

M39a MHD 不安定性の臨界条件に基づいた巨大太陽フレア発生予測の試み

草野完也, Johan Muhamad, Sung-Hong Park, 井上諭 (名古屋大学), 伴場由美 (JAXA), 伊集朝哉 (国立天文台)

巨大太陽フレアの発生機構の解明は、太陽活動の理解と宇宙天気予報の高度化にとって重要な課題である。しかし、未だに十分な科学的理解が得られていないため、太陽フレアの発生予測は経験的な手法に依存する段階に留まっており、いつ、どこで、どれほどの規模の巨大フレアが発生するかを正確に予測することはできていない。我々は、系統的なシミュレーション研究 (Kusano et al. 2012) とダブル・アーク不安定性 (DAI) と名付けた新たな MHD 不安定性 (Ishiguro & Kusano 2017) の臨界条件に基づいた巨大太陽フレアの発生予測を試みている。これまでの研究によって、DAI は磁気中性線 (PIL) 上で発生する小規模な磁気リコネクションをトリガとして発生すると考えられている。そこで、SDO/HMI で観測されたベクトル磁場データに基づく非線形フォースフリー磁場 (NLFFF) を用い、活動領域中の高自由エネルギー領域にある PIL 上の全ての点において、DAI を不安定化させるために必要なリコネクション領域の大きさ (r_c) とそれによって解放可能な自由エネルギー量 (E_r) を評価した。第 24 太陽周期において太陽中心子午線からの経度が 50 度以下の領域で発生した X2 クラス以上の全てのフレア (9 イベント) を解析した結果、全フレアで E_r は 10^{31} erg を上回ると共に、7 つのフレアで r_c がフレア発生の数時間から数十分前に 1Mm 以下に減少することを見出した。さらに、フレア初期に現れるフレアリボンの構造を SDO/AIA 1600Å の画像によって調べた結果、 $r_c < 1$ Mm となる PIL 領域を中心として初期リボンが現れることを見出した。これらの結果は、多くの巨大フレアがリコネクションをトリガとする DAI によって発生することを強く示唆すると共に、MHD 不安定性の臨界条件に基づく巨大フレア予測の実現可能性を意味している。