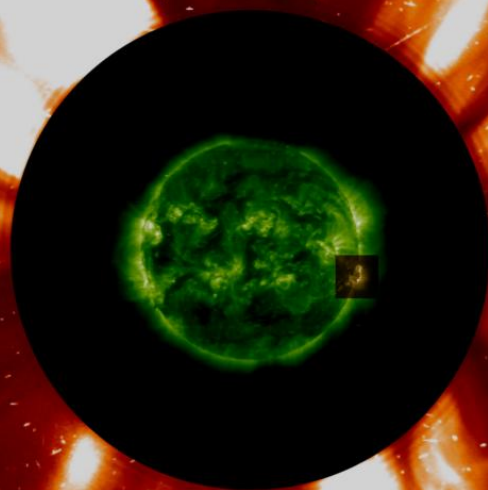


Aktywne Słońce



Tomasz Mrozek

Instytut Astronomiczny

Uniwersytet Wrocławski



Międzynarodowy rok Astronomii

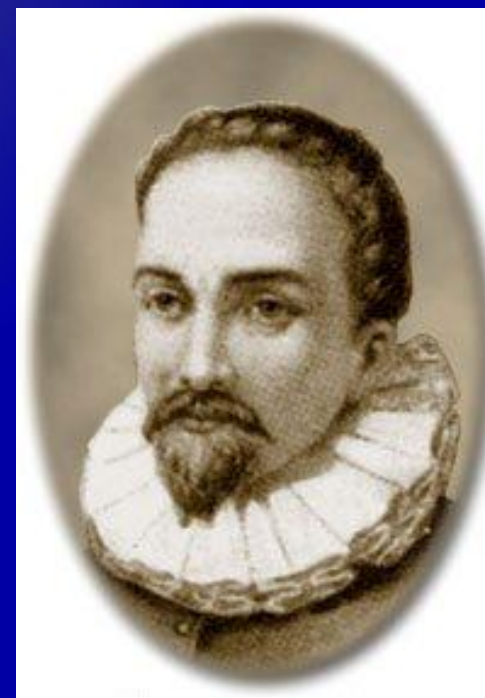


Soczewki (occhiali) szlifowano we Włoszech już pod koniec XIII w.

Zacharias Janssen (wytwórca okularów) kopiuje mały teleskop pokazany mu przez nieznanego z imienia włoskiego podróżnika (1604)



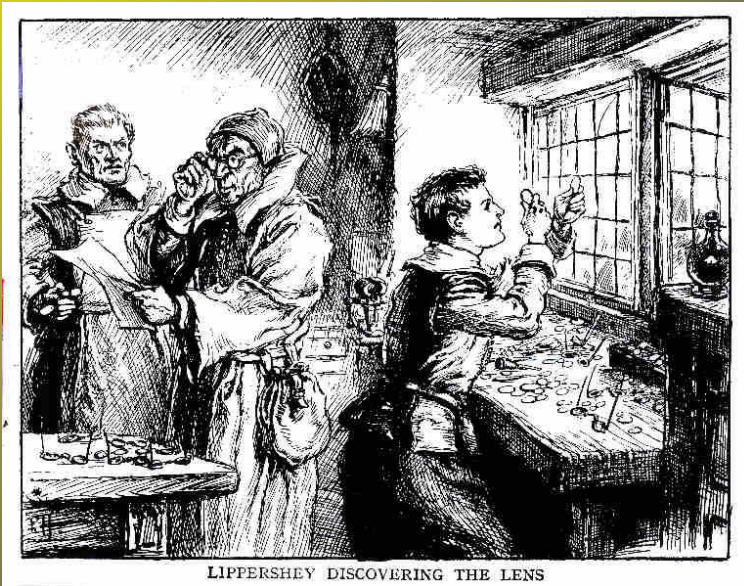
Credits to: Microsoft Encarta Encyclopedia 99 Deluxe



2 października 1608 - Hans Lippershey ofiarowuje mały teleskop (*kijker, kijkglas*) księciu Maurycemu i Stanom Generalnym Holandii



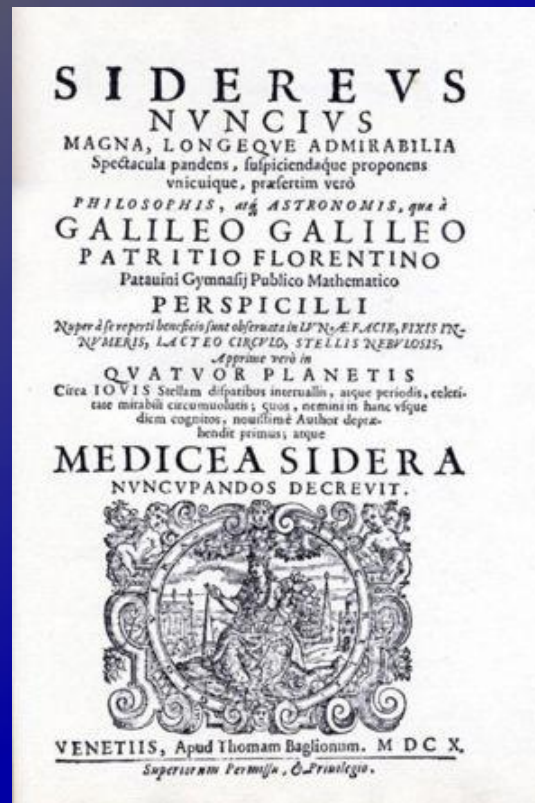
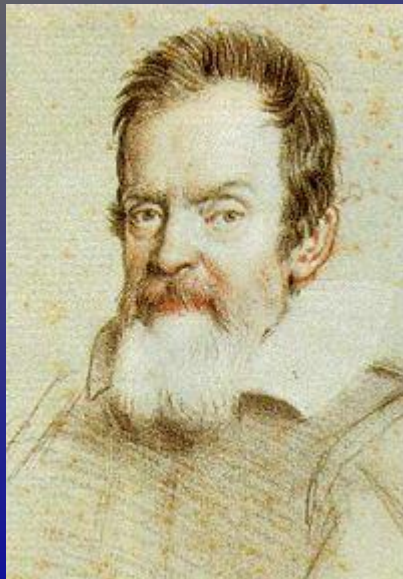
Międzynarodowy rok Astronomii



LIPPERSHEY DISCOVERING THE LENS

22 listopada 1608 r. w pewnej broszurze francuskiej można przeczytać, że nowy wynalazek pozwala „dostrzec gwiazdy tak małe, że normalnie niewidoczne”

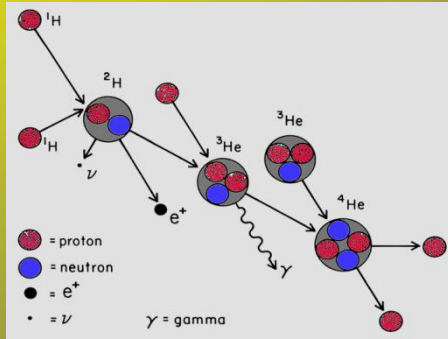
Galileusz szybko dostrzega użyteczność tego instrumentu w obserwacjach astronomicznych



Marzec 1610 r. – Sidereus Nuncius



Źródło energii słonecznej

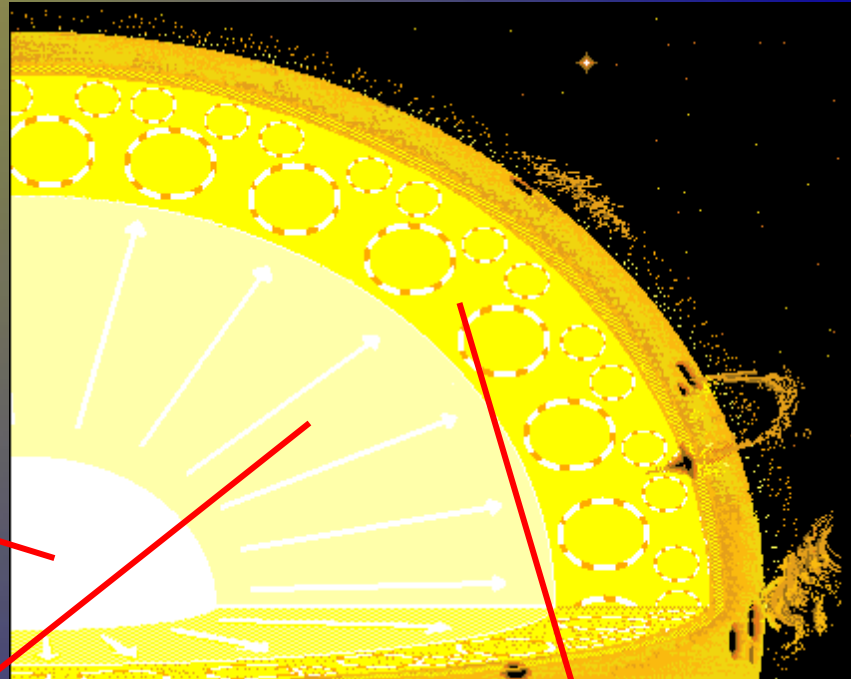


600 mln ton wodoru zamienia się w hel w każdej sekundzie

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

Ciągłe rozpraszanie, pochłanianie i emisja – coraz mniejsze energie kwantów

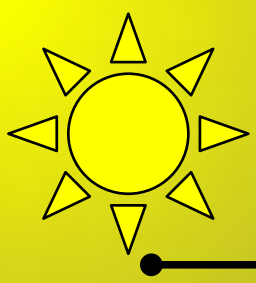
Bardzo powolna wędrówka: 200 000 lat zamiast 2.7 sekundy



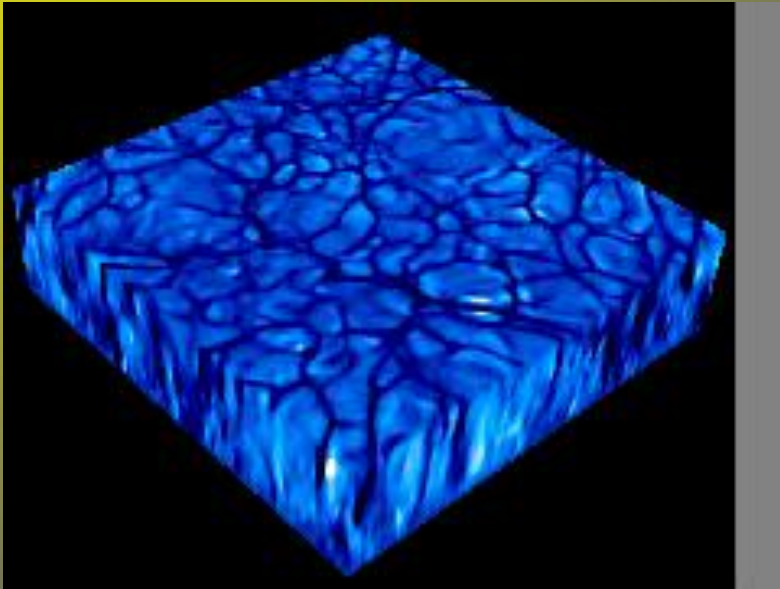
W odległości około 0.7 R od środka transport promienisty przestaje być wystarczająco efektywny

Pojawia się konwekcja

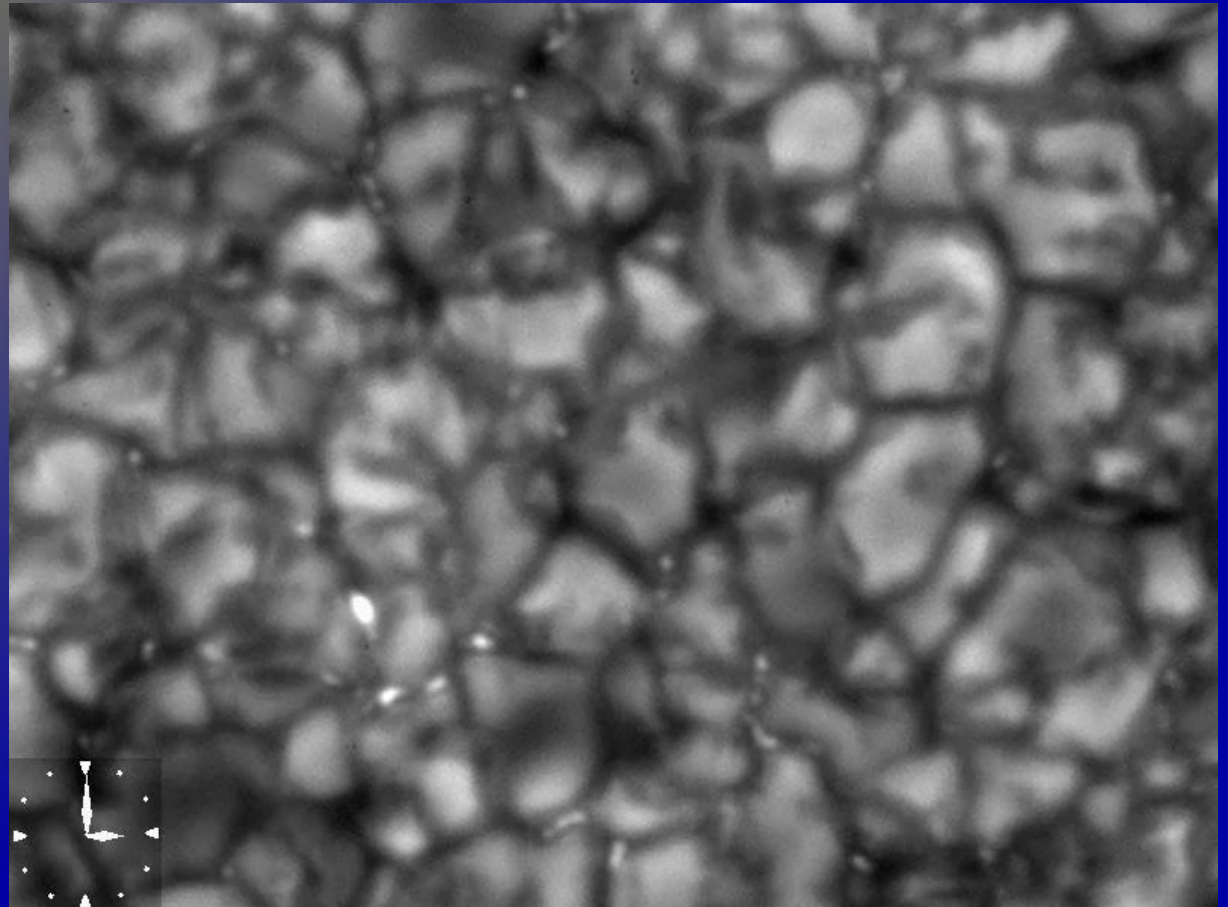
Wraz z pionowymi ruchami plazmy unoszone jest pole magnetyczne



