

TESSの観測データによるこいぬ座YZ星の恒星フレアと太陽フレアの比較

池田 実紀、石井 理子、板野 彩矢、奥山 もにか、川田 蒼汰郎、近藤 陽太、榎 日菜子 (高1)
【兵庫県立北摂三田高等学校】

要 旨

TESSによって観測されたこいぬ座YZ星の恒星フレアを解析し、太陽フレアとフレアエネルギーの観点から比較した。その結果こいぬ座YZ星のフレアエネルギーは太陽よりも大きいことがわかった。そして、こいぬ座YZ星周囲の居住可能な範囲は太陽-地球距離よりも近い膨大なフレアエネルギーを系外惑星へ及ぼすことが分かった。

1. はじめに

太陽フレアは太陽表面で起こる小規模な爆発である[1]。太陽表面に蓄えられた磁場のエネルギーが解放されることによってフレアが観測され、 $10^{29} \sim 10^{32}$ ergのエネルギーを放出する。このような現象は他の恒星でも起こっており、恒星フレアと言う。中には太陽フレアよりも規模の大きい恒星フレアを起こす天体も観測されている。

また、太陽フレアは時に人類文明に大きな影響を与える。恒星フレアが系外惑星の生命の居住可能性を損なうものなのかということに興味を持ったため太陽フレアのエネルギーと恒星フレアのエネルギーを比較した。

2. 観測と比較方法

観測データは地球以外の恒星の周りを回る系外惑星を食の観測によって発見するための宇宙望遠鏡TESSによって得られたものである。この研究では、こいぬ座YZ星というM型星でみられる恒星フレアに着目した。こいぬ座YZ星で観測された恒星フレアのエネルギーは以下のように計算した(式1)。

$$\text{フレアエネルギー[erg]} = \text{フレアの増光幅[\%]} \times 0.01 \times \text{太陽光度[erg/秒]} \times \text{継続時間[秒]} \times 0.5 \quad (1)$$

太陽光度の0.01倍はこいぬ座YZ星のもとの光度を表し[2、3]、こいぬ座YZ星と太陽のフレアを同一の単位で比較することが可能になる。71個のフレアについてその光度曲線から増光幅と継続時間を測定し、こいぬ座YZ星のフレアエネルギーを調査した。

3. 結果と考察

図1はこいぬ座YZ星のフレアエネルギーのヒストグラムを表している。各区間のエネルギーの中央値に着目すると、左から一番目の区間のエネルギーに対してエネルギーが2.19倍になる左から二番目の区間では個数が0.57倍、3.37倍になる左から三番目の区間では個数が0.38倍とおおまかに反比例の関係性になっている。これは太陽フレアで観測されているエネルギーと頻度関係性に似ている。図2にはこいぬ座YZ星のフレアエネルギーと継続時間の関係性を示した。エネルギーの大きいフレアほど継続時間が長いことがわかる。こいぬ座YZ星のフレアエネルギーは $10^{31} \sim 10^{33}$ erg程度で、太陽フレアの $10^{29} \sim 10^{32}$ ergと同程度か少し大きい。よって以上のことから、太陽フレアとこいぬ座YZ星のフレアはおおよそ同じ性質をしていると考察する。しかし、もともとこいぬ座YZ星の光度は太陽の100分の1のため、こいぬ座YZ星はフレアが起こるときにエネルギー量が急激に増加するということが考えられる。

こいぬ座YZ星のようなM型星の生物居住可能範囲を考える。M型星は太陽よりも暗いため、居住可能な系外惑星との距離が太陽-地球距離の10分の1になる[4]。その場合、単純にみて太陽が地球に及ぼすフレアエネルギーの100倍がこいぬ座YZ星のような恒星の居住可能な系外惑星へ及ぼされるのではないかと考える。

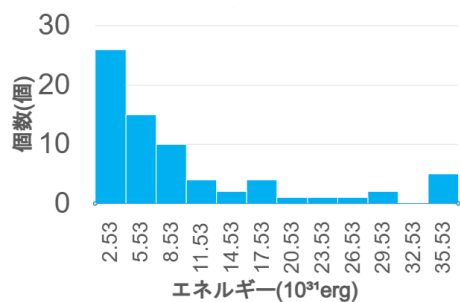


図1 フレアエネルギーのヒストグラム。
X軸は各区間の中央値を示した。

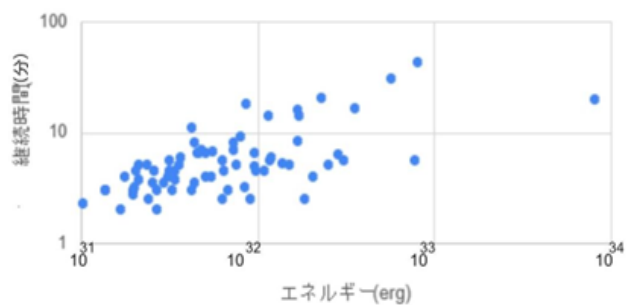


図2 フレアエネルギーと継続時間の関係。

【参考文献と謝辞】

- [1]天文学辞典 | 太陽フレア <https://astro-dic.jp/solar-flare/>
- [2]天文学辞典 | 太陽光度 <https://astro-dic.jp/solar-luminosity/>
- [3]M型星の光度 <http://skyserver.sdss.org/edr/jp/astro/stars/stars.asp>
- [4]M型星周囲の生物居住可能範囲 <https://www.nbcnews.com/id/wbna30136580>

謝辞：本研究の共同研究者であり、本研究の御指導をいただいた京都大学宇宙物理学教室の大学院生、反保雄介さんにこの場を借りて感謝申し上げます。