

金環日食による彩層高度の計算と周辺減光の検出

津久井遼、齋藤拓巳、栗野智美、小川智恵、坂従拓海、平井まりん、山村めぐみ（高2）
大谷典聖、海谷佳佑（高1）【下妻第一高校地学部】

1. はじめに

地学部は2012年5月21日に金環日食の観測を行った。天文分野では次のテーマを設定した。

- ①日食を利用した彩層高度の計測
- ②太陽の周辺減光の検出（この他に気象分野で日食中の気温と風向の変化も観測した）

2. 方法

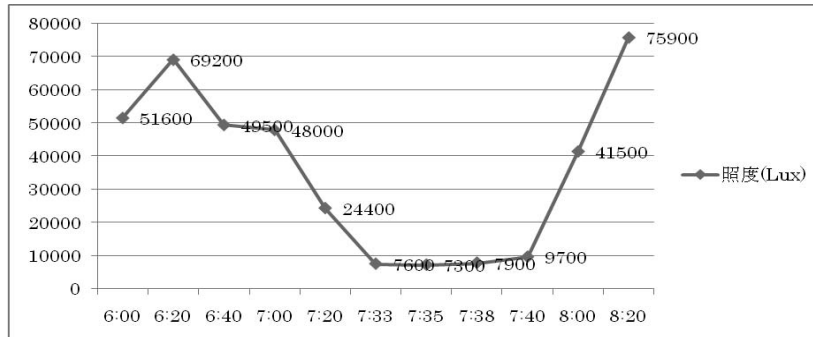
①では、白色光望遠鏡とH α 光望遠鏡で金環食の継続時間を計測する。H α 光では太陽の光球の周りに彩層が見えるから、彩層の厚さの分だけ、白色光より継続時間が長くなるはずである。その差と、太陽の日周運動の速さなどのデータから彩層の厚さを求める。

②では、照度計を用いて太陽方向の明るさを計測する。計測は6:20から8:20までの20分毎と、第2・第3接触時、食の最大時に行う。金環食中の照度変化から、周辺減光の検出を試みる。

3. 結果

①の観測結果として、金環食の継続時間はH α 光で313秒、白色光で287秒となった。差は26秒であり、これは月が彩層の前を2回通過するのに要した時間になるから、1回の通過にはその半分の13秒を要したことになる。

②の観測の結果、照度変化は次のグラフのようになった。

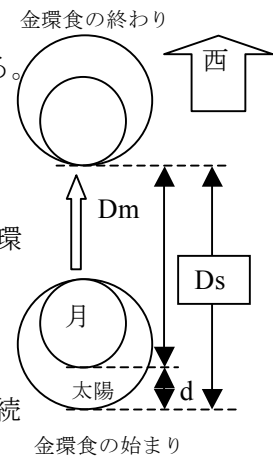


注	
食の始まり	6:19
金環食の始まり	7:33
金環食の最大	7:35
金環食の終わり	7:38
8:20以降は授業のため	
観測なし	

4. 考察

①ではまず、太陽と月の動きの西向き角速度 ω_s 、 ω_m [$^{\circ}/s$]を求める。 ω_s には、地球の自転による一日で 360° 西向きの動きと、地球の公転による1年で 360° の東向きの動きがあるから、 $\omega_s=0.00417$ [$^{\circ}/s$]。次に ω_m であるが、白色光による金環食継続時間を T_w とおくと、右の図で $\omega_m=D_m/T_w$ である。また、当日の月と太陽の視直径の差を d 、金環食継続中に太陽が動いた角度を D_s としたとき、 $D_m=D_s-d$ と表せる。よって $\omega_m=(D_s-d)/T_w=0.00402$ [$^{\circ}/s$]である。

これらのデータから彩層の見かけの角度 θ_c [$^{\circ}$]を求める。 ω_s と ω_m を求めたのと同様に計算する。ここで、H α 光と白色光の継続時間の差13秒を t とおく。