Warstwa konwekcyjna



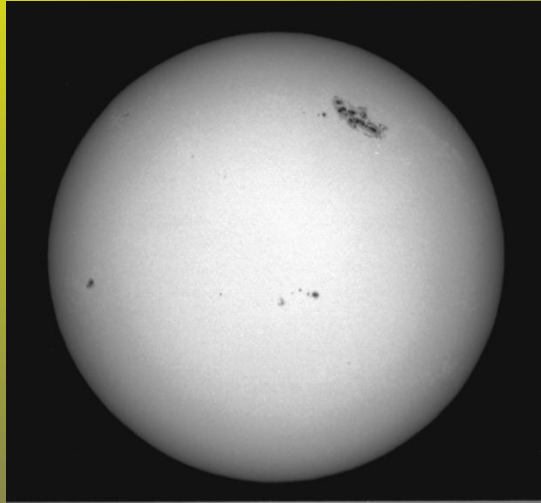
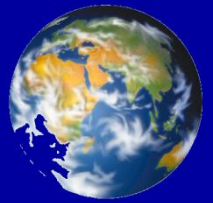
Obserwujemy komórki konwekcyjne na powierzchni Słońca – granulacja



HINODE/SOT



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



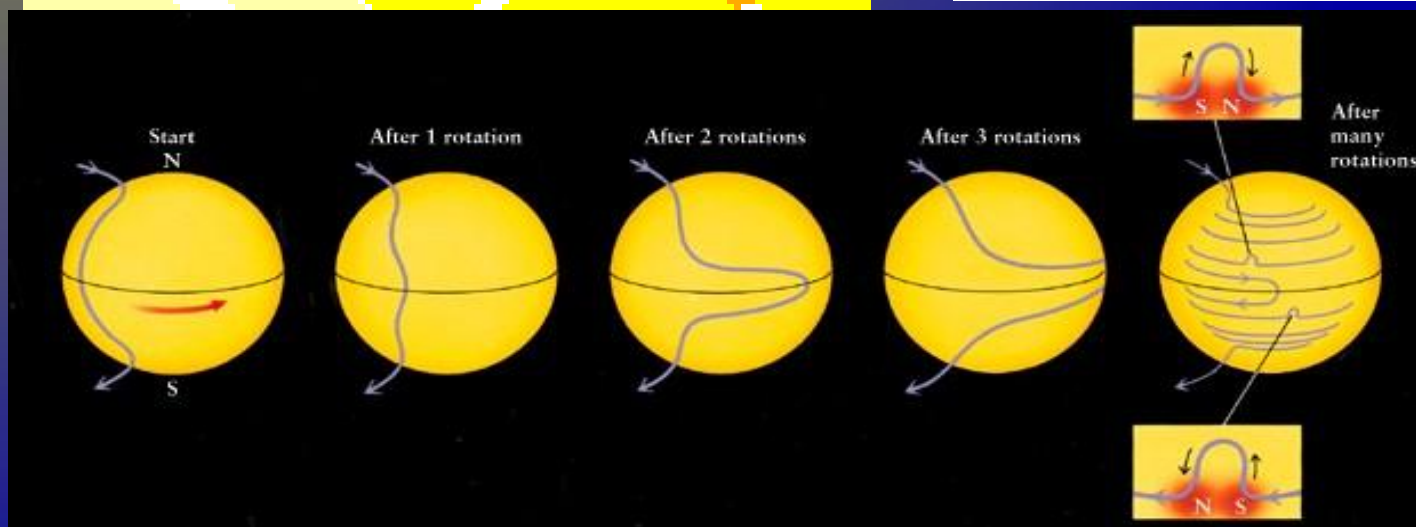
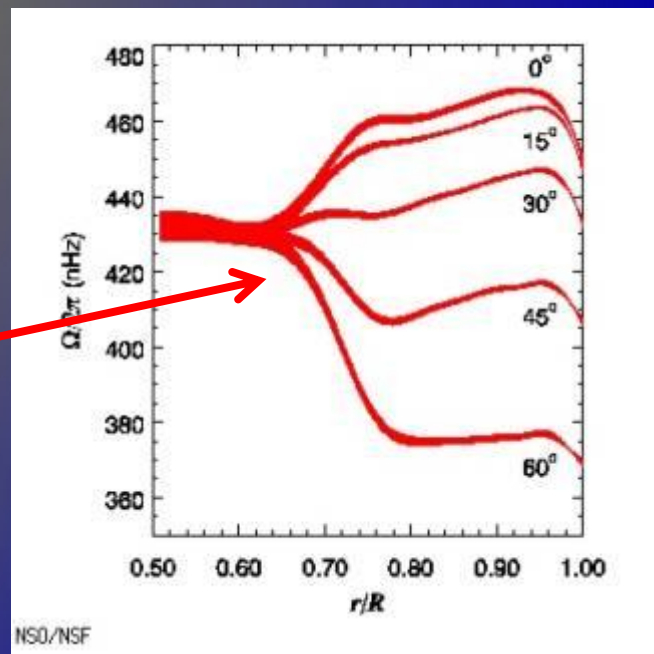
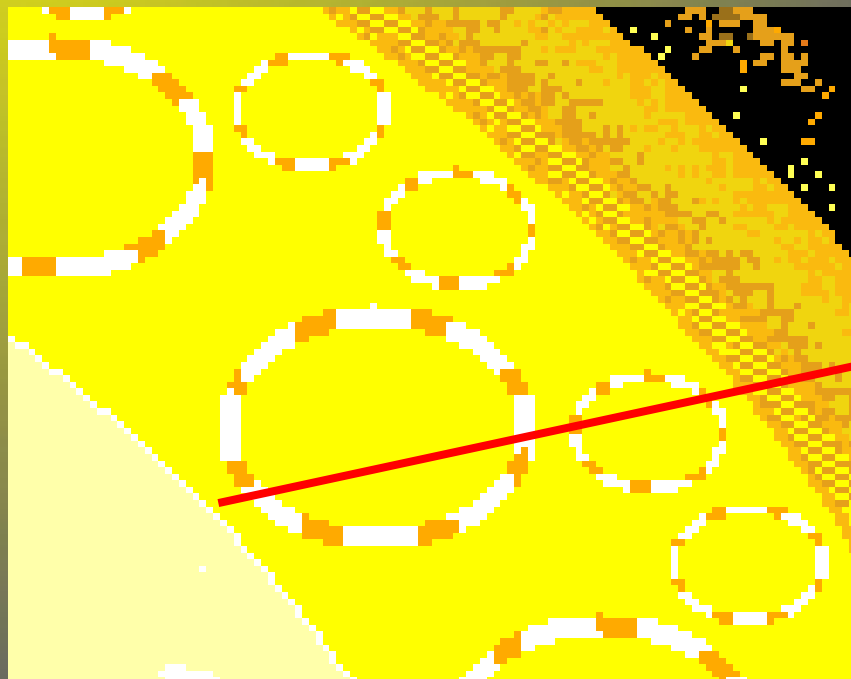
KORONA

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





Tachoklina i dynamo słoneczne

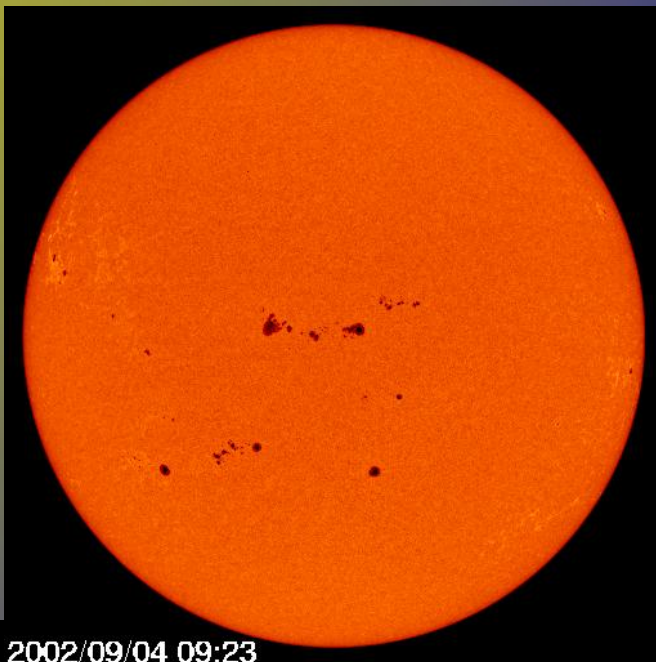
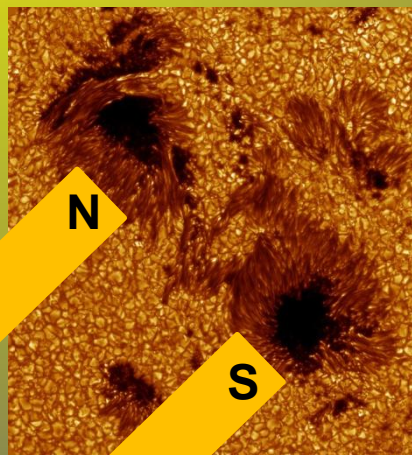


Rotacja różnicowa Słońca wzmacnia pole magnetyczne wewnątrz, a komórki konwekcyjne wynoszą na powierzchnię

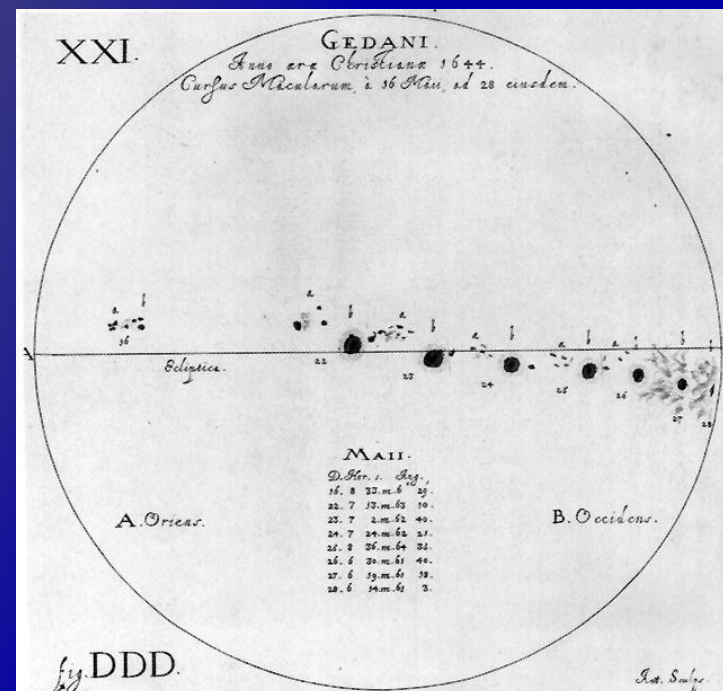
W miejscach wypływu pola magnetycznego obserwowane są plamy.



