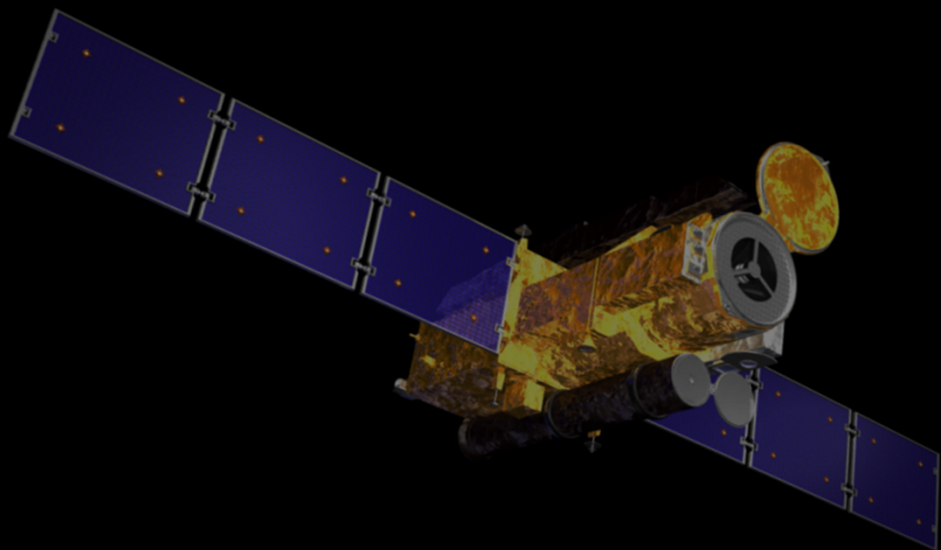


シンポジウム  
「スペース太陽物理学の将来展望」  
2014/10/20-21 @ISAS

# フレア観測の現状と Solar-Cへの課題



伴場由美

\*\*\*フレア検討チーム\*\*\*

清水敏文、渡辺恭子、浅井歩、  
鳥海森、草野完也、塩田大幸

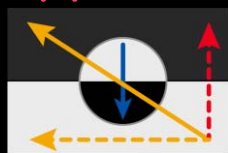
## \*\*\* 検討内容 \*\*\*

- Solar-Cでフレアトリガ研究を  
発展させるためにはどうしたらいいか??
  - 科学的見地からの観測要求の検討
  - 運用体制に対する検討

# (観測的)フレアトリガ研究の現状

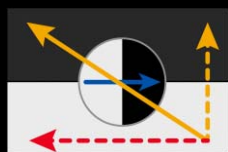
- Kusano et al. [2012]: 統一的なフレアトリガモデルの提案
  - large scale ( $>$  数10Mm) におけるエネルギー蓄積と small scale ( $<$  数Mm) の擾乱の相互作用によってフレアが発生。
  - シンプルな2つのパラメータを用いてフレア発生条件を提示  
活動領域の大局的磁場のシア角:  $\theta$   
小規模磁束(トリガ磁束)の方位角:  $\varphi$
  - 以下の幾何学的構造を満たすとき、フレアをトリガすることができる。

