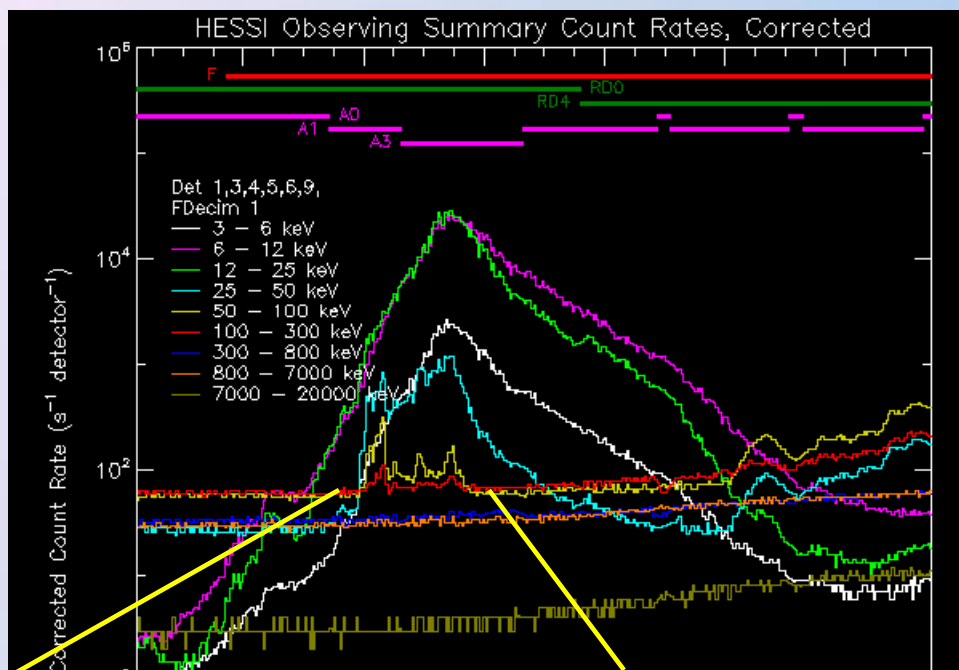


**Czy w zakresie twardego
promieniowania rentgenowskiego
obserwujemy kurczenie
pętli magnetycznych?**

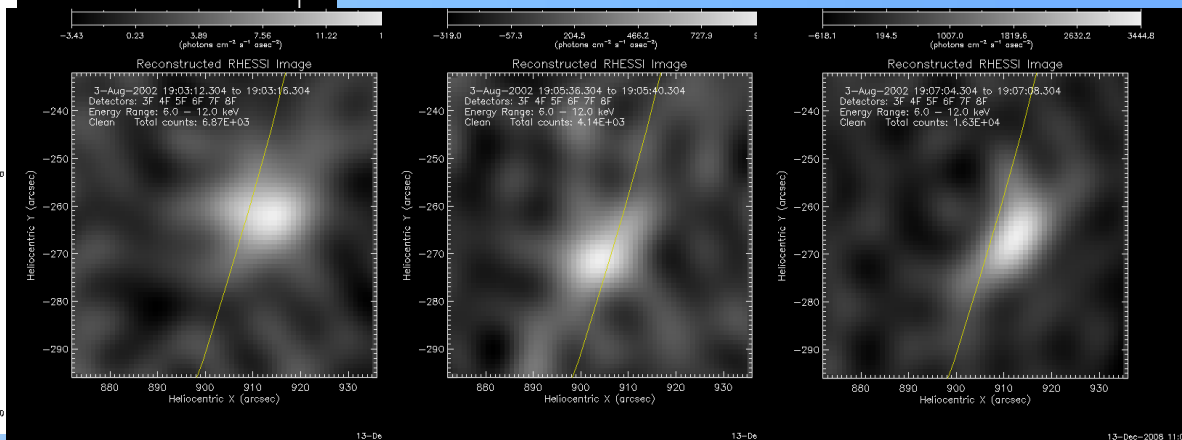
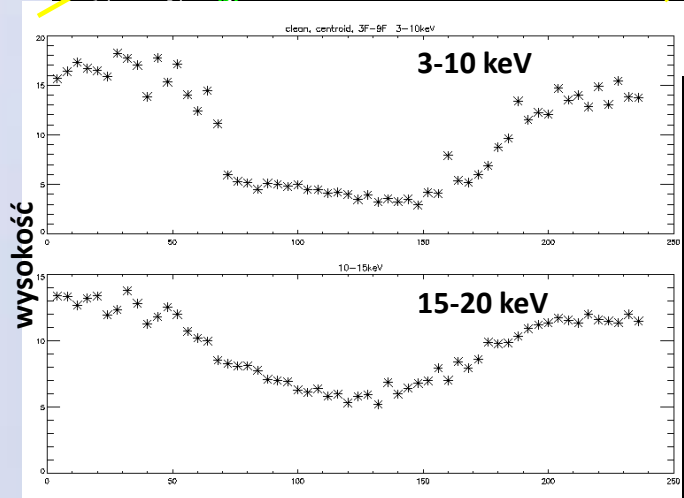
Seminarium z 15.12.2003 r.



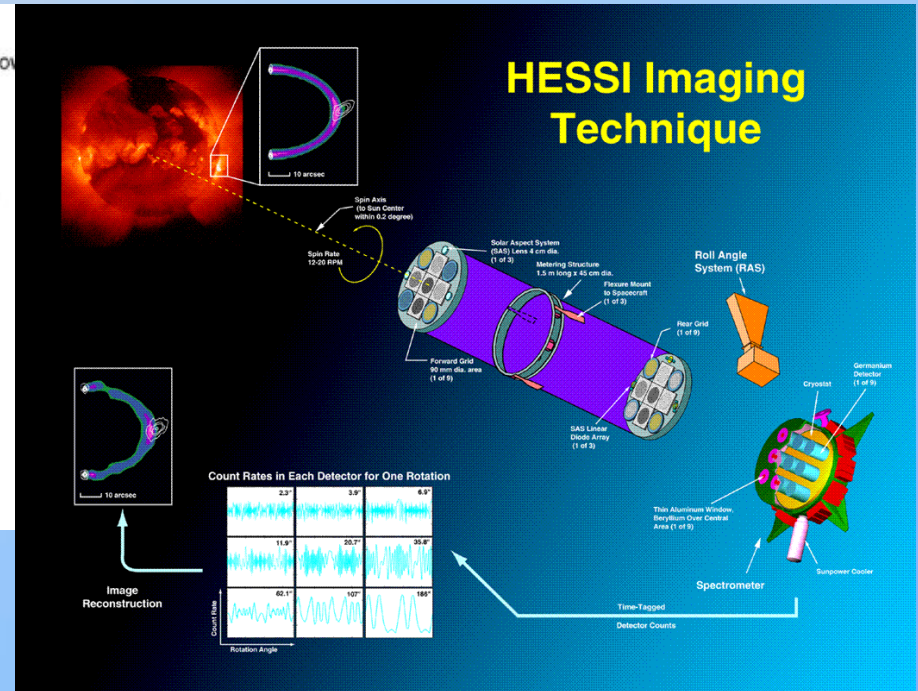
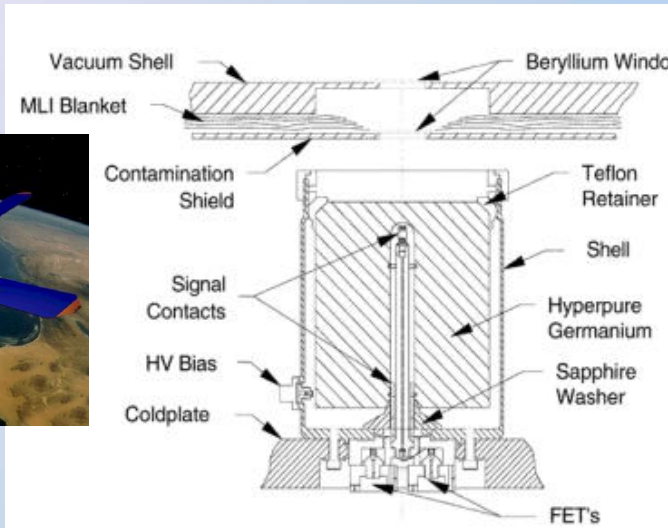
Obrazy CLEAN, D3-D9

W czasie fazy impulsowej ruch źródła szczytowego w dół – kurczenie?

Wyraźna korelacja w czasie z impulsami twardego promieniowania rentgenowskiego.



RHESSI



9 detektorów (Ge) 7.1 x 8.5 cm
zakres energii: 3 keV – 20 MeV
rozdzielczość czasowa:

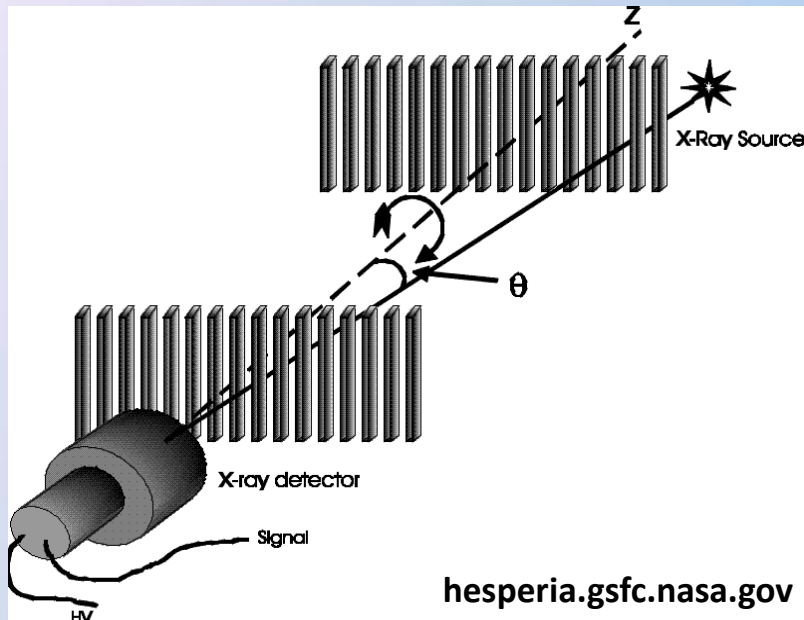
2 s (połowa okresu rotacji)

<1 s (po demodulacji)

rozdzielczość energetyczna: 1-3 keV (dla różnych detektorów)



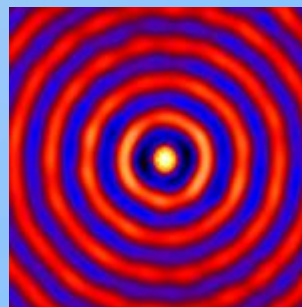
RHESSI



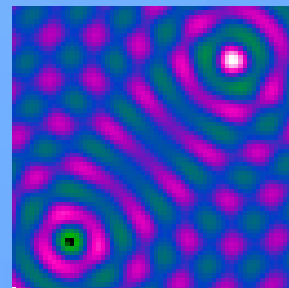
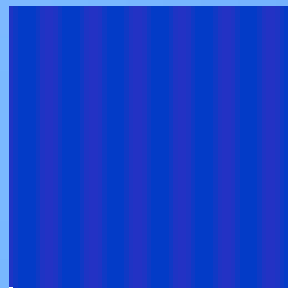
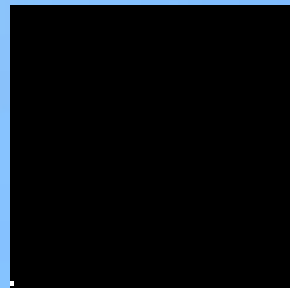
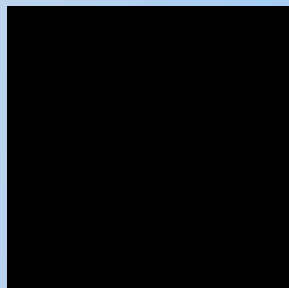
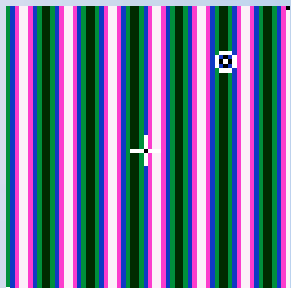
Obraz rekonstruowany przy użyciu kilku metod: Back Projection, CLEAN, MEM, PIXON, Forward Fit

rozdzielczość czasowa: >4s

rozdzielczość przestrzenna: > 2.5 arc sec
(silnie zależy od użytych detektorów)



obraz pojedynczego źródła otrzymany przy użyciu detektora 5 (tak wygląda PSF)



CLEAN, (1 iteracja, det 3-6)

