

# 部分日食観測から月の諸量を求める

慶應義塾高等学校 スーパーサイエンス I (天文) 履修者一同  
代表 田口達彦

## はじめに

2004年10月14日に部分日食が起こった。この現象を屈折望遠鏡で観測し、デジタルビデオカメラで撮影した。この観測結果をキャプチャし画像処理を施すことで、月や地球に関するさまざまな物理量を求める試みを行った。

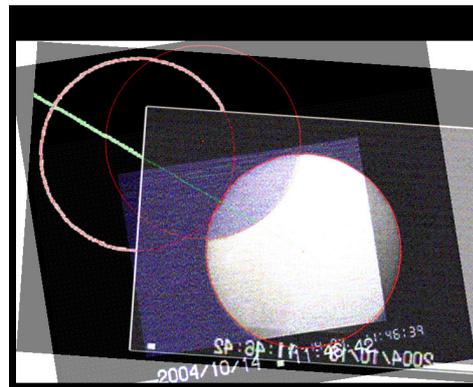
## 方法

### (1) 観測

装置：Vixen 製 口径 5cm 屈折望遠鏡 + SBIG  
STV CCD カメラ  
→ビデオ出力をデジタルビデオカメラで録  
画

場所：横浜市 慶應義塾高等学校屋上

時間：2004年10月14日 11:00～13:30

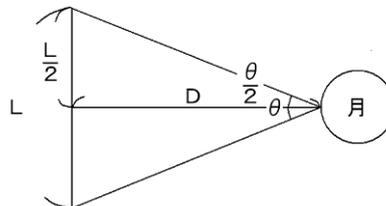


同時刻の重ねあわせ画像

### (2) 方法

#### (a) 月までの距離を求める

- ① 同時刻に異なる2地点から部分日食を観測する。この観測では本校とは別に熊本大学に画像提供をして頂いた。
- ② 本校屋上と熊本大学で同時刻に撮影された画像を比較して、2地点における視差  $\theta$  を求める。この際、画像の南北方向を一致させるため「ステラナビゲータ」というソフトを用いてシミュレートし、角度修正を加えた上で比較した。その結果、両地点から見た月の視差  $\theta$  は  $8.33'$  であった。
- ③ “Living Earth” (<http://livingearth.com/>) という Web ページより、観測時刻の太陽から見た地球の図を取得した。この画像の赤道直径と比較することで日吉・熊本間の距離（基線長  $L$ :867km）を求めた。



- ④ 上記の図より三角関数を用いて地表から月までの距離  $D$  は  
$$D = (L/2) / (\theta/2) = 3.58 \times 10^5 \text{ (km)}$$
 と求めた。

- ⑤ 地球も月の引力によって振り回されている。この時の共通重心は地表より約1700kmの位置であるので、これを加える。したがって、月の軌道半径は  $3.60 \times 10^5$  (km) であるという事がわかった。(理論値は  $3.84 \times 10^5$  km)
- (b) 月の公転周期を求める
- ① 10枚の撮影画像から、画像解析ソフトMakali'iを用いて月の太陽面に対する単位時間あたりの移動角を求めて平均値を求めた (15.27375' / 時)。
  - ② 観測の最中にも、月から見た観測地点は地球の自転に伴って移動している。自転によって見かけの月の移動角は実際の角度より小さい値となる。この影響を考慮すると、13.119' / 時となった。
  - ③ さらに地球の公転の影響も考慮した。一年365.2422日で360° 公転する事から、一時間あたりの公転角を求めて修正した (+2.46') 。
  - ④ これらを加算すると、1時間あたりの月の公転角は30.85' と求まった。
  - ⑤ したがって、月の公転周期は  $(360 \times 60)' / 30.85' / 24 = 29.17$  (日) (理論値は27.3日) となった。
- (c) 地球の質量を求める
- ケプラーの第3法則を変形すると、  $M = 4 \pi^2 a^3 / P^2 G$  という式が得られる。  
M: 中心天体の質量 a: 周回天体の軌道半径 P: 周回天体の公転周期 G: 重力定数  
月の軌道半径と公転周期が求まったので、中心天体の地球の質量を求めることができる。
- 地球質量  $M = 4.346 \times 10^{24}$  (kg)** (理論値  $5.974 \times 10^{24}$  kg)

## 考察

今回の研究の結果を表にまとめると以下のようになる。

	実測値	理論値	誤差率
月の軌道半径	$3.60 \times 10^5$ (km)	$3.84 \times 10^5$ (km)	6.25%
月の公転周期	29.17 (日)	27.3 (日)	6.85%
地球質量	$4.35 \times 10^{24}$ (kg)	$5.974 \times 10^{24}$ (kg)	27.18%

月の軌道半径・公転周期ともに解析に必要な画像は少なかった。しかし、画像処理の仕方を工夫するなどしてかなり正確な値を求めることができた。わずか1時間程度の観測からこれだけの数値が求められた事は大きな成果だと言えるのではないだろうか。

## 謝辞

今回の研究にあたり、慶應義塾高等学校地学教室のスタッフの方々には大変お世話になりました。また、画像を提供していただいた熊本大学の佐藤毅彦助教授に厚くお礼を申し上げます。ありがとうございました。