## ○ Opposite Polarity (OP) Type:

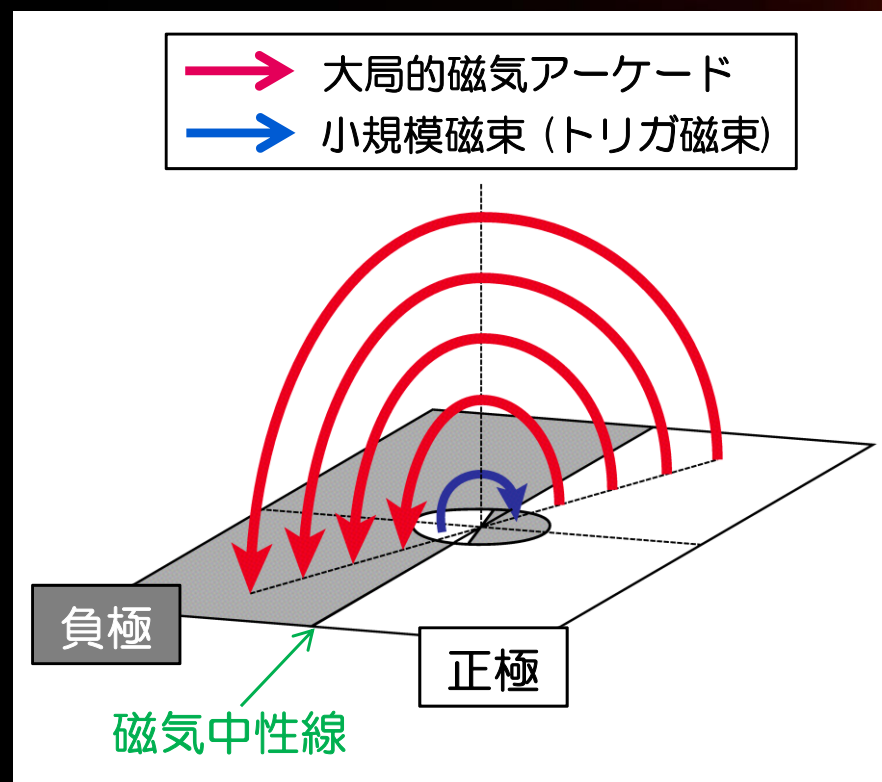


トリガ磁束の極性が大局的な極性と逆。

## ○ Reversed Shear (RS) Type:

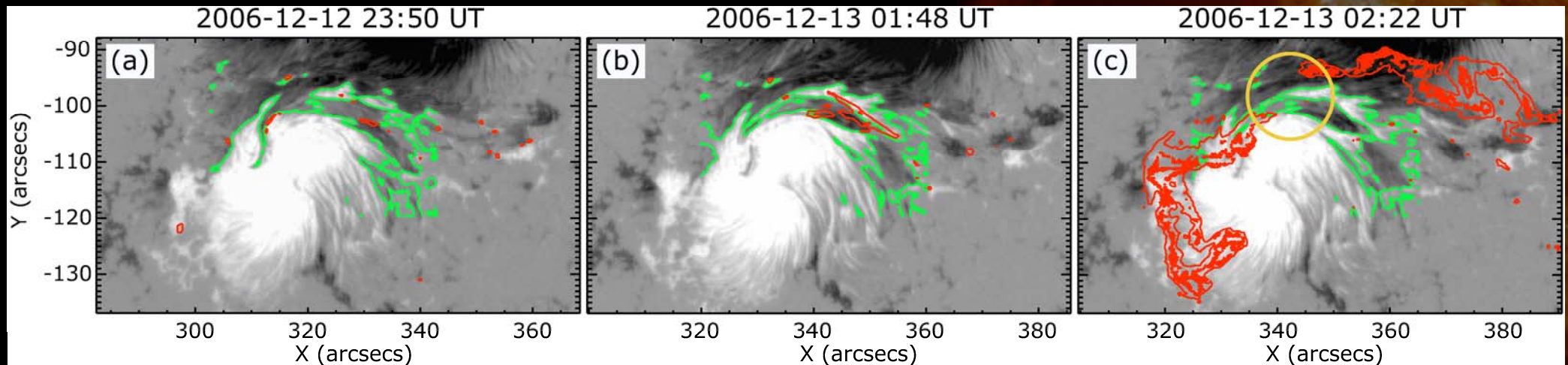


トリガ磁束の磁気シアが大局的なシアと逆。

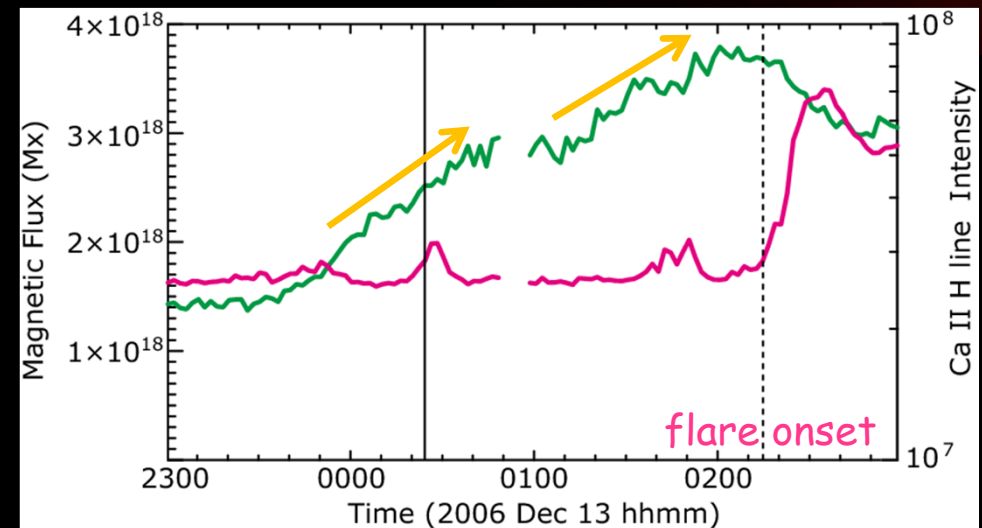


○ ひのでの観測でどこまで分かってきたのか：

© Bamba et al. [2013]



- 複数の大規模フレアの発生前に見られる磁場構造や彩層における発光の特徴がKusanoモデルと一致し、OPまたはRS-typeに分類可能。
- Kusanoモデルで提案されるパラメータ以外にも、フレア発生のタイミングを決める別の物理量が存在する可能性。 (磁束量??)
- トリガ構造の大きさ、フレア前の彩層における断続的な発光の継続時間は、イベントごとに異なる。 (活動領域の大局的磁場構造に依存??)