Plamy słoneczne



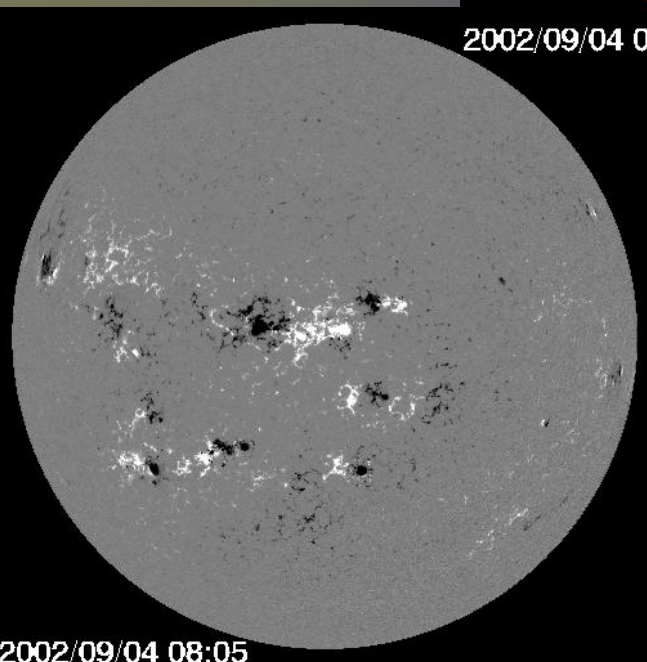
2002/09/04 09:23



Obserwowane przez starożytnych
Chińczyków

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

ok. 1610 pierwsze obserwacje
za pomocą lunety



2002/09/04 08:05



Plamy Słoneczne

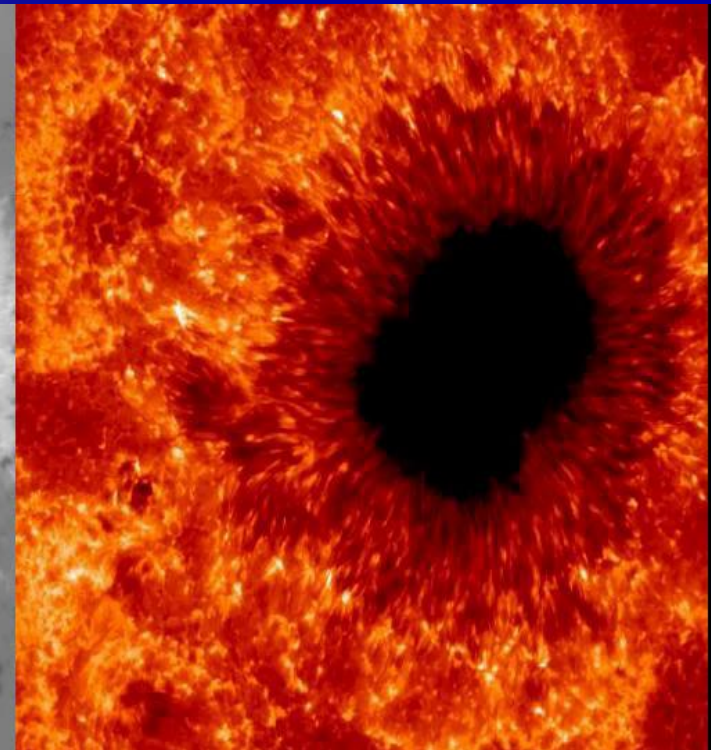
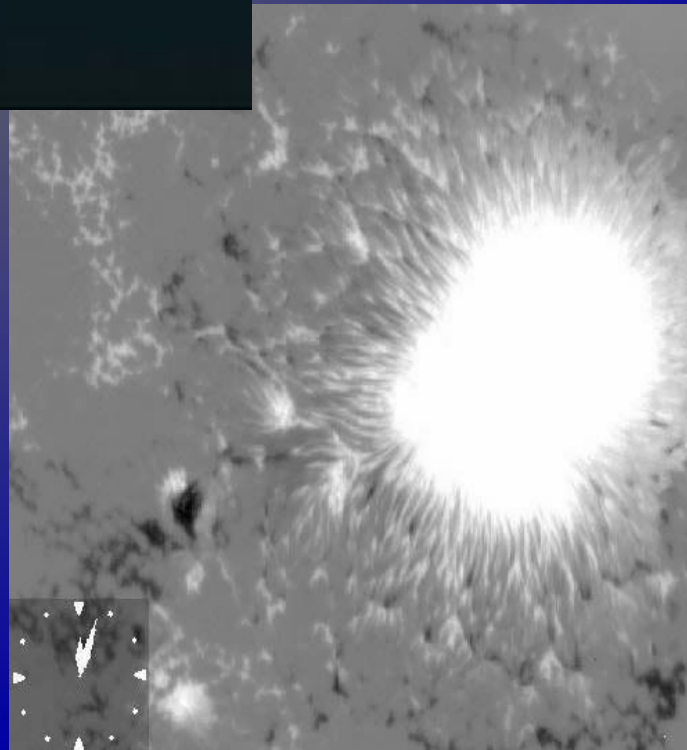


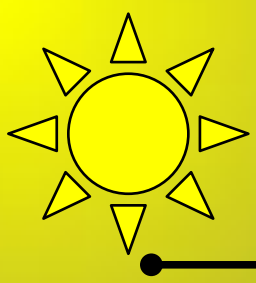
Typowe rozmiary plamy: średnica od 4 000 km do 30 000 km (czasem nawet 60 000 km)

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

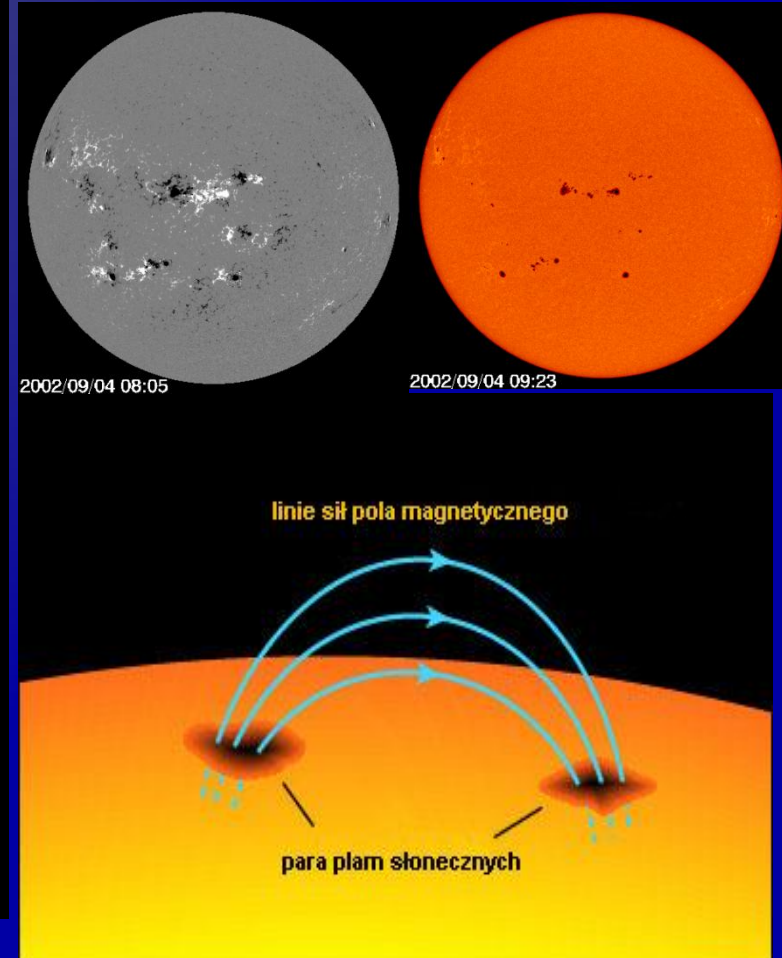
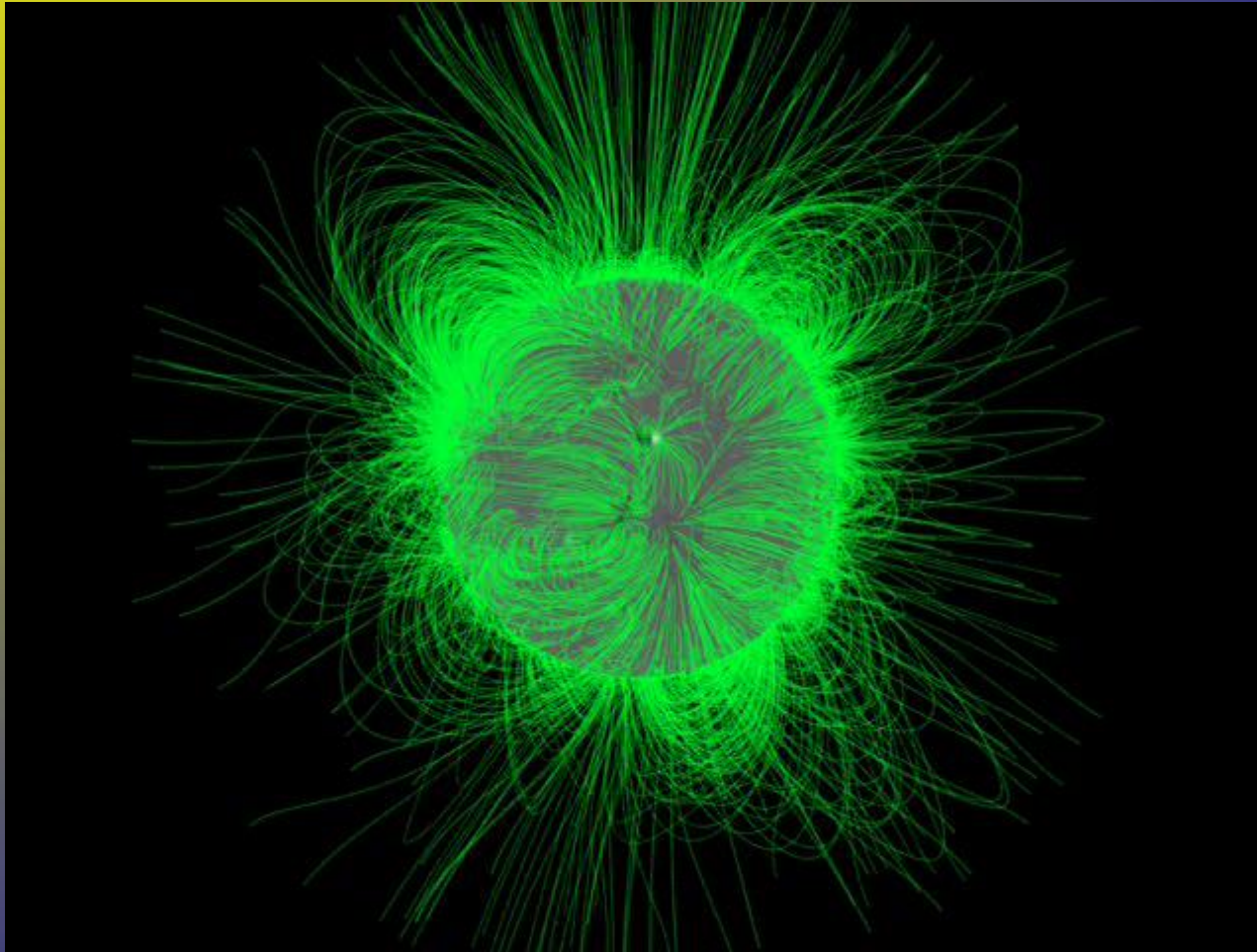
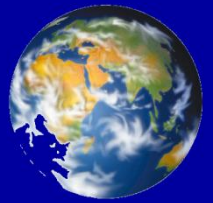
Typowy czas życia:
od kilku dni do kilku
miesięcy

Pole magnetyczne:
od 250 Gs do 5000 Gs





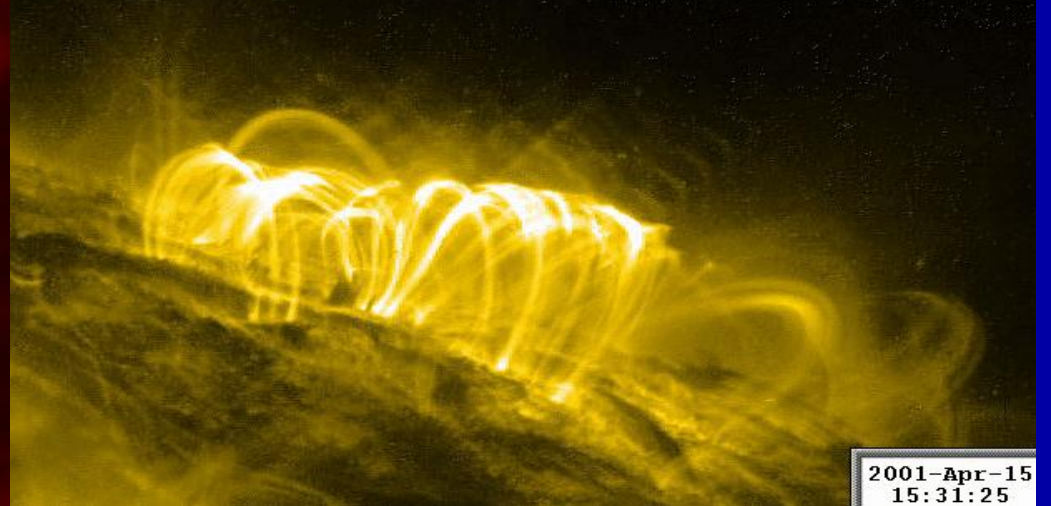
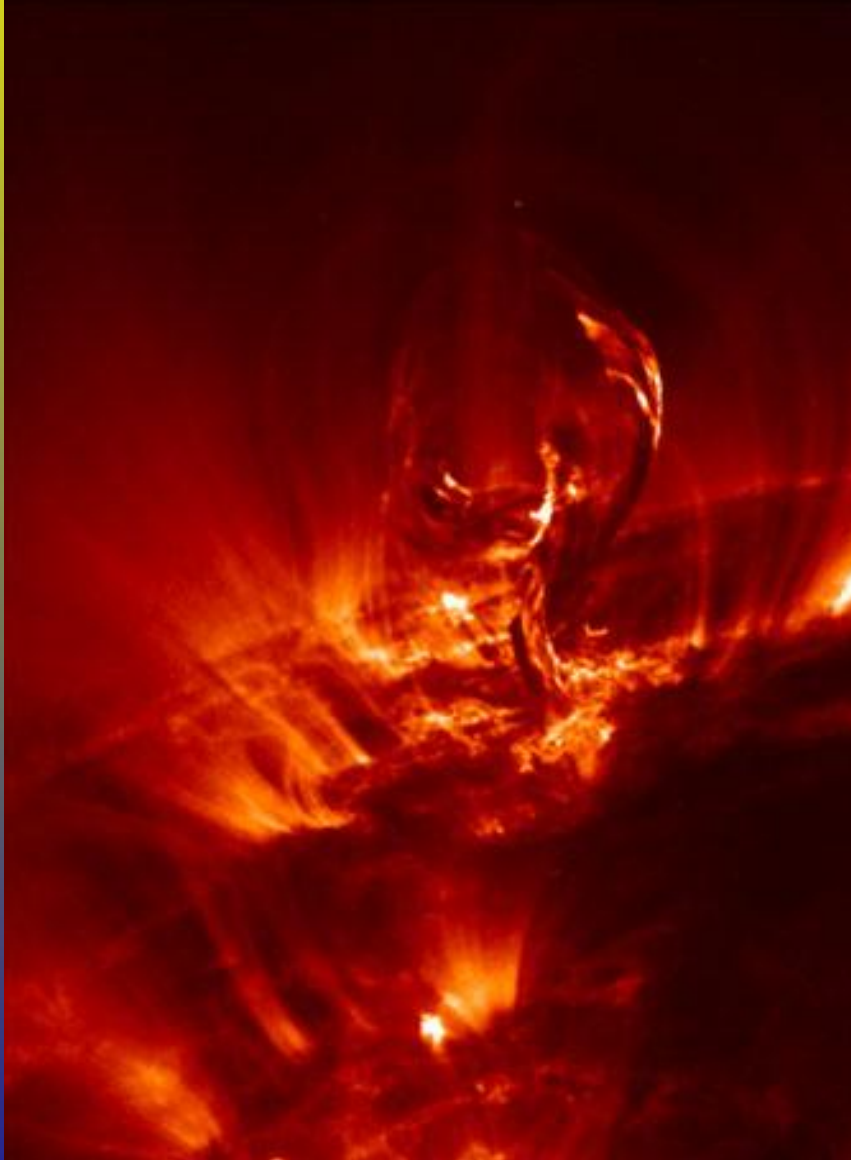
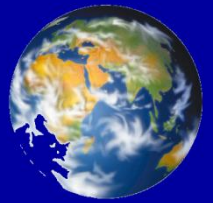
Pole magnetyczne w koronie



