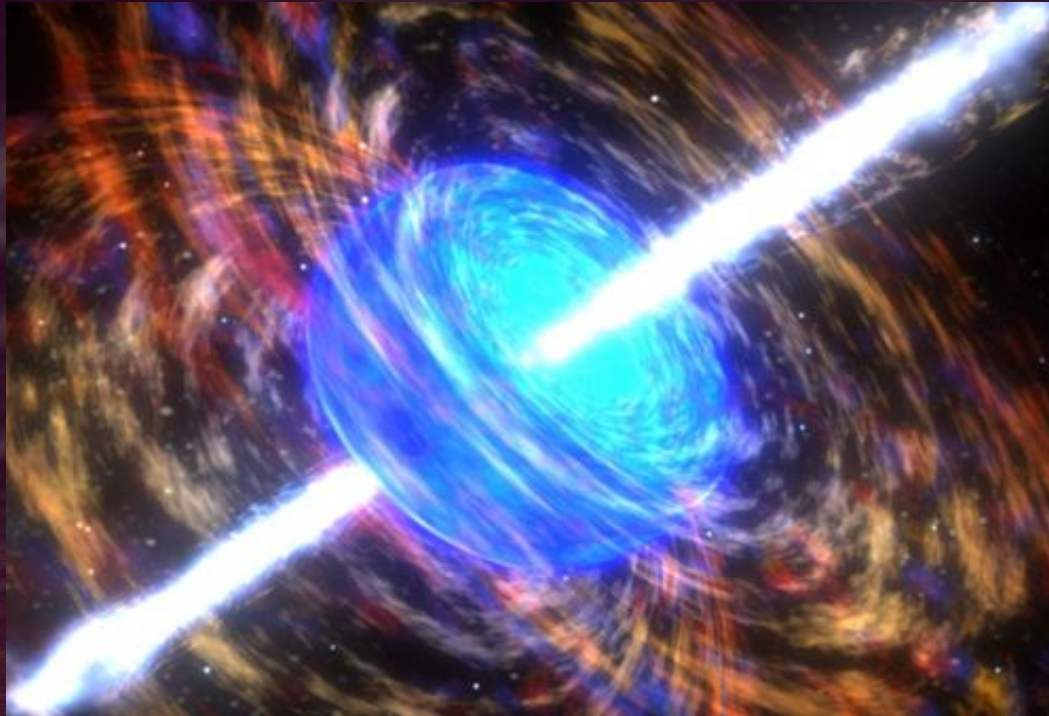
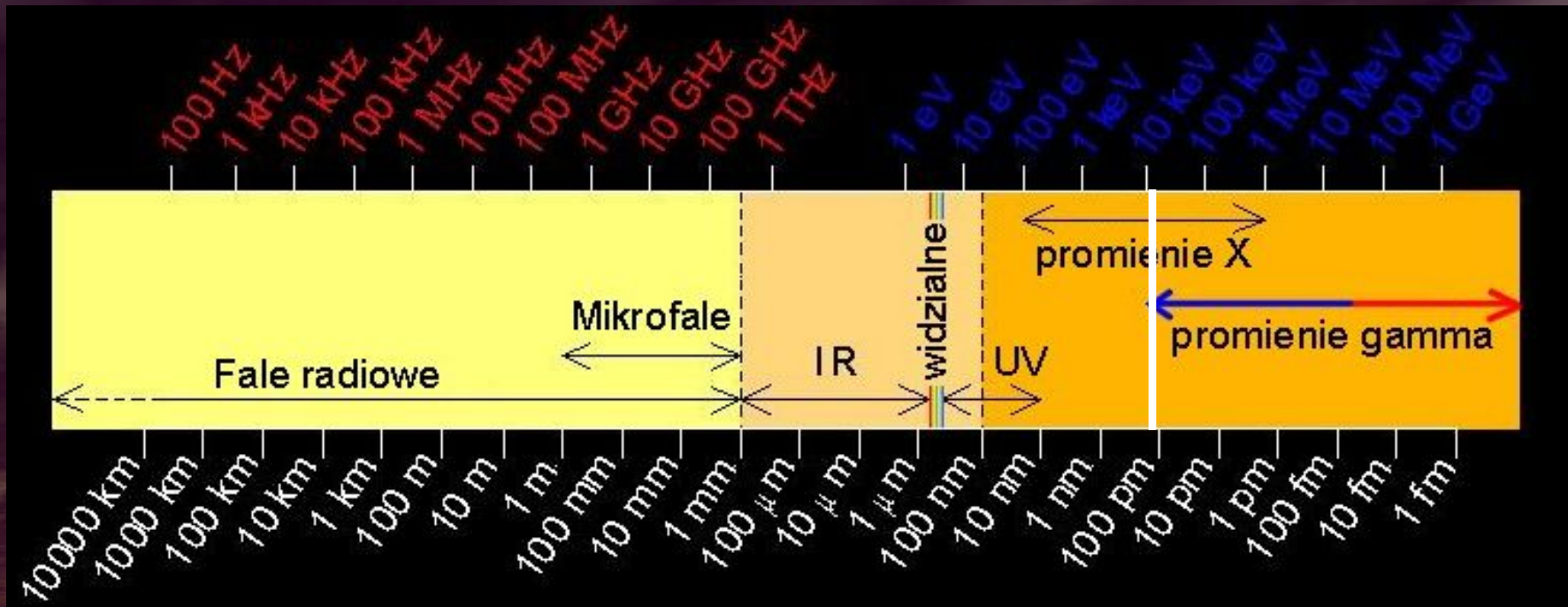


# Błyski gamma



*Urszula Bąk-Stęślicka  
Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego*

# Promieniowanie gamma



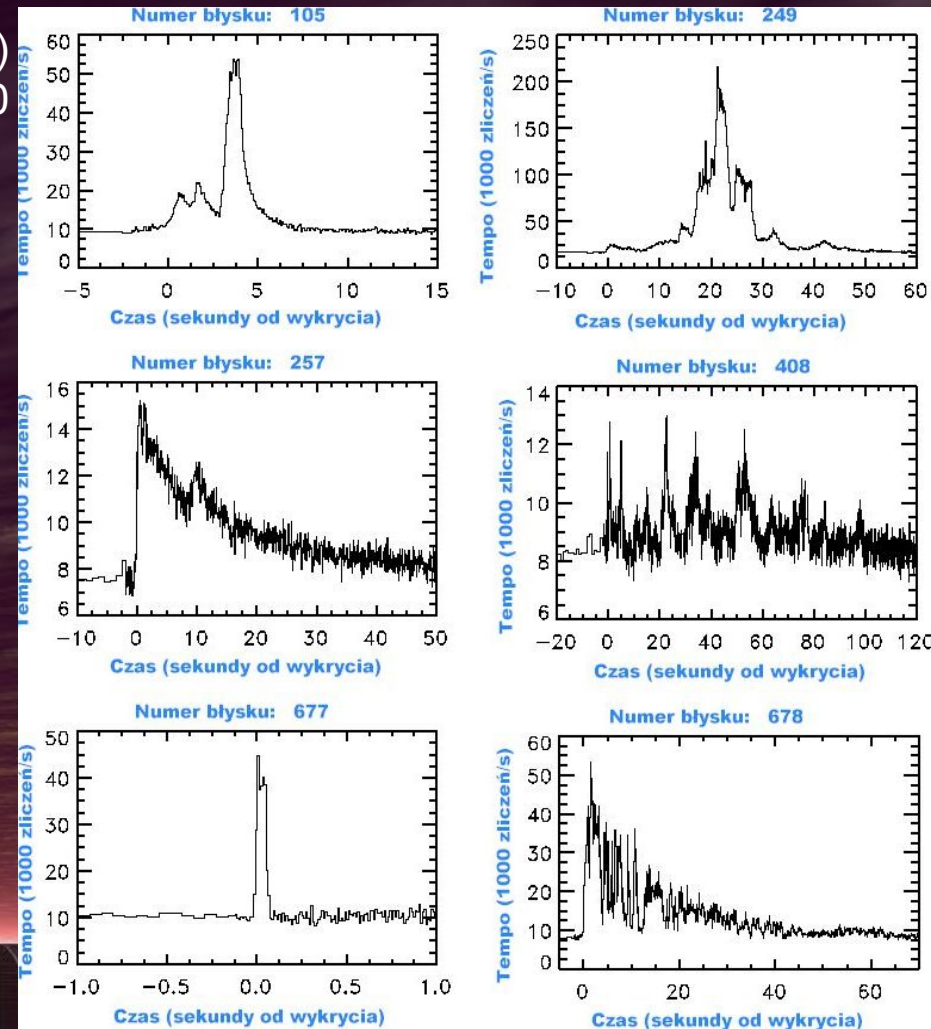
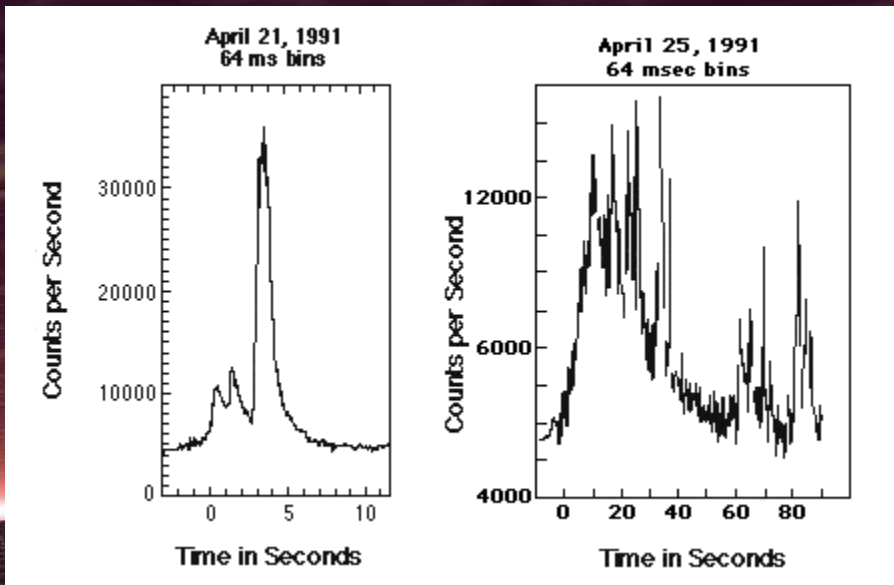
# Skala odległości w latach świetlnych

