

影の長さの観測から祖沖之の法で南中時刻を求める

松澤 シズ、宮本 優翔、長田 琉斗、下澤 翼、橋本 輝星 (中1) 小松 眞歩、荒川 愛莉、日下部 咲希、高瀬 美羽、安慶名 琉、中村 真慧 (中3) 鎌田 耀五、大野 柚、眞田 太仁、山本 楓人 (中2)

【塩尻市立丘中学校科学部】

要 旨

圭表儀による太陽の影の長さの観測から祖沖之の法を用いて夏至や冬至を求めることができる。1日の影の長さも同様の変化をするので、その観測結果から祖沖之の法で南中時刻を求められるのではないかと考え、確かめてみた。

1. 観測装置と観測方法

太陽の動きの観測に使用してきた自作の装置(図1)の観測結果を用いた。

構造：表(高さ60cm)と圭(影の長さを観測する水平部)は木製。金属の板に

直径2mmの穴を開けたピンホールを、表の上部に取り付けてある。

観測方法：ピンホールから通った太陽の光が圭に太陽像として映し出される。その中心を5分毎に記録する。ピンホールの真下を下げ振りで調べ、そこから太陽像の中心までの距離を影の長さとして求めた。



図1 観測装置

2. 祖沖之の法による計算方法

図2に「祖沖之の法」のしくみを示す。次の手順で南中時刻を求める。

- (1) 南中前の1つの観測(時刻A, 影の長さa)と、影の長さがそれを挟むような南中後の2つの観測(B, b), (C, c)を選ぶ。

a, b, cはできるだけ近い値となるようにする。

- (2) 南中時刻Fは、次の式で求める。

$$E - B = (C - B) \times (a - b) / (c - b)$$

$$F = (E + A) / 2 = (E - B + B + A) / 2 = (C - B)(a - b) / 2(c - b)$$

- (3) 全ての観測から求めたFの値を平均して南中時刻を求める。
- (4) 同様に南中前2観測と南中後1観測の組み合わせも計算する。

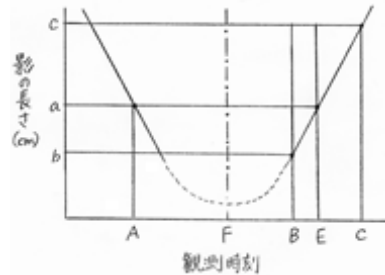


図2 祖沖之の法の計算方法

3. 祖沖之の法で求めた南中時刻の計算結果

5分毎の太陽の影の長さの観測値が全て揃っている日(2016年3月26

日)について南中時刻を求めた(図3)。影の長さが短いほどばらつきが大きくなる。挟まれる値を南中の前にとった場合と後にとった場合では、値の偏りやばらつきにほとんど違いが見られなかった。また、求めた時刻は、国立天文台こよみの計算室の暦(予報)より早い値になっている。

4. 考 察

南中時刻付近を使って求めた値は、ばらつきが大きくなるのが分かった。これは、南中時刻に近づくと影の長さの変化が小さくなるので、それに対する観測誤差の割合が大きくなるためだと考えられる。また、求めた南中時刻の平均と国立天文台の暦との間には約20秒の差がある。20秒は、影の長さだと1mmとなる。観測の記録位置に1mmほどの誤差があるのではないかと考えられる。

5. 今後の課題

観測値が不正確になる原因は、圭の板の表面が気温の変化で歪んでいることや、真下の点がずれていること、また、測定誤差(記録位置や距離の測定)があることも考えられる。その原因をこれから明らかにしていきたい。また、現在、圭が歪まない構造を持ち、景符(ピンホール)と十字型の横梁を用いた装置を考案して、製作中である。これを用いて、さらに精度の高い観測をして、祖沖之の法でどこまで精度よく南中時刻を求められるかに挑戦していきたい。

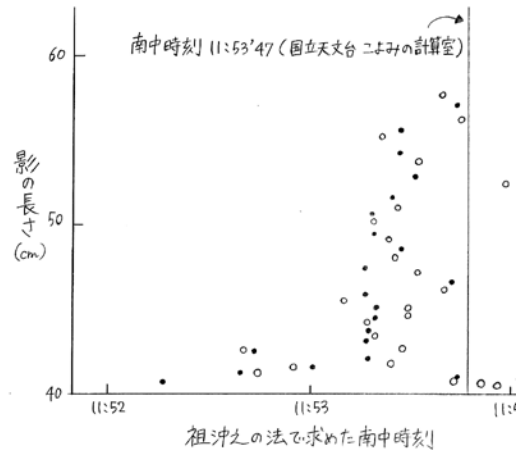


図3 南中時刻の計算結果

挟まれる値(図2のA)について、●は南中前、○は南中後にとって計算した場合の値である。