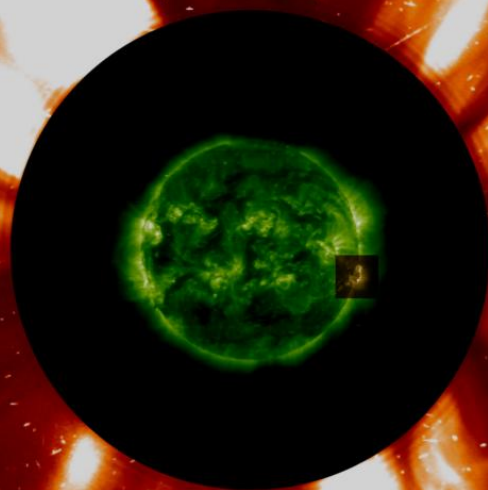


Aktywne Słońce



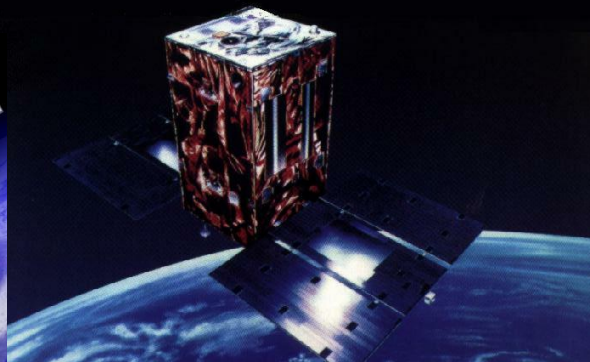
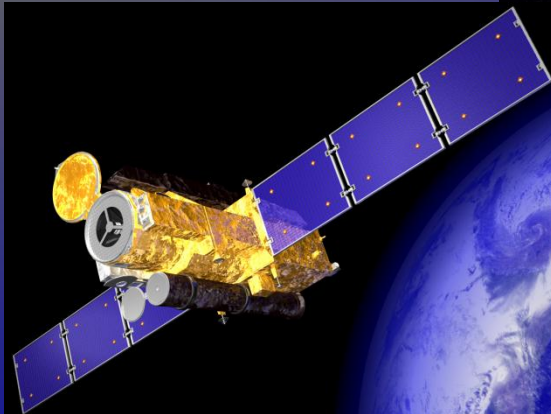
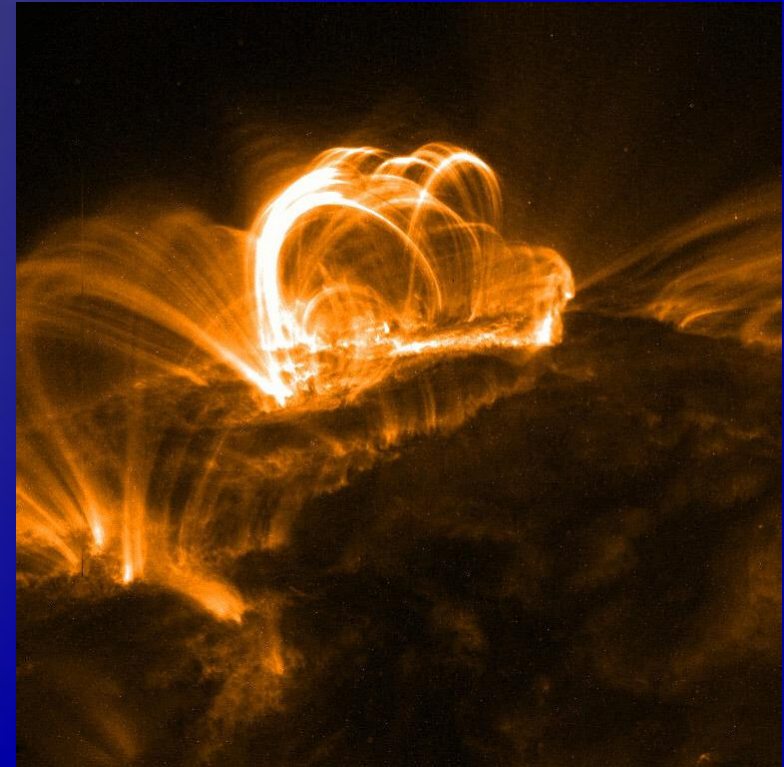
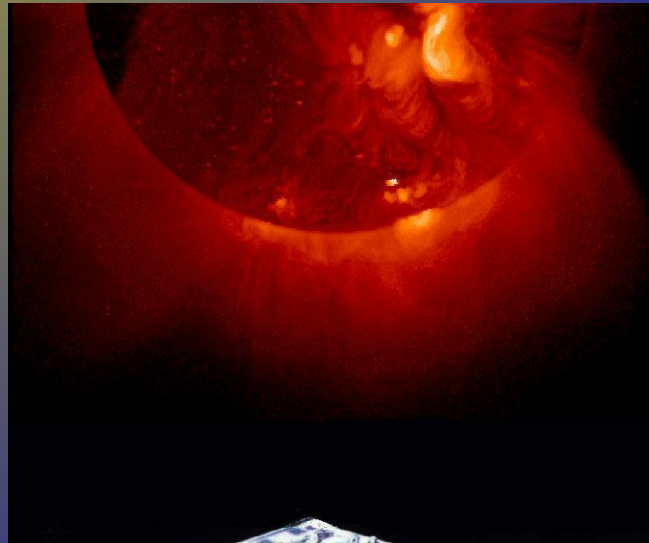
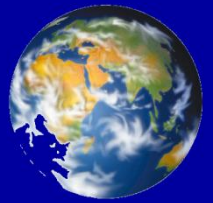
Tomasz Mrozek

Instytut Astronomiczny

Uniwersytet Wrocławski

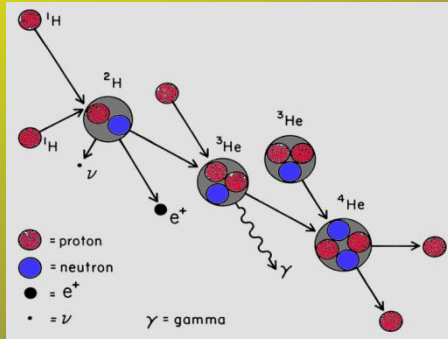
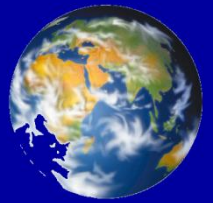


Heliofizyka XXI w





Źródło energii słonecznej

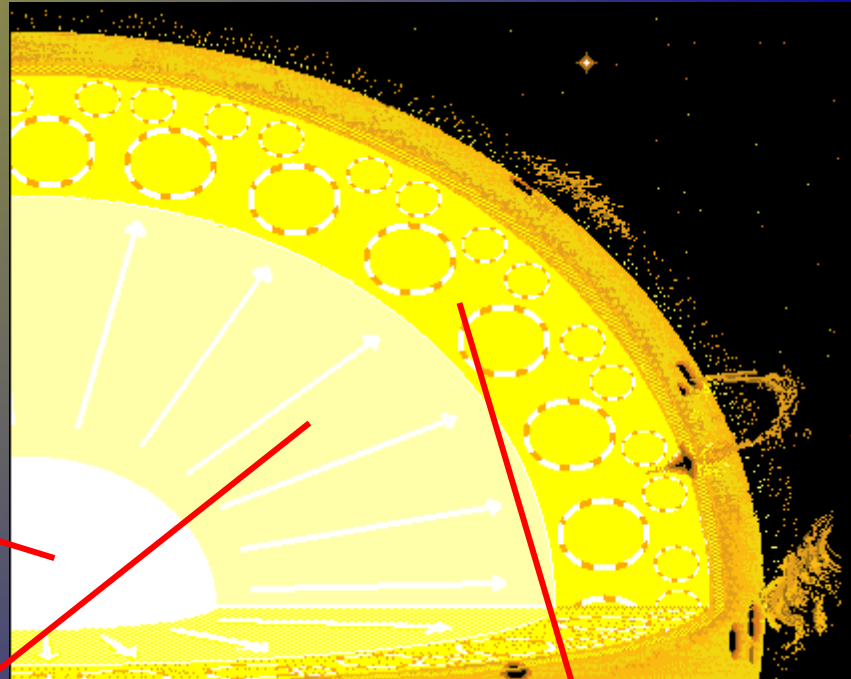


600 mln ton wodoru zamienia się w hel w każdej sekundzie

4 mln ton jest przekształcane w energię: $3.6 \cdot 10^{26}$ W

Ciągłe rozpraszanie, pochłanianie i emisja – coraz mniejsze energie kwantów

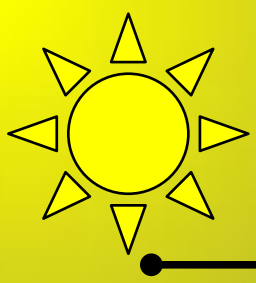
Bardzo powolna wędrówka:
200 000 lat zamiast 2.7 sekundy



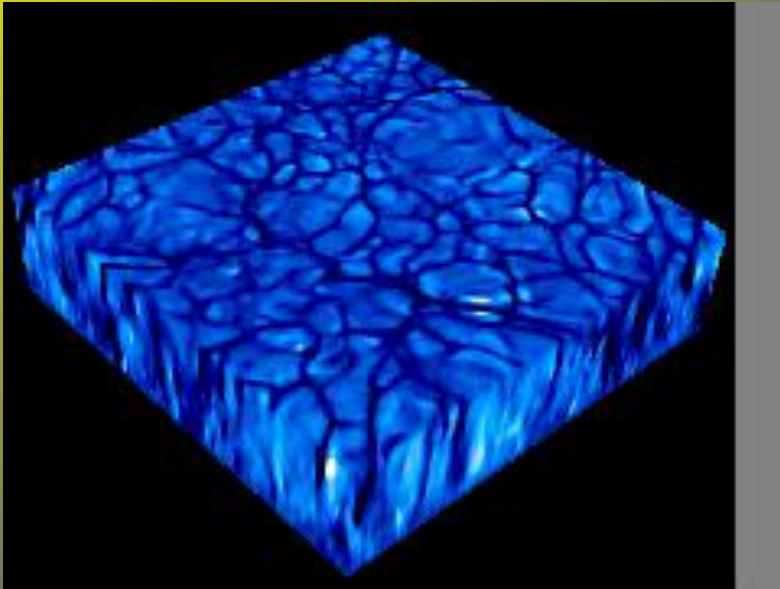
W odległości około 0.7 R od środka transport promienisty przestaje być wystarczająco efektywny

Pojawia się konwekcja

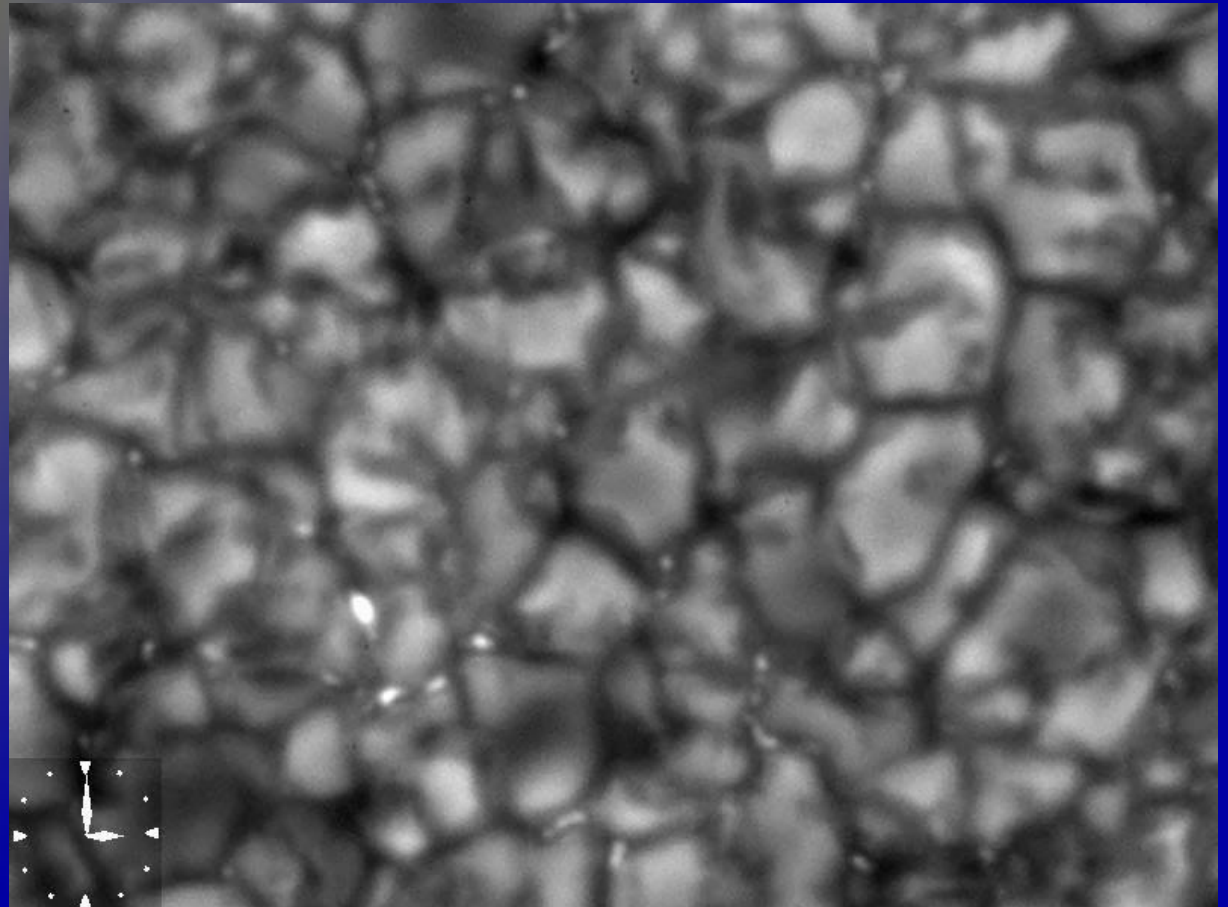
Wraz z pionowymi ruchami plazmy unoszone jest pole magnetyczne



