

食変光星 VW Cep のライトカーブに関する考察

矢島 翔太、大園 咲奈 (高2)、梶谷 若菜 (高1) 【福岡県立小倉高等学校】

食変光星について

食変光星とは、2つの恒星が互いに引力を及ぼし合い、互いを回り合っている連星系である。連星系を構成する2つの星が重なる時に光度が下がり、極小と呼ぶ。そのうち明るいほうを主極小、暗いほうを副極小と呼ぶ。両方の星が見える時に最も明るくなり極大と呼ぶ。光度変化の周期は相互公転周期と一致する。また時間毎の光度をグラフにしたものをライトカーブという。

研究の概要

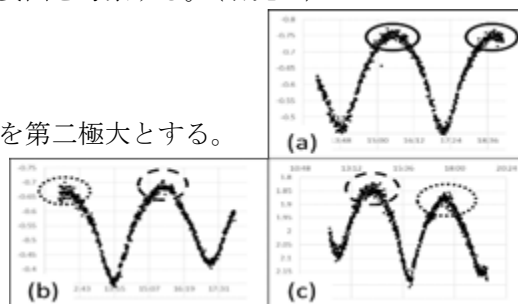
- 1、対象天体のライトカーブが時間とともに変化する特徴について調べる。(研究1)
- 2、ライトカーブが時間とともに変化する要因を、仮説を立てて検証する。(研究1)
- 3、ライトカーブの周期の変化に着目して変化の要因を考察する。(研究2)

(研究1)

仮説と考察

主極小後の極大を第一極大、主極小の前の極大を第二極大とする。

- (a) 第一極大と第二極大の明るさが等しいとき
- (b) 第一極大の方が暗いとき
- (c) 第二極大の方が暗いとき



以上のように3パターンが確認できた。変化が生じる要因について、以下2つの仮説を立てた。

※一般的な食変光星には極大に差は出ない。

仮説1《二つの恒星のうち、片方に黒点が生じている(黒点説)》

天体が互いの周りを公転する一周期のうちの2つの極大うち片方で黒点が発生している。

仮説2《二つの恒星に惑星が付属して公転している(惑星説)》

公転している2つの天体の周りを第三の天体が公転している。

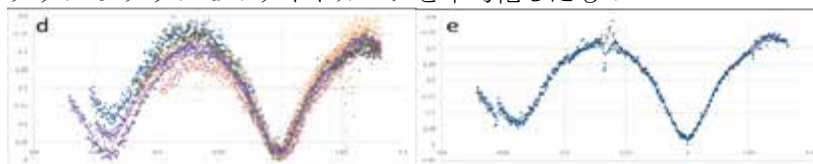
粘土モデルを作成して、光を当て、ライトカーブを得ることで光度変化を確認することができた。

研究の手法

◎観測したグラフの平均値をとったグラフを作成する

グラフ d:主極小の時刻を基準にして横軸の時間をそろえ、各夜のライトカーブをまとめたもの

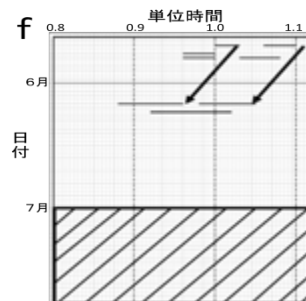
グラフ e:グラフ dのライトカーブを平均化したもの



◎観測した各夜のライトカーブと平均グラフとの差を求める (グラフ f)

◎光度変化の起き方の特徴を調べる

- 1、光度変化は2カ所観測されていたが、徐々に移動して途中からつながり、1カ所となった。
- 2、5月～6月の光度変化は少しずつ移動し、光度変化が59日で1周することが求められた。



3、7月は、平均ライトカーブと一致したため、光度変化が観測されなかった。

研究・観測の結果

仮説1 黒点説（巨大黒点が恒星の表面を移動する場合）

調べていくうちに、対象天体は自転周期と公転周期が一致していることが分かった。そのことを踏まえると、観測点からの見える面は変化しないため光度変化は観測されない。

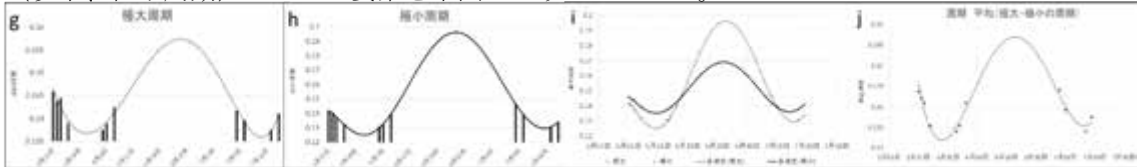
仮説2 惑星説（第3の天体が食変光星の周りを回転している場合）

第三の天体がこれだけゆっくり食変光星の周りを公転するのであれば食変光星より相当離れている必要があり、食は観察されにくい。

（研究2）

周期の分析

極大から次の極大になるまでの時間（以下、極大周期）と極小から次の極小になるまでの時間（以下、極小周期）の2つの要素を下図のようにまとめた。



◎ライトカーブの一周期の長さの変化を求めると

グラフ g: 極大周期の変化

グラフ h: 極小周期の変化

グラフ i: グラフ g・hのまとめ

グラフ j: 各夜のライトカーブの周期の変化を表す

グラフ j の最大値と最小値の差を出すことで食変光星の一周期の長さの変化の範囲を求めた。

◎一周期の変化を百分率で表す

VW Cep の相互公転周期約 0.2783 日は、ライトカーブ上では極大・極小が2回起こる過程の2周期となる。従って公転周期を 1/2 倍した数値を 100% とすることでグラフ j の変化量の割合を求めた結果、約 17.97% となった。

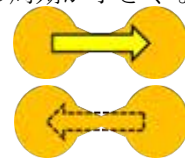
質量移動説の検証

◎周期の小さい部分（移動質量が星間にある）

角運動保存則に基づくと「二星間の距離が小さく、公転速度が速くなるため周期が小さくなる」

光度増加：二星間にある星間ガスの手前（地球側）を通過して質量が移動

光度低下：星間ガスの後ろ（地球の反対側）を通過して質量が移動



◎周期が大きい部分（移動質量がそれぞれの星にある）

角運動保存則に基づくと「二星間の距離が大きく、公転速度が遅くなるため周期が小さくなる」

考察・展望

約 18% もの周期変化は、大きな質量移動が起こることによって説明することができる。今後、角運動量保存の法則に基づいて、質量移動の大きさについてより詳しく考察する。

指導助言

平井正則先生（福岡教育大）、藤原智子先生（九州大）、山崎篤麿先生（元防衛大）、変光星観測者会議の皆さん