

Solar-C 衛星による 太陽フレアに伴う粒子加速現象観測の可能性

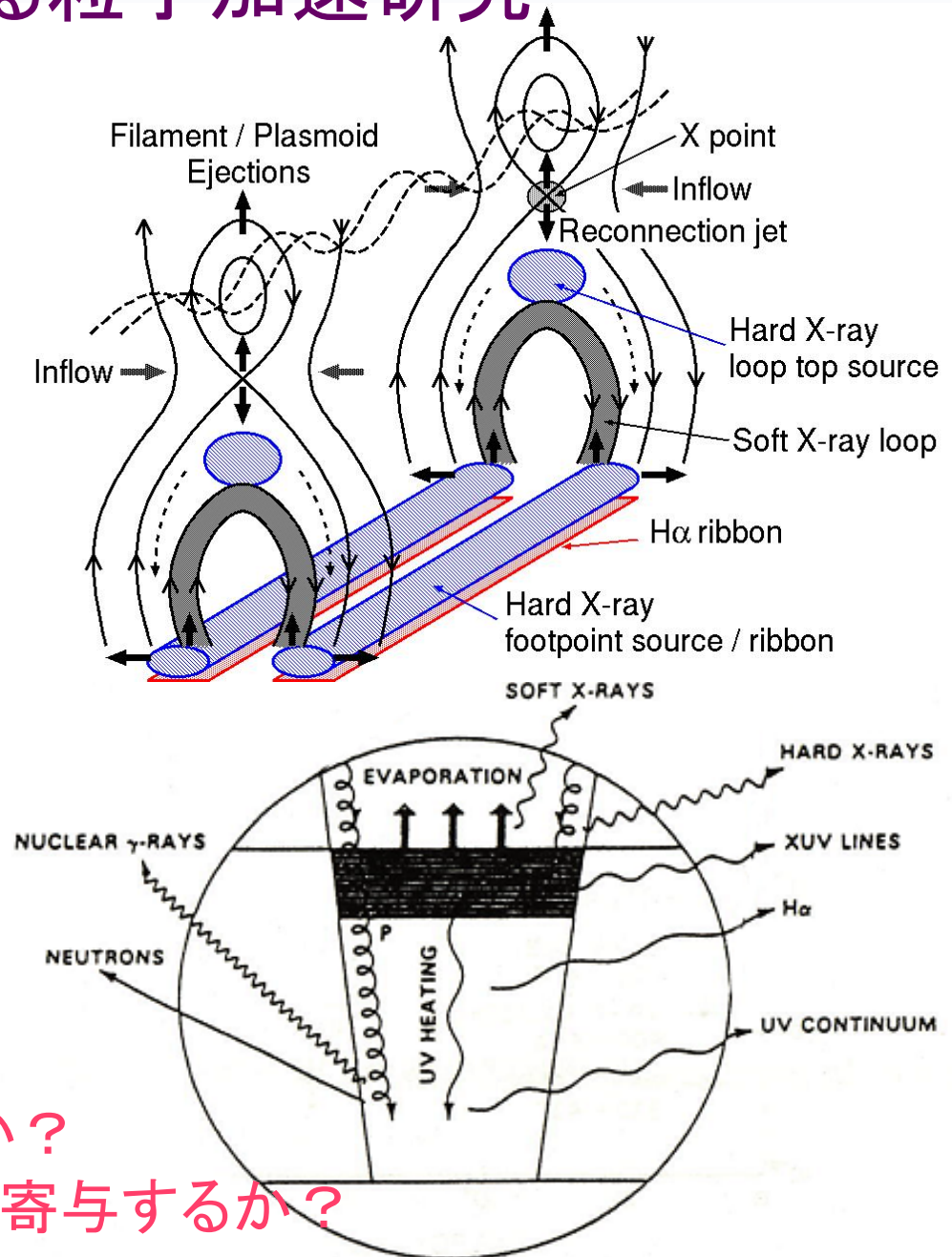
渡邊恭子、清水敏文 (ISAS/JAXA)
増田智 (名古屋大学)
坂尾太郎 (ISAS/JAXA)

太陽における粒子加速研究

太陽フレアによる粒子加速に伴って観測されるもの

- 電子加速
 - 電波: NoRH など
 - 硬X線・ γ 線: RHESSI など
 - 白色光: ひので, SDO/HMI, 地上観測など
- イオン加速
 - 核 γ 線: RHESSI ($<10\text{MeV}$)
Fermi (π^0)
 - 中性子: 太陽中性子望遠鏡
中性子モニター等

⇒ Solar-C の機器でどのような粒子加速現象が観測できるか?
どのような観測が粒子加速に寄与するか?