Warstwa konwekcyjna



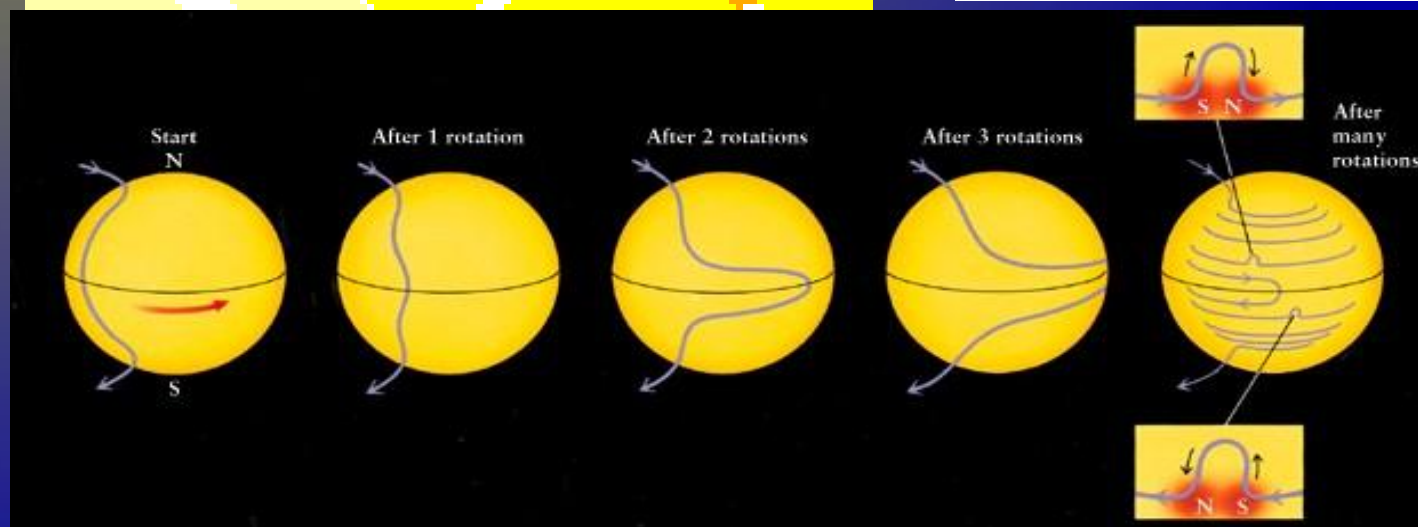
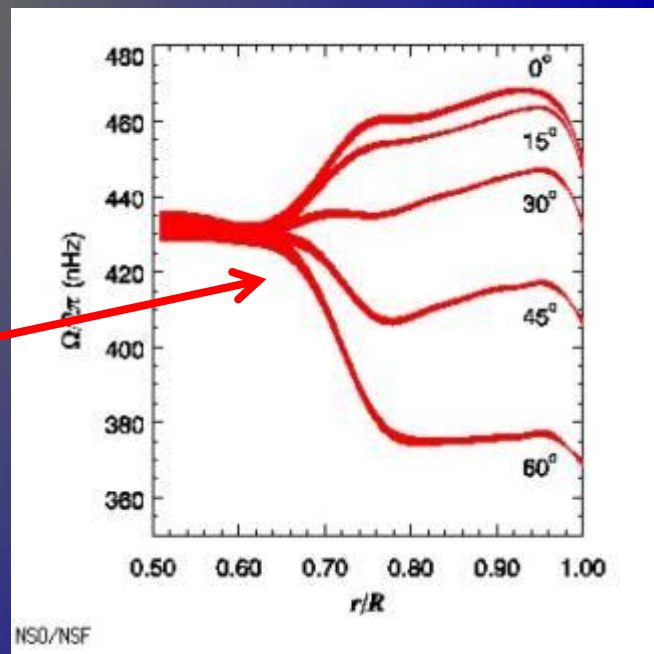
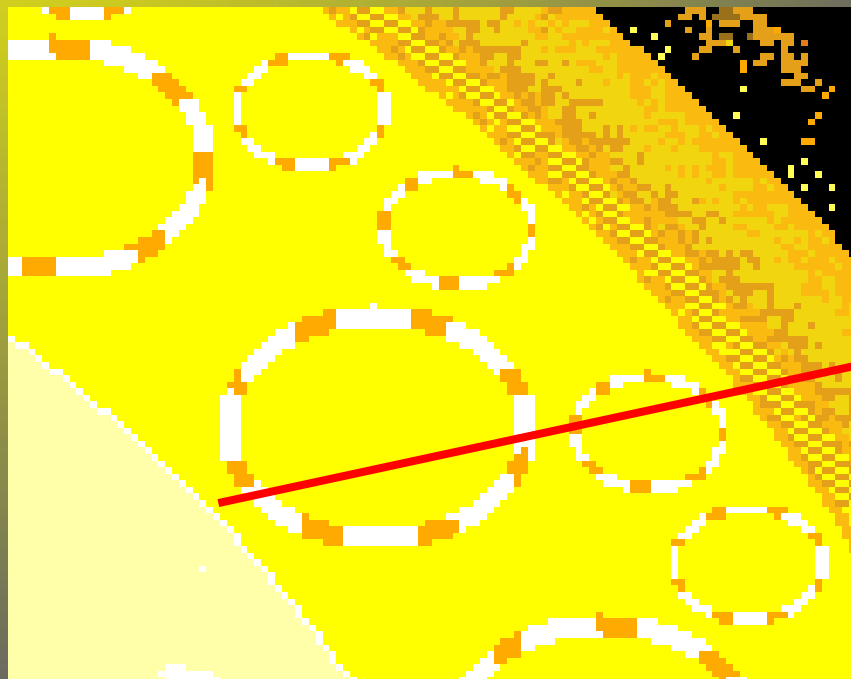
Obserwujemy komórki konwekcyjne na powierzchni Słońca – granulacja



HINODE/SOT



Tachoklina i dynamo słoneczne

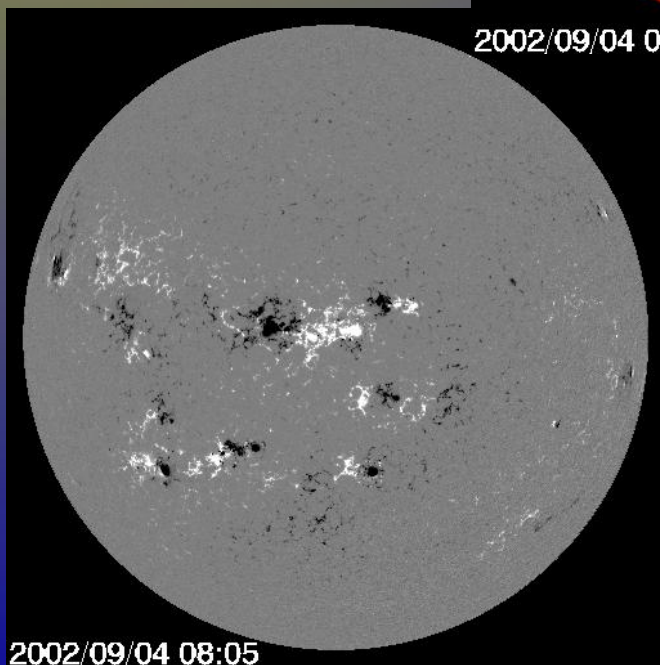
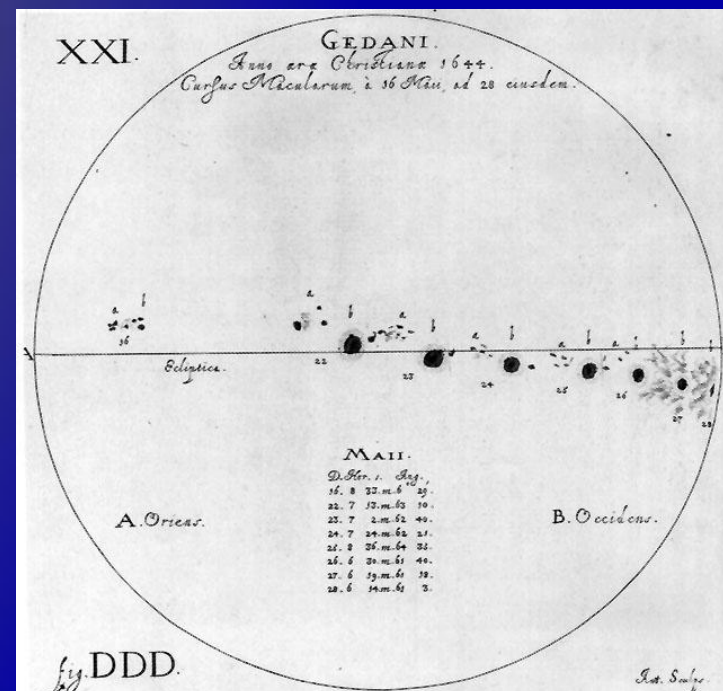
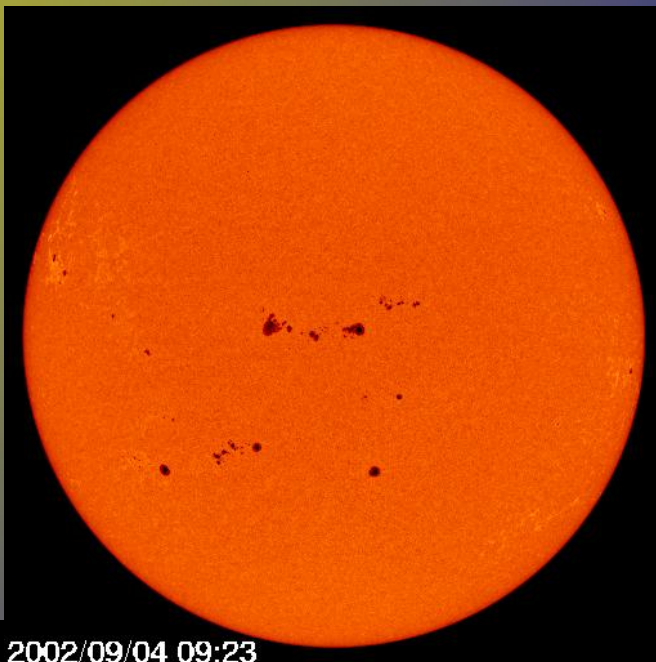
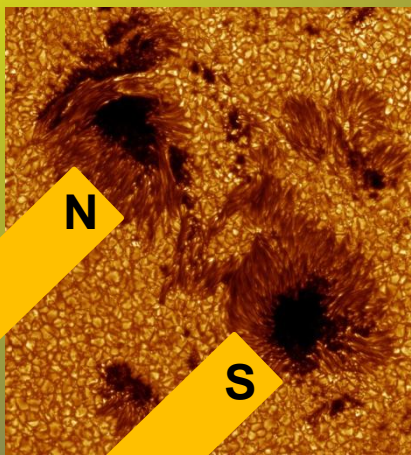


Rotacja różnicowa Słońca wzmacnia pole magnetyczne wewnątrz, a komórki konwekcyjne wynoszą na powierzchnię

W miejscach wypływu pola magnetycznego obserwowane są plamy.



Plamy słoneczne



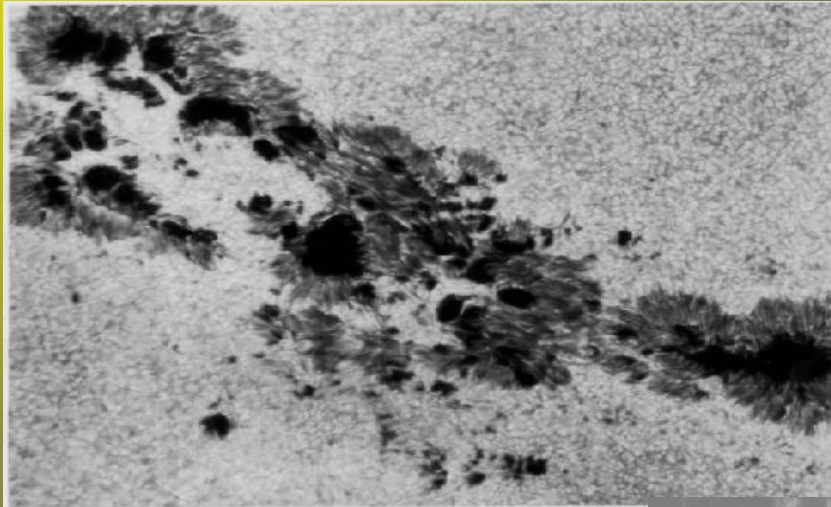
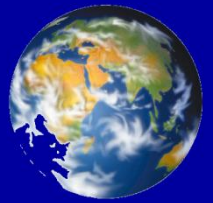
Obserwowane przez starożytnych Chińczyków

Kilka obserwacji plam wykonanych ok. 1000 – 1200 r. – okres wyjątkowo silnej aktywności Słońca

ok. 1610 pierwsze obserwacje za pomocą lunety



Plamy Słoneczne

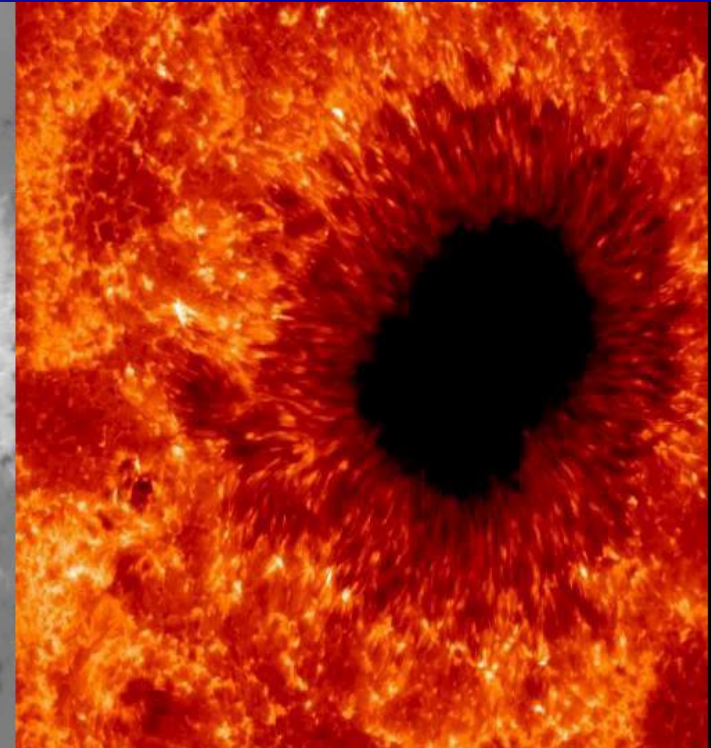
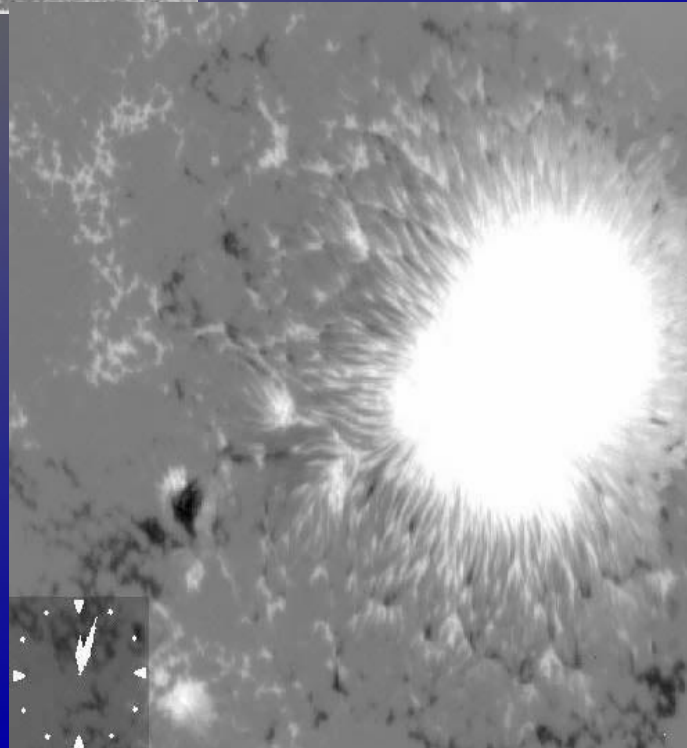


Typowe rozmiary plamy: średnica od 4 000 km do 30 000 km (czasem nawet 60 000 km).

