

dr Szymon Gburek Centrum Badań Kosmicznych PAN
2017-09-22: 17:00

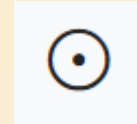
Słońce

Skład chemiczny

75% wodór,

23% hel.

2% cięższe pierwiastki, tlen, węgiel, neon,
żelazo ...



Symbol

Promień	695,700 km - 109 R _⊕
Odległość od Ziemi	150 Mkm
Temperatura powierzchni	5,778 K
Wiek	4,5 – 4,6 miliardów lat

Wszystko co wiemy o Słońcu pochodzi
z obserwacji jego atmosfery.

Jak i czym obserwujemy Słońce

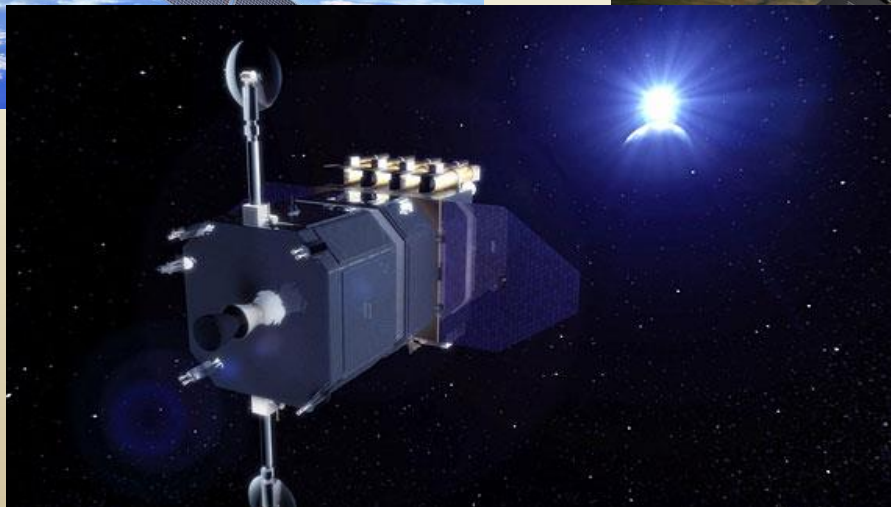
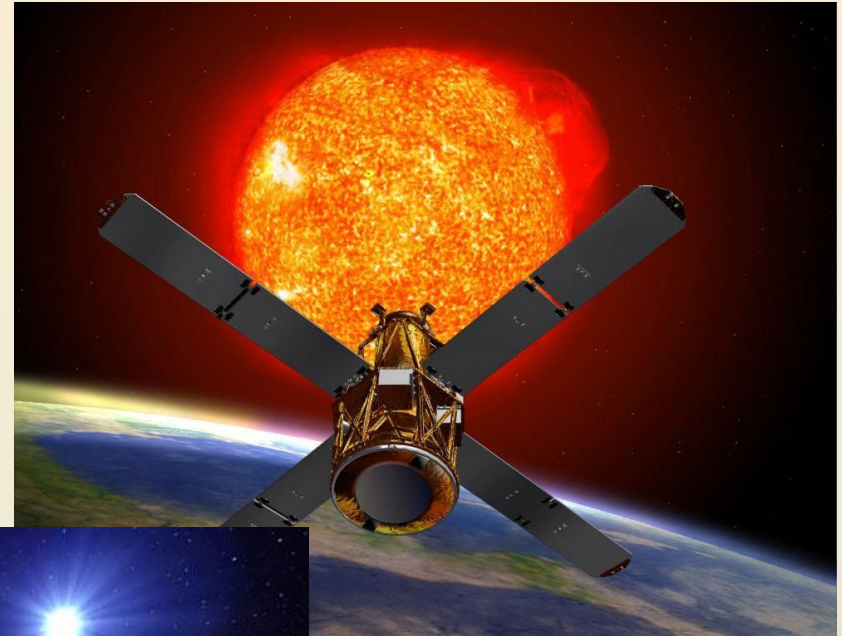
Z powierzchni Ziemi Teleskopy, anteny i ich klastry



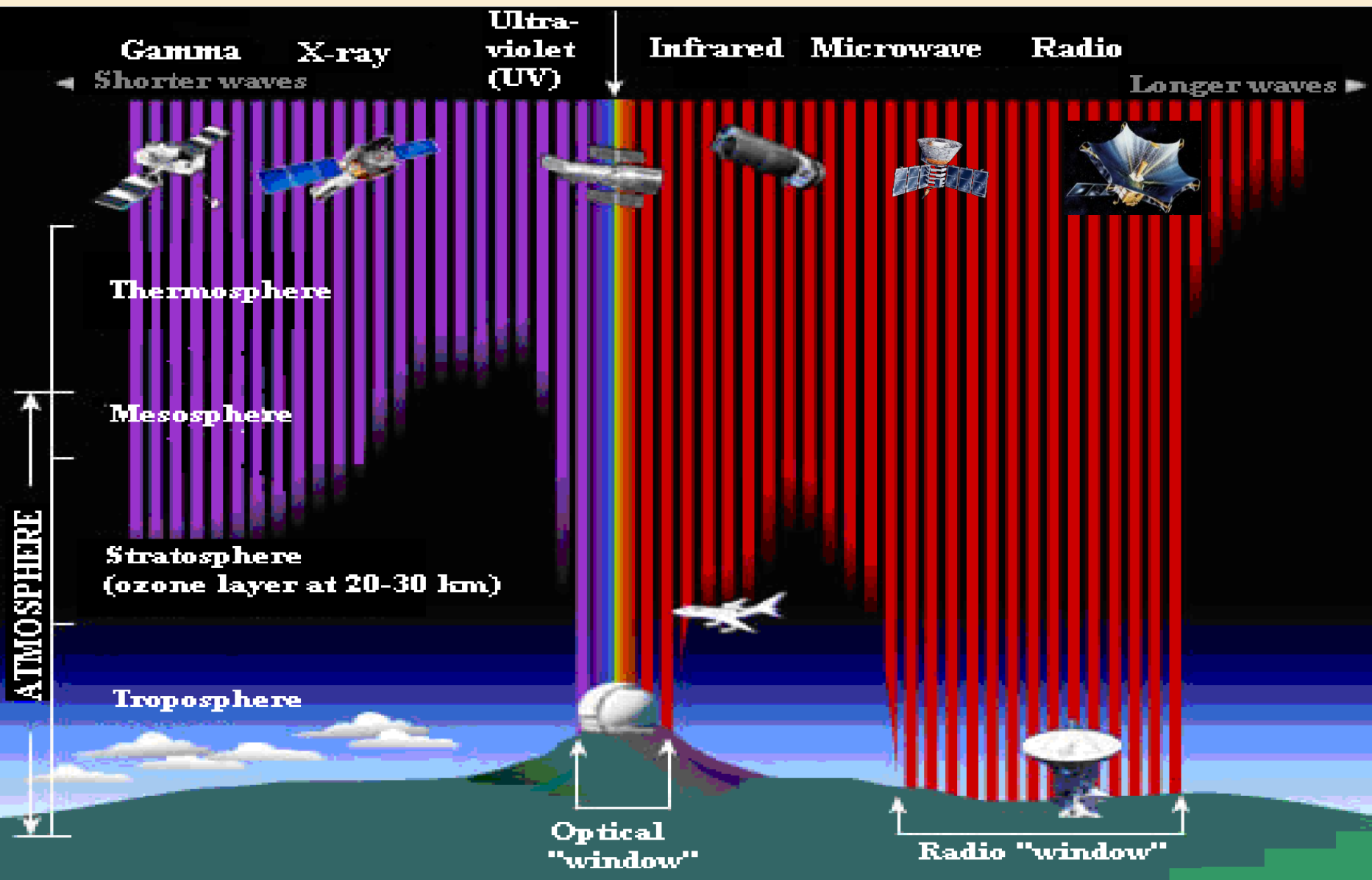
Jak i czym obserwujemy Słońce

Z przestrzeni kosmicznej

Misje satelitarne



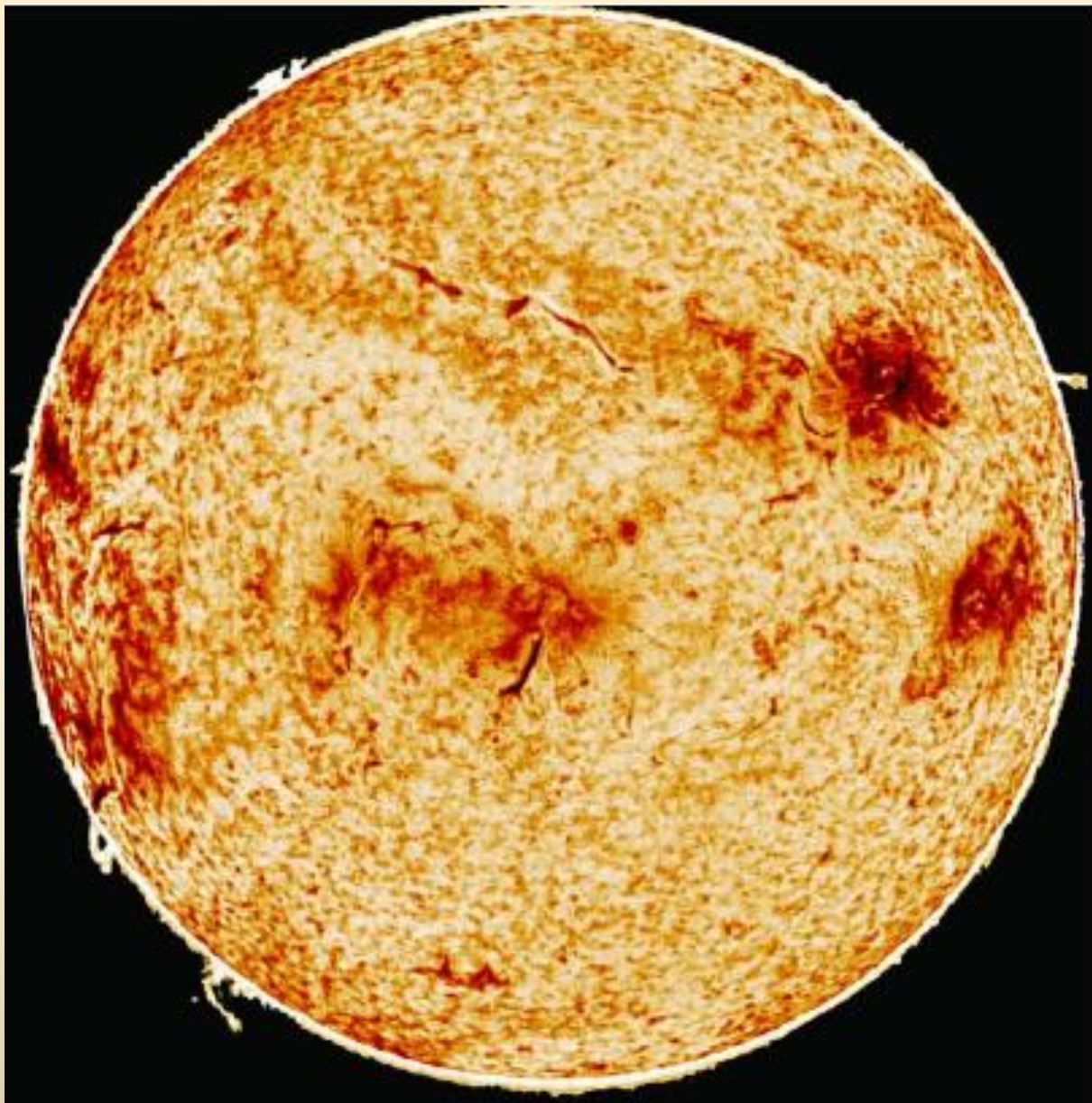
Przepuszczalność atmosfery Ziemi dla fal elektromagnetycznych