右の図の曲線Pは月が接触する光球面の縁、曲線Cはその真上の彩層面の縁を表す。PとCの間が彩層である。

月がPに接してからCに接するまでの時間がtになる。その間に彩層縁が動く角度を $dc[^\circ]$ 、月が動く角度を $dm[^\circ]$ とする。

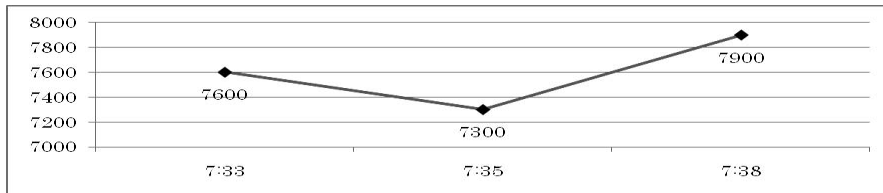
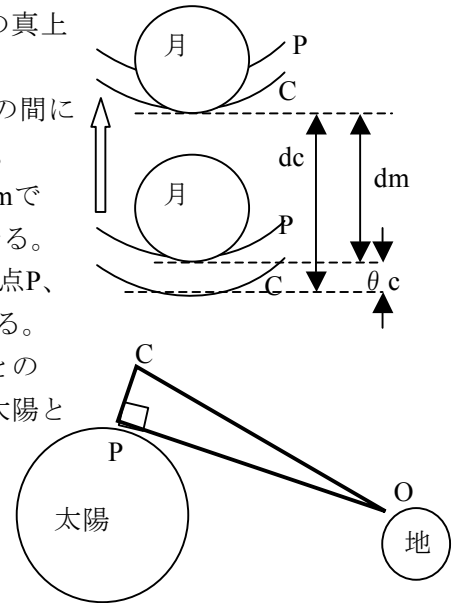
$dc = \omega_s \times t$ 、 $dm = \omega_m \times t$ と表せる。また右図より $\theta_c = dc - dm$ である。ここまでの計算結果を代入し、 $\theta_c = 0.00018[^\circ]$ となる。

ここから彩層高度を求める。観測点O、光球面の縁上の点P、その真上の彩層面上の点Cについて、直角三角形OPCを作る。 $\angle POC = \theta_c$ 、辺CPの長さが彩層高度、辺COが観測点とCとの距離だから、 $CP = CO \times \tan \theta_c$ となる。ここでCOは当日の太陽と地球との距離から地球の半径を引いた値を用いる。

以上から彩層高度

$CP = 151416200 \times \tan 0.00018^\circ \approx 4800$ [km] である。

次に②のデータを考察する。



上図は金環食中の照度変化のグラフである。金環食の始まりと終わりの時に比べて、食の最大時には最も照度が下がっている。

太陽に対する月の大きさは一定だから、太陽表面の明るさが一樣だとすると、金環食中の照度は太陽の上昇に伴って一定に上昇するはずである。しかし、実際は食の最大時に照度が最低になっている。食の最大時には、太陽の、月からはみ出す部分はすべて周辺部である。対して、金環食の始まりと終わりの時は、周辺部の一部が月に隠される。ここで太陽の表面は周辺部に行くほど暗くなるとすると、食の最大時の照度は最低となり、この変化が説明できる。

こうして、金環食中の照度変化から、周辺減光が検出できた。

5. まとめ

①金環日食から、彩層高度は約4800kmであると計算できる。

②金環食中の照度変化から、太陽表面の周辺減光を検出に成功した。

参考文献

- ・天文年鑑2012 ・日食のすべて ・金環日食を見よう
- ・天体観測の教科書太陽観測編 ・天体観測の教科書日食月食星食観測編
(以上、誠文堂新光社)
- ・観測ガイド (高校生天体観測ネットワーク運営委員会)
- ・ブリタニカ国際大百科事典
- ・Wikipedia百科 ・国立天文台暦計算室HP ・高校生天体観測ネットワークHP
- ・アストロアーツHP ・ジュニアセッションHP