Temperatura: o 1000-1500 K niższa od temperatury powierzchni Słońca (5778 K)

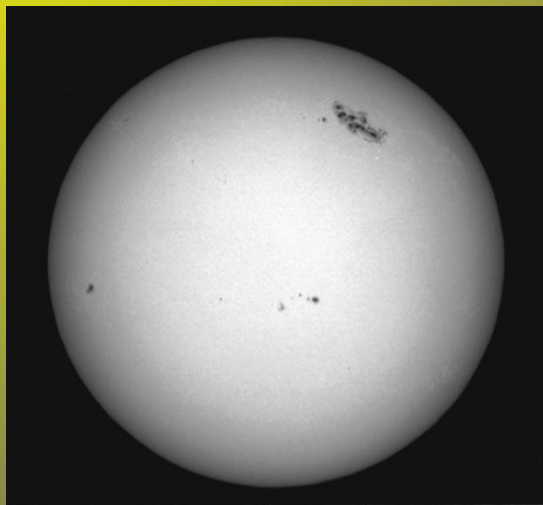
Typowy czas życia:
od kilku dni do kilku
miesięcy

Pole magnetyczne:
od 250 Gs do 5000 Gs





Atmosfera Słońca



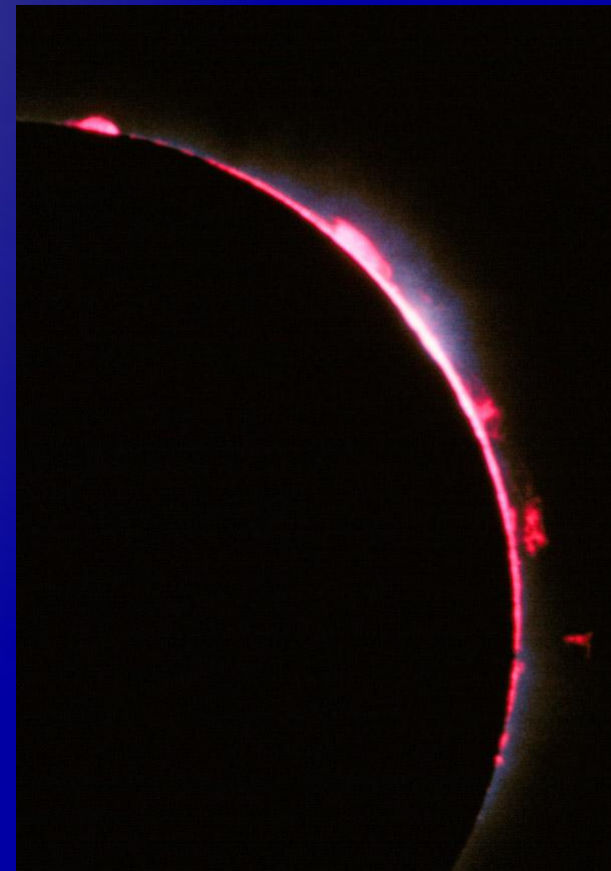
FOTOSFERA

„powierzchnia” Słońca
temperatura około 5800 K
widoczna granulacja i plamy

CHROMOSFERA

łac. *chroma* – barwa

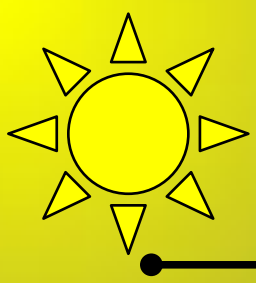
widoczna podczas zaćmień jako czerwona otoczka
niewielka grubość rzędu kilku tysięcy kilometrów



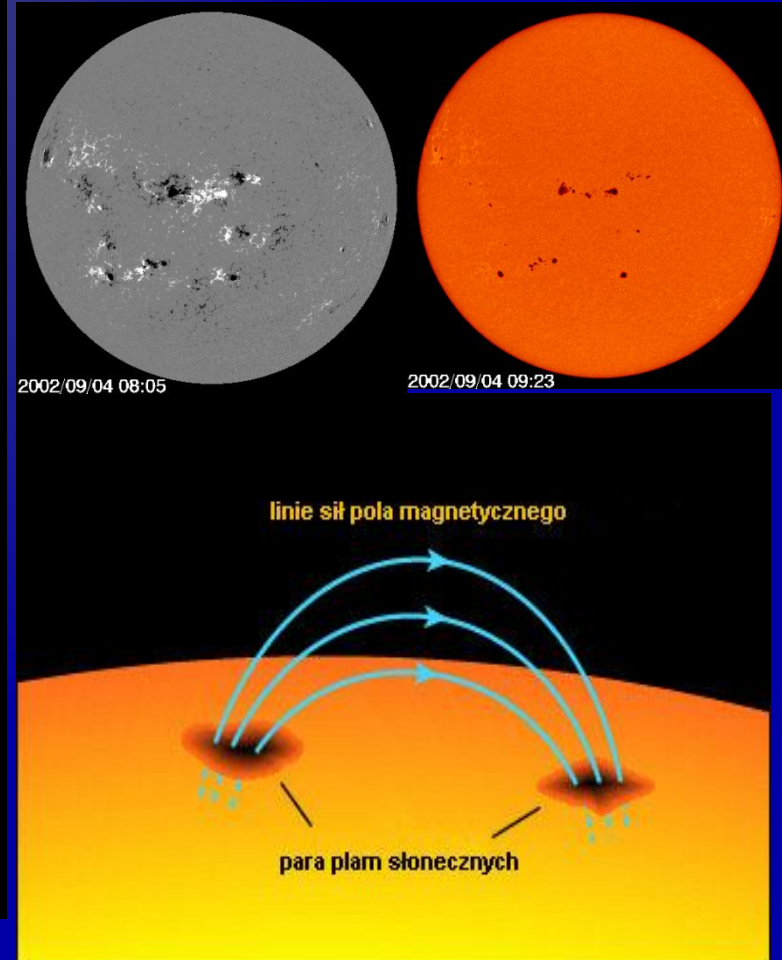
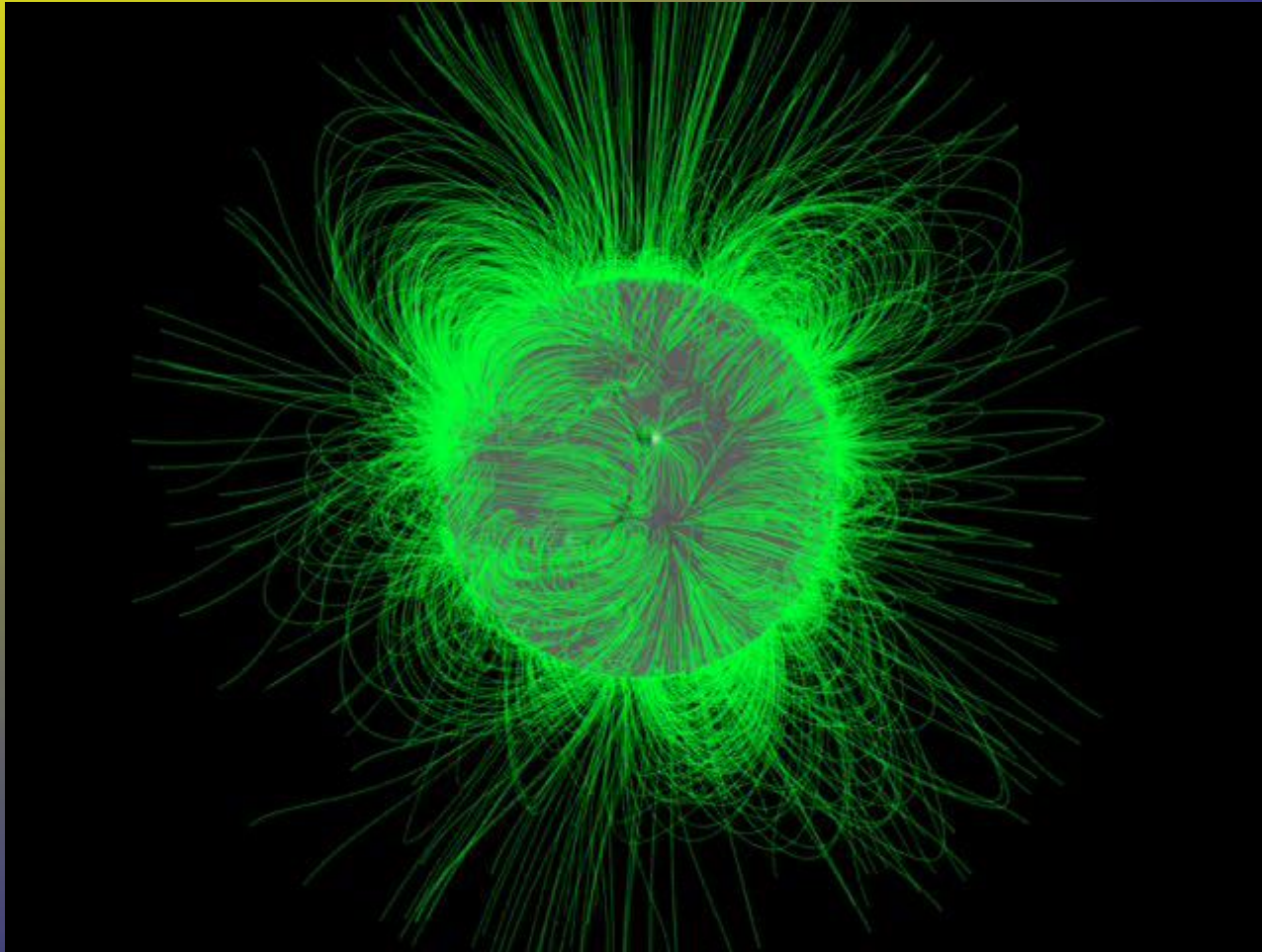
KORONA

powyżej 1 mln K
w świetle białym widoczna podczas zaćmień lub przy użyciu koronografu
w zakresie UV i X jest najjaśniejszą warstwą atmosfery Słońca