Atmosfera Słońca

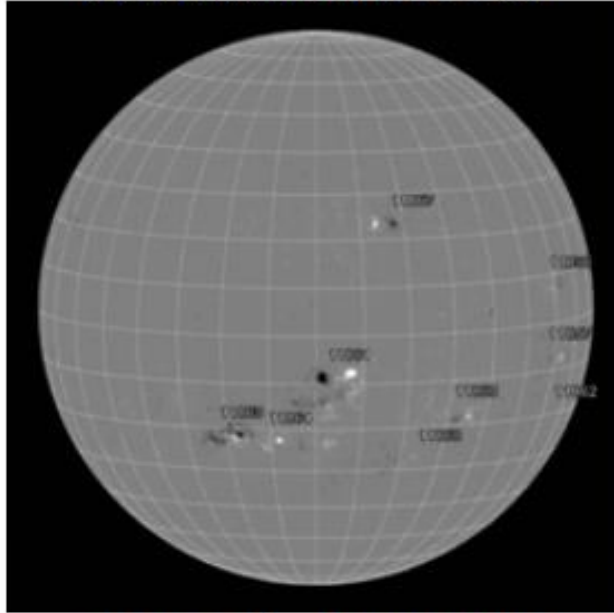
wygląda inaczej w różnych zakresach widmowych



