

# 十字形の横梁を用いた太陽の南中高度・南中時刻の観測

科学部天文班：

伊藤 慎之助、池田 伊吹（中2）【塩尻市立丘中学校】

## 1. 要旨

丘中天文班には 8 尺の大型圭表儀の他に、先輩たちが考案した十字形の横梁を持つ高さ 60cm の「方位高度測定器」も残されている。これを用いて二次式に近似させることで、圭表儀同様に精密な南中高度の測定および南中時刻の測定ができるのではないかと考えて観測と精度の検証を行った。

## 2. 方位高度測定器の仕組み

景符と呼ばれるピンホールを使って太陽と横梁の像を水平面上に映すのは圭表儀と同様である。横梁が十字形であること、幅の広い水平板上に像を映す点が異なっている（図 1）。

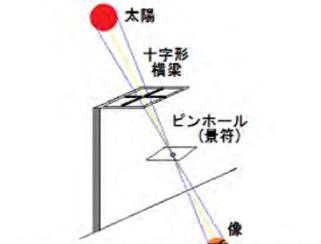


図 1 高度方位測定器の仕組み

## 3. 方位高度測定器を用いた観測

### (1) 観測方法

景符が水平面上に映す太陽像の中心に十字形横梁の像がくるようにし、その交点に印をつける。これを、11 時頃から 12 時 30 分頃まで 5 分ごとに繰り返す（図 2）。観測後に十字型横梁の真下の点から影の位置までを測って、影の長さの変化を調べる。



図 2 観測のようす

### (2) 計算方法

方位高度測定器は、圭表儀と異なり 5 分間隔で測るため、影が最も短くなる時の長さや時刻がわからない。そこで観測結果のグラフと最もよく一致する二次関数の式を求めることで、影の長さの最小値と南中時刻を求めることにした。表計算ソフトを用いて、二次関数  $y=a(x-b)^2+c$  に逐次近似して求めた。

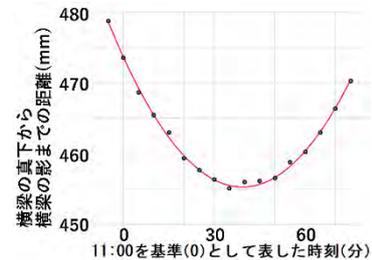


図 3 観測値と二次曲線を重ねる

## 4. 観測と国立天文台こよみの計算室の計算結果との比較

### (1) 観測の結果

2021 年 9 月 24 日の観測について上記の式の  $a, b, c$  の値を変え、最小二乗法により逐次近似した結果を図 3 と表 1 に示す。b は 11 時を基準とした南中時刻であることから南中時刻は 11 時 39 分 22 秒と求められる。c の値は最も短くなる時の影の長さであり、そこから南中高度を求めると  $52.87^\circ$  となる。国立天文台こよみの計算室の web サイトを使った結果と比べると、誤差は南中高度が  $0.5^\circ$ 、南中時刻が 50 秒ほどと大きい。これは初めての観測で不慣れだったことに加え、太陽や横梁の像が見えにくいことも原因であると考えた。

表 1 初めての観測の結果<sup>←</sup>

9月24日	南中時刻	南中高度
計算室	11時40分12秒	53.36
四号機	11時39分22秒	52.87

### (2) 精度向上のための工夫

精度向上のために、圭表儀でも用いられている景筐という観測補助器具の使用を試みた。結果は表 2 のようになった。南中高度はかなり正確になり、圭表儀の観測結果よりも精度がよくなる場合もあった。しかし、南中時刻はあまり改善せず、3 回の観測全てにおいて 30 秒ほど早い値となっている。そこで、測定器の盤面を調べてみたところ、ゆがみが生じていて、わずかに中央部分が浮き上がっていることが判明した。このことが南中時刻のずれに関係していると考えられる。

表 2 景筐の使用など、改良を加えた観測の結果<sup>←</sup>

12 月に圭表儀の誤差が大きいのは、下げ振り部の不調のため。<sup>←</sup>

11月13日	南中時刻	南中高度
計算室	11時32分23秒	35.89°
四号器	11時31分48秒	35.86°
圭表儀		35.91°
12月4日	南中時刻	南中高度
計算室	11時38分15秒	31.63°
四号器	11時37分57秒	31.58°
圭表儀		31.52°
12月11日	南中時刻	南中高度
計算室	11時41分17秒	30.88°
四号器	11時40分27秒	30.84°
圭表儀		30.82°

## 5. まとめと考察

- ・高度方位測定器を用いても南中時刻と南中高度を求めることは可能である。
- ・圭表儀と同じく観測に圭筐を用いることでより正確な観測をすることができる。
- ・圭表儀では精度向上のために、観測時に点を 7 から 10 回打って観測を行う。一方、この測定器は横梁の高さが 60cm と小型の装置であるが、20 回またはそれ以上の回数の測定をすることが可能であることから、大型圭表儀と同様の高い精度の観測ができるのだと考えられる。
- ・全ての観測において南中時刻が 30 秒ほど早くなることについては、方位高度測定器のゆがみに関係していると考えられる。

## 6. 今後の課題

水平部のゆがみを修正できるような機能が付いた装置を製作していきたい。

### 【参考文献】

松澤シズほか、影の長さの変化の観測から祖沖之の法で太陽の南中時刻を求める、第 21 回日本天文学会ジュニアセッション予稿集