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



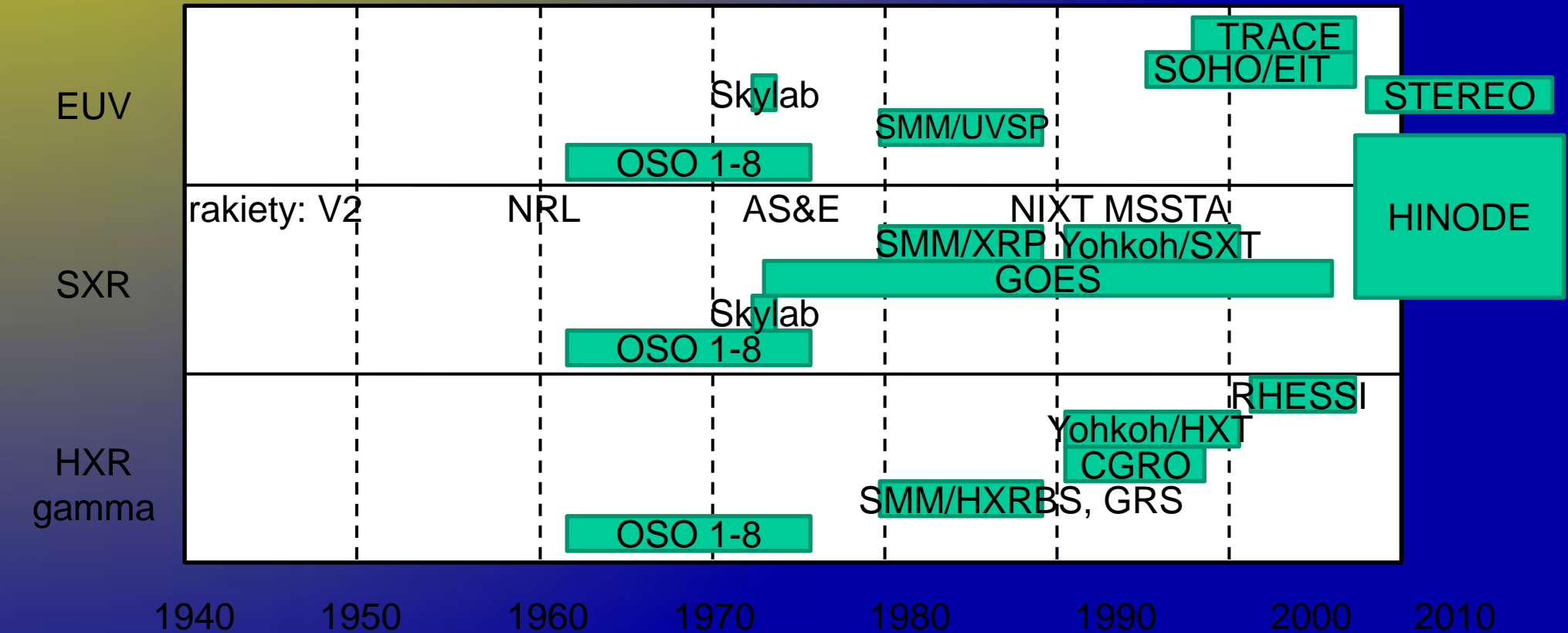
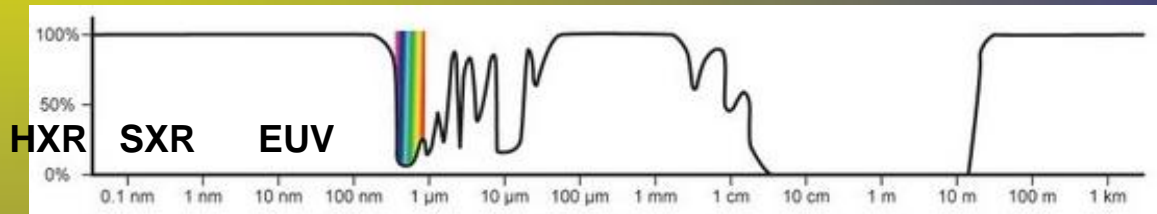
Pole magnetyczne w koronie



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

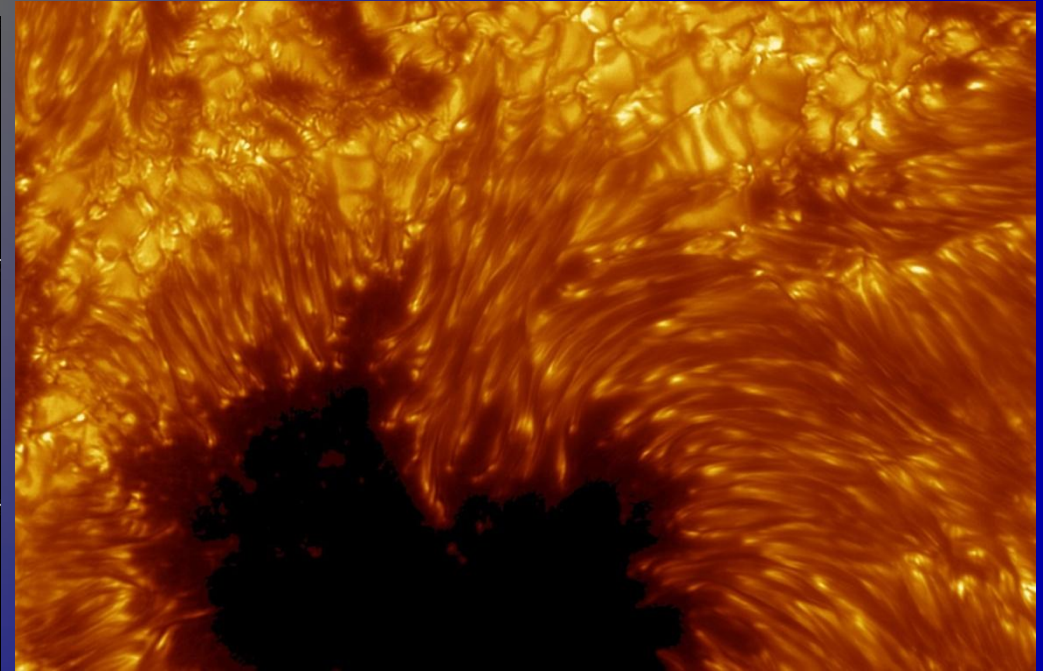
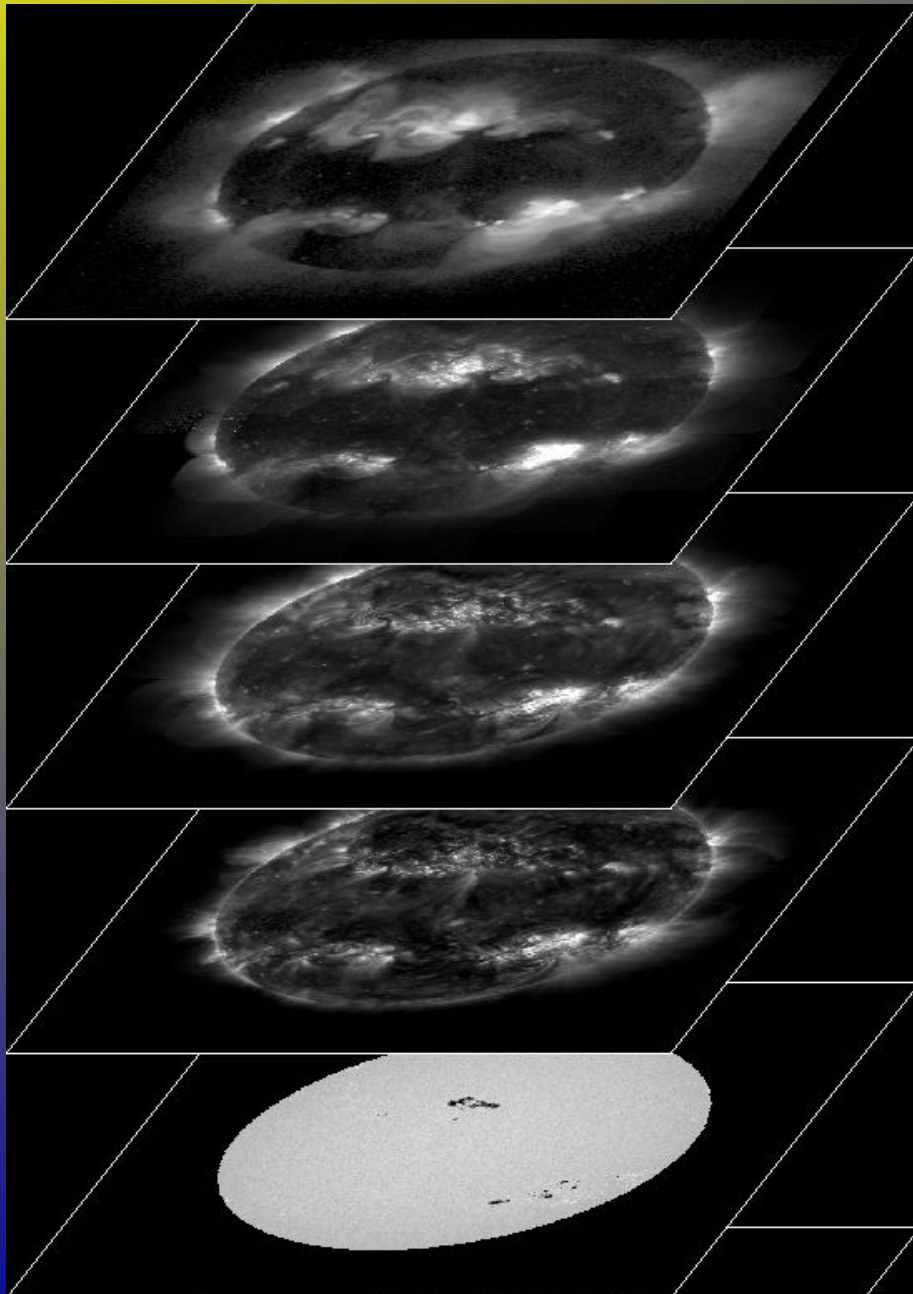


Obserwacje satelitarne





Obszar aktywny



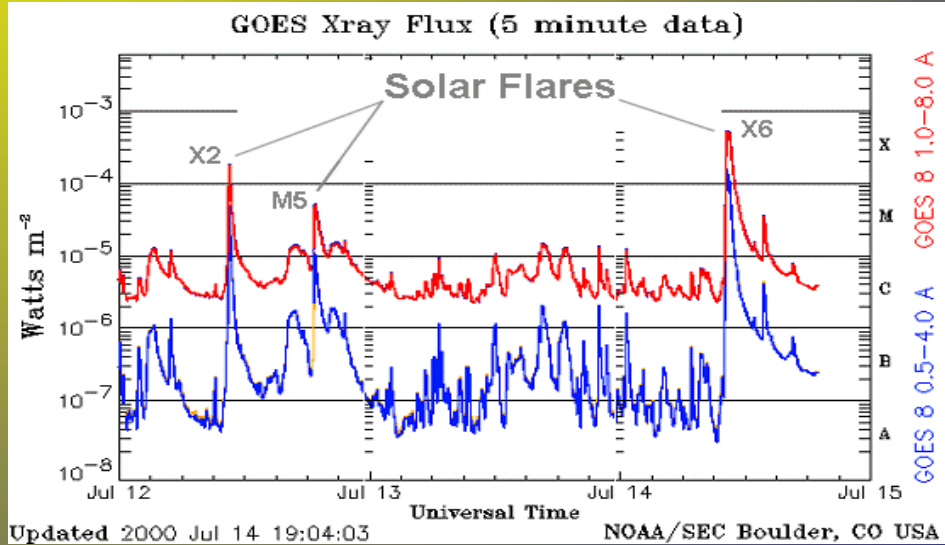
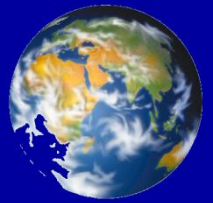
Miejsce w atmosferze słonecznej obserwowane w okolicach plam

Wygląda inaczej w różnych zakresach fal elektromagnetycznych – duży rozrzut temperatur

