

5 研究活動

5.1 ドームレス太陽望遠鏡共同利用報告

Ca II 赤外三重項の同時観測によるフレアにおける直線偏光の起源

本研究は太陽フレアカーネルにおいて Ca II 三重項 8498/8542/8662 Å の 3 波長の直線偏光を同時観測することにより、フレア中に発生しうる衝突偏光・散乱偏光・ゼーマン効果による直線偏光の強度を定量的に評価し、これまで観測されてきたフレアカーネルにおける直線偏光の起源を明らかにすることを目的とする。

フレアにおいて観測される彩層輝線の直線偏光は、長い間電子または陽子衝突によるものであると考えられてきた (e.g. Henoux et al. 1990, Emslie et al. 2000)。しかし、高精度偏光観測においてほとんどのフレアで有意な直線偏光が検出されなかったこと (Bianda et al. 2005) などを受け、その他の要因による偏光ではないかという議論があった (e.g. Stepan et al. 2007)。本研究で用いた 3 つの吸収線は全て Ca II の 3^2D-4^2P 間の遷移であり、全て彩層で形成され形成高度はほぼ等しい。しかし衝突・散乱励起から脱励起する際の直線偏光は、8542/8498 Å は逆符号となるが、8662 Å は直線偏光度が 0 となるのが磁気副準位間の遷移確率から予想される。またゼーマン効果による磁場に対する直線偏光においては、8498 Å は σ 遷移と π 遷移が打ち消し合い、8542/8662 Å より弱く現れる。このように、3 つの輝線の直線偏光への感度、磁場に対する感度・散乱に対する感度は微細構造の差により異なる。この 3 つの輝線を用いて直線偏光強度・偏光方向を調査することにより、発生する直線偏光が衝突・散乱・磁場のうちのどの起源であるかを知ることができる。

我々は2017年7月に飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡 (DST) 水平分光器に設置された多波長同時偏光分光装置 (Anan et al. 2018) を用いて、8498/8542/8662/6562 Å の同時観測を行った。1度の露出時間は50ミリ秒であり、それを100枚積算させることで、偏光精度 10^{-4} を達成した。またリオフィルタを用いて、スリットジョーとして H α 画像を取得した。

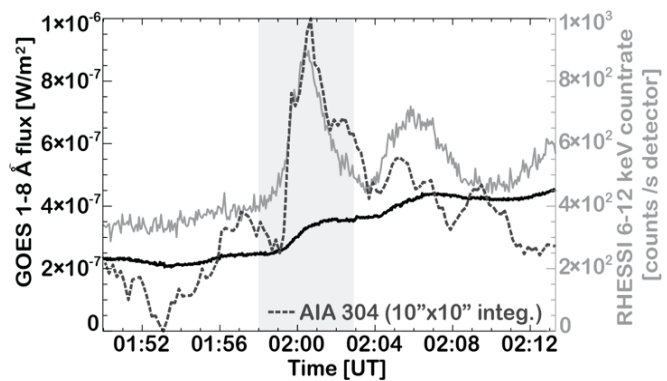


図 1 観測されたフレアの X 線(黒実線:GOES, 薄灰実線:RHESSI) および AIA 304 Å(濃灰破線)の光度曲線。灰色で示した時間帯において、DST の偏光データが好条件で取得された。

観測期間中に 2017年7月7日 02:03 UT に東のリムで発生した B8 フレアの観測に成功した。フレアの光度曲線を図1に示す。フレア後に雲が多くなったが、このフレア中においてはフレアカーネルおよび黒点が同一スリットの上で安定した天候のもと観測された。偏光キャリブレーション・クロストーク除去後の Ca II 輝線、および同時観測された光球で形成される Fe I 8689 Å 吸収線のフレアカーネルにおけるストークスプロファイルの時間変化を

図2に示す。初期解析としてプロファイルに見られる定性的な特徴から、次の3つの結果が得られた:

- 1) プロファイルに時間変化が見られることから、定常的な偏光シグナルではなく、フレア由来で発生している直線偏光である
- 2) 8498/8542 Åの偏光方向が同じであり、8662Åに有意な直線偏光が現れていることから、原子のアライメント由来(散乱・衝突偏光)ではない
- 3) 8498 Åと8542 Åが同程度の直線偏光強度を持つことから、磁場由来では説明が困難

