

# **Jaka piękna katastrofa...**

**Tomasz Mrozek  
Instytut Astronomiczny  
Uniwersytet Wrocławski**

# Początki

---

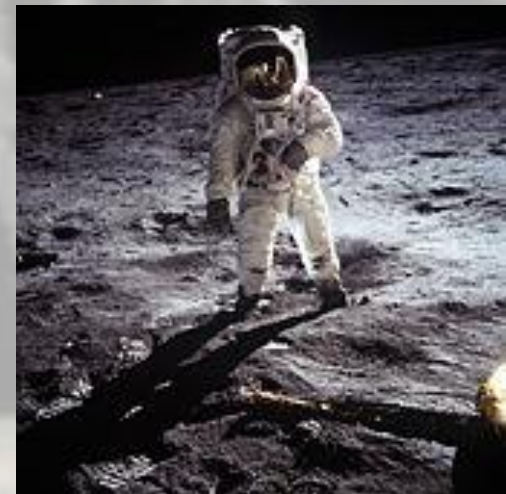


**4 października 1957**



**12 października 1961**

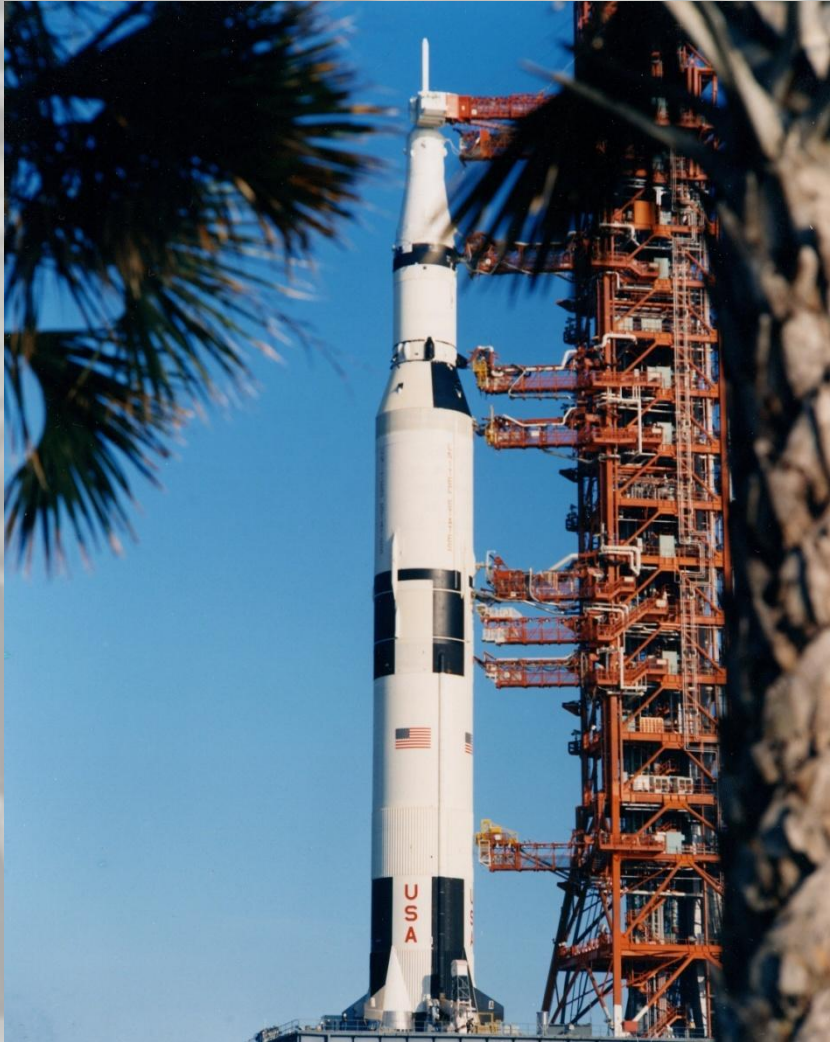
**20 kwietnia 1969**





# 11 kwietnia 1970

---



# 11 kwietnia 1970

---



James A. Lovell, John L. Swigert, Fred W. Haise

**Pięć i pół minuty po starcie załoga poczuła niewielkie wibracje**

**Główny silnik został wyłączony dwie minuty wcześniej**

**Pozostałe silniki musiały pracować dłużej (o około 34 s każdy), aby umieścić Apollo 13 na właściwej orbicie.**

**Następne dwa dni były wyjątkowo spokojne**



# Plaża

---



**46 godzin 43 minuty od startu Joe Kervin (członek centrum dowodzenia) mówi:**

**„Statek wygląda dobrze, tak jak zakładaliśmy. Nudzimy się do granic możliwości.”**

**55 godzin 46 minut po starcie załoga zakończyła bezpośrednią transmisję telewizyjną.**

**Dziewięć minut później wybuchła zbiornik z tlenem (nr 2).**



# 13 kwietnia 1970

---



**Bardzo szybko okazuje się, że tlen ucieka także z pozostałych zbiorników.**

**W pierwszej chwili załoga zamyka połączenia między modułem księżycowym i głównym.**

**W wyniku wybuchu utracono praktycznie cały zapas paliwa.**

**Po godzinie, zarówno załoga jak i centrum dowodzenia dochodzą do wniosku, że należy użyć modułu księżycowego (LM) jako łodzi ratunkowej.**

# Podstawowe braki

---



**Nie było problemu z tlenem dla załogi. LM był zaopatrzony w tlen z bardzo dużym zapasem.**

**Energia – do dyspozycji było 2181 Ah z baterii. Wyłączono wszystkie zbędne układy (ogrzewanie też) oraz te, które można było zastąpić z centrum dowodzenia (nawigacja).**

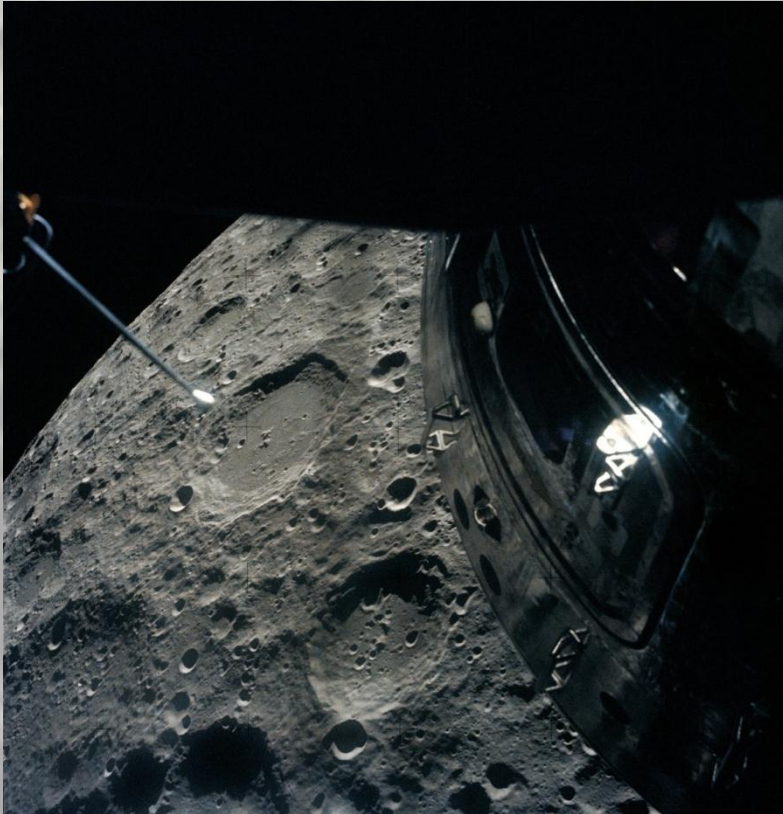
**Woda – obliczono, że zapas wody wyczerpie się pięć godzin przed ponownym wejściem w atmosferę. Załoga musiała oszczędzać.**

**Oczyszczanie atmosfery – wystarczająca ilość wodorotlenku litu, który służył do usuwania dwutlenku węgla. Jednak zbiorniki w LM miały inne kształty wlewów niż te w CM. Za pomocą materiałów dostępnych na statku skonstruowano odpowiednią „złączkę”.**



# Jak bezpiecznie wrócić na Ziemię?

---



**LM nie nadawał się do przechodzenia przez gęstą atmosferę ziemską.**

**Jeszcze przed eksplozją dokonano korekty, która wyprowadziła Apollo 13 z orbity „swobodnego powrotu”.**

**Aby wrócić na nią włączono silniki na 35 s (pięć godzin po eksplozji), a następnie na 5 minut (dwie godziny po minięciu przeciwnej strony Księżyca).**



# Nawigacja

---



**Zwykle do nawigowania wykorzystywano sekstant pokładowy.**

**W wyniku wybuchu wokół statku krążyła masa odłamków, które uniemożliwiały znalezienie odpowiedniej gwiazdy**

**Zdecydowano wykorzystać Słońce, które dawało duży błąd wyznaczenia położenia**

# Pada deszcz...

---



Ogromnym wyzwaniem było „wybudzenie” systemów pokładowych.

Oprogramowanie potrzebne do tego zostało napisane w ciągu trzech dni (zamiast trzech miesięcy).

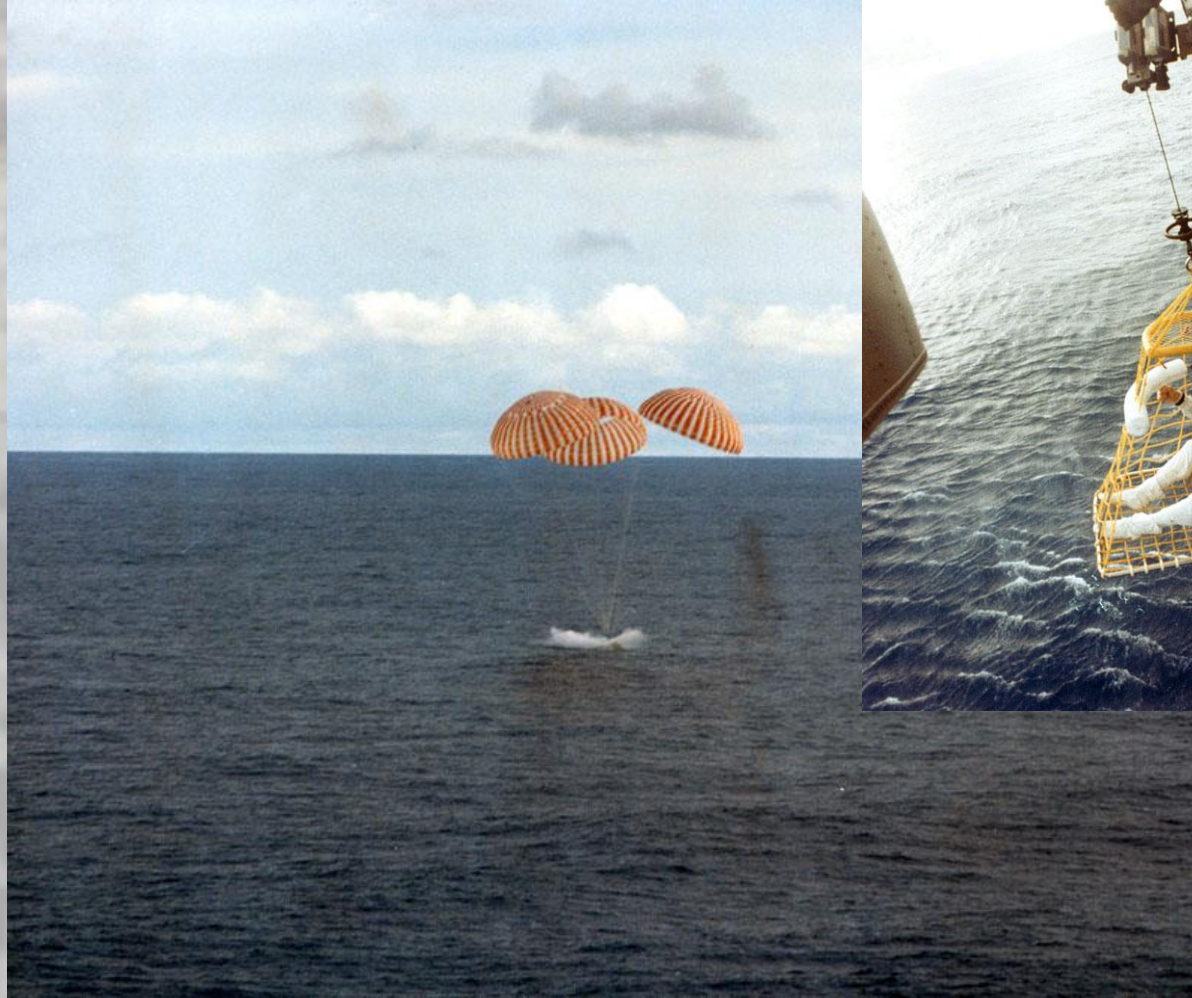
Na wszystkich układach były krople wody, które mogły spowodować spięcia.

