

太陽 (The Sun)

你覺得呢？

- ❖ 太陽佔了太陽系多少質量？
- ❖ 太陽像地球一樣，內部為固體與液體嗎？
- ❖ 太陽表面是什麼情形？裡面呢？怎麼知道？
- ❖ 太陽會轉動嗎？
- ❖ 太陽為何會發光？

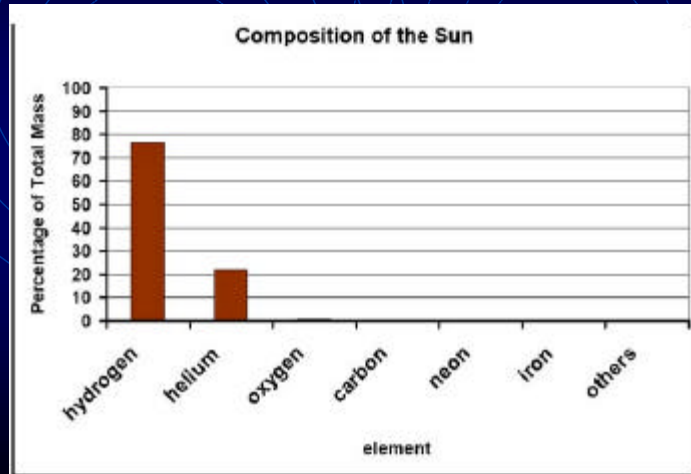


太陽的基本資料

- 表面溫度：5800 K（觀測得知）
- 核心溫度： 1.5×10^7 K（理論推測）
- 目視大小：32'
- 實際大小： 7×10^5 km（70萬公里）
= 約地球的100倍 = 約木星的10 倍
- 視星等：-26.74（c.f. 天狼星為 -1.45）
- 與地球距離：1 AU（一億五千萬公里）
- 質量： 2×10^{30} kg = 地球 33萬倍
= 所有行星加起來的 700 倍 = 太陽系總質量99.85%
- 密度：1.4 公克/立方公分（水是 1；地球是 6.4）
- 光度 (luminosity)：1 L = 4×10^{26} W
- 赤道自轉一圈需時：約25天

太陽質量約3/4是氫，1/4是氦，
其他元素都少得多

地球呢？



太陽由氣體組成，核心處密度為水的150倍！

核心部分溫度高（百萬度），進行核子反應，
產生能量向外以**輻射**方式傳送

氣體溫度高，分子運動快

→ 互相推擠 → 氣體壓力

向內萬有引力 = 向外氣體壓力 → 平衡

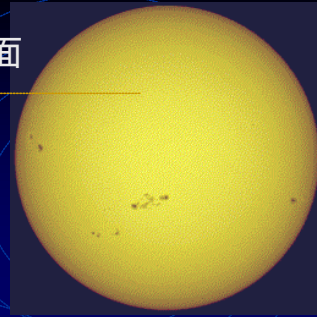
越向外溫度越來越低

最外層改以**對流**方式傳送能量

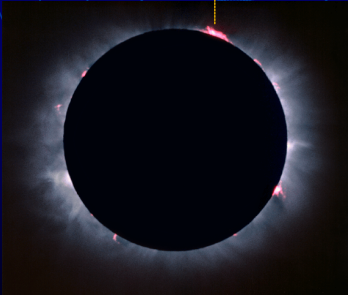
太陽表面為翻騰的氣體，有如煮沸的水，但是
溫度高得多（超過攝氏5000度）

太陽表面

我們所見的日面
光球



色球



日冕



<http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/lectures/sun.htm>

太陽大氣層

光球 (photosphere)

太陽大氣最低的一層；厚度約 400 km；是我們肉眼看到的太陽「盤面」

- 色球 (chromosphere)

比光球暗；密度也較低，只有在光球被擋住（如日全食）時，才見看得到色球。呈粉紅色；厚度約 500 km

- 日冕 (corona)

太陽大氣最外層；延伸數百萬公里；整個日冕在可見光的亮度，只相當於滿月，i.e., 只有 photosphere 的百萬分之一。只在日全食或利用日冕儀 (coronagraph) 擋住光球，才能看到 corona

