

M26a 太陽フレア非熱的 X 線放射の時間発展理解に向けた Two-zone Fokker-Planck モデルの構築

長澤俊作 (SSL/UC Berkeley), Dmitry Khangulyan (IHEP/CAS), 高橋忠幸 (東大IPMU, QUP/KEK)

太陽フレアにおける非熱的硬 X 線放射の時間発展は、その背後にある粒子加速および輸送機構を理解する上で重要な手掛かりとなる。特に、硬 X 線フラックスの増加に伴い、スペクトルのべき指数がハードになり、ピーク後に再びソフトになる Soft-Hard-Soft (SHS) 型のスペクトル変化が多数のフレアで報告されている (Kosugi et al. 1988) が、その起源は十分に理解されていない。さらに、我々は、2016 年 7 月 23 日 M7.6 フレアのインパルス期において、非熱的成分のフラックスとスペクトルのべき指数の関係性が、同じフラックスでも増光段階の方が減光段階よりもべきがハードとなる、特徴的なヒステリシスを伴う時間発展を示すことを明らかにした。同様の時間発展は、他の太陽フレア (Grigis et al. 2004) のみならず、BL Lac ブレーザー天体 (Takahashi et al. 1996) でも報告されており、非熱的電子の加速、輸送、冷却過程に共通の物理が存在する可能性を示唆している。

本研究では、以上の非熱的放射のフラックスとべき指数の時間発展の物理的起源を調べるため、フレアループトップ (ゾーン 1) とフレア足元 (ゾーン 2) からなる時間依存 Two-zone Fokker-Planck モデルの構築を行なった。ゾーン 1 では非熱電子の注入とクーロン衝突・制動放射・シンクロトロン放射によるエネルギー損失が支配的な領域として、ゾーン 2 ではゾーン 1 から逃走した電子が入射し、制動放射を行う領域としてモデル化する。これらの条件の下で Fokker-Planck 方程式を数値的に解き、電子分布と硬 X 線スペクトルの時間発展を系統的に評価した。その結果、冷却・輸送過程だけでは観測されたヒステリシス的時間発展を説明できず、加速過程そのものの時間変動を反映した特徴であることが分かった。