Ziemia – Księżyc	~ 1 s
Ziemia – Słońce	~ 8 min
najbliższa Słońcu gwiazda	~ 4 lata
średnica Galaktyki	~ 100 000 lat
odległość do galaktyki M31	~ 2.5 mln lat
widzialny Wszechświat	~ 15 mld lat

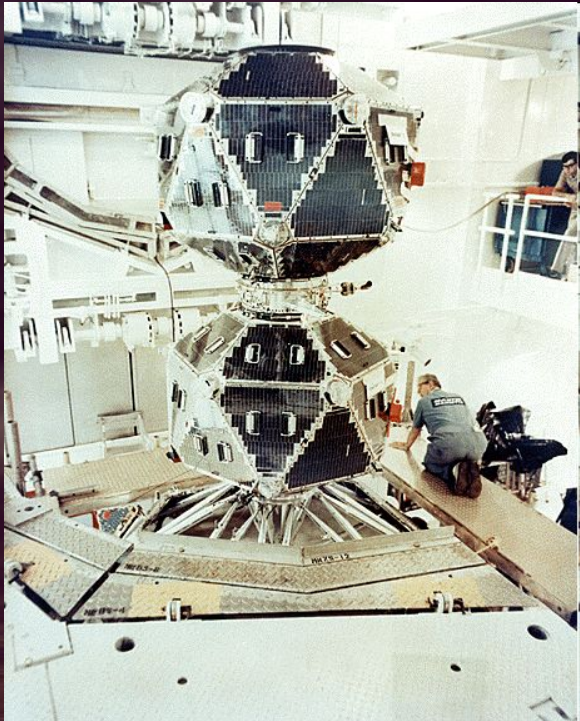
# Charakterystyka

GRB charakteryzują się:

- silnymi (energie fotonów przekraczają 100 keV) i krótkotrwałymi (w przedziale ok.  $3 \times 10^{-3}$  s - 1000 s), pojedynczymi "pulsami" promieniowania gamma,
- zdarzają się gdzieś w Kosmosie średnio raz dziennie.
- różne krzywe blasku, trudno zdefiniować czas trwania błysku.

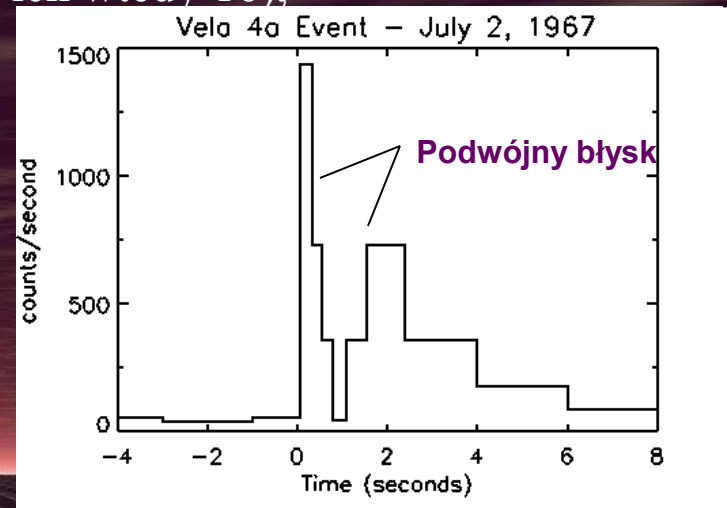


# Historia odkrycia



- Orbits kołowe o  $r=102$  tys. km,
- satelity wypuszczano parami,
- można mierzyć jedynie natężenie promieniowania, a nie kierunek, z którego błysk dochodzi,
- zegary o małej dokładności,

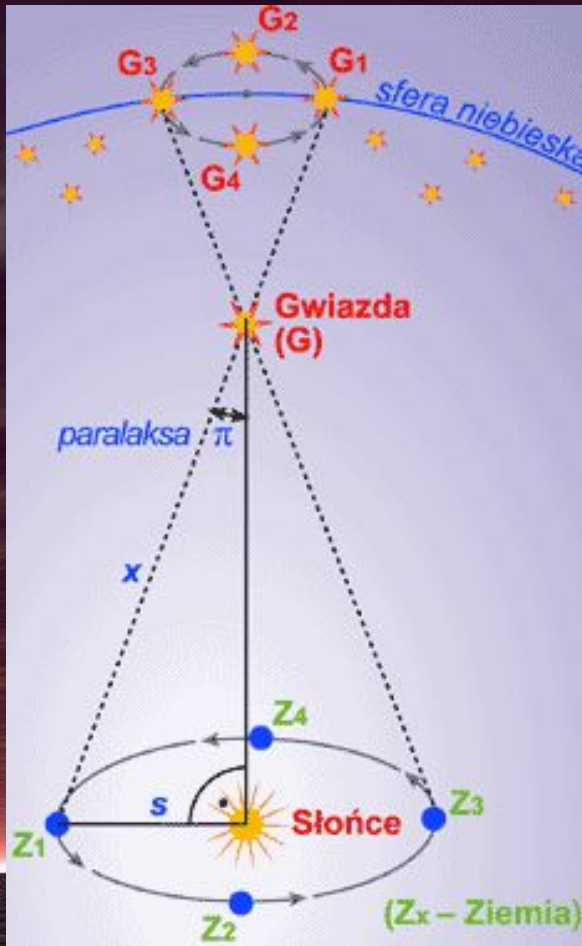
Lata 60-te - okres intensywnych zbrojeń nuklearnych  
1963 – układ o zaprzestaniu prób jądrowych,  
1963-1971 – wystrzelenie serii satelitów Vela,  
1967 – zarejestrowano pierwszy błysk gamma (nie znając jego pochodzenia),  
1969 r. – dane zostały przeanalizowane pod kątem astronomicznym,  
1973 r. – ogłoszenie zaskakującego odkrycia błysków gamma (znano ich wtedy 16),



