

太陽の周縁減光における波長依存性についての観測的研究

天文部：櫻井 優輝、江口 真由美、小倉 遙河、小泉 翔愛、佐々木 健人、
寺原 直希、中根 陽輝（高2）、渡部 風香（高1）【川口市立高等学校】

要旨と研究背景

我々は、学校で所有している分光器を活用した研究に取り組んでいる。太陽には周縁減光と呼ばれる、中央部から周縁部に向かって暗くなる現象がある。ここで、私たちは太陽のスリットスキャン分光観測を可視光領域について行い、周縁減光に波長依存性があることを確認した。また、得られた結果から黒体放射に関する法則に基づいて太陽中央部の波長ごとの温度を求め、その見通せる深さについて理論的に考察した。

1. 観測・解析方法

場所:埼玉県川口市 川口市立高等学校屋上
日時:2026年1月6日 10:11:17~10:13:36(JST)
望遠鏡:屈折望遠鏡 (口径60mm
焦点距離330mm SharpstarED60)
減光フィルター:ND1000+ND8
分光器:低分散分光器 VEGA
(昭和機械製作所)

カメラ:ZWO ASI 178MM

太陽の日周運動を利用してスリットスキャンすることによって得られた直径部分のデータを約2秒ごとに70分割した領域で、スペクトルの平均強度を350nmから700nmまで50nm毎に求めた。その後、それぞれの波長におけるスペクトル強度の最大値を1

として周縁減光の割合をグラフに表した。次に、太陽の周縁部と中央部の輝度比からプランクの公式[1](図1)を利用して、波長ごとに太陽の中央部の温度を算出した。さらに、太陽の温度と深さの関係を表した先行研究論文[2](図2)を用いて、観測できる波長ごとの太陽の中央部の見通せる深さを導出した。

2. 結果

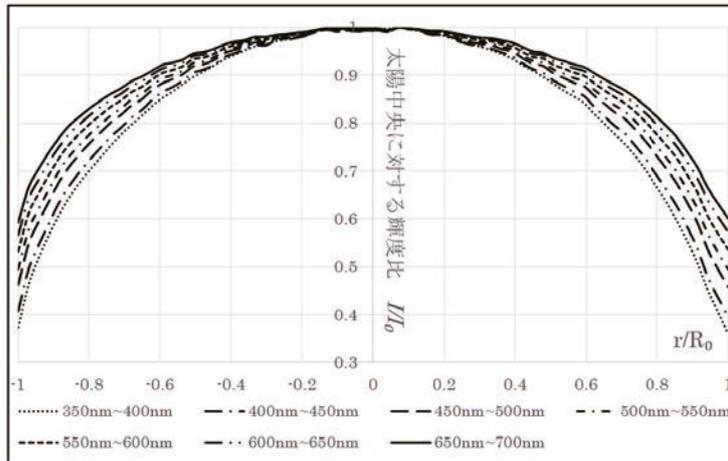


図3 太陽の半径比(r/R_0)と可視光領域の各波長のスペクトルの相対強度(I/I_0)のグラフ

プランクの公式

$$B_\lambda(T) = \frac{(2hc)^2}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{(hc/\lambda kT)} - 1}$$

\downarrow $\frac{1}{I_0}$ が $\frac{B_\lambda(T_0)}{B_\lambda(T)}$ に相当するものとする

$$\frac{1}{I_0} = \frac{B_\lambda(T_0)}{B_\lambda(T)} = \frac{\frac{(2hc)^2}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{(hc/\lambda kT_0)} - 1}}{\frac{(2hc)^2}{\lambda^5} \times \frac{1}{e^{(hc/\lambda kT)} - 1}} = \frac{e^{(hc/\lambda kT)} - 1}{e^{(hc/\lambda kT_0)} - 1}$$

$B_\lambda(T)$ = 温度 T (K)、波長 λ (m) における分光輝度
 T = 中央部の温度
 T_0 = 周縁部の温度
 $h = 6.62607015 \times 10^{-34}$ J·s (プランク定数)
 $c = 2.99792458 \times 10^8$ m/s (光の速さ)
 $k = 1.380649 \times 10^{-23}$ J/K (ボルツマン定数)

図1 プランクの公式とその定数

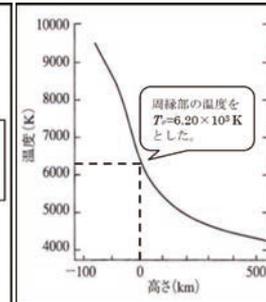


図2 太陽の温度と深さのグラフ

温度 ($\times 10^3$ K)	深さ (km)
6.20	0
階級値 [nm]	
6.77	675
6.80	625
6.84	575
6.88	525
6.88	475
6.92	375
6.95	425

図4 波長ごとの見通せる深さと温度の模式図

3. 考察・今後の展望

結果より、太陽の中央から周縁に向けてスペクトル強度の減衰があり、短波長になるほど周縁減光が大きくなるという波長依存性が見られた。スペクトル強度の減衰があったのはシュテファン・ボルツマンの法則によるもの、波長依存性が見られたのはウィーンの変位則によるものだと考えられる。またプランクの法則より、波長が短くなるほど温度が高くなり見通せる深さが増すこともわかった。発表当日までに近赤外領域の観測及び解析を実施し、結果を公表したい。

参考文献

- [1] 天文学辞典 <https://astro-dic.jp/>
- [2] Gingerich, Noyes, Kalkofen and Cuny, Solar Physics 18,347(1971)