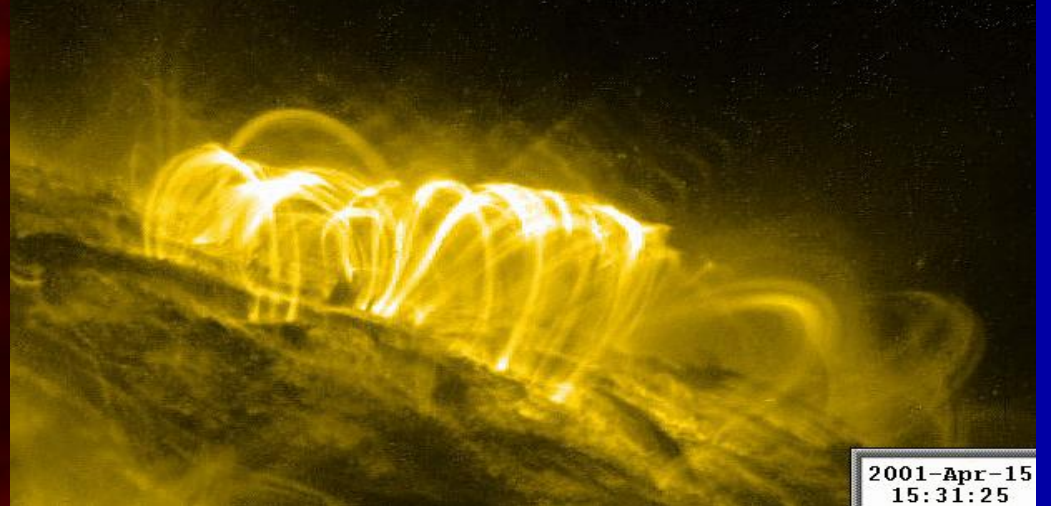
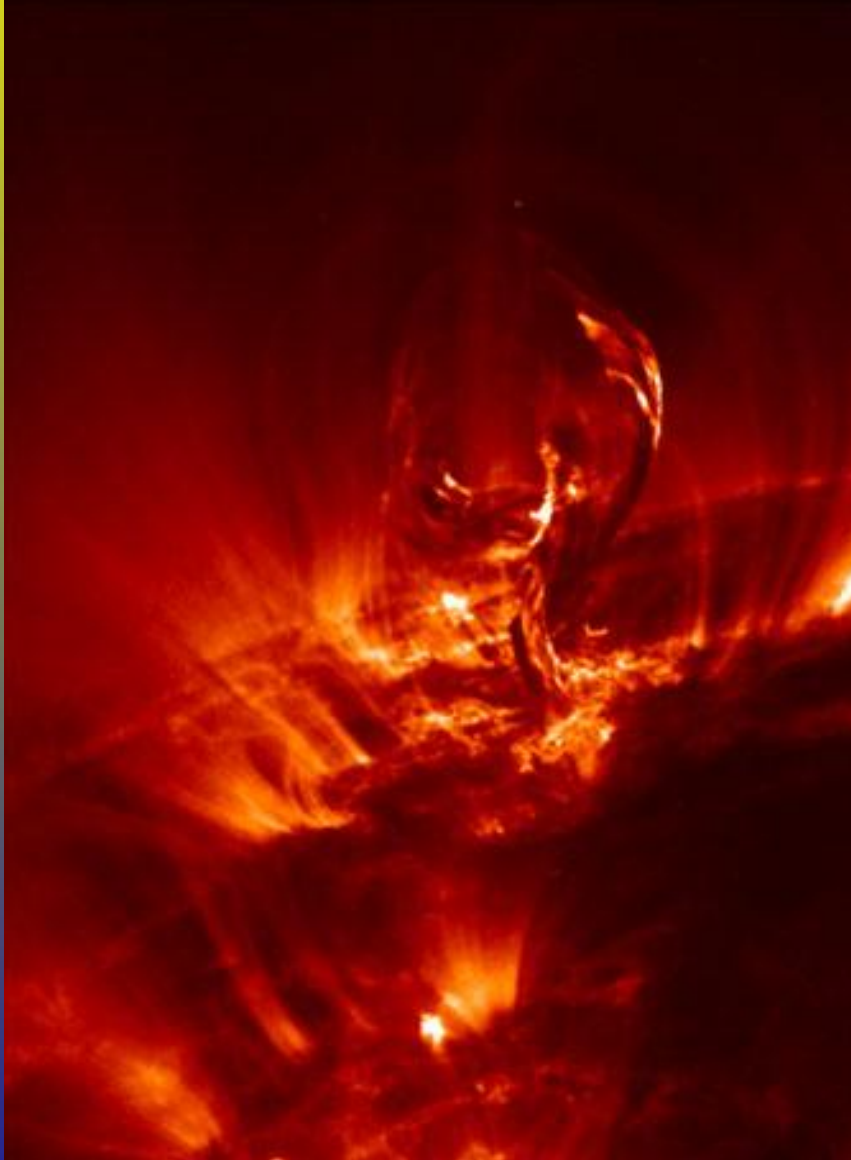
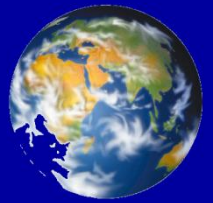
Pole magnetyczne w koronie



Plazma koronalna może poruszać się tylko wzdłuż linii sił pola magnetycznego – dzięki temu jesteśmy w stanie śledzić jego układ



Pole magnetyczne w koronie

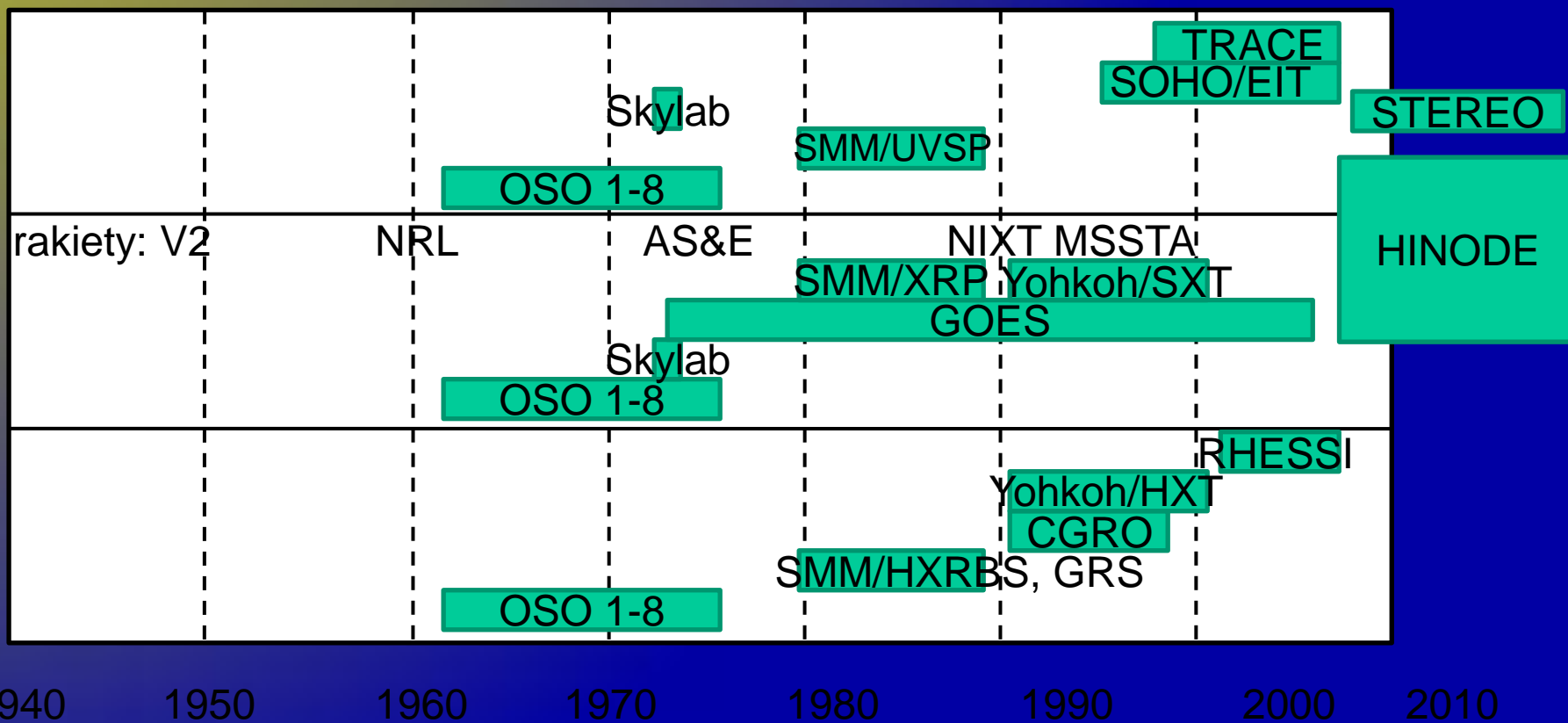
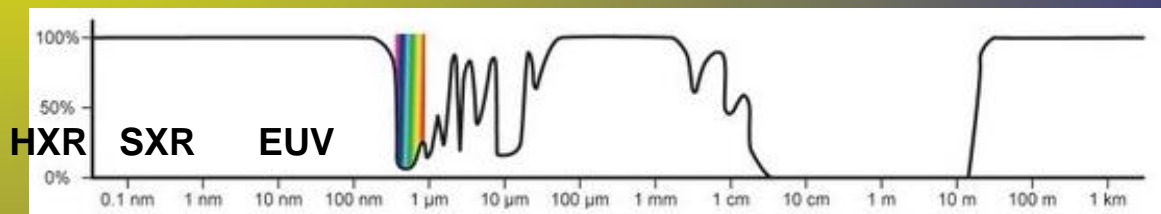


2001-Apr-15
15:31:25

Korona jest gorąca (>1 MK) najlepiej widoczna w zakresach UV i X

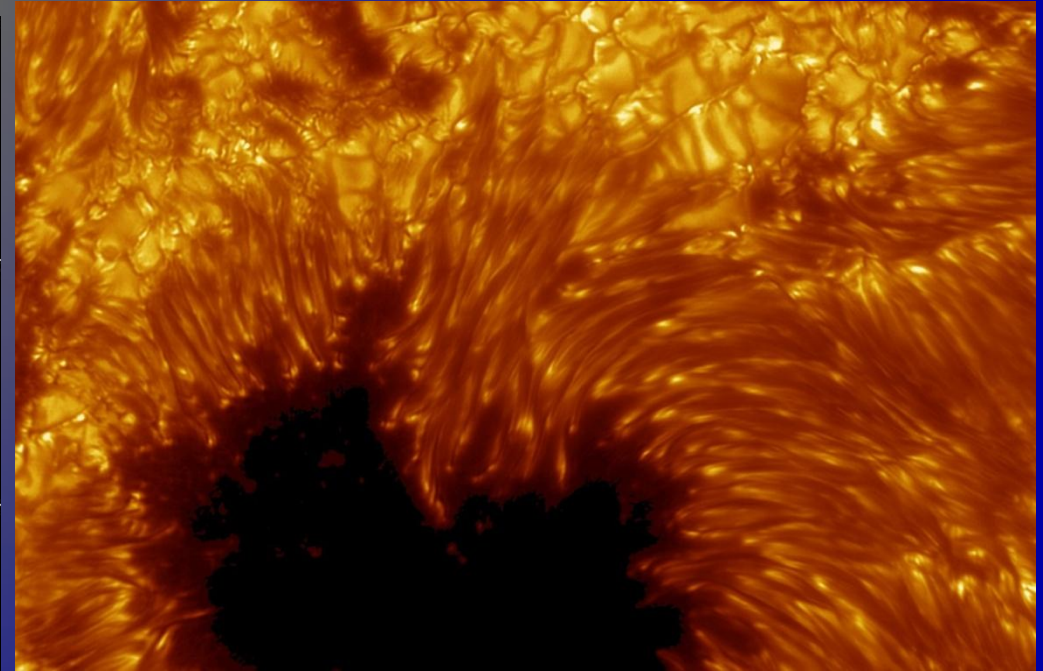
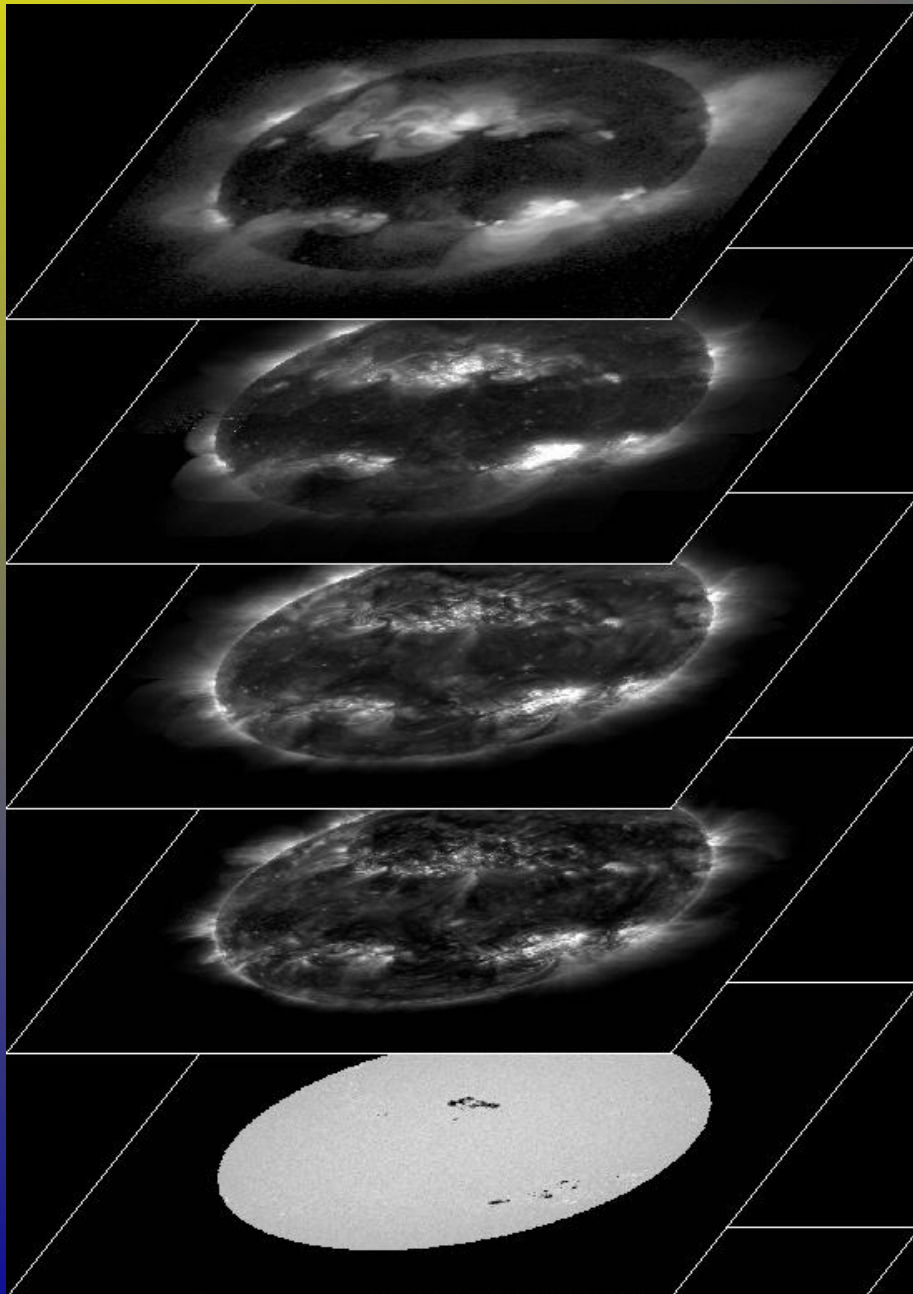


Obserwacje satelitarne





Obszar aktywny



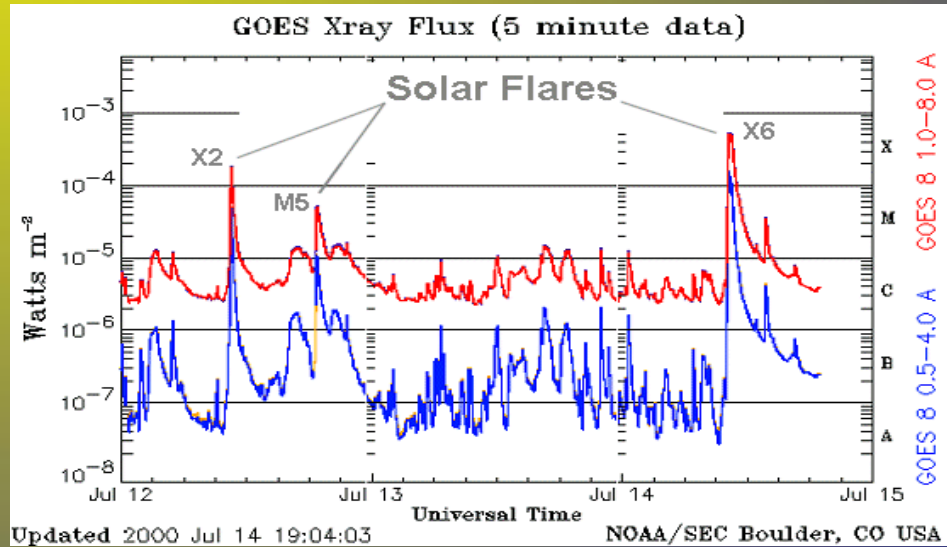
Miejsce w atmosferze słonecznej obserwowane w okolicach plam