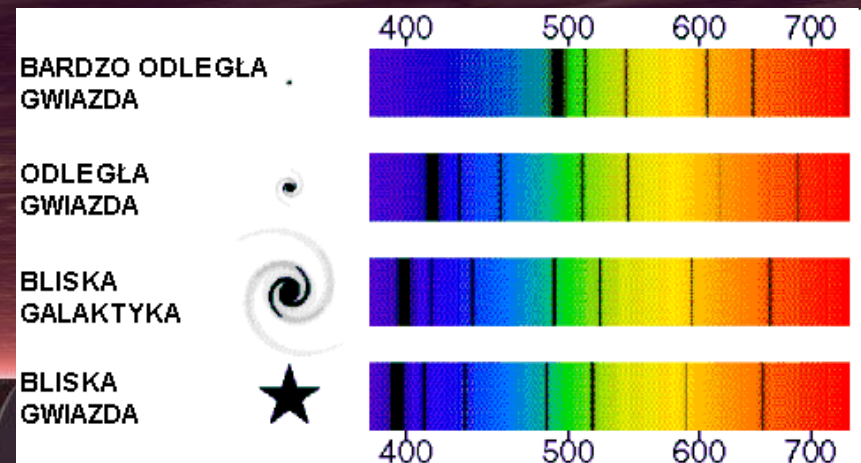
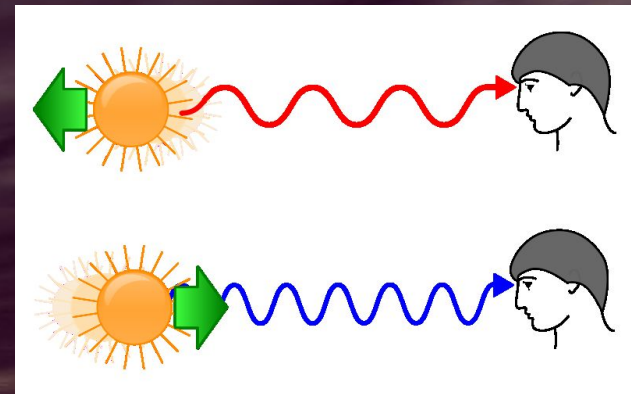
Vela 3, Vela 7 i Vela 8

# Pierwsze obserwacje

## Próby pomiaru odległości



Mało dokładne pomiary

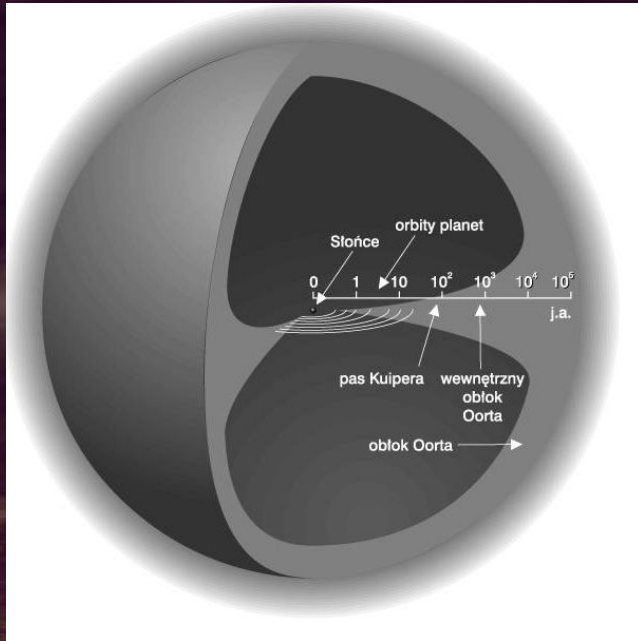


Nie znaleziono linii widmowych

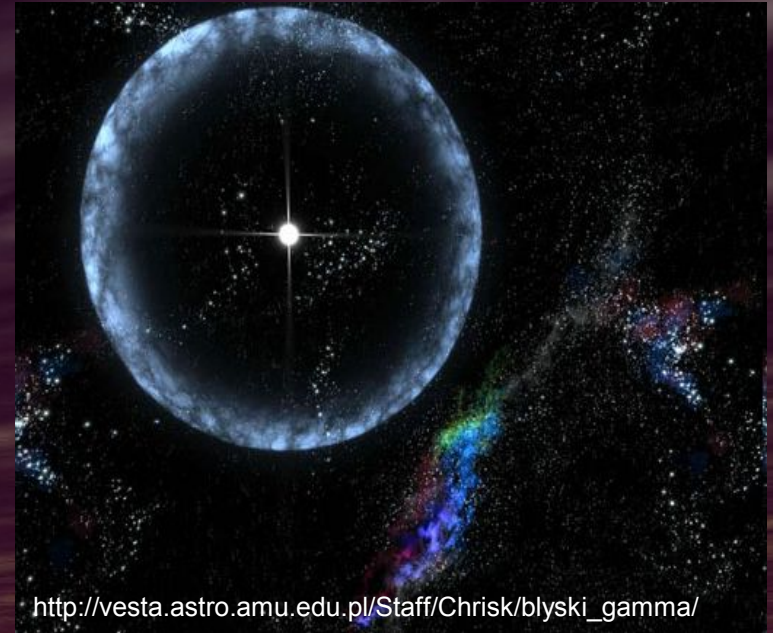
# Pierwsze modele

Do lat 90-tych więcej było teorii niż zaobserwowanych błysków !!!

Zderzenia komet w obłoku Oorta  
(zgadzał się rozkład błysków)



Zderzenia komet z gwiazdami neutronowymi



[http://vesta.astro.amu.edu.pl/Staff/Chrisk/blyski\\_gamma/](http://vesta.astro.amu.edu.pl/Staff/Chrisk/blyski_gamma/)

Glicze  
(produkują zbyt małe  
ilości energii)



Najpopularniejszy kandydat na źródło błysków gamma.

Gliczami nazywamy nagłe zwiększenie prędkości rotacji pulsara i powrót do wcześniejszego stanu. Następuje pęknięcie powierzchniowych warstw pulsara i przemieszczanie się w stronę środka gwiazdy.

**Przypomina to trzęsienia Ziemi**

# Pierwsze modele



Modele zakładające, iż błyski gamma pochodzą z bardzo odległych galaktyk

(zgadza się rozmieszczenie, ale co jest źródłem tak dużej energii?)

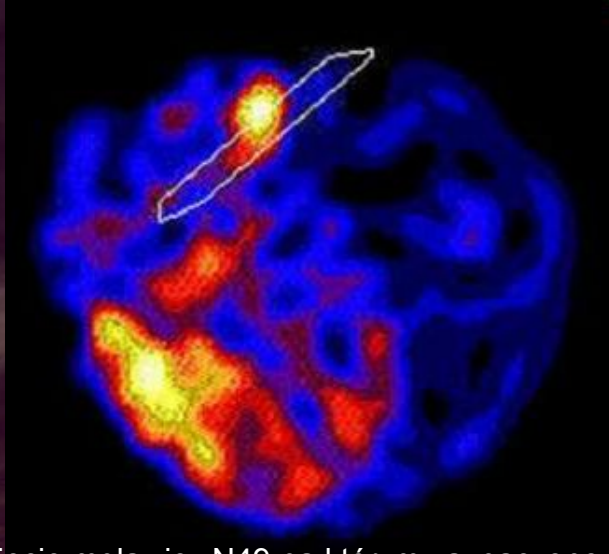
**Od połowy lat 80-tych modele te rozwijał:**



prof. Bohdan Paczyński

# Nowa klasa zjawisk

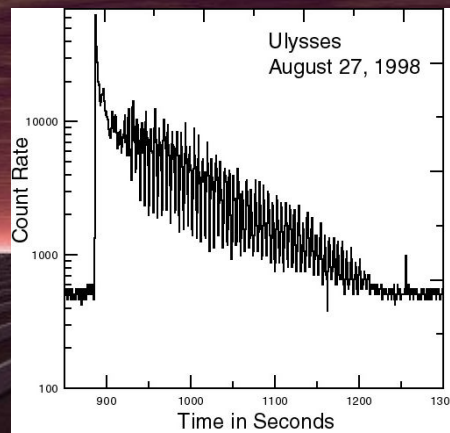
**Soft gamma repeaters** – pierwszy błysk zarejestrowano 5.03.1979 r. Był to najsilniejszy i najdłużej trwający błysk gamma. Źródło znajdowało się w Obłoku Magellana. Kilka tygodni później odkryto mgławicę N49, czyli błysk związany jest z supernową.



Zdjęcie mgławicy N49 na którym zaznaczono miejsce błysku gamma z dnia 05.03.1979r. – zakres rentgenowski.