Solar-Cで観測可能な粒子加速関連現象

粒子加速と関連がある磁気リコネクション起源のMHD現象

加速域自体を観測

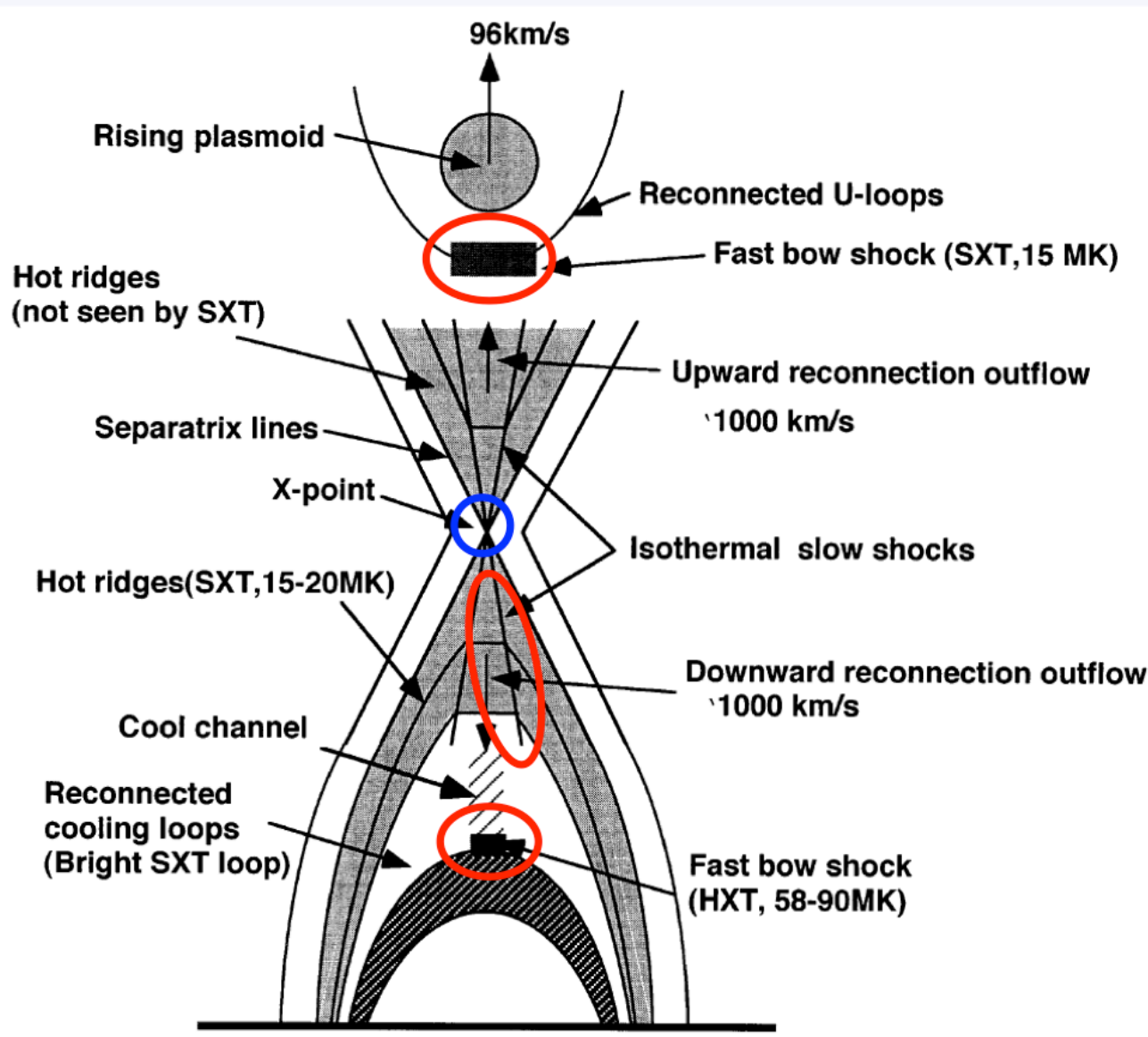
EUVST

加速域付近の電子
密度変化とその運動

XIT-PC

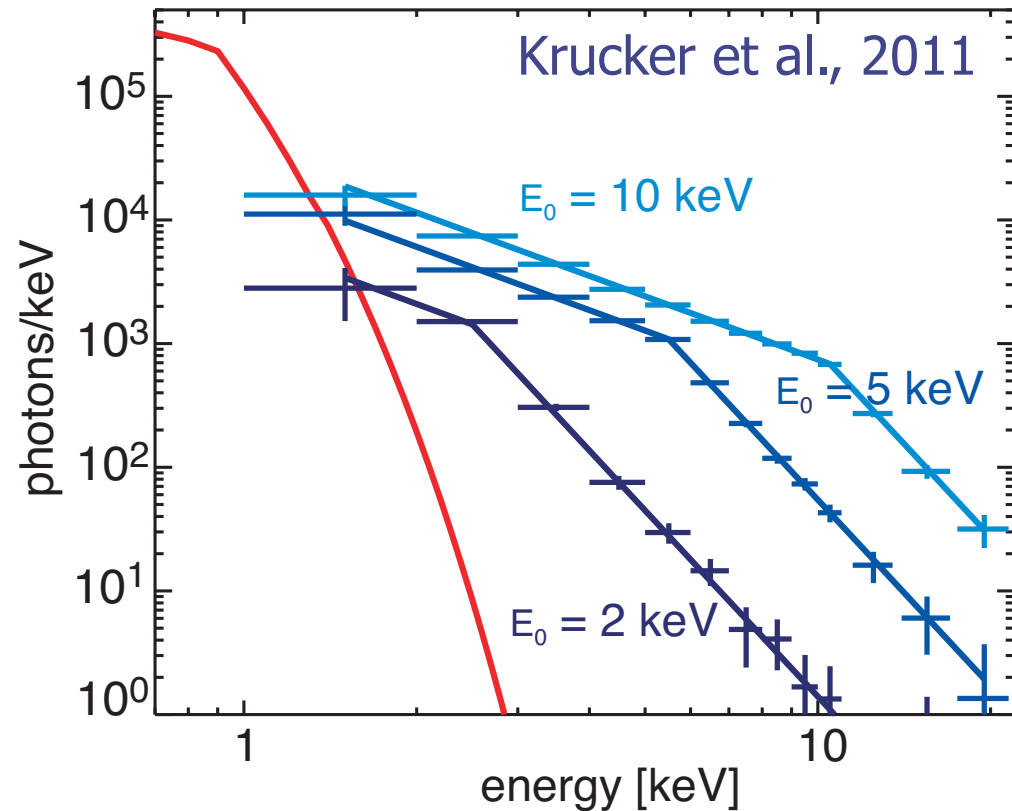
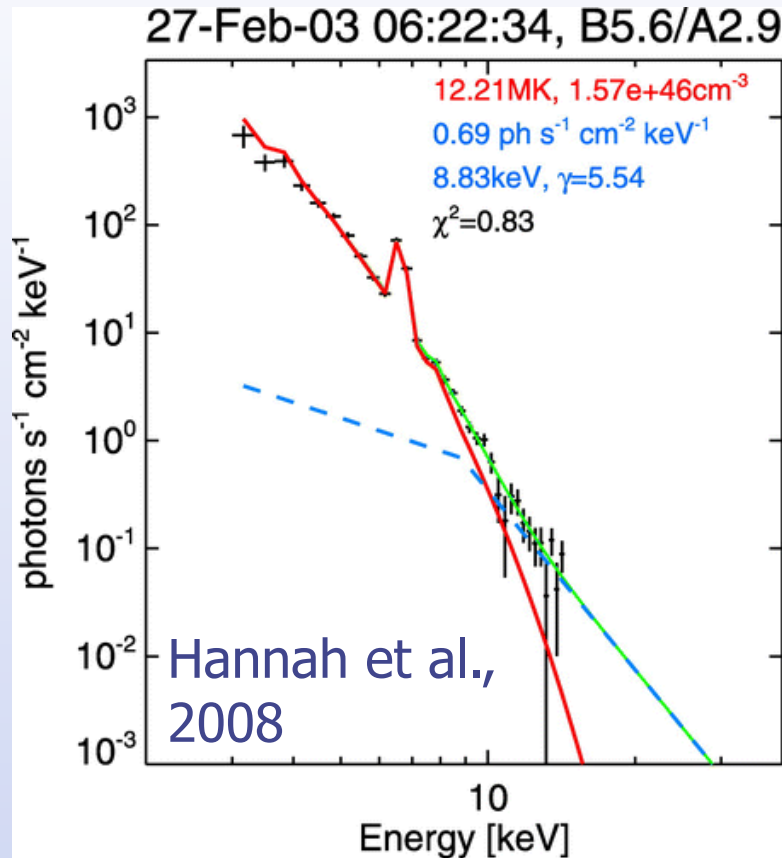
磁気リコネクション起
