

太陽フレアのエネルギー解放率とリコネクション率

太陽フレアにおける磁気エネルギーの解放は、磁気リコネクションと呼ばれる物理過程により起こることがほぼ確立されています。磁気リコネクションとは、反対向きの成分を持つ磁力線がつなぎ変わることで、磁力線がパチンコのようにプラズマを加速・加熱する現象です(図参照)。磁気リコネクションは磁場を持つプラズマに普遍的にみられる現象ですが、その理論には本質的な問題が残されています。その一つは、リコネクションの進行する速さ、即ちリコネクション率(単位時間につなぎ変わる磁束の量をアルフベン速度で割ったもの)を決める物理は何かということであり、それを明らかにするためには様々なフレアでリコネクション率を観測から精度よく決定することが重要です。しかし、リコネクションに伴うコロナ中のプラズマの速度や磁場強度を測定することが困難なため、リコネクション率を直接測定することは現在のところできません。

筆者らは2002年に発表した論文(Reference [1])で、磁気リコネクションの過程において成り立つ物理量間の関係式と、エネルギー解放率、光球磁場強度など、観測可能な物理量から、コロナ磁場強度とリコネクション流入流速度を間接的に導出し、フレア中のリコネクション率を計算する手法を開発しました。本研究では、フレアの1次元流体シミュレーションを行い、熱伝導、放射冷却、それによろう衛星軟X線望遠鏡の観測機器の特性を定量的に評価して、エネルギー解放率をこれまでより精度よく決定することに成功しました(Reference [2])。その結果を使ってフレアの観測データを3例解析し、いずれのフレアでも無次元化したリコネクション率として0.05程度の値を得ました。同じ手法を数多くのフレアに適用し、リコネクション率が他の物理量にどのように依存するかを統計的に調べることで、リコネクションの基礎物理の理解に資することが今後期待できます。

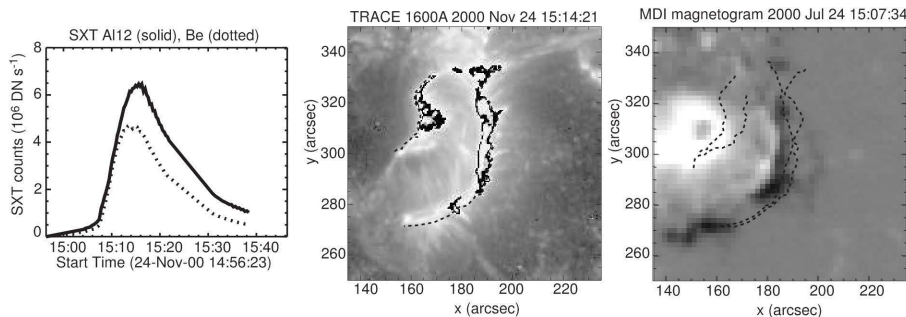


図: 解析した2000年11月24日のフレア。左から軟X線のライトカーブ、フレアリボンの極紫外線像、同じ領域の光球磁場マップ。軟X線ライトカーブからエネルギー解放率を、フレアリボンの動きと光球磁場からリコネクションした磁束量を測ることができる。

Reference:

1. Isobe, H. et al. 2002, ApJ, 566, 528
2. Isobe, H., Takasaki, H., & Shibata, K. 2005, ApJ, 632, 1184

(磯部洋明 記)