

名古屋大学太陽地球環境研究所総合解析部門  
理学研究科素粒子宇宙物理学専攻SSt研

における太陽研究 (続き)

増田 智

研究テーマ: 太陽フレア (太陽面爆発)における**粒子加速**

研究手法: **多波長観測データ**の総合解析  
モデリング・シミュレーション

使用データ: RHESSI衛星、野辺山電波ヘリオグラフ、  
Yohkoh衛星、Hinode衛星、GOES衛星、  
SOHO衛星、光学望遠鏡群、電波スペクトル計など

経歴

1985 - 1989 京大理学部 (宇宙物理学)  
花山天文台 (飛騨天文台)  
黒点磁場強度の測定

1989 - 1994 東大大学院理学系研究科天文学専攻  
国立天文台三鷹、野辺山、宇宙研(相模原)  
太陽フレア (ひのと衛星、ようこう衛星)

学位論文

Hard X-ray Sources and the Primary Energy-Release Site of Solar Flares

1994 - 2002 名古屋大学太陽地球環境研究所 助手

2002 - 現在 名古屋大学太陽地球環境研究所 准教授

**粒子加速**は、宇宙のいたるところで見られる現象

超新星残骸、パルサー、地球放射線帯、  
惑星間空間、木星磁気圏、

太陽フレアにおける粒子加速に関する研究テーマ

- 1 加速場所
- 2 加速タイムスケール
- 3 エネルギースペクトル、エネルギー収支
- 4 **加速機構**
- 5 電子加速 vs イオン加速

太陽における粒子加速研究の難しさ

**In situ(その場)観測データが無い。**  
すべての情報はリモートセンシングで得ることになる。

**電磁波観測から粒子の情報に戻す際にモデルが必要。**  
モデルの精度の問題  
「放射無し = 粒子無し」ではない  
ピッチ角分布の情報を得ることは困難

**粒子の運動する場の情報も直接観測無し。**  
コロナ磁場は光球面磁場から推測  
プラズマ密度・温度の導出も仮定が必要

太陽フレアにおける粒子加速研究の有利な点

**現象の起きているシステムの全体像を把握できる**

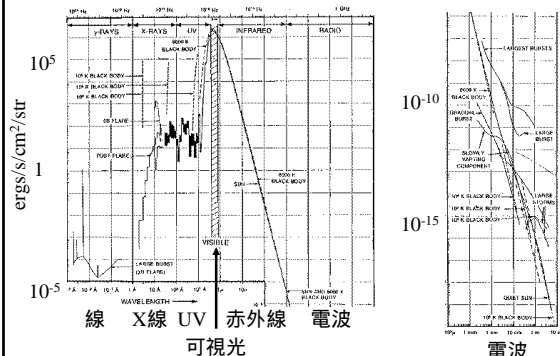
空間スケールやトポロジー  
時間変動と空間変動を同時に観測可能  
エネルギー収支の考察が可能  
(熱 / 加速粒子 / 運動エネルギー)

ただし、全体像を把握するには、さまざまな波長での観測が必要。

**多波長観測 (電波、可視光、紫外線、軟X線、硬X線、線)**

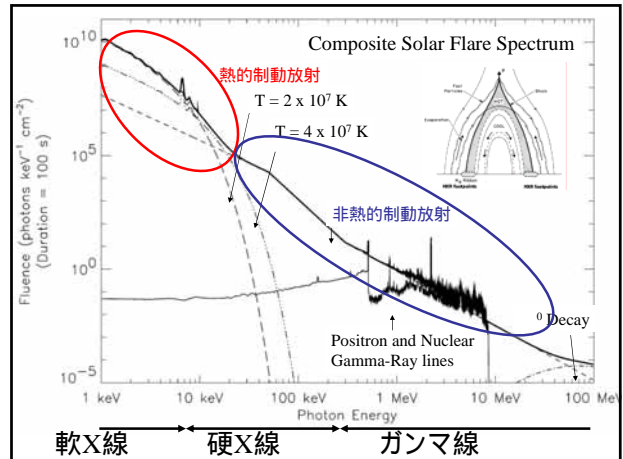
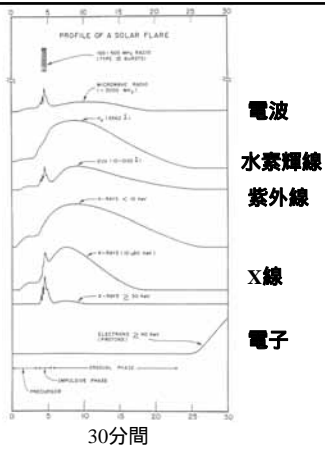
逆に、太陽フレアのモデルには、すべての波長での観測結果を同時に説明可能であることが要求される。