源のフローやショック

非熱的な放射がどこ
に分布し、その空間
分布やスペクトルの
時間発展を見る



Photon Counting での粒子加速研究

non-thermal と言えど $>20\text{keV} \Rightarrow <10\text{keV}$ で non-thermal

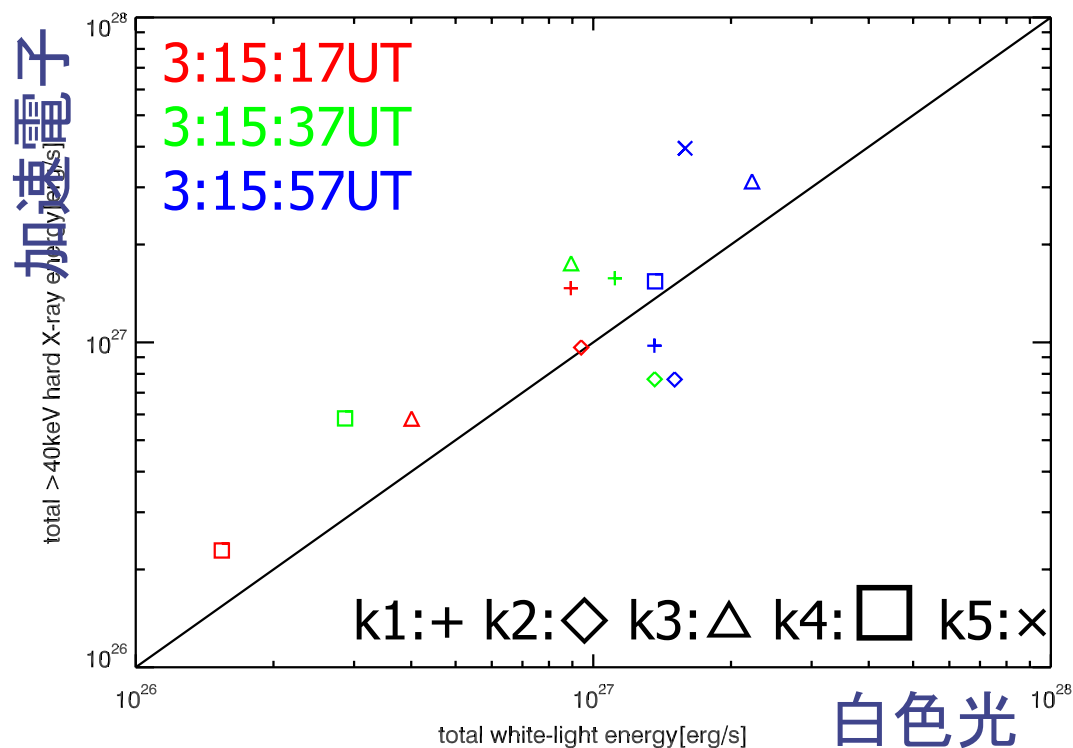
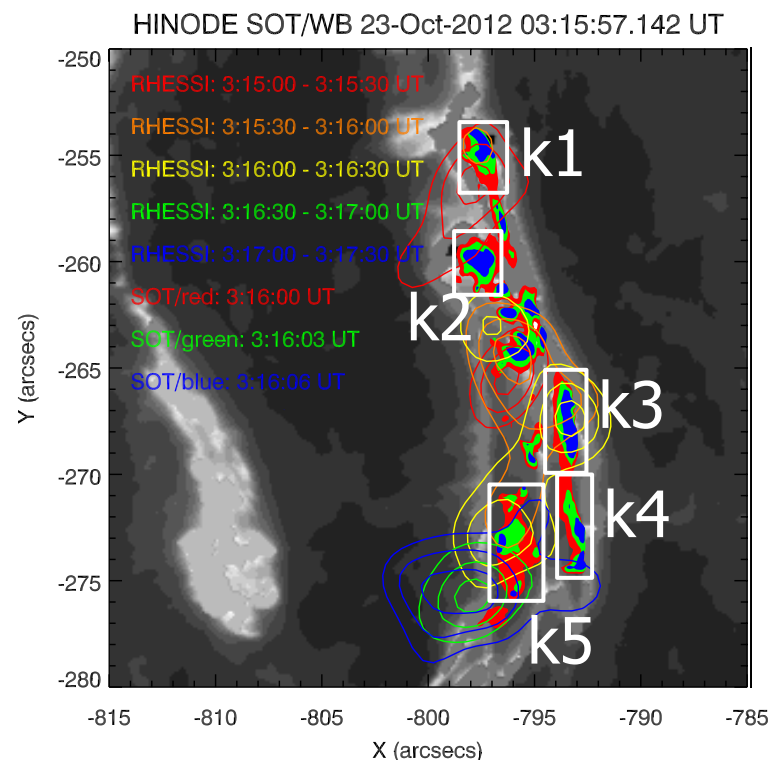


