

米子工業高等専門学校 科学部

中江祥平（高専3）和田泰治、近藤直弥（高専2）

近藤亮介、堀江麗、小松紀由、大島功也（高専1）

1. はじめに

太陽黒点が黒いのは周囲の光球より温度が低いからです。したがって、黒点と周囲の光球との明るさの比をとり光球が5780Kであることを利用すると、黒点の温度が求まります。しかしこの方法では、黒点の明るさに地球大気などによる散乱光が混入するため、黒点の温度が正しい数値よりも高めに求まってしまいます。

ところで水星の日面通過では、水星の明るさはゼロのはずなので、画像上の水星の明るさは大気などによる散乱光のみを表すこととなります。そこで、私たちは水星の日面通過を利用し、大気などによる散乱光を補正して黒点の温度を正確に求めました。ここではその結果について報告します。

2. 観測

2006年11月9日(木)、私たちは米子高専屋上で本校の太陽彩層速度場観測望遠鏡(図1)を使って水星の日面通過を観測しました。これは、単一赤道儀に3本の(口径80mm、焦点距離910mmのアクロマート)屈折望遠鏡を同架したもので、観測では中央の望遠鏡だけを使用しました。まず、対物レンズの前面にND8とR1フィルタをとりつけ、さらに口径を40mmに絞り、 $F=23$ としました。次に、H α フィルタの設定温度を変えて透過中心波長を6560 nmとして光球が見えるようにしました。最後に冷却CCDカメラ(ピットランBJ41L)をとりつけ、直接焦点で撮像しました。このとき、露光時間は0.03秒で1分ごとに1コマ撮像し、合計約90コマのデータを得ました。なお、途中2回観測を中断し、ダーク、フラット、フラットダークをそれぞれ10コマずつ撮像しました。



図1. 米子高専の太陽彩層速度場観測望遠鏡

3. 解析

図2に撮像された画像の例を示します。画像はFitsファイルとして保存し、画像処理言語IDLで解析しました。私たちはまずダーク、フラット処理を行い、そして散乱光補正なしで図2の左下の黒点の温度を測定しました。すなわち、太陽からの放射がプランク関数で表せると仮定すると、黒点の温度 T_S は式で与えられます。

$$T_S = \frac{hc/\lambda_0 k}{\log\left[\frac{I_P}{I_S} \left\{\exp\left(\frac{hc}{\lambda_0 k T_P}\right) - 1\right\} + 1\right]} \dots$$

ただし、光球の明るさを I_P 、温度を $T_P (= 5780\text{K})$ 、黒点暗部の明るさを I_S としました。また、 h はプランク定数、 c は光速、 $\lambda_0 = 6560$ 、 k はボルツマン定数です。これらのうち I_P と I_S は測定値なので、測定値を代入すると黒点の温度として4200Kが求まりました。

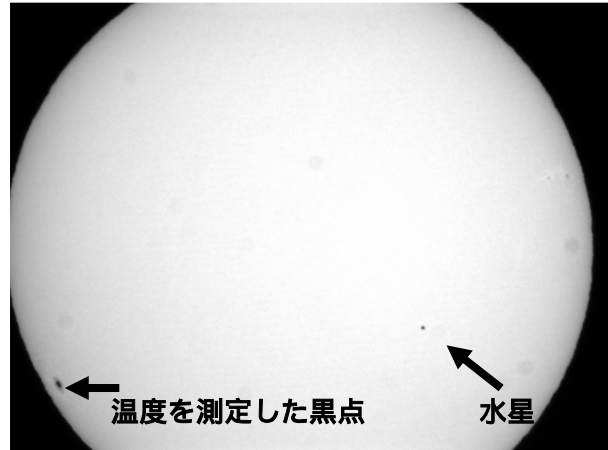


図2 . 画像の例。中央やや右下の点が水星、左下のリム近くの黒点の温度を測定した。

4 . 結果と考察

4200Kという温度は黒点としてはやや高めなので、やはり散乱光の混入が生じていると考えられます。そこで散乱による点光源拡散関数を 式のように仮定しました。

$$f(x, y, x_0, y_0) = \frac{1}{\pi\sigma^2} \exp\left[-\left\{\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{\sigma^2}\right\}\right] \dots$$

すると水星や黒点の中心での明るさの観測値それぞれ $I_M^{Obs}(0,0)$ 、 $I_S^{Obs}(0,0)$ は、

$$I_M^{Obs}(0,0) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I_M^{Real}(x, y) f(x, y, 0, 0) dx dy = I_P \exp\left\{-\left(\frac{R_M}{\sigma}\right)^2\right\} \dots$$

$$I_S^{Obs}(0,0) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I_S^{Real}(x, y) f(x, y, 0, 0) dx dy \approx I_S + I_P \exp\left\{-\left(\frac{R_S}{\sigma}\right)^2\right\} \dots$$

となります。ここで、 R_M 、 R_S はそれぞれ水星、黒点の半径で画像から求めることができます。なお、黒点は円形であると仮定しました。

黒点温度の散乱光補正では、まず 式から点光源拡散関数の幅 σ を求めます。続いて、その値と 式から散乱光補正した黒点中心の明るさ I_S を求めます。最後に、その結果を 式に代入し、散乱光補正した黒点の温度を求めます。今回の解析ではその温度は3900Kとなりましたが、これはウンゼルト著の「現代天文学」中の黒点温度3700Kに非常に近い値です。したがって、水星の日面通過を利用して適切に散乱光補正が行えたものと考えられます。

参考文献

A.ウンゼルト著、小平桂一訳、「現代天文学(第2版)」、岩波書店発行