wsteczna projekcja

mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima

DIRTY map

RESIDUAL map

COMPONENT map

Selected maxima

ITERATION:
1

max_resid:
4221.127

max_cl/rms_res
0.837842

max_cl/max_res
0.111111

SUM of comp:
422.127

gain:
0.100000

CLEANed map

scaled RESIDUAL map

scaled COMPONENT map

CLEAN components

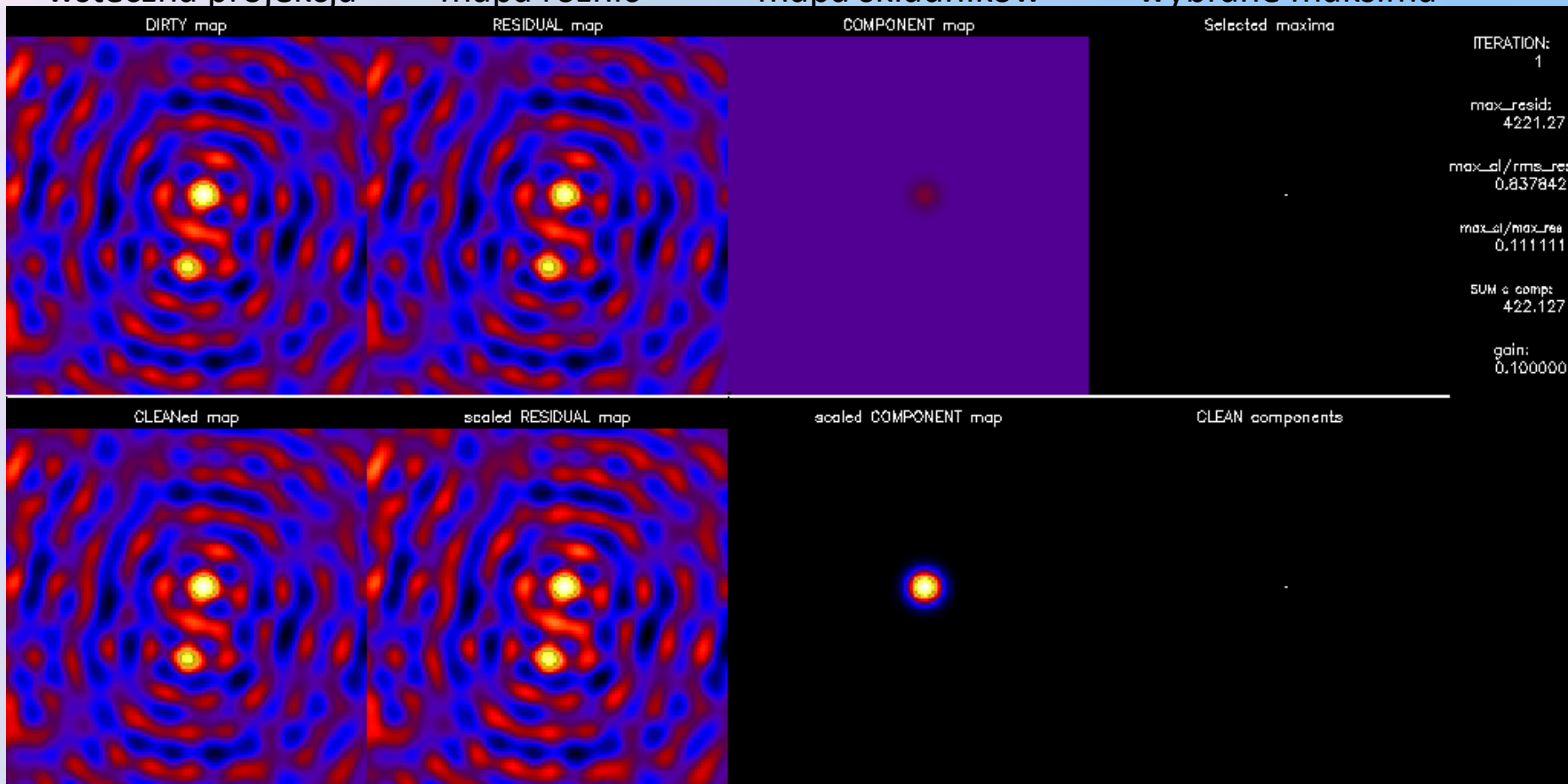
obraz
po wyczyszczeniu

mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima

skalowane rzeczywistą jasnością



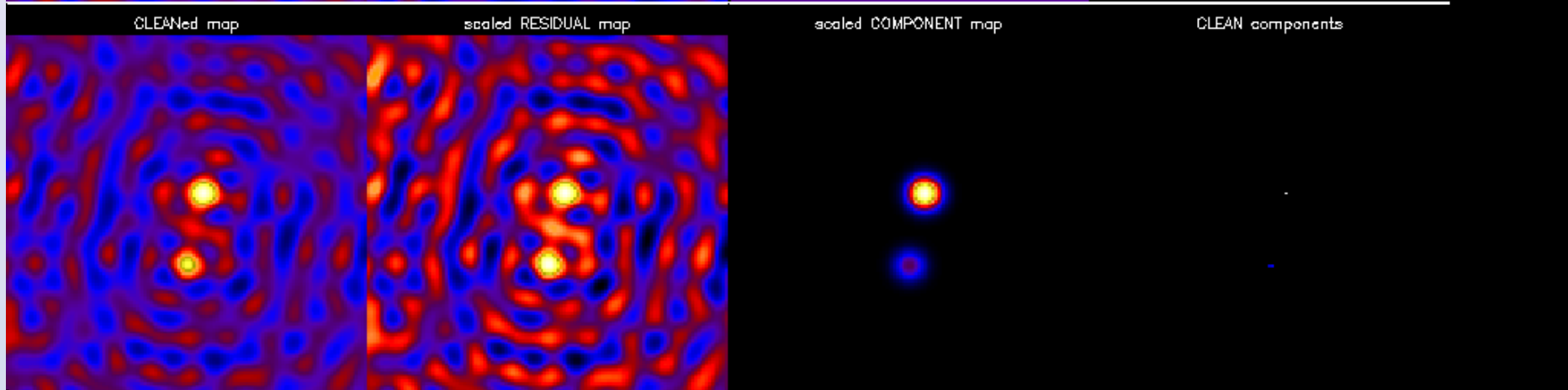
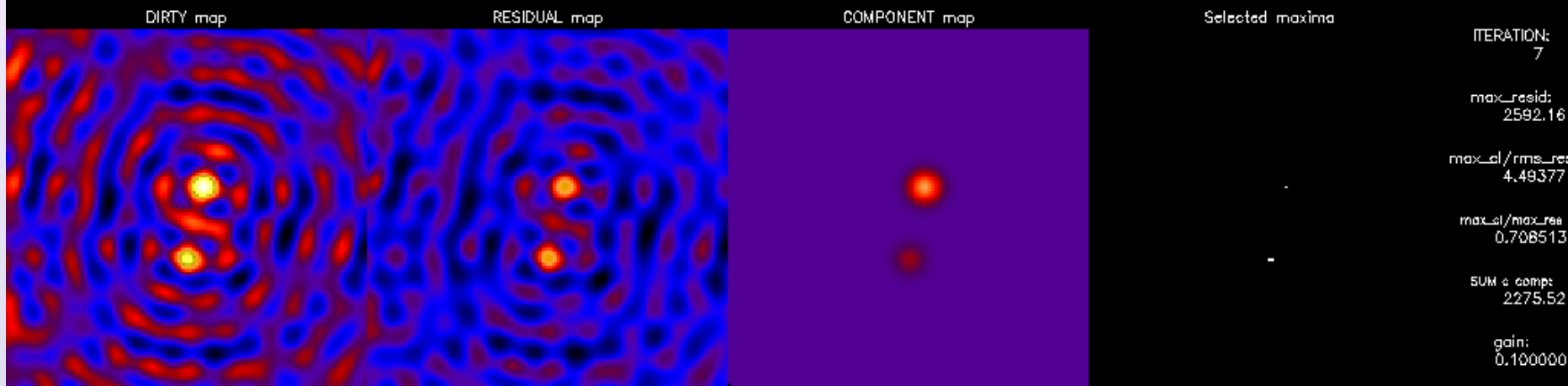
CLEAN, (7 iteracji, det 3-6)

wsteczna projekcja

mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima



obraz
po wyczyszczeniu

mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima

skalowane rzeczywistą jasnością

CLEAN, (33 iteracje, det 3-6)

wsteczna projekcja

mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima

DIRTY map

RESIDUAL map

COMPONENT map

Selected maxima

ITERATION:
33

max_resid:
666.823

max_sl/rms_res
14.9325

max_sl/max_res
5.07966

SUM c compt:
5746.67

gain:
0.100000

CLEANed map

scaled RESIDUAL map

scaled COMPONENT map

CLEAN components

obraz
po wyczyszczeniu

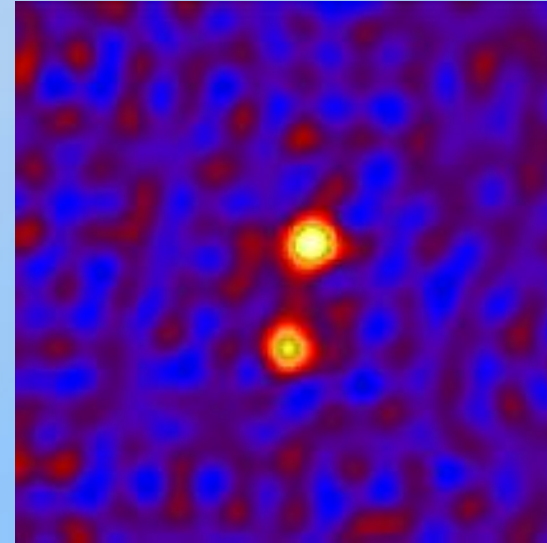
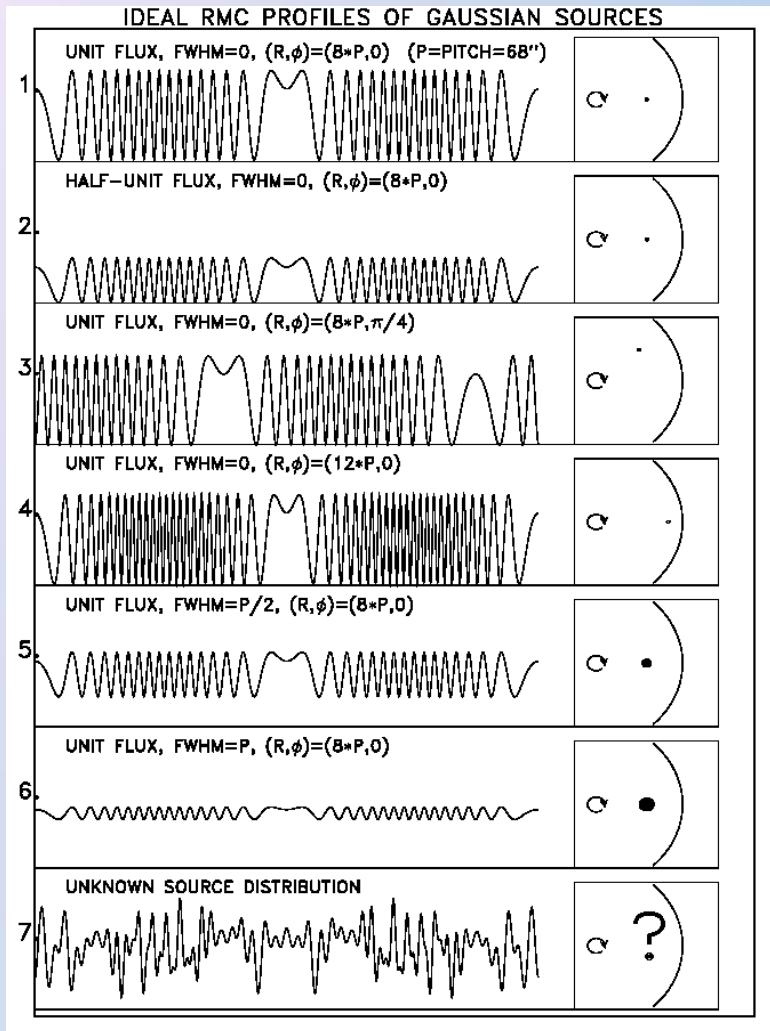
mapa różnic

mapa składników

wybrane maksima

skalowane rzeczywistą jasnością

CLEAN

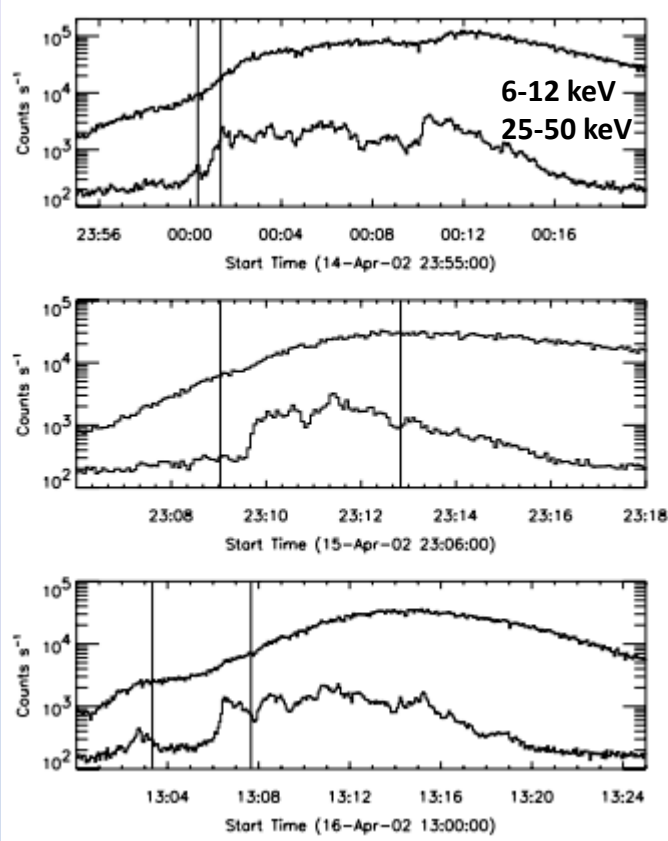


CLEAN nie zmienia położenia najjaśniejszego piksela – pozwala dokładnie określić położenie źródeł (ale nie z nieskończoną dokładnością!)

Duże rozmycie źródeł – nie nadaje się do spektroskopii

Sui i in. (ApJ 612, 546)

Date	GOES Class	Location ^a (deg)	Start Time (UT)	SXR Peak (UT)	End Time (UT)	Peak Temperature ^b (MK)	Peak Emission Measure (10^{48} cm^{-3})	CME Association	CME Speed (km s^{-1})
2002 Apr 14–15	M3.7	20 53	23:50:00	00:08:00	00:50:00	24	6	No	...
2002 Apr 15.....	M1.2	22 69	23:00:00	23:14:00	23:20:00	32	0.4	Yes	300
2002 Apr 16.....	M2.5	21 71	12:50:00	13:18:00	13:40:00	24	3.5	No	...



CLEAN

detektory 3-9 (bez 7): rozdzielczość $\sim 7''$

Czas integracji sygnału: 20 s

Przedziały energetyczne: 6-12 keV, 12-25 keV

Centroid dla obszaru o jasności $>60\%$ najjaśniejszego piksela

Wysokość liczona względem linii łączącej stopy

Brak obserwacji w innych zakresach promieniowania

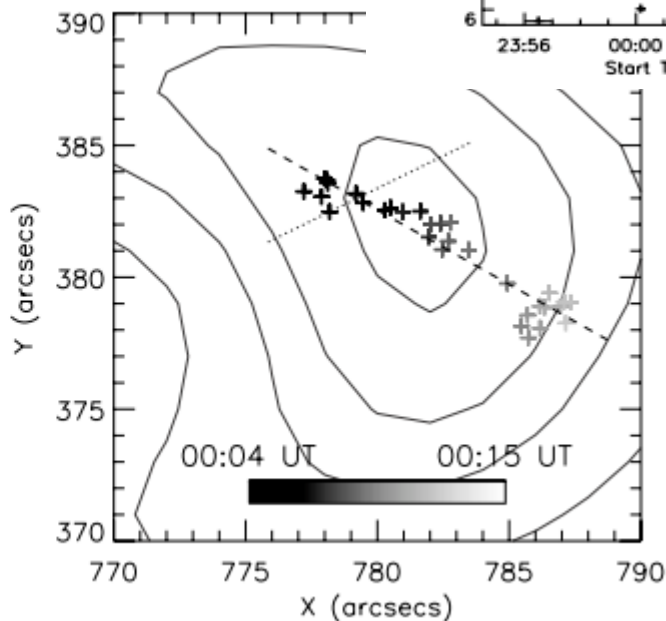
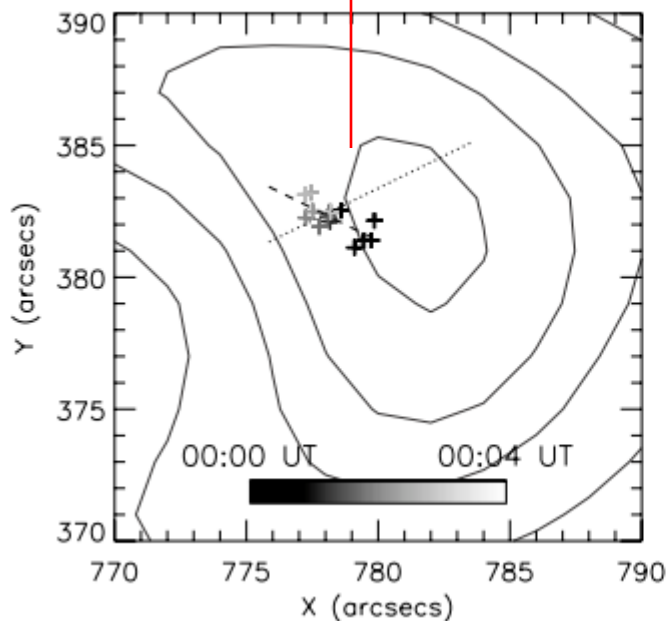
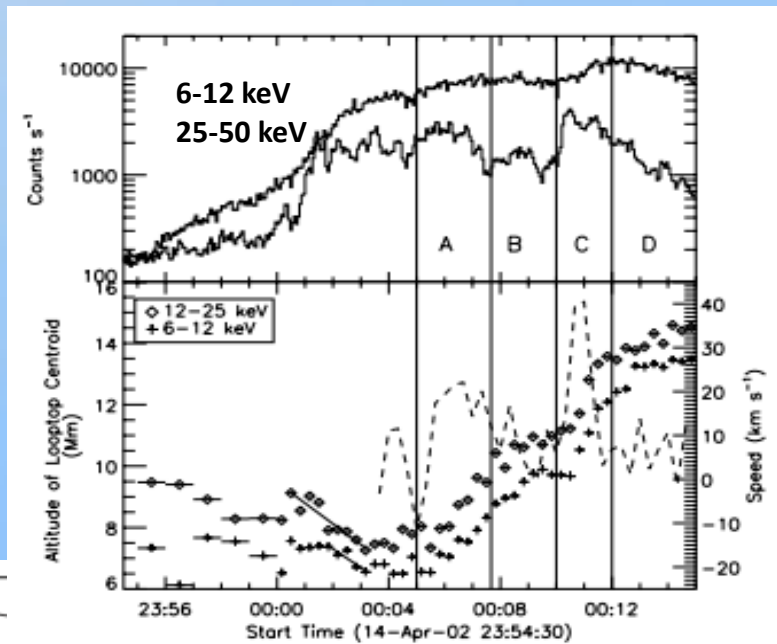
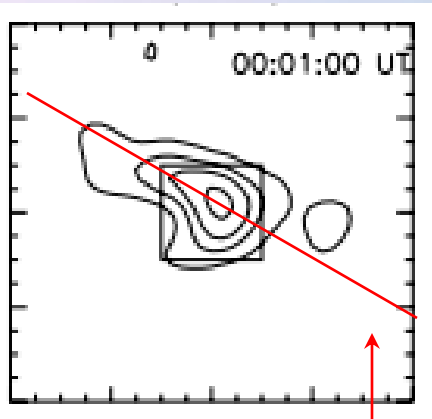
Brak wyznaczenia błędu – duża liczba zliczeń i stabilność obrazów pozwalają autorom założyć, że błąd wyznaczenia centroidu jest $\ll 1''$

Sui i in. (ApJ 612, 546)

14-15.04.2002 r.