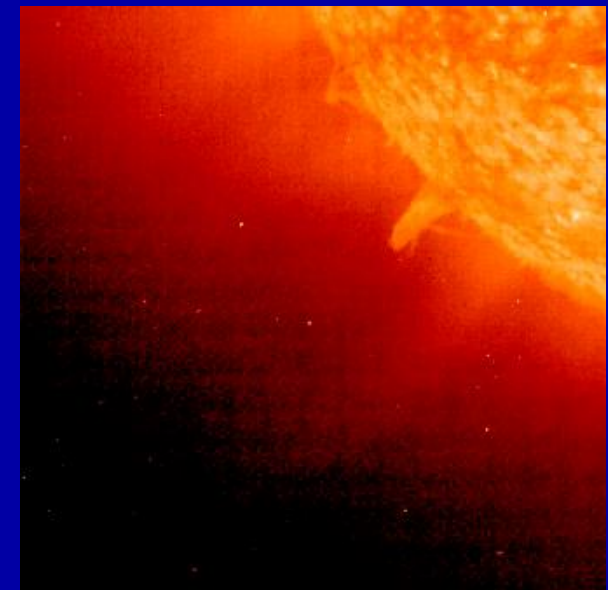
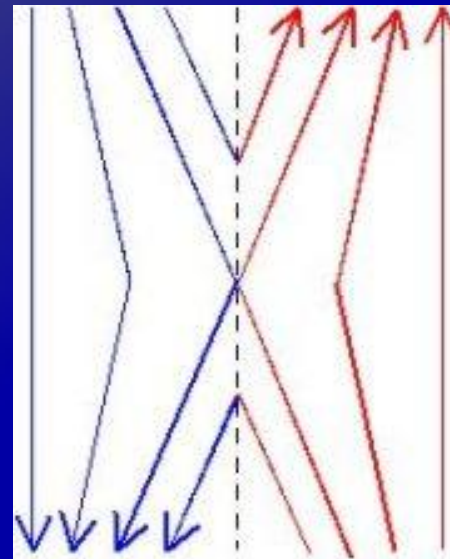
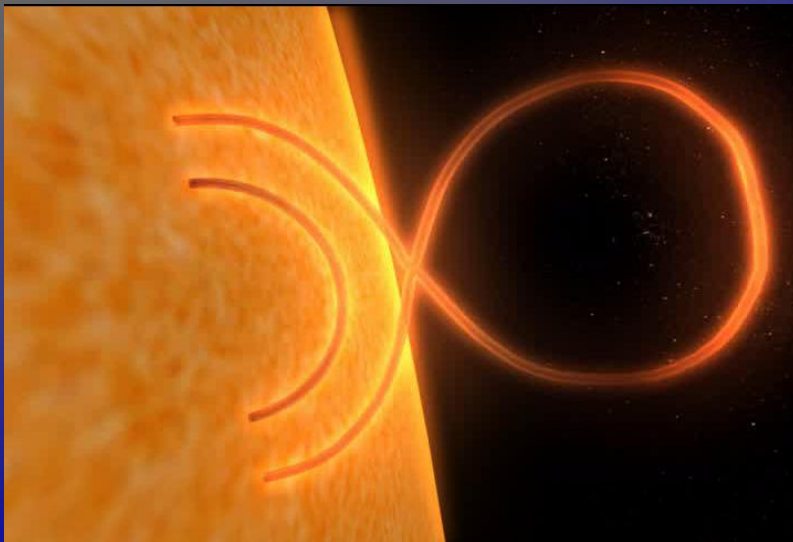
Pojawiają się w nim różnego rodzaju zjawiska dynamiczne takie jak rozbłyski czy CME



Zjawiska aktywne



Pomiary strumienia promieniowania rentgenowskiego wykonywane za pomocą sztucznych satelitów.





Rozbłyski



Richard Carrington obserwuje
1 września 1859 r. gwałtowne pojaśnienie
w okolicy obserwowanych plam

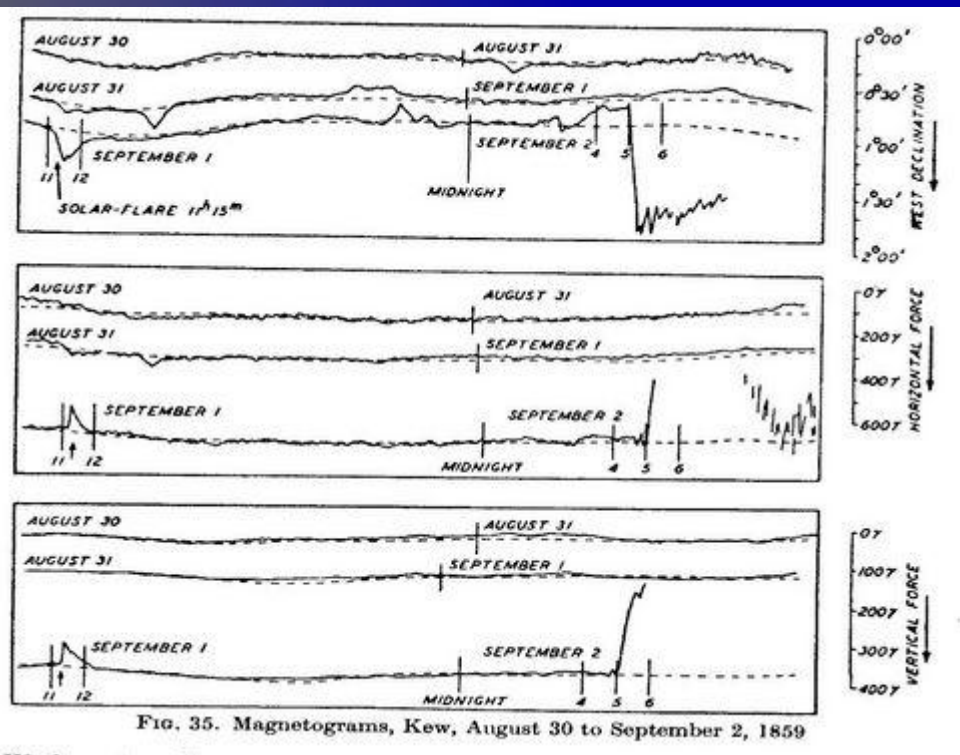
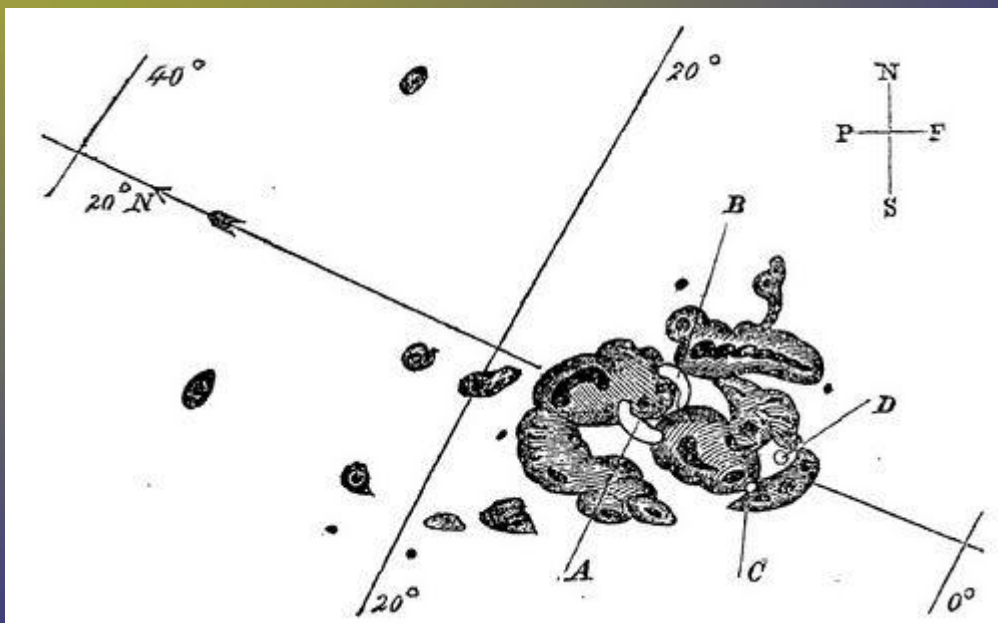


FIG. 35. Magnetograms, Kew, August 30 to September 2, 1859

Balfour Stewart, dyrektor obserwatorium
Kew Garden rejestruje gwałtowne zmiany
pola magnetycznego mierzonego za
pomocą superczułego kompasu



Rozbłyski



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

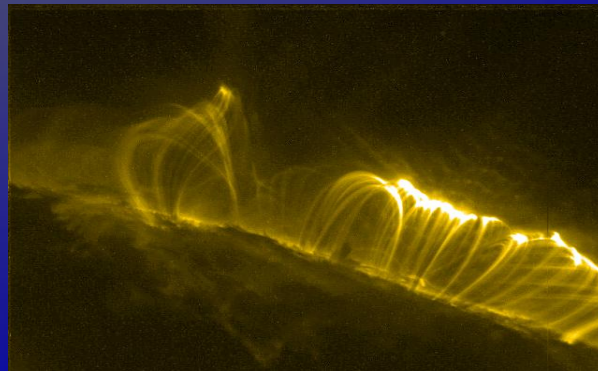
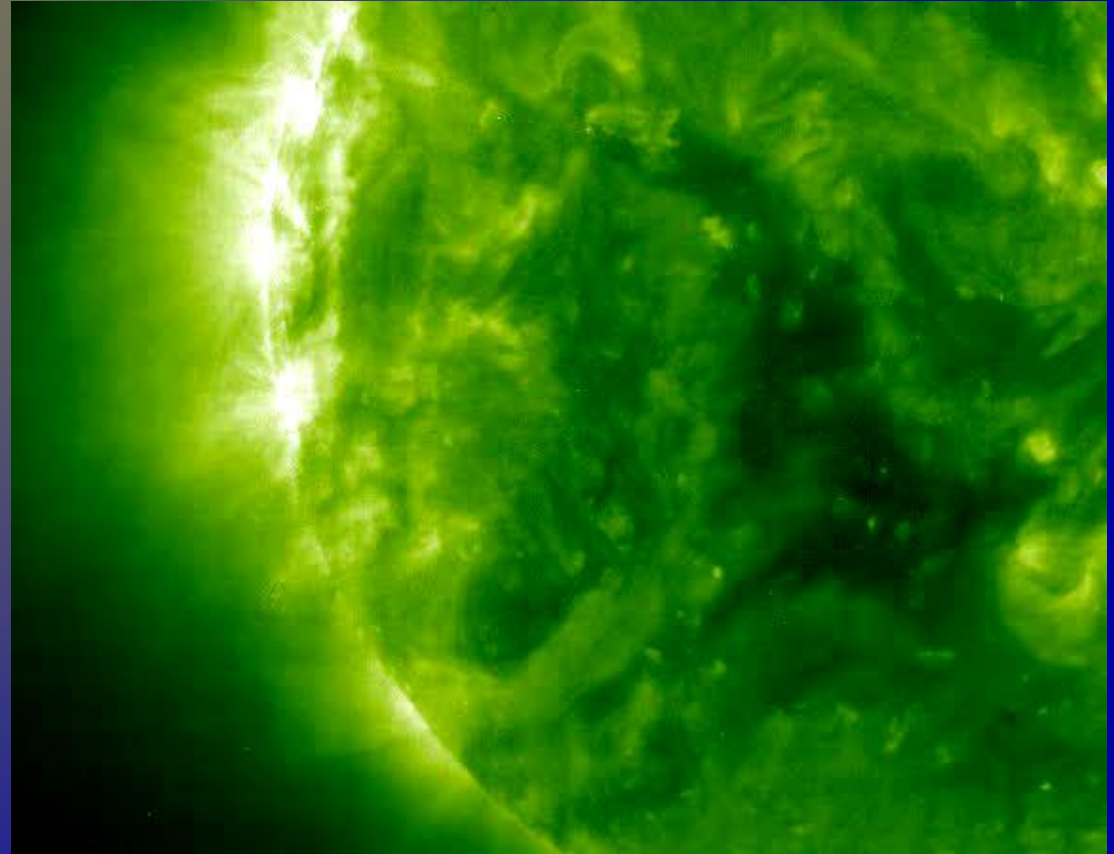