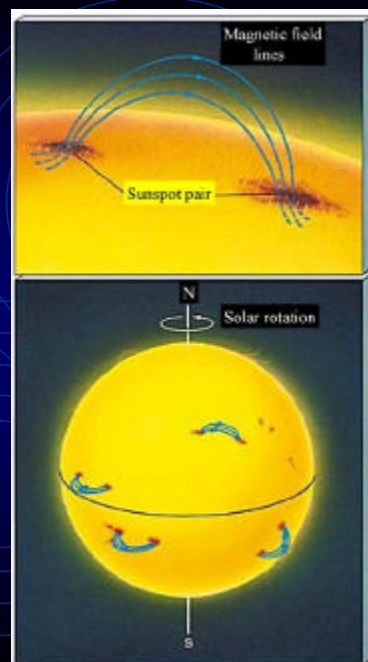
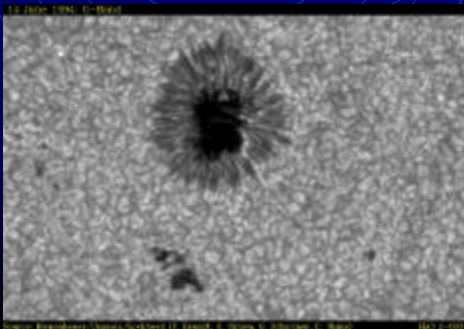
太陽外表特徵

- 太陽黑子 (sunspots)
- 米粒組織 (granulation)
- 緣暗現象 (limb darkening)

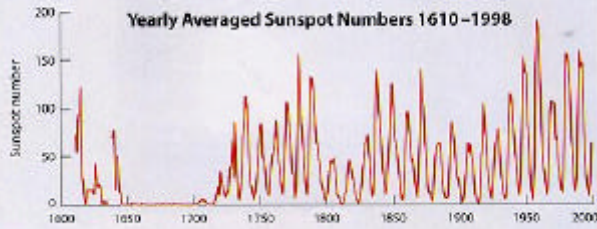
太陽黑子 (sunspots)

為表面低溫地區，「看起來」比較暗

該處磁場強，抑制了內部傳遞出來的能量



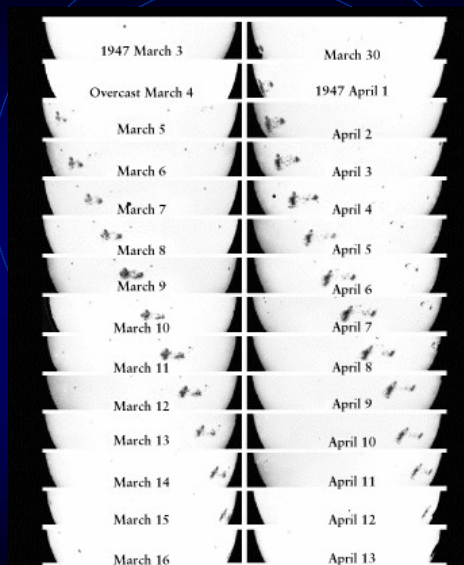
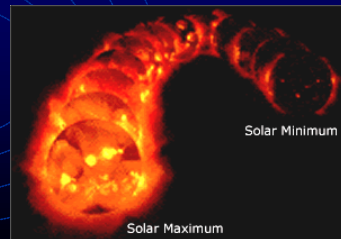
Since the invention of the telescope, sunspots have been studied, and historical records, while sketchy, make it clear that our star was essentially spot-free for the latter half of the 17th century — a period of unusually harsh winters and noticeable year-round global cooling. Observations of other Sun-like stars suggest that such temporary breakdowns in dynamo activity are not uncommon. Courtesy David Hathaway.



52 October 1999 | Sky & Telescope

太陽黑子數目呈現
11年週期變化

整個太陽的活動亦然，包括日冕大小



黑子會有消長

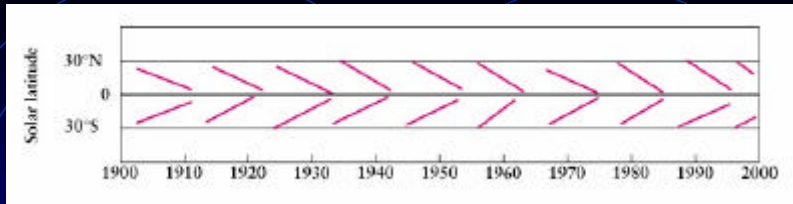
藉由同一個黑子群
在太陽盤面的運動
可以研究太陽轉動

赤道附近轉一圈約
25天

緯度30度附近轉一
圈約需時 27 天

兩極附近約35天

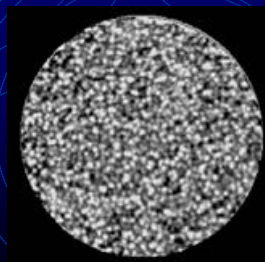
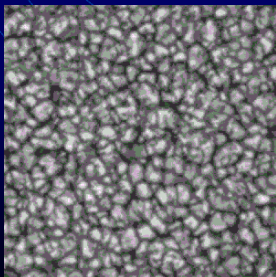
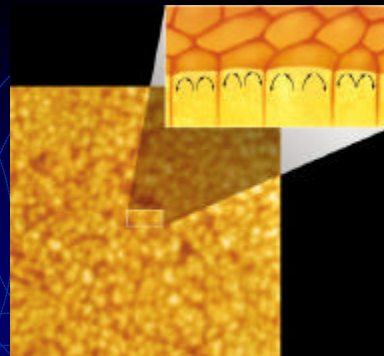
➔ 差動自轉