- RHESSI 小規模フレア統計解析: non-thermal energy $>7\text{keV}$
- 静穏領域では、thermal 成分は $<2\text{keV}$ 程度
⇒ フレア初期のスペクトル変化を観測し、加速の進行過程を捉える
- limb フレアでコロナ中の暗いソース (loop-top) を捉える

「ひので」による粒子加速研究から

2012/10/23 白色光フレア

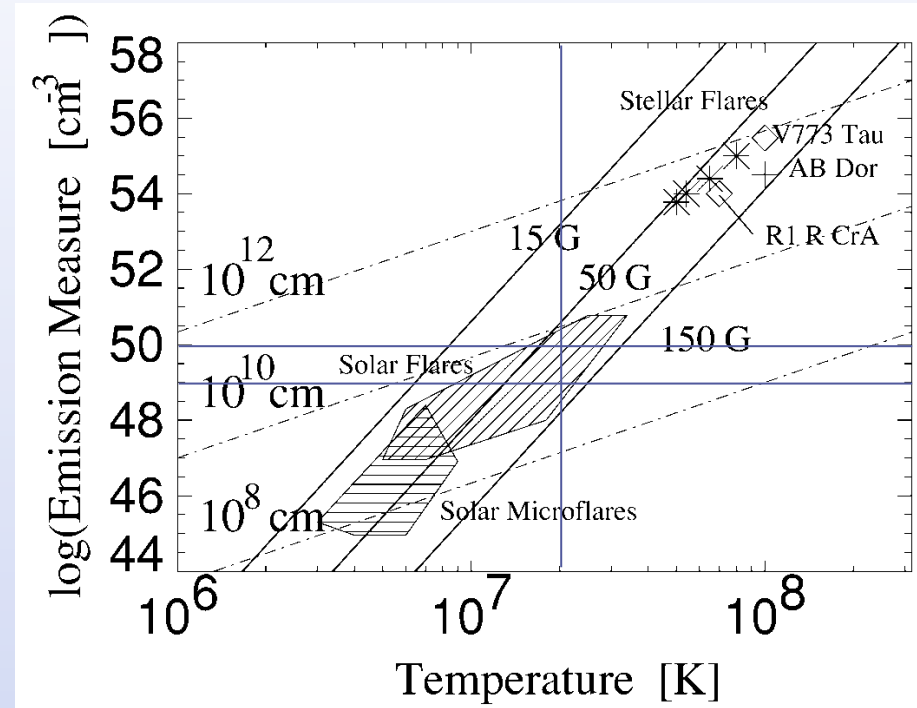
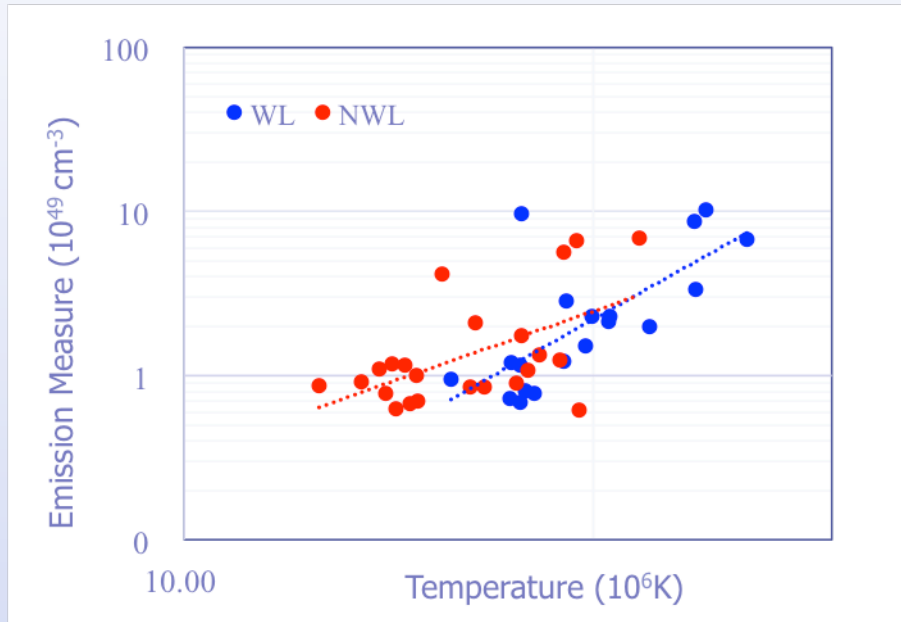
Hinode/SOT red & RHESSI HXR