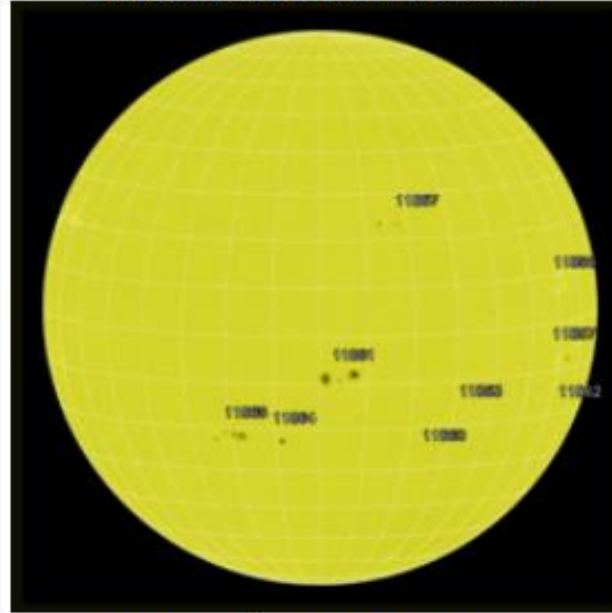


Zdjęcie Słońca w podczerwieni

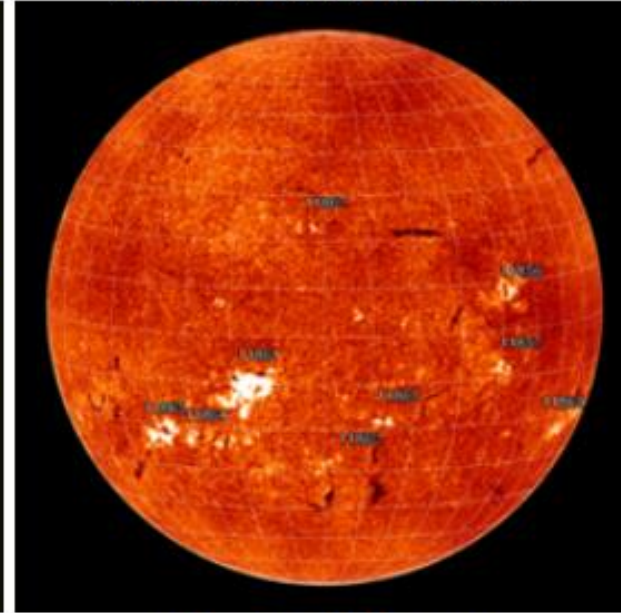
GONG Mag 20131012 23:29



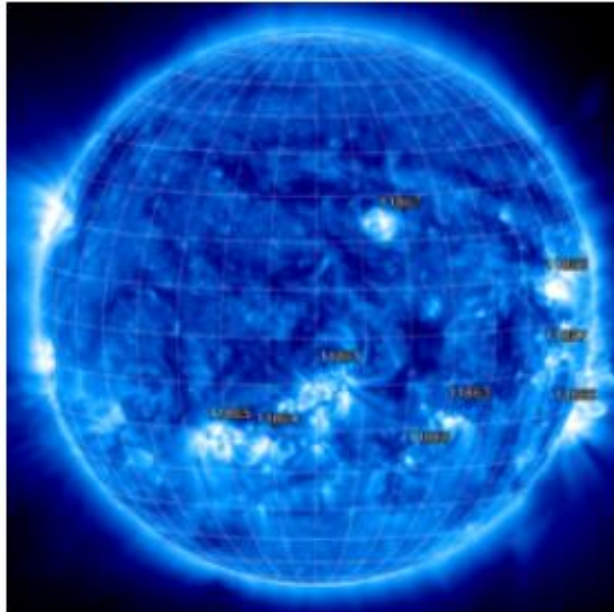
HMI 6173Å 20131012 22:46



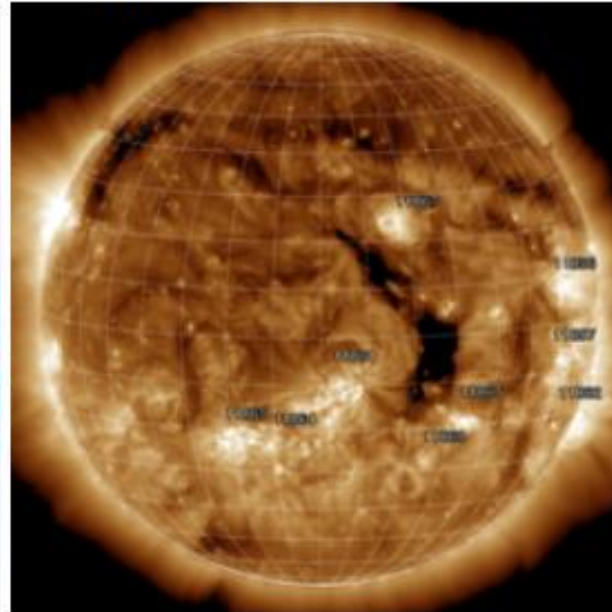
GHN H α 20131011 10:59



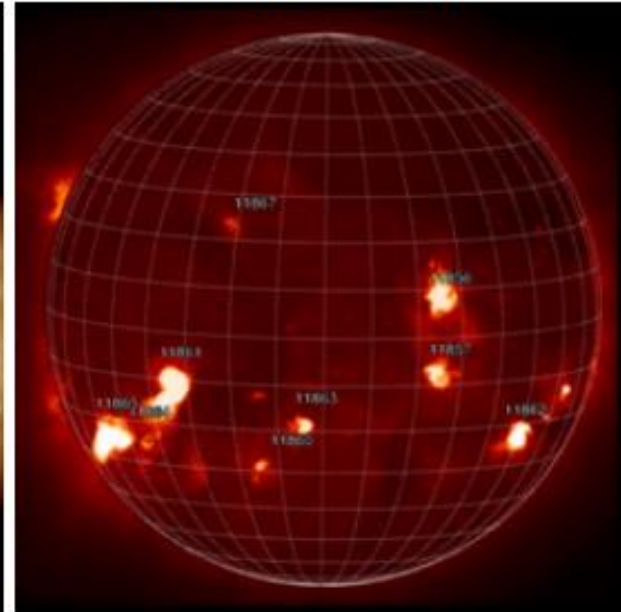
SWAP 174Å 20131012 19:16



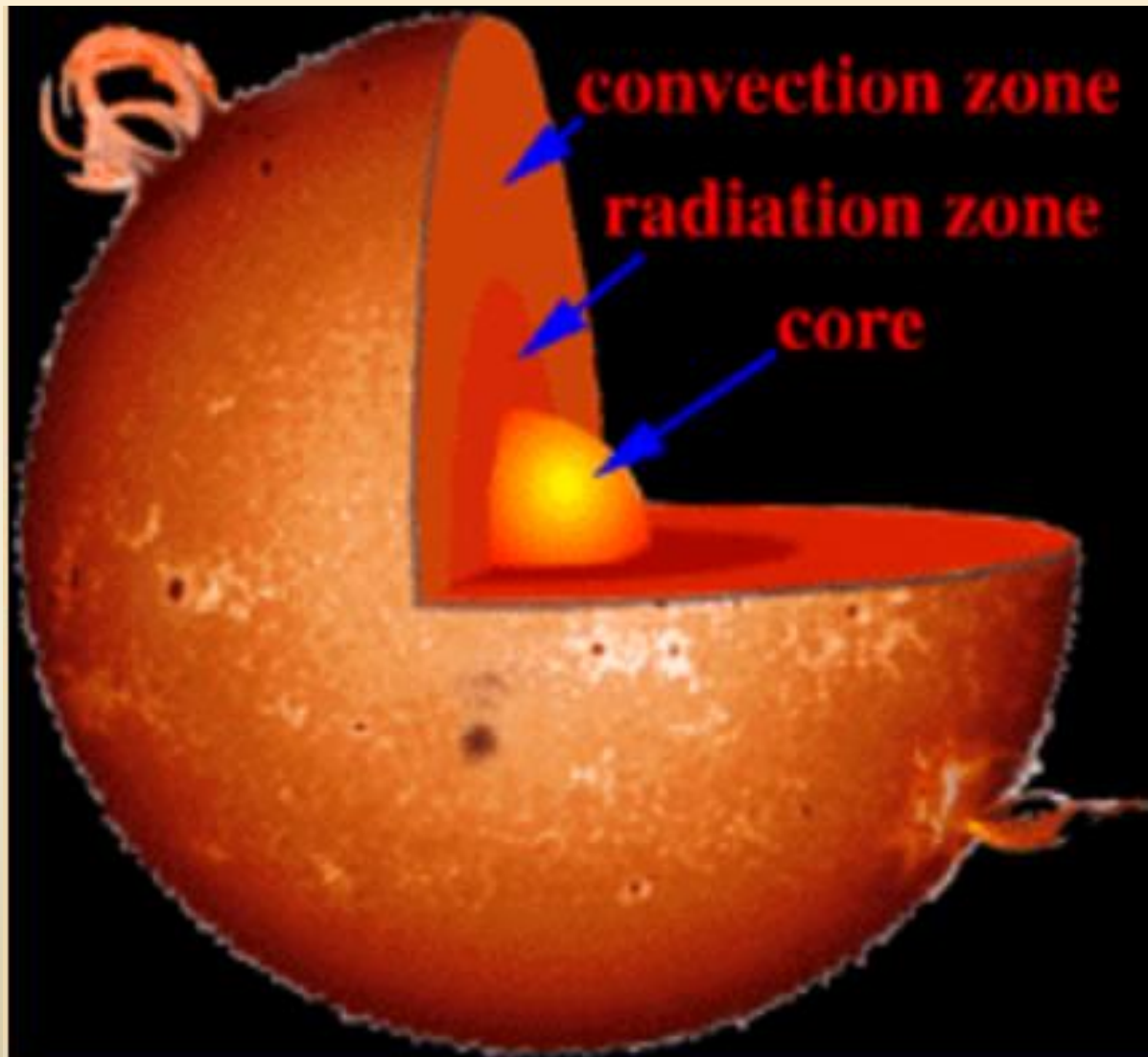
AIA 193Å 20131012 23:33



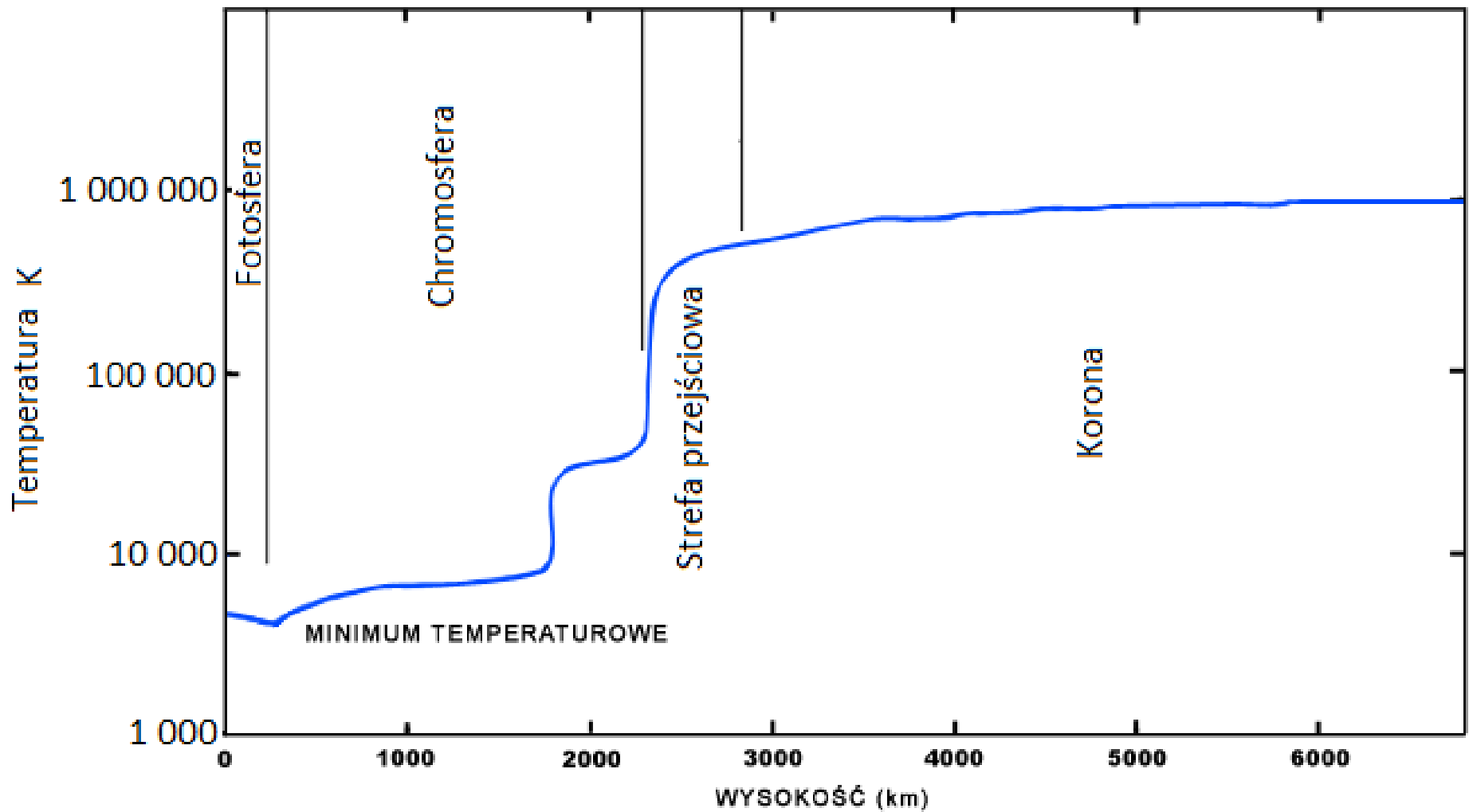
XRT 20131010 06:04



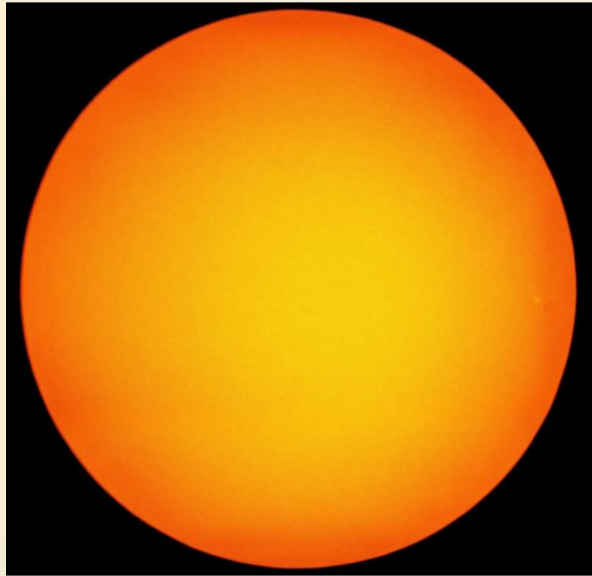
Na podstawie obserwacji i modeli teoretycznych próbujemy opisać
co jest w środku



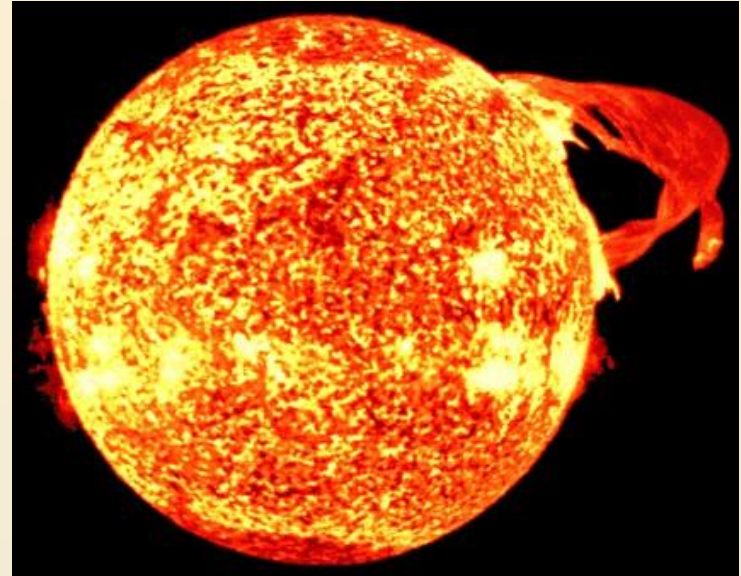
Warstwy atmosfery Słońca i ich temperatury



