

太陽観測衛星「ひので」による太陽フレア観測の現状

渡邊恭子 (ISAS/JAXA; watanabe.kyoko@isas.jaxa.jp) および ひのでチーム

太陽観測衛星「ひので」は現在、第24太陽活動期における太陽フレアの観測を数多く行っている。
ひので衛星による太陽フレア観測は、衛星の視野などの条件によって限られてはいるが、ひので衛星が実際に観測した太陽フレアの情報は「ひのでフレアカタログ」としてまとめられ、Web に公開されている。また毎月、新しく発生したフレアの情報も随時更新している。
「ひので」の観測開始 (2006年10月) から現在 (2012年12月) までに「ひので」搭載機器 (SOT・XRT・EIS) が観測した太陽フレアについて調べたところ、発生した太陽フレアのうち半数以上のフレアがX線望遠鏡 (XRT) で観測されていた。また最近、太陽活動の極大期にあたるため、Xクラスなどの規模の大きな太陽フレアの観測例も増えてきている。
今回は、この「ひので」による太陽フレア観測の現状を報告する。

ひのでフレアカタログ

ひので衛星の観測視野は、右図のように限られているため、太陽表面上に多数発生した活動領域を同時に観測することはできない。したがって太陽フレア発生時に「ひので」が観測を行っていたとしても、その各機器の視野内に太陽フレア現象が入っていたかどうかは定かでない。そこでLMSALの太陽フレアリストを用いてフレア発生場所を特定し、「ひので」が観測した太陽フレア (フレア発生時に観測 & 活動領域が機器視野内) をリストアップした。その観測情報と観測イメージなどをまとめたものが「ひのでフレアカタログ」である。このカタログには太陽フレア時に「ひので」各機器で取得されたイメージの枚数の情報 (例: 表3) の他に、RHESSI衛星で観測されたX線の情報と野辺山電波ヘリオグラフの観測情報も掲載している。

「ひので」による太陽フレア観測

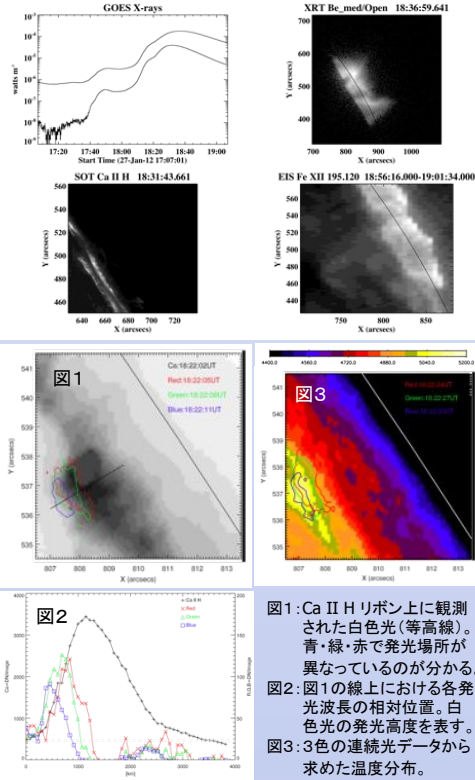
表1に「ひのでフレアカタログ」から得られた「ひので」で観測された太陽フレアの一覧を示す。「ひので」の運用中に発生した太陽フレアの数には現在までに7500を越えている。そのうち、XRTは視野が大きく太陽全面をカバーできるため観測率が高く、全体を通して約50%以上の太陽フレアを観測している。可視光磁場望遠鏡 (SOT) は一番視野が狭いため、その半数程度の約22%、そして極端紫外線撮像分光装置 (EIS) はその撮像方法のため観測数は少ないが、約13%程度は観測できている。2008年は発生した太陽フレアの数自体が少ないために観測率も悪いが、2010年後半からはXRTの太陽フレア検出機能を用いたフレア観測モードでの観測を行ってため、安定した観測数が維持されている。また、太陽フレアを多く発生する活動領域が太陽表面上に現れた場合 (Major Flare Watch 発令時など) は、その活動領域をトラックし続け、太陽フレア観測に特化した観測を実施するようにしており、これからの太陽フレア検出率の向上にも努めている。

表2には大きな規模の太陽フレア (X または Mクラス) の観測率を示している。MクラスのみではXRTとSOTでその観測率は全フレアに対するものとほぼ同等であるが、EISの観測率は少々良い。またXクラスに限ると観測率は3機器ともかなり良くなっている。これは、大きなフレアに対してXRTの太陽フレア検出機能がよく働いているためと考えられる。

表3には「ひので」が観測したXクラスフレアの一覧を示した。2010年までは2006年12月に発生した3例のXクラスフレアしか大規模フレアは観測されていなかったが、2011年以降は毎年5例以上のXクラスフレアを観測しており、その観測数が増えてきた。また、3機器同時にフレアデータを取得できているイベント (赤字) も増えてきており、データのそろった paper productive なイベントが数多く観測されている。

最近のひので衛星による太陽フレアの観測例

2012 Jan 27 X1.7 flare



2012年最初に観測されたXクラスフレアで、発生場所が W85 とかなり太陽の縁に近いところで発生したリムフレアであった。したがって、コロナ上空に伸びたフレアループの物理量など、disk flare では観測できない高さ方向の情報が得られる貴重なイベントであった。