Wygląda inaczej w różnych zakresach fal elektromagnetycznych – duży rozrzut temperatur

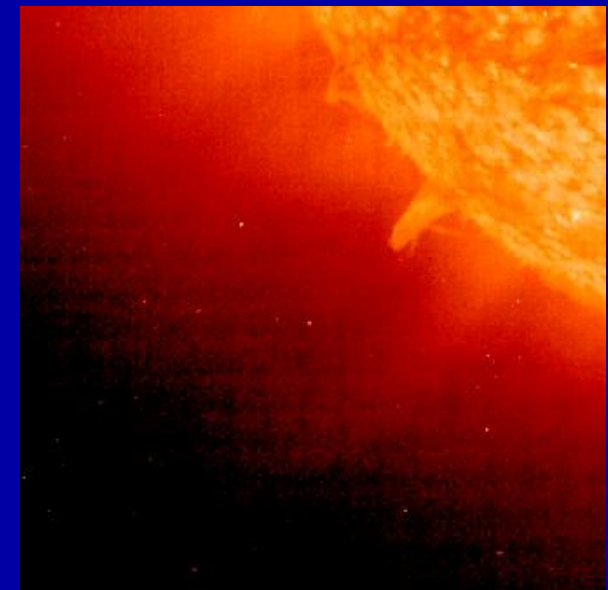
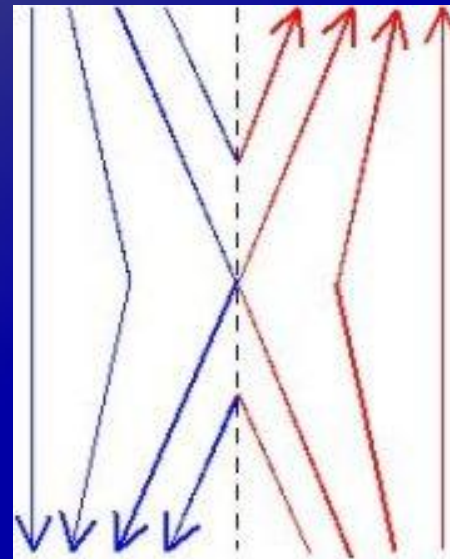
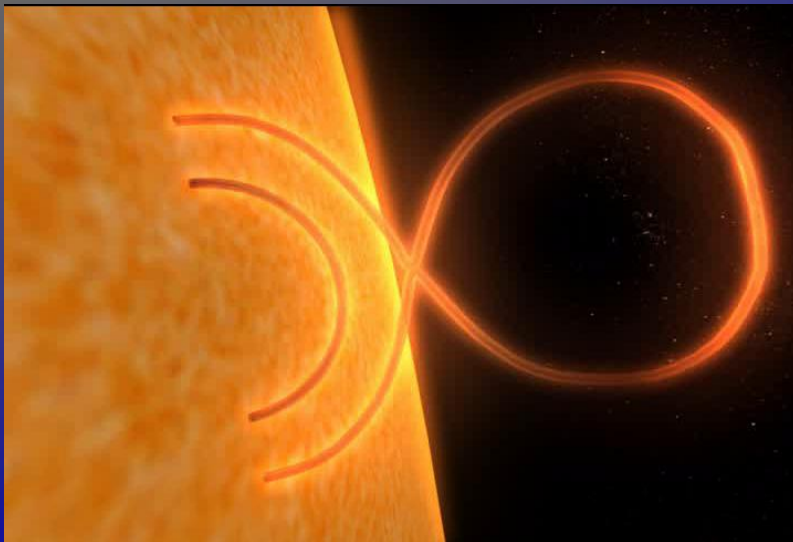
Pojawiają się w nim różnego rodzaju zjawiska dynamiczne takie jak rozbłyski czy CME



Zjawiska aktywne

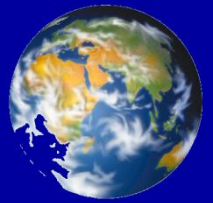


Pomiary strumienia promieniowania rentgenowskiego wykonywane za pomocą sztucznych satelitów.





Rozbłyски



$1.6 \times 10^6 \text{ J}$

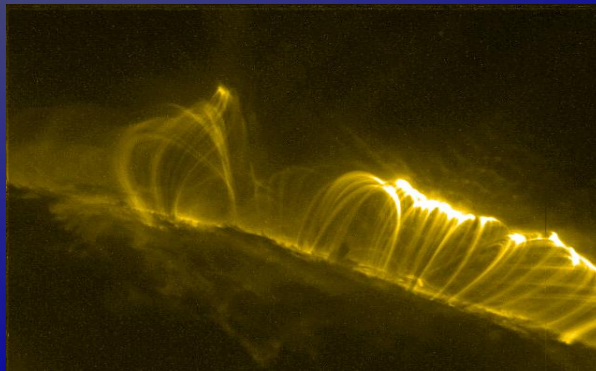
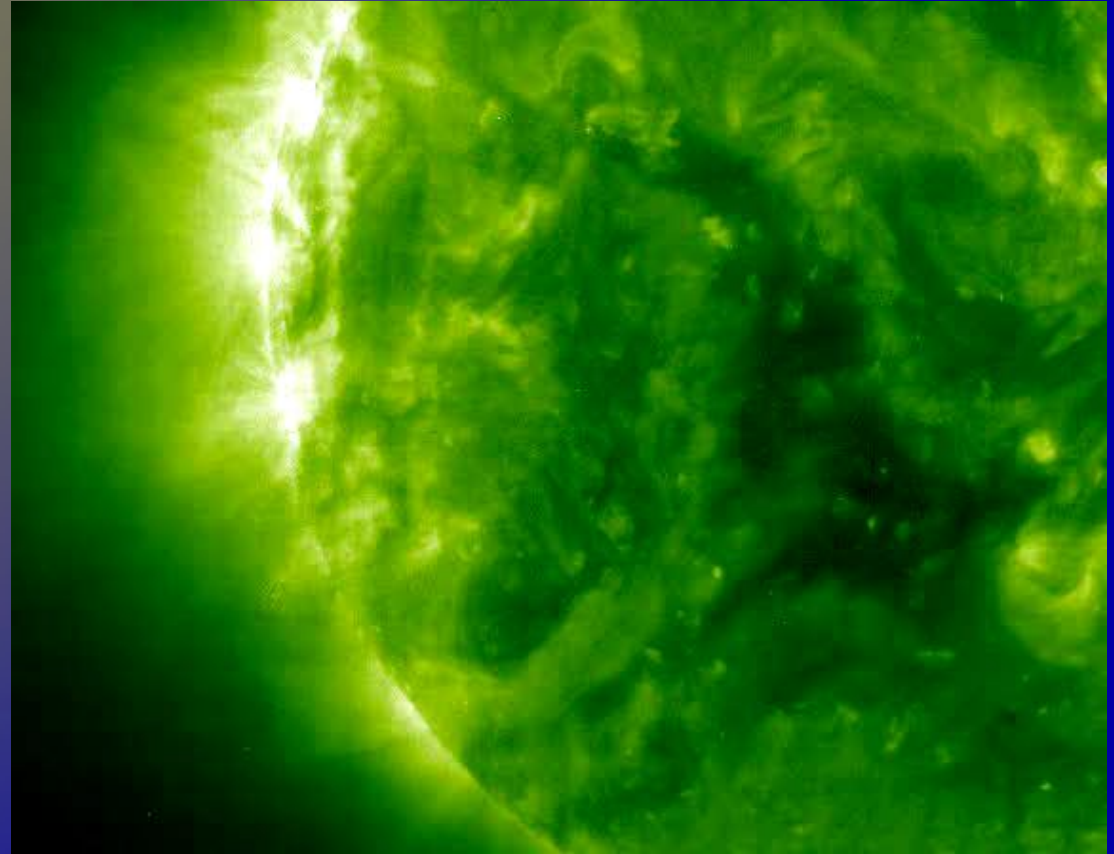


$5 \times 10^{15} \text{ J}$

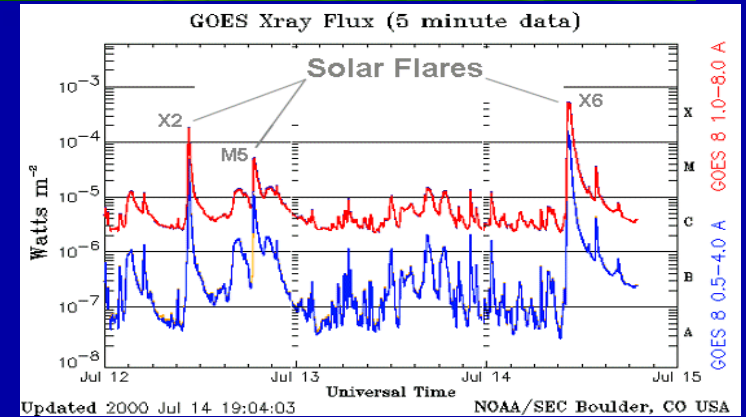


10^{18} J

19 Dec 2000, 6:56:56 (19 Dec 2000 12:56:56 GMT)

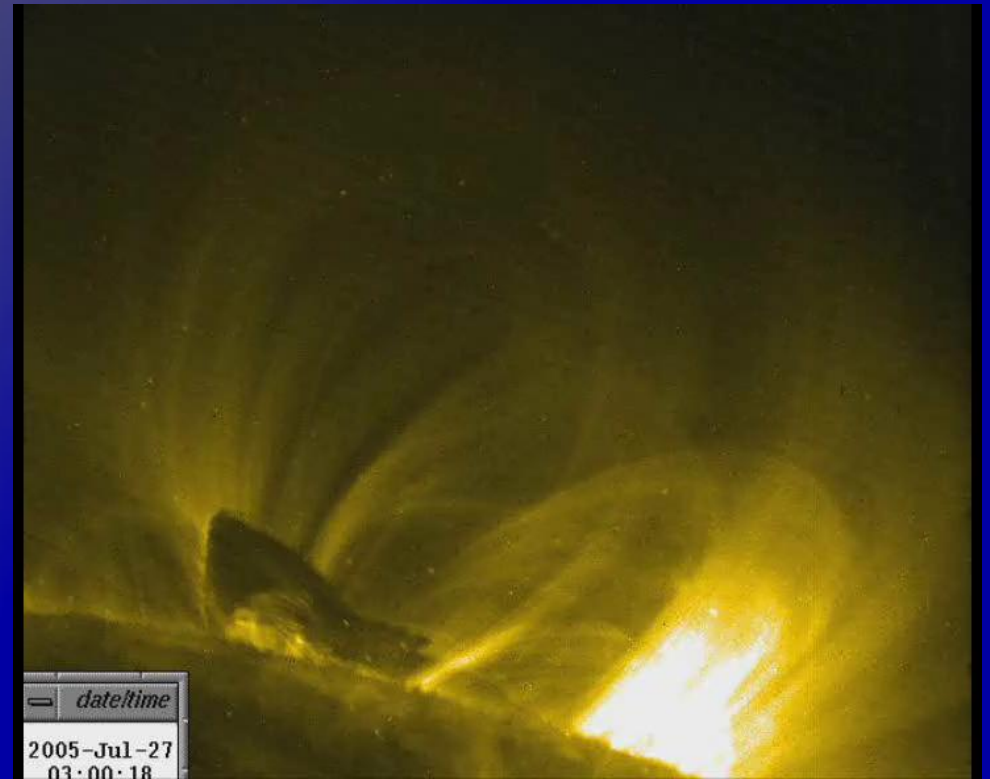
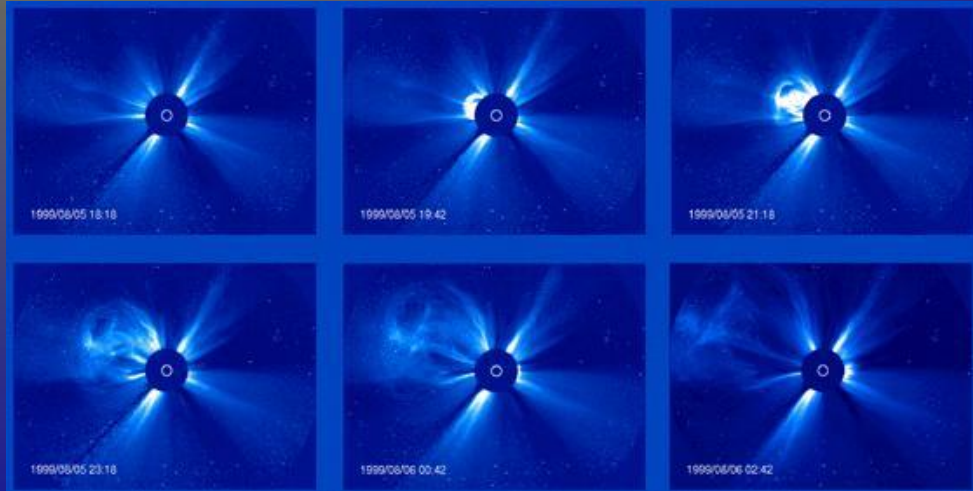
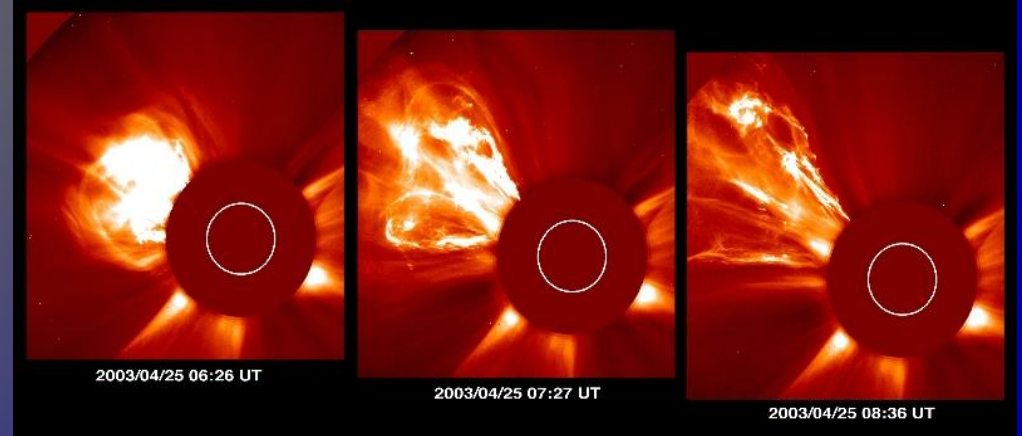
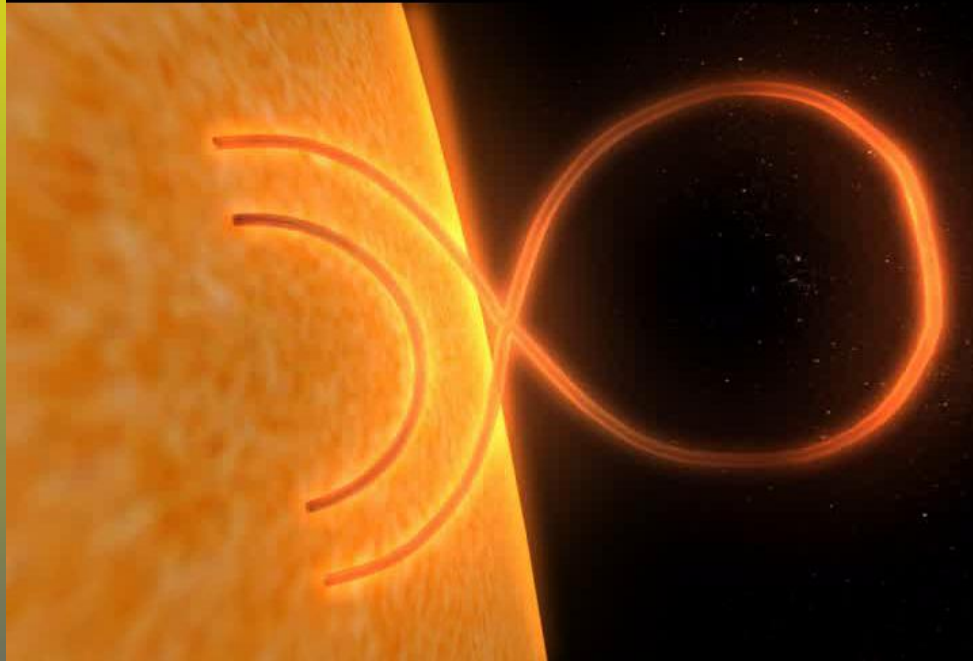
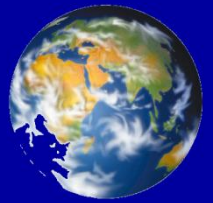