これらの結果から、フレアカーネルにおけるCa IIの直線偏光は単一の起源では説明できず、磁場構造の変化および原子のアライメントが組み合わさって発生していると考えられる。

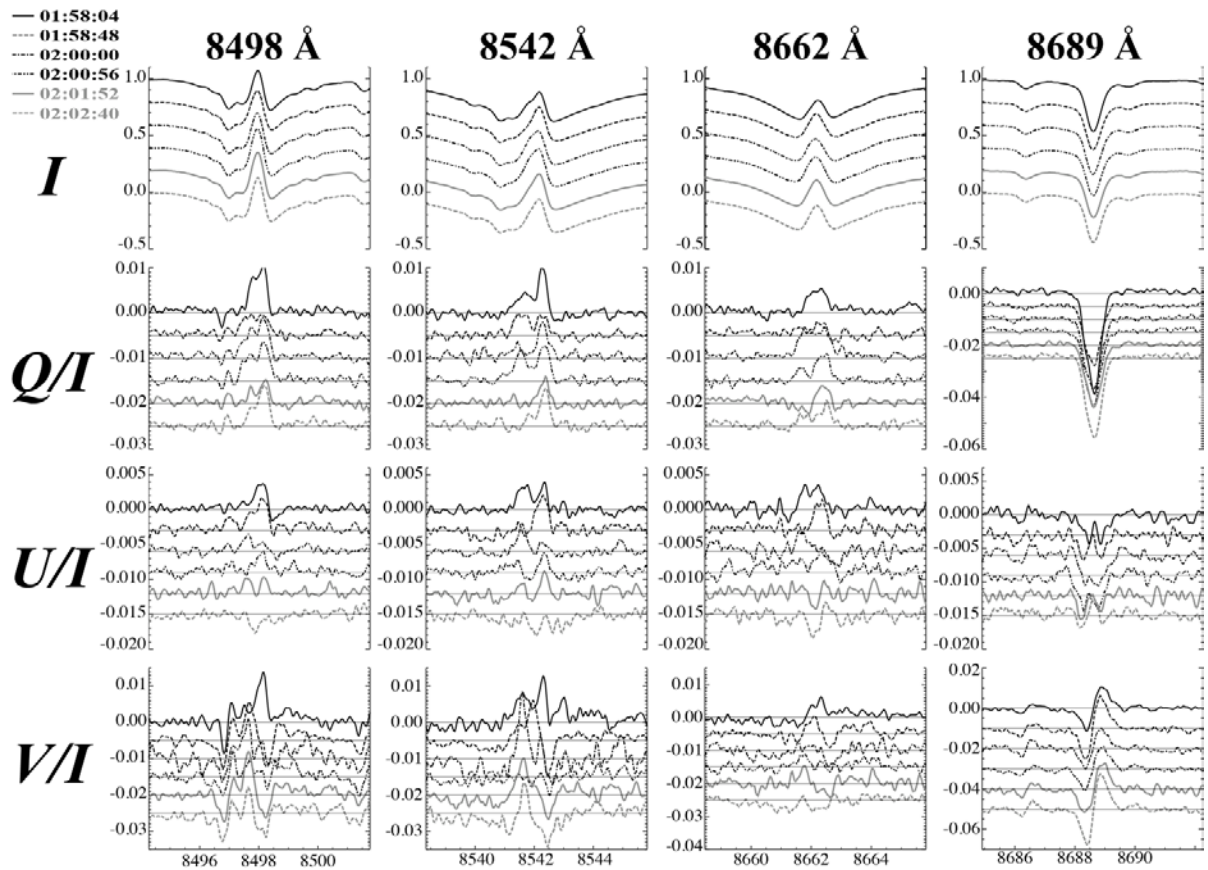


図2 Ca II 8498/8542/8662 Å と光球で形成される Fe I 8689 Å の、フレアカーネルにおけるストークスプロファイルの時間変化。色・線種の違いは左上に示された観測時刻に対応する。

(川手朋子(宇宙科学研究所) 記)