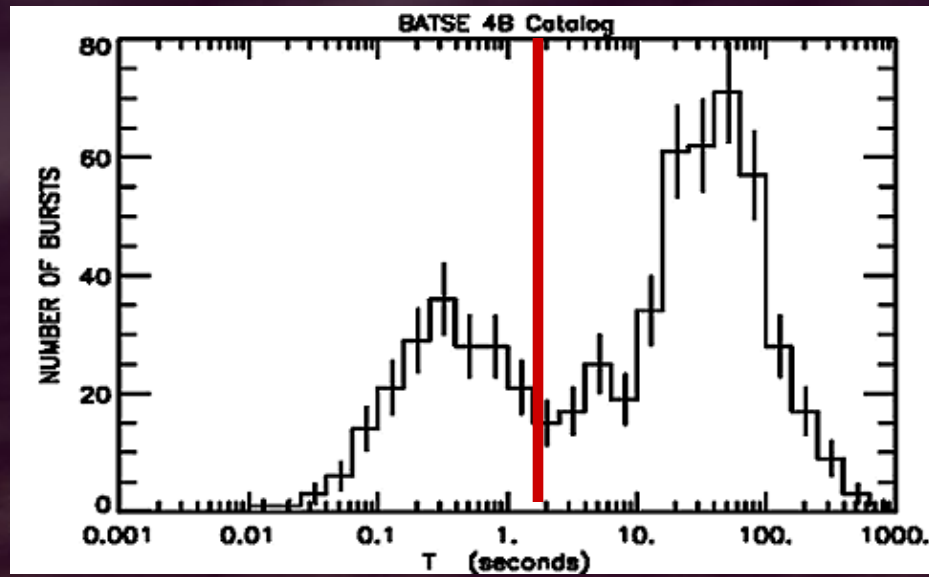


Zdjęcie mgławicy N49 - HST

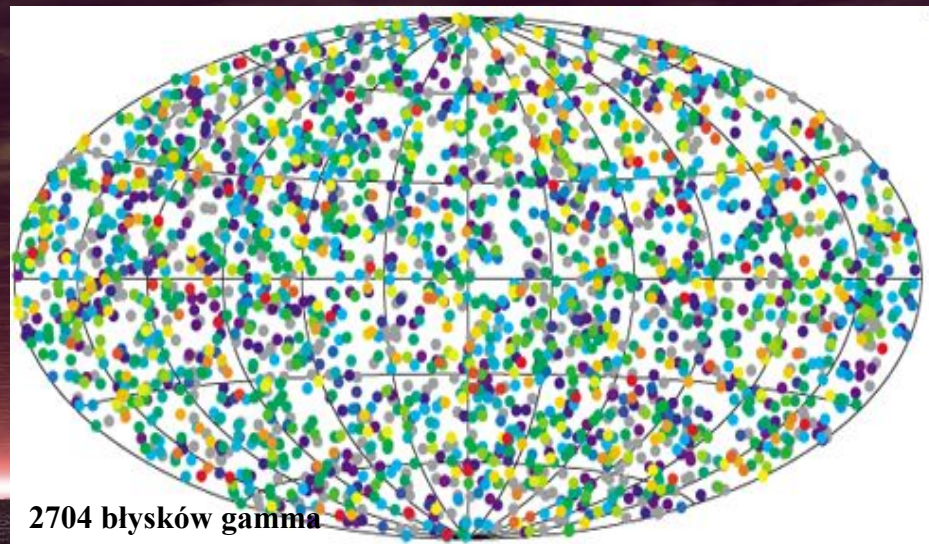


<http://apod.nasa.gov/apod/ap980903.html>

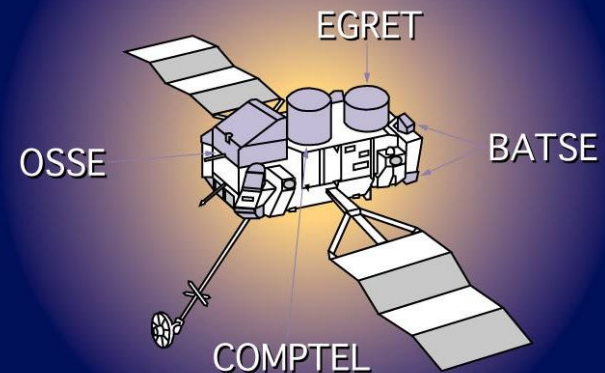
# Obserwacje BATSE (05.01.1991- 04.07.2000)



Eksperyment BATSE (**Burst And Transient Source Experiment**) składał z 8 detektorów promieniowania gamma (pracujących w zakresie od 20 keV do 1 MeV)



Compton Gamma Ray Observatory



**PRZEŁOM W BADANIACH – silne wsparcie dla modeli kosmologicznych**

# Wielka debata nr 2

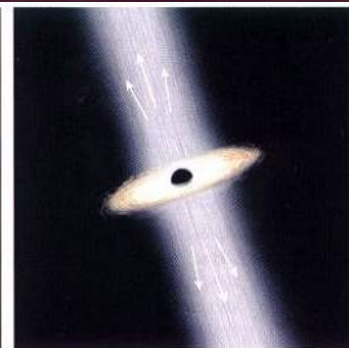
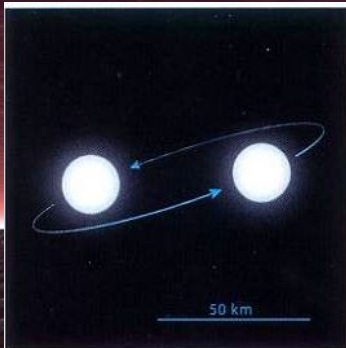
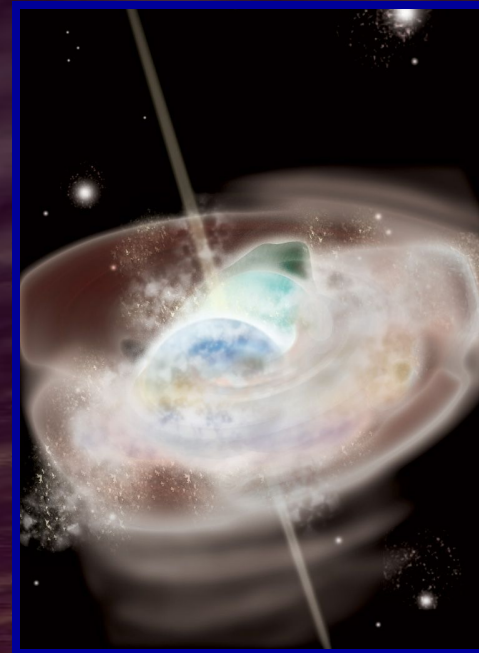
26 kwietnia 1920 roku – Wielka debata o odległościach we Wszechświecie: Harlow Shapley – Heber Curtis

22 kwietnia 1995 roku –  
Wielka debata nr 2  
Don Lamb – Bohdan Paczyński



# Modele kosmologiczne

Zderzenie dwóch gwiazd neutronowych,  
Zderzenie gwiazdy neutronowej z czarną dziurą



Błyski gamma o  
 $t < 2$  s

# Modele kosmologiczne

## Wybuch hipernowej



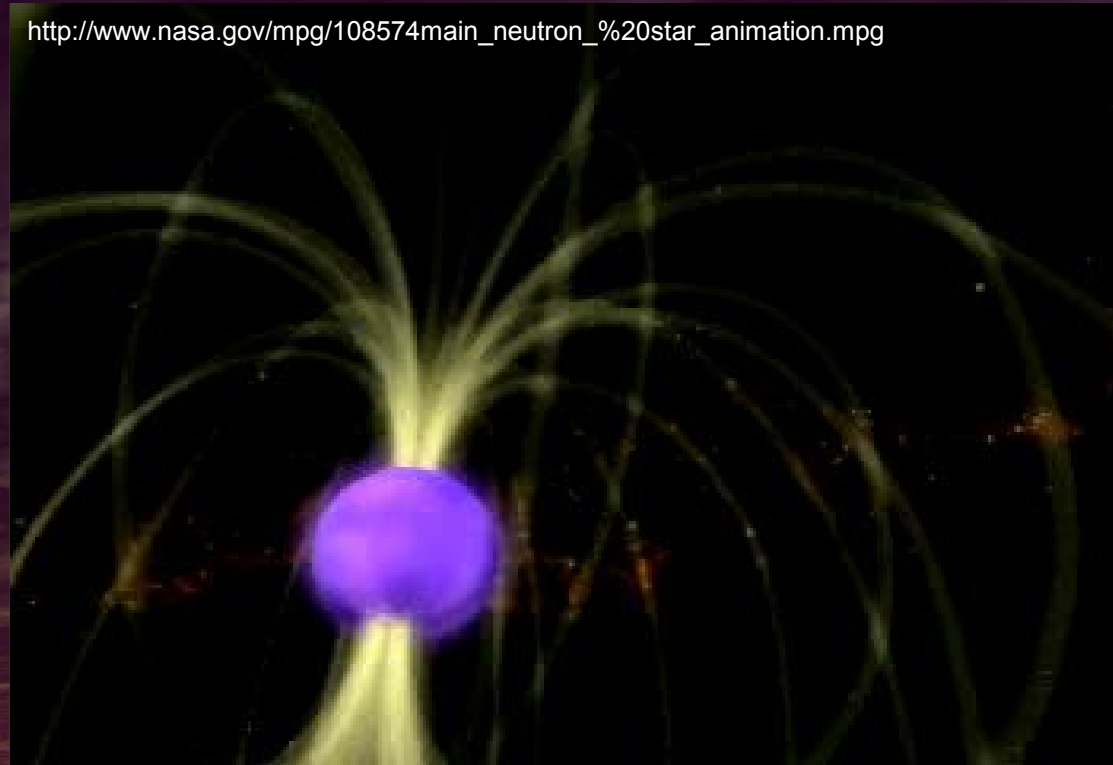
film



Błyski gamma o  
 $t > 2$  s

# Modele kosmologiczne

## Magnetary



Raz na 10000 przypadków wybuchu supernowej powstaje magnetar.