Na szczęście spięcie nie było, a podczas wchodzenia w atmosferę krople zaczęły się odrywać i na pokładzie Apollo 13 spadł deszcz.



# Szcześliwy powrót

---



# Solar Maximum Mission

---



14 lutego 1980 r. – listopad 1989r.

Obserwacje:

- widma promieniowania rentgenowskiego i gamma
- obrazy źródeł twardego promieniowania rentgenowskiego
- obrazy Słońca w zakresie ultrafioletowym
- koronograf
- pomiar stałej słonecznej





# Awaria

---



Po dziewięciu owocnych miesiącach awarii uległ system kontroli położenia

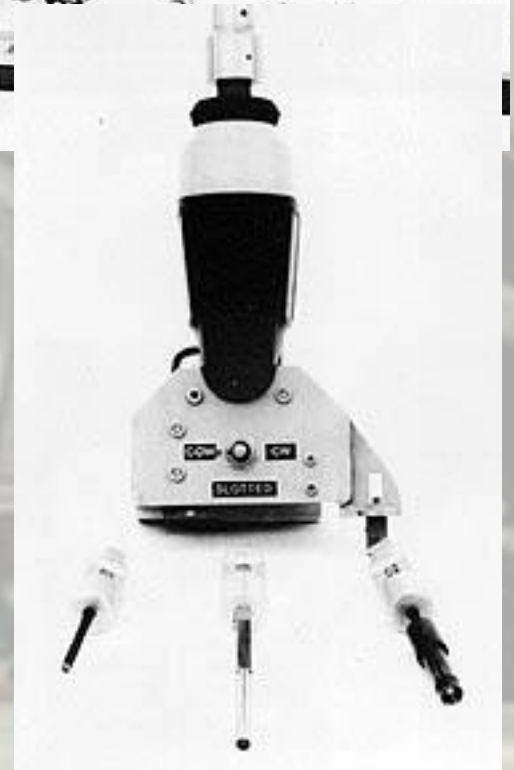
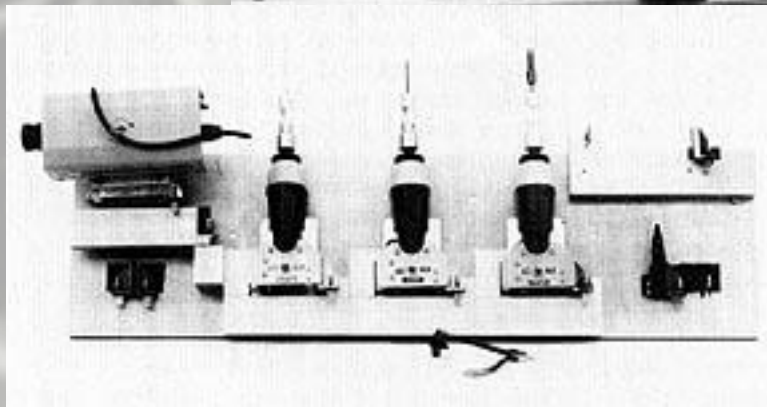
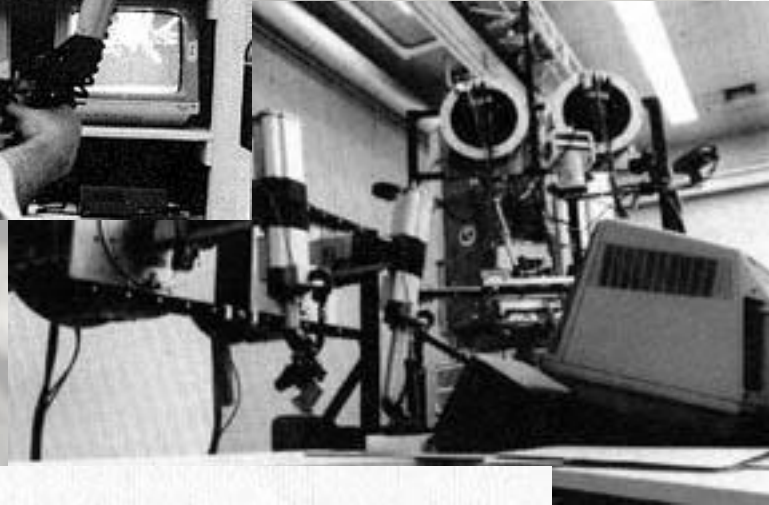
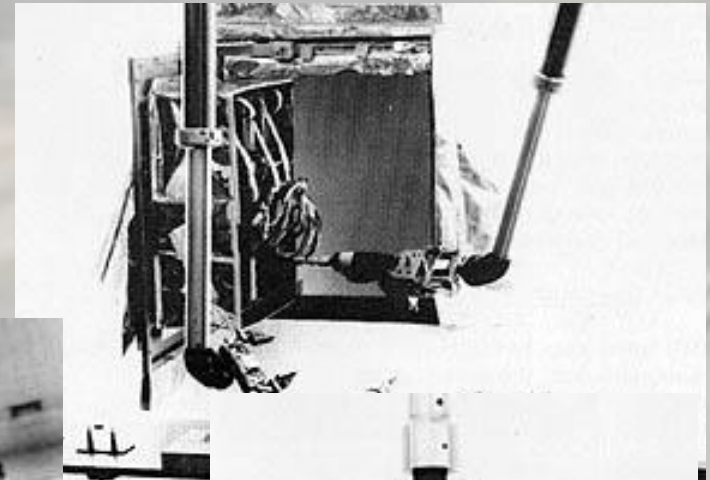
Satelita nie był w stanie utrzymać pozycji względem Słońca co powodowało, że instrumenty obrazujące stały się bezużyteczne



Ze względu na koszt misji zdecydowano o wystaniu drugiej – naprawczej.

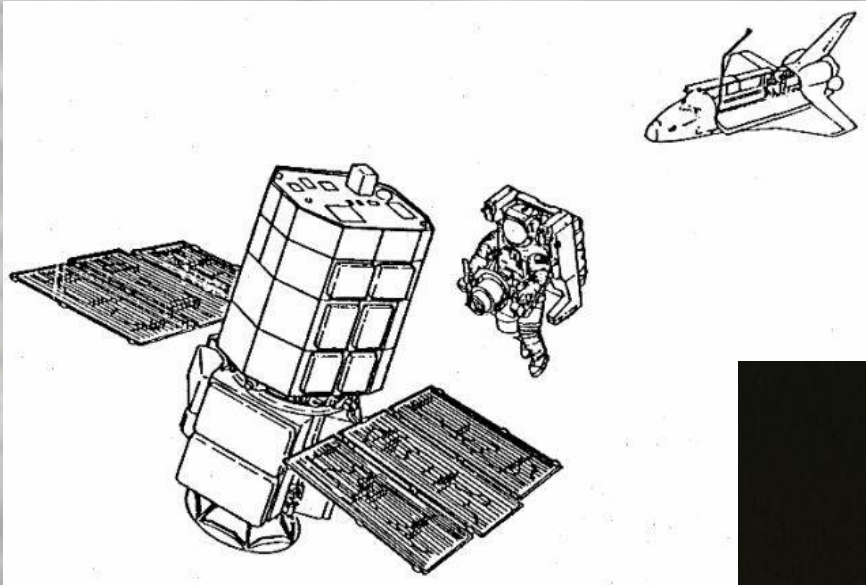
W tym celu wykorzystano dopiero co wprowadzone do użytku wahadłowce.

# Narzędzia

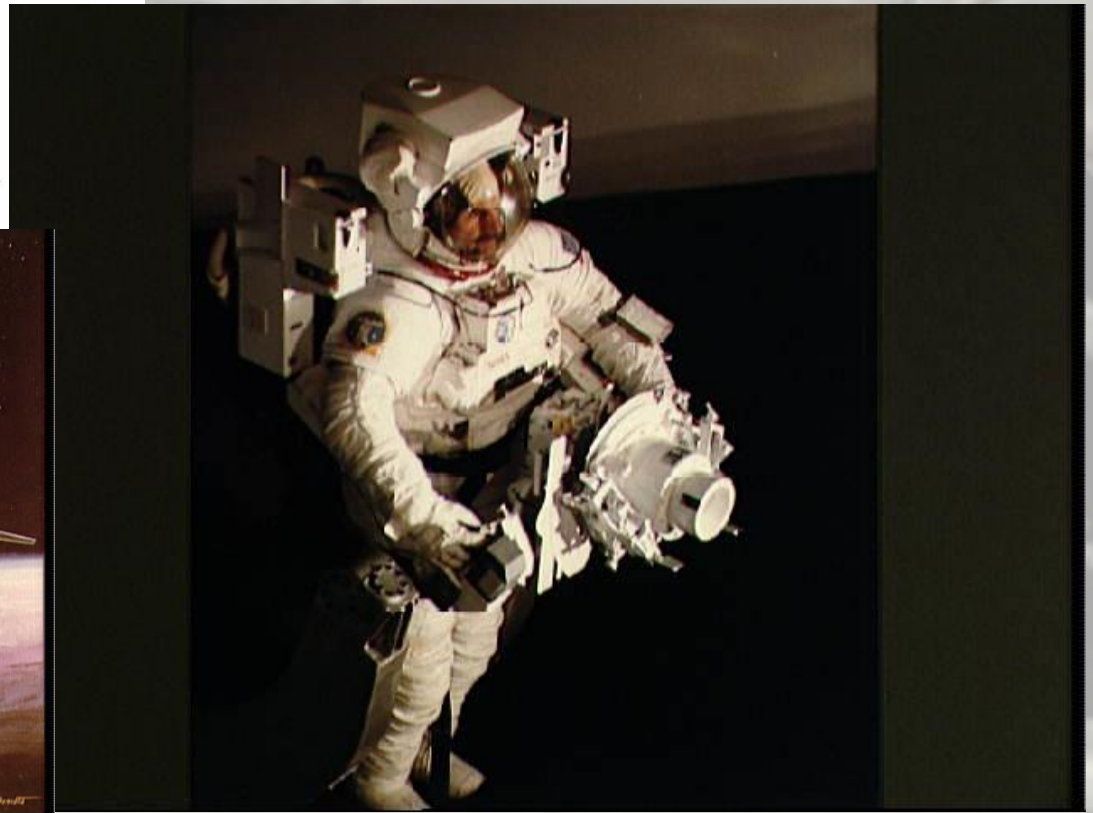
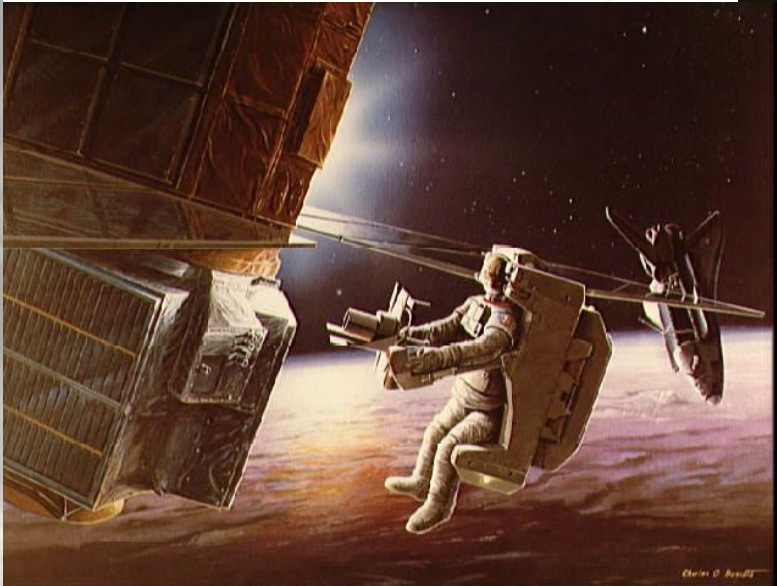