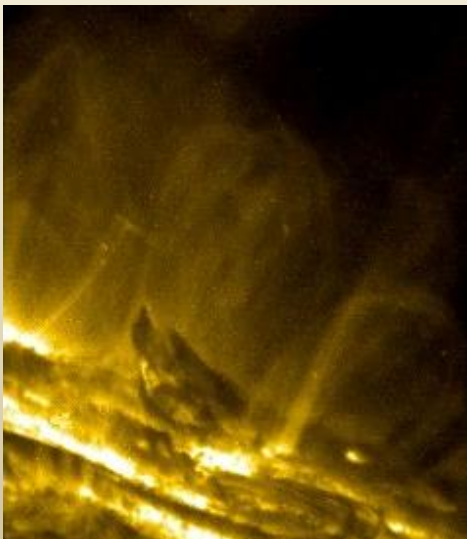
Fotosfera



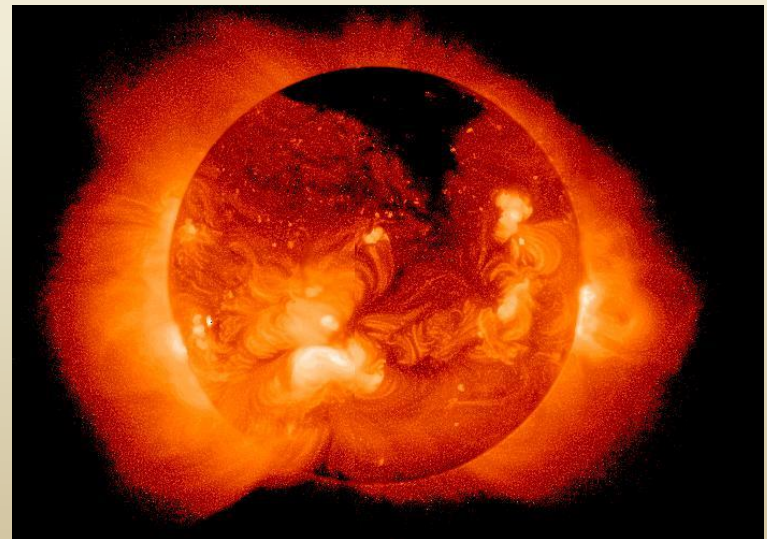
Chromosfera



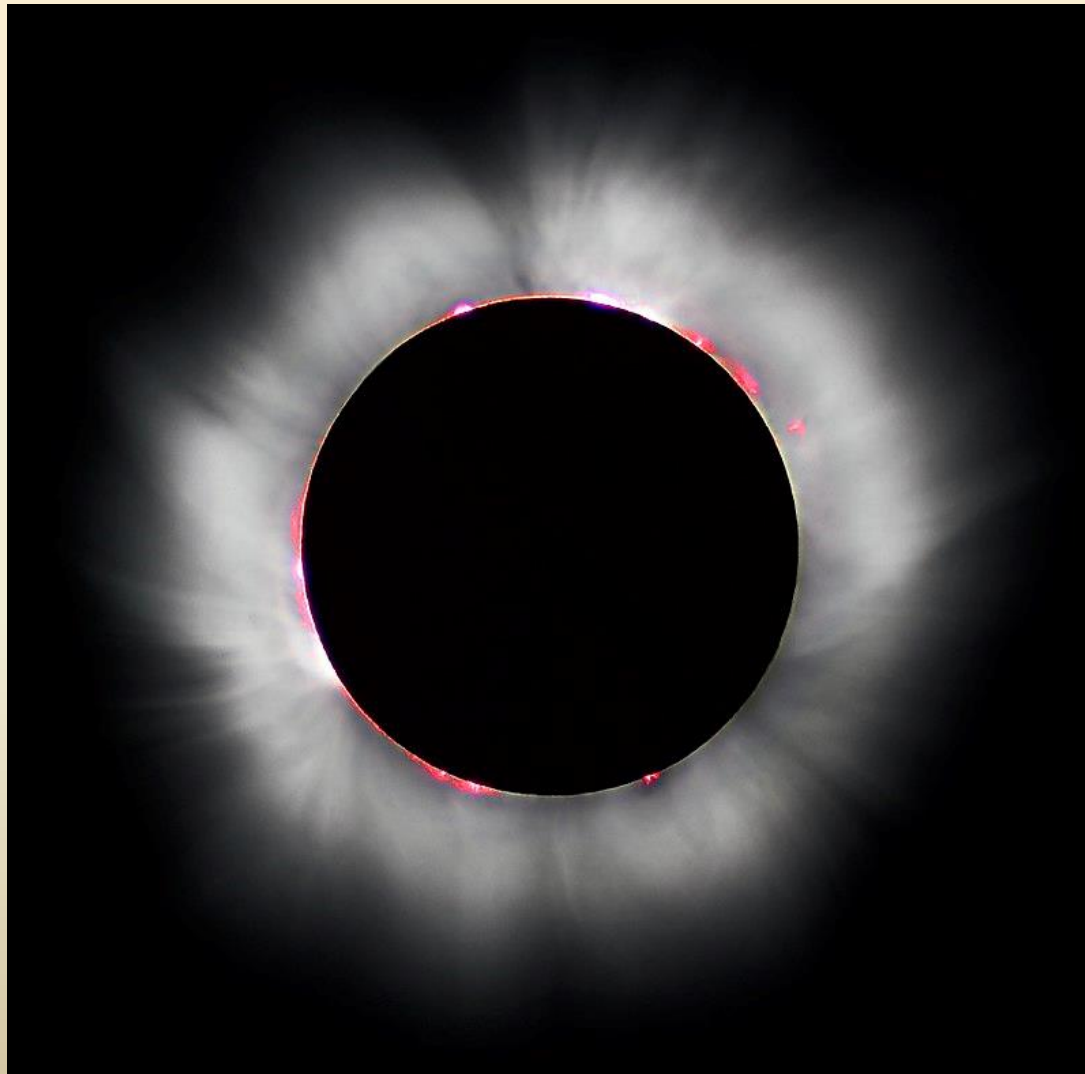
Obszar przejściowy



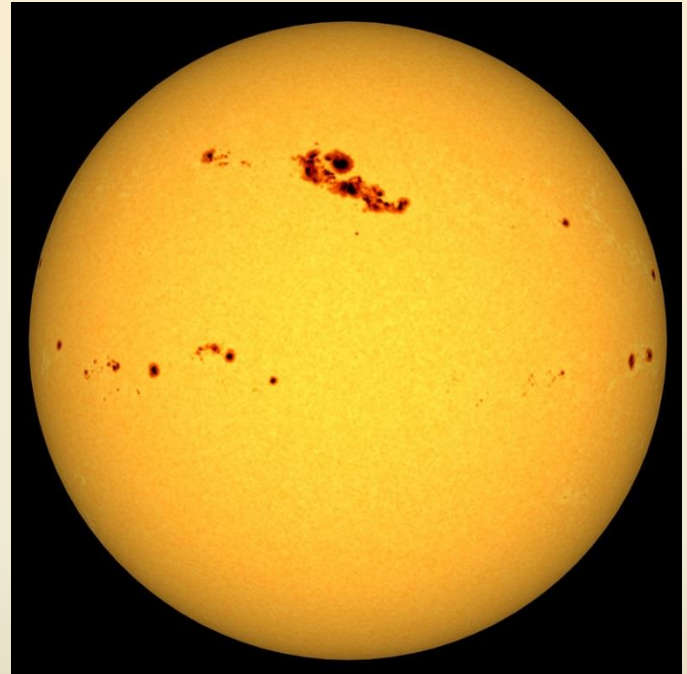
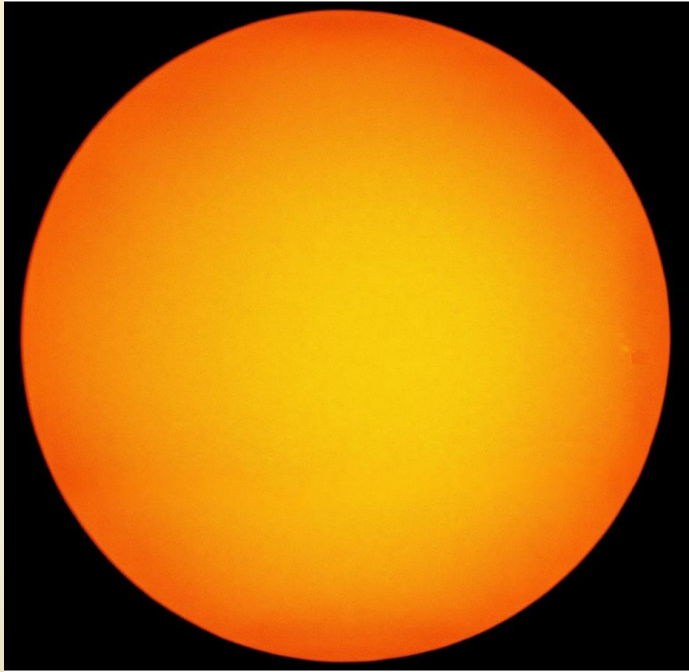
Korona



Korona w zakresie widzialnym - obserwacje w czasie zaćmienia



Słońce - fotosfera



Plamy słoneczne

Pierwsze informacje/obserwacje

Chiny i starożytna Grecja setki/tysiące lat p.n.e.

- Ciemniejsze, chłodniejsze $\sim 3,500^{\circ}\text{C}$ obszary w porównaniu z otoczeniem $\sim 5,500^{\circ}\text{C}$
- Plamy mają silniejsze pole magnetyczne

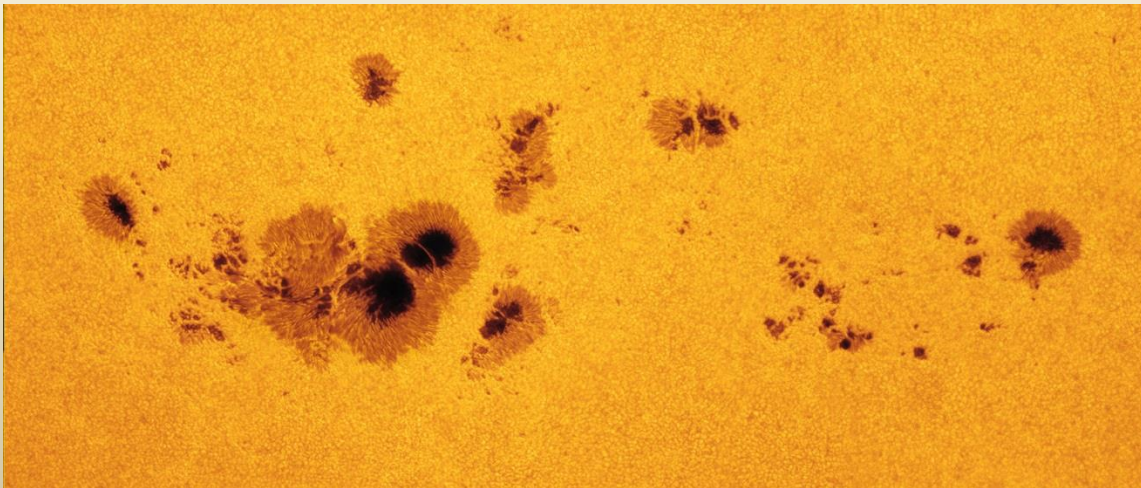


Figure 2.1. Illustration of sunspots from the 1425 edition of the Ming dynasty work *Tianyuan baolixiang fu*. Cover illustration of Zhentau Xu et al., *East Asian Archaeoastronomy*. Courtesy of the Nanjing University Library.