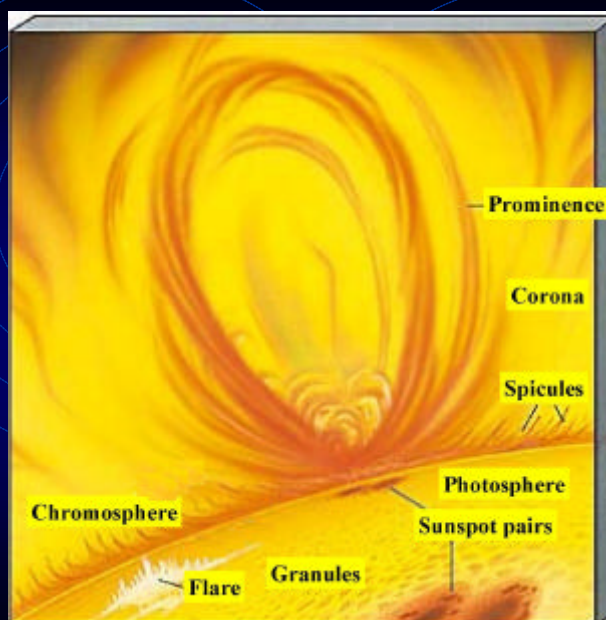
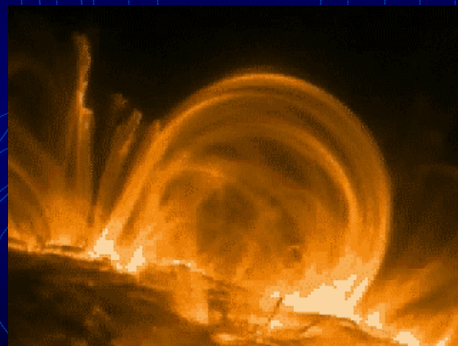
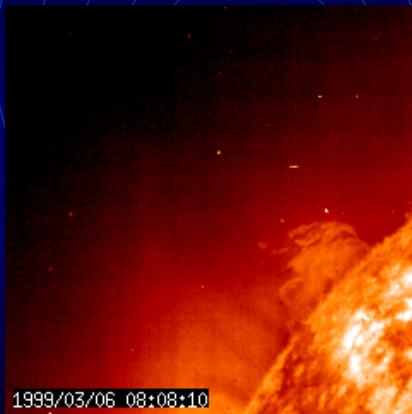
每個太陽週期之初，黑子多半在約緯度30度附近出現，隨後黑子出現的緯度越來越接近赤道（蝴蝶圖）

太陽極大時期發出的能量比極小時期多0.1%

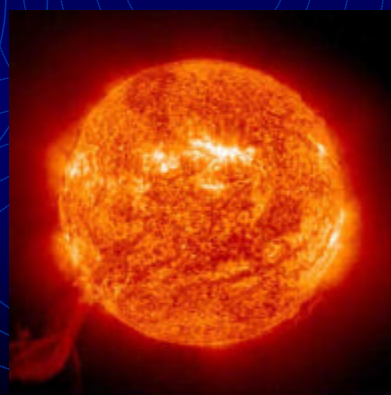
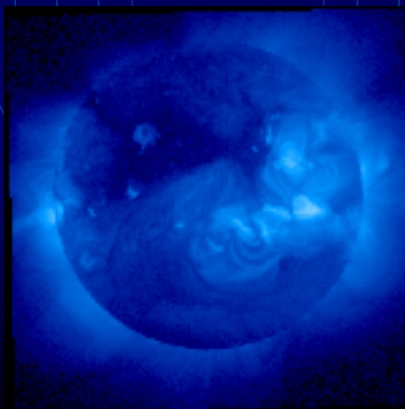
米粒組織 (granulation)
太陽從內部到表面對流翻騰的證據



太陽表面有劇烈的活動，能量帶動物質高速噴發，常看得出磁場結構



日冕中的氣體溫度非常高溫度非常高，約百萬度。corona 中的氣體以高速運動（時速百萬公里） 逃逸到太空 → **solar wind**（**太陽風**）；
每秒拋出百萬噸的物質（質子、電子）