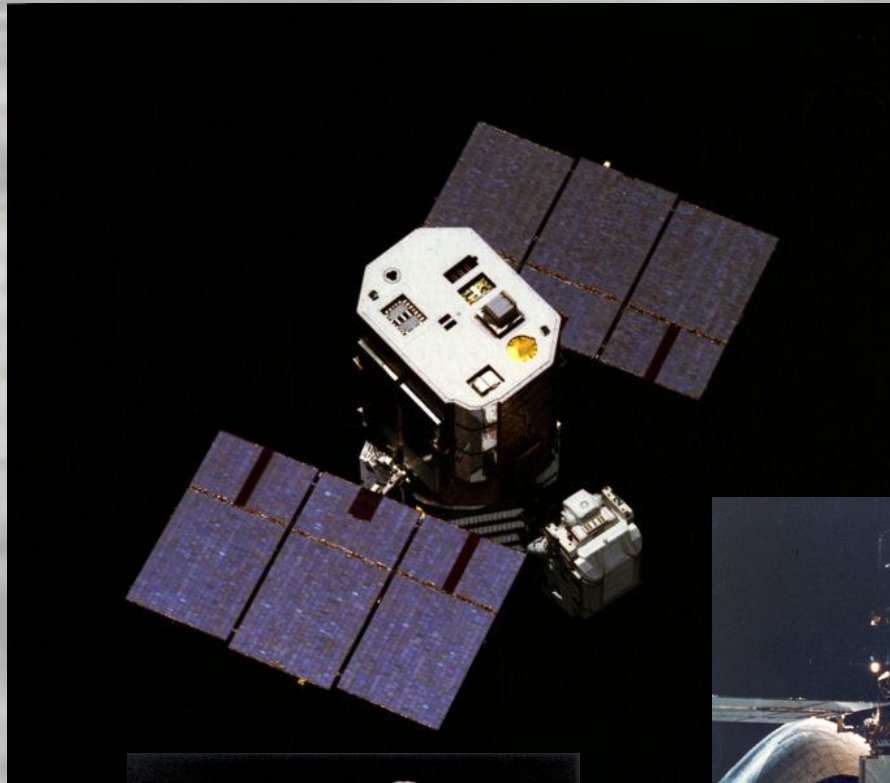
# Naprawa



Ustabilizowanie satelity miało być dokonane ręcznie przez astronautę wyposażonego w Manned Maneuvering Unit (MMU)



# Naprawa

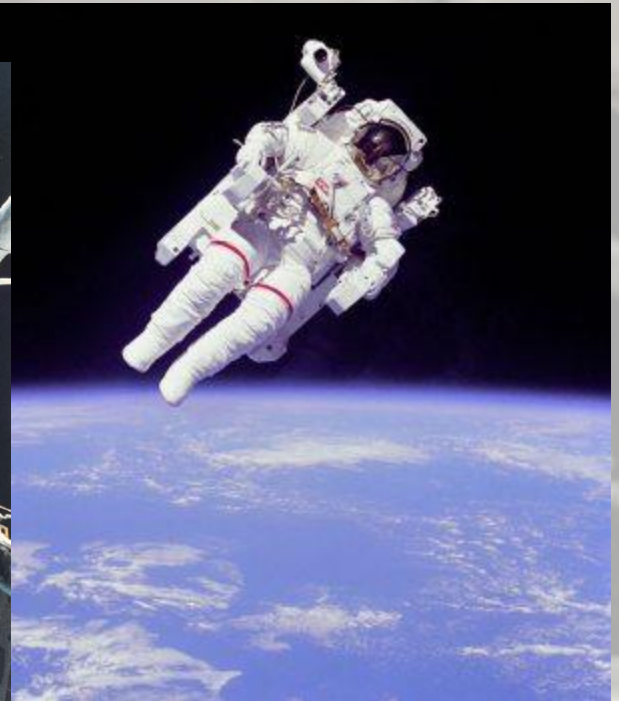
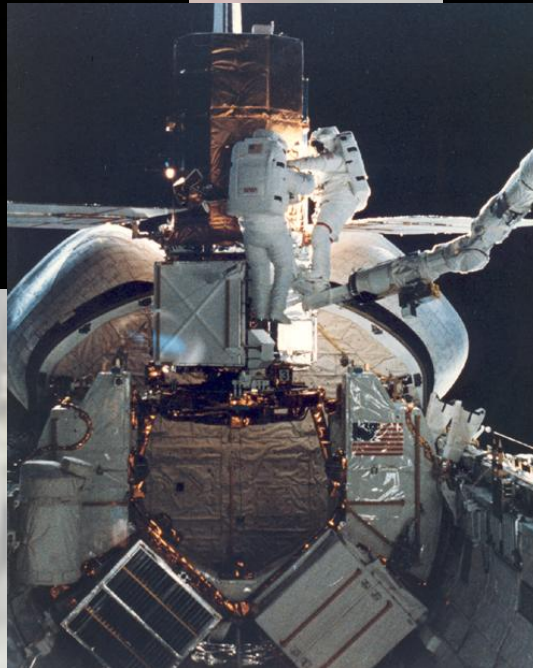


Po trzech próbach zrezygnowano z ręcznego przechwycenia.

Następnego dnia udało się spowolnić rotację i przechwycić ramieniem wahadłowca.

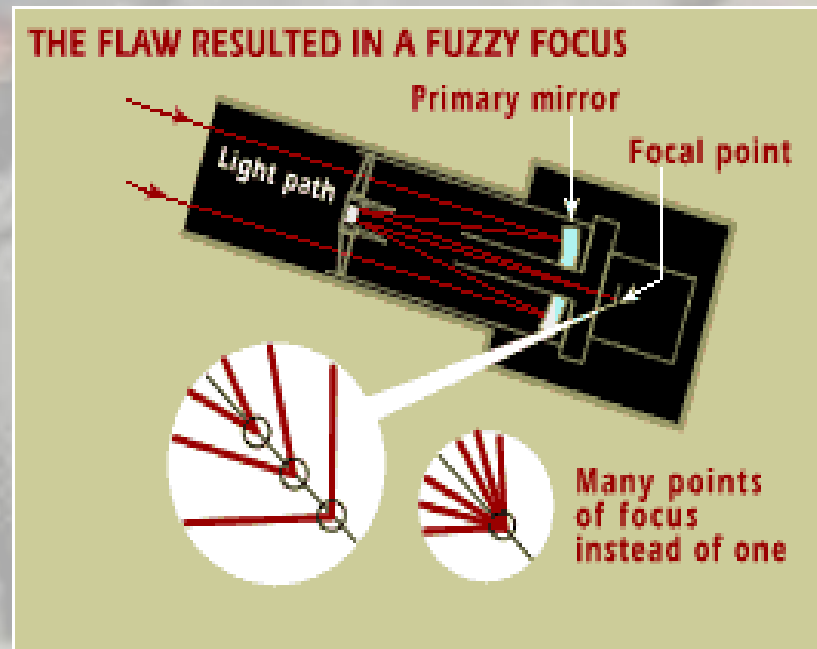
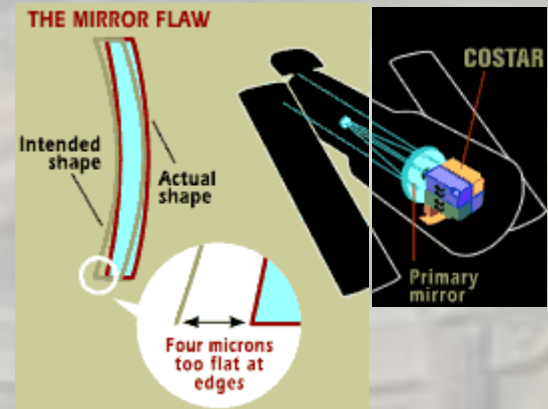


