

太陽フレアの発生機構に関する観測的研究

太陽系最大の爆発現象として知られている太陽フレアの理論モデルでは、磁気リコネクションモデルが有力である。しかし磁気リコネクションの物理自体がよく理解されていないため、完全な理論モデルはいまだ構築されていない。特に、コロナのような電気抵抗が非常に小さい場所でどのようにして短時間のうちに莫大な磁気エネルギーを解放しているのかが重要な課題として残っている。

本研究では2010年8月10日に起きたフレアを解析して、上記の問題に取り組んだ。解析には Solar Dynamics Observatory / Atmospheric Imaging Assembly (SDO/AIA) と Solar Terrestrial Relation Observatory / Extreme Ultraviolet Imager (STEREO/EUVI) の極端紫外線画像のデータを用いた。このフレアでは、リコネクションインフローとアウトフローが同時に観測されており、かつ電流シートと思われる構造中に小さい(3秒角程度)プロブ状の構造が複数出現、合体し、電流シートから噴出しているという、非常にダイナミックな様子が捉えられていた。さらに興味深いことに、インフロー速度はプロブ状の構造が出現している時に大きく($\sim 90 \text{ km s}^{-1}$) 消失した時に小さくなっていた($\sim 10 \text{ km s}^{-1}$)。それに比べ、その間アウトフロー速度は2倍程度しか変化しなかった($220\text{--}460 \text{ km s}^{-1}$)。

理論的には、電流シートは不安定化してプラズモイドと呼ばれる磁場によってまとまったプロブ状(あるいはロープ状)の構造を生じやすいことが知られている。それを踏まえると、前述のプロブ状の構造はプラズモイドである可能性が高い。

リコネクションの速さ(エネルギー解放率の速さ)を表現する物理量として無次元化されたリコネクション率がある。これはインフロー速度をアウトフロー速度で割ったものにほぼ等しい。これを観測量に基づいて推定することで、プラズモイドの出現とリコネクションの速さを定量的に関係づけることに成功した。これはプラズモイドがリコネクションを速めている可能性を初めて定量的に観測から示した結果である。

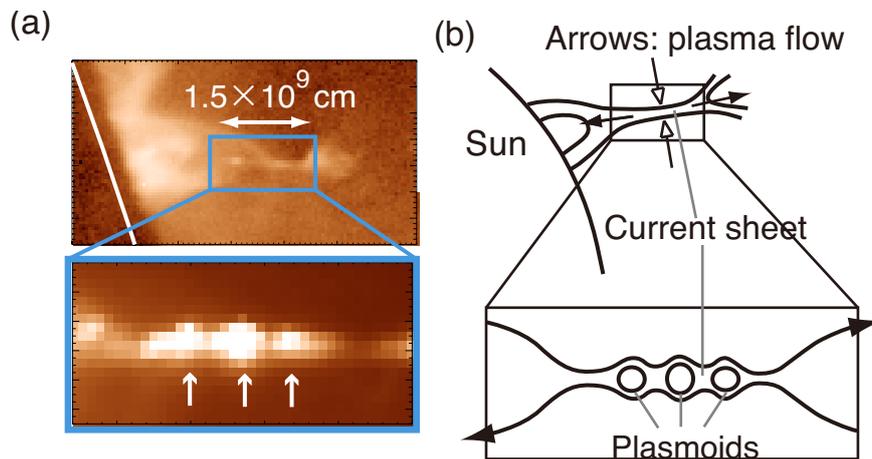


図: SDO/AIA の 193A の画像 (左) とそれから推測される磁場構造図 (右)。

Reference:

Takasao, S., Asai, A., Isobe, H., and Shibata, K., 2012, ApJL, 745, L6

(高棹真介 記)