

# 食変光星 BF Aur 及び W UMa の観測と質量の計算

小道 雄斗、西川 俊吾(高1)、山下 凜太郎(中2)

【桐朋中学校・高等学校 地学部】

## 1. はじめに

私たちは学校の校舎に新しく付設された 40cm 反射望遠鏡と CCD カメラを用いて、食変光星の観測を行い、この観測結果を基に光度曲線を作成した。そして、このデータから連星の質量を計算した。観測対象天体は BF Aur と W UMa の二つである。どちらも短周期の食変光星である。前者は EB 型\*1、後者は EW 型\*1 となっている。

今回の観測では学校の反射望遠鏡だけでなく、部員個人が所持している望遠鏡で一眼レフを用いて同時観測を試みた。

## 2. 観測

2015 年 1 月 10 日(土)に桐朋中学校・高等学校にて BF Aur と W UMa の観測を行った。BF Aur は 8 時~11 時の間に、W UMa は翌 0 時半~5 時半の間にそれぞれ観測した。観測時間は、変光星の極小予報\*2 の前後約 2 時間である。今回の観測に使用した機材は校舎に付設されている天文台の 40cm 反射望遠鏡と、部員の所持している 20cm 反射望遠鏡である。撮像機器は、40cm 反射望遠鏡では CCD カメラ(SBIG ST-402)、20cm 反射望遠鏡では一眼レフカメラ(Canon Eos Kiss X6i)である。撮像は B、V、R バンドフィルター(SBIG CFW-BVD)で行った。しかし、10 日の一眼レフ撮像では観測時間がずれてしまい W UMa の極小光度を観測できなかつたため、1 月 17 日に改めて W UMa の一眼レフ観測を行った。

表 1 観測対象天体のデータ\*3

天体名	赤経	赤緯	観測時の高度	等級(V)	周期(日)
BF Aur	05 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 03.5 <sup>s</sup>	+41°17'19.1"	81.8°	8.7-9.5	1.58
W Uma	09 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 03.5 <sup>s</sup>	+55°57'09.1"	65.1°	7.8-8.5	0.33

## 3. 整約と解析

整約と解析には、国立天文台が提供しているフリーソフトのマカリィを主に用いた。CCD カメラと一眼レフとでは視野が異なり、同じ天体を比較星として利用することができなかつたため、比較星はそれぞれ異なっている。

- ① マカリィを用いて目的の変光星と比較星のカウント値を求めた。バイアス(ダーク)の整約は行ったが、フラットフレームの整約は行っていない。
- ② CCD 観測では撮像範囲内に等級の分かっている天体が存在しなかつたため、目標の変光星の周辺にある恒星との等級差を、バンドフィルターごとに求めた。計算式は、等級差を  $\Delta m$ 、変光星のカウント値を  $L_1$ 、比較星のカウント値を  $L_2$  とすると、

$$\Delta m = -2.5 \log_{10} L_1 + 2.5 \log_{10} L_2$$

となる。この式にそれぞれのカウント値を代入して等級差を求め、グラフ化した。

③ 一眼レフでも、CCD 観測の場合と同じようにして計算し、グラフ化した。

#### 4. 結果

W UMa について(図 1, 2)。CCD で撮像した。図 1 が W Uma の光度曲線である。V,R バンドともに極小前後の光度曲線を描くことができた。極小予報では極小は 3 時半頃であったが、観測の結果では 3 時だった。一方図 2 では、一眼レフで追加観測した W Uma の光度曲線である。こちらも極小を捉えることができ、その等級差は CCD の V バンドで観測したものとはほぼ同じであった。なお BF Aur については変光周期を捉えることはできなかった。また、W Uma の B バンドの観測は比較星のカウント値が小さすぎて、観測できなかった。

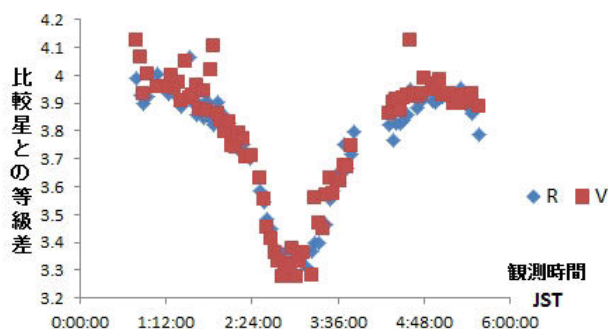


図1 W UMaの光度曲線(2015年1月10日~1月11日)  
CCD

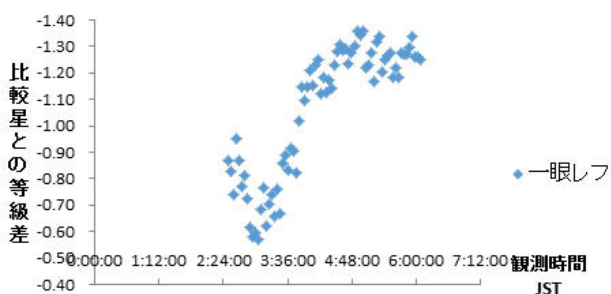


図2 W UMaの光度曲線(2015年1月17日~1月18日)  
一眼レフ

#### 5. 考察と今後の課題

今回入手した観測データから、極小を観測することができた W UMa の質量を求めた。まずは周期だが、図 1 の極小から極大までの時間を求め、それを 4 倍しておおよそその周期を  $0.33$  日 ( $9.1 \times 10^{-4}$  年) とした。W UMa の連星間距離は  $1.19 \times 10^{-2} \text{AU}$  <sup>※4</sup> である。連星の質量は、 $a$  を連星間距離[AU]、 $P$  を公転周期[年]、 $M$  を主星と伴星の質量の和[太陽質量 $M_{\odot}$ ]とすると、

$$\frac{a^3}{P^2} = M$$

これで計算した結果  $2.0M_{\odot}$  となった。実際の値は、主星が  $1.29M_{\odot}$  <sup>※5</sup>、伴星が  $0.86M_{\odot}$  <sup>※5</sup> なので、 $2.15M_{\odot}$  となり、約 6% の精度で一致した。今後は 1 周期以上の追加観測を行い、質量計算の精度を高めるとともに、等級差から主星と伴星のサイズを推定し、W Uma の物理的諸性を明らかにしたい。

#### 6. 引用文献

※1,3 General Catalogue of Variable Stars

※2 永井和男の食変光星観測のページ <http://eclipsingbinary.web.fc2.com/index-j.htm>

※4 W UMa-type contact binaries ages and masses

※5 理科年表 平成 27 年度版 国立天文台発行