# 科学的見地からの観測要求の検討

## ○ フレアトリガ研究のための観測要求

### ● 光球面磁場の構造変化：

- トリガ磁場の特定・形成過程の観測
- シア角  $\theta$ , 方位角  $\varphi$  の測定

- 磁束量変化などがフレア発生に及ぼす影響の考察

→ high cadence LOS & vector magnetogram

Filtergraph : cadence < 5 min.

Spectrograph : cadence < 15 min.

Spatial resolution ~ 0.3" (~ 210 km)

数Mmのトリガ構造をとらえるには十分

### ● 彩層~低層コロナの発光：

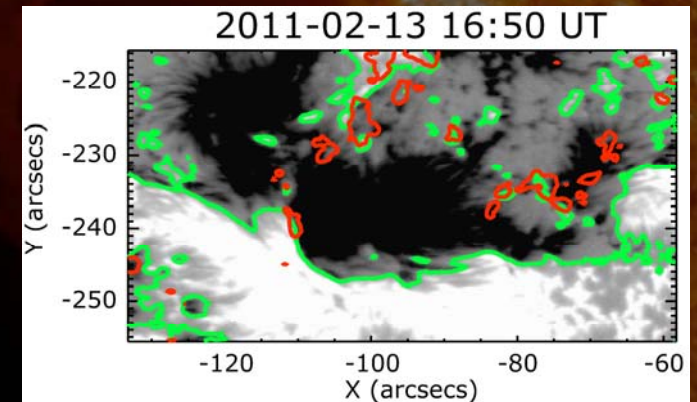
- トリガ磁場と活動領域磁場とのリコネクションによる各高度でのダイナミクスの観測

- high cadence & multiple wavelength filtergram

cadence < 1 min.

spatial resolution ~ 0.2" (~ 140 km)