$5 \times 10^{15} \text{ J}$

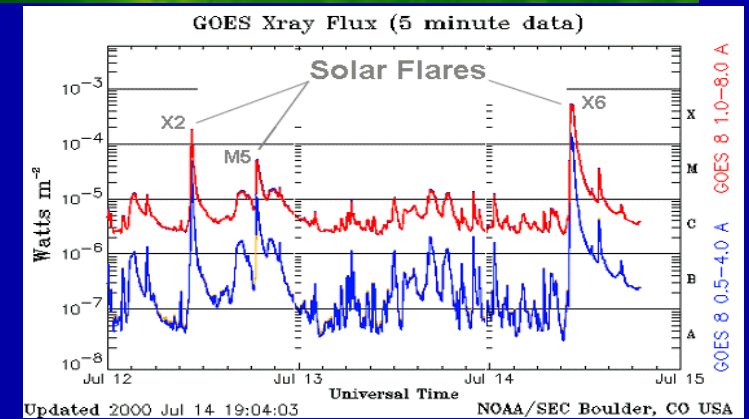


10^{18} J

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

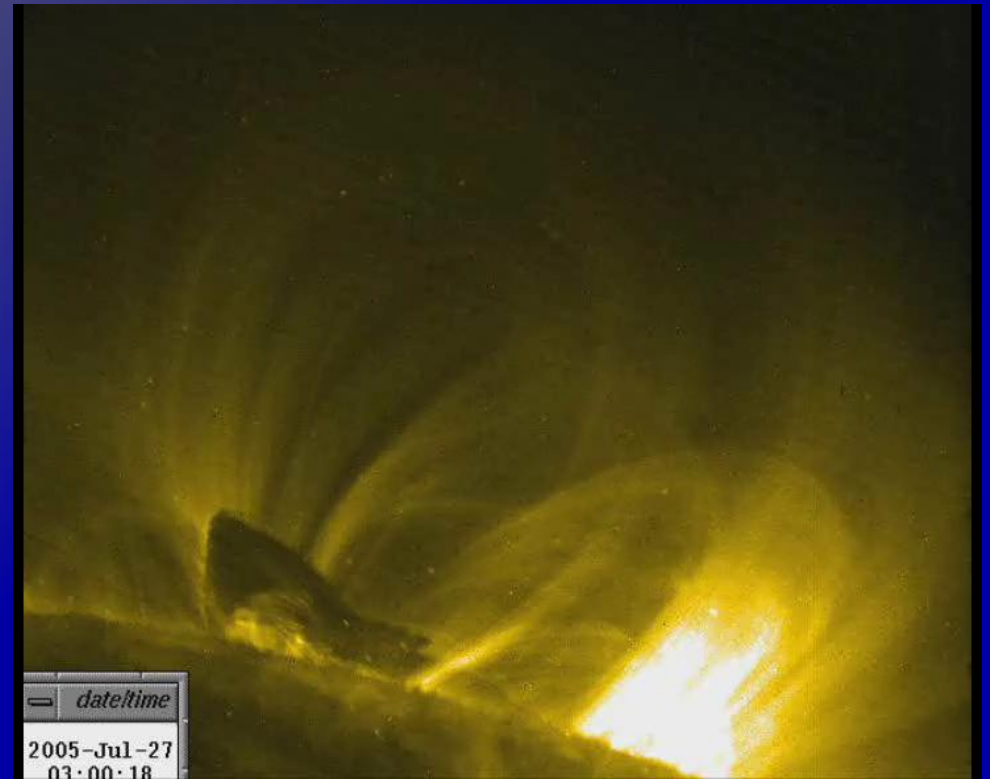
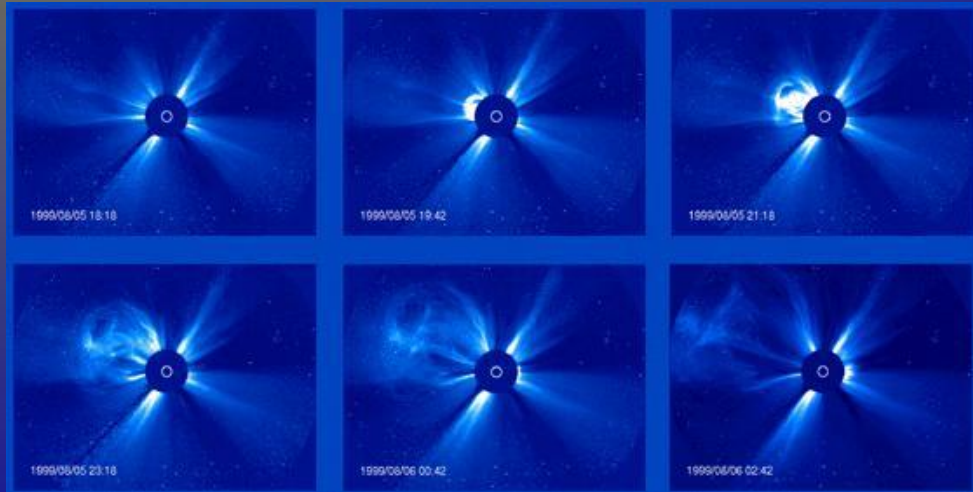
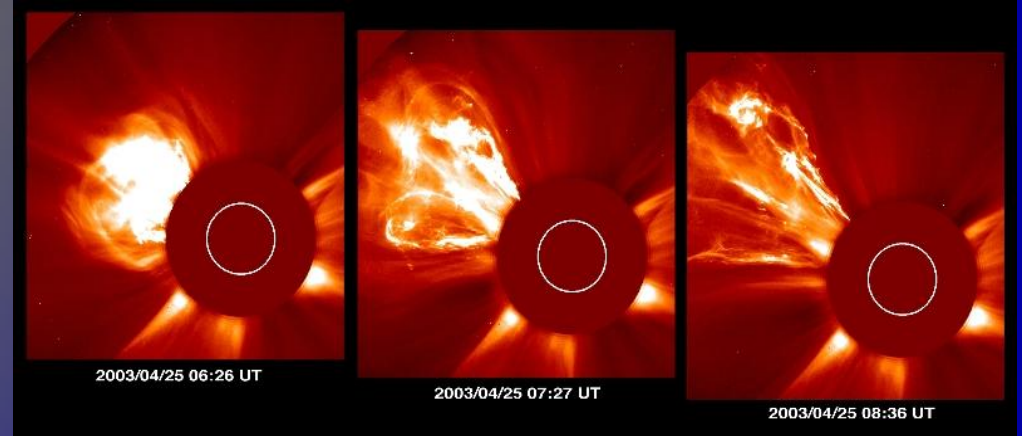
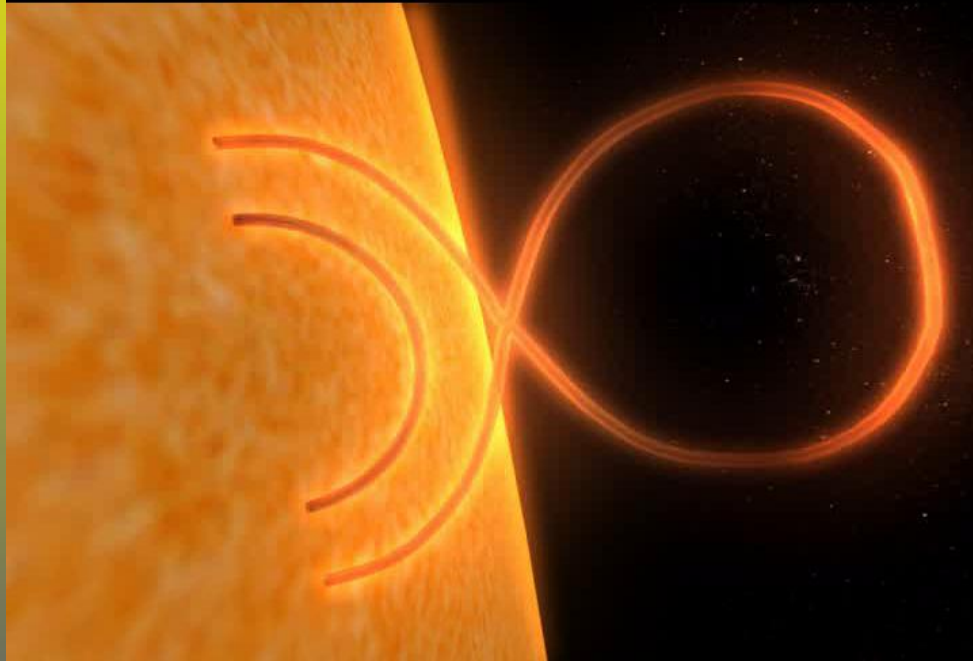


10^{26} J



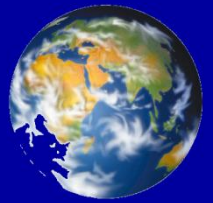


Rozbłyski i CME





Współczesny obraz Słońca

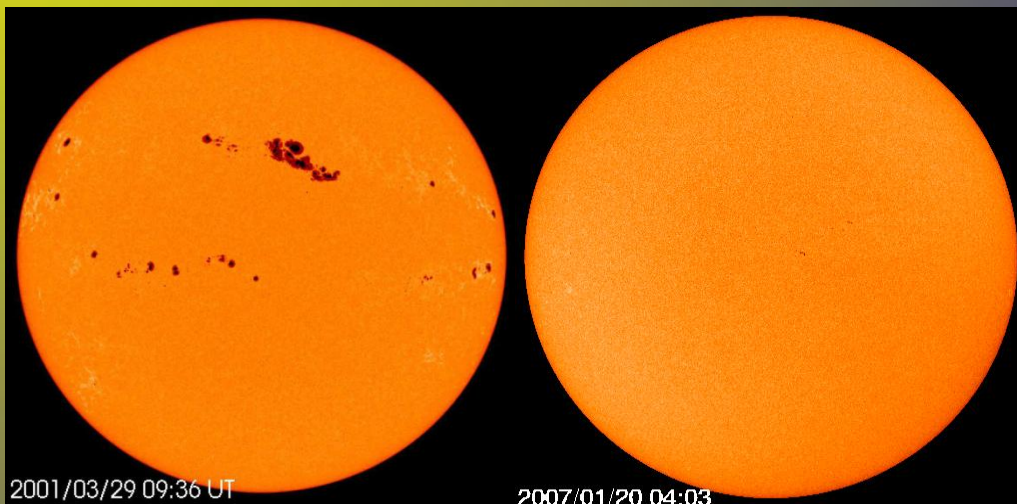


Apr 17 2002 23:59:32



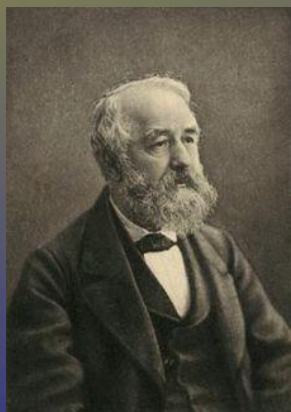
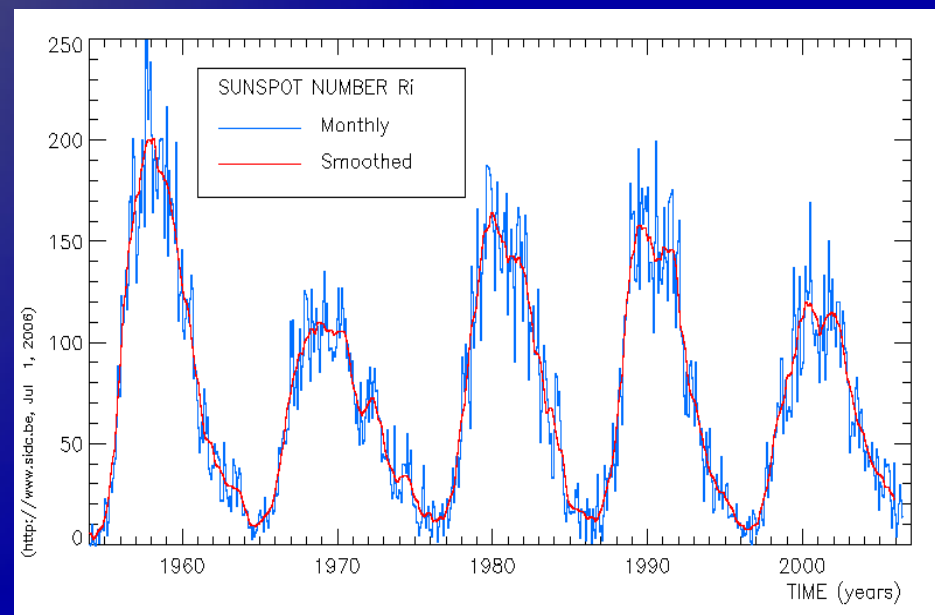


Cykl aktywności



Aktywne Słońce to Słońce zaplamione

Zaplamienie zmienia się w ciągu około 11 lat



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



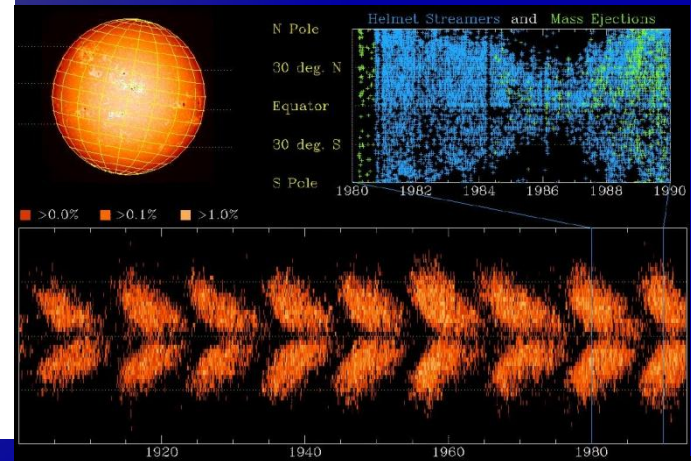
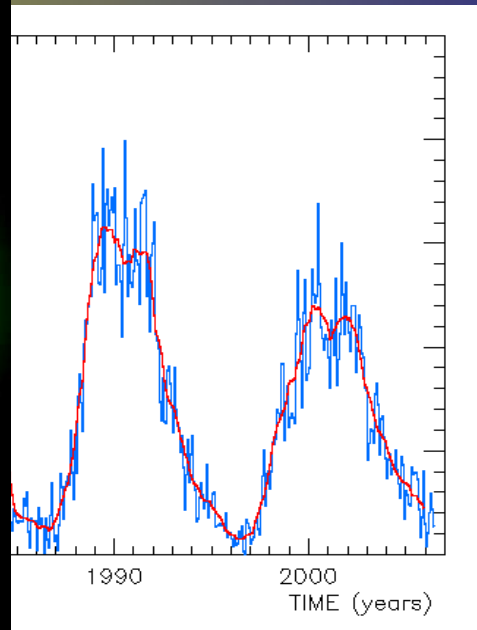
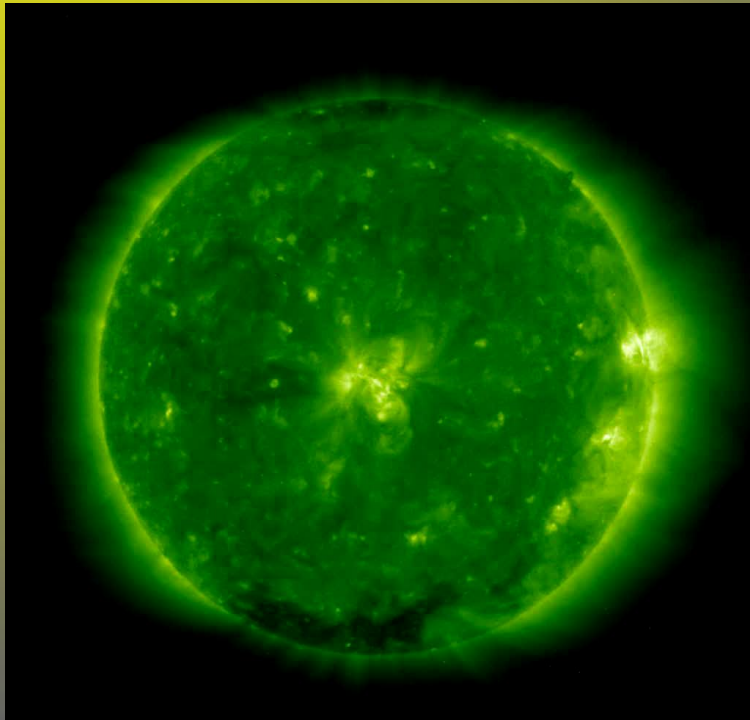
**Samuel Heinrich Schwabe
(1789-1875) – odkrywa
cykliczność pojawiania
się plam słonecznych**



