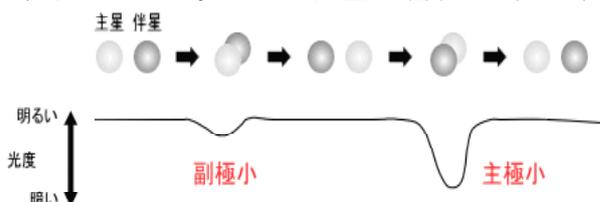


# WB型短周期食連変光星

山口晃希、齋藤 希 (高2)、松尾笑子、岸根紗英、坂井秀充 (高1)  
【福岡県立小倉高等学校科学部SS天文研究会】、

## 1 要旨

恒星による食は、2つの恒星がお互いに引力を及ぼし合い、お互いの周りを回っている連星系で起きる。食現象により周期的に見かけの明るさの変わる。連星系を構成する2つの恒星のうち、明るい方を主星、暗い方を伴星と呼び、主星を伴星が隠すときの方が大きく光度が下がる。2つの恒星の距離より、EA、EB、EWの3つのタイプに分類されEW



型が最も恒星同士の距離が近い。公転周期も短く、速い速度で相互回転している。今回は食変光星のうちEW型の変光星に着目をして観測と解析を行う。EW型変光星は、恒星と恒星の間の部分にも重力の影響でガスが存在して、鉄アレイの形をして輝いていると言われている。この変光星の形状を、ライトカーブをも

とに求めていきたい。また、スペクトル観測によってこれらの変光星の大きさや、ドップラー効果による波長の変化より相互公転の際の速さを求めていきたい。

## 2 変光星観測方法について

### ○ 観測対象の星の特徴

《おおくま座 W星》 同じくらいの大きさの星による接触した連星系で、星は完全に楕円形をしていると考えられる。7.5等級～8.3等級の間で光度変化し、相互公転の周期は0.33日で約8時間である。初心者にとって観測しやすい星として選んだ。

《エリダヌス座 YY星》 大きさの異なる2つの星により構成され、主極小と副極小の光度が異なると言われている。相互公転の周期は、0.32日で8時間弱である。8.1～8.8等級の間で光度変化する。

《カシオペア座 0523星》 この星は公転周期が0.23日と短く5時間強である。光度変化の幅は10.6～11.5等級と幅が大きい暗い星である。

### ○ 測光観測の方法

自動導入・追尾が行える20cmの反射望遠鏡に、冷却CCDカメラを接続する。25秒露出で30秒毎に目標天体を撮影する。AIP4WINで、撮影した数百枚の写真より、対象の天体のライトカーブを一気に描く。



### ○ スペクトル観測の方法

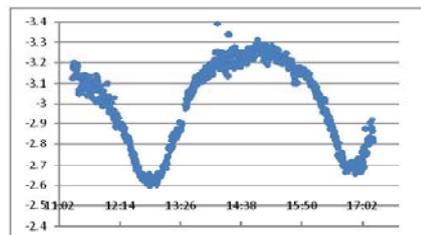
20cmの反射望遠鏡に、分光器SBIG DSS7、冷却CCDカメラST402を接続する。主極小、副極小の状態、極大に近い状態で、スペクトルの撮影を行う。付属のソフトでスペクトル解析を行う。しかし、この方法であれば波長分解能は $5 \times 10^{-10}$  (m)程なので、もっと分解能力が高いSGSの分光器を使って現在スペクトル観測を行っているところである。



## 3 変光星観測のライトカーブ結果について

### 《おおくま座 W星のライトカーブ》

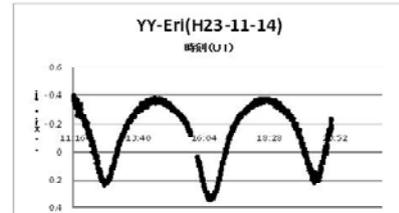
平成23年4月23日20:05から26:15まで観測を行う。(グラフの横軸は世界標準時)6時間10分にわたって観測を行う。極大と極小で0.7等級の光度が変化した。2つの極小値の値に関しては、同じくらいの大きさであるために、同じ値になると当初は考えたが、わずか0.05等級の光度差を確認することができた。このことよりわずかに大きさが異なると考えられる。



