

すばる望遠鏡で迫るスーパーフレア星の正体

～巨大な黒点を持つ星だった！～

(本研究は、以下の2つの論文に基づくものである。)

論文1 “High Dispersion Spectroscopy of Solar-type Superflare Stars.

I. Temperature, Surface Gravity, Metallicity, and $v \sin i$ ”

論文2 “High Dispersion Spectroscopy of Solar-type Superflare Stars.

II. Stellar Rotation, Starspots, and Chromospheric Activities”

著者(論文1・2共通) : Notsu, Y., Honda, S., Maehara, H., Notsu, S., Shibayama, T., Nogami, D., Shibata, K. の7名

書誌情報 : 日本天文学会欧文研究報告(PASJ)の67巻第3号(2015年6月25日発行予定)に掲載決定済(論文1は2月22日、論文2は3月29日に、online版では出版済)。

第1・第4著者の野津湧太と野津翔太は、京大理宇宙物理学教室修士2回生、第2著者の本田は兵庫県立大西はりま天文台研究員、第3著者の前原は国立天文台岡山天体物理観測所専門研究職員、第5著者の柴山は名大理修士2回生、第6著者の野上は京大理宇宙物理学教室准教授、第7著者の柴田は京大理花山天文台教授・台長。)

概要

太陽フレアは、太陽の表面の黒点に蓄えられた磁場のエネルギーが一気に放出される爆発現象で、この時、大きなフレアでは太陽から大量の放射線(X線や紫外線、高エネルギー粒子)、コロナ質量放出と呼ばれる高速プラズマ雲が放出される。大きなフレアで放出されたプラズマ雲が地球磁気圏に衝突・侵入すると、巨大な磁気嵐を引き起こす可能性があり、過去には通信障害や大規模停電などの被害へ繋がった事例が報告されている。

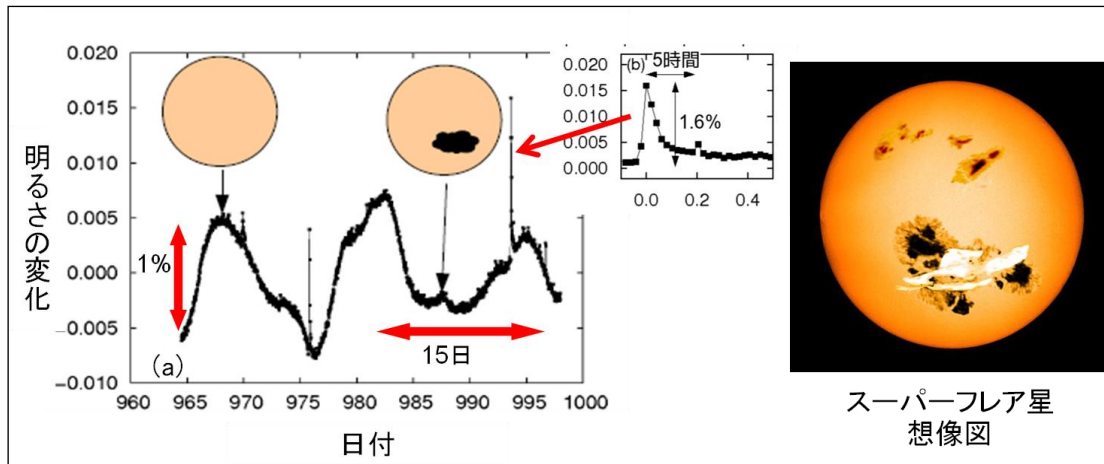
これまで我々のグループでは、太陽系外惑星探査衛星「ケプラー」の観測データを解析することにより、太陽型星でスーパーフレア(最大級の太陽フレアの10倍~10000倍の超巨大フレア)を多数(数100例以上)発見してきた(前原他 Nature 誌 2012年5月24日号)。この発見は、スーパーフレアの統計的研究が史上初めて可能になるなど、非常に重要な発見となったが、スーパーフレアを起こした星の、より詳しい正体に迫るには、更に詳しい観測が必要であった。

そこで今回、ケプラー衛星でスーパーフレアの見つかった太陽型星のうち50星について、すばる望遠鏡を用いた「分光観測」を行い、その波長スペクトルの詳細な分析を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