Francis R. Scobee

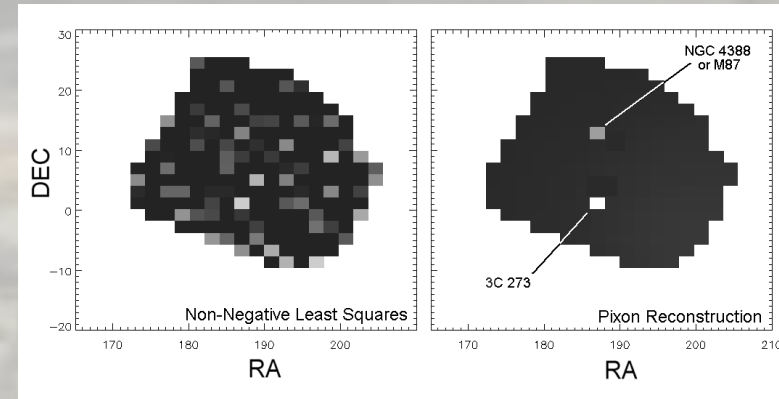
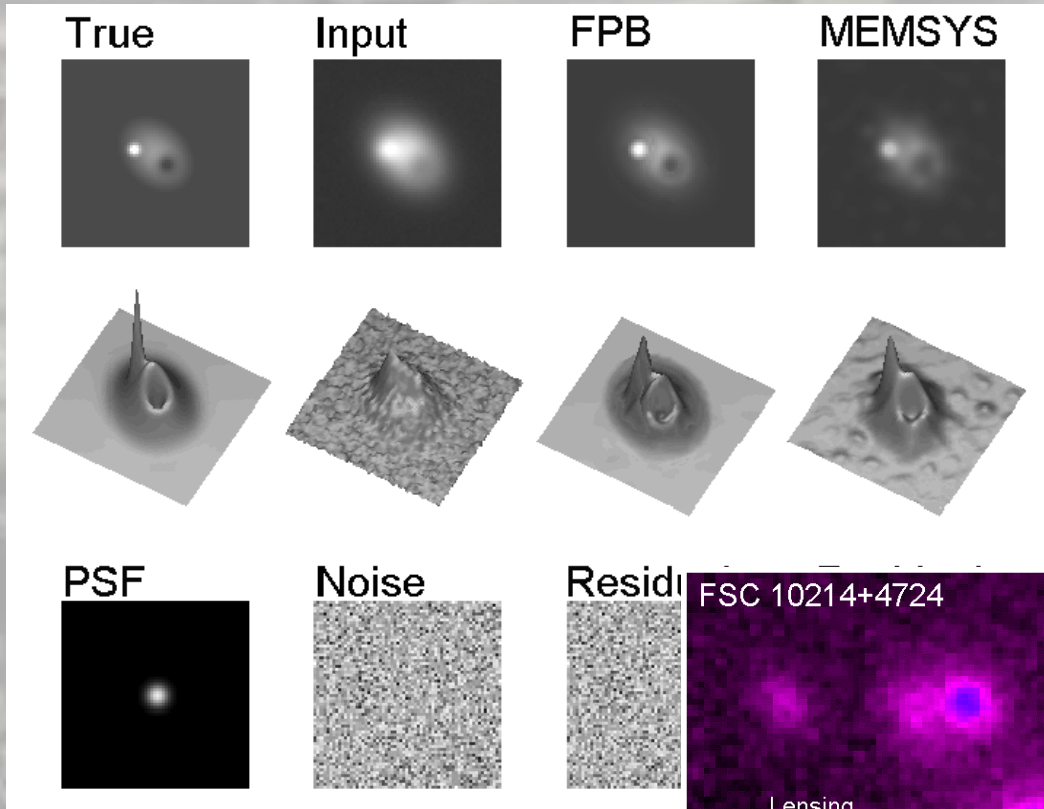




# Hubble Space Telescope

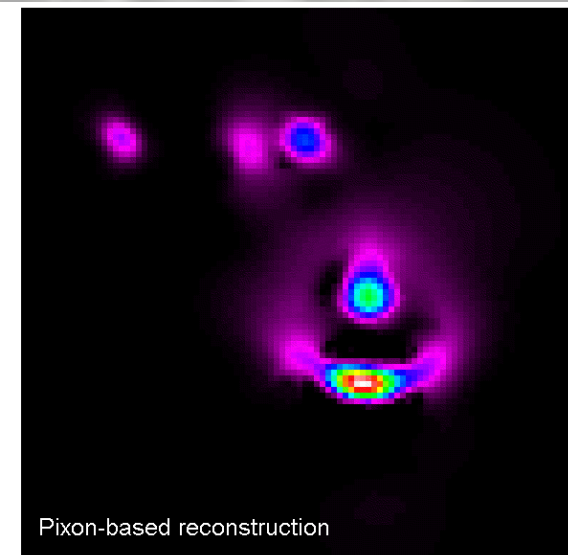
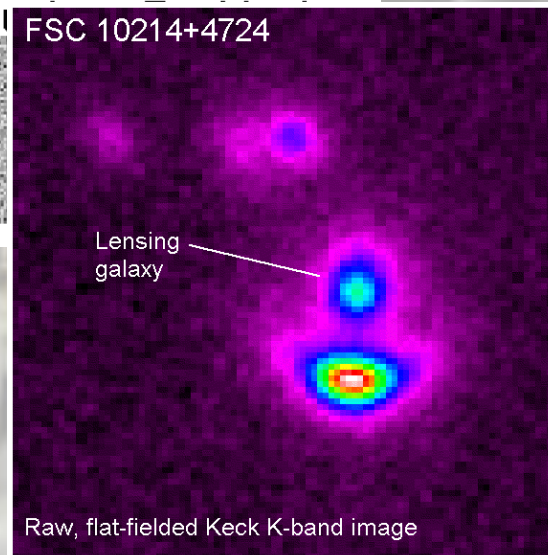


# Rekonstrukcja obrazów



OSSE

Keck



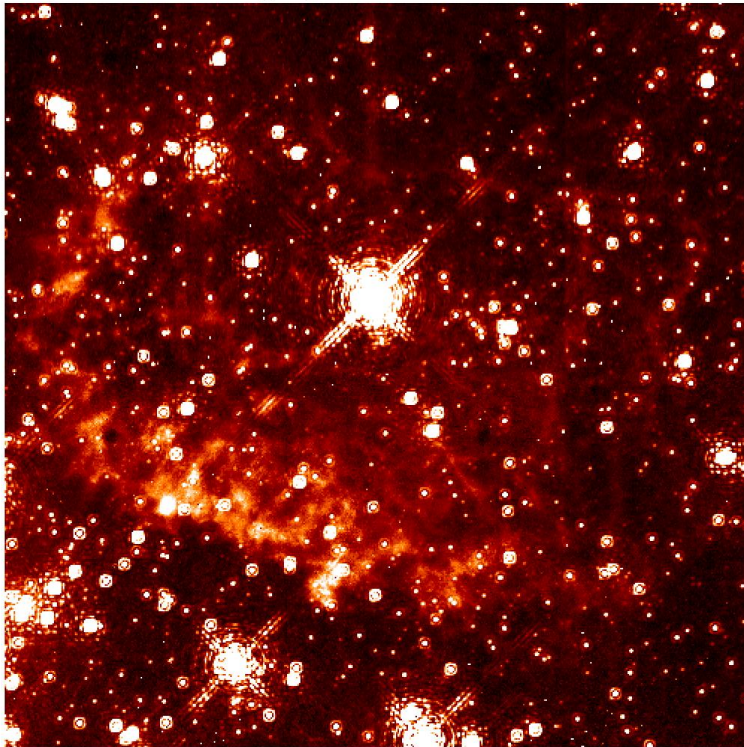


# Rekonstrukcja obrazów

---

## NICMOS Imaging of the Pistol Star and associated nebula

Unprocessed imaging data



Pixon method processed image

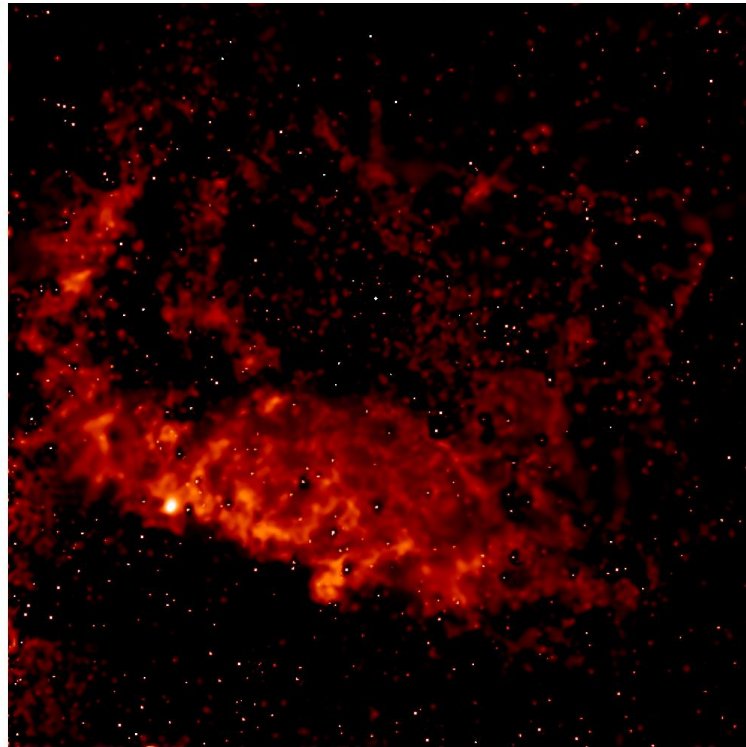


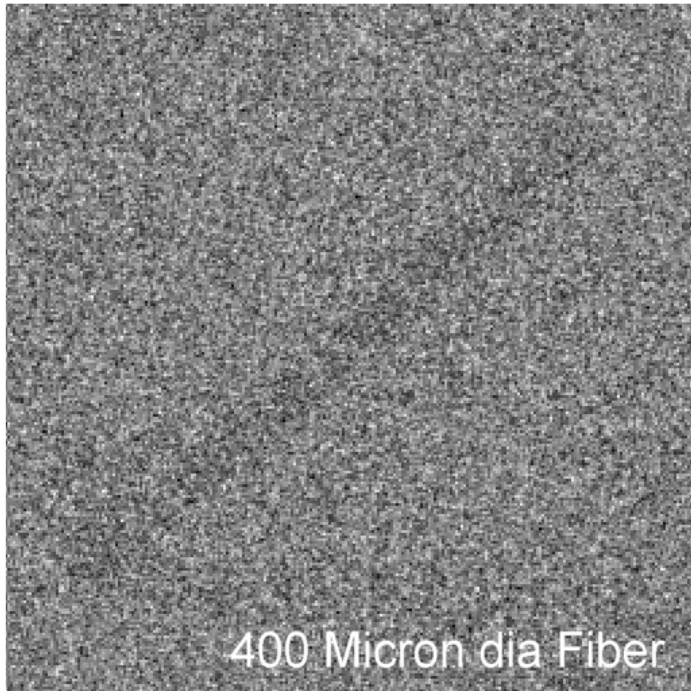
Photo credit: Don Figer (UCLA),  Pixon LLC, and NASA