数百kmの発光をとらえるには十分



# ○ Solar-C 現行計画値に対するコメント

## SUVIT

Measure both photospheric vector field and chromospheric fields repeatedly for active regions and evaluate how the magnetic energy is injected and stored quantitatively.

| SP-IFU                     |                | Filtergraph |                         |
|----------------------------|----------------|-------------|-------------------------|
| Mode                       | Mosaic normal  | BFI         | Call                    |
| $\lambda$                  | HeI1083        |             | Continuum               |
| Sampling                   | 0.28"×0.18"    | NFI         | FeI525 IQUV 5 $\lambda$ |
| Cadence                    | 1800s (6s/pos) |             | H $\alpha$ 1 $\lambda$  |
| FOV                        | 143"×184"      | Sampling    | 0.09"                   |
|                            |                | Cadence     | 30s (BFI Call)          |
|                            |                |             | 180s (others)           |
|                            |                | FOV         | 184"×184"               |
| © Solar-C Mission Proposal |                |             |                         |

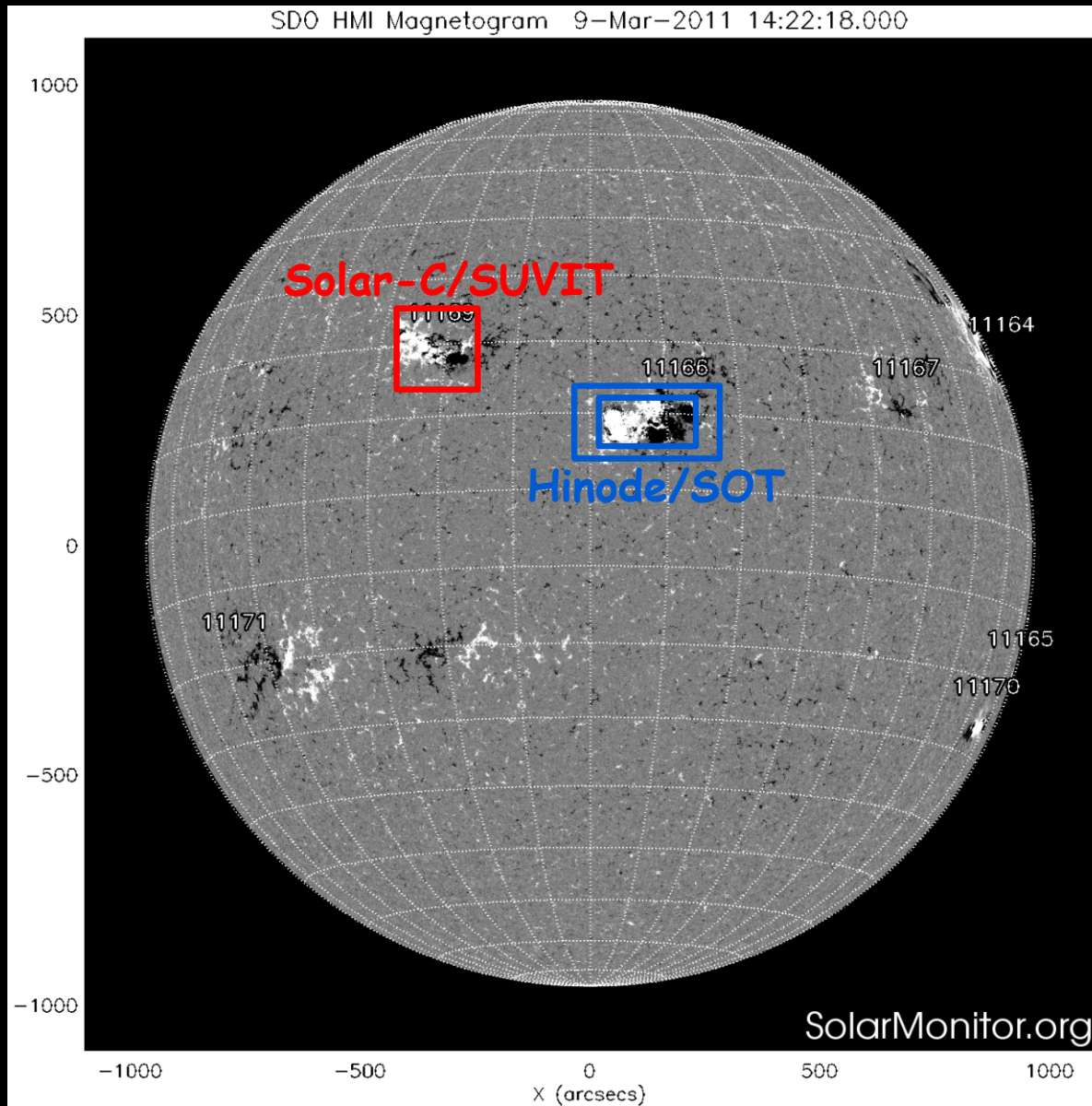
### \*\*\* FG \*\*\*

- cadence  
Ca 30 sec.  
H $\alpha$  3 min. → 30 sec.  
Fe 3 min.
- spatial resolution  
BFI ~ 0.2"  
NFI ~ 0.3"
- FOV  
184"×184" → 350"×200"

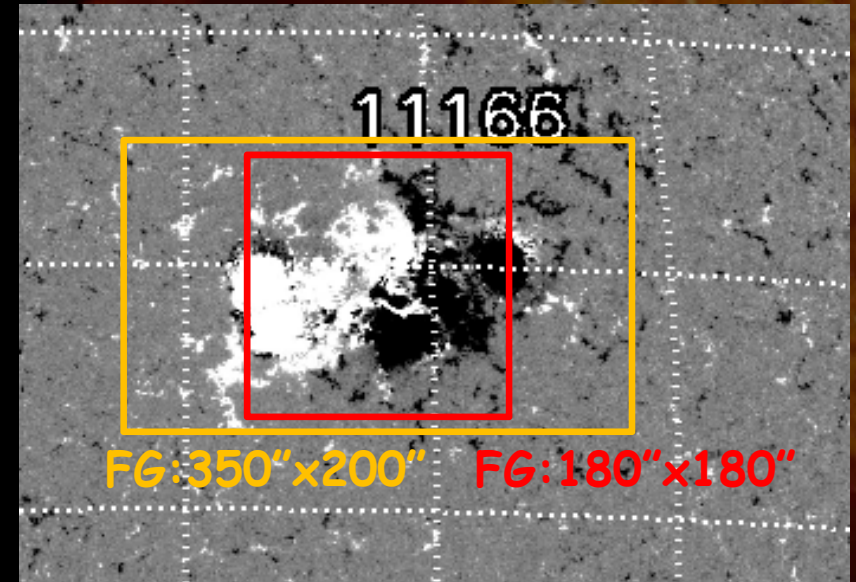
### \*\*\* SP-IFU \*\*\*

- cadence (scan time)  
30 min. → 10 min
- spatial resolution  
~ 0.18"
- FOV  
143"×184" → 200"×184"