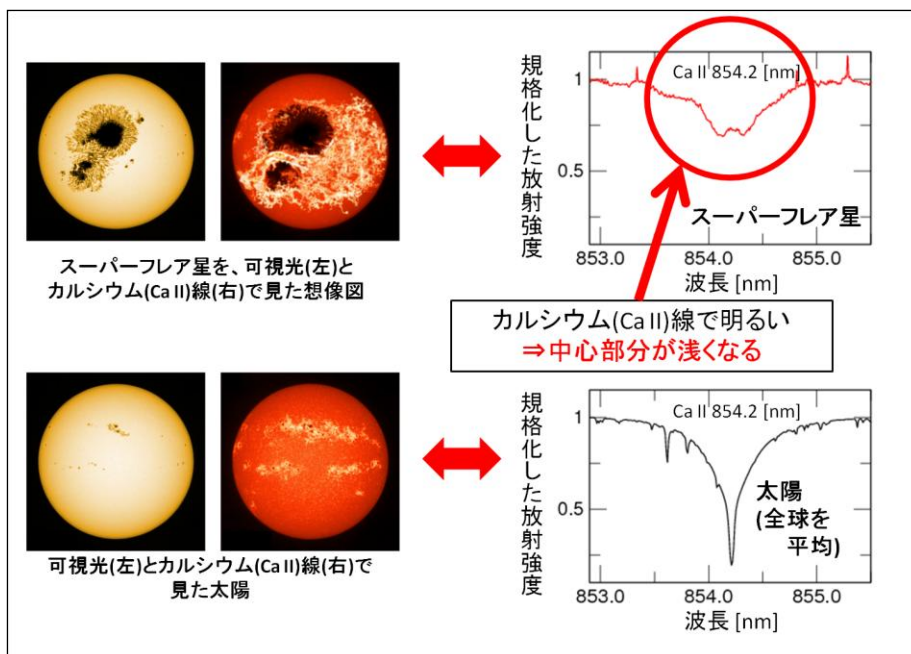
- 1) 観測した50天体のうち半数以上は、連星系などの証拠もなく、太陽とおおむねよく似た星であることが確認された。
- 2) 「ケプラー」の観測データから、多くのスーパーフレア星は、星の明るさが周期数日から数十日に変化していることが分かっている。これは星の表面に大きな黒点があり、それが自転に伴って見え隠れすることで生じていると予想されていた。その予想が正しければ、明るさの変化のタイムスケールは、星の自転の速さに対応することになる。「分光観測」を行うと、スペクトル線の広がり幅から、星の自転の速さを測定する事ができるが、今回の観測結果は、上記の明るさの変化から求めた値とよく対応しており、上記の予想が正しいことが確認された。また、太陽のように自転の遅い星も多く含まれていた。

3) 大きな黒点が存在して星表面の平均磁場が強くなると、Ca II 854.2[nm]（電離カルシウム）の吸収線が浅くなるのが、太陽の観測から知られている。このことを応用し、スーパーフレア星の Ca II 854.2[nm]の吸収線の深さを測定したところ、スーパーフレア星は太陽と比較して、**非常に大きな黒点**を持つ事が示唆された。

以上の結果は、**太陽とよく似た星でも巨大黒点が生じれば、スーパーフレアを起こしう**という描像を提起していると言える。今後は引き続きすばる望遠鏡での観測を続けるとともに、京都大学を中心に現在建設を進めている**京大岡山 3.8m 望遠鏡**も使って、スーパーフレア星の性質や長期的な活動性の変化をさらに詳細に調査し、巨大なフレアが起こる条件や兆候について追求する予定である。



〈図1〉 左図：太陽型星のスーパーフレアの明るさの時間変化（ケプラー衛星の観測データ）。フレアによる突発的な増光の他に、周期15日程度のゆっくりとした明るさの変化が見られる。右図：可視光（白色光）で見た、スーパーフレアの想像図。



〈図2〉 左図：可視光とCa II線で見た太陽の観測画像（Big Bear Solar Observatoryによる観測データ）とスーパーフレア星を可視光とCa II線で見た場合の想像図。大きな黒点の周囲は、Ca II線で見ると明るくなっている。右図：電離カルシウム（Ca II 854.2[nm]）の吸収線。スーパーフレア星（上のスペクトル）は、太陽（下のスペクトル）と比較して、中心部分が浅く（明るく）なっており、巨大黒点の存在が示唆される。