Cykl aktywności



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



Source: EAO/SMM Archives and NASA/MSFC (D. Hathaway) HAO A-018

The Sun Approaching Solar Maximum

Solar and Heliospheric Observatory, Extreme ultraviolet Imaging Telescope



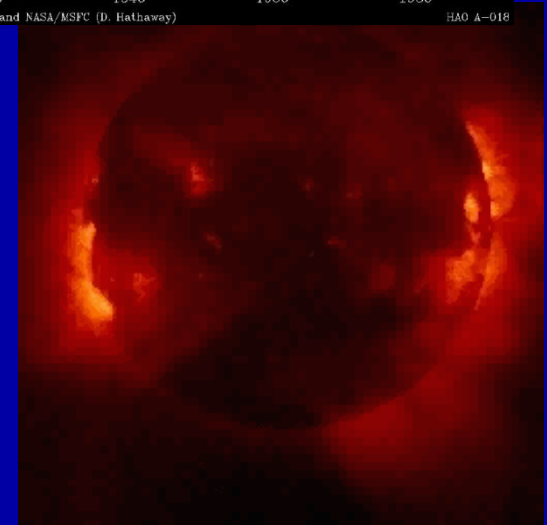
Early 1997



Mid 1998

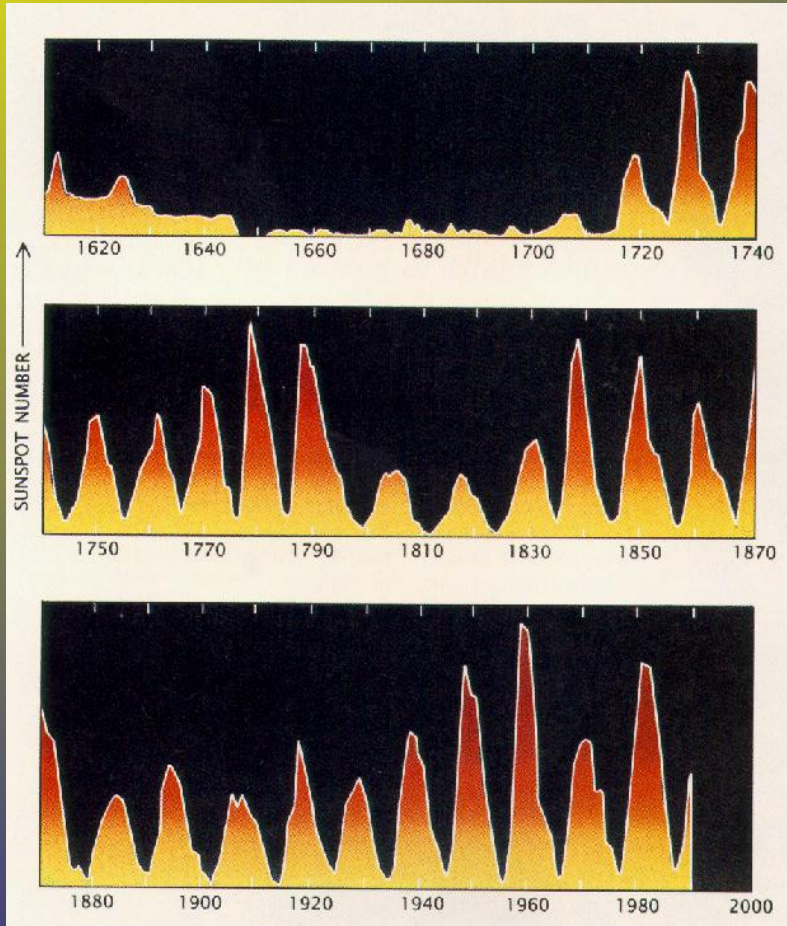


Late 1999



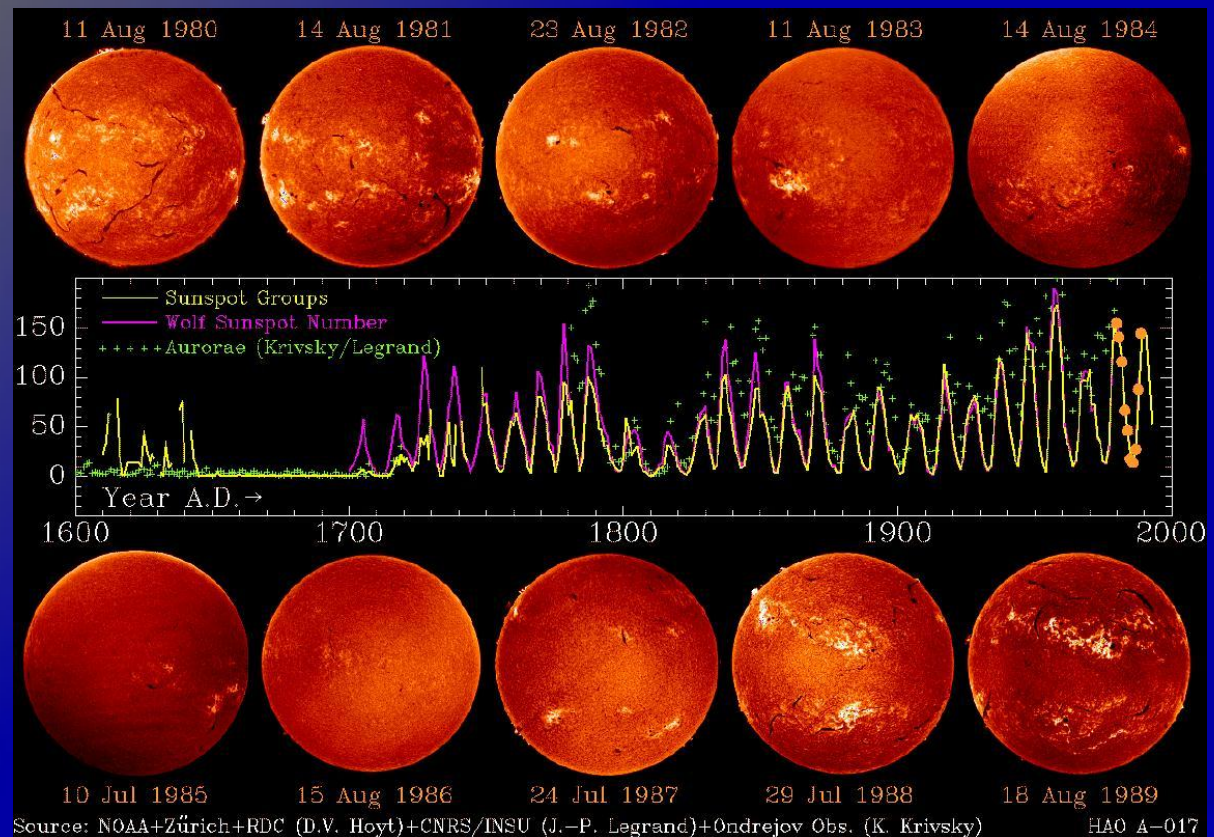


Cykl aktywności



Każde maksimum cyklu jest inne

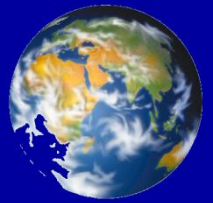
Były w przeszłości okresy gdy na Słońcu nie obserwowano plam



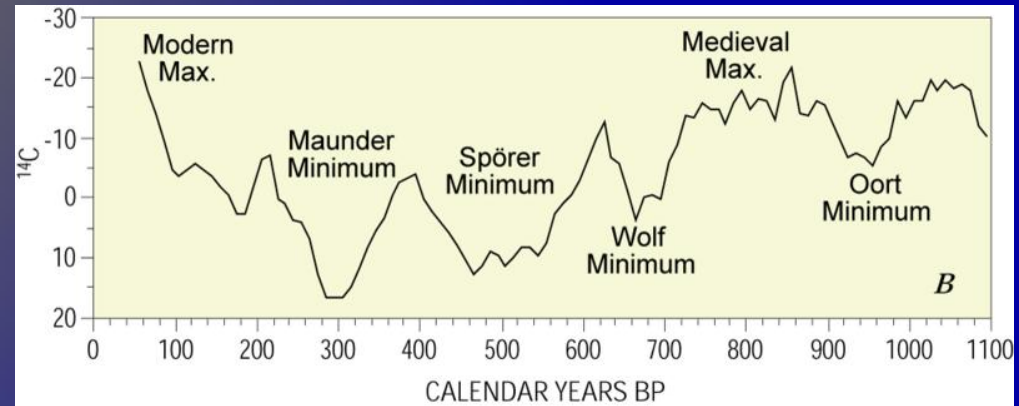
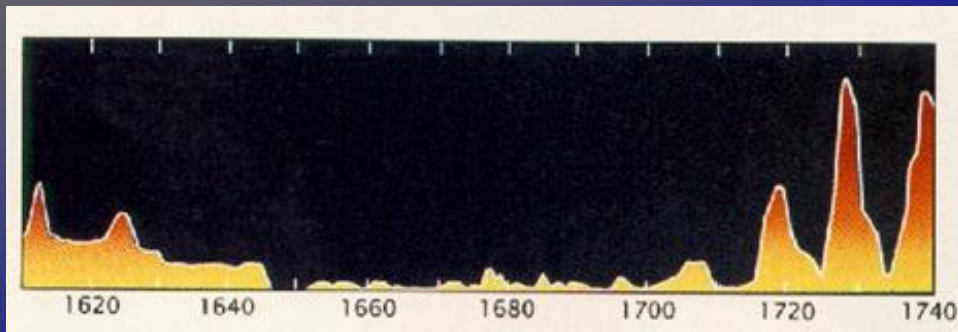
Czy zaplamienie Słońca może wpływać na ziemski klimat?



Minimum Maundera



Targ na zamrożniętej Tamizie



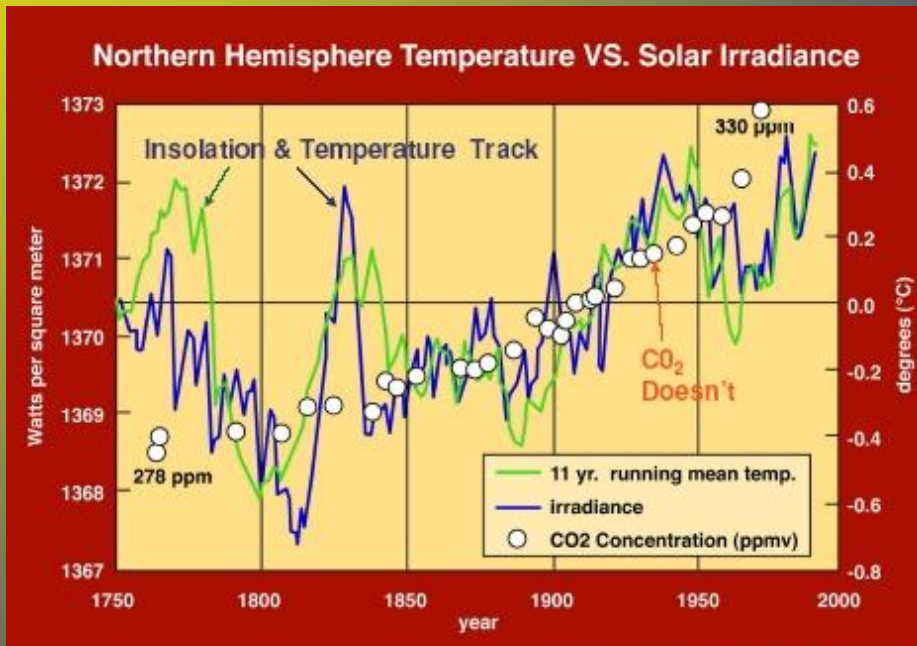
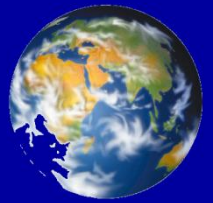
Zamarzający Bałtyk – regularne „połączenie” ze Szwecją

Hetman Czarniecki „rzuca się przez morze” (cieśninę Allsund)

400 lat wcześniej Grenlandia była zieloną wyspą i została zasiedlona



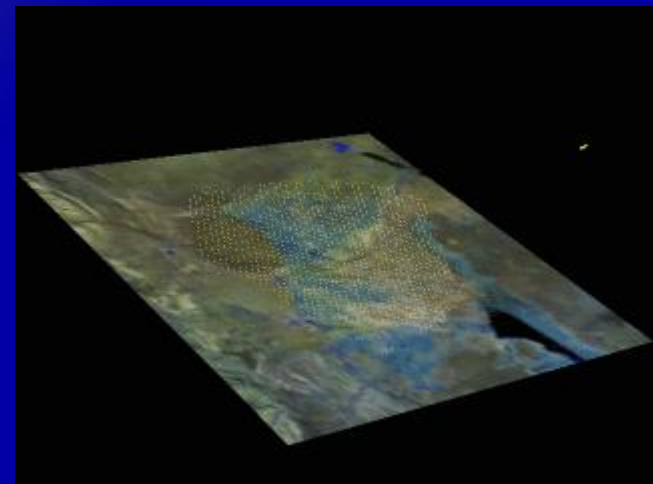
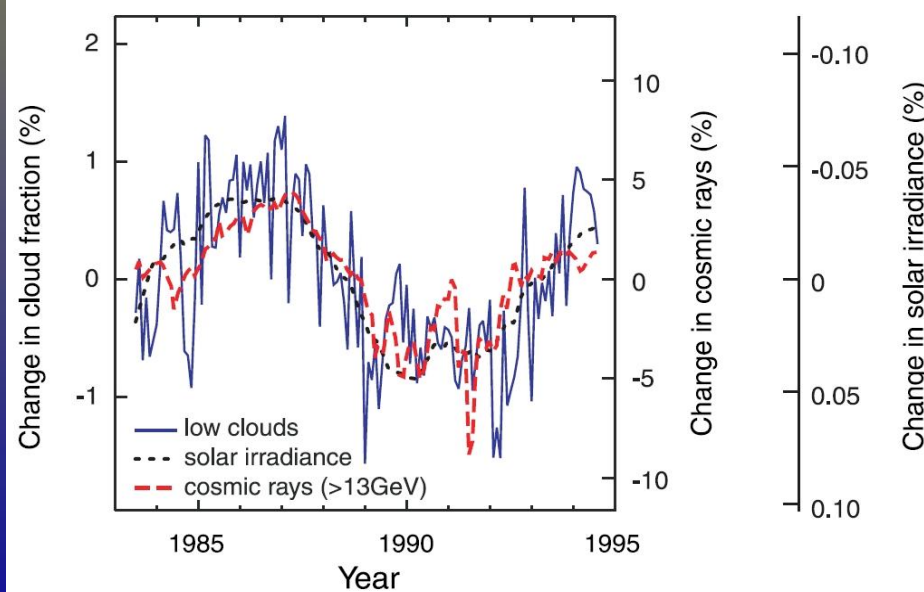
Wpływ na ziemski klimat