# Rekonstrukcja obrazów

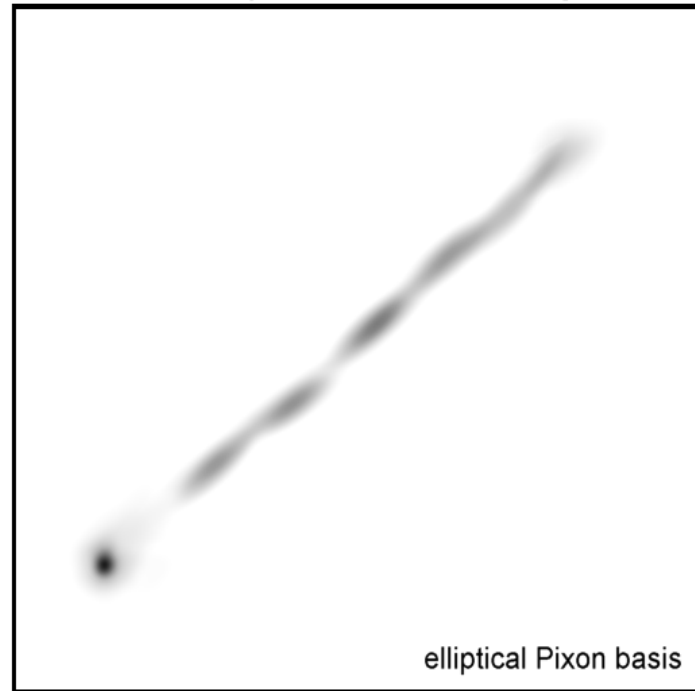
---

## Mammogram (standard phantom, American College of Radiology)

Raw mammogram

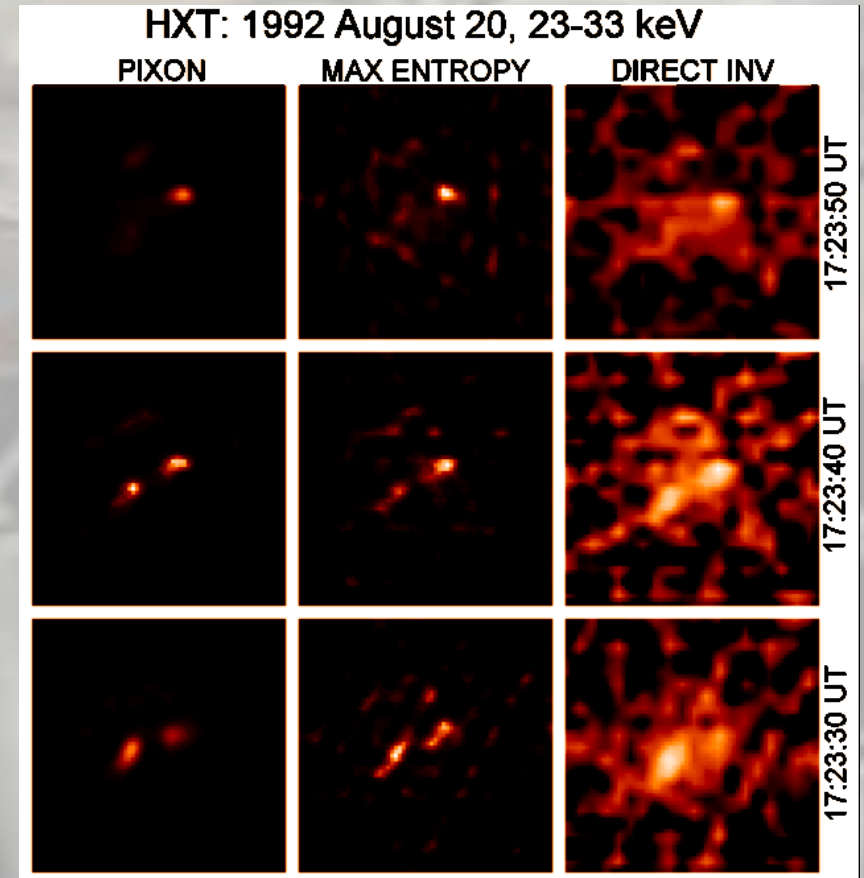
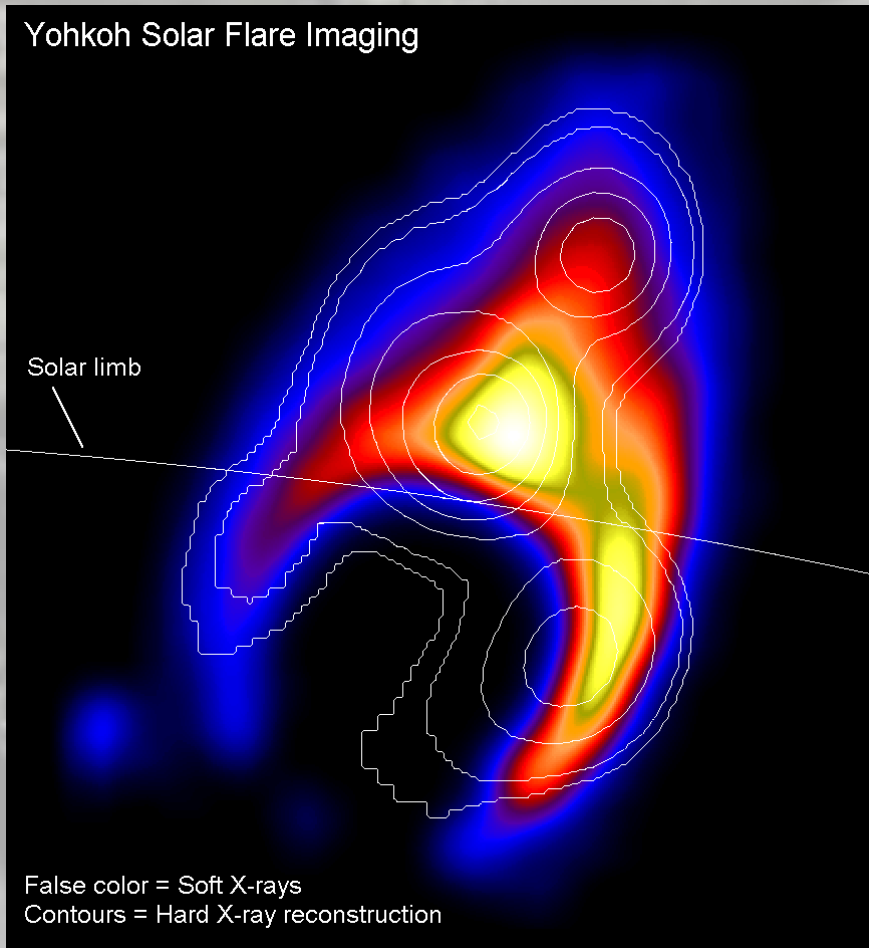


Pixon method processed mammogram



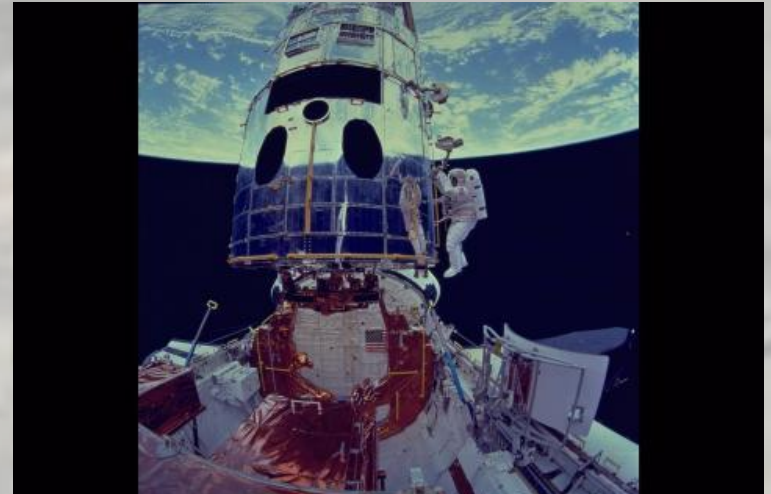
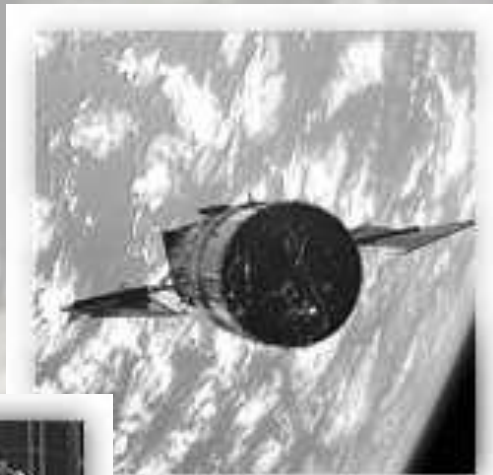


# Rekonstrukcja obrazów



# Misja naprawcza

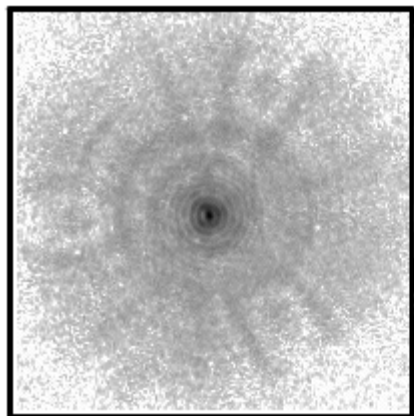
Na szczęście w tym projekcie przewidziano misje naprawcze, ale nie przewidziano wymiany lustra – teleskop dostał okulary



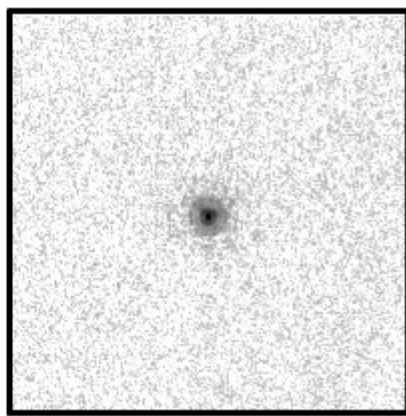
Now, read the next line . . .



