

月の視直径に関する考察

慶應義塾高等学校 3年

平出貴裕、雄城将斗、和田昌祥、喜々津佑多、東英介

1. はじめに

天体の軌道は真円ではなく、多くは楕円である。これは最も身近な天体である月も例外ではないはずである。それを証明すべく、1ヶ月間に渡って月を観測し、月の視直径を測定した。その変化から月の公転周期、及び月が楕円軌道を描いていることを、自分たちの手で明らかにした。

なお、本研究に必要な基礎知識を以下にあげる。

月は地球の周りを楕円を描きながら公転しており、地球はその楕円の焦点に位置する。

(ケプラーの第一法則)

視直径とは、ある天体の直径を見たときに、肉眼から天体に引いた二直線の間にできる角度のことである (Fig.2)。

離心率とは軌道のつぶれ具合を表す数値で、離心率 e はその天体の軌道の長軸を a 、短軸を b とすると、 $e = (a^2 - b^2)/a$ で求められる。 $e=0$ だと円、 $0 < e < 1$ で楕円となる。

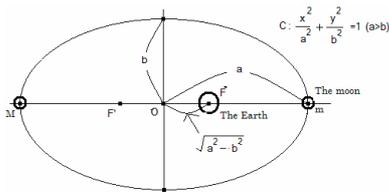


Fig.1 月の軌道の座標

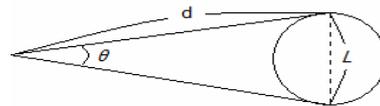


Fig.2 視直径

(図の θ rad が視直径、 $L=d$ の関係式が成り立つ)

2. 方法

撮影者：喜々津、雄城

撮影日時：2005年11月9・10・12・13・16・17・18・21・22日、12月5・6・8・9・10日の計14回撮影。(月の観測に関して、撮影時間は特に指定しなかった。)

場所

- 喜々津は北緯 39.6 度、東経 135.78 度地点で行った。
- 雄城は北緯 35.56 度、東経 139.7 度地点で行った。

機材

望遠鏡(タカハシ社製 FS - 152)、カメラ(canon 社製 画角:15'で 259.4 ピクセル)、レンズアダプター(canon 社製)

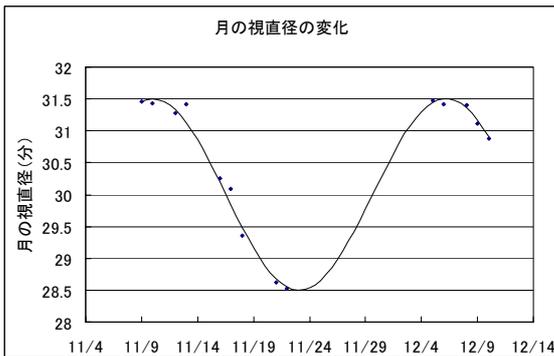
撮影作業(撮影者間で共通)

- 撮影...第一に上記の道具をセッティングし、月が目視可能な場所で、三脚を用いて組み立て、ピントを調節した後、1日につき3~4枚撮影した。
- 撮影後...撮影したカメラよりパソコンへデータを転送した後、撮影した画像を Microsoft ペイントで開き、円作成機能で月の満月時の輪郭を再現する(ただし、満月時の11月16日はこの作業を省略した)。次にすばる画像処理ソフト『マカリ』で、グラフ機能を用いて月の直径のピクセル数を計測した後、1日ごとの平

均値を算出、そして撮影したカメラの画角を掛けた値が視直径になり、これらの数値を解析し、グラフにまとめた。

3. 結果

月の視直径の変化をグラフにまとめるとFig.3のようになる(sinカーブで近似してある)。これより、月の公転周期はグラフの1周期にあたるので、データで解析すると26.17日となった。なお、11/24から12/4の間は、天候が悪かったうえ、新月に近く観測が難しい状態であったため、データが取れていない。



()Fig.3 視直径の変化



()Fig.4 月の大きさの比較 (左: 11/22の月、右: 12/6の月)

4. 考察

月の本来の公転周期は27.32日より、多少値がずれてしまった。これはデータの数の不足が原因であると考えられます。

次に、月軌道の離心率を求めた。月の遠地点M(地球から一番遠い位置にある月)と月の近地点m(地球から一番近い位置にある月)の長さの比は、それぞれの長さをQ, qとして、Fig.1より、

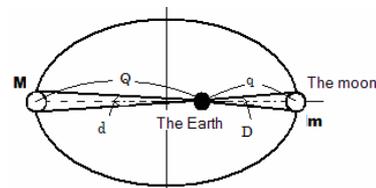
$$Q = a + (a^2 - b^2) \quad q = a - (a^2 - b^2)$$

ここで、離心率 $e = (a^2 - b^2)/a$ より(基礎知識として記載)、

$$\frac{q}{Q} = \frac{1-e}{1+e} \quad \text{となる。}$$

一方、視直径の最大値をD、最小値をdとおくと、視直径の最大値Dは月の近地点m、最小値dは月の遠地点Mに対応している。つまり、月の視直径は観測地点からの距離に反比例している。つまり、視直径の最大値と最小値の比は月の近地点距離qと遠地点距離Qの逆比に等しい。より、

$$\frac{d}{D} = \frac{q}{Q} = \frac{1-e}{1+e} \dots \text{となる。}$$



グラフより、 $D=31.5'$ 、 $d=28.5'$ と読み取れるから、上の式に代入して計算すると、月の軌道の離心率 $e=0.05$ と求めた。この値は0に近いので、月の軌道はほぼ円に等しい楕円軌道をしていることが分かった。なお、文献によると月の軌道平均離心率は0.054880ということで、かなり正確な値が求めた。

5. まとめ

月の軌道は、ほぼ円に等しい楕円軌道をしており、それにより月の見える大きさは毎日異なっており、その大きさはsinカーブを描くように、周期的に増減を繰り返している。