Wyraźna korelacja między fazą impulsową a obniżaniem źródeł HXR (skracaniem pętli?)

Obniżanie zachodzi wzdłuż nogi, a nie wzdłuż osi symetrii pętli



6-12/12-25 keV

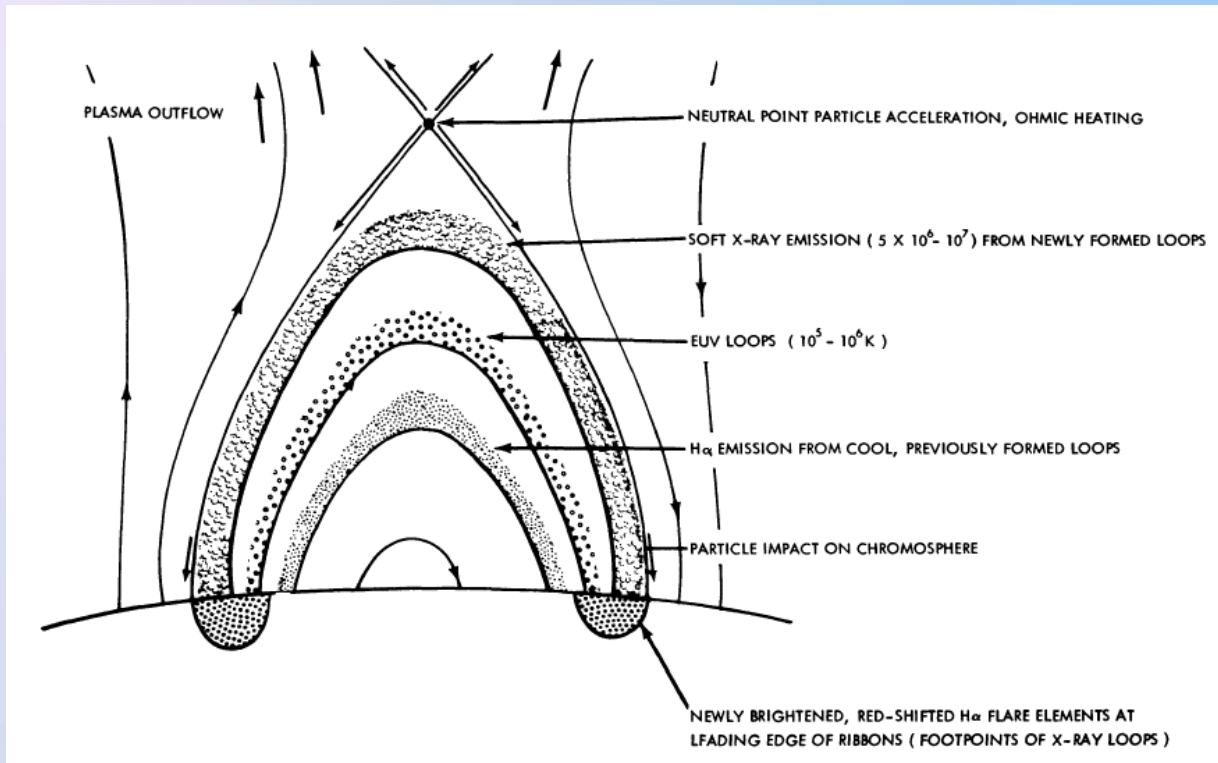
wysokość: 7.5/9 Mm

skrócenie: 13/20 %

1/1.8 Mm

1.4/2.5 "

Sui i in. (ApJ 612, 546)



Švestka, Z. F., Martin, S. F., and Kopp, R. A., "Particle acceleration in the process of eruptive opening and reconnection of magnetic fields," Proc. IAU Symposium 91, 217 (1980)

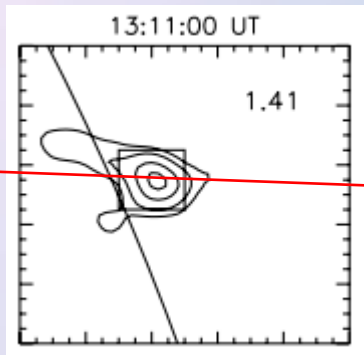
Według tego obrazu źródła HXR (koralne) są bliżej miejsca wydzielenia energii

Prędkości wyznaczone przez Sui (km/s):

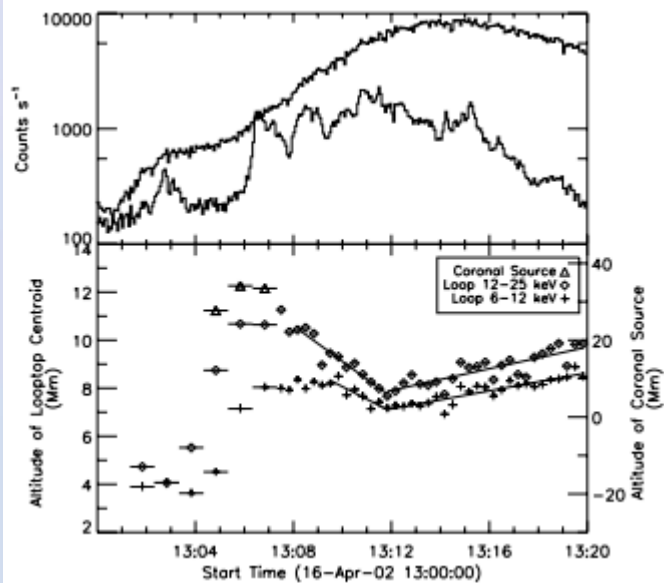
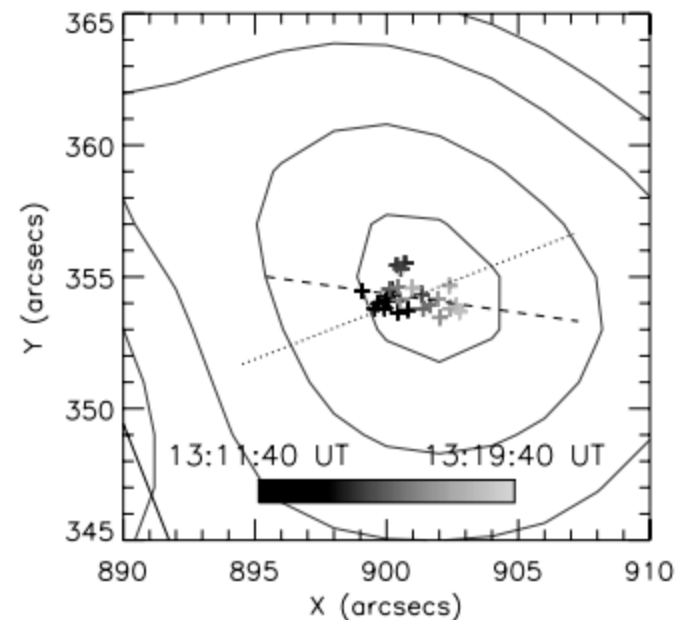
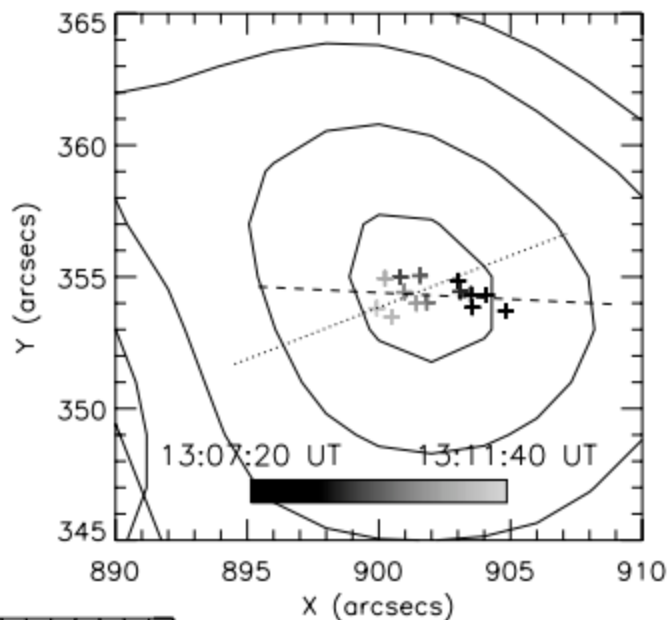
kurczenie	wznoszenie
10/11	3-35/5-40
15/23	15/21
8/12	3/4

Tylko te prędkości powodują błąd wyznaczenia centroidu (20s czas integracji) na poziomie 0.3''

Sui i in. (ApJ 612, 546)



16.04.2002 r.



6-12/12-25 keV

wysokość: 8.5/11 Mm

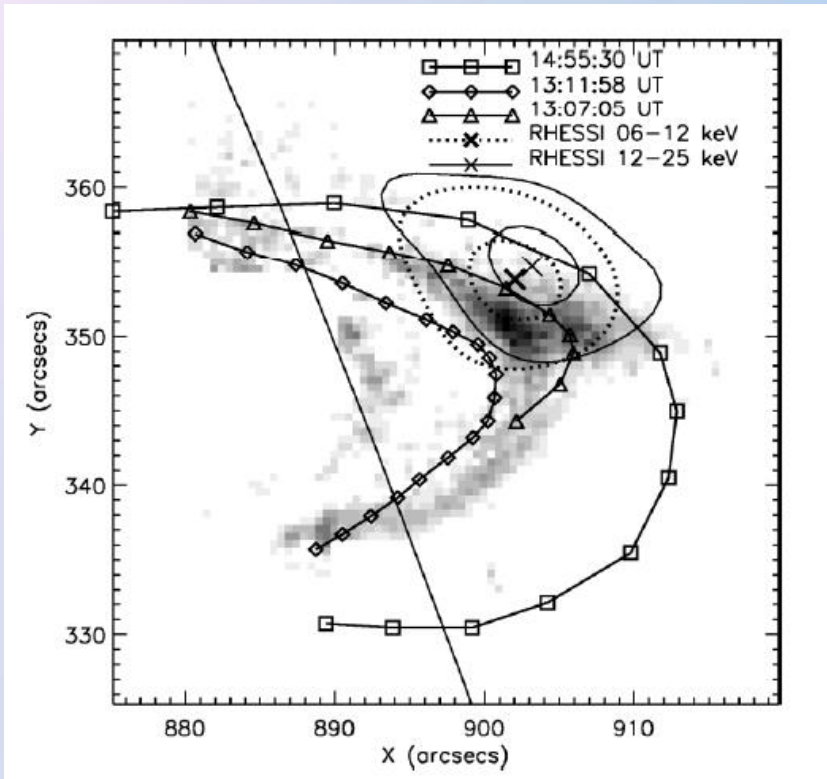
skrócenie: 16/30 %

1.4/3.3 Mm

1.9/4.5 "

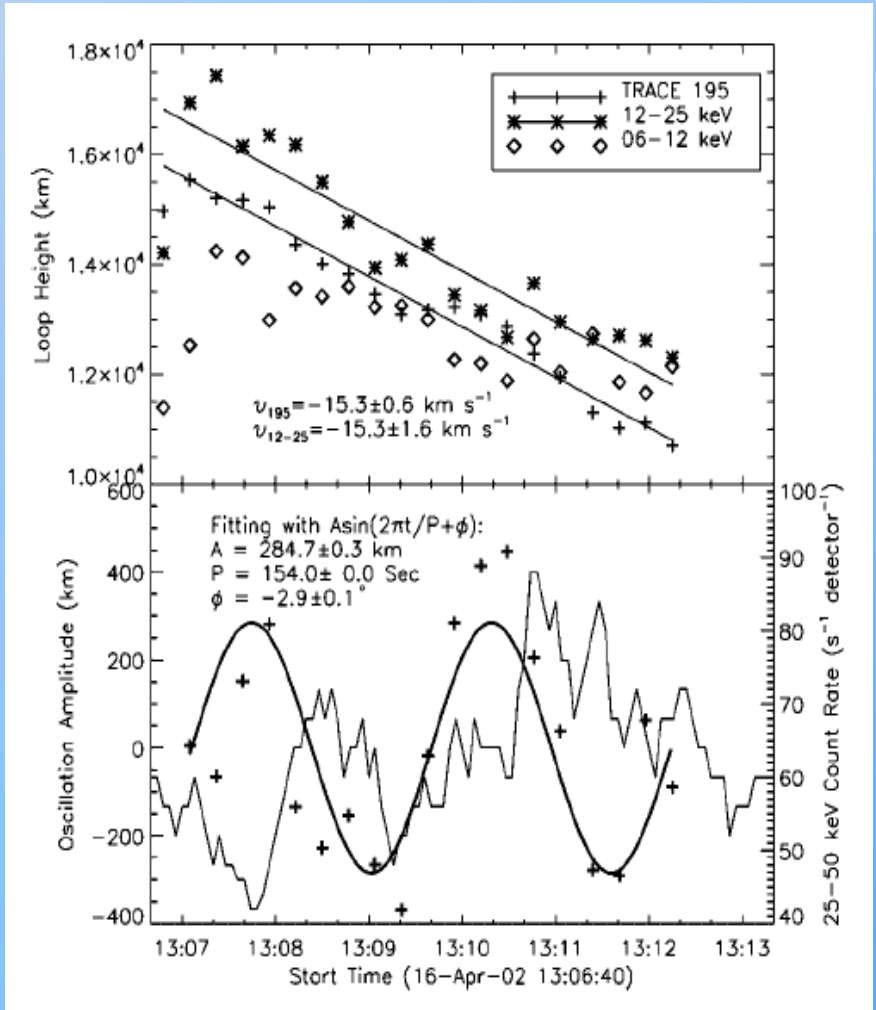
Ten rozbłysk jest
analizowany w
kilku innych
pracach

Li i Gan (ApJ 644, L97)

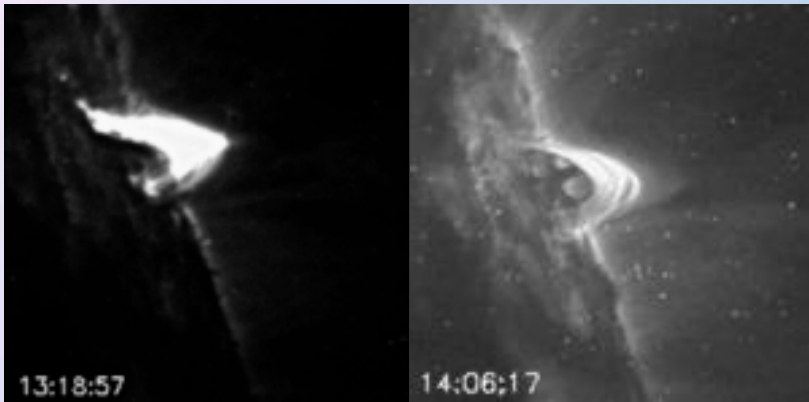


Autorzy widzą kurczące się pętle na obrazach TRACE 195 Å

Podczas kurczenia pętle wykonują oscylacje o amplitudzie 300 km !