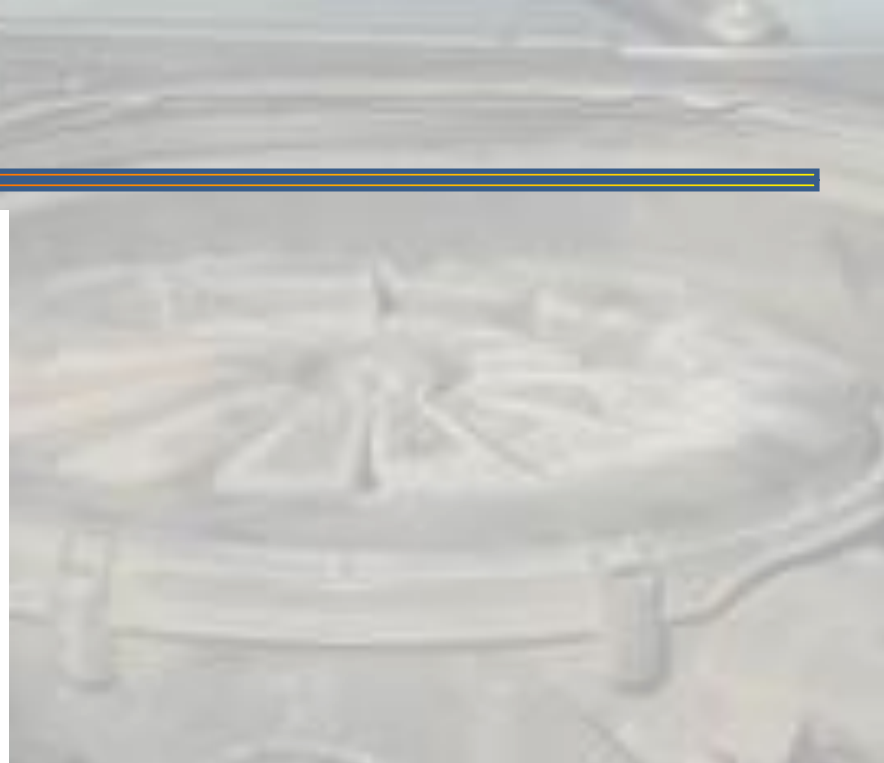
# Sokoli wzrok



BEFORE COSTAR



AFTER COSTAR



Wide Field Planetary Camera 1



Wide Field Planetary Camera 2

# Sokoli wzrok

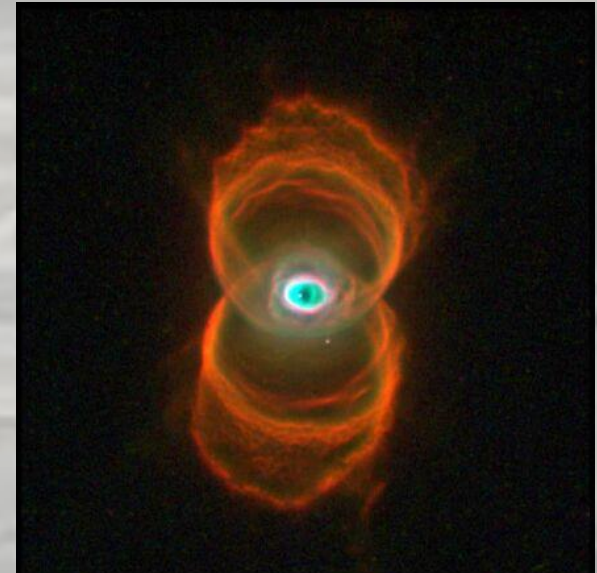
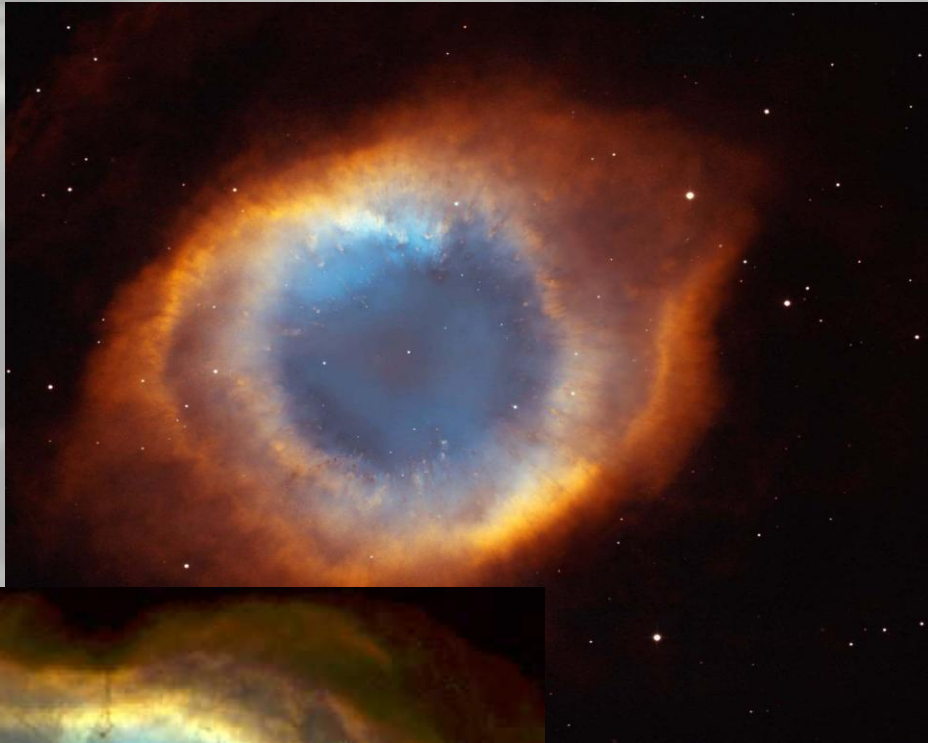
---



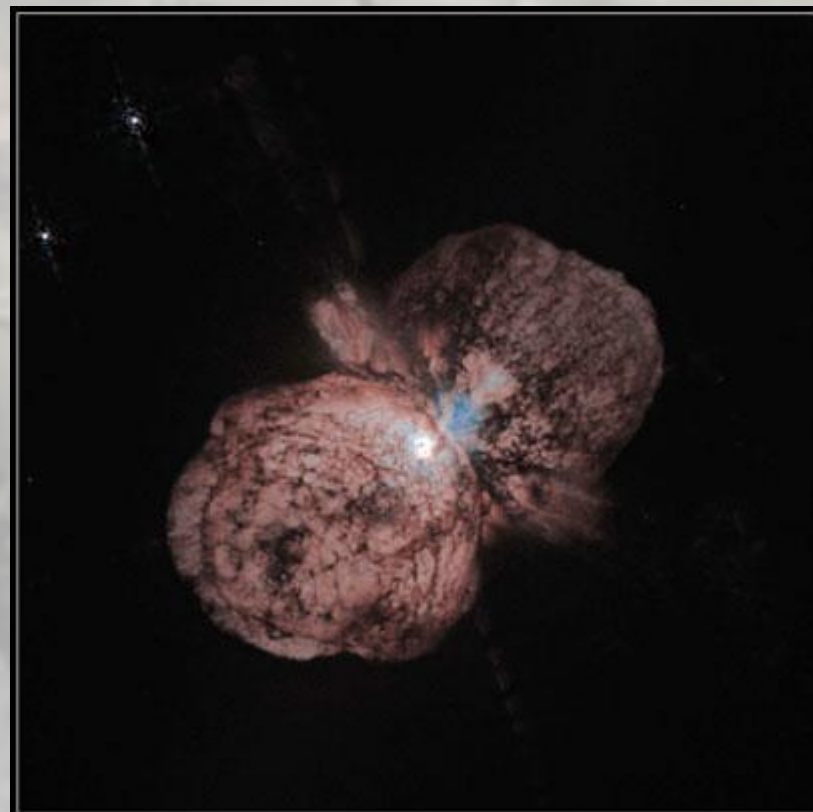
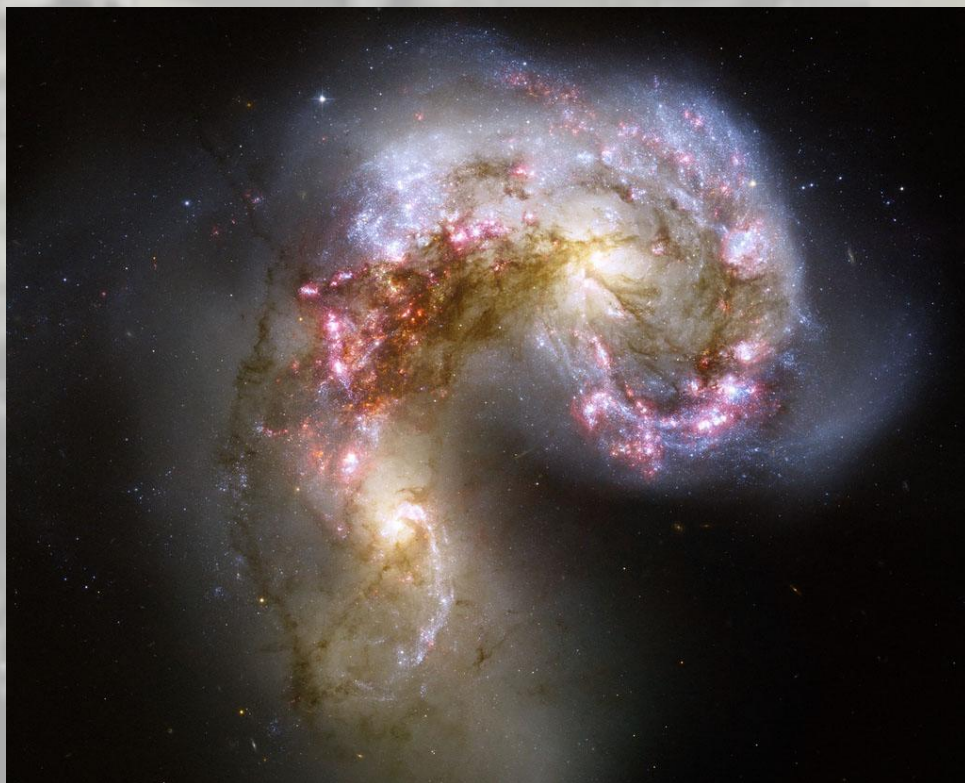


# Sokoli wzrok

---



# Sokoli wzrok

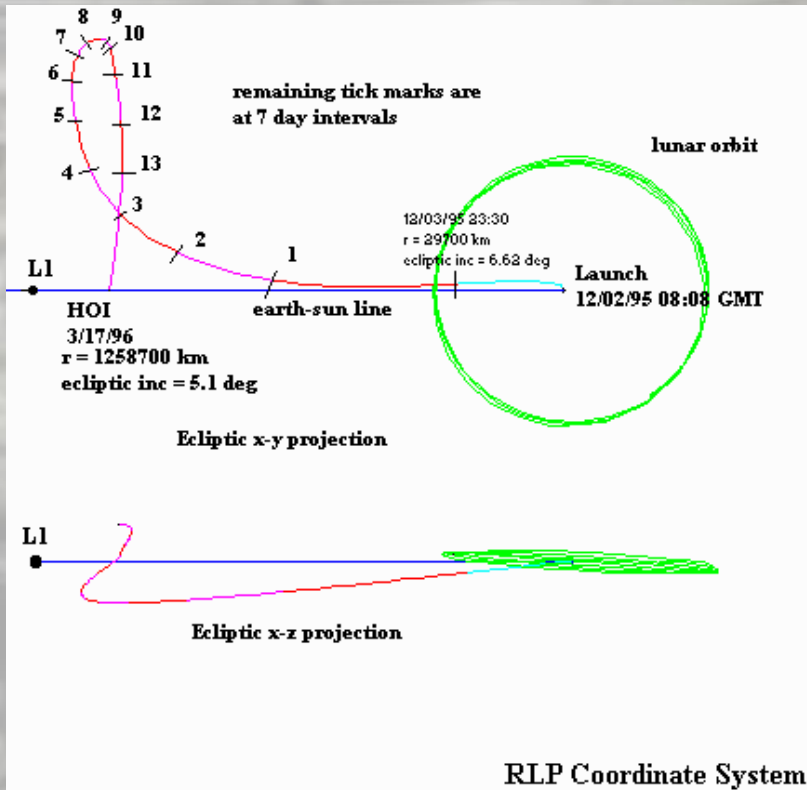


**Eta Carinae**  
Hubble Space Telescope • WFPC2

PRC95-23a • ST ScI OPO • June 10, 1996 • J. Morse (U. CO), K. Davidson (U. MN) and NASA

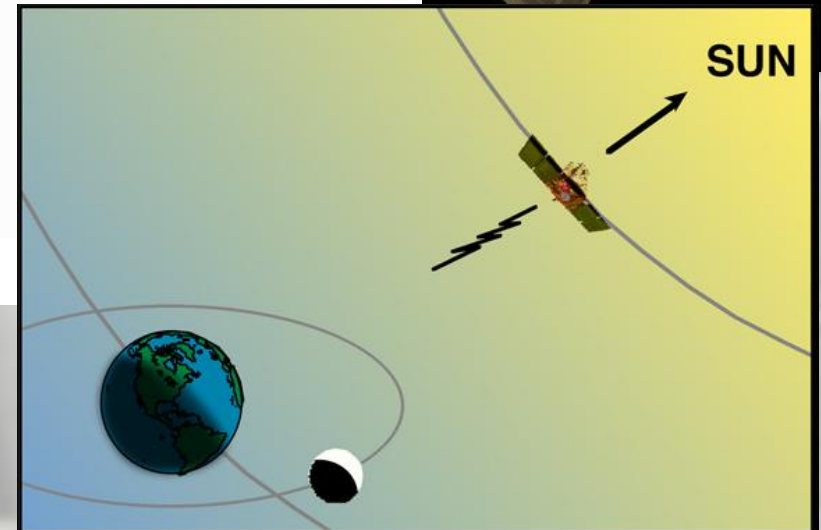


# SOHO



Range and Ecliptic Inclinations for the Tick Marks are as Follows:

1 r = 808840 km	i = 7.82 deg
2 r = 1084160 km	i = 10.65 deg
3 r = 1256200 km	i = 12.58 deg
4 r = 1364500 km	i = 16.88 deg
5 r = 1439800 km	i = 17.39 deg
6 r = 1490000 km	i = 14.30 deg
7 r = 1507850 km	i = 12.00 deg
8 r = 1495640 km	i = 11.22 deg
8 r = 1468720 km	i = 10.00 deg
9 r = 1431740 km	i = 8.23 deg
10 r = 1380360 km	i = 6.84 deg
11 r = 1319600 km	i = 6.16 deg
12 r = 1270520 km	i = 5.57 deg
13 r = 1258700 km	i = 5.10 deg