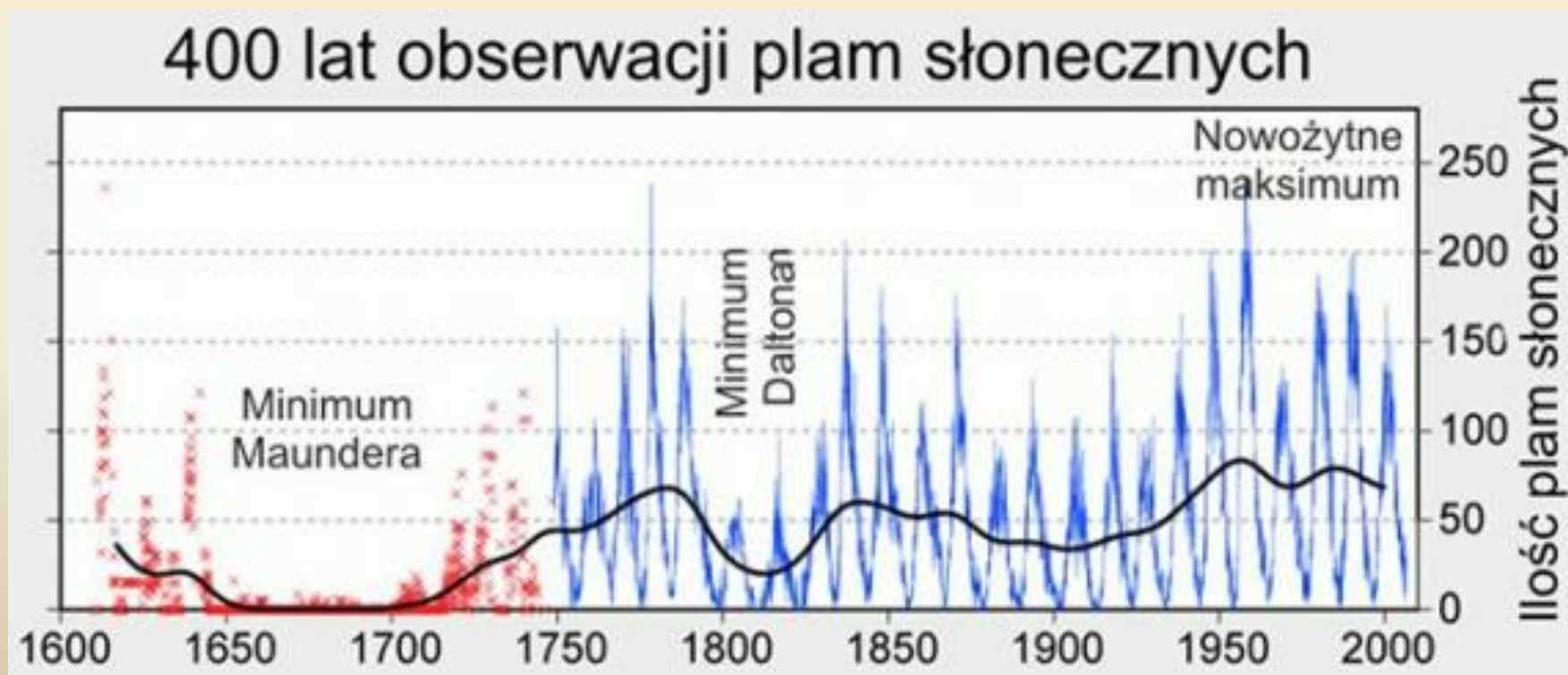
Liczba plam zmienia się cyklicznie co ~ 11 lat

Duża liczb plam oznacza dużą aktywność Słońca

1610 roku, kiedy to zaczęto stosować lunetę do obserwacji plam na Słońcu.

Pierwszy w miarę kompletny cykl obserwował Rudolf Wolf w latach **1755–1766**.

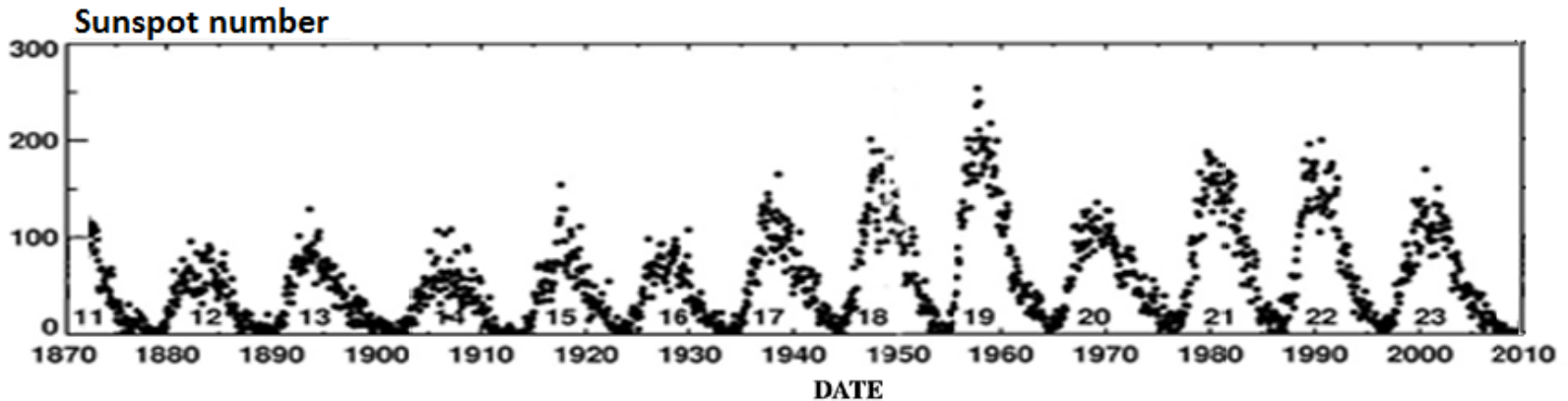
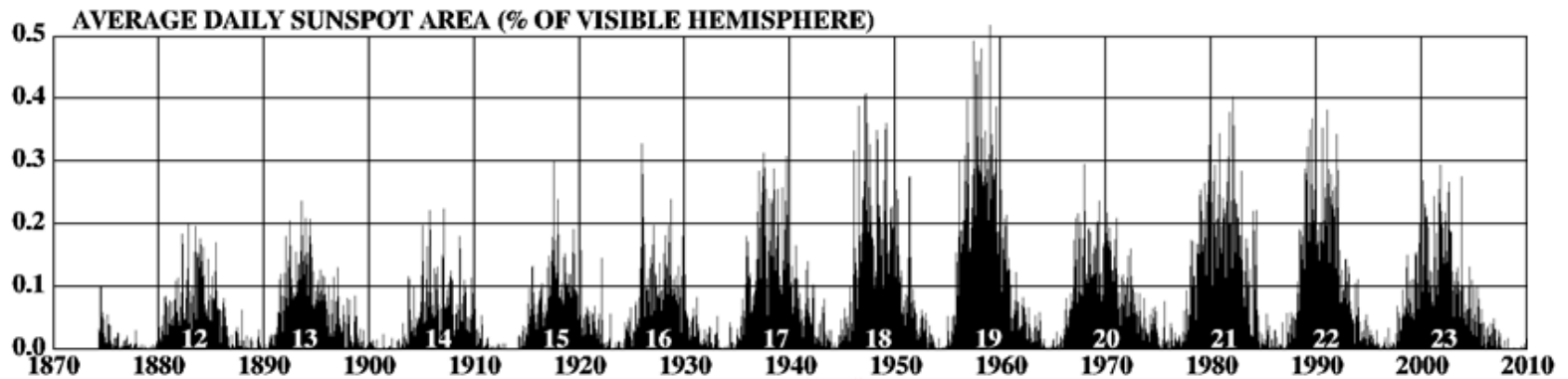
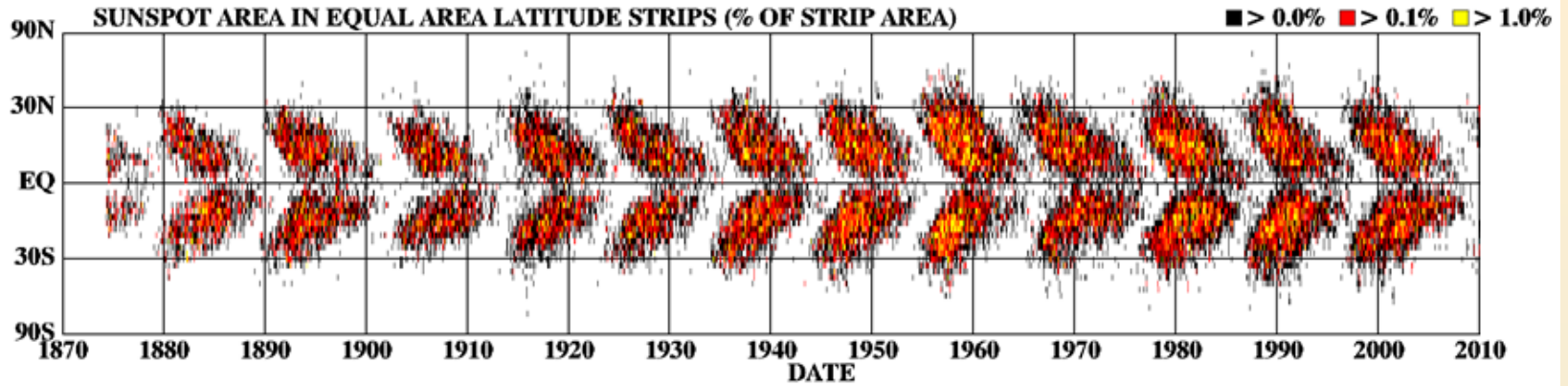
Tzw. cykl słoneczny numer 1.



Lista Cykli Słonecznych od 1755 r.			
Numer Cyklu	Początek	Koniec	Czas trwania (lata)
1	1755 - 08	1766 - 03	11.3
2	1766 - 03	1775 - 08	9.0
3	1775 - 08	1784 - 04	9.3
4	1784 - 04	1798 - 04	13.7
5	1798 - 04	1810 - 09	12.6
6	1810 - 09	1823 - 12	12.4
7	1823 - 12	1833 - 10	10.5
8	1833 - 10	1843 - 09	9.8
9	1843 - 09	1855 - 03	12.4
10	1855 - 03	1867 - 02	11.3
11	1867 - 02	1878 - 09	11.8
12	1878 - 09	1890 - 04	11.3
13	1890 - 04	1902 - 09	11.9
14	1902 - 09	1913 - 12	11.5
15	1913 - 12	1923 - 05	10.0
16	1923 - 05	1933 - 09	10.1
17	1933 - 09	1944 - 01	10.4
18	1944 - 01	1954 - 02	10.2
19	1954 - 02	1964 - 10	10.5
20	1964 - 10	1976 - 05	11.7
21	1976 - 05	1986 - 03	10.3
22	1986 - 03	1996 - 06	9.7
23	1996 - 06	2008 - 01	11.7
24	2008 - 01	trwa	
Średnia długość			11.1

Plamy sąsiednich cykli mogą występować w tym samym czasie.

DAILY SUNSPOT AREA AVERAGED OVER INDIVIDUAL SOLAR ROTATIONS



Aktywność słoneczna

Całokształt zjawisk zachodzących w atmosferze Słońca w danej chwili.

Początkowo Aktywność Słońca określano na podstawie liczby plam i ich grup oraz ich rozmieszczenia.