白色光と硬X線は良い相関 (LC & 場所だけでなく、エネルギー的にも)
⇒ 白色光は硬X線の代わりとしても使える (しかも分解能良し)

SUVITでは高いケーデンスで撮像可能 ⇒ 時間発展が詳しく

「ひので」による粒子加速研究から 白色光フレア統計研究 温度 vs Emission Measure



白色光イベントと非白色光イベント
の温度とEM (n^2V)の関係 (by北川)

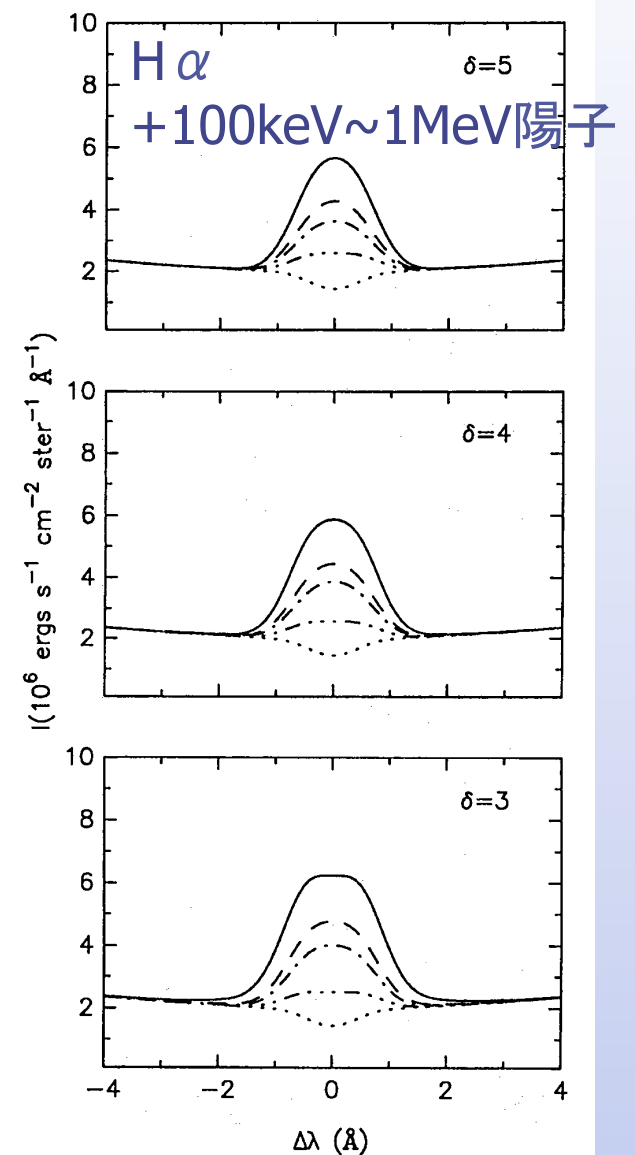
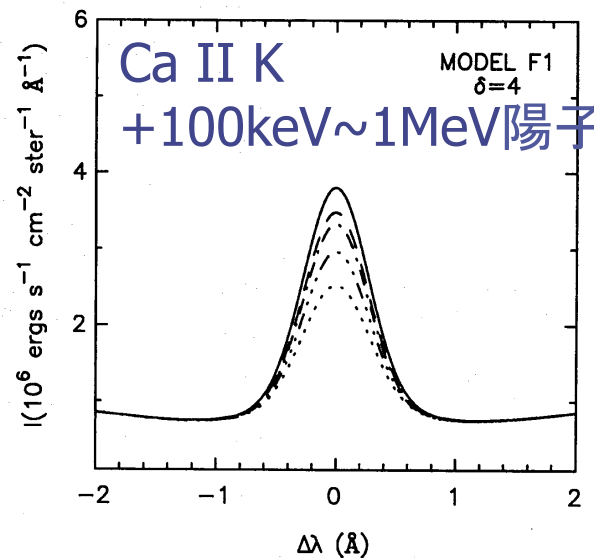
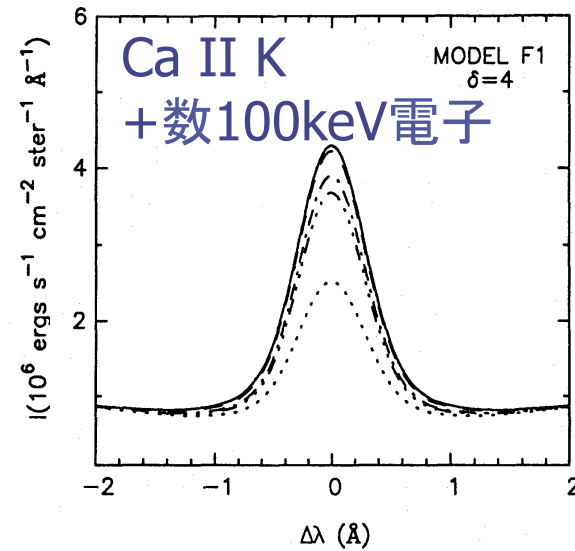
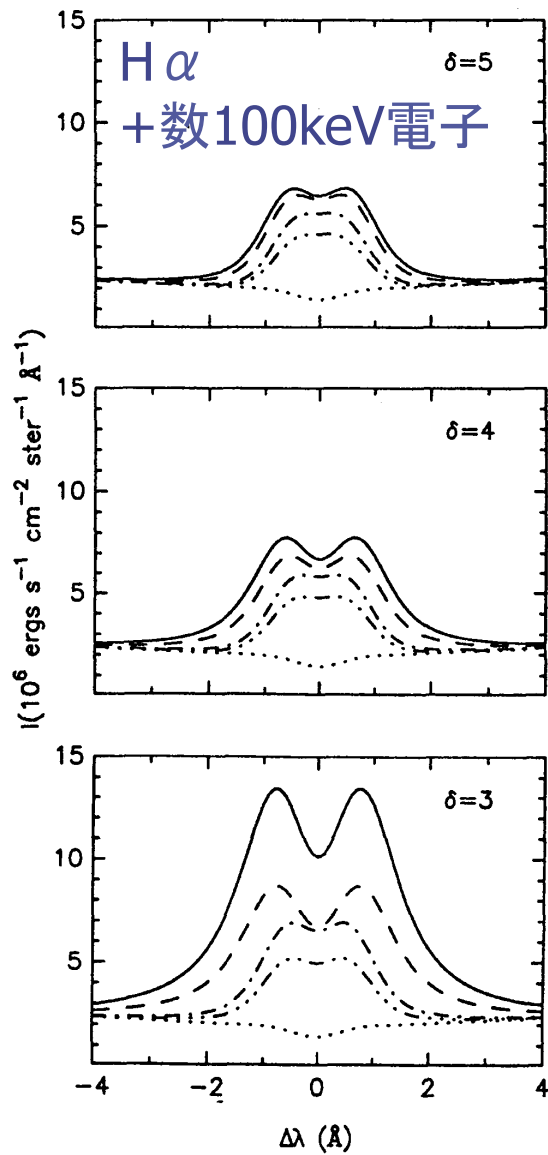
Shibata & Yokoyama 1999