Duża korelacja między aktywnością Słońca a średnimi temperaturami na Ziemi

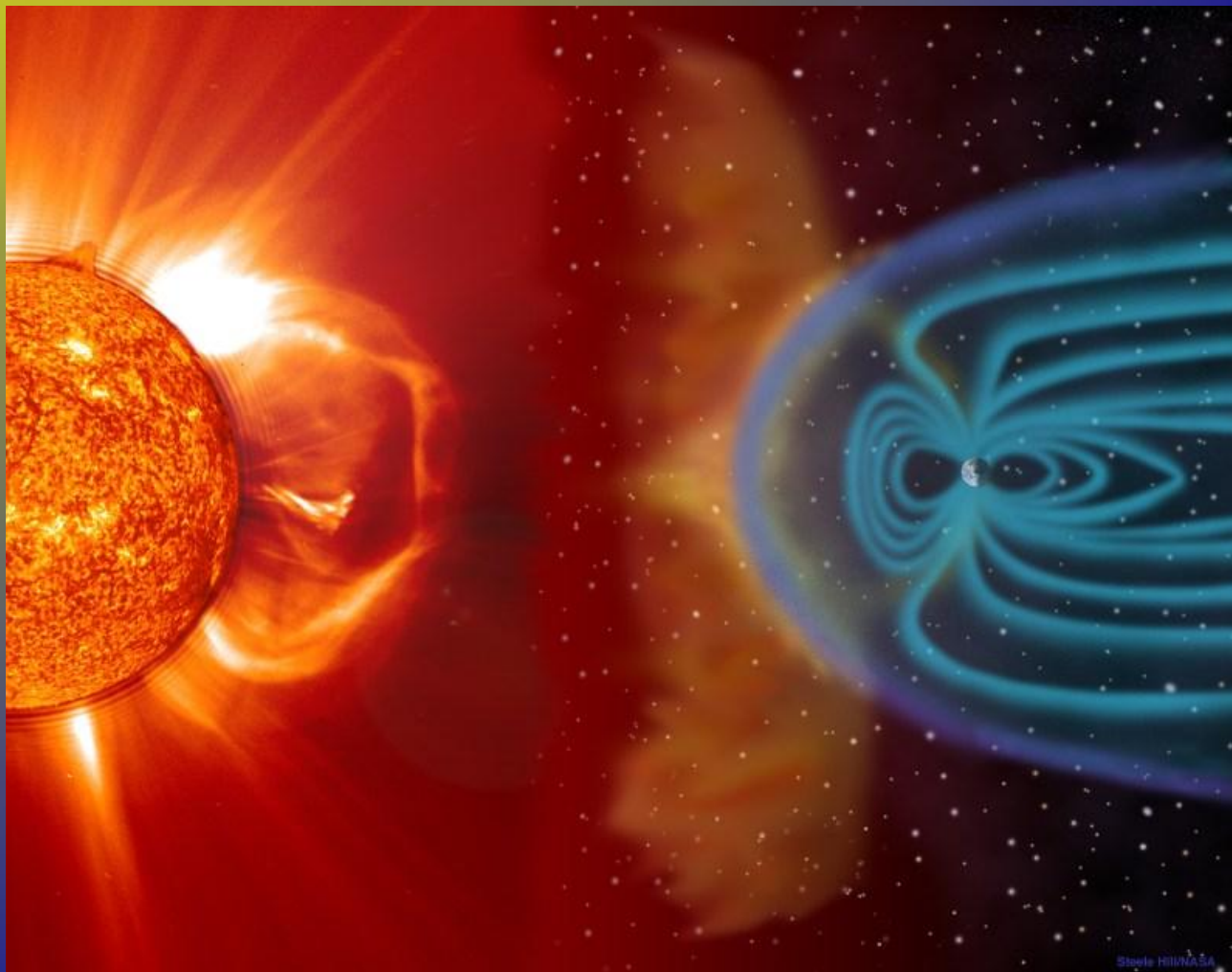
Zachmurzenie zmienia się wraz z ilością promieniowania kosmicznego

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





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.

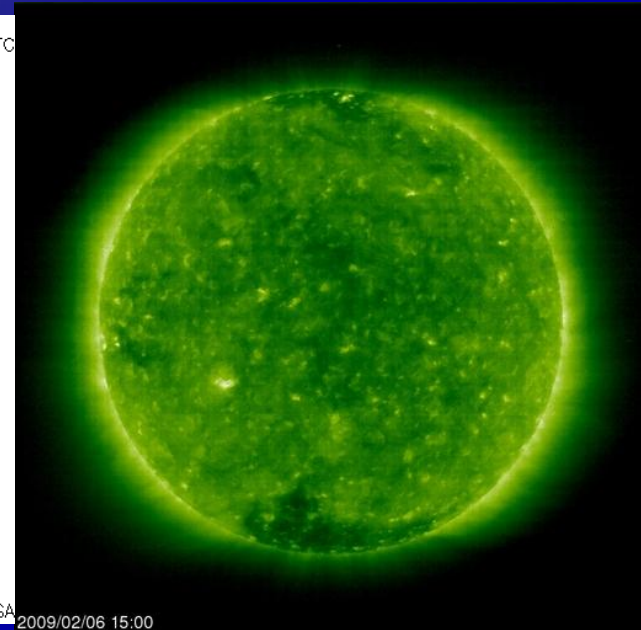
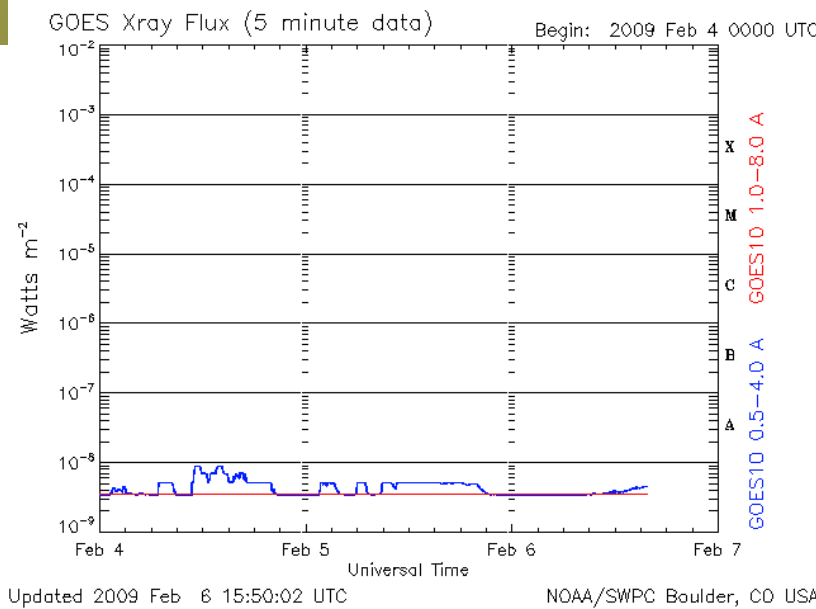
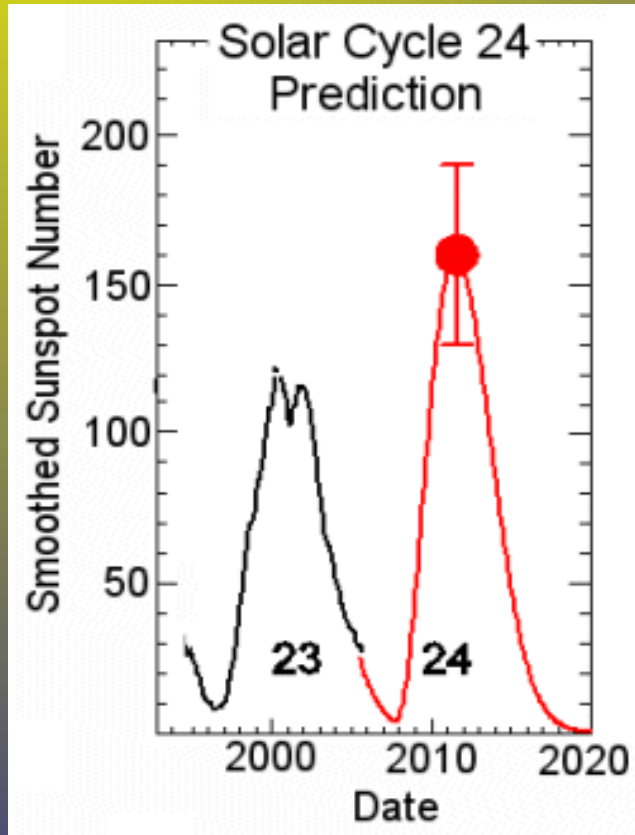
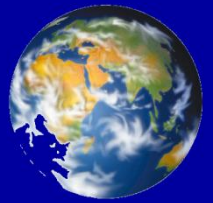
★ foto M.Kałużny ★
www.astrofotografia.pl



★ foto M.Kałużny ★



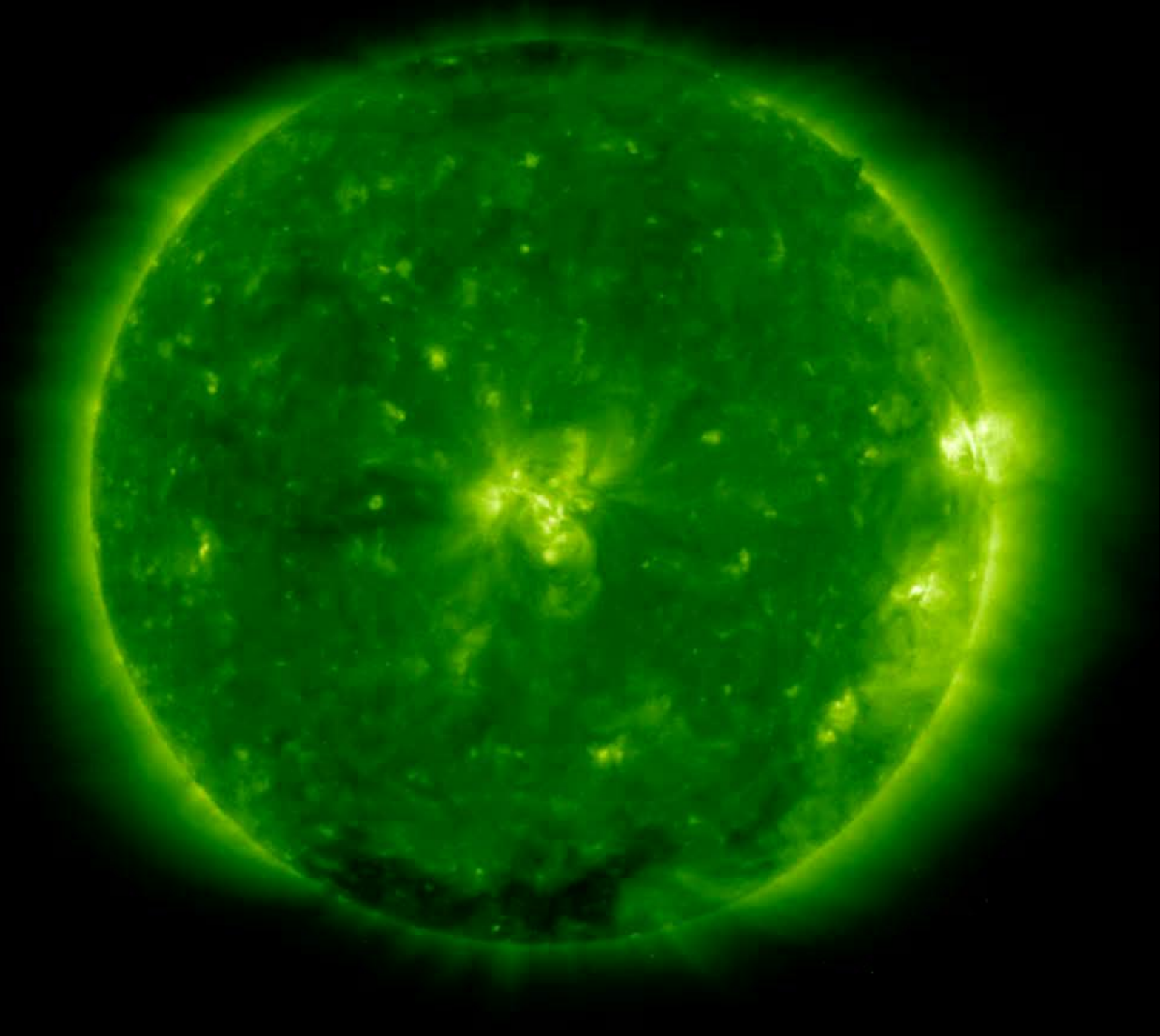
Następne maksimum



Najsilniejsze od 50-ciu lat?

www.spaceweather.com





KONIEC