Pole magnetyczne:  
1000 x silniejsze od pola magn. pulsara i miliard razy silniejsze od pola magnetycznego Ziemi.

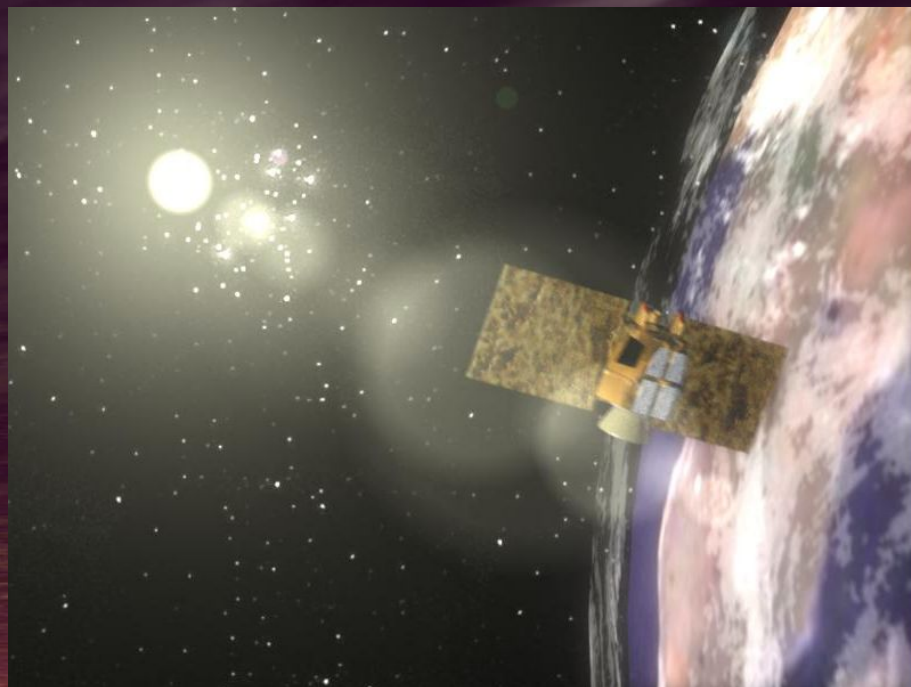
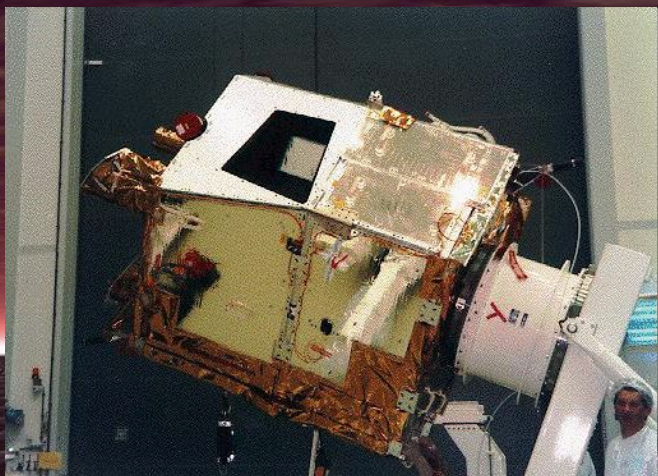
Pole magnetyczne jest niestabilne, powstają silne naprężenia pomiędzy nim a materią. Następuje gwałtowna przebudowa – **błysk gamma**.

Model magnetara został zaproponowany przez Roberta Duncana i Christophera Thompsona w roku 1992. Obecnie (wrzesień 2008) znanych jest 16 takich obiektów.

Soft gamma repeaters

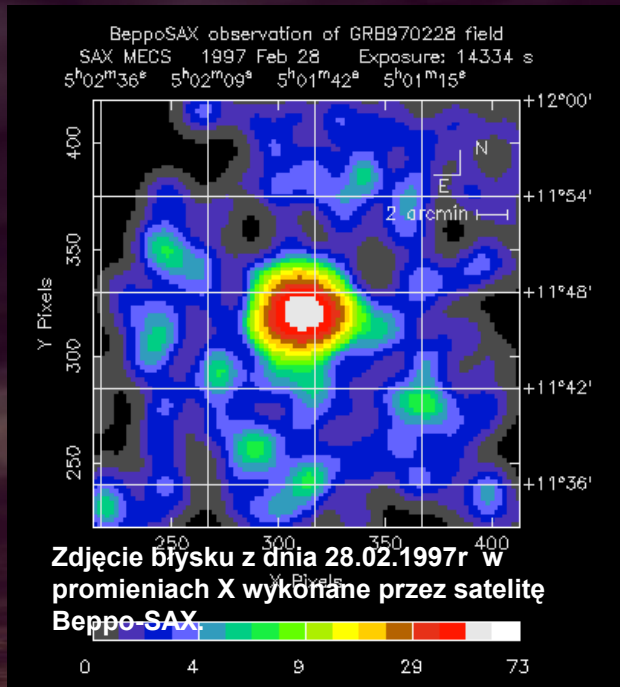
# BeppoSax (30.04.1995 - 02.05.2003)

Włosko-holenderski satelita Beppo-SAX (Beppo pochodzi od nazwiska włoskiego astronoma Giuseppe Occhialini'ego, SAX od Satellite per Astronomia X). Był to pierwszy w historii satelita przeznaczony tylko i wyłącznie do obserwacji błysków gamma. Jako pierwszy został wyposażony oprócz detektorów gamma również w teleskop promieniowania X, dzięki któremu można było wyznaczać pozycję błysków z dokładnością ok. 5 minut kątowych (a więc 12 razy lepiej niż BATSE)