このイベントでは、EISではまだXRTの太陽フレア検出機能を使用していなかったにもかかわらず、フレアピーク時辺りからEISでも観測が行われていた。SOTとXRTはフレア観測モードに移行し、大量のデータを取得することに成功した。このうちSOTでは、特に大規模フレアで観測される白色光フレアの観測を目的として、フレアモード観測において可視連続光 (青・緑・赤) の観測を行っているが、このフレアにおいても白色光の増光が観測された。観測された白色光は青・緑・赤の3色で発生場所が一致しておらず、それぞれ場所が数秒角ほどずれていた (図1)。このような場所のずれはdisk flare では観測されていないため、これは発生場所の高さ方向の違いを示していると考えられる。

図2に図1の線上における各波長の相対位置を示した。この位置の違いは、高さ方向の違いと読み替えることができる。よって、可視連続光の中でも赤は光球の中でも比較的高い空で、また青は深いところで発生していると考えられる。

可視連続光の観測は3色を用いて行っているため、これらを用いて黒体放射を仮定することにより、温度を求めることができる。その温度分布を示したものが図3である。白色光が観測されているところは高温 (~5000K) であるが、その中でも青の発生場所 (光球下層) における温度が高く分布を表していると考えられ、より下層が加熱されていると考えられる。

表1: Summary of Hinode Flare Observation

	XRT	SOT (FG)	EIS	Total event #
2006 (10/25~)	160 (37.0%)	171 (39.6%)	68 (15.7%)	432
2007	443 (62.1%)	267 (37.4%)	209 (29.3%)	713
2008	24 (17.9%)	8 (6.0%)	7 (5.2%)	134
2009	125 (39.1%)	83 (25.9%)	65 (20.3%)	320
2010	690 (55.3%)	264 (21.2%)	125 (10.0%)	1248
2011	1269 (53.1%)	464 (19.4%)	276 (11.6%)	2389
2012	1202 (51.6%)	428 (18.4%)	272 (11.7%)	2330
total	3913 (51.7%)	1685 (22.3%)	1022 (13.5%)	7566

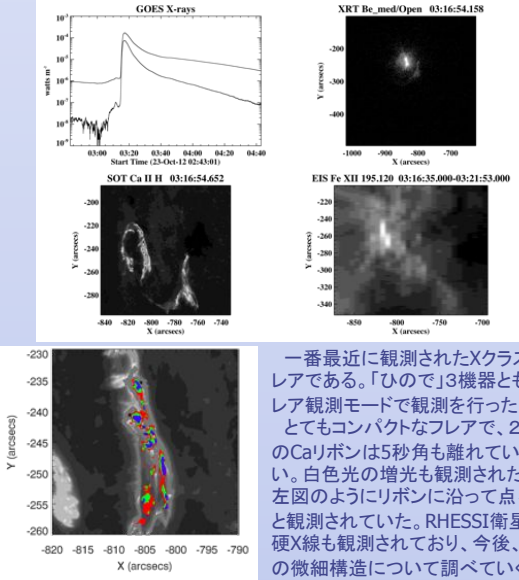
表2: X- & M-class (2006 Oct 25 – 2012 Dec 31)

GOES class	XRT	SOT (FG)	EIS	Total event #
X	14 (73.7%)	10 (52.6%)	7 (36.8%)	19
M	150 (54.7%)	71 (25.9%)	54 (19.7%)	274

表3: X-class flares observed by Hinode (16 events)

Flare start	GOES X-ray class	Location	SOT	XRT	EIS
2006/12/06 18:29	X6.5	S05E57	30	0	0
2006/12/13 02:14	X3.4	S07W22	44	44	1
2006/12/14 21:07	X1.5	S06W46	80	84	1
2011/02/15 01:44	X2.2	S20W10	102	116	0
2011/03/09 23:13	X1.5	N08W11	0	54	0
2011/08/09 07:48	X6.9	N14W69	0	59	0
2011/09/06 22:12	X2.1	N14W18	0	82	0
2011/09/24 09:21	X1.9	N13E61	0	0	6
2011/11/03 20:16	X1.9	N21E64	118	122	0
2012/01/27 17:37	X1.7	N33W85	381	447	7
2012/03/05 02:30	X1.1	N19E58	275	220	0
2012/03/07 00:02	X5.4	N18E31	6	296	0
2012/03/07 01:05	X1.3	N15E26	0	63	0
2012/07/06 23:01	X1.1	S13W59	0	161	1
2012/07/12 15:37	X1.4	S13W03	43	278	1
2012/10/23 03:13	X1.8	S13E58	101	60	3

2012 Oct 23 X1.8 flare



一番最近に観測されたXクラスフレアである。「ひので」3機器ともフレア観測モードで観測を行った。とてもコンパクトなフレアで、2本のCaリボンは5秒角も離れていない。白色光の増光も観測されたが、左図のようにリボンに沿って点々と観測されていた。RHESSI衛星で硬X線も観測されており、今後、この微細構造について調べていく。