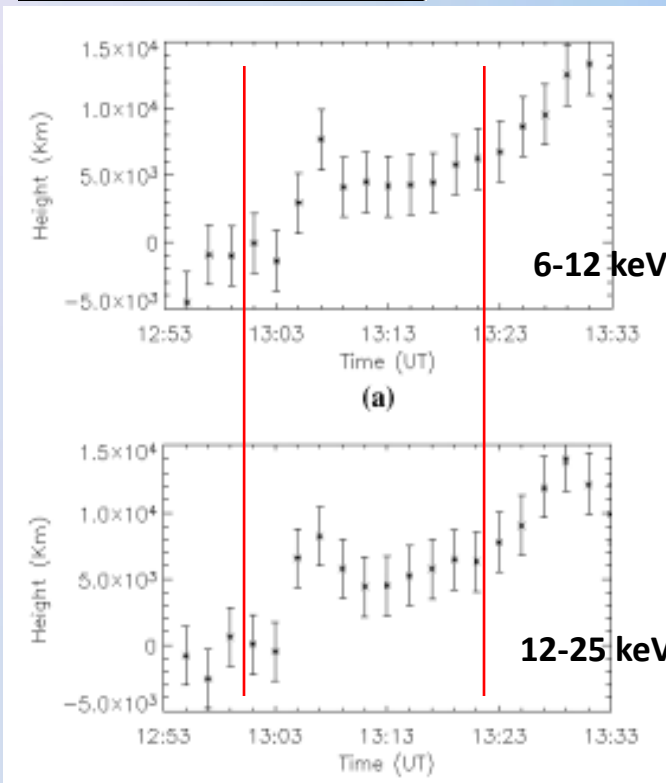


Contarino i in. (A&A 458, 297)

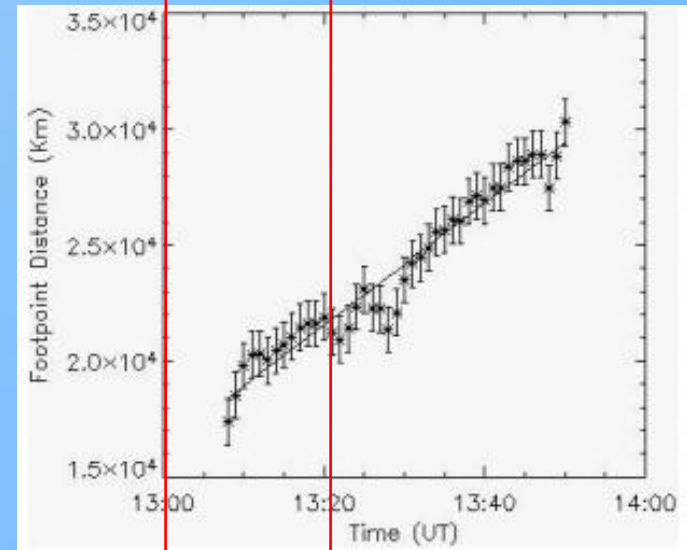


Źródło szczytowe jest obserwowane na coraz większych (ewentualnie stałych) wysokościach

Źródło 12-25 keV jest cały czas nieco wyżej niż źródło 6-12 keV

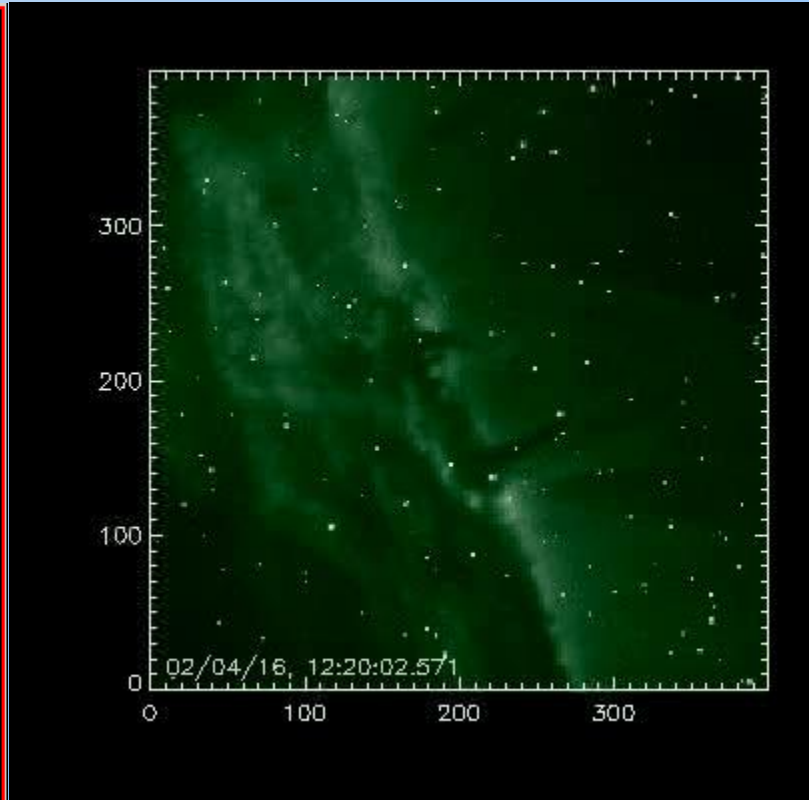
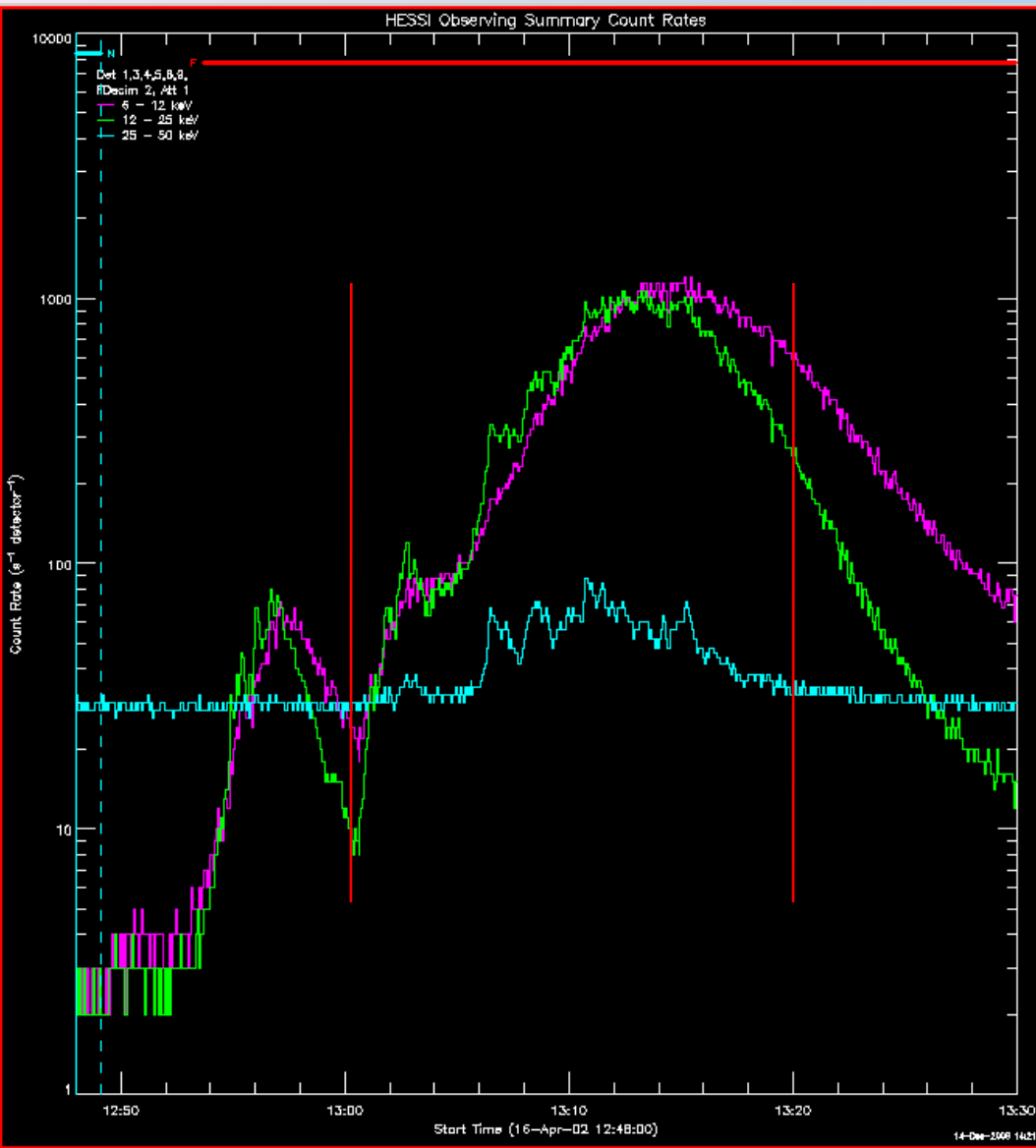


przedziały
czasu
z pracy Sui

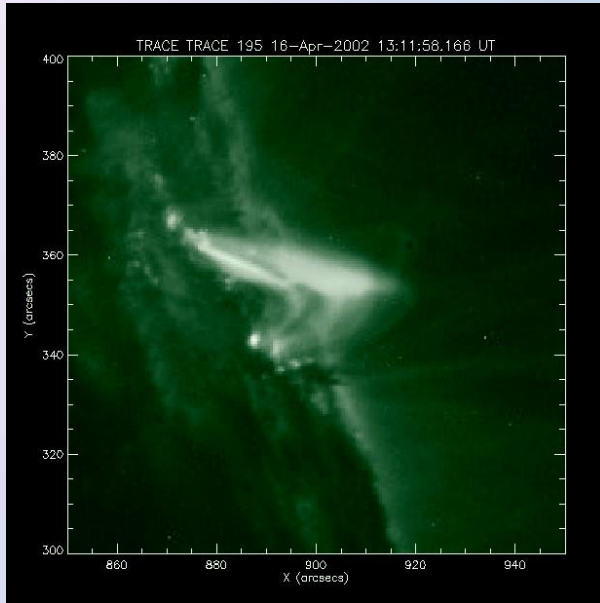


Odległość między stopami (TRACE 195 Å)

16.04.2002 r.

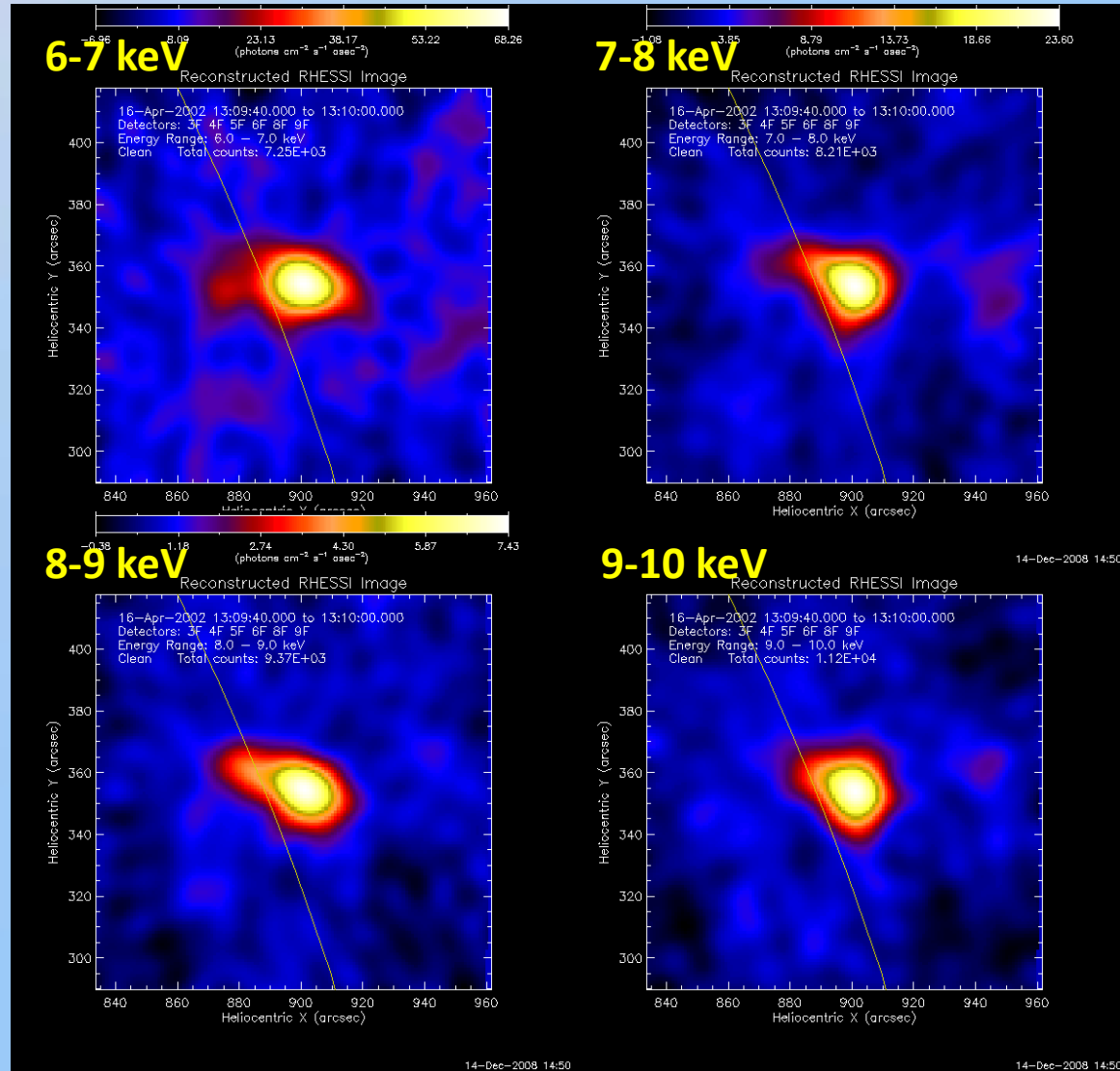


16.04.2002 r.