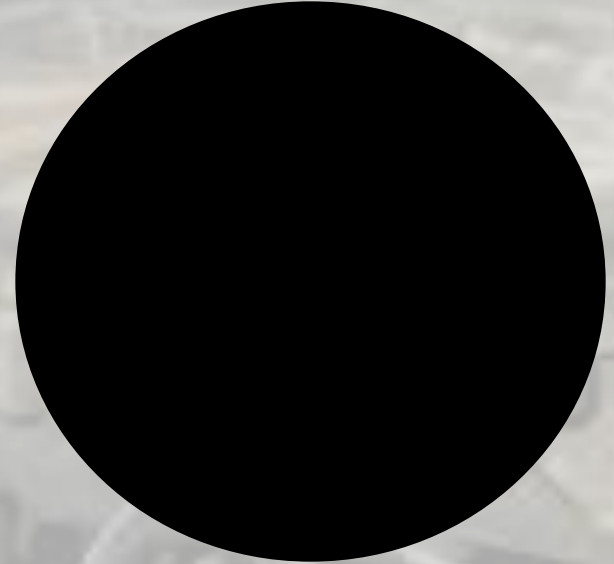
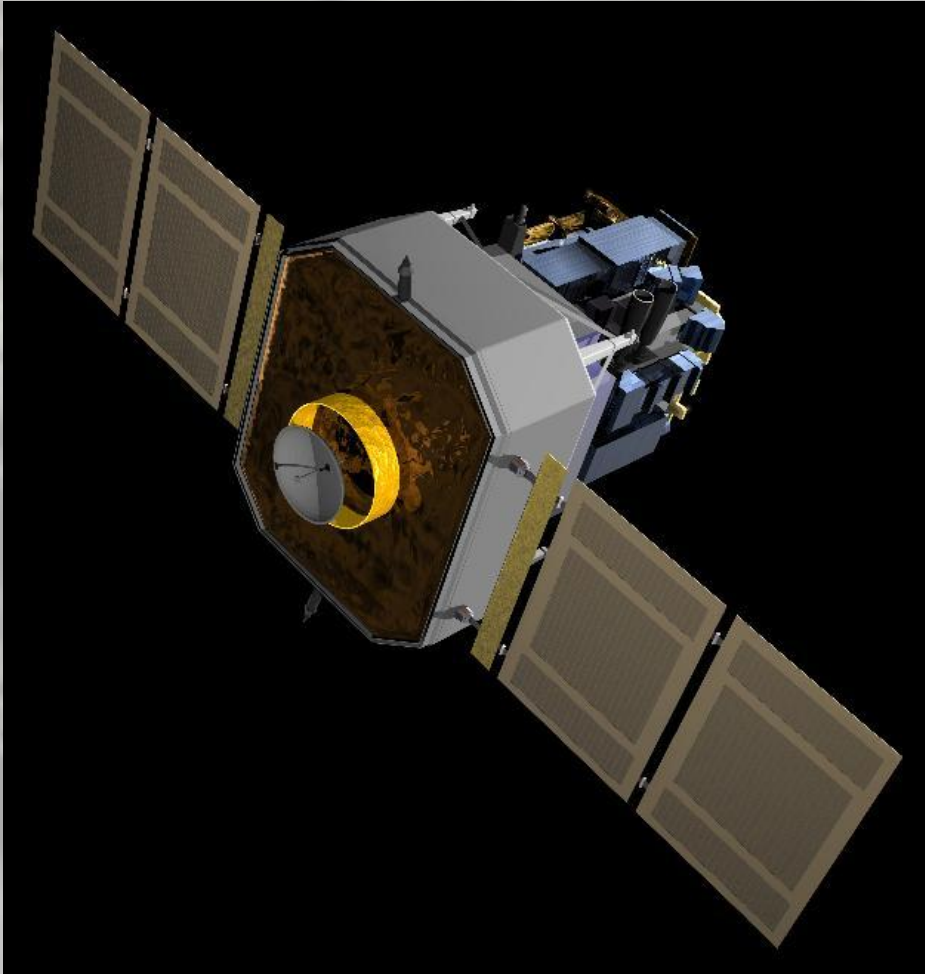


2 grudnia 1995 r.

Znajduje się na orbicie typu halo wokół punktu równowagi L1 układu Ziemia-Słońce

# No to popatrzmy na Słońce...

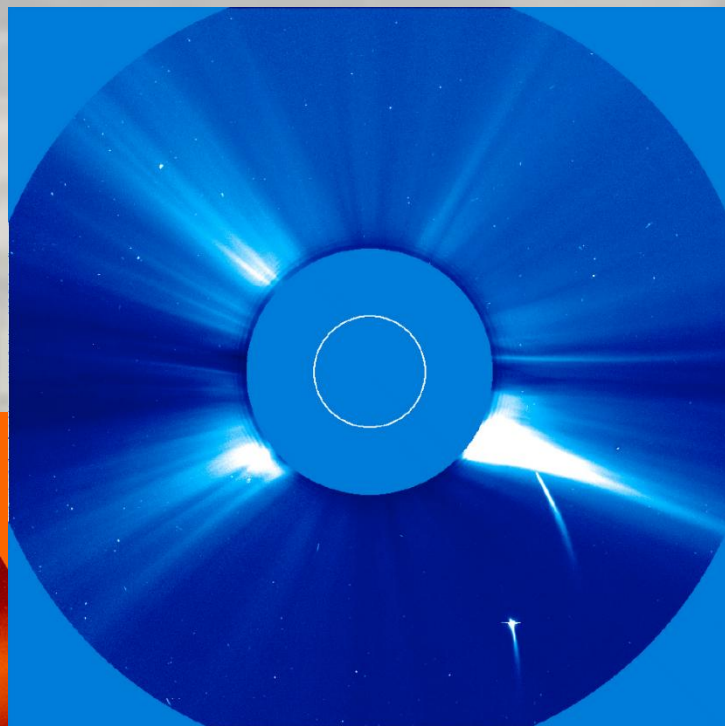
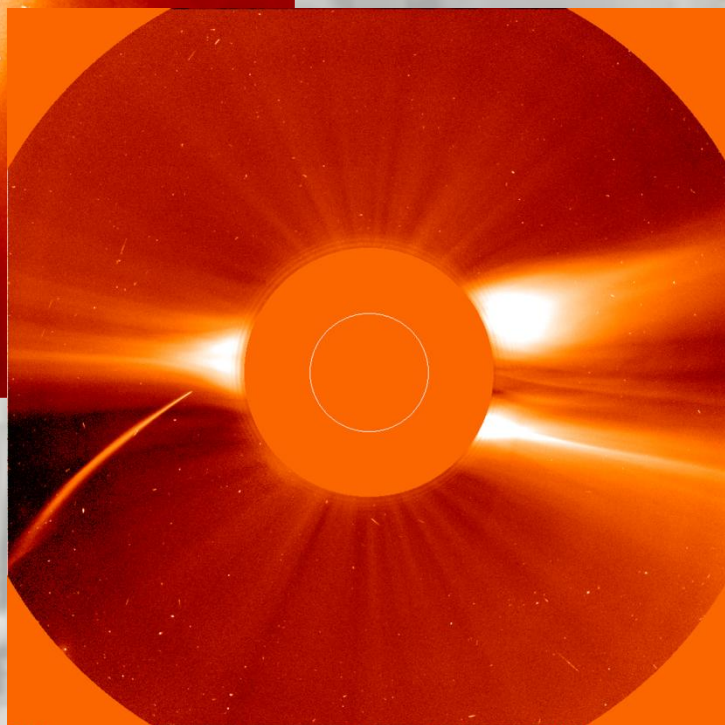
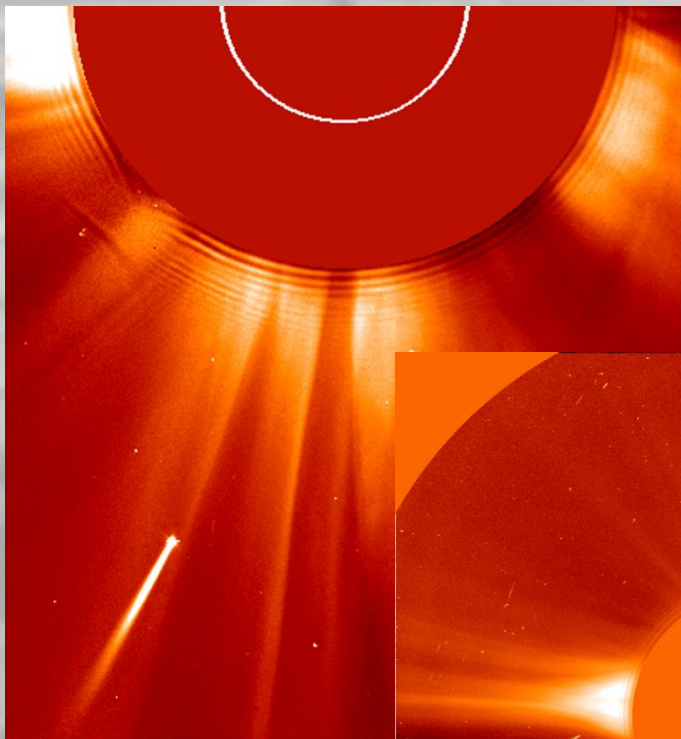
---