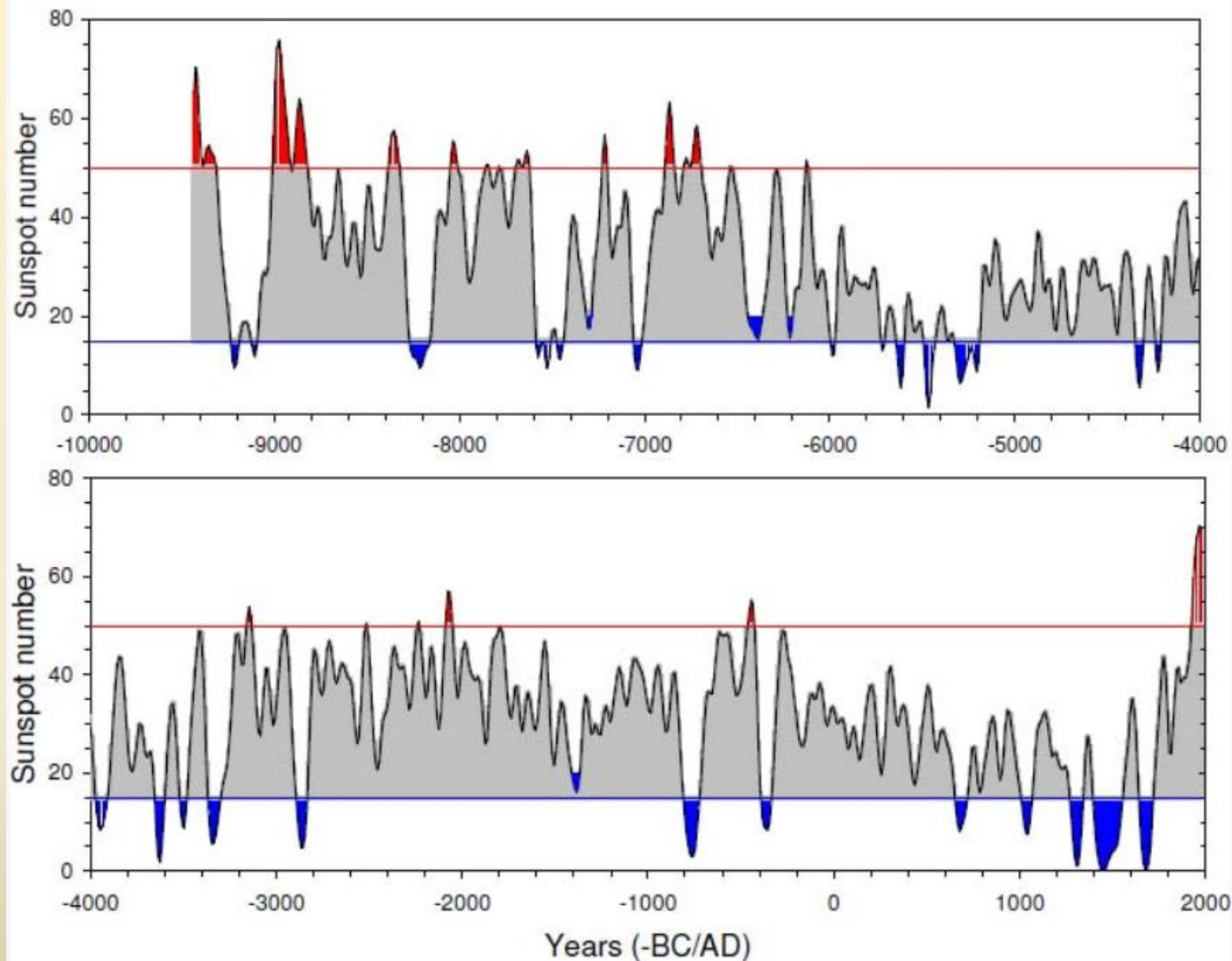


Aktywność Słońca można też określać badając zawartość

izotopów ^{14}C , ^{10}B

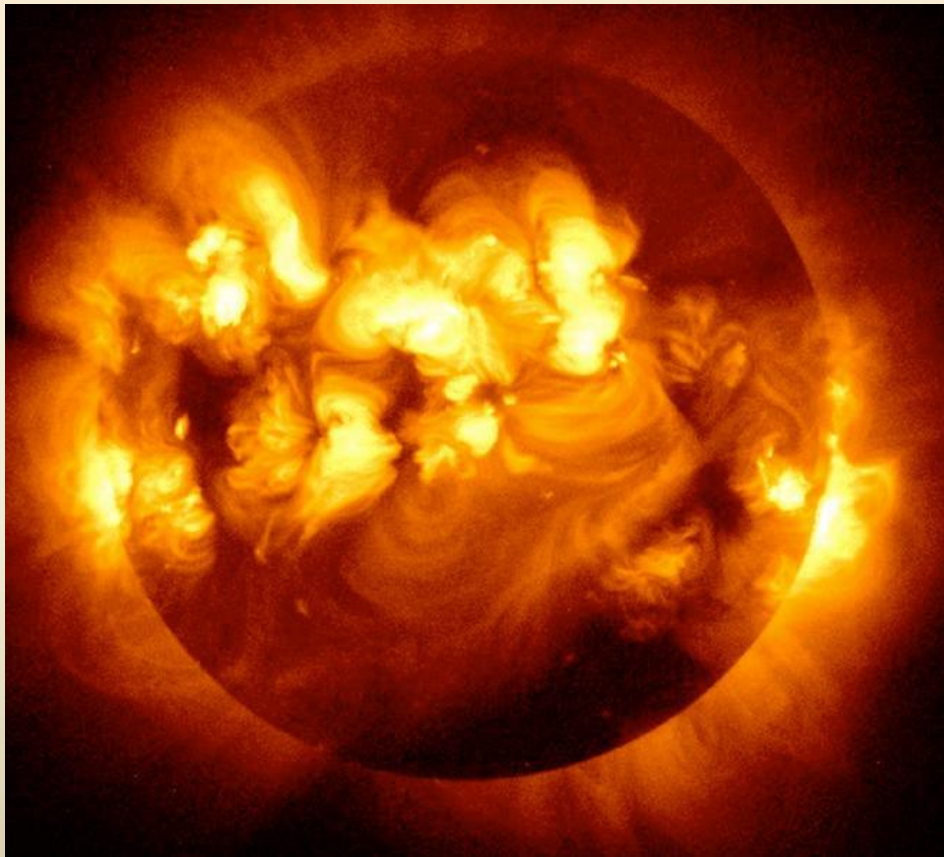
w rdzeniach lodowych, drzewach i innych obiektach **Tzw. dane proxy**





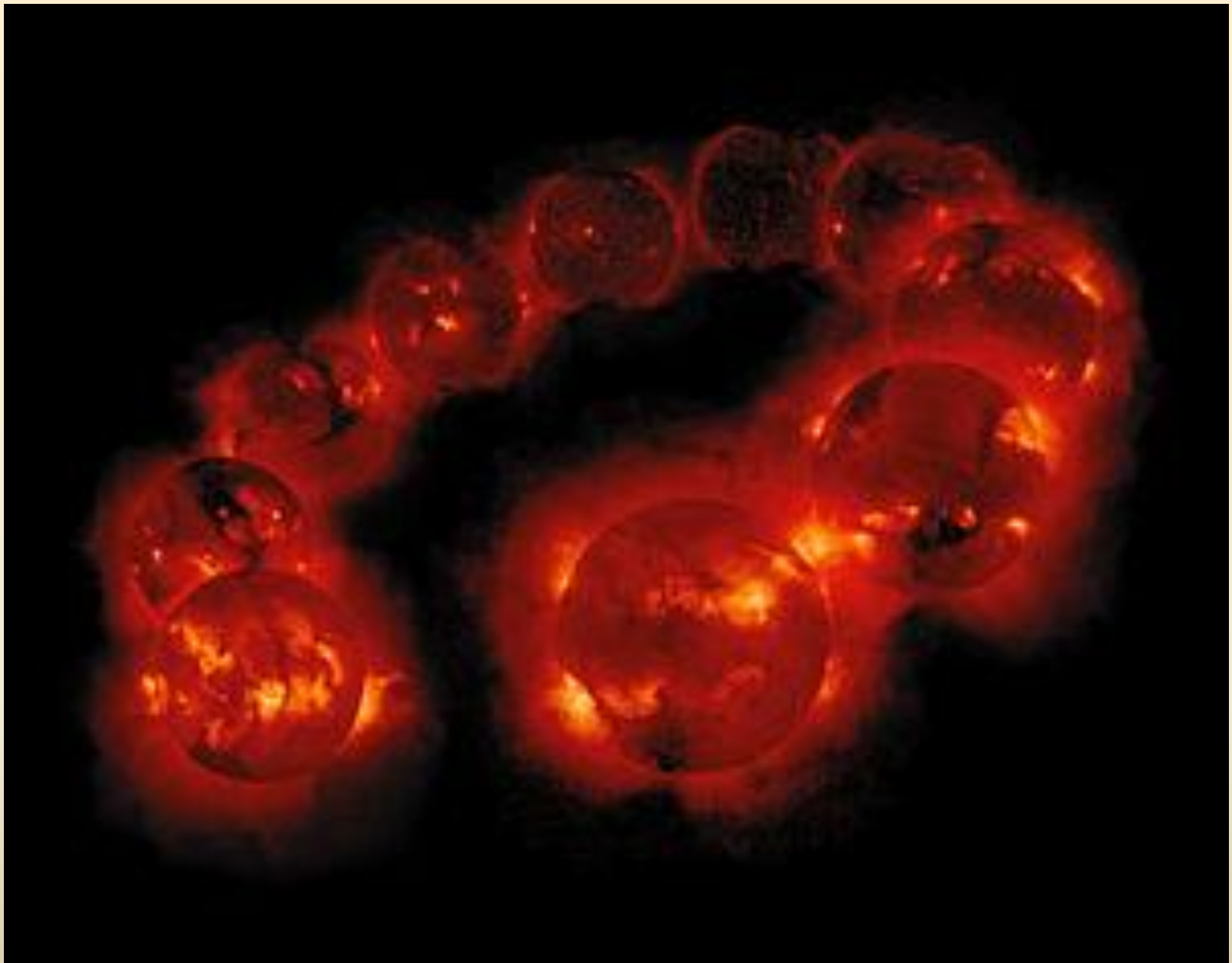
Aktywność słońca w ostatnich 12000 lat. Odtworzona z danych proxy.