**TRACE: 13:11:58 UT – widoczna
arkada pętli**

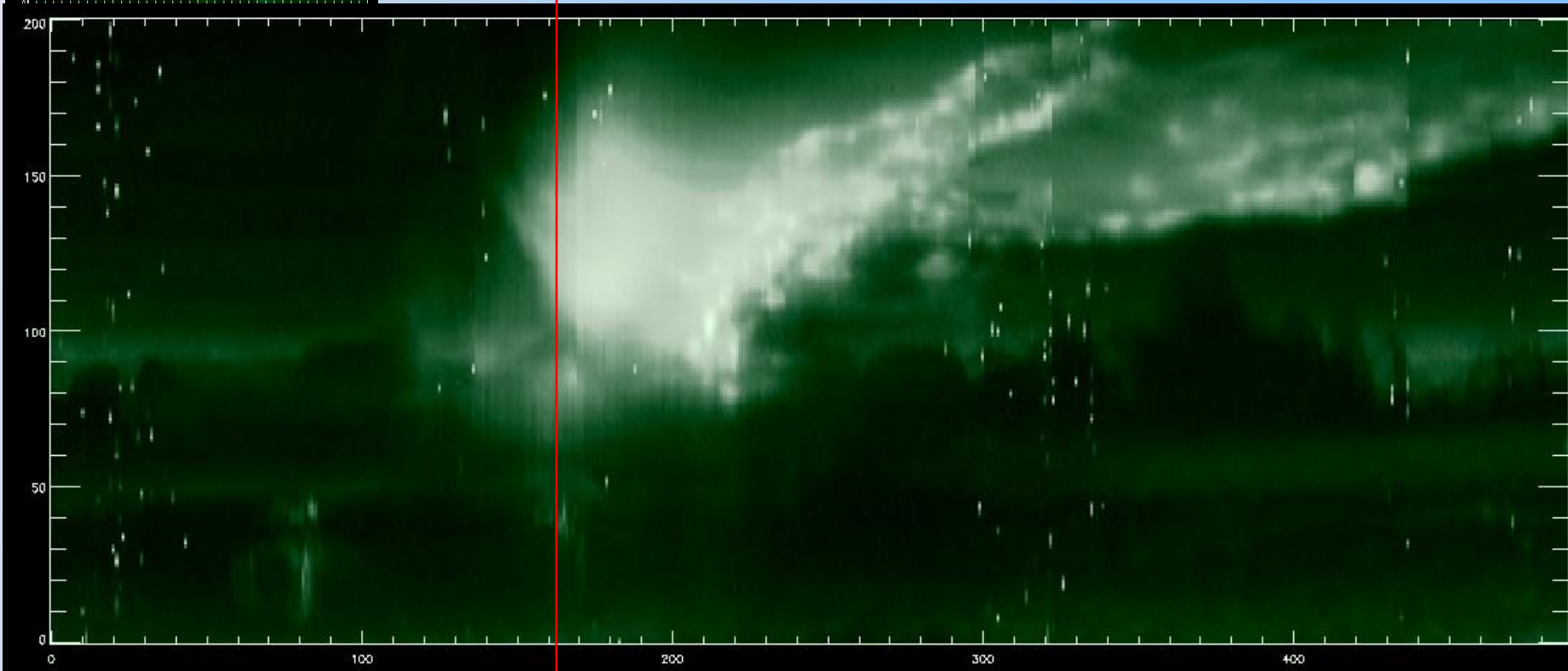
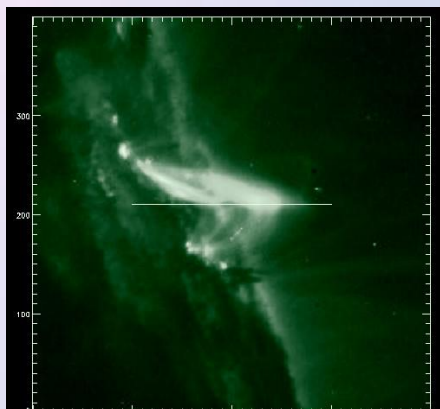
**RHESSI: 13:09:40 UT – widoczna
asymetria źródła w kierunku NW
(stopa?)**



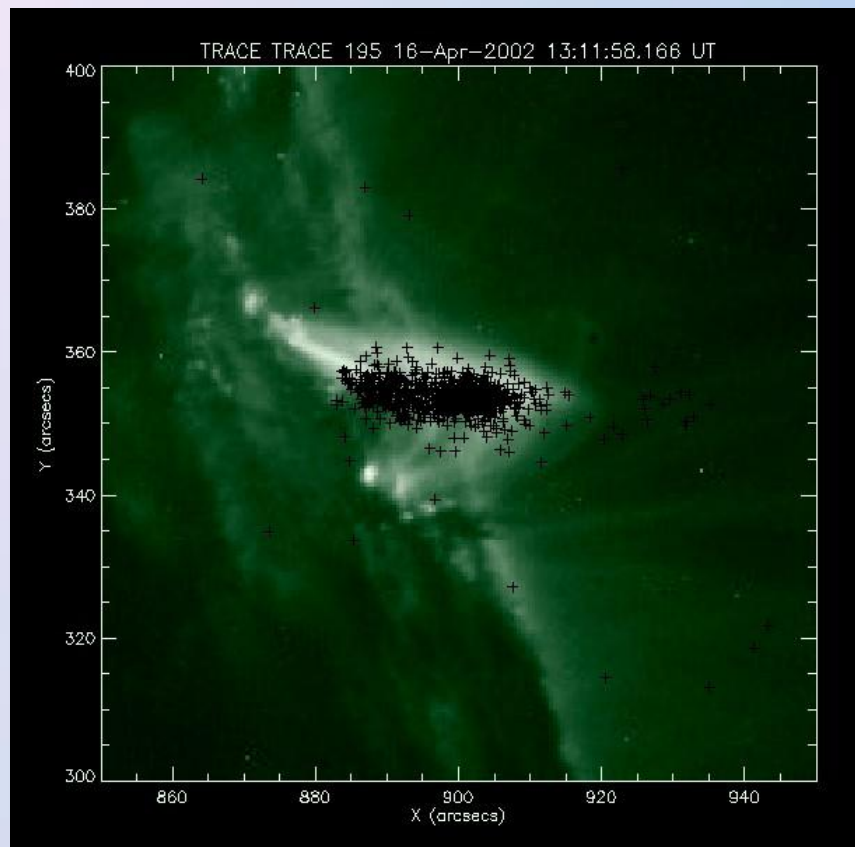
16.04.2002 r.

Przesunięcie w czasie między minimum wysokości HXR i EUV – przyczyna skracania jest związana z położeniem miejsca wydzielania energii

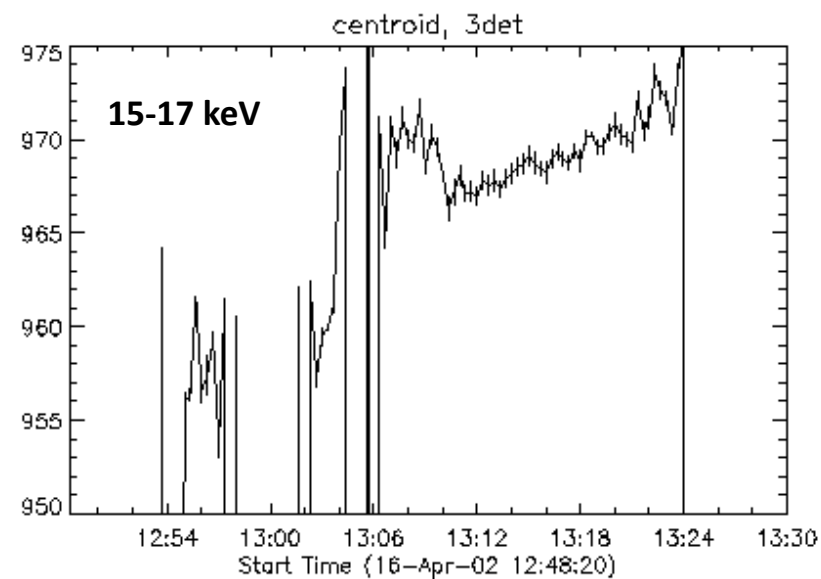
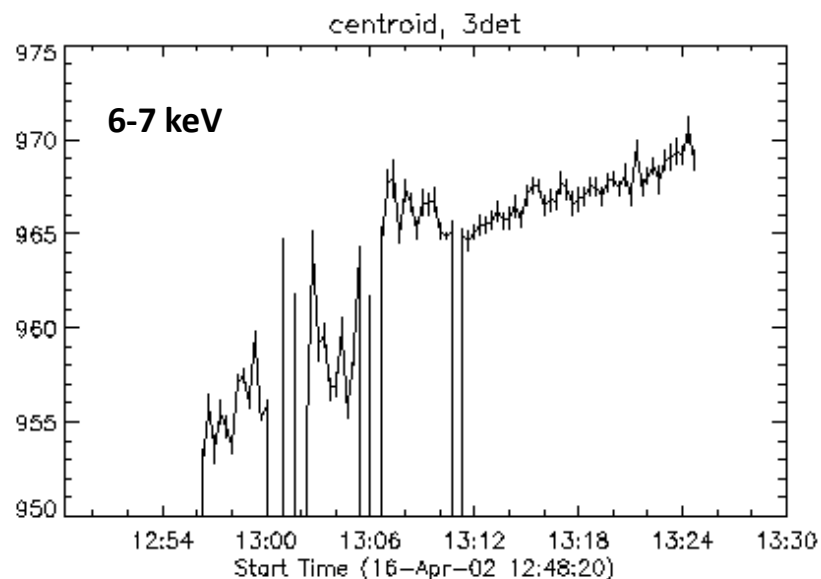
minimum wysokości źródeł HXR w pracy Sui



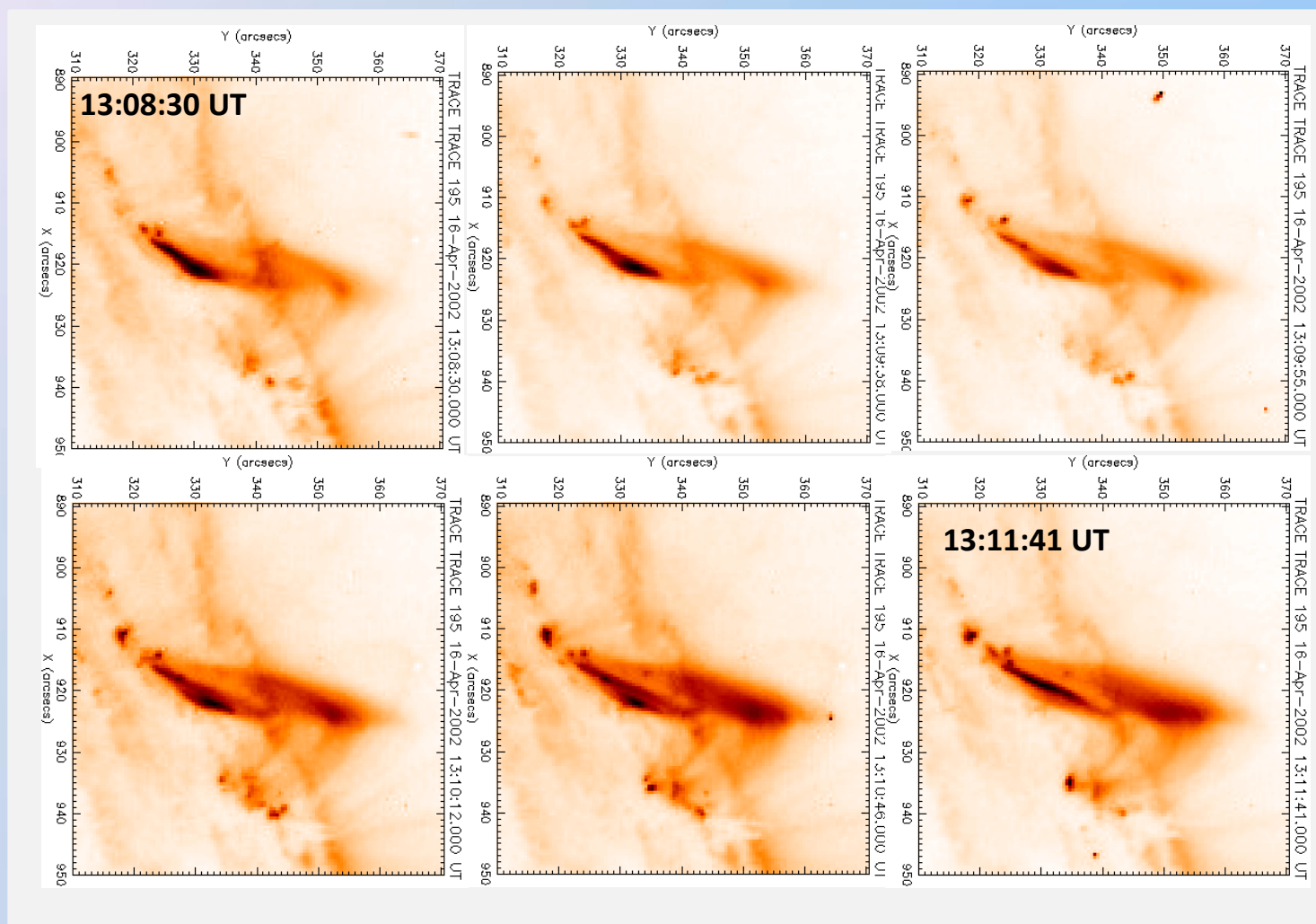
16.04.2002 r.



+ wszystkie centroidy wyznaczone na obrazach RHESSI od 12:53 do 13:24 UT (kilkanaście wąskich przedziałów energii)



16.04.2002 r.

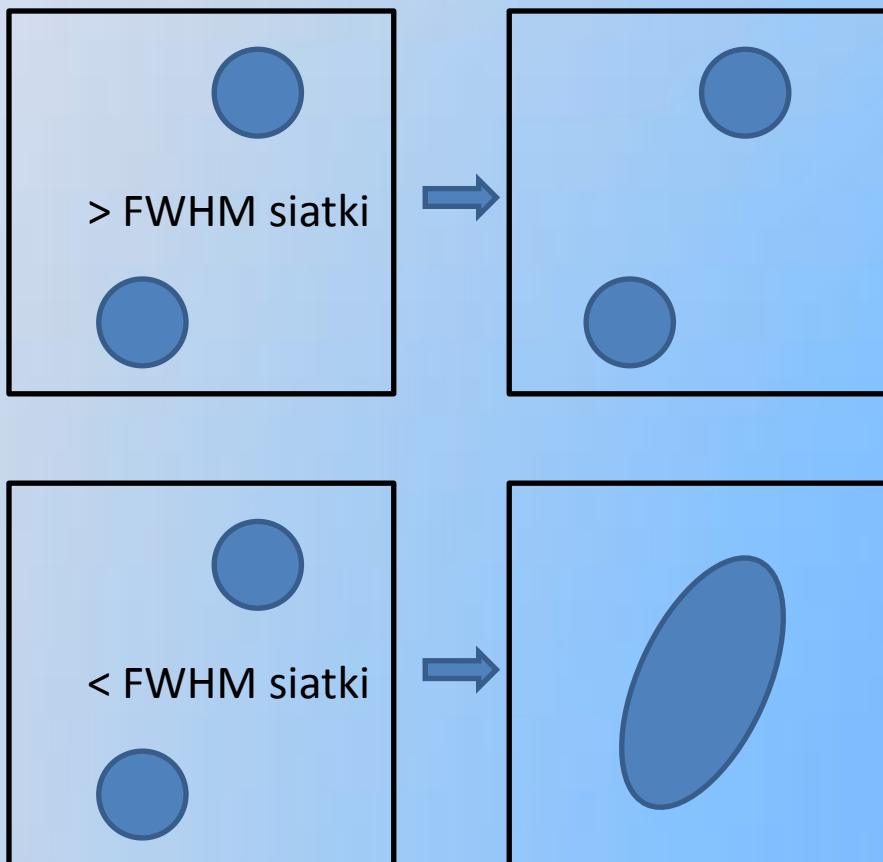


Ruch stóp w stronę zachodnią pokazujący kierunek przełączania – ten sam kierunek został wyznaczony dla źródeł HXR w pracy Sui

Scenariusze alternatywne

Ruch źródeł HXR obserwowanych w koronie można tłumaczyć na wiele różnych sposobów (szczególnie gdy brak jest obserwacji wykonanych w innych zakresach):