10^{26} J





Rozbłyski i CME





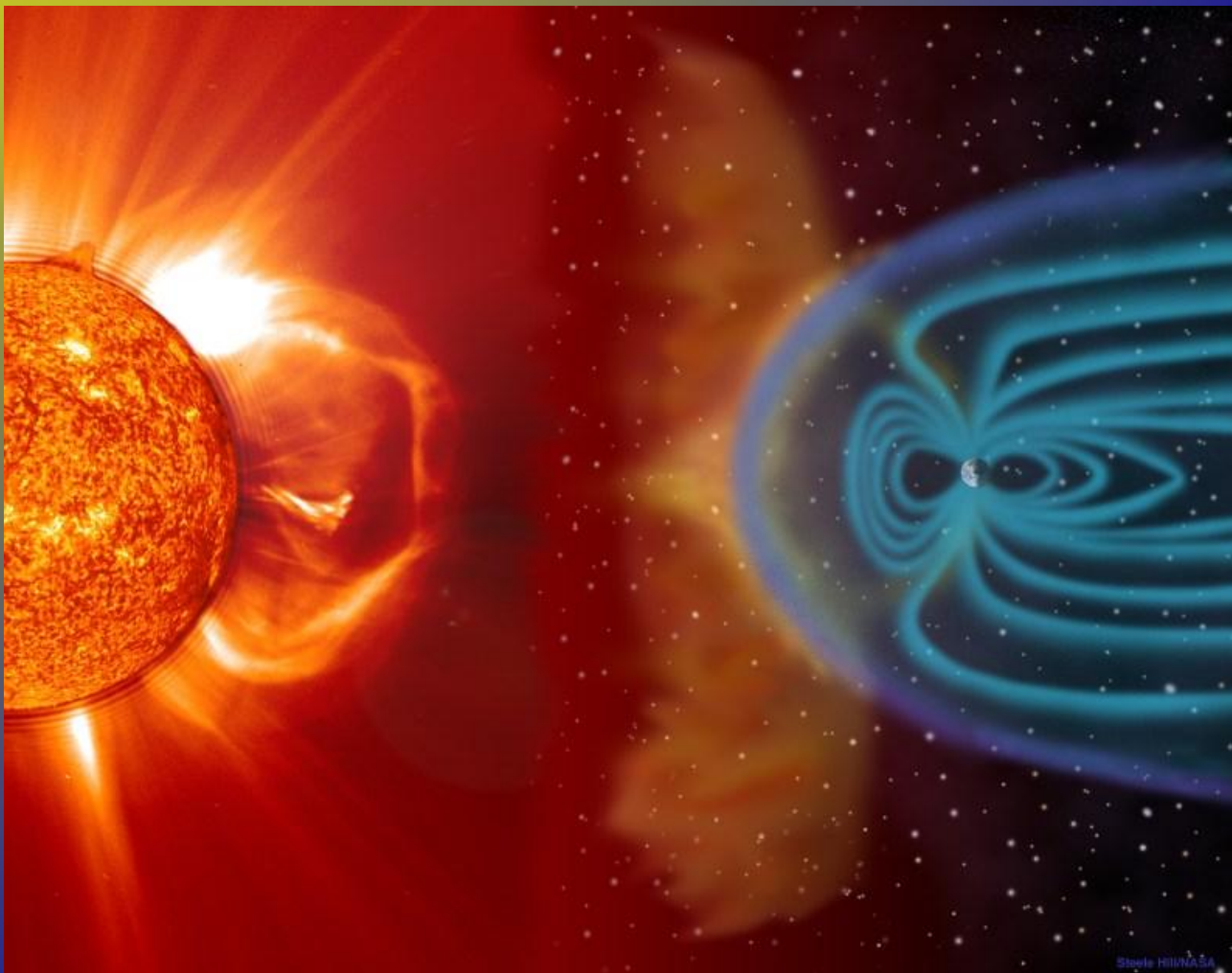
Współczesny obraz Słońca



Apr 17 2002 23:59:32



Słoneczna prognoza pogody

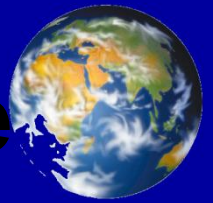


Po co śledzić aktywność Słońca?

- astronauta (loty międzyplanetarne, stacje kosmiczne, itp.)
- pasażerowie samolotów
- stacje transformatorowe
- rurociągi
- sztuczne satelity
- łączność radiowa i satelitarna
- zorze, zorze, zorze...



Zorze polarne – nie zawsze polarne



27 03 2001 r.
01 04 2001 r.
05 11 2001 r.
29 05 2005 r.
29 10 2003 r.
20 11 2003 r.

★ foto M.Kałużny ★
www.astrofotografia.pl

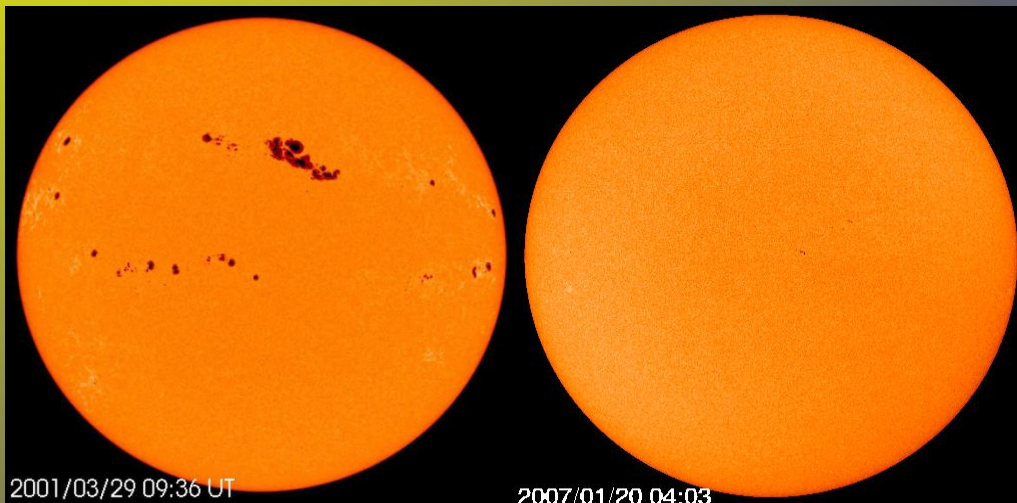


★ foto M.Kałużny ★

A co z ziemskim klimatem ?

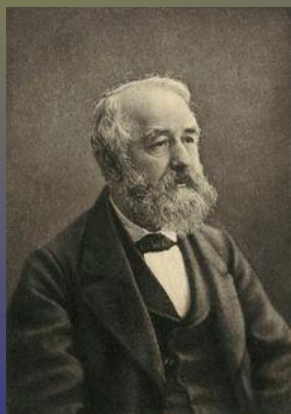
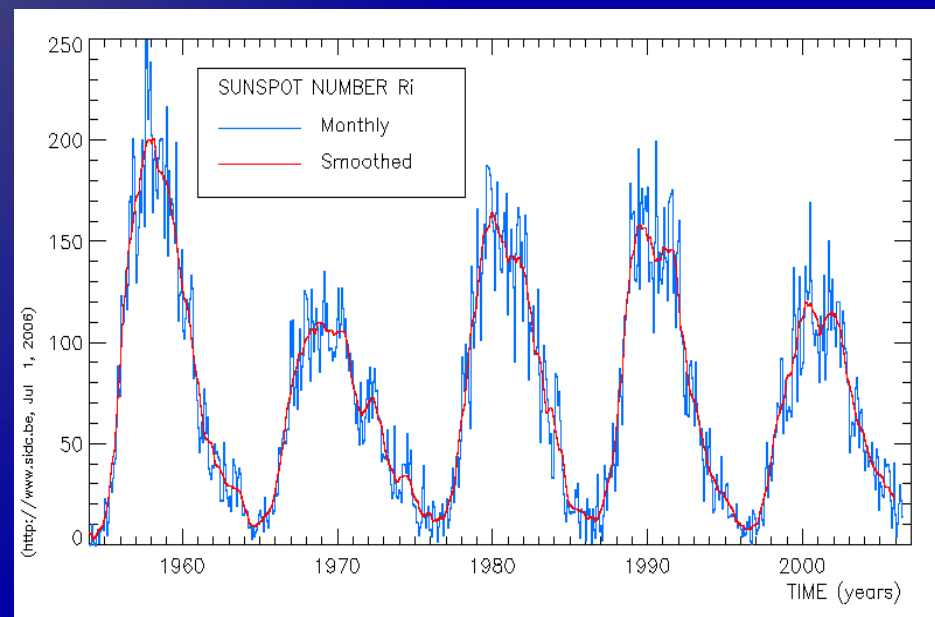


Cykl aktywności



Aktywne Słońce to Słońce zaplamione

Zaplamienie zmienia się w ciągu około 11 lat



**Rudolf Wolf
(1816-1893)
proponuje metodę
liczenia plam
słonecznych**



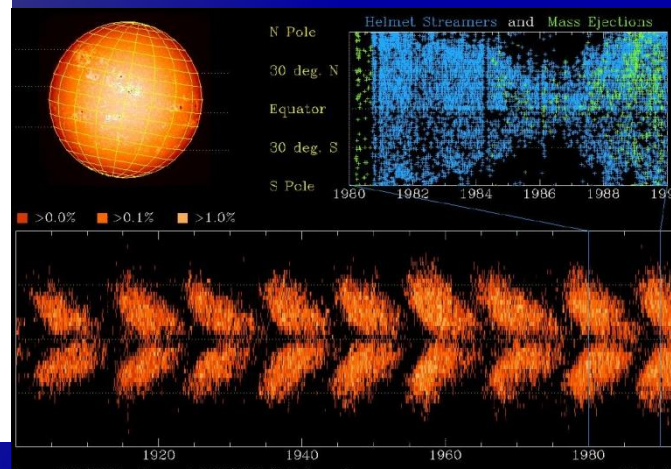
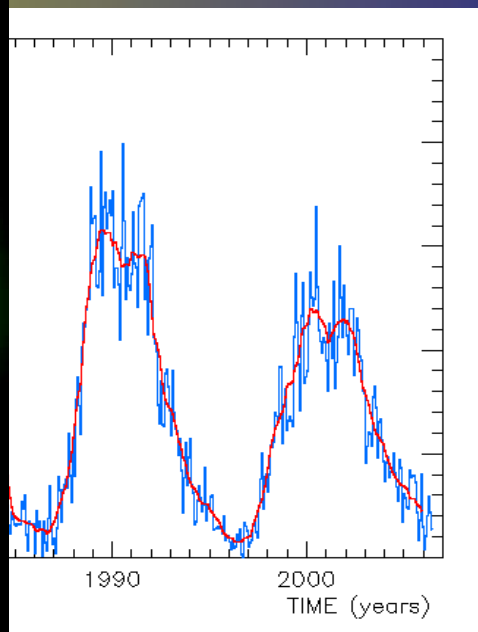
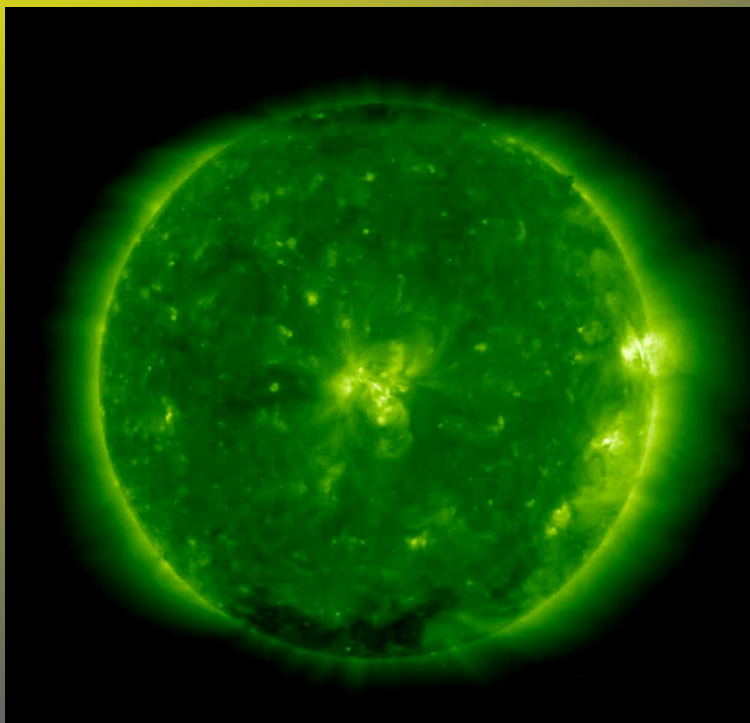
**Samuel Heinrich Schwabe
(1789-1875) – odkrywa
cykliczność pojawiania
się plam słonecznych**



