

# 日周運動を利用して太陽の視直径の変化を調べる

## ～小型望遠鏡と自作の圭表による観測～

市岡 里菜, 坂本 優梨亜, 大和 花雪, 竹村 典晃, 堀内 千佳,  
渡村 友哉(中2), 谷元 琴音(中1) 【長野県塩尻市立丘中学校】

### 1 はじめに

丘中科学部では、ピンホールが水平面上につくる太陽像を利用して、太陽の天球上での位置の変化を調べてきた。その中で、均時差が生じる原因の一つとして、地球の軌道の中心と太陽が一致していないのではないかと考えた。それを確かめるために、太陽の視直径の変化を望遠鏡で投影板に映した太陽像が移動する時間を調べる方法で観測してきた。また、その観測に必要な”太陽の天の赤道からの離角”を観測するために圭表を自作した。ここでは、作った圭表の構造と、南中高度および太陽の視直径の観測結果について発表する。

### 2 日周運動による太陽の移動時間の観測

太陽を望遠鏡で投影し、太陽の直径分の通過時間をストップウォッチを使って計測し、太陽の天の赤道との離角による日周運動の速さの違いを補正して視直径を算出した。観測は2～4人で一斉に行い、20回以上測って時間の平均を求めた。



図1 日周運動による太陽の直径分の移動時間の観測

### 3 圭表を使った太陽の南中高度の観測

#### (1) 圭表について

圭表とはスリットがつくる太陽の像の水平面上での位置を測って太陽の高度を求める装置である。昔は、春分、夏至、秋分、冬至の日を調べるために使われた。大きなものは高さが8尺(2.4m)のものもある。江戸時代に暦を作った渋川春海は高さが1尺(30cm)の小型のものを好んで使ったといわれる。\*1

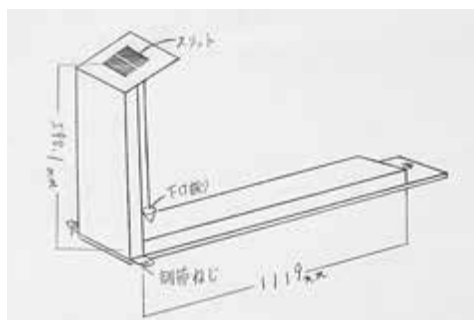


図2 自作した圭表

#### (2) 圭表の製作 (図2)

- ・制作した圭表は、観測場所のベランダに収まるサイズとして、スリットの高さ 598.1mm, 水平板の長さ 1156.7mm とした。(渋川晴海の使った装置の約2倍の大きさ)
- ・材料として、軽くて加工しやすいファルカタ材(厚さ 13mm)を用いた。購入したままだと板が反り返っている可能性があるため、箱のような構造にした。スリットは 0.5mm のステンレス板を使った。
- ・下げ振りで調べたスリットの真下の線を起点として、太陽の像までの長さを測り、角度を求める。
- ・水準器は2つのペットボトルの下の方に穴をあけ、ビニール管を通して、水平面からの水の高さを比べるようにした。(図3)

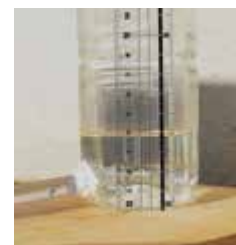


図3 水準器

#### 4 圭表による観測

圭表を予め調べておいた子午線に沿って設置する。次に、水準器に水を入れ、1mの間隔で置いた2つのペットボトル内の水の高さの差が0.5mm以下になるように調節して、圭表を水平にする。太陽の位置を調べる装置のつくる太陽像が子午線上に来たとき、圭表のスリットが作る太陽の像の両端を鉛筆で記録する。そして、太陽像の南側の端から見たスリットの仰角と北側の端から見た仰角をパソコンの関数電卓（後半は、表計算ソフト）を用いて計算する。この南の端と北の端の仰角を平均して南中高度を求めた。



図4 圭表による観測  
(左)水平の確認 (右)太陽像の記録

#### 5 視直径（視半径）の求め方

$\theta$ : 天の赤道からの太陽の離角 ( $^{\circ}$ ),  $\varphi$ : 南中高度 ( $^{\circ}$ ),  $L$ : 緯度 ( $^{\circ}$ ),  $r$ : 太陽の視半径 (秒角),  
 $t$ : 日周運動による太陽直径分の移動時間 (秒)

とすると,  $\theta = \varphi - (90 - L)$  より

$r = t \cos\theta \times 7.5$  として求められる.

#### 6 結果と考察

##### (1) 南中時刻の変化

- ・南中高度は曲線を描いて変化している。
- ・冬至までは日を追うごとに南中高度は低くなっていった。冬至が最も低く、冬至を過ぎると太陽の南中高度は高くなった。
- ・冬至を中心にグラフを半分に分ったとき、きれいに重ならず、曲線は左右対称ではない。また、新年の方が少し進み方がはやい。

##### (2) 視直径の変化

7月から1月まで視直径は増加している。これより、太陽と地球の距離が近くなっていると考えられる。最大値と最少値の差は約3.5%である。

#### 7 今後の課題

- ・観測を一年間継続して視直径の変化を調べ、地球の公転軌道の中心と太陽が一致していないかどうかを明らかにしていきたい。
- ・なぜ、南中高度のグラフは冬至のをを中心に、左右対称になっていないのか、調べていきたい。

#### 8 参考文献

1. 中村 士 「江戸の天文学者 星空を翔ける」 技術評論社 ISBN 978-4-7741-3515-1

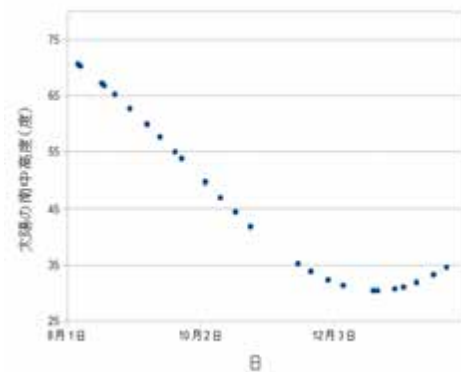


図5 太陽の南中高度の変化

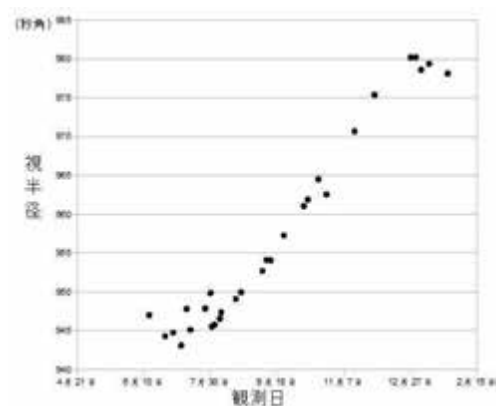


図6 太陽の視半径の変化  
金環日食からの部の慣例で、視半径で表している