

M21a ループトップからのガンマ線の検出 –1998年8月18日フレア–

松本 縁、古徳純一、牧島一夫(東大理)、他「ようこう」チーム

大規模な太陽フレアではごく稀に、数 MeV もしくは数十 MeV 以上までのびる連続 γ 線が放射される。これほど高エネルギーの粒子が、磁場リコネクションの現場で直接に作られるのか、それともリコネクションで作られた流れが途中で衝撃波転位を起こし、そこで粒子が加速されるのか、依然として謎であった。しかし我々の解析により、ループトップ領域で粒子が数十 MeV 以上まで衝撃加速されたことを示唆するフレアが見つかった。

X 線と γ 線強度の時間変動が大きく異なる 1998 年 8 月 18 日フレアに我々は注目した。フレア時間の前半では X 線のみが放射されており、途中で γ 線が鋭く強く放射される。 γ 線放射時に、硬 X 線イメージでどの領域が明るくなるかを調べることで、そこがまさに γ 線放射領域であり、 γ 線放射メカニズムにせまることが可能となる。そこで硬 X 線画像から領域ごとの明るさの時間変動を求めたところ、ループトップ領域の時間変動が、 γ 線の鋭いピークをもっともよく反映しており、相関関数を用いた解析結果もこの推論を支持した。このように我々は、ループの足元からの放射に加え、ループトップからの γ 線放射をはじめて観測することに成功した。

この結果を受け、我々は以下のように解釈する。磁場のリコネクションにより下方に放出されたプラズマの流れが磁場ループにぶつかり、衝撃波面を形成する。プラズマ中の粒子はショック加速され、きわめて高いエネルギーに達する。それがループトップの熱的プラズマを貫くさい制動放射し、硬 X 線から γ 線までを放射する。1998 年フレアでは、ループトップの熱的プラズマの数密度が HXT の画像から $\sim 10^{10}\text{cm}^{-3}$ と計算され、よってそこに突っ込む加速電子は $\sim 10^{-7}$ だけの割合のエネルギーをループトップで放射する。これは観測された硬 X 線や γ 線を定量的に説明できることがわかった。