ形式になる。角運動量の式には、回転軸まわりの「慣性モーメント」を導入すれば、時間に依存する変数は軸まわりの角速度のみとなる。特に束縛条件がなければ、重心まわりで取り扱うのが一般的。

ということでした。今回はこのような運動の扱いの典型例として、斜面を転がる円板の運動を考えました。今日の冒頭では、前回に出した課題（提出不要の自由課題としました）の解説を通して、この問題を再訪してみましょう。

今日の内容：万有引力

本来は質点の運動の最後に置くと良かったのですが、剛体をしっかり学習してもらいたかったので、あえて結びに持ってきた内容です。ケプラー (Kepler) の法則と万有引力との関係を学びます。ケプラーの法則は

- 第 1 法則：惑星の軌道は、太陽を 1 つの焦点とする楕円である。
- 第 2 法則：惑星が太陽の周囲に描く面積速度は一定である。
- 第 3 法則：惑星の公転周期の 2 乗は軌道の長半径の 3 乗に比例する

です。これらはいずれも精密な観測結果をもとにして導き出されたものです。地球から見える惑星の相対位置（角度）のデータから、これらを導き出したケプラーの解析能力は、まさに超人的と言えるでしょう。

ニュートンはケプラーの法則と運動の 3 法則とをもとに、万有引力の法則を導きました。ニュートンが月の公転運動と地上における重力加速度とをひとつのフレームワークで示したことは、一件関連のなさそうな観察結果を統合して説明する、という自然科学の最も優れた例のひとつになっています。教科書にあるように、楕円起動を含む Kepler の 3 法則から万有引力を導くのは（あるいは逆に万有引力から第 1 法則の楕円軌道を示すのは）長い計算を要するので割愛しましたが、根性のある人はぜひチャレンジしてみてください。

期末試験について

共通問題として、5 つの選択肢から選ぶマークシート方式の問題が 8 つあります。それ以外には、大問が 5 つ、枝問が総数で 25 問あります。時間内にすべてを解くのはかなり難しいと思いますので、まず全体を眺め、どの問題をどんな順序で解くか決めてから、実際の解答に取りかかってください。なお大問中のある枝間で引っかかっても、その後ろがまた解けるようになっている場合も多いですのでご注意ください。

数値計算の問題がありますので、関数電卓を忘れないこと。 使い方にしっかり慣れておいてください。数値には単位を忘れないこと。また有効桁数にも注意してください。