

小望遠鏡とデジタル一眼レフカメラによる太陽黒点の温度推定における 観測波長領域の影響について

Influence of observation wavelength in temperature estimation of sunspot
with small telescope and digital single lens reflex (DSLR) camera

東京工業大学 半導体MEMSプロセス技術センター ○松谷 晃宏

Semiconductor and MEMS Processing Center, Tokyo Tech ○Akihiro Matsutani

E-mail: matsutani.a.aa@m.titech.ac.jp

天文台で得られた太陽画像と画像処理ソフトウェアを使った太陽黒点温度の測定方法は教育現場で使われているようであるが、一般的なデジタル一眼レフ(DSLR)カメラと小望遠鏡を用いて観測者が自身で撮影した画像から太陽黒点の温度を推定できればその教育的効果は大きいだろう。その手法としては、緑色光で撮影された画像や、カメラの RGB 画像の G 画像で測定されることが多い。この場合、第一次近似としては黒体放射と扱ってよく、Stefan-Boltzmann の法則より、 $T_{sp} = T_{ph}(I_{sp}/I_{ph})^{1/4}$ として、測定された積分強度から光球面と比較して黒点の温度を推定する。¹⁾ 黒点は光球面の温度より約 1500K 低い温度とされているが、光球面の平均温度約 6000K の黒体放射と黒点温度 4500K 程度の黒体放射のスペクトルは異なり、黒点の温度に相当する黒体放射のスペクトルは光球面のそれよりも赤色光領域にシフトしている。言い換えれば緑色光での単純な強度比較では積分強度の比較となはならない。今回は、屈折望遠鏡と DSLR カメラで撮影した太陽面の画像から観測波長領域の影響について調査した。図 1 に太陽のスペクトルを撮影した画像から得た本実験で用いたフィルターの透過波長領域と DSLR カメラの RGB 画像の撮影波長領域を示す。図 2 に屈折望遠鏡(口径 8cmF11.4 アクロマートレンズを 6.5cm に絞り使用)と DSLR カメラにより得られた太陽黒点の画像から画像処理ソフトを用いて測定した RGB に対応した強度と推定した黒点温度を示す。このように観測波長領域により黒点温度の推定値に差が見られる。DSLR カメラでの撮影では RAW モードでも RGB 画像の撮影となるので、光球面と黒点のそれぞれの積分強度の比較には観測波長と DSLR カメラの各波長の感度についての配慮が必要となることが検証できた。このような黒点温度の推定の測定方法は、上記のような測定上の事情を理解した上で、使用する物理法則や光学の原理の教材として積極的に利用すればたいへん効果的であろう。

1) 横尾武夫編, “宇宙を観る II -現代天文学実験”, 恒星社厚生閣 (1991) 225.

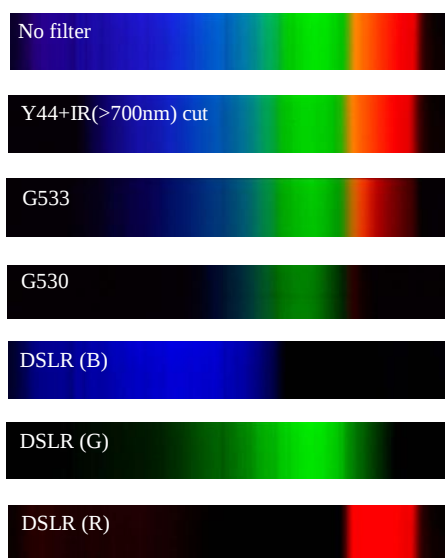
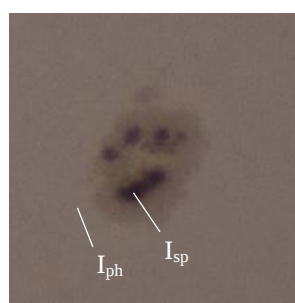


図 1 本実験で用いたフィルターの透過波長領域と DSLR カメラの RGB 画像の撮影波長領域



2014.11.21, 12h18m
Y44+IR(>700nm) cut filter

黒点の強度: I_{sp}
R: 49, G: 35, B: 44

光球面の強度: I_{ph}
R: 120, G: 106, B: 99

R: $T_{ph}(I_{sp}/I_{ph})^{1/4} = 5780 \times (49/120)^{1/4} = 4620 \text{ K}$
G: $T_{ph}(I_{sp}/I_{ph})^{1/4} = 5780 \times (35/106)^{1/4} = 4381 \text{ K}$
B: $T_{ph}(I_{sp}/I_{ph})^{1/4} = 5780 \times (44/99)^{1/4} = 4719 \text{ K}$
(参考) $T_{ph}(I_{sp(R)}/I_{ph(G)})^{1/4} = 5780 \times (49/106)^{1/4} = 4766 \text{ K}$

図 2 屈折望遠鏡と DSLR カメラにより得られた太陽黒点の画像から画像処理ソフトを用いて測定した RGB に対応した強度と光球面を 5780 K としたときの黒点の推定温度