

フレア星EV Lacの巨大黒点の観測

伊藤 悠莉、川口 青葉（高2）【新島学園高等学校】

要 旨

フレア星EV Lac について巨大黒点の大きさの推定を行った。巨大黒点の大きさは恒星半球面積の約16%であることが分かった。

1. はじめに

2024年の日本天文学会ジュニアセッションでフレア星EV Lac の3色測光観測について報告を行った。フレア星には巨大黒点があることが知られている¹⁾。今年度は、フレア星EV Lac の10回の観測結果から巨大黒点の大きさを求める試みを行った。

2. 方法

西村製作所の40cmF5ニュートン式反射望遠鏡とビットラン冷却CCDカメラBJ-54L、光電測光用ジョンソンR,V,Bフィルター、笠井トレーディング社コマコレクターで撮影を行った。画像はダーク・フラット補正を行った後にAstroimageJで測光した。撮影は-20℃冷却、2×2ビニング、10秒露出で行った。観測は2023年10月5日から11月6日までの10日合計26時間行った。

3. 結果

図1に2023年10月6日のV等級の観測結果を示す。フレアが起らなかった観測結果である。図2は10回のV等級の観測結果を1つの図にまとめた。フレアが起きた観測は、フレアの光度変化の部分は削除して通常光度の測定点のみを表示した。図1と図2の横軸は2023年10月5日の最初の観測時刻を0とした経過時間[h]を表す。図2のAの測定点の集まりが図1の測定結果の横軸を縮めて表している。縦軸のスケールは同じである。図2の白抜き三角がEV Lacの1回の測定結果の平均値で、白抜きひし形は比較星の1回の測定結果の平均値を示している。

4. 考察

図2の比較星の平均値のばらつきに対してEV Lacの平均値の変化は大きく、巨大黒点による光度変化を示していると考えられる。

図2のBを黒点が見えているときの光度、Cを黒点がないときの光度として黒点の大きさを見積もる。

恒星表面温度²⁾を $T_{star}=3400K$ とし、黒点の温度³⁾を $\Delta T(T_{star}) = T_{star} - T_{spot} = 3.85 \times 10^{-5} T_{star}^2 + 0.249 T_{star} - 808$

より求めると $T_{spot}=2900K$ となる。黒体放射の式 $F = \delta T^4$ より恒星表面と黒点の明るさの比は

$\frac{F_{spot}}{F_{star}} = \left(\frac{T_{spot}}{T_{star}}\right)^4 = 0.529 \dots (1)$ となる。

恒星半球面積 S_{star} と系外惑星半球面積 S_{planet} の比は、図2のBとCの光度を用いると

$\frac{S_{planet}}{S_{star}} = 1 - \frac{L_{middle}}{L_{before}} = 1 - 10^{\frac{m_{before}-m_{middle}}{2.5}} = (1 - 0.926) = 0.0736 \dots (2)$ となる。

黒体放射の明るさの比((1)式)と系外惑星の大きさを求める式((2)式)を用いて黒点の面積の割合を求める。

系外惑星の明るさは0であるので、黒点の明るさを考慮する。恒星半球面積 S_{star} と黒点の面積 S_{spot} の比は(1)と(2)より

$\frac{S_{spot}}{S_{star}} = \frac{S_{planet}}{S_{star}} \times \frac{1}{\left(1 - \left(\frac{T_{spot}}{T_{star}}\right)^4\right)} = 0.0736 \times 2.12 = 0.16 \dots (3)$ となる。

(3)式より、黒点の面積は恒星半球面積(見えている恒星の面積)の約16%であると見積もることができる。

5. まとめ

10日合計26時間の観測から、フレア星EV Lacの巨大黒点による光度変化を観測できた。この光度変化から巨大黒点の面積を求めると、恒星半球面積の約16%と見積もることができた。

6. 謝辞

群馬県立ぐんま天文台の天文係長・西原英治先生にご指導をいただきました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

7. 参考

1) 「G,K,M型主系列星におけるフレアと恒星黒点の関係」前原祐之（国立天文台）

https://www.nayoro-obs.jp/binarystar2017/slides/S1-2_Maehara.pdf

2) Wikipedia とかげ座EV星

3) 「太陽型星における巨大黒点とスーパーフレアの関係」前原裕之（国立天文台）

https://user.keio.ac.jp/~mariko/conference/16binary.proceedings/18_maehara_hiroyuki.pdf

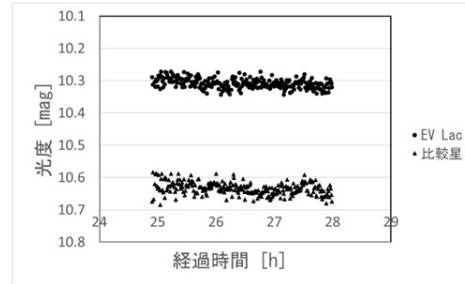


図1 EV Lacと比較星の測光結果
(2023年10月6日)

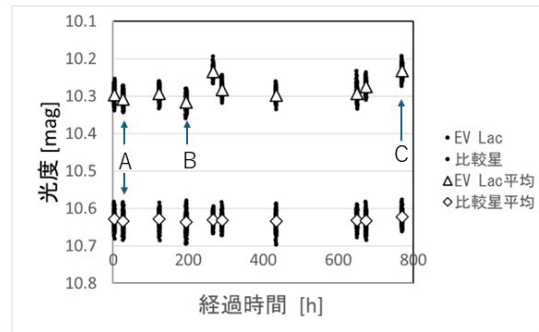


図2 EV Lacと比較星の10回の測光結果
(フレアの測定値は削除)