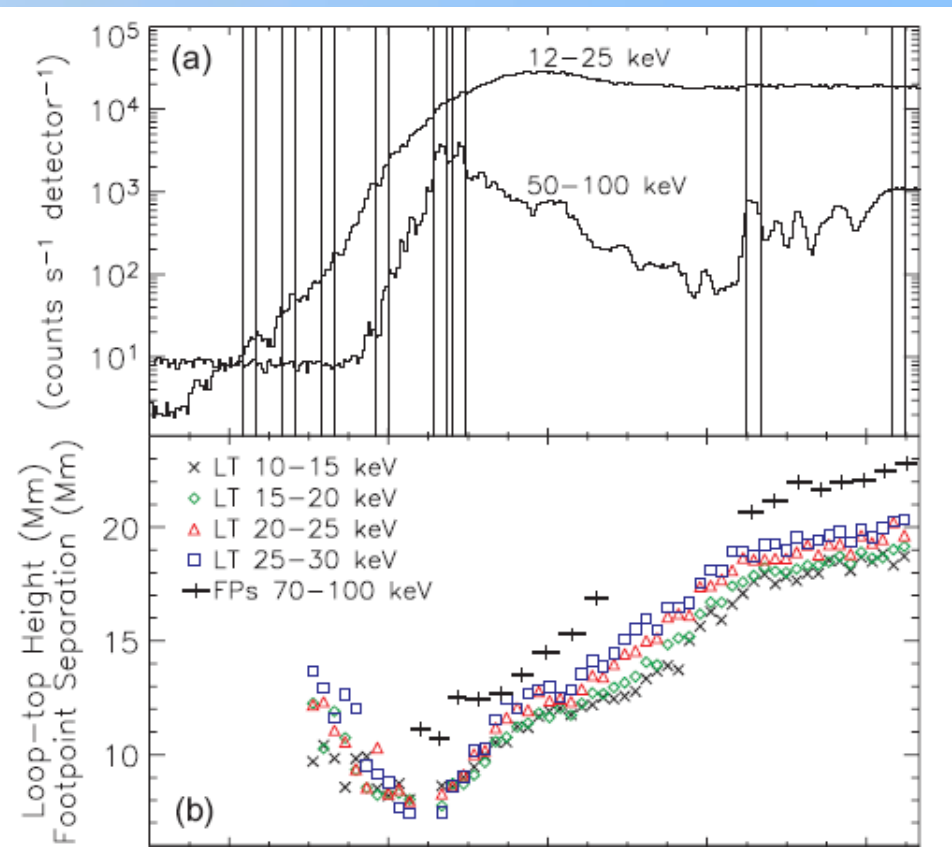
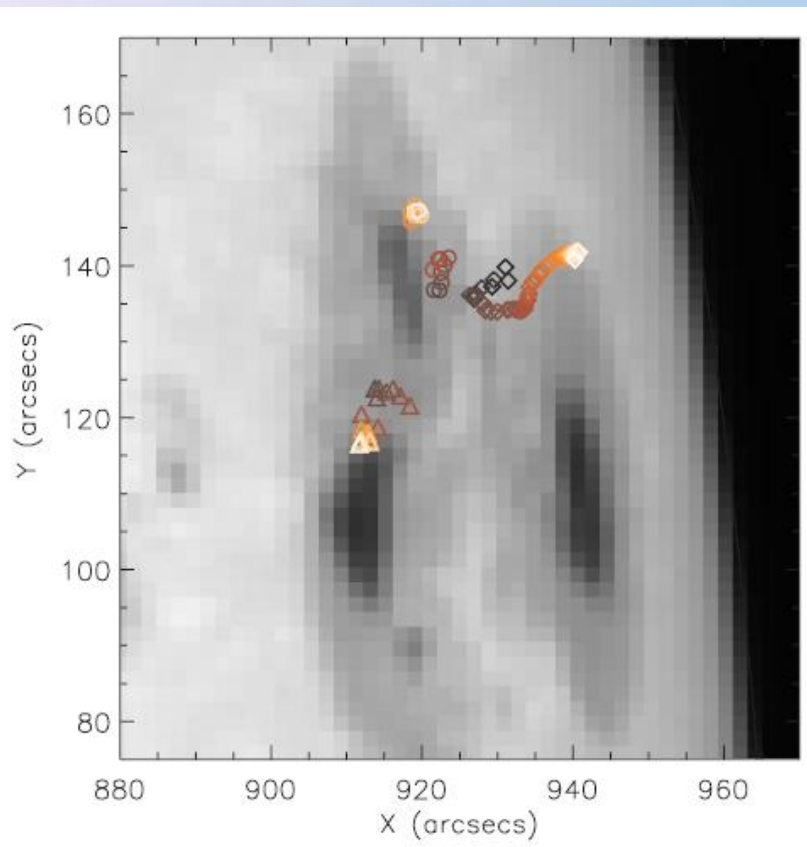
1. Mała rozdzielczość przestrzenna



Obrazy RHESSI wykonywane są zwykle dla pikseli o rozmiarze 1'' (lub nawet mniej) niezależnie od używanych siatek – mylna interpretacja błędów wyznaczenia centroidu

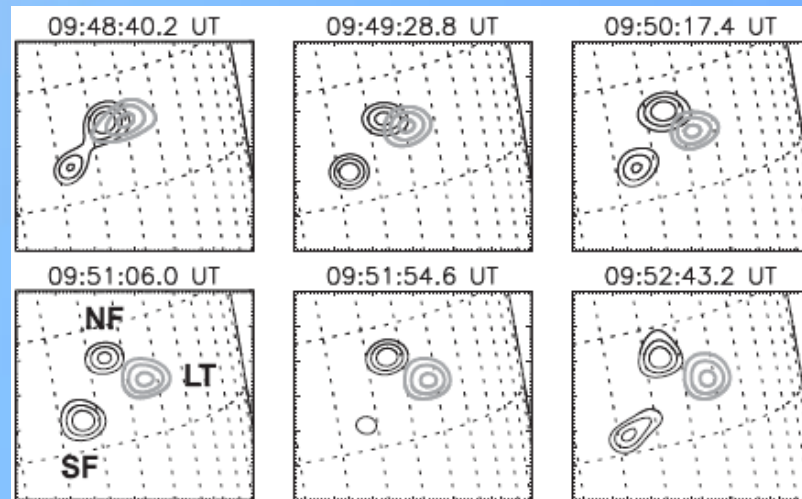
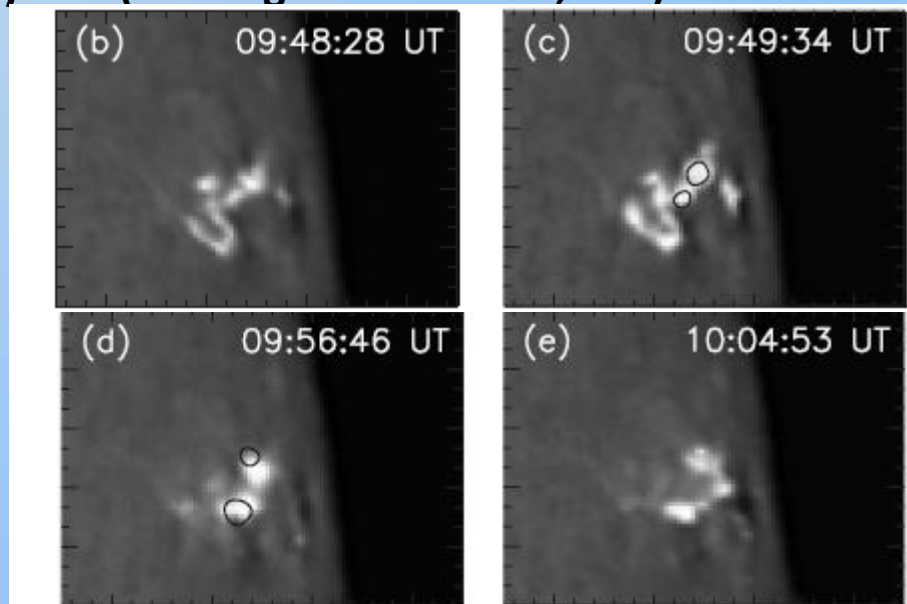
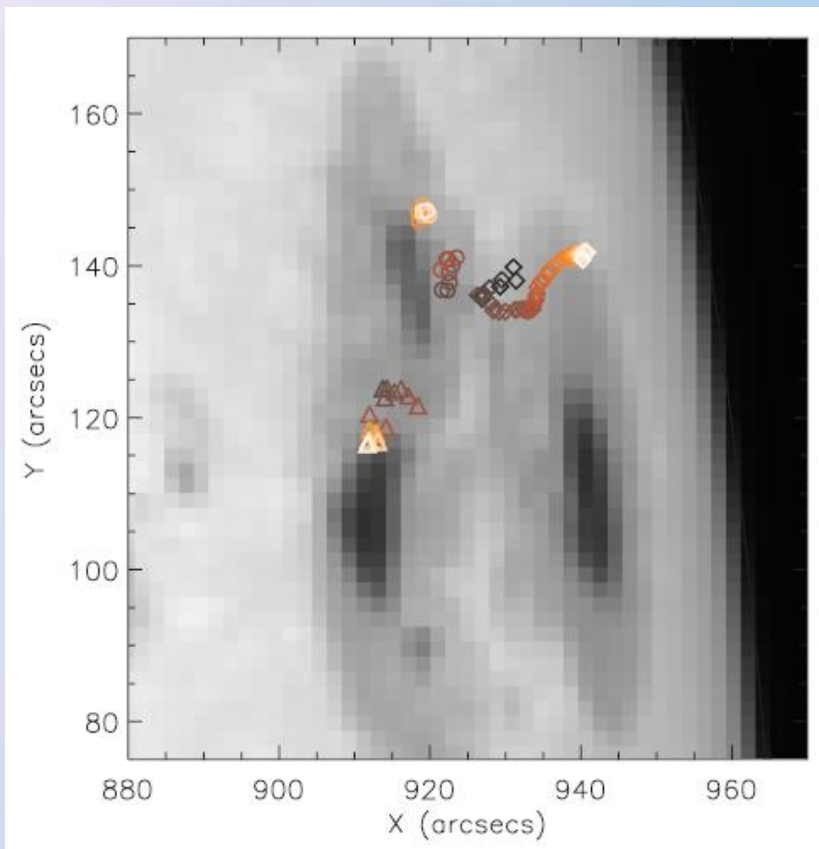
Scenariusze alternatywne

1. Mała rozdzielczość przestrzenna. Przykład (Veronig i in. A&A 446, 675):



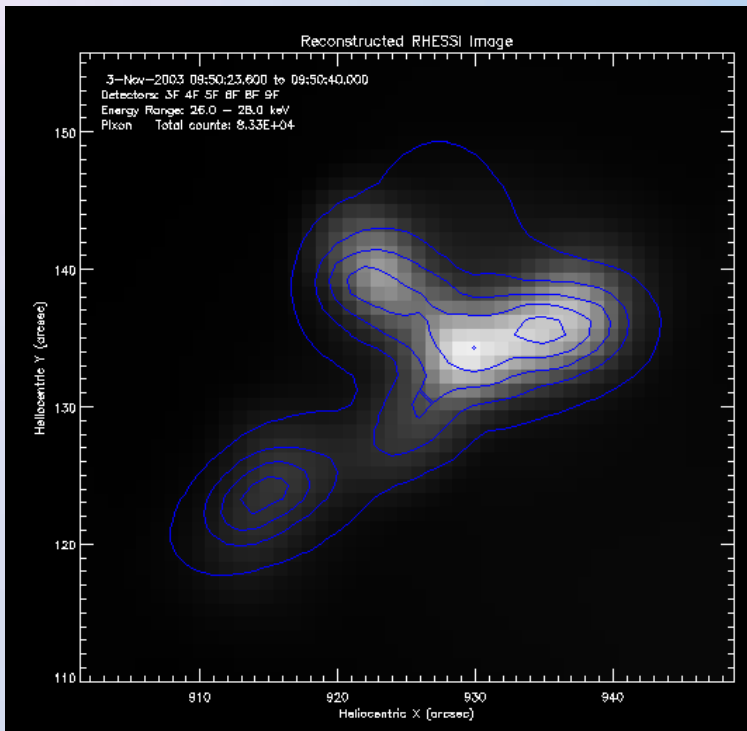
Scenariusze alternatywne

1. Mała rozdzielczość przestrzenna. Przykład (Veronig i in. A&A 446, 675):

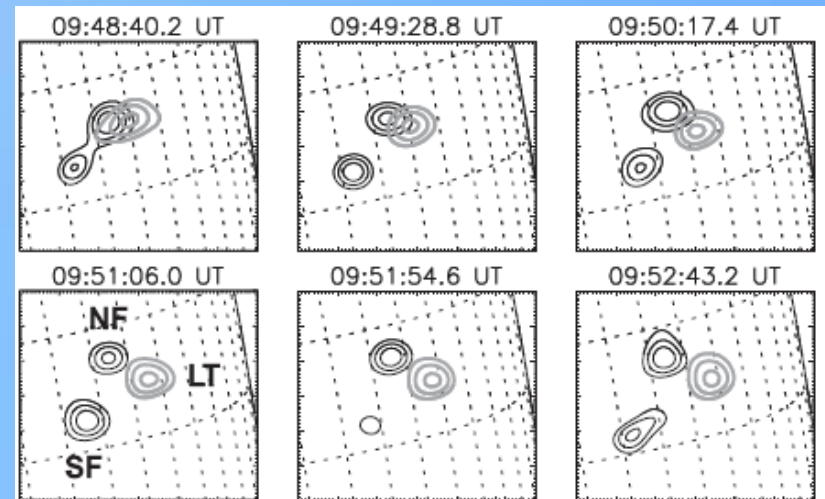
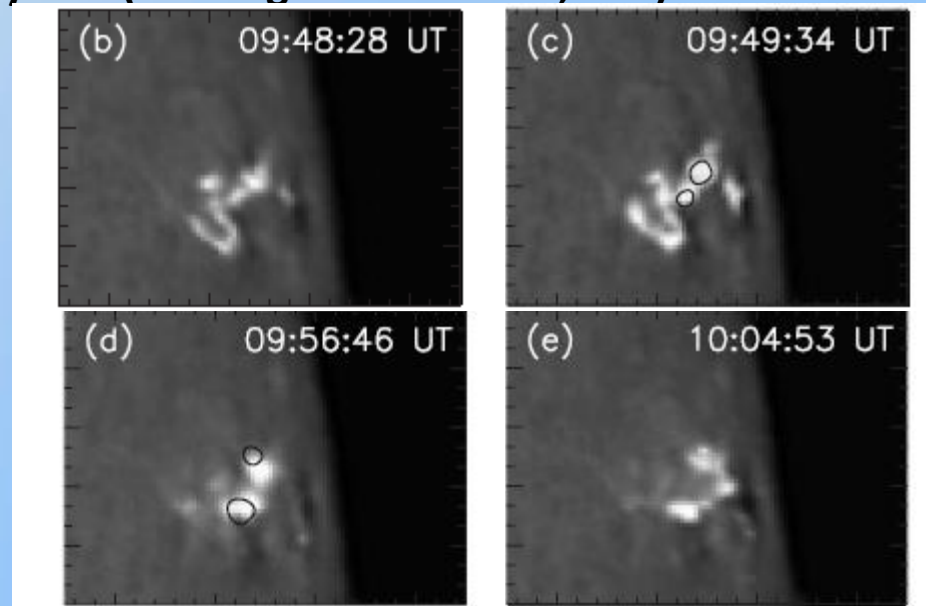