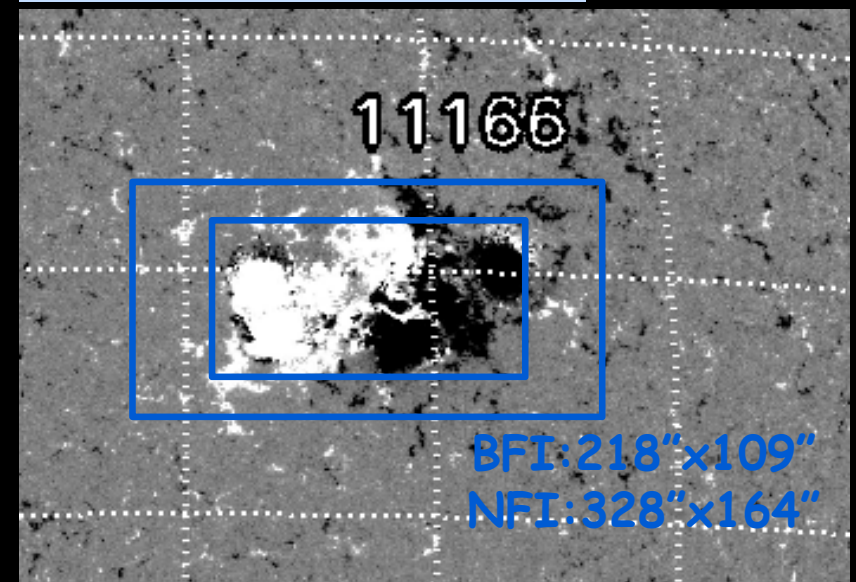
- SP, FGともに活動領域1つ分程度のFOVを確保



## Solar-C/SUVIT



## Hinode/SOT



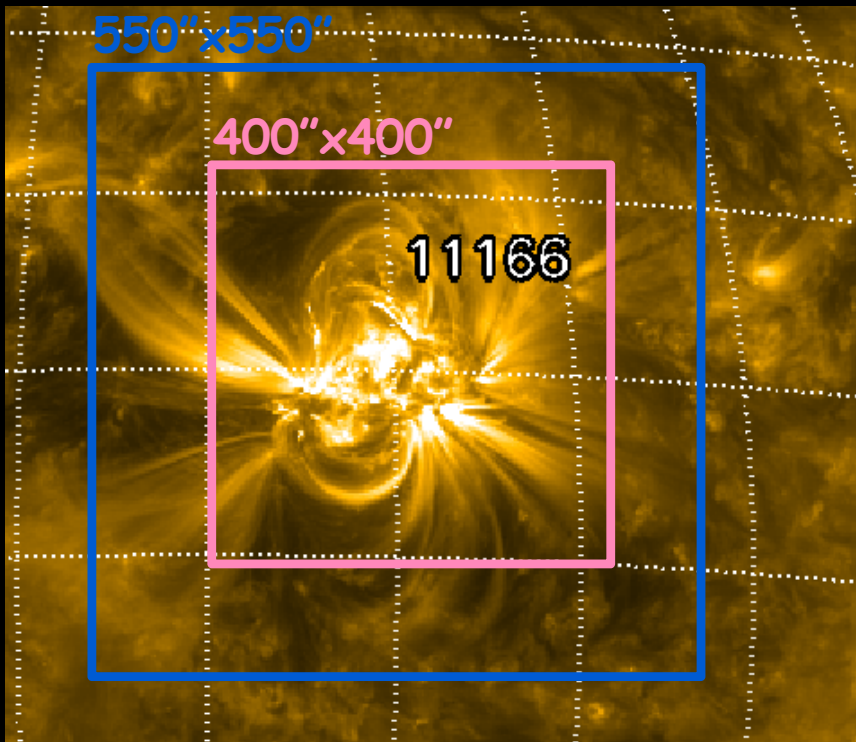


# XIT

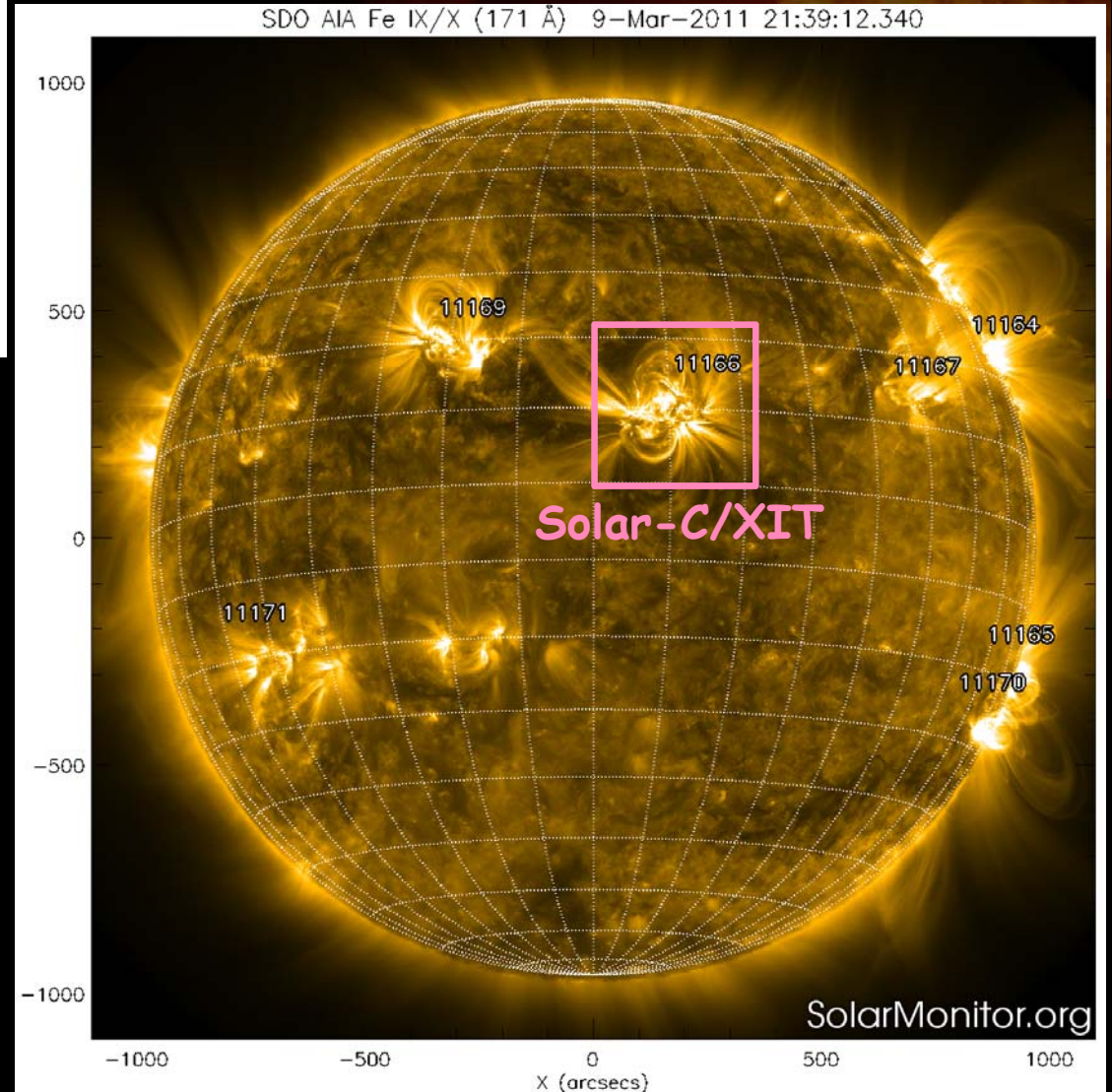
Identify tiny heating events as a signature of destabilization

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| $\lambda$ | 0.05MK(304Å)            |
|           | 0.8MK(171Å)             |
|           | 6.3MK(94Å)              |
| Sampling  | 0.2"                    |
| Cadence   | 10s (171,304Å),20s(94Å) |
| FOV       | 400"x400"               |