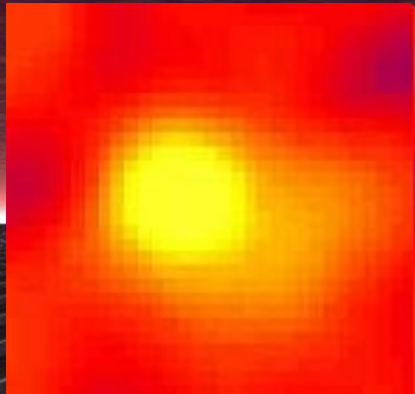


# Kolejne odkrycia

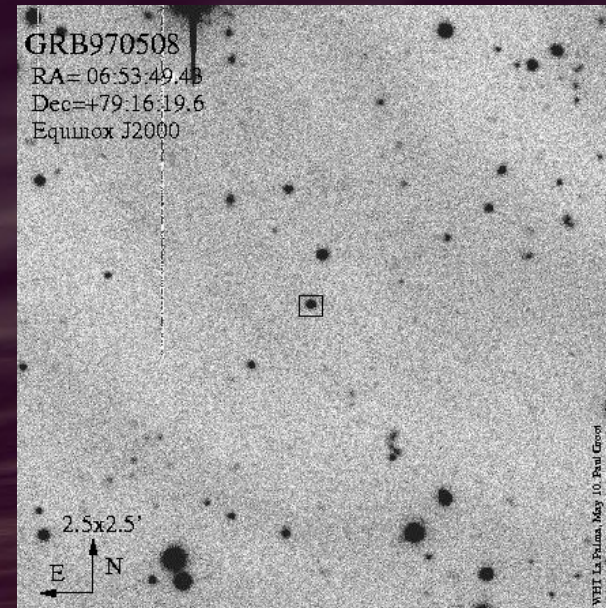
## Odkrycie poświaty



**Pierwsza identyfikacja błysku gamma ze źródłem w innym zakresie widma**



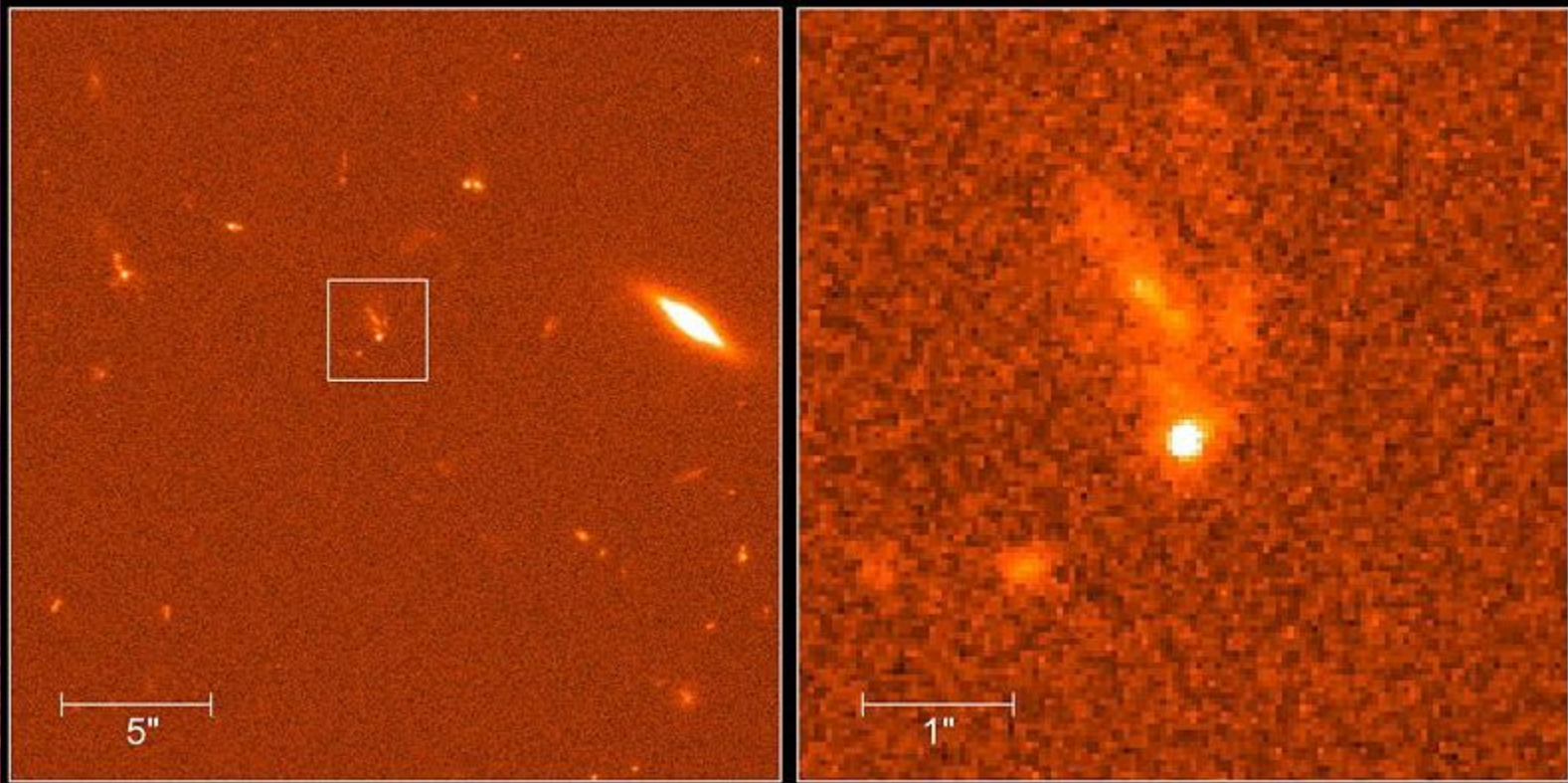
## Pomiar odległości



Zdjęcie poświaty optycznej po błysku z dnia 08.05.1997r.  
**2000 Mpc (czyli ok. 7 miliardów lat świetlnych)**

<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/objects/grbs/grb970228.html>  
<http://apod.nasa.gov/apod/ap970513.html>  
<http://www.xtec.net/recursos/astronom/hst/hst2/9710.htm>

# Jasny błysk gamma



23.01.1999r., d ~ 10 mld lat świetlnych  
Poświata o jasności 9 mag.

# Najnowsze obserwacje

The background features a dark, textured sky with a gradient from deep purple to a reddish-orange glow at the horizon. Below the horizon, a series of parallel lines recede into the distance, creating a perspective effect. The text 'Najnowsze obserwacje' is centered in a light yellow, sans-serif font.

# INTEGRAL (17.10.2002- )

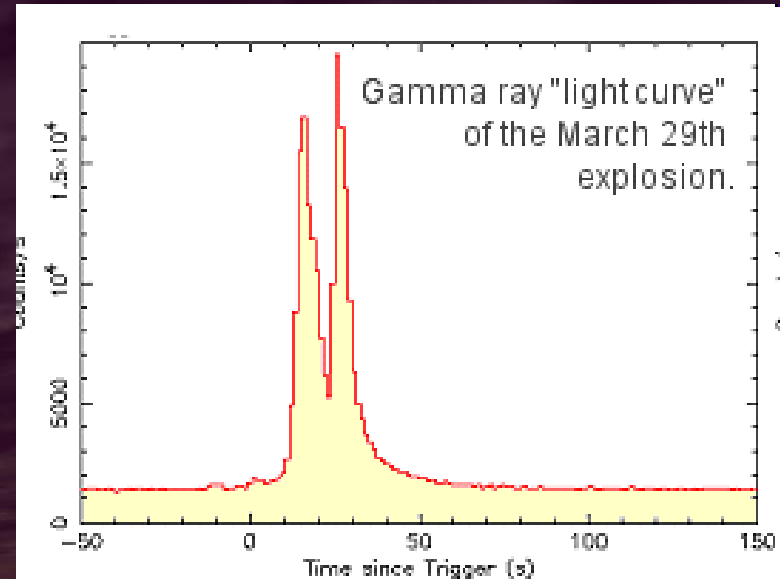
INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory



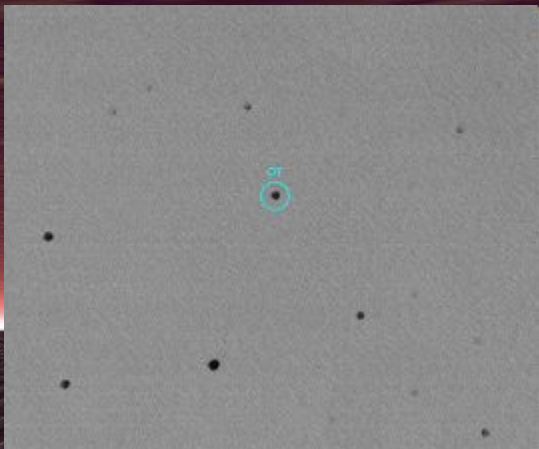
29.03.2003



<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap030414.html>



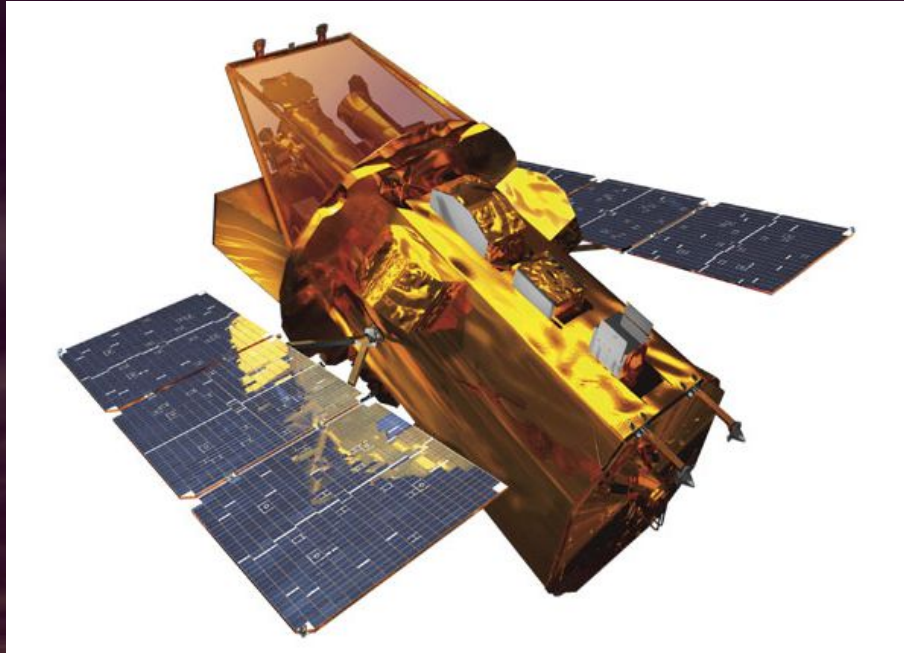
[http://science.nasa.gov/headlines/y2003/10apr\\_grb.htm](http://science.nasa.gov/headlines/y2003/10apr_grb.htm)



[http://science.nasa.gov/headlines/y2003/10apr\\_grb.htm](http://science.nasa.gov/headlines/y2003/10apr_grb.htm)

- $d \sim 600$  Mpc (ok. 2 mld lat świetlnych).
- wybuch hipernowej gwiazdy typu Wolfa-Rayeta o masie ok. 100 mas Słońca, w wyniku którego powstała czarna dziura.
- prędkości rozszerzania się wyrzuconych resztek materii gwiazdy: 30000 km/s.