Scenariusze alternatywne

1. Mała rozdzielczość przestrzenna. Przykład (Veronig i in. A&A 446, 675):



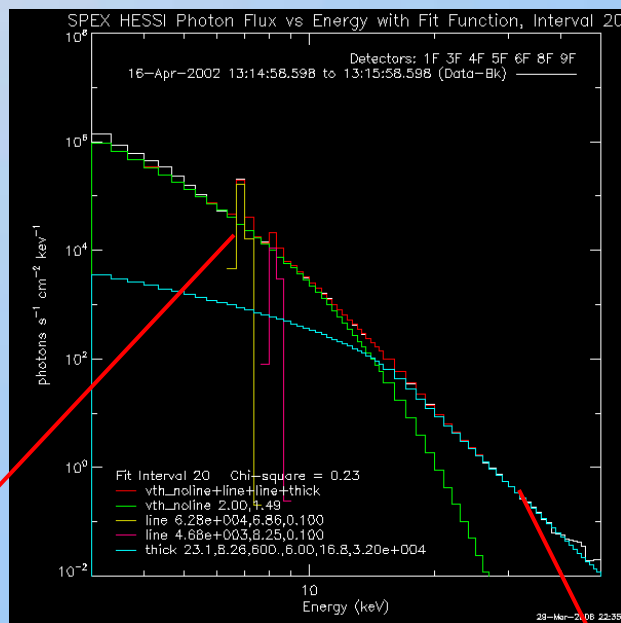
PIXON – lepiej rozdziela źródła
26-28 keV
9:50:30 UT (szarości)
9:49:50 UT (kontur)



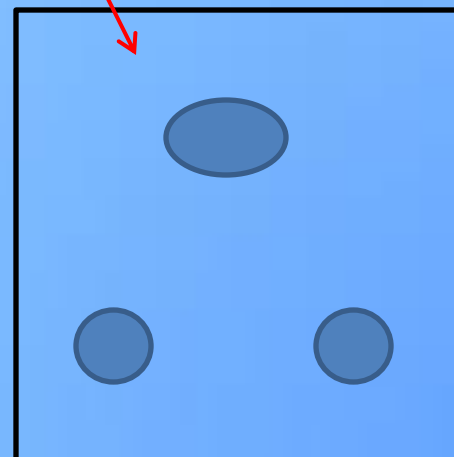
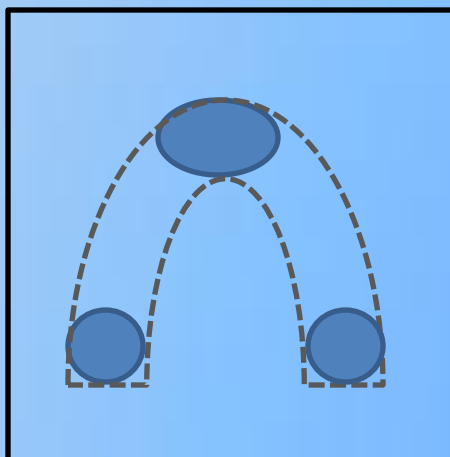
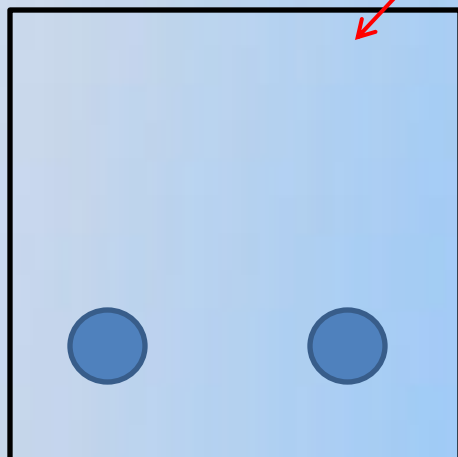
Scenariusze alternatywne

2. Szerokość przedziału energii

Jeżeli do tego dochodzi słaba rozdzielczość to centroid zachowuje się zgodnie ze zmianami jasności źródeł i będzie zmniejszał wysokość podczas fazy impulsowej

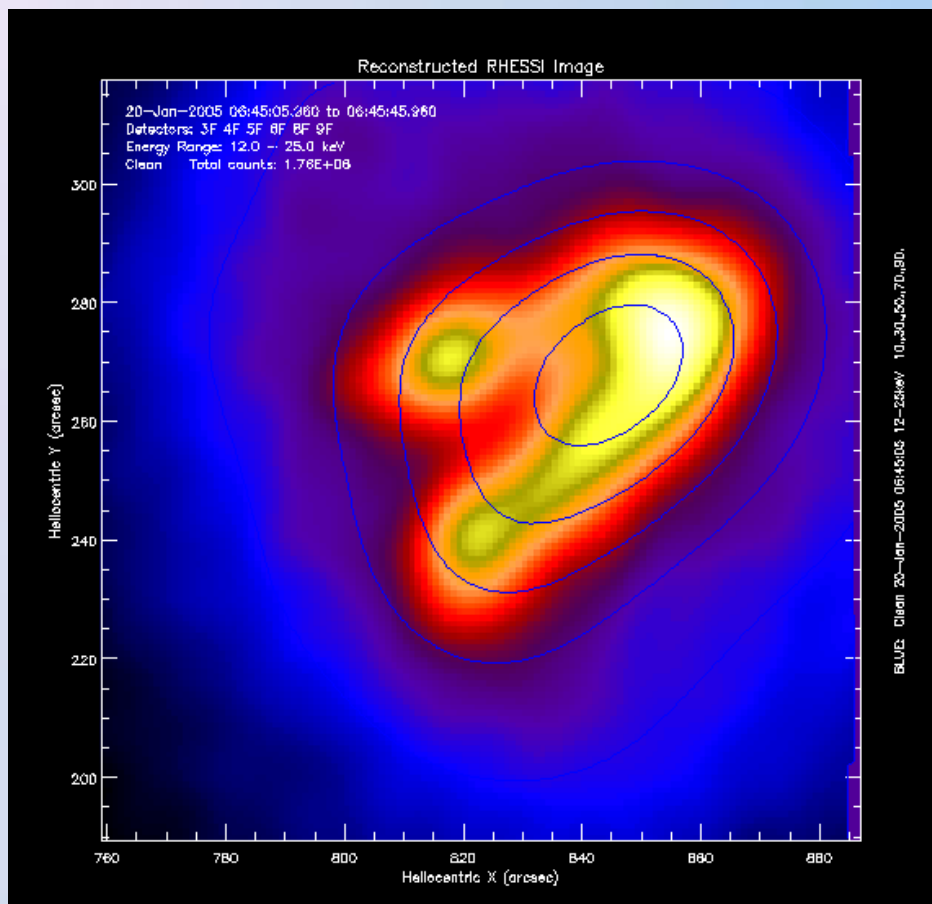


Nie dotyczy Sui, który obserwuje źródła 12-25 keV wyżej niż 6-12 keV

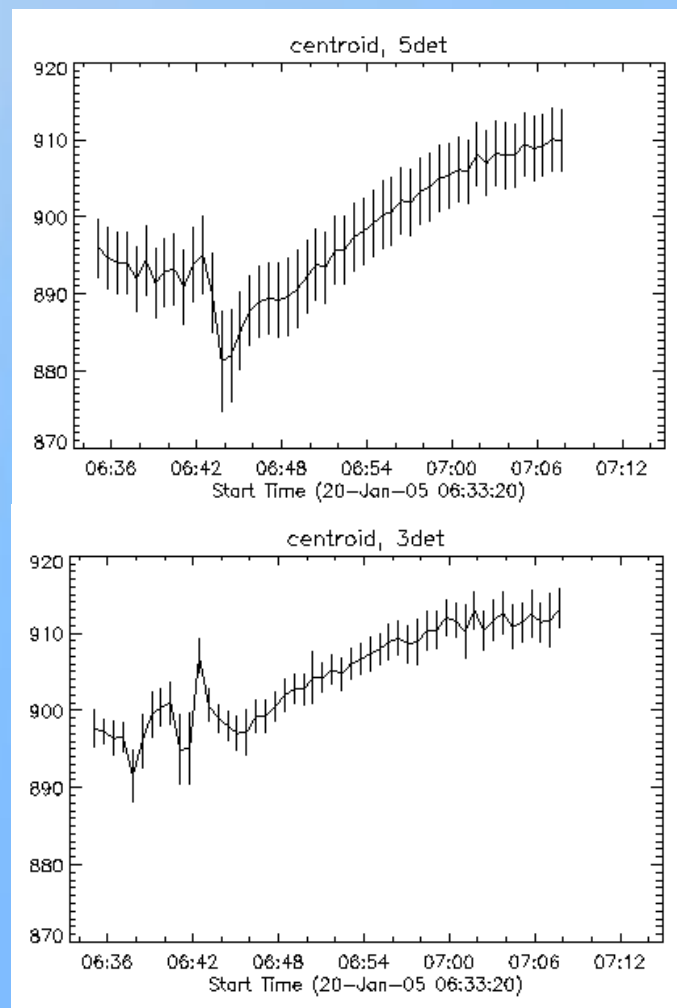


Scenariusze alternatywne

2. Szerokość przedziału energii. Przykład: rozbłysk z 20.01.2005 r.

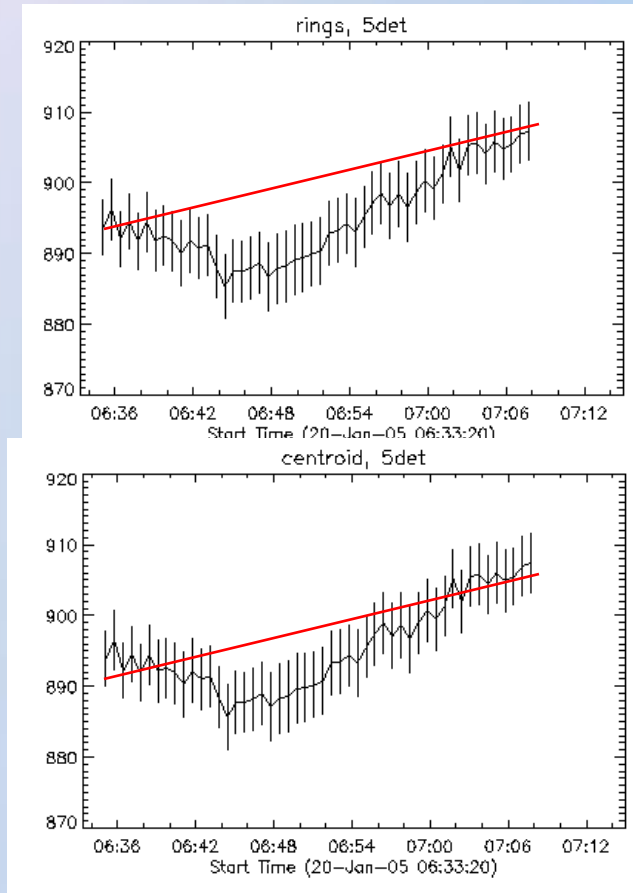


12-25 keV, obraz – CLEAN (det3-9)
kontury – CLEAN (det5-9)

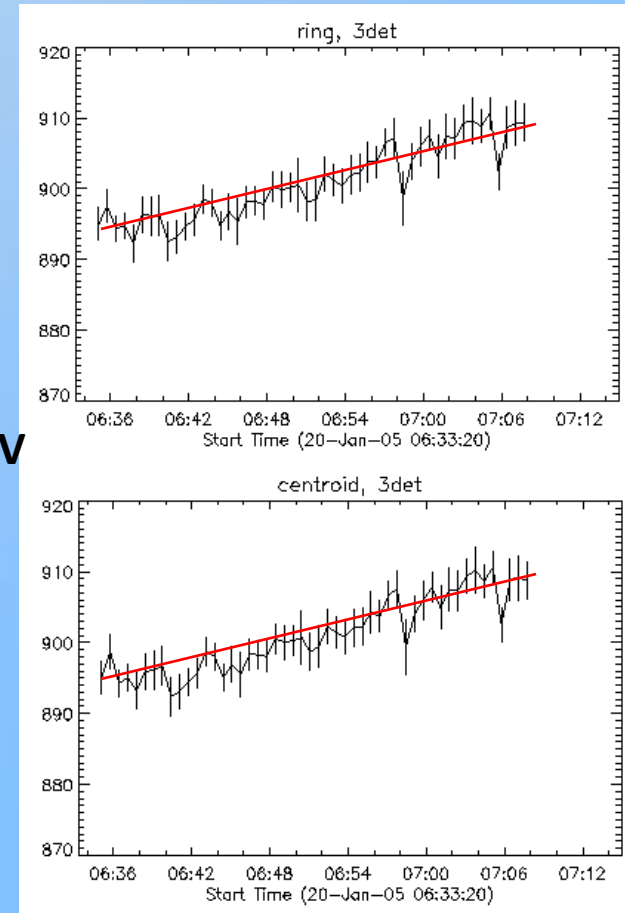


Scenariusze alternatywne

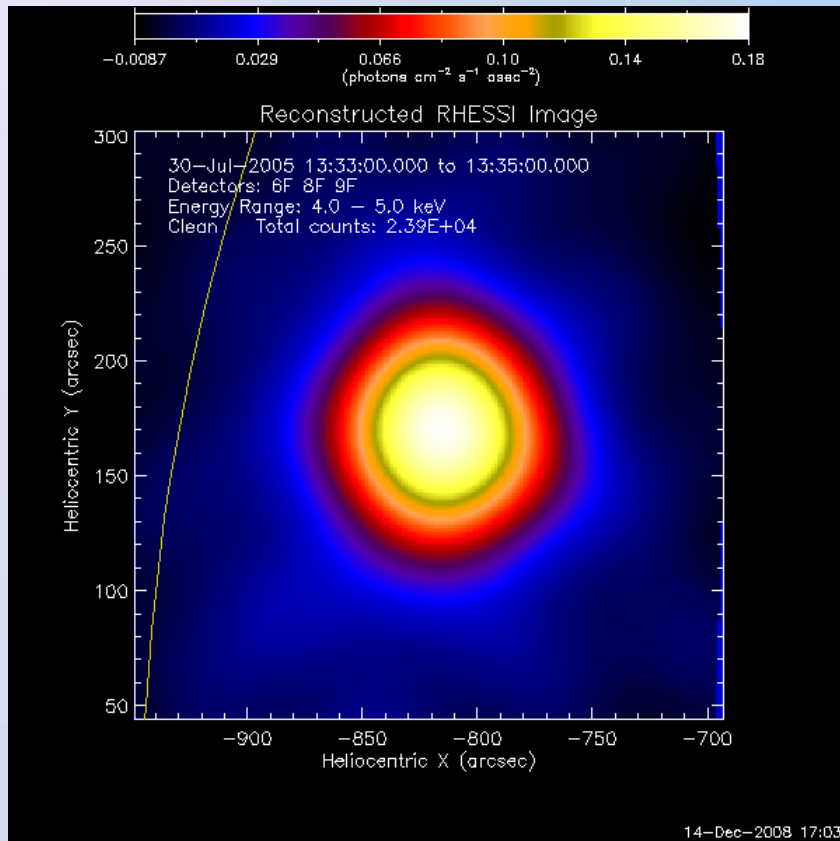
2. Szerokość przedziału energii. Przykład: rozbłysek z 20.01.2005 r.



