

M17a コロナ質量放出の発生を説明する「2段式ロケットモデル」と予測可能性

草野完也（名古屋大学）

コロナ質量放出（CMEs）は磁場を伴った大量のコロナプラズマを惑星間空間へ爆発的に放出する現象であり、磁気嵐など宇宙天気擾乱の主要な原因となる。それゆえ、CMEsの発生を予測することは重要な課題であるが、その発生機構は未だ十分に理解されていない為、正確な発生予測は実現できていない。一方、CMEsを伴う噴出型フレアと伴わない非噴出型フレアが発生する活動領域磁場の特徴の違いを探る様々な研究がこれまでなされている。特に最近、Muhamad & Kusano (2025) はトーラス不安定性が不安定化する臨界高さ (h_c) と非ポテンシャル磁場の原因となる主電流 (DC) とそれに逆向きの電流 (RC) の大きさの比 $|DC/RC|$ から成る新たなパラメタが噴出型と非噴出型フレアの発生領域をこれまでになく正確に区別できることを見出した。本研究ではその結果を参考に理論的な見地から新たな CME 発生機構「2段式ロケットモデル」を提案すると共に、3次元 MHD シミュレーションによってその検証を行った。2段式ロケットモデルとは第一段階として小規模磁気リコネクションを引き金として成長するダブルアーク不安定性 (Ishiguro & Kusano 2017) が捻じれた磁束を臨界高さ (h_c) まで引き上げることで、第二段階としてトーラス不安定性が成長し CMEs を駆動するというものである。シア・アーケード磁場を初期条件としたシミュレーションはこのモデルの妥当性を明確に示した。さらにシミュレーション結果は、(1)2段式ロケットモデルが CMEs の前駆現象と考えられるスローライズフェーズの原因を説明し得ること、(2) トーラス不安定性の初期磁場分布依存性から太陽フレアの継続時間とフレアリボンの空間広がりを決定する物理を理解できることなどを示唆している。これらの成果を基に活動領域の磁場データより CMEs の発生を予測する新たな方法を提案し、その予測可能性を議論する。