

地球の自転効果を用いた太陽視直径の計測

鈴木 雄貴 (高2)、坂 俊哉、茂木 敦史、高橋 悠太朗 (中3)
【獨協埼玉中学高等学校】

1. はじめに

地球の公転する軌道は楕円であることが知られている。私たちは天体望遠鏡で太陽を投影し、自転による太陽像の移動を用いて太陽視直径の計測を行った。観測開始から一年経過し、どういった軌道を描くのか観測結果から検証した。また、その軌道がどれほど真円に近いのか離心率を求めた。

2. 観測方法

2-1 観測機材

- ・鏡筒 Vixen 80M屈折望遠鏡 ($f=910\text{mm}$, $D=80\text{mm}$)
- ・架台 Vixen GP赤道儀
- ・三脚 Vixen AL130
- ・接眼レンズ Vixen LV20mm
- ・天頂プリズム
- ・投影板



2-2 観測方法



- ① 投影板を取り付け、太陽を投影する。ピントを合わせる際には、太陽像上の黒点周囲の白斑がきれいに見えるように心がけた。
- ② 投影板と接眼レンズの距離を調節し、投影板上のケント紙に描かれた円 (直径80mm) に太陽像の大きさを合わせる。
- ③ 太陽が投影板の円とちょうど重なった瞬間から太陽像が完全に円から離れる瞬間までの移動時間 (太陽像1個分の移動時間) を測定する。3回の平均時間を $\Delta T[s]$ とした。

3. 視直径の算出

3-1 視直径の求め方

太陽の日周運動は、地球が自転しているために起こる。地球の自転周期は23時間56分4.09秒 ($=86164.09[s]$) であり、ここから太陽の移動角速度を求めると、 $360 \times 3600["] \div 86164.09[s] = 15.04106863["/s]$ 視直径 $D["]$ は、 $D = 15.04106863["/s] \times \Delta T[s]$ となる。

3-2 視直径の補正計算

補正1 太陽赤緯変化の影響の補正

図1のように、黄道は天の赤道に対して傾いている。夏至および冬至で、太陽赤緯の絶対値 (δ) は最大となる。

図2より、 δ が大きくなるほど太陽

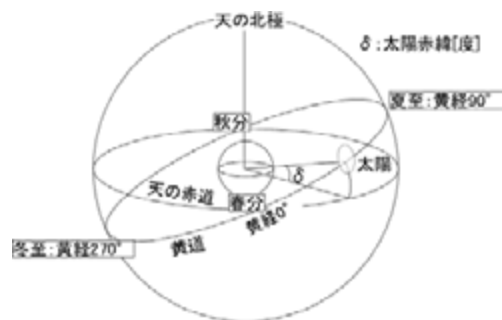


図1

補正1:太陽赤緯変化の影響を補正する

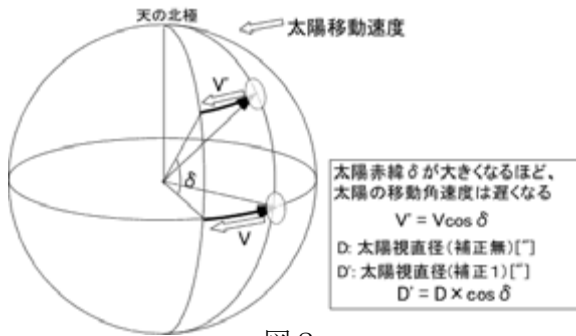


図2

の移動速度が遅くなることがわかる。太陽赤緯 δ [°] のときの太陽の視直径 D' ["] は、 $D' = D \times \cos \delta$ となる。

補正2 太陽の年周運動の補正

地球は自転と同時に公転をしている。地球の公転周期は365.2564日なので、太陽の公転角速度は、
 $360 \times 3600 ["] / (365.2564 \times 24 \times 3600) [s]$
 $= 0.041067042 ["/s]$ と求められる。

補正2:公転による影響を補正する

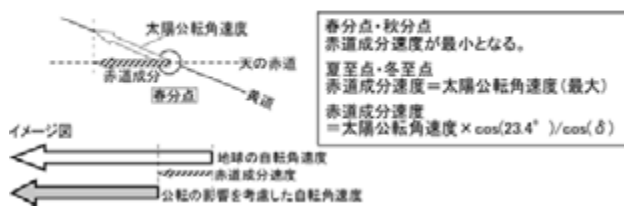


図3

地球の自転方向と黄道上の太陽の移動方向は同じのため、図3のように、地球の自転角速度が太陽の公転角速度分低下する。黄道と天の赤道は23.4°傾いているため、赤道成分速度を求めると、

赤道成分速度 $= 0.041067042 ["/s] \times \cos(23.4) / \cos \delta$ となる。

4. 結果

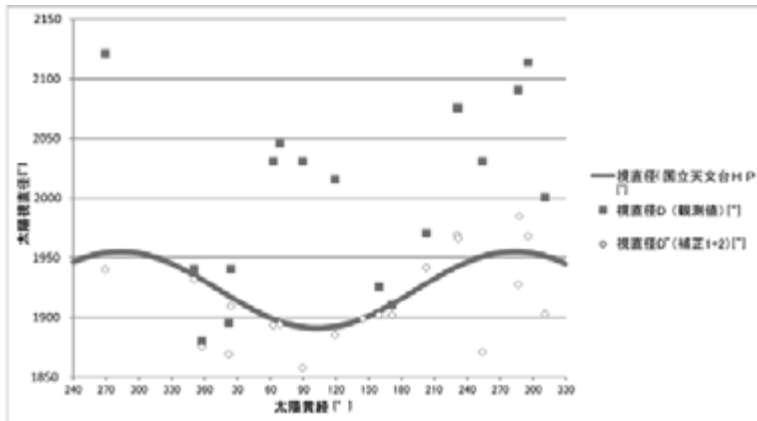


図4

最大値 $D_{max}: 1957 ["/s]$: 2015年1月8日 (黄経 $287 [^\circ]$)
 最小値 $D_{min}: 1858 ["/s]$: 2014年6月21日 (黄経 $90 [^\circ]$)

地球の公転軌道離心率 e は、
 $e = (D_{max} / D_{min} - 1) / (D_{max} / D_{min} + 1)$ $e = 0.026$ となった。

5. 考察・まとめ

- ①補正前の黄経 $69 [^\circ]$ と $287 [^\circ]$ の二回のピークは、補正後ではどちらとも下がった。夏至・冬至付近では太陽は天の赤道から離れることから、補正が必要であることがわかる。
 - ②補正視直径 D' は、一年を通して周期的に変化していることが読み取れる。また国立天文台HPの視直径変化と同様の変化をしている。
 - ③国立天文台HPでは離心率は $e = 0.0167$ とされ、今回の結果はより大きく見積もっている。この原因としては、風の影響・大気による太陽像の乱れ・投影板上の基準円の線の太さの影響・ストップウォッチ計測による誤差・習熟度の個人差などが考えられる。
- ※太陽赤緯・太陽黄経・自転周期・公転周期・離心率などの数値は主に国立天文台HPより引用、補正については埼玉県立朝霞高校地学部HPを参照