### 《エリダヌス座 YY星のライトカーブ》

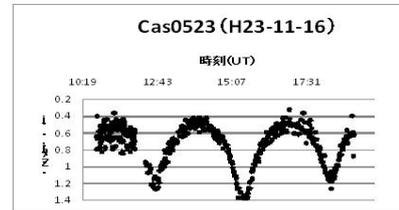
平成23年11月14日の20:16から29:52まで、9時間以上にわたり観測を行った。

極大と極小で0.7等級の光度が変化した。2つの極小値の値に関しては、0.15等級の光度差を確認することができた。このことから大きさの異なる2つの星が相互に回転していることが確認できた。



### 《カシオペア座 V0523星のライトカーブ》

平成23年11月16日の19:30から29:55まで10時間にわたり観測を行った。最初の2時間は高度が低く、一部雲があり状態が良くなかったため、ライトカーブを描けたのは8時間であったが途中3回の極小を捕らえることができた。



## 4 粘土モデルによる再現実験の方法

### ○ 手法

回転台の上に粘土モデルを乗せて、回転させながら動画撮影を行う。粘土モデルを1回転させるのに3分の時間がかかるために、1秒間に30コマ撮影し1回転するまでに4800コマを撮影することになります。この粘土モデルの明るさを、

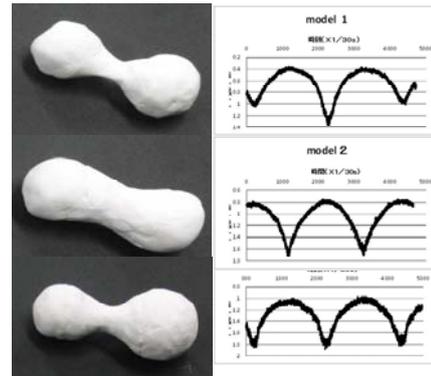


RMOVEのソフトを使って一気に解析してライトカーブを描く。なお、当初は電球を使用しましたが、フィラメントの状態によってライトカーブが変化します。粘土モデルに蛍光物質を塗ってもムラができて一様なライトカーブになりませんでした。反射光であれば球体の場合はムラのないライトカーブが描けました。そこで今回は反射光を使ったモデル実験を行いました。

### ○ 粘土モデルの選定とライトカーブの関係

#### ★ モデル1 (2つの大きさが同じで接合部が細い)

2つのモデルが同じ大きさの場合は、極小値が半周期毎に同じ値になりました。おおぐま座W星に似たライトカーブとなりました



#### ★ モデル2 (2つの大きさが同じで接合部が太い)

接合部が太くなると極大部分のライトカーブが尖ってきます。

#### ★ モデル3 (2つの大きさが異なる場合)

極小部分の高度に、明らかな差が生じてきます。エリダヌス座のYY星がこのモデルになります。

## 5 2つの星の間の距離を考える。

食変光星のモデルをより具体化するために、計算で食変光星の距離を求めていきます。ここでは変光星W-Umaについて観測及び、理論的な計算を行っていきます。

### ○ 理論的な計算式

質量Mの2つの星が、中心間の距離がを隔てた連星として相互に公転している。万有引力定数をG、自転の周期をTとして、公転半径rを計算してみる。

万有引力と遠心力がつり合っているので ここで、 $G = 6.67 \times 10^{-11}$

$$M r \omega^2 = \frac{G \cdot M \cdot M}{(2r)^2}$$

また、 $\omega = \frac{2\pi}{T}$  を代入すると

$$r^3 = \frac{GMT^2}{16\pi^2}$$

周期を8時間 =  $3600 \times 8$  (s)

さらに、質量Mはこの星の場合はF8スペクトルであり、G2スペクトルの太陽と非常に近く絶対等級も太陽の4.9等級に対して、W-Uma星はわずかに大きいと考え、ここでは太陽の5倍程度の質量であるとすると

$M = 1.0 \times 10^{31}$  kgとなる

これらの数字を代入して計算すると

$r = 1.23 \times 10^9$  mとなる

ここで、恒星の半径Rを太陽を元に考えると、約1.5倍の $1.05 \times 10^9$  mとなる。この計算結果からすれば、恒星の半径より相互回転の半径は2割程度大きい値であることがわかる。概ね粘土モデルと同じ関係となっていることがわかる。