太陽からの電磁波放射



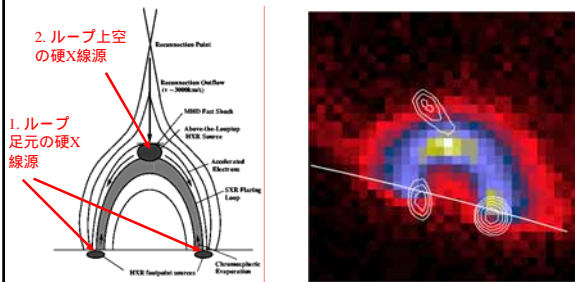
## フレアの性質

- さまざまな波長の電磁波で増光
- 継続時間  
数分から数時間
- 温度  
1千万度以上
- エネルギー  
 $10^{27}$ - $10^{33}$  ergs



## 硬X線 (10 - 数百keV)

加速された非熱的電子(高エネルギー電子)がまわりのイオンと衝突する(軌道を曲げられる)際に、制動放射で放射される。



## 1. ループ足元の硬X線源

加速された電子がエネルギーを失う場所。

加速場所から直接降り込む電子 & 磁気ミラーを経て降り込む電子。

コロナ中の密度は小さいので、高エネルギー電子の平均自由行程は長い。

## 2. ループ上空の硬X線源

ループの上空に存在する。

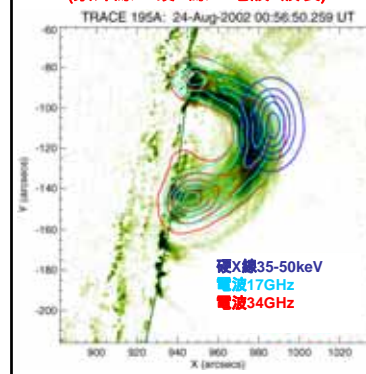
ループの外でエネルギー解放が起きている。  
おそらく磁気リコネクション

小型フレアでも大型フレアと同じエネルギー解放機構？

問題点:

コロナ中で硬X線を放射するのは、ひじょうに困難。  
高エネルギー電子が制動放射するだけのじゅうぶんなプラズマ密度が無い。

## 太陽フレアの多波長観測の例 (紫外線 + 硬X線 + 電波2波長)



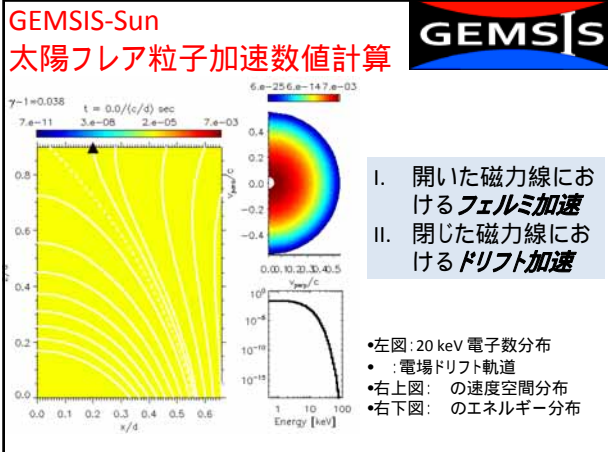
## 研究テーマ

(1) 太陽フレアにおける高エネルギー電子生成・輸送・消滅過程の研究(データ解析、モデリング)

(2) 微小電波バースト(微弱粒子加速)に対応するコロナ中の微小エネルギー解放現象の探索

## 将来計画

Solar-C衛星 (2010年代)  
FOXSIロケット (2010年)  
(Solar Orbiter ?年)



**名古屋大学**  
グローバルCOEプログラム「宇宙基礎原理の探求」

**全スケールの宇宙教育研究を行う拠点を形成**

- 宇宙と素粒子を結ぶ中間スケールの太陽地球を加える
  - 直接(「その場」)測定できる太陽・地球周りの現象
  - 広範なスケール・多様な現象の普遍的素過程の理解
- 宇宙・素粒子・太陽地球を学ぶ名古屋大学生全員に、必須となる相互の基礎的知識を種々付ける

太陽地球環境研(太陽研)を加え、「宇宙・素粒子・太陽地球」の連携で拠点を形成

40桁にまたがるスケールの階層: ミクロからマクロへ

多様な現象      極端な環境

主に博士後期過程

COE「宇宙基礎原理の探求」における大学院生の支援

**金銭的支援:** RAとして雇用  
(授業料+ を全員に、優秀な学生にはもっと)

**研究面の支援:** 物理学MINIMA  
分野横断セミナー  
ものづくりセミナー  
英語教育  
学内留学  
若手研究費  
海外への派遣 (国際会議での発表など)  
国際スクール (著名な研究者の招聘)  
論文投稿料  
副指導教員  
キャリアパス

