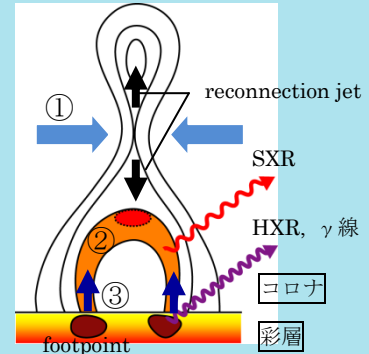


太陽フレアは磁場のエネルギーを解放することによって生じる爆発現象である。R.P.Lin(2006)の” PARTICLE ACCELERATION BY THE SUN: ELECTRONS, HARD X-RAYS/GAMMA-RAYS” をもとに、太陽フレアのモデルの解説、モデルと観測の比較、粒子加速について紹介する。

## 1. 太陽フレアモデル(Shibata et al. 1995)

- ① 何らかの原因で反平行の磁力線が押し付けられると、磁気リコネクションが起きる。つなぎ変わった磁力線の張力によってジェットが生じる。
- ② ジェット等によって加速されたフレアループ中の電子やイオンは彩層で制動放射を出し、footpoint は HXR や  $\gamma$  線で輝く。
- ③ 彩層に落ち込んだ高エネルギー粒子は、彩層を加熱する。これによって彩層は膨張して上昇し(彩層蒸発)、ループ中を高温のプラズマで満たす。ループは SXR 等で輝く。

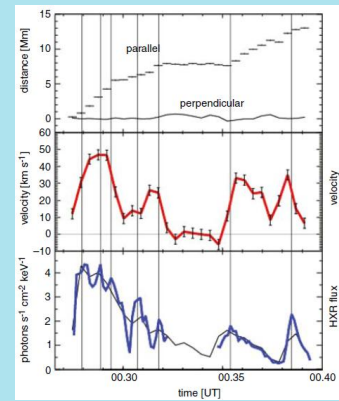


太陽フレアでの粒子加速を知るためには X 線や  $\gamma$  線の観測が不可欠  $\Rightarrow$  X 線・ $\gamma$  線観測衛星 RHESSI 衛星

## 2. footpoint と HXR の関係(Krucker et al. 2003)

RHESSI 衛星による観測で、2002 年 7 月 23 日のフレアには 3 つの footpoint があり、そのうち北側と南側の footpoint は HXR 強度の時間変化の観測により磁気的につながっていることが示された。

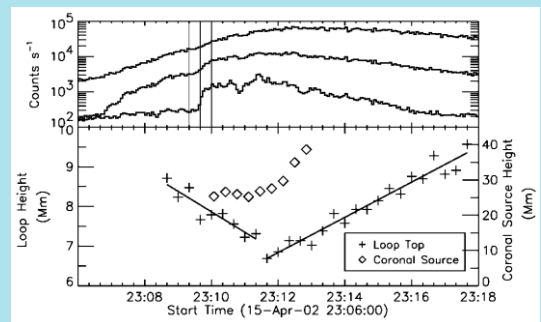
右図は北側の footpoint の速度の時間変化(中段)と HXR 強度の時間変化(下段)である。フレアモデルより、磁気リコネクションがよくおこると footpoint の移動速度が速くなり、HXR 放射も増加する。右図はこの関係によくあてはまっており、磁気リコネクションが起こる割合を知るには、footpoint の速度変化や HXR 強度の時間変化を調べればよい。



## 3. フレアループとコロナ中の HXR 源(Sui and Holman. 2003)

右図は 2002 年 4 月 15 日に起きたフレアの、光子のカウント数の時間変化(上段)とフレアループの頂点とコロナ中の HXR 源の高さの時間変化である。

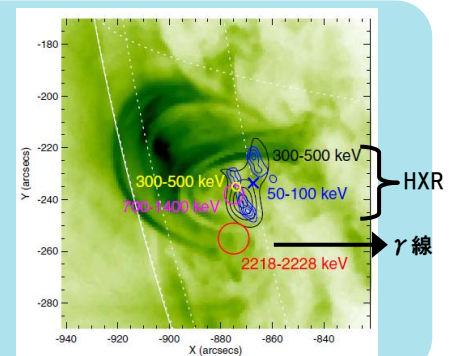
フレアモデルより、磁気リコネクションが次々に起こると、フレアループの頂点とコロナ中の HXR 源は上昇していく。右図より、フレアのピーク以降にこのことが観測された。フレアのピーク以前にはループの下降が見られるが、これはループの磁気張力によるものだと考えられる。



## 4. 太陽フレアでのイオンと電子の加速(Lin et al. 2003)

2002 年 7 月 23 日のフレアで、RHESSI 衛星によって初めて  $\gamma$  線の詳細な観測が行われた。観測した  $\gamma$  線は加速されたイオンによる中性子捕獲( $p+n \rightarrow \gamma+d$ )の 2.223MeV の輝線である。また、電子による制動放射(HXR)の観測も行われた。

右の図は  $\gamma$  線輝線の放射領域の重心と、HXR の放射領域の重心とイメージである。これより、 $\gamma$  線と HXR の放射領域は一致せず、電子とイオンではその加速過程や伝播方法が異なることが示唆される。



太陽フレアは磁気リコネクションによって起こると考えられており、footpoint やフレアループの観測から間接的に確かめられている。しかし、磁気リコネクションを直接観測することは難しく、太陽フレアの発生メカニズムは解明されていない。また、フレアでの高エネルギー電子の生成・消滅も未解決である。今後は、電波から HXR や  $\gamma$  線まで多波長にわたる観測データを総合的に解析することが求められる。