

## 1 - 2. 惑星間に働く力を測る

目的：キャベンディッシュ(Cavendish)の振りばかりを用いた万有引力測定装置を作製し、万有引力定数を測定する。

原理および方法：ニュートンは太陽と惑星の間、また、惑星と惑星の間には、その質量の積に比例し、質量間の距離の二乗に反比例する力が働くことを発見し、自ら作り上げた運動の法則を用いて、この力から惑星の軌道が太陽を中心とする楕円軌道であることを導いた。さらに、この力は質量を有するすべての物質間に働くことを見だし、その力を万有引力と名付けた。すなわち、質量を有するすべての物質間には、それぞれの物質の質量を、 $m, M$ とし、物質間の距離を、 $r$ とするとき、

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

という力  $F$  が働く。ここで  $G$  は、万有引力定数と呼ばれる定数であり、実際の物質間に働く力の測定により決められるべきものである。しかし、我々の身の回りにある物質の質量程度ではその間に働く万有引力は大変に小さく、直接この力を測定することは大変に困難であった。この困難を克服し、極めて正確にこの定数を決めたのはキャベンディッシュである。彼はねじればかりを用いた測定装置を作成し、二つの質量間に働く万有引力を直接測定した。

ねじればかりを用いた万有引力の測定装置は、任意の質量間に働く万有引力の測定から直接万有引力定数を求める方法で、同様の装置を用いてクーロン(Coulomb)は電荷間に働く力の法則(クーロンの法則)を求めている。ここでは棒の両端に取り付けた小鉛球と、一定距離離して設置した大鉛球間に働く力を、リン青銅で作った細線に働く力のモーメントとして測る。細線のねじり剛性率が知られていれば、回転角を知ることによりこれを測定できる。回転角は、細線に取り付けた光学でこと読みとり望遠鏡により行う。

- 検討事項：1.リン青銅のねじり剛性率を調べ、細線の回転角から細線に働く力のモーメントを求める式を導く。得られた力のモーメントから質量間に働く力を計算する。
- 2.鉛球をそれぞれ2個ずつ使うので、直接対象となっている組み合わせ以外の球から引力を受ける。この影響を如何に除去して正しい値を求めるか検討する。

- 3.万有引力定数を求める。
- 4.この実験での誤差を検討する。
- 5.逆二乗則が成り立っているかどうかを検討する。
- 6.作成した装置の精度向上を如何になすか。

#### 装置及び消耗品費

ねじり振子（小球）、 大鉛球（2個）  
リン青銅製細線、 防振台  
読みとり望遠鏡、 スケール  
回転盤、 レーザーポインター  
フレーム製作用品（アクリル板・木材・ねじ・くぎ・大工道具など  
（使用できる材料表を配布する）

#### 事前に準備しておく事項

実験を指定された一週間前の授業終了後に（第一回目にあってはガイダンス時に）、このテーマの担当教官に連絡し、必要な資料等を受け取り注意事項を聞く。このとき与えられた資料をもとに、第一週目の授業時間までにグループで実験装置の設計図を作成すること。どのような設計図を準備すればよいか、また、実験装置の作製に使用できる装置、部品等についての説明をするので、必ずグループ全員で指示を良く聞いた上で設計をすること。