白色光イベントにはコロナ磁場が関連している？

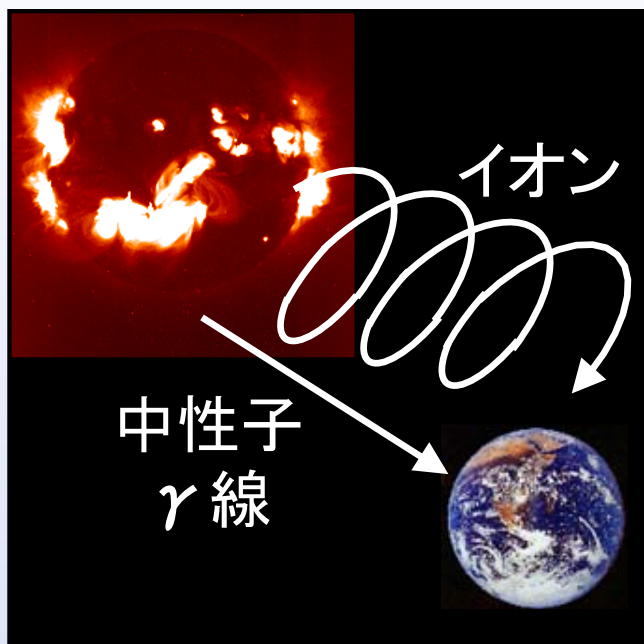
SUVITでは彩層磁場の観測が可能 \Rightarrow 加速域に近い磁場の情報

加速粒子による彩層ラインプロファイル

Fang et al.(1993), Henoux et al.(1993), Fang et al.(2000)

