

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

松澤 シズ、長田 琉斗、下澤 翼、橋本 輝星（中2）、西川 創、伊藤 凌（中1）

【塩尻市立丘中学校】

1 概要

私たちは、ピンホールが水平板上につくる太陽像を5分毎に記録して太陽の一日の動きを調べる観測を、5年間継続してきた。しかし、乾燥に伴い太陽像を映す水平板が歪んだことから正確に観測できていなかった。この問題を解決するために、圭表儀を参考にした装置を製作して観測を行った。また、昔の暦づくりで冬至の日時を求めるのに用いられた「祖沖之の法」を応用して*1、影の長さから南中時刻を求め、国立天文台の暦と比較して観測精度を調べた。

2 観測装置の設計と製作

(1) これまでの装置の歪みの原因と、歪みにくくする方法

歪みを測定した結果、これまでに作った装置の水平板は、目の字形に骨組みを入れてあったが、骨組の方向には歪みがなく、それと直角の方向に歪んでいることがわかった。そこで骨組みを直角に組むことで歪みも無くせると考え、障子戸などに使われる『あいじゃくり』という方法で骨組みを作った。



図1 水平板の骨組み

(2) 水平板を平面にする方法

まず、基準平面（定盤）を作った。床に置いた板の上面に金属定規を当て、それを揺らすことでへこんでいる場所を特定した。へこみの下に重ねた紙を置いて高さを調節することで、板を平面に近づけた。この定盤の上で図1のように水平板を組み立てた後、水平板の上面を金属定規で検査しながら、サンドペーパーで削って精度の良い平面に仕上げた。

(3) 太陽像の中心を記録する工夫（圭表儀の仕組みを応用）

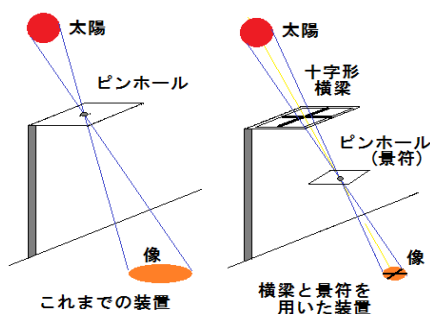


図2 像を作る仕組み



図3 太陽と横梁の像

これまでに使った装置では、ピンホールのつくる太陽像がぼやけ、その中心が正確に求まらないという欠点があった（図2 左）。そこで私たちは、圭表儀の仕組みを参考にして、「ピンホールの代わりに十字型の横梁を取り付け、その影を景符（ピンホール）で鮮明にすれば、太陽像の中心が求められるのではないかと考えた。横梁は直径1mmのステンレス棒で作った。これを用いることで太陽像の中心が分かりやすくなった。（図3）

3 観測の方法と観測結果

水平板にできた太陽像の中心に横梁の像の十字が交わる点を合わせ、それを5分毎に記録する方法で一日の太陽の動きを観測した（図3）。観測後、横梁の真下の点から記録位置までの長さを測った。観測から得られた影の長さの変化（2018年7月14日）を図4に示す。

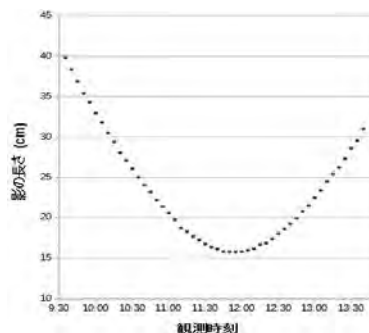


図4 影の長さの変化（2018.7.14）

4 祖沖之の法で求めた南中時刻

これまでの観測では、誤差40秒程度以下と、これまでの観測より精度のよい値を求めることができた（表1）。誤差が大きくなる原因として、観測時に太陽像の中心を正確に記録できていないことが考えられる。今後、改善法を考えていく必要がある。

5 今後の課題

祖沖之の法では、水平板に太陽像が映る期間中全て（3～4時間）晴れていなければ正確な南中時刻が求められない。そこで、南中時に晴れていれば正確な南中時刻を知ることができるように、水平板に精度よく子午線を引く方法を考えていきたい。

6 参考文献

1) 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，日本天文学会ジュニアセッション2018

表1 観測から求めた南中時刻とその精度

日	観測から求めた南中時刻	国立天文台こよみの計算室	差(秒)
2018年7月14日	11:53:52	11:53:59	+7
2018年10月21日	11:43:40	11:32:50	+39
2018年12月15日	11:42:59	11:43:04	+5
2019年1月14日	11:57:15	11:56:58	-17