© Solar-C Mission Proposal



- FOV  
400"x400" → 550"x550"  
eruptionとflareの時間関係の検証





# ひのでのフレア観測の現状とSolar-Cへの課題

## ○ 2014年に発生したXクラスフレアの観測状況

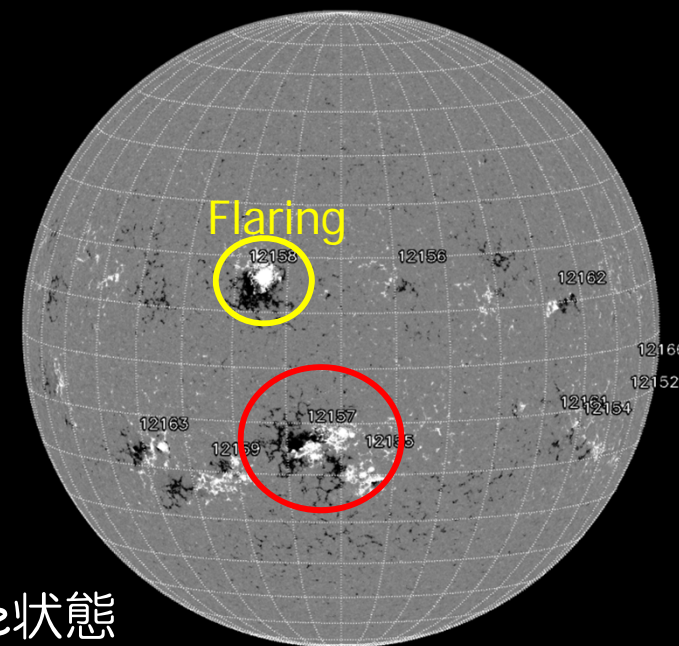
| No. | Flare start      | GOES | Location                 | FG | SP | XRT | EIS | Remarks                               |
|-----|------------------|------|--------------------------|----|----|-----|-----|---------------------------------------|
| 1   | 2014/01/07 18:04 | X1.2 | <b>S15W11</b><br>(11944) | 60 | 2  | 0   | 0   | Track AR11944<br>HOP130 & 81          |
| 2   | 2014/02/25 00:39 | X4.9 | S12E82<br>(11990)        | 0  | 0  | 0   | 0   | IHOP249<br>@S-pole                    |
| 3   | 2014/03/29 17:35 | X1.0 | <b>N11W32</b><br>(12017) | 37 | 2  | 176 | 10  | Track AR12017<br>HOP251<br>Flare mode |
| 4   | 2014/04/25 00:17 | X1.3 | S14W89<br>(12046)        | 0  | 0  | 169 | 0   | Track AR12042<br>XRT trig             |
| 5   | 2014/06/10 11:36 | X2.2 | S15E80<br>(12087)        | 0  | 0  | 0   | 0   | Track AR12080                         |
| 6   | 2014/06/10 12:36 | X1.5 | S17E82<br>(12087)        | 0  | 0  | 0   | 0   | Track AR12080                         |
| 7   | 2014/06/11 08:59 | X1.0 | S18E65<br>(12087)        | 0  | 0  | 0   | 0   | Track AR12080                         |
| 8   | 2014/09/10 17:21 | X1.6 | <b>N14E02</b><br>(12158) | 0  | 0  | 0   | 0   | HOP81@Spole<br>Track AR12157          |

○ 9/10 17:21 UT X1.6 @AR12158 の例 :

9/8 23:12 UT M4.6 @AR12158

9/9 14:29 UT Major Flare Watch

- 該当timelineでは以下の観測を実施  
HOP 206 N-pole  
HOP 081 S-pole  
IHOP 257 @AR12157, 12158
- HOP以外の時間帯はAR 12157にpointing  
しかしHOP用にテレメを確保するためにSOTはidle状態
- 2011/02 AR11158, 2012/03 AR11429  
偶々HOPが無く数日間に渡りAR trackingできたことで  
比較均質な大規模フレアのデータを取得できた。



○ Solar-Cでのフレア観測の課題 :

- 十分なテレメトリ量の確保 → Xバンド健在時のひのでの  
テレメ量の16倍程度になる予定 (~86GB)
- HOPとフレア観測との兼合い  
→ 個々のHOPのフレア観測に対する優先度の明確化  
HOP過多にならないようにSSCで提案内容を精査
- 均質なデータの取得 → AR tracking時の同一プログラム使用を徹底
- 活動領域の長時間連続観測 → フレア観測集中期設定