Cykl aktywności

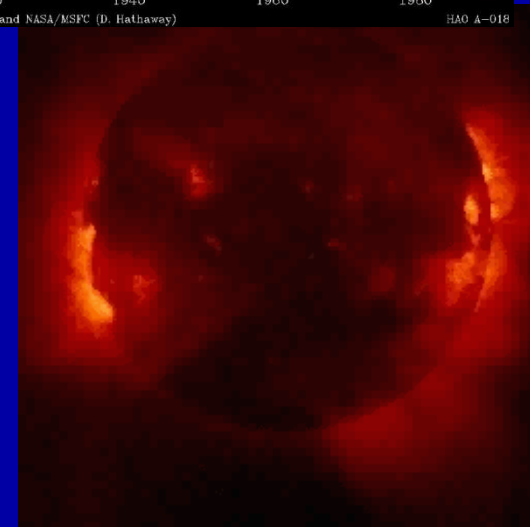
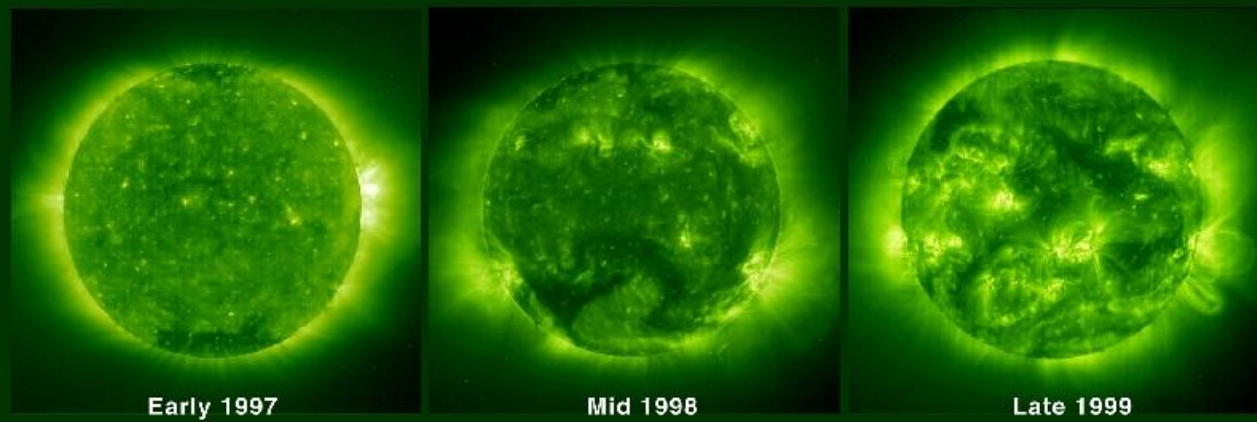


W cyklu 11-sto letnim zmienia się ilość obszarów aktywnych widocznych w zakresach UV i X.



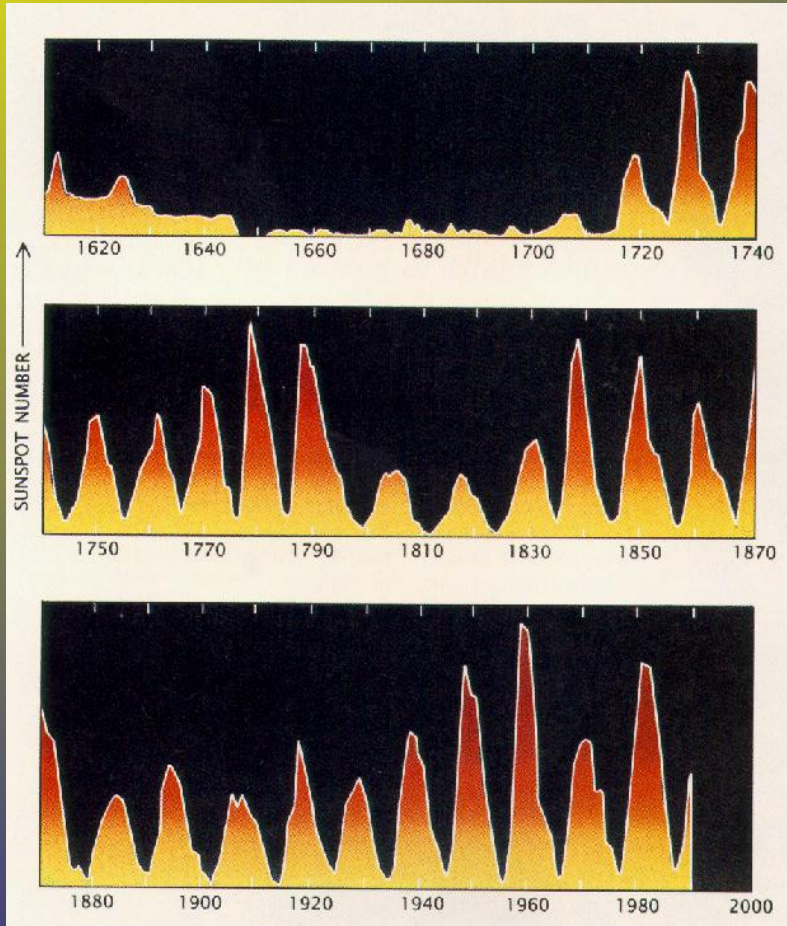
The Sun Approaching Solar Maximum

Solar and Heliospheric Observatory, Extreme ultraviolet Imaging Telescope



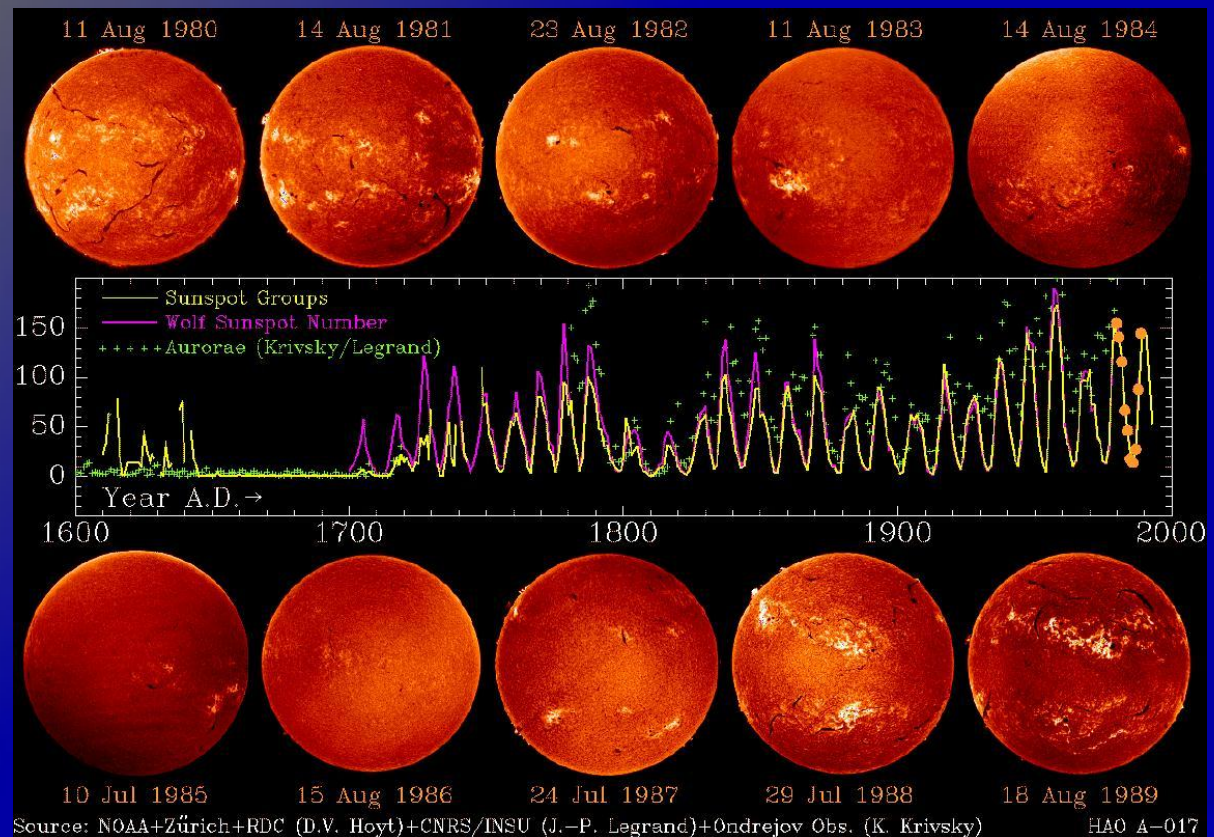


Cykl aktywności



Każde maksimum cyklu jest inne

Były w przeszłości okresy gdy na Słońcu nie obserwowano plam



Czy zaplamienie Słońca może wpływać na ziemski klimat?

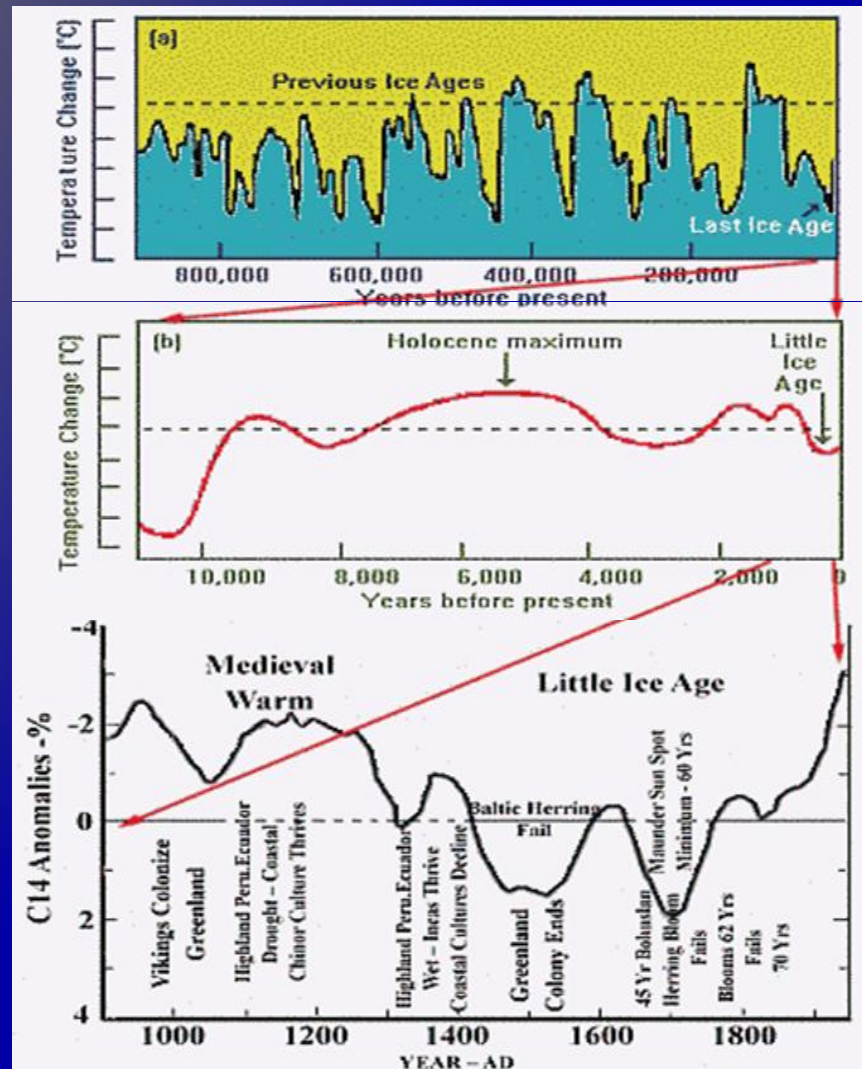
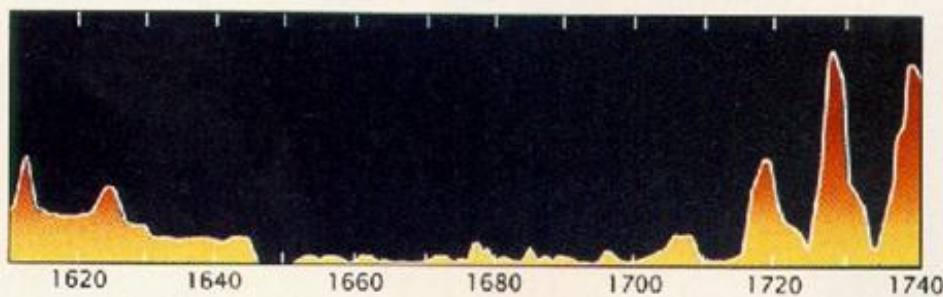