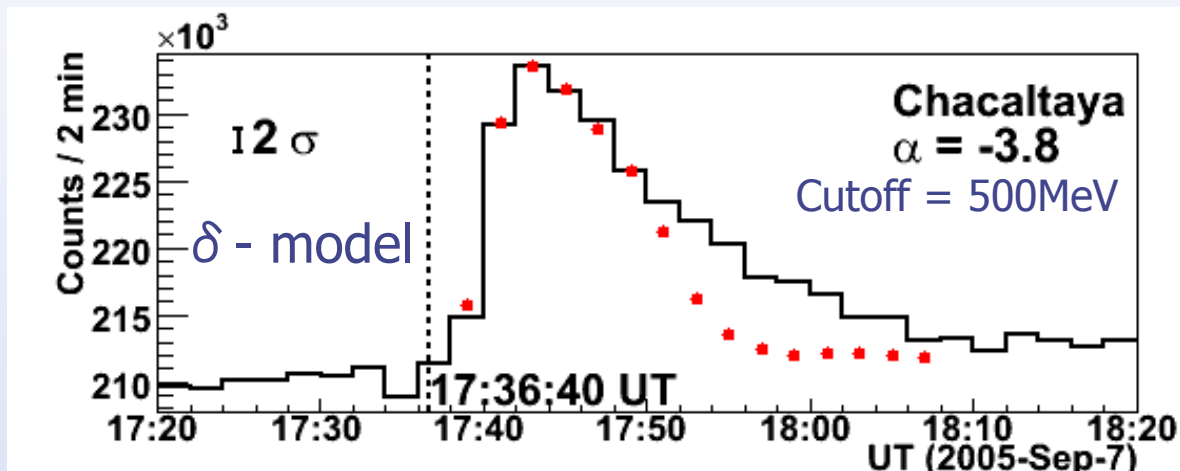


イオン加速 - 太陽中性子観測

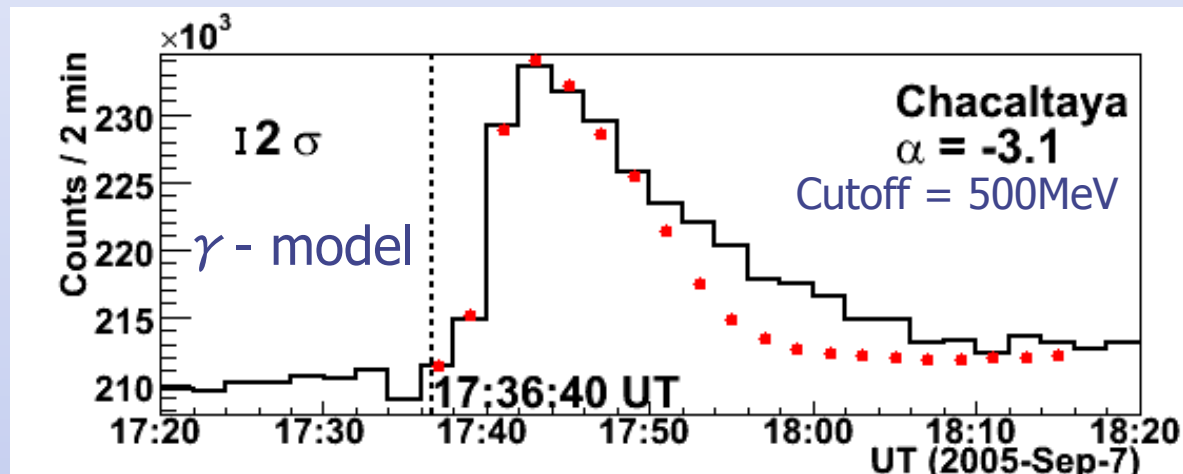
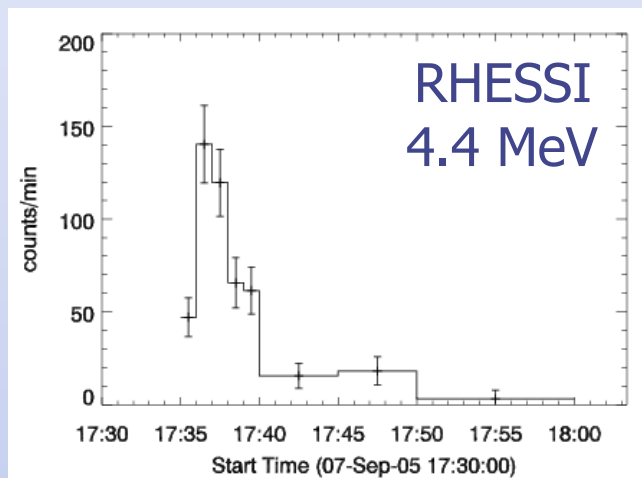