# SWIFT (20.11.2004 - )



Na pokładzie obserwatorium satelitarne znajdują się trzy instrumenty:

**BAT** (Burst Alert Telescope) - detektor służący do wykrywania wybuchów: 2 steradiany

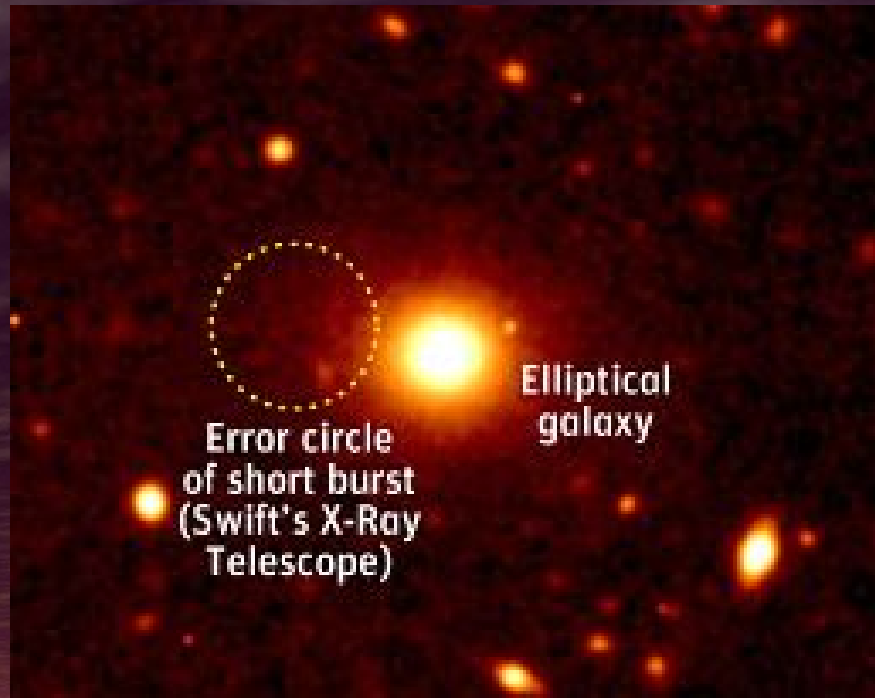
**XRT** (X-Ray Telescope) - detektor promieniowania X: rozdzielczość 4'

**UVOT** (Ultraviolet/Optical Telescope) – ruchomy teleskop optyczny pracujący w zakresie widzialnym i ultrafioletu

# SWIFT — ciekawe wyniki

9.05.2005

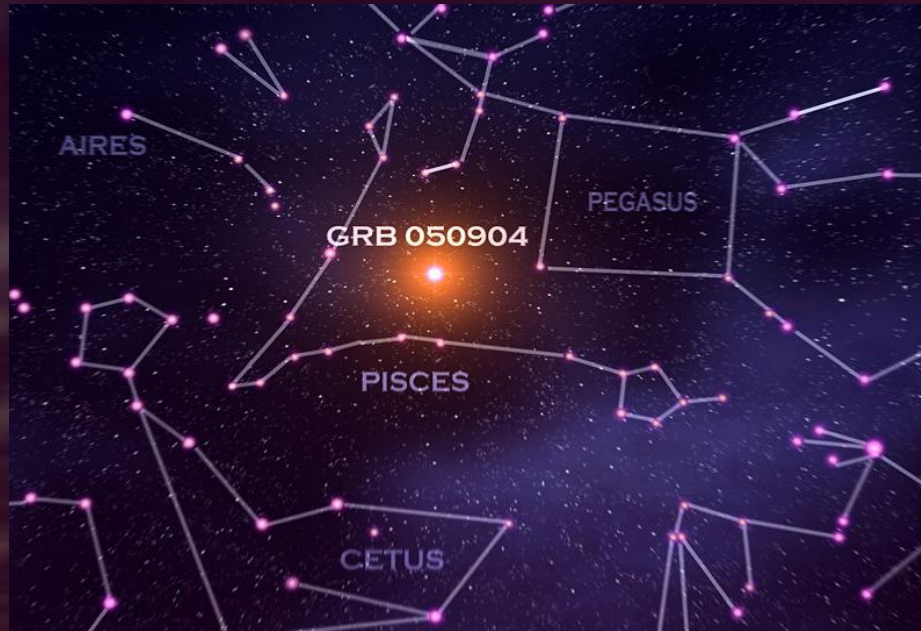
Pierwszy krótkotrwały ( $t \sim 1/20$  s) błysk gamma, dla którego zmierzono pozycję. Błysk ten związany był z **galaktyką eliptyczną!**