Minimum Maundera



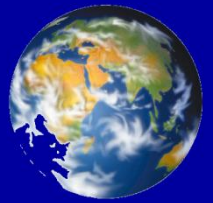
Targ na zamrożonej Tamizie

Zamarzający Bałtyk – regularne „połączenie” ze Szwecją





Wpływ na ziemski klimat

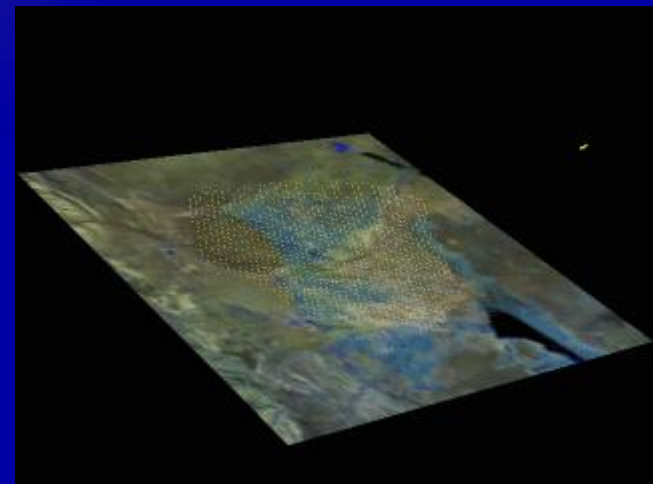
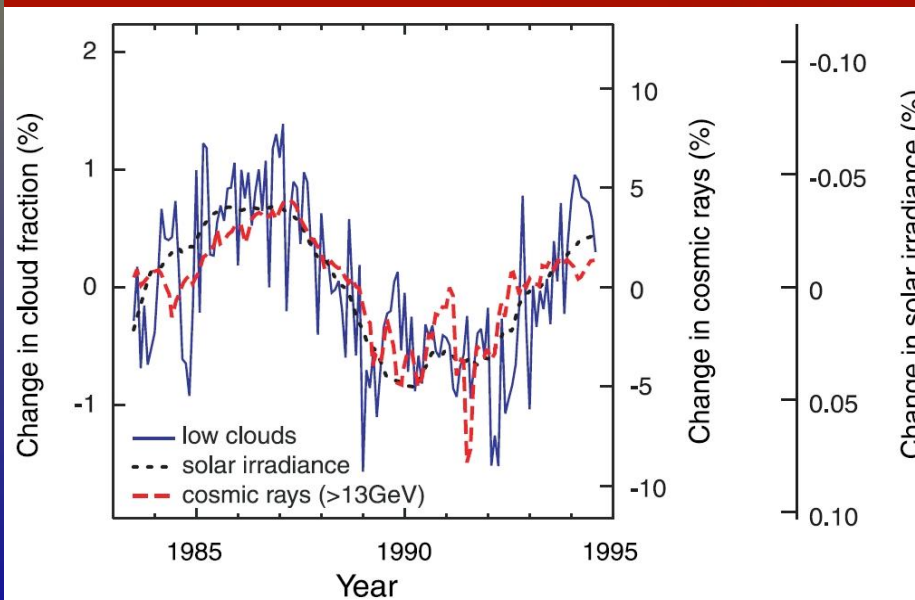
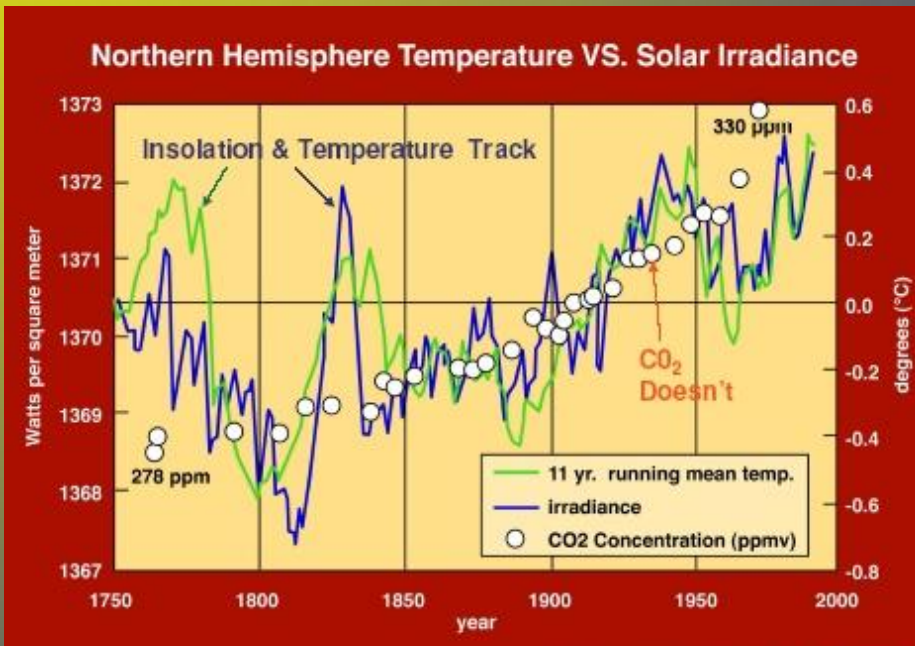


Duża korelacja między aktywnością Słońca a średnimi temperaturami na Ziemi

Brak podobnych korelacji w przypadku dwutlenku węgla

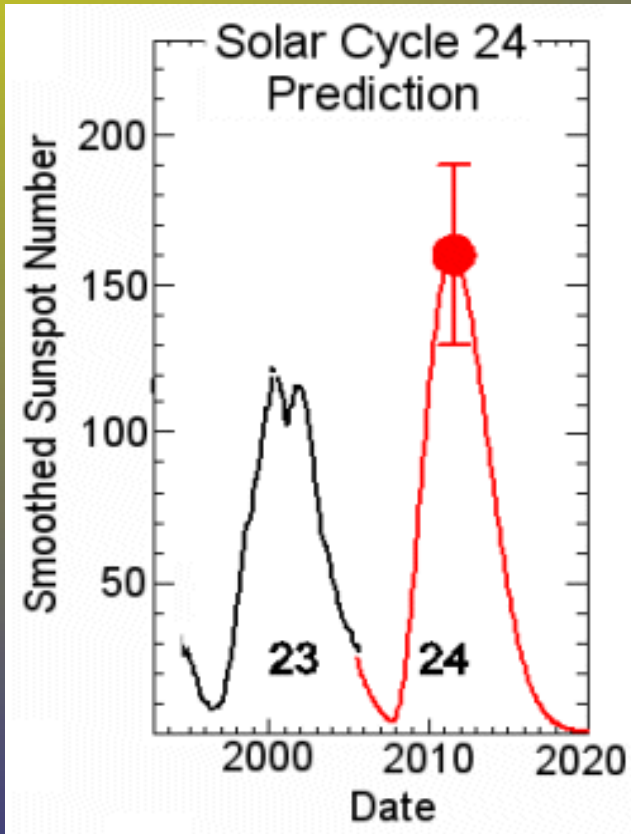
Głównym czynnikiem cieplarnianym jest para wodna (zachmurzenie)

Związek z aktywnością słoneczną nie polega na zmianie ilości energii docierającej do Ziemi!

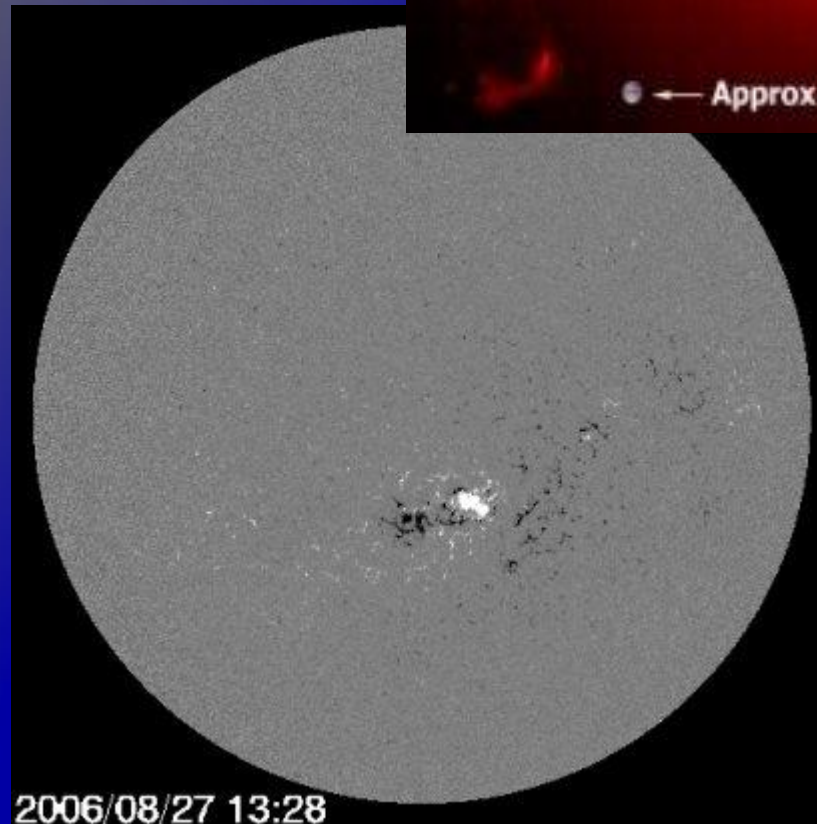
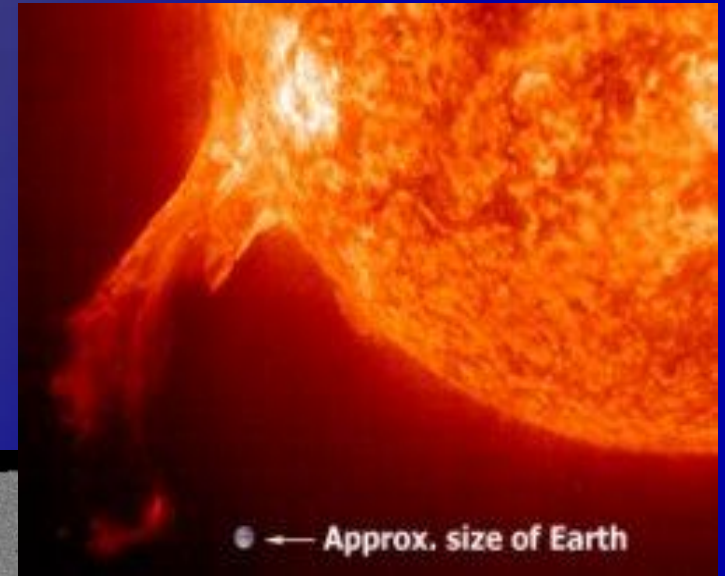


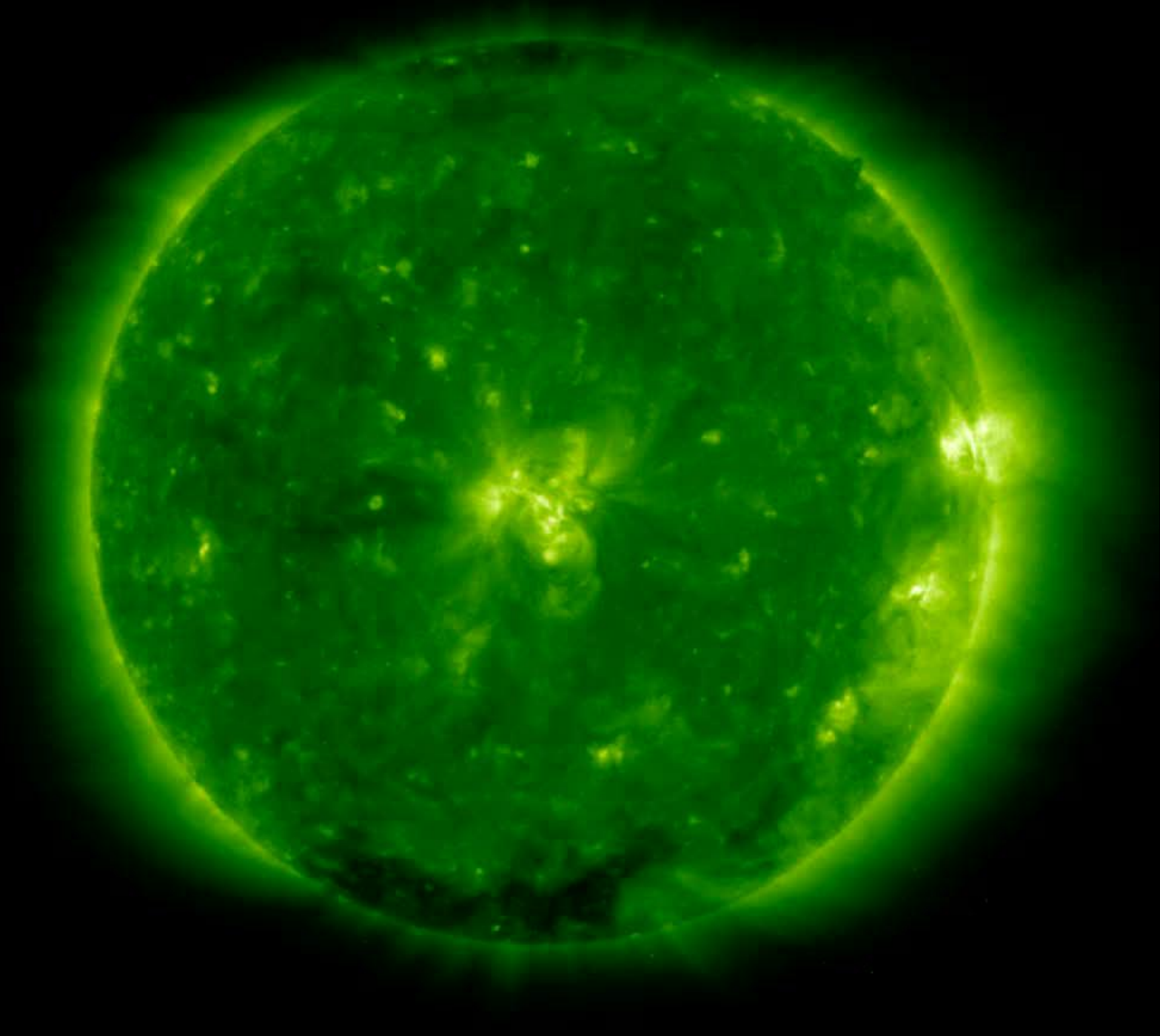


Następne maksimum



Najsilniejsze od 50-ciu lat?





KONIEC