2005/09/07 太陽中性子イベント

- 中性子が δ 関数的に発生していた場合



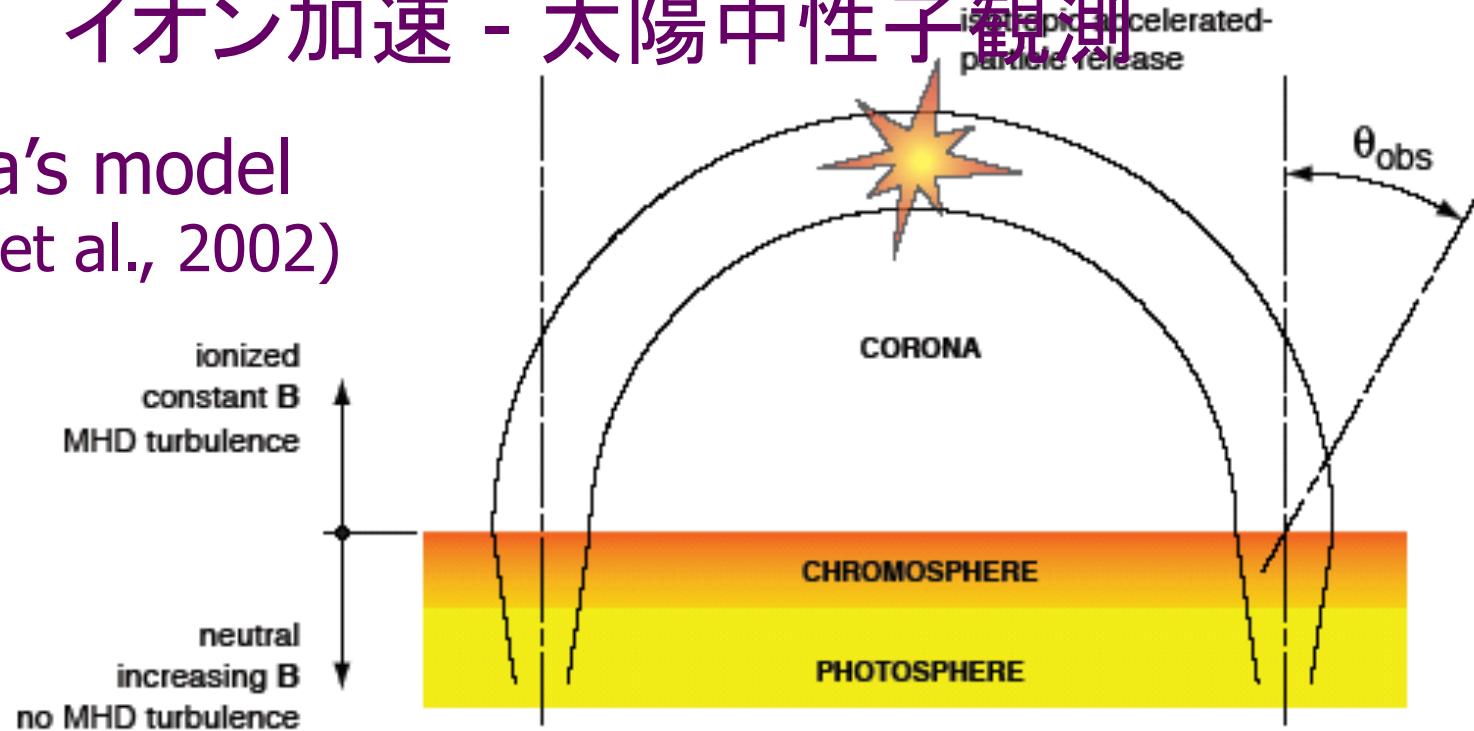
- 中性子が γ 線と同時に発生していた場合



= 中性子生成プロフィール

イオン加速 - 太陽中性子観測

Hua's model
(Hua et al., 2002)



– Acceleration parameters –

- acceleration release time history
- spectrum (power-law spectral index)
- accelerated ion composition

– Physical parameters –

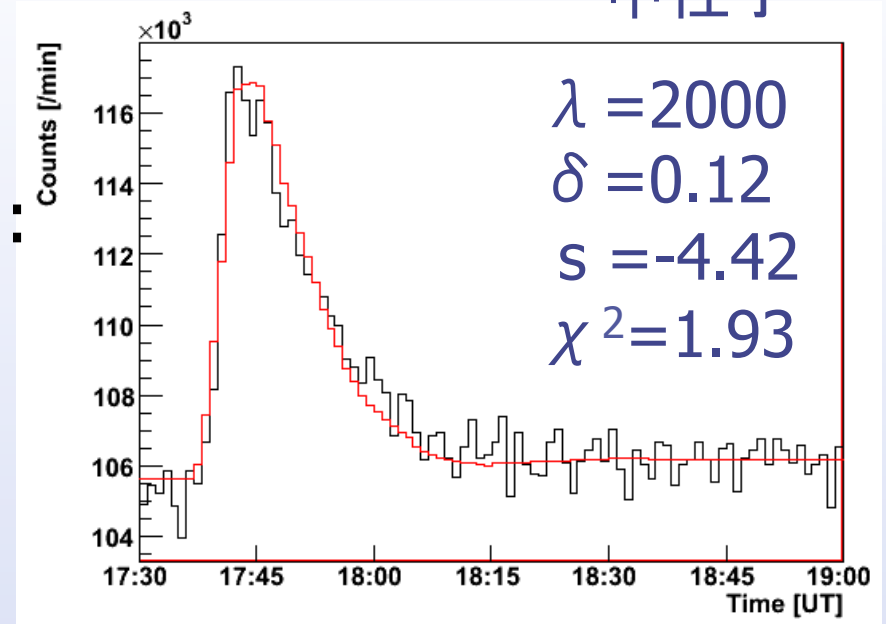
- loop length
- pitch-angle scattering
- magnetic convergence
- ambient composition
- atmospheric model
- flare heliocentric angle

イオン加速 - 太陽中性子観測

中性子

- Acceleration parameters -

- **release time history** : $a_{\text{ion}}(t)$
- **accelerated ion composition** :
impulsive
($\alpha/p=0.5$, ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}=1$)
- **power-law spectral index** : s



- Physical parameters -

- **flare loop length** : $L = 36,800$ km
- **pitch-angle scattering** : $\lambda = 20$ (saturated) ~ 40000 (none)
- **magnetic convergence** : $\delta = 0.0$ (no) ~ 0.45 (strong)

- 彩層磁場が測定できれば、磁場のしまり具合を決定できる 5)



- 加速陽子がどの程度磁場にトラップされていたかが理解

まとめ

Solar-C 搭載各機器から得られる(と思われる) 粒子加速に関する情報

- SUVIT
 - 白色光観測 ⇒ 硬X線放射のプロキシ
 - 彩層磁場観測 ⇒ ・ 加速域の磁場
・ 磁場のしまり具合(太陽中性子生成)
 - ラインプロファイル観測(Ca II K, H α)
⇒ >100keVの加速電子・陽子の情報
- EUVST
 - 加速域付近の電子密度変化とその運動
- XIT-PC
 - 磁気リコネクション起源のフローやショック
 - 加速域における加速電子のスペクトル(~10keV)