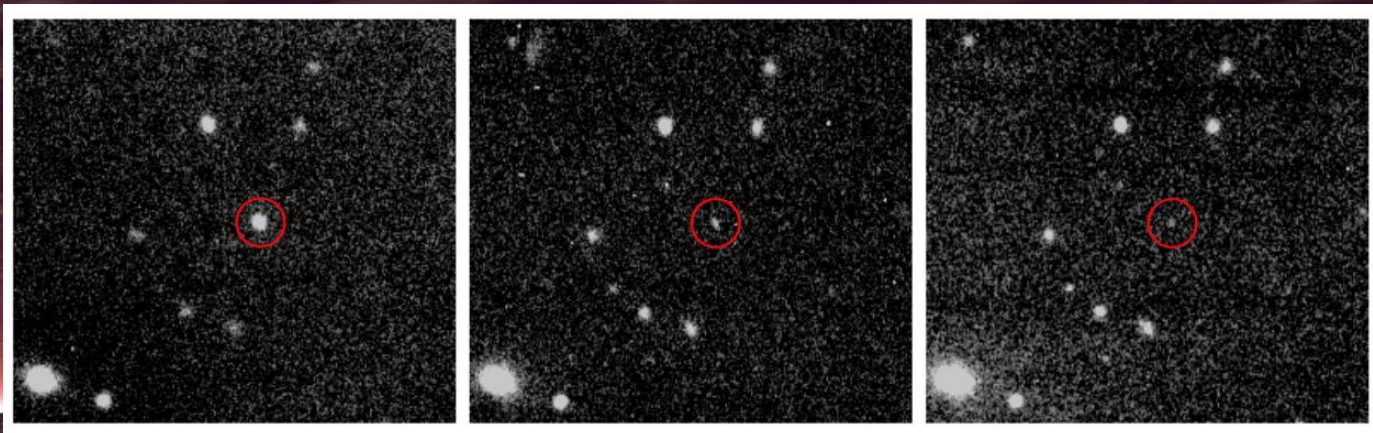
GRB 050509b

# SWIFT — ciekawe wyniki

9.05.2005



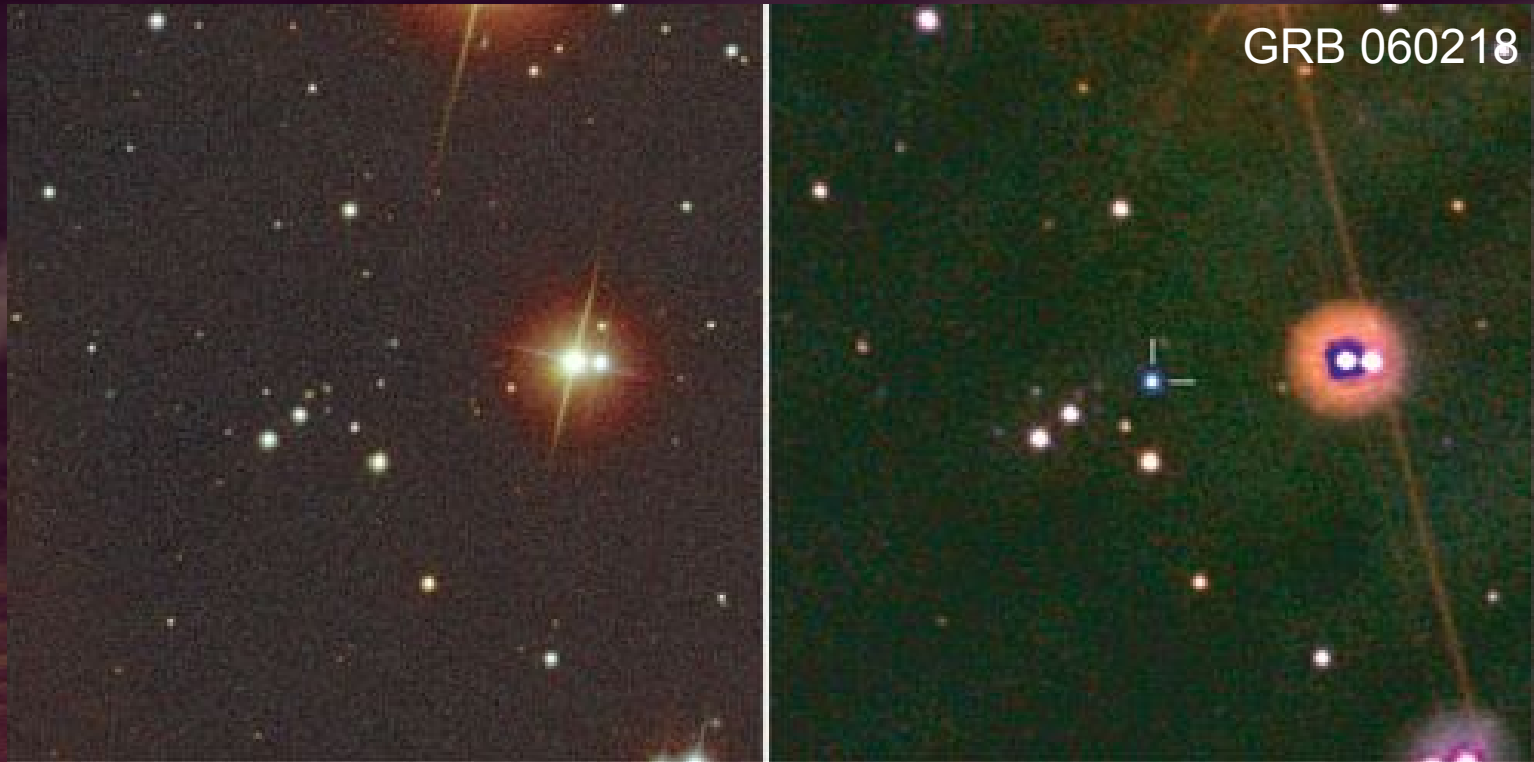
$t \sim 200$  s,  
 $d > 12$  mld lat  
światlnych



# SWIFT — ciekawe wyniki

18.02.2006

Błysk gamma+supernowa

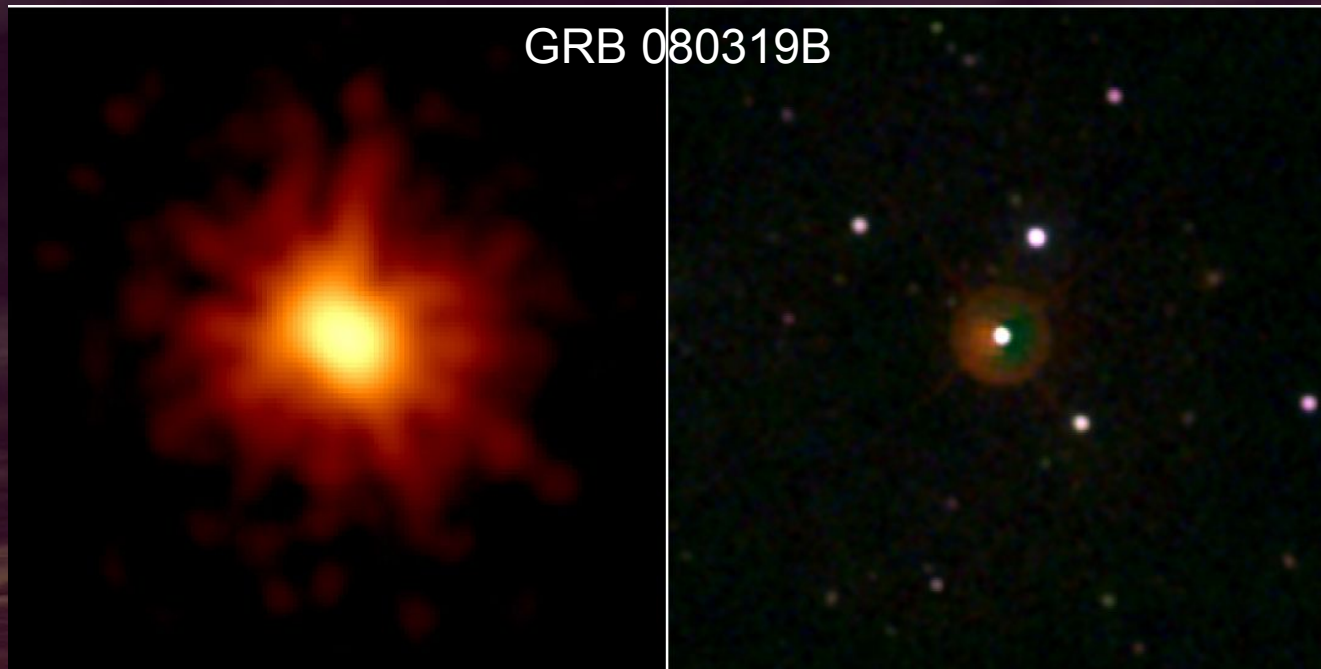


t ~ 2000 s, d ~ 440 mln lat, jasność ~ 1/100 j. typowych błysków

# SWIFT — ciekawe wyniki

19.03.2008

Najjaśniejsza poświata!!



"Pi of the Sky"

d ~ 7.5 mld lat, jasność ~ 5.8 mag (przez 30 sek.)

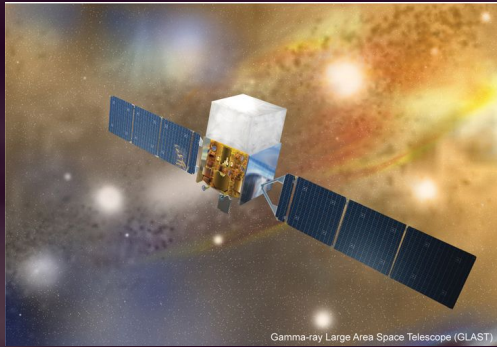
# SWIFT — ciekawe wyniki

Najdalszy obiekt



d ~ 12.8 mld lat

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/swift/bursts/farthest\\_grb.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/swift/bursts/farthest_grb.html)



# GLAST (11.06.2008 - )

## Gamma-ray Large Area Space Telescope

<http://www-glast.stanford.edu/>

GLAST został wystrzelony przy użyciu rakiety Delta II 11 czerwca 2008 o godzinie 16:05 GMT. Obecnie znajduje się na kołowej orbicie okołoziemskiej o nachyleniu  $28,5^\circ$ , na wysokości 550 km.

GLAST wyposażony jest w następujące instrumenty naukowe:

**LAT** (ang. Large Area Telescope) - detektor o wysokiej czułości i rozdzielczości kątowej, pracujący z zakresie energii fotonów 20 MeV - 300 GeV. Jest następcą instrumentu EGRET, będącym częścią Teleskopu Kosmicznego Comptona.

**GBM** (ang. Gamma-ray Burst Monitor) - detektor pracujący w zakresie energii fotonów 8 keV - 30 MeV, charakteryzujący się bardzo krótkim czasem reakcji (ok. 2  $\mu$ s). Jego głównym zadaniem będzie wykrywanie i lokalizowanie błysków gamma. Jest następcą instrumentu BATSE z Teleskopu Kosmicznego Comptona.



# Linki

[http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozblyski\\_gamma](http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozblyski_gamma)

[http://urania.pta.edu.pl/bieg\\_37.html](http://urania.pta.edu.pl/bieg_37.html)

[http://vesta.astro.amu.edu.pl/Staff/Chrisk/blyski\\_gamma/](http://vesta.astro.amu.edu.pl/Staff/Chrisk/blyski_gamma/)

<http://archiwum.wiz.pl/1998/98091700.asp>

<http://archiwum.wiz.pl/1999/99013400.asp>

<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/htmltest/jbonnell/www/grbhst.html>

<http://swift.gsfc.nasa.gov/docs/swift/swiftsc.html>

<http://space.mit.edu/HETE/>

[http://www.esa.int/esaSC/120374\\_index\\_0\\_m.html](http://www.esa.int/esaSC/120374_index_0_m.html)

<http://www.batse.msfc.nasa.gov/batse/>

<http://www-glast.stanford.edu/>

<http://www.asdc.asi.it/bepposax/>

KONIEC