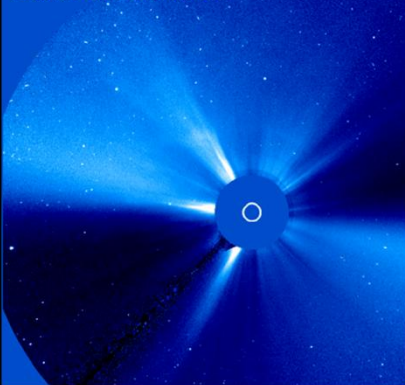
# Sielanka

---

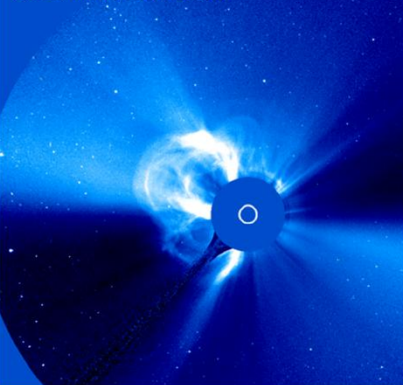


# Sielanka

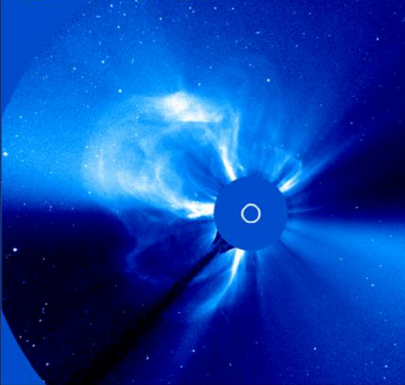
2001/11/17 04:18 UT



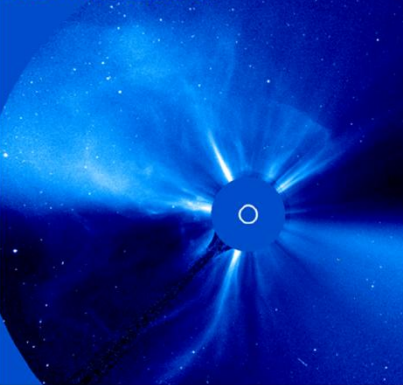
2001/11/17 06:42 UT



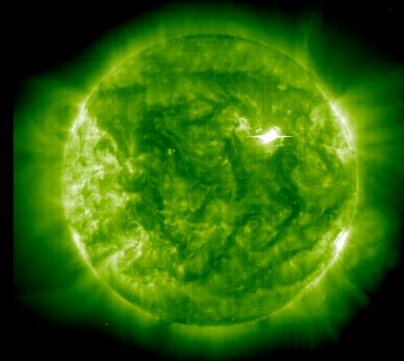
2001/11/17 07:42 UT



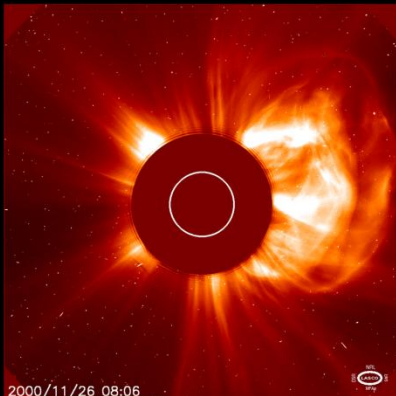
2001/11/17 09:42 UT



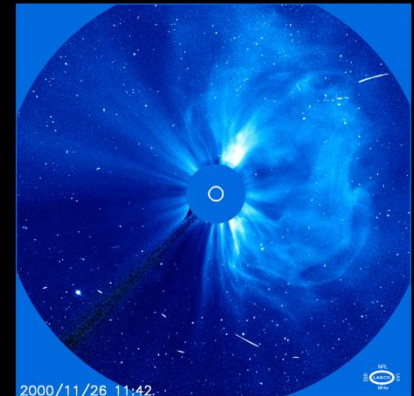
2000/11/25 16:00 UT



2000/11/25 18:48



2000/11/26 08:06



2000/11/26 11:42



# Zakręcony

---



**W ciągu dwóch dni (24-25 lipca 1998) utracono dwa z trzech żyroskopów.**

**Emergency Sun Reacquisition (ESR) – miał służyć uniknięciu sytuacji, w których satelita nie jest zwrócony w stronę Słońca.**

**Pomimo zadziałania tego systemu utracono łączność z SOHO.**



# Zakręcony

---



**Przybliżone położenie satelity było znane ze znajomości parametrów jego orbity**

**Radioteleskop w Arecibo użyto do wysłania sygnału na częstotliwości 2.38 GHz o mocy 580 kW**

**Odbity sygnał był rejestrowany przez Deep Space Network (Goldstone, USA) przez około godzinę.**

**Te obserwacje potwierdziły poprawność wyznaczenia satelity. Poza tym udało się określić, że SOHO wykonuje jeden obrót w ciągu minuty**

# Zakręcony

---



**3 sierpnia odzyskano kontakt z SOHO, ale tylko w postaci bardzo słabych impulsów rejestrowanych przez stacje w Goldstone i Perth.**

**Impulsy trwały od 2 do 10 sekund i pozwoliły na dokładniejsze wyznaczenie okresu obrotu satelity – 52.8 s.**

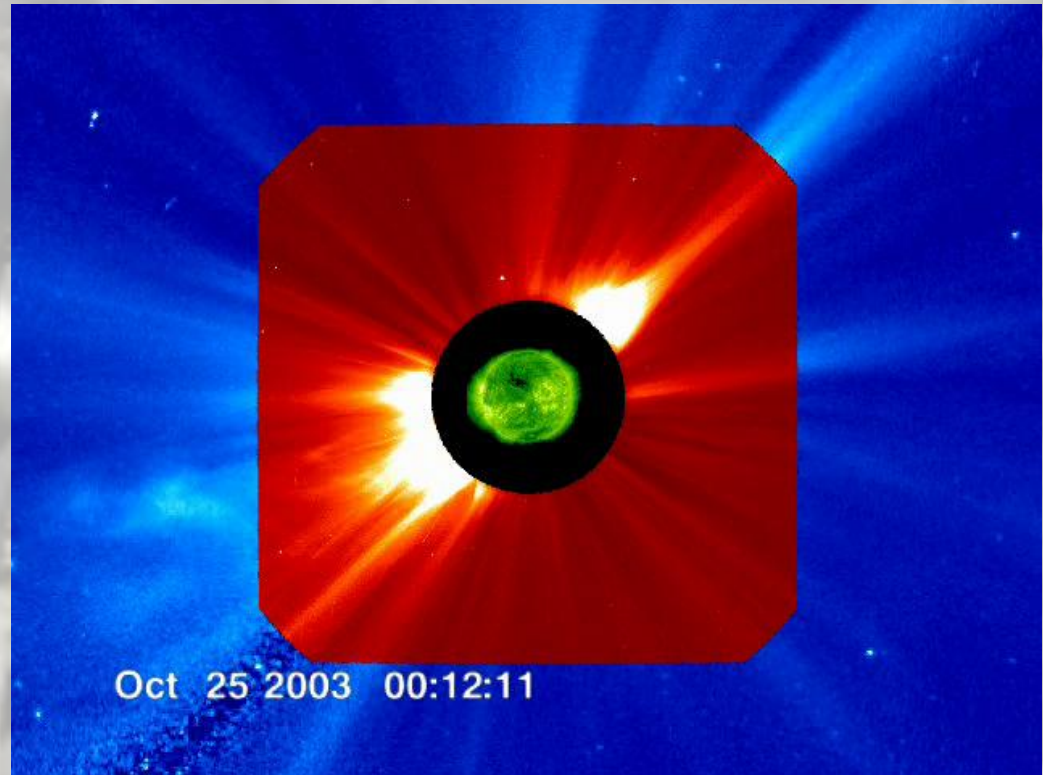
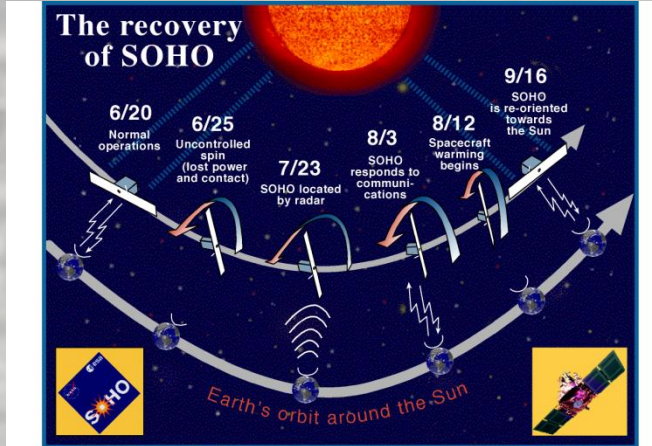
**Niestety impulsy były zbyt słabe aby odnowić łączność i określić w jakim stanie znajduje się SOHO.**

**Postanowiono najpierw doładować baterie i użyć ich do odzyskania łączności.**

**Cały skomplikowany proces zakończył się sukcesem i 25 września 1998 roku o 19:52:58 UT odzyskano pełną kontrolę nad instrumentem**

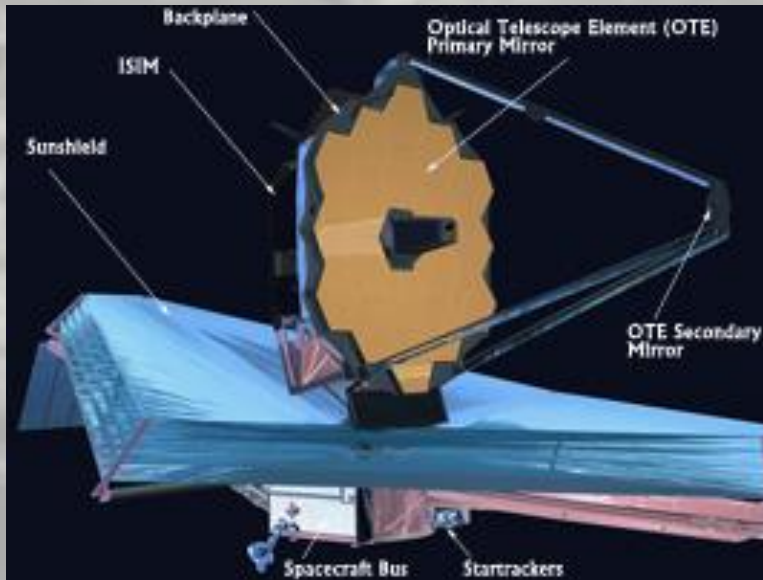


# Uff!

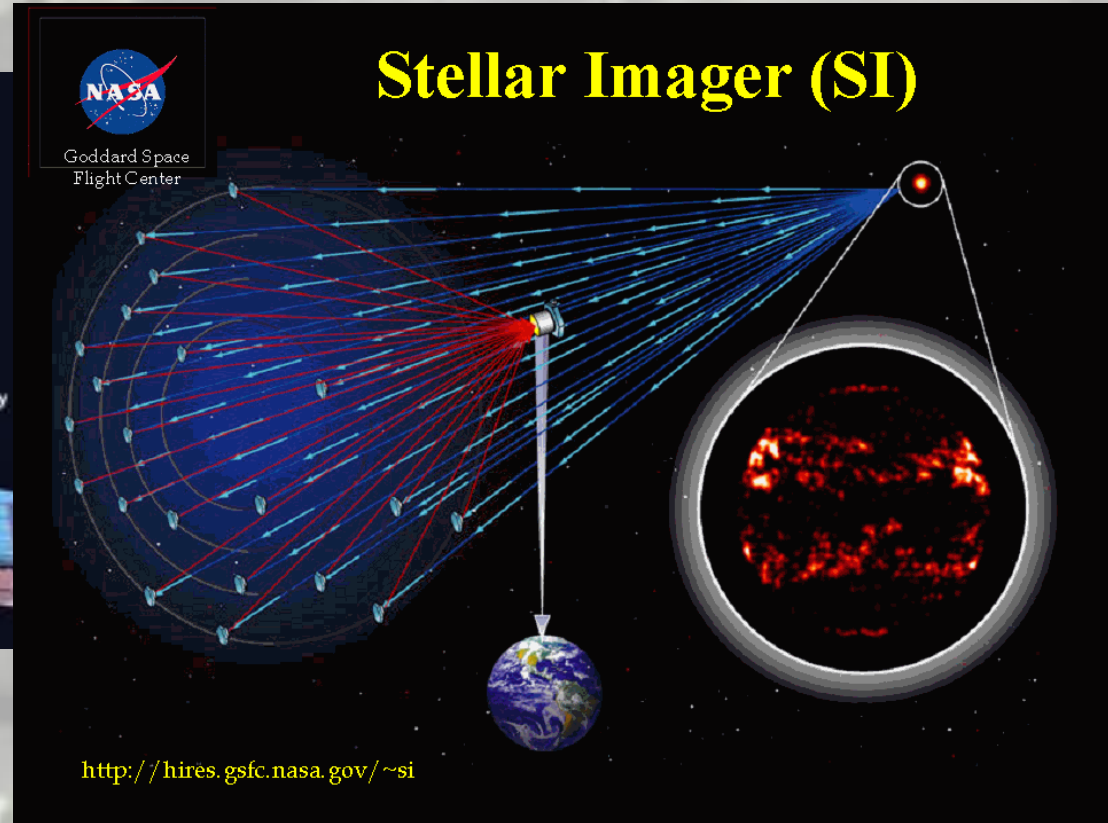




# A w przyszłości?



**James Webb Space Telescope  
2013**



**Stellar Imager  
2025?**