Aktywność słoneczna w Koronie



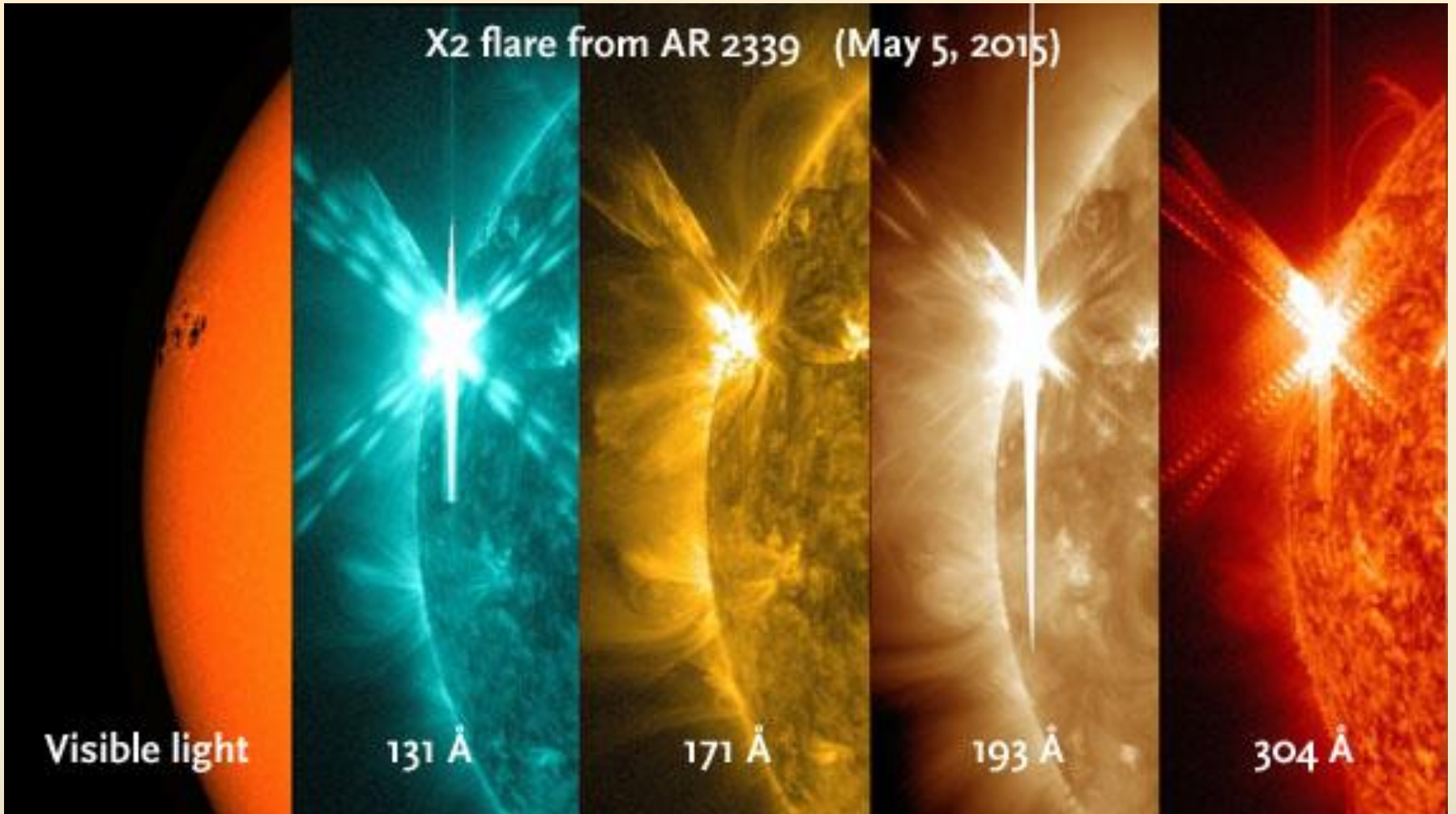
Obserwowana od lat
~50-tych ubiegłego
wieku

Początek ery
kosmicznej



Aktywność słońca obserwowana w koronie przez satelitę Yohkoh.

X2 flare from AR 2339 (May 5, 2015)



W czasie wysokiej aktywności w koronie obserwujemy więcej rozbłysków, koronalnych wyrzutów masy i obszarów aktywnych.



Pogoda kosmiczna Space Weather

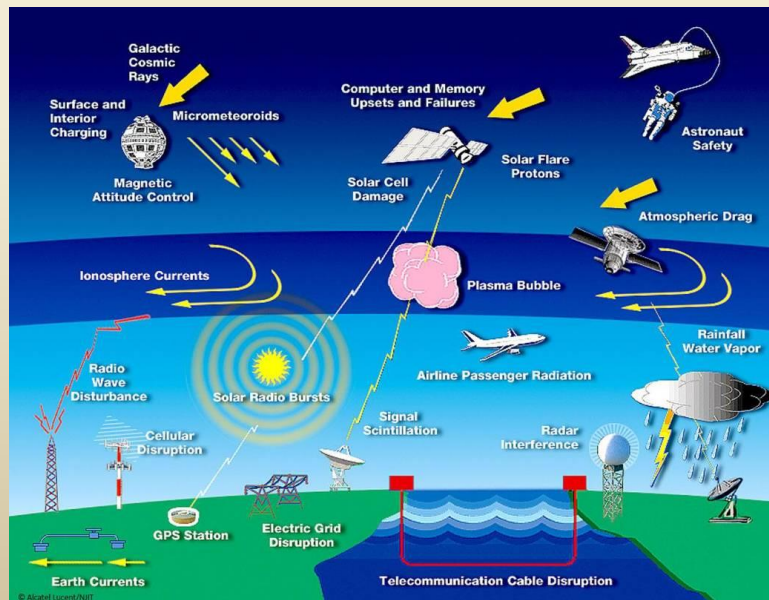
Wysoka aktywność oznacza pogorszenie pogody kosmicznej.

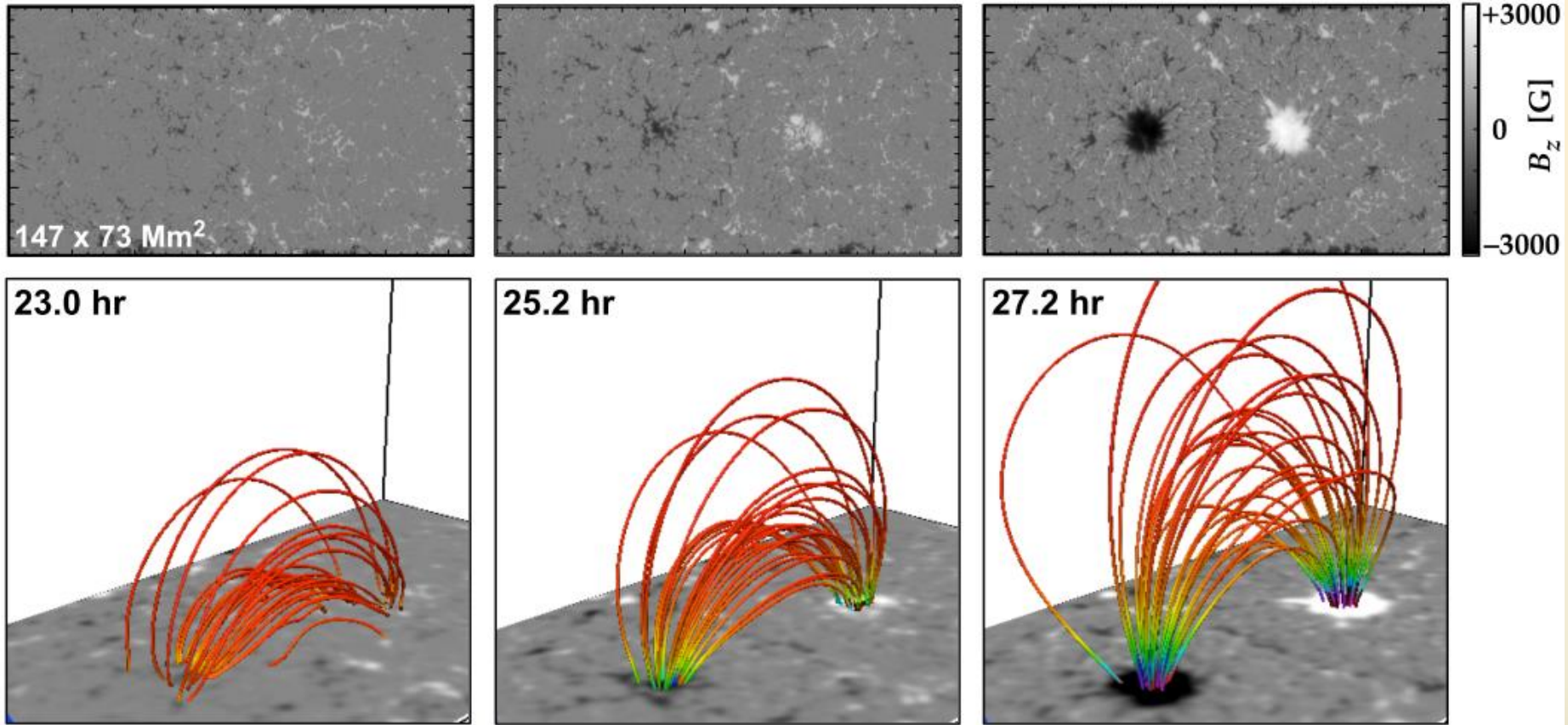
<http://swe.ssa.esa.int/solar-weather>

Wysoka aktywność to częstsze większe i silniejsze niż w okresach niskiej aktywności

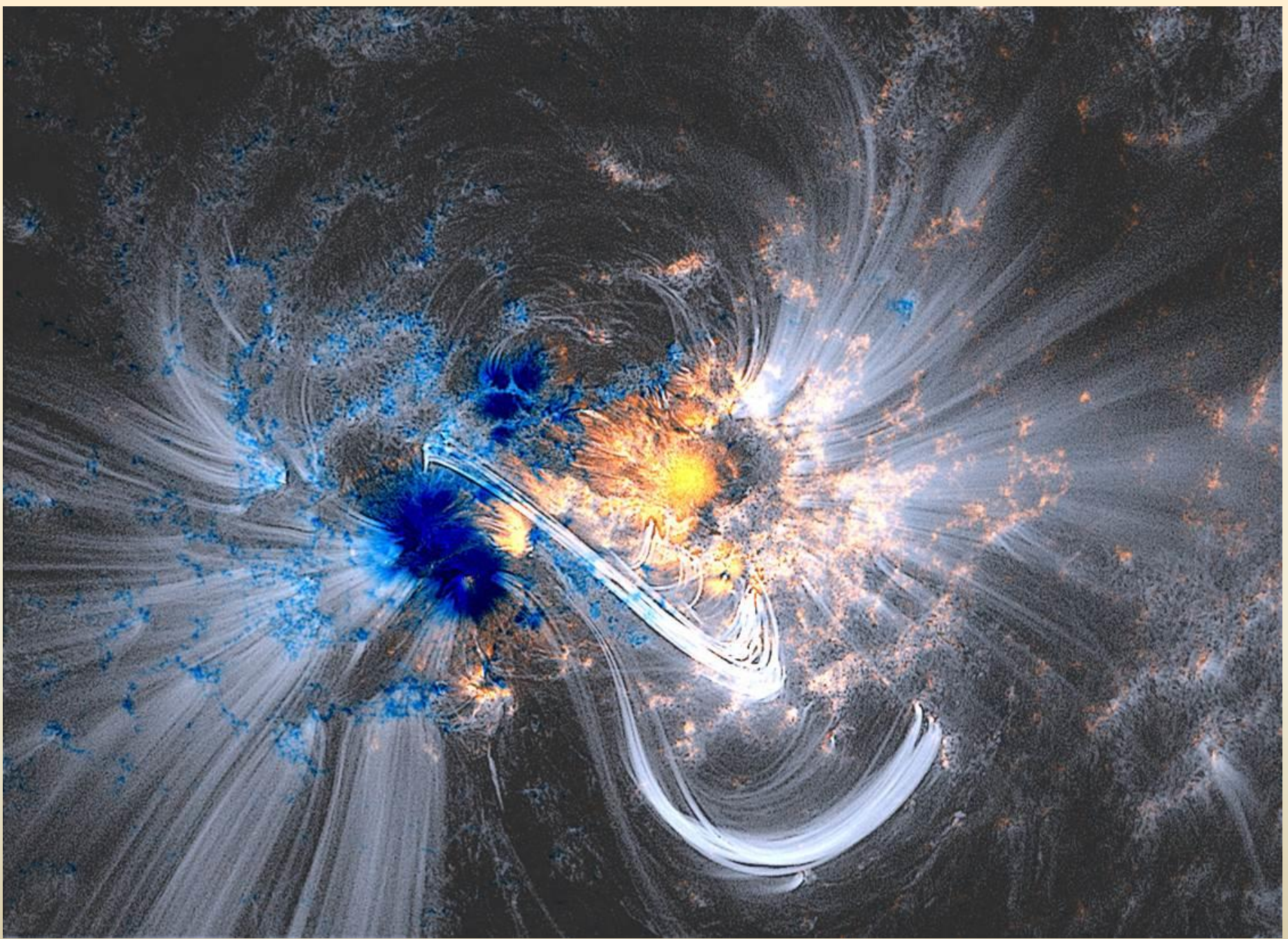
- Rozbłyski słoneczne
- Wyrzuty masy z korony Słońca
- Sztormy geomagnetyczne

Wyższy stopień zagrożenia dla statków kosmicznych i astronautów i infrastruktury na Ziemi





Zmiany aktywność w fotosferze i w koronie są często obserwowane jednocześnie

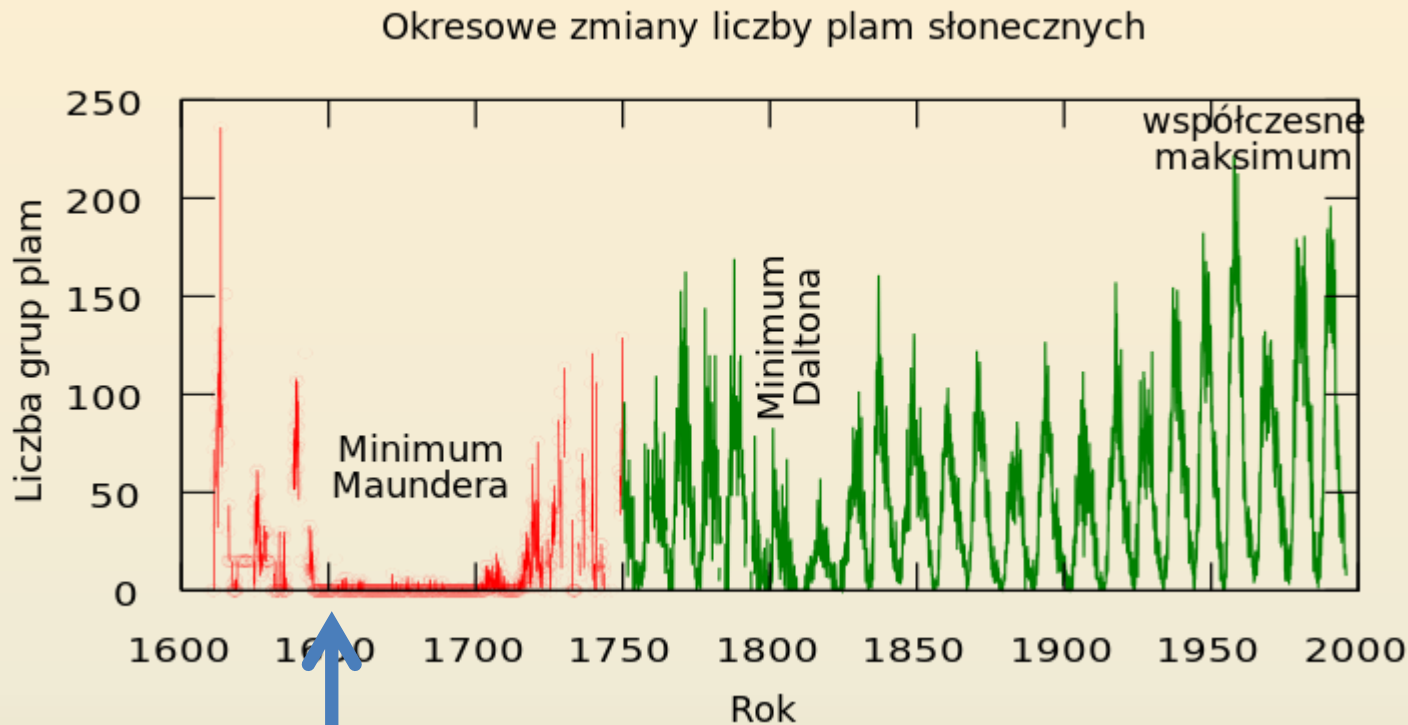


<https://www.nasa.gov/image-feature/coronal-loops-over-a-sunspot-group>

Wpływ aktywności Słońca na klimat

- 11-letnie zmiany w cyklu są zbyt słabe, żeby mieć wpływ na klimat
- Długotrwałe zmiany aktywności być może mogą zmieniać klimat

Minimum Maundera 1645 - 1717 r.



Cykl aktywności nie wystartował – zanikł na dziesiątki lat

Minimum Maundera pokrywa się w czasie z małą epoką lodowcową.

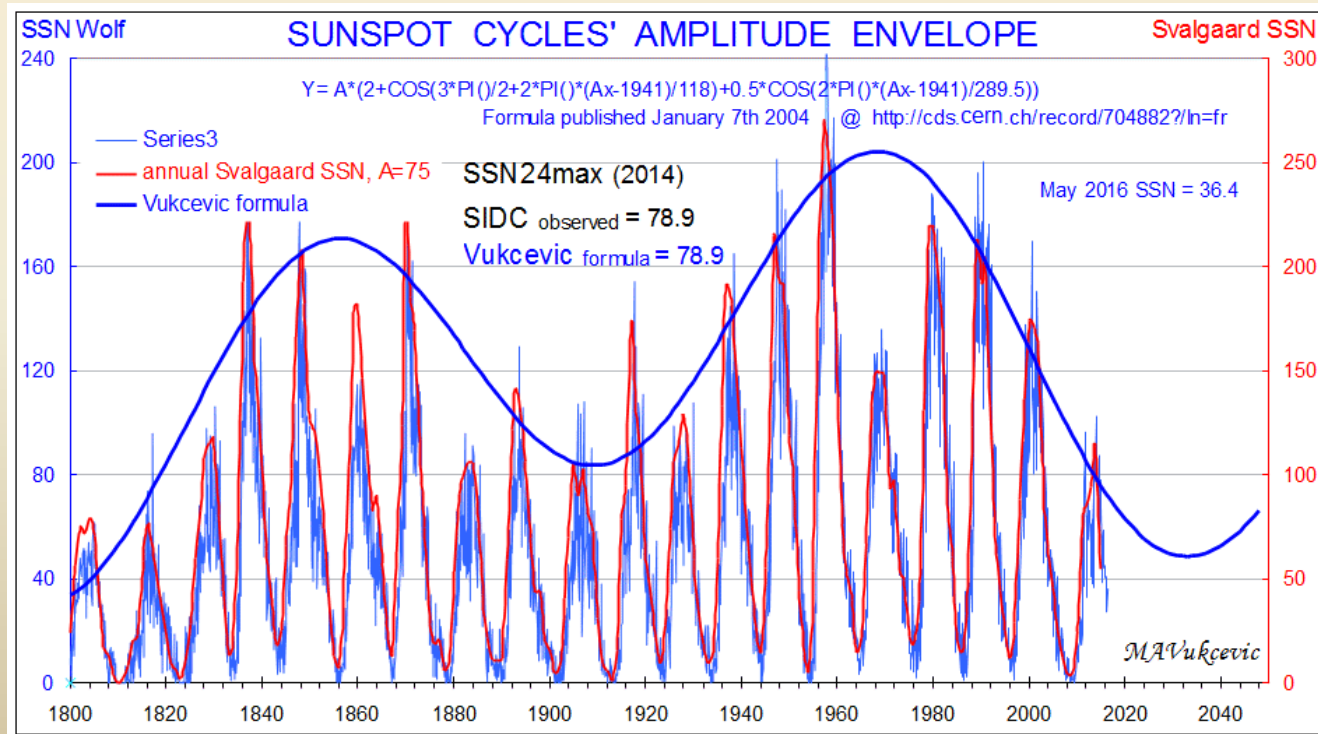
Mała Epoka Lodowcowa - kres ochłodzenia znany głównie z rejonu północnego Atlantyku

Ochłodzenie klimatu półkuli północnej, z temperaturą ok. 1 °C niższą niż w XX wieku.



Aktywność Słońca Obecnie

- Bardzo niska
- Cykle coraz słabsze
- Zaobserwowano jednak pierwsze plamy cyklu 25





Dziękuję za Uwagę

[Pokaz przyrządów kosmicznych](#)

dr Szymon Gburek, dr Zbigniew Kordylewski, Żaneta Szaforz, Magdalena Gryciuk, Jarosław Bąkała (Centrum Badań Kosmicznych PAN Wrocław)

2017-09-23:
15:00 - 18:00

Wrocław : Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Kopernika 11,