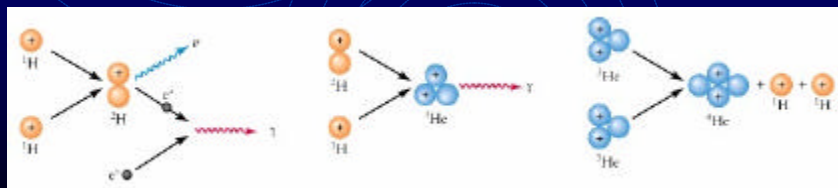


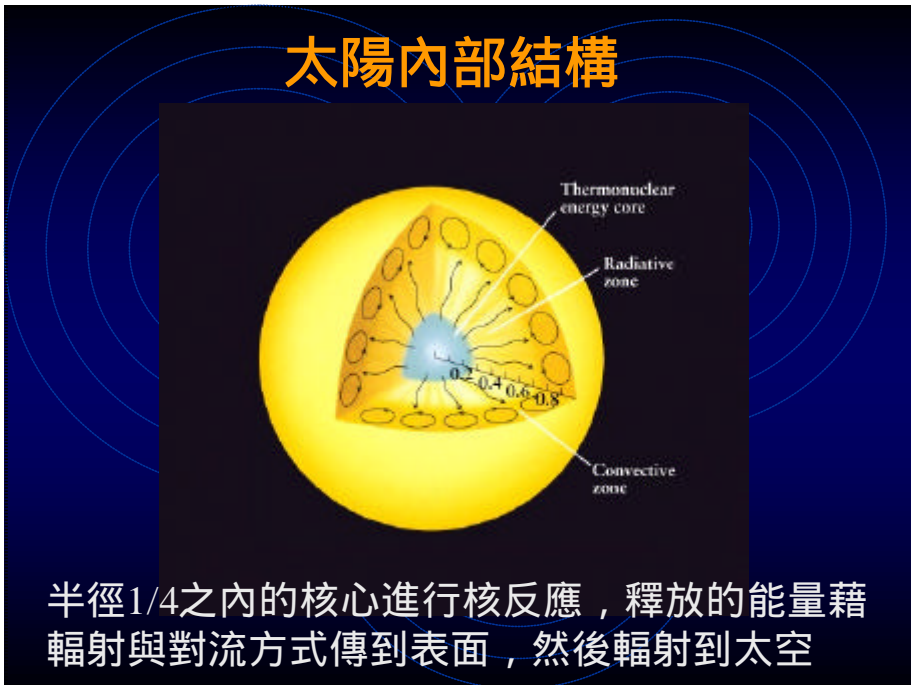
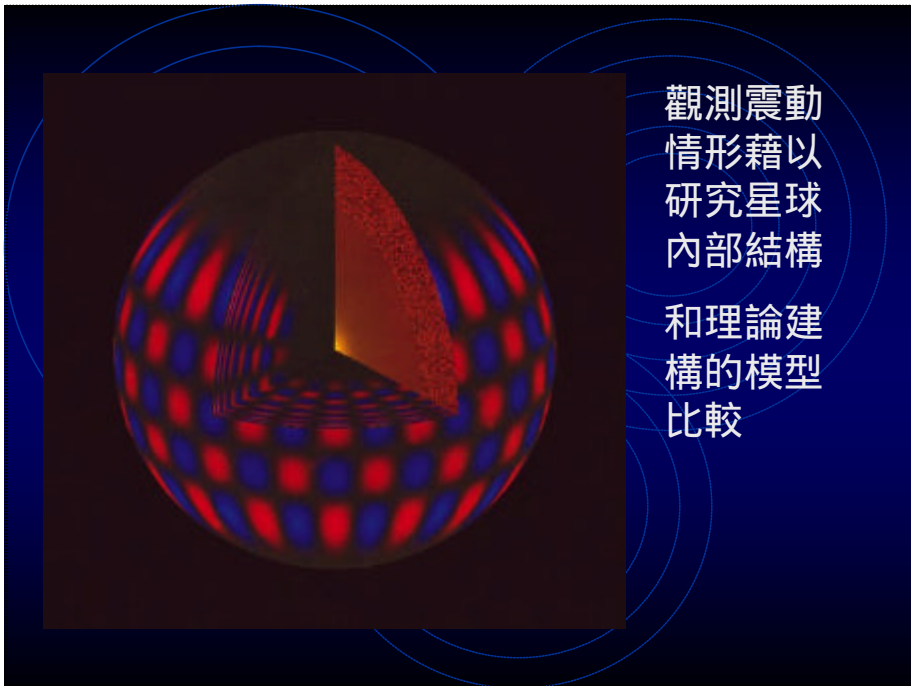
太陽（恆星）內部的核反應

簡單的原子核 結合 → 較複雜的原子核

過程中**放出能量**（ 射線、X射線、光）

氫原子核 → 氦原子核





The Atmosphere and Interior of the Sun