12-13 keV



Błędy centroidu



$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n I_i x_i}{\sum_{i=1}^n I_i}; \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n I_i y_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$$

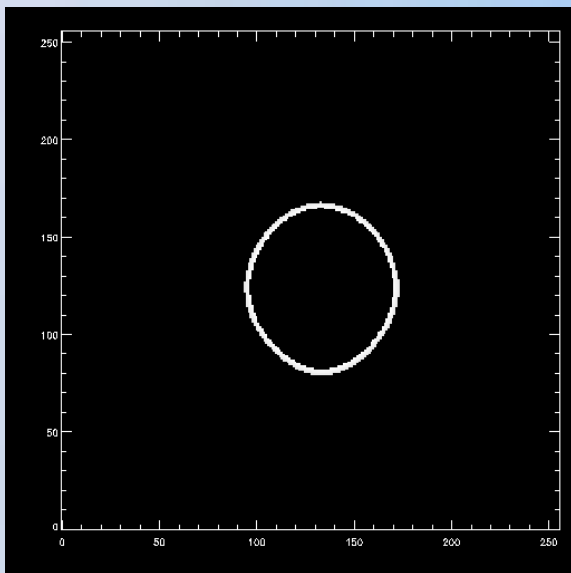
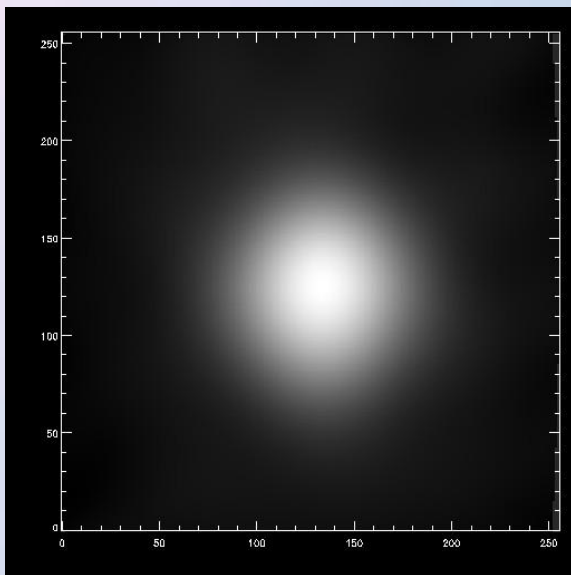
Błąd za pomocą różniczki zupełnej

Obrazy w zakresie HXR są rekonstruowane: zmienne x_i , y_i oraz I_i nie są niezależne (ich błędy są losowe).

Zastosowanie zwykłej metody zawodzi (Bogachev i in. 2005)

Wyznaczanie średniej dla kilku poziomów konturu niewiele zmienia – wartości są zależne

Błędy centroidu



Niezależne pomiary centroidu można uzyskać dzięki podzieleniu źródła na pierścienie i wyznaczeniu ich centroidów.

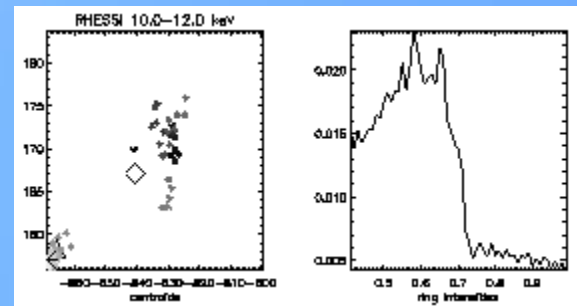
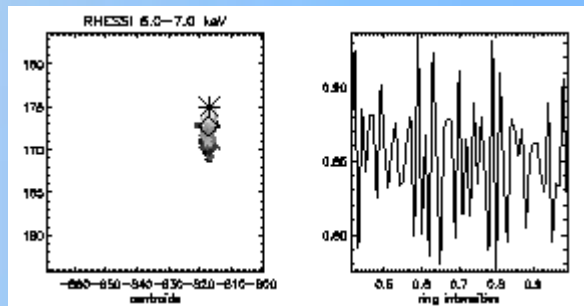
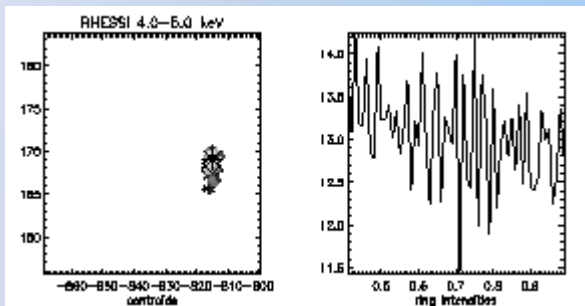
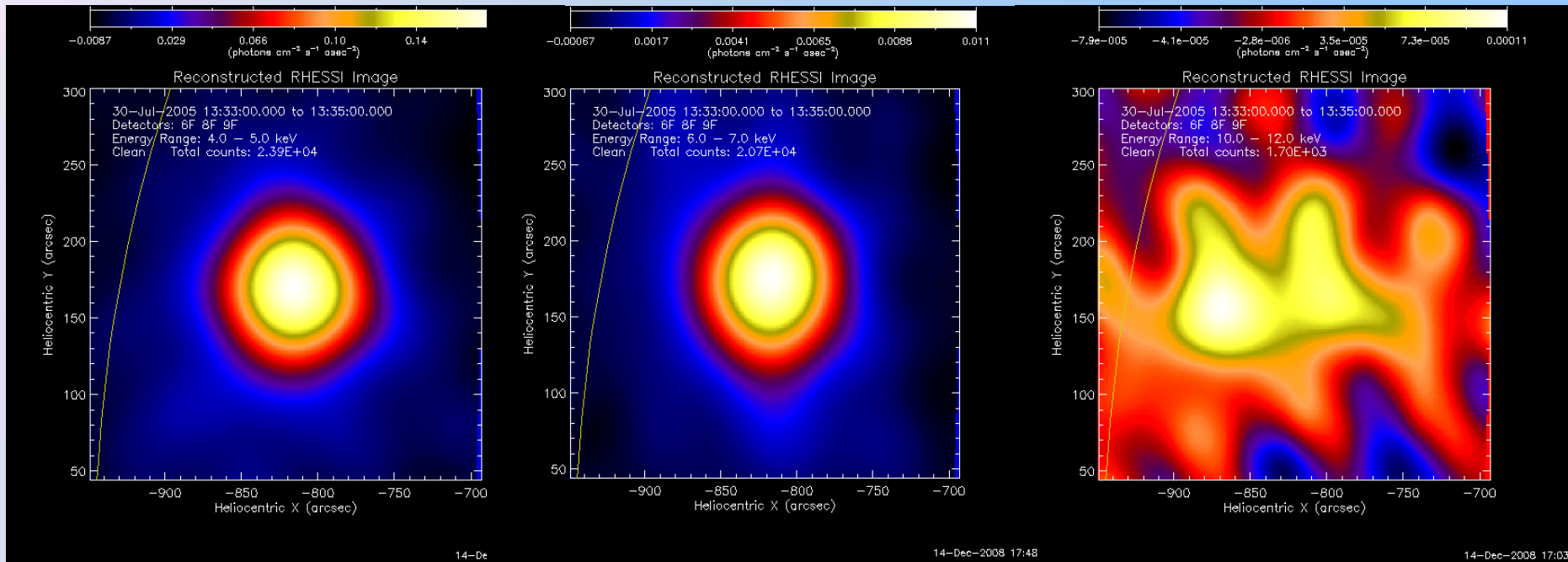
Graniczna szerokość pierścienia jest określana jako najmniejsza szerokość, przy której pierścień jest ciągły.

Położenie centroidu źródła wyznaczone jest jako średnia (ważona wariancją) centroidów poszczególnych pierścieni.

Błąd wyznaczenia centroidu jest równy wariancji średniej ważonej

Błędy centroidu

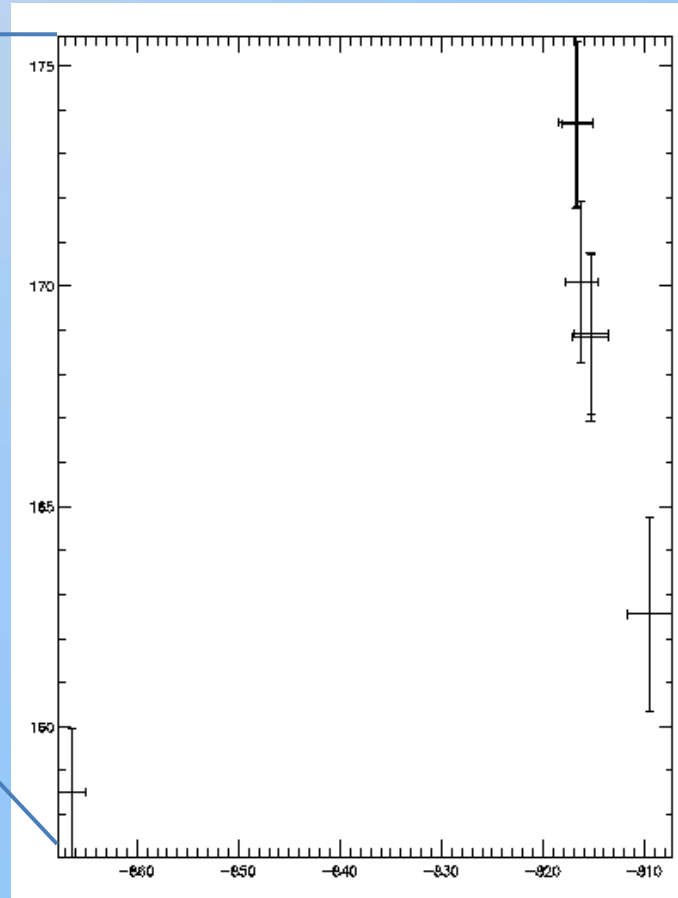
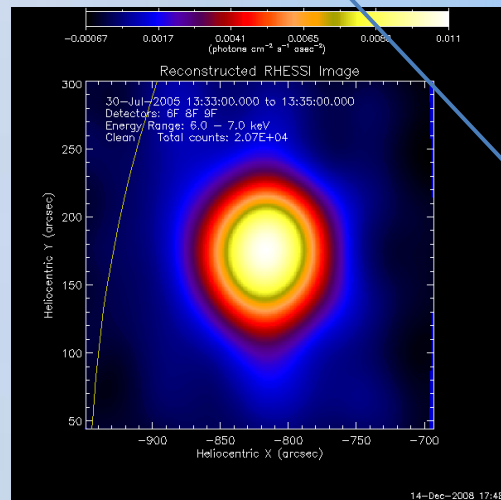
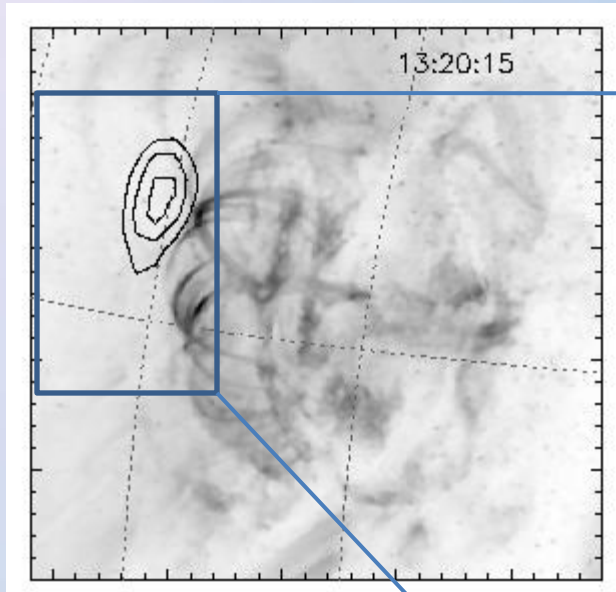
Przykład: rozbłysk z 30.07.2005 r.



Możliwość automatycznej weryfikacji jakości obrazów dzięki analizie jasności pierścieni

Błędy centroidu

Przykład: rozbłysk z 30.07.2005 r.

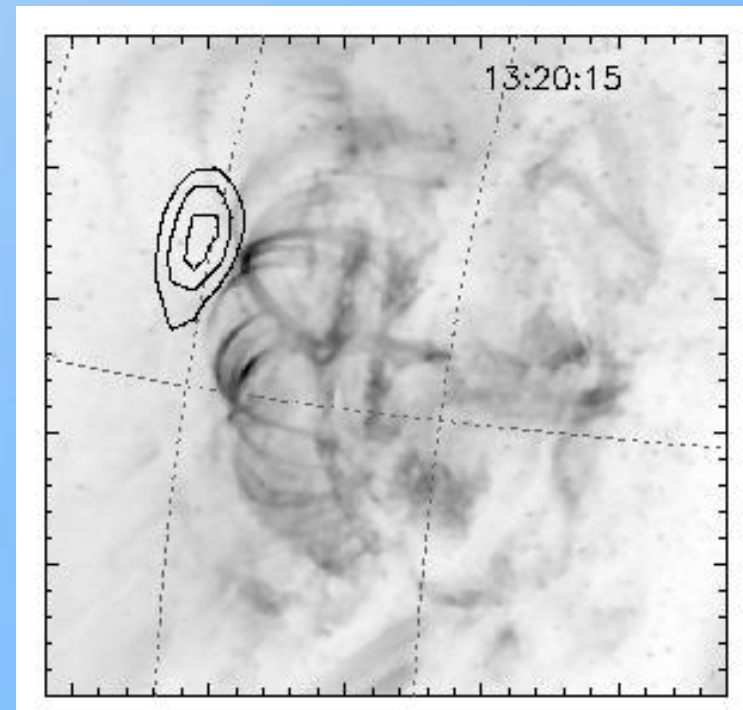
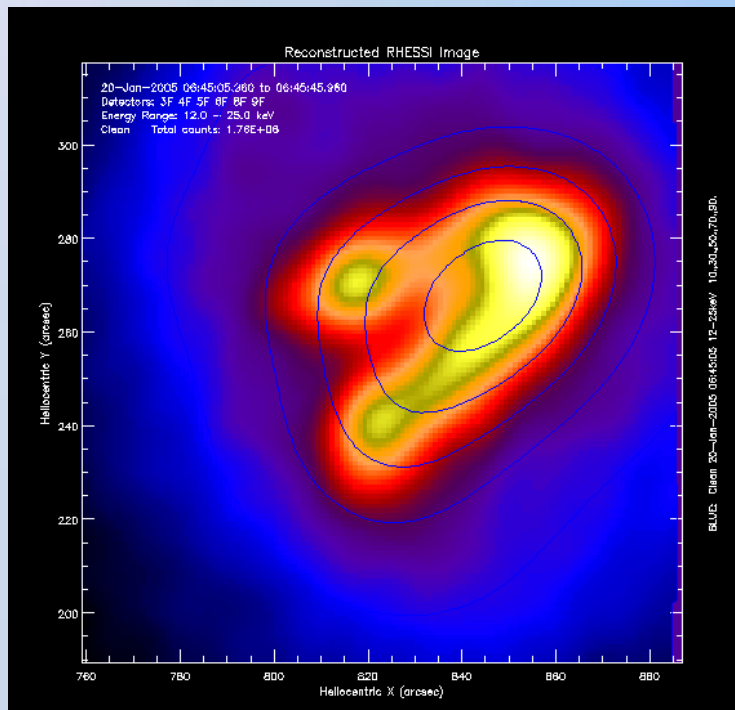


Obraz wykonany za pomocą metody PIXON pokazuje asymetrię źródła

Centroidy uzyskane dla różnych energii przesuwiają się wzdłuż kanału arkady

Scenariusze alternatywne

3. Duża gęstość w źródle koronalnym – zależność energia-wysokość w koronie?
4. Silnie tłumiona oscylacja horyzontalna obserwowana wzdłuż kierunku oscylacji
5. Struktura źródła koronalnego – niewypowiedzianym założeniem wszystkich autorów jest punktowy rozmiar źródła koronalnego!



Podsumowanie

1. RHESSI jako samodzielny instrument nie pozwala jednoznacznie określić morfologii
2. Brak dobrego oszacowania błędów wyznaczenia centroidu
3. Należy dbać o właściwy dobór siatek używanych do obrazowania
4. Przedziały energii tak wąskie jak to tylko możliwe
5. Obserwacje w innych zakresach promieniowania – stopy w EUV, względne położenia źródeł HXR i SXR itd.

Oczywiście nie można wykluczyć spadania źródła HXR:

