

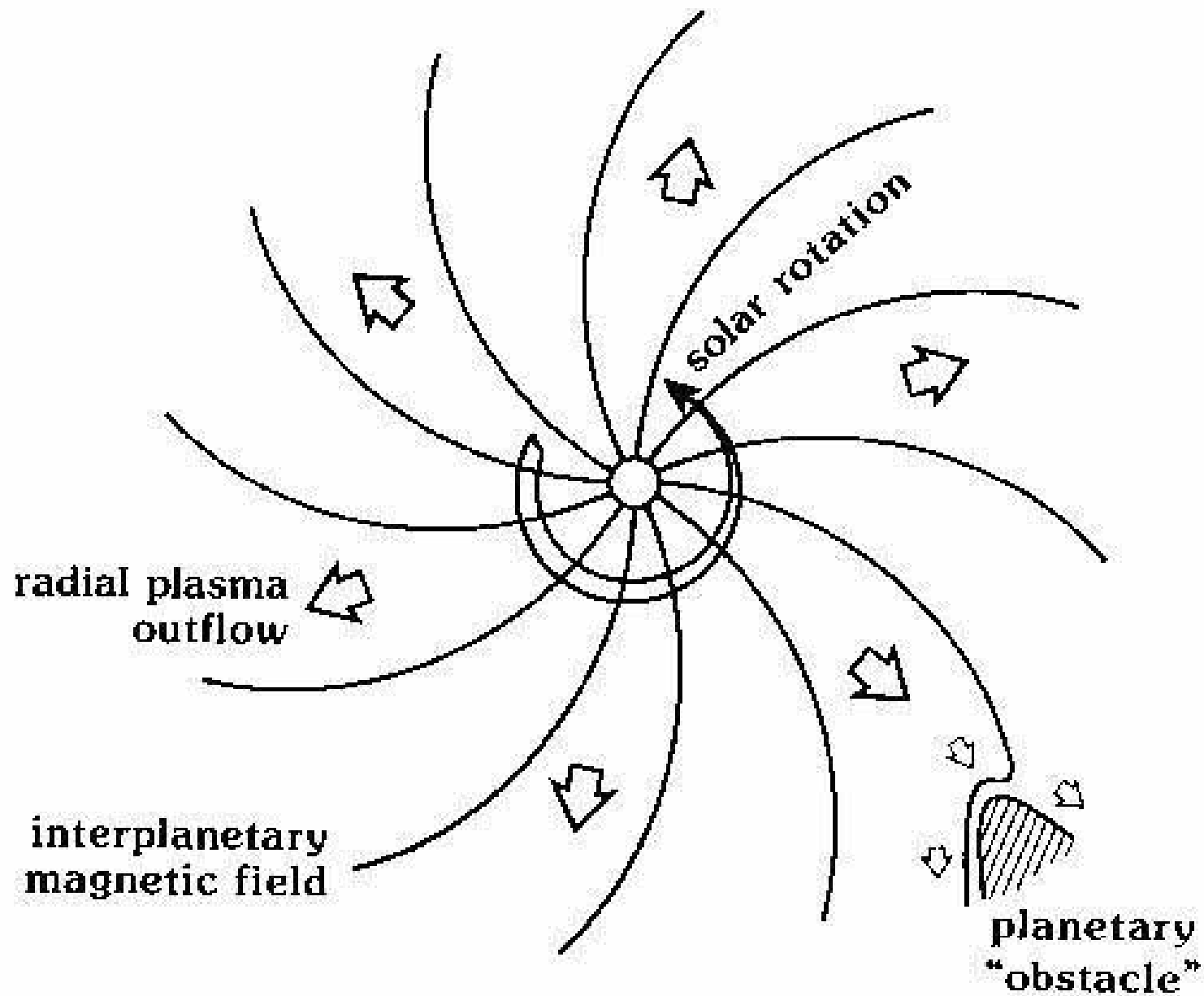
太陽風

太陽風是一種由太陽表面吹出來的電漿流，電子、質子與各類帶電原子核或離子雖然各自分開運動，但其整體還是保持電中性。太陽風可說是太陽大氣的延伸，其在1 AU的平均速率約為400 km/s。

太陽風中不但有電漿，由於太陽本身具有磁場，當太陽風吹出時，磁場亦會被太陽風帶著跑，即所謂的行星際磁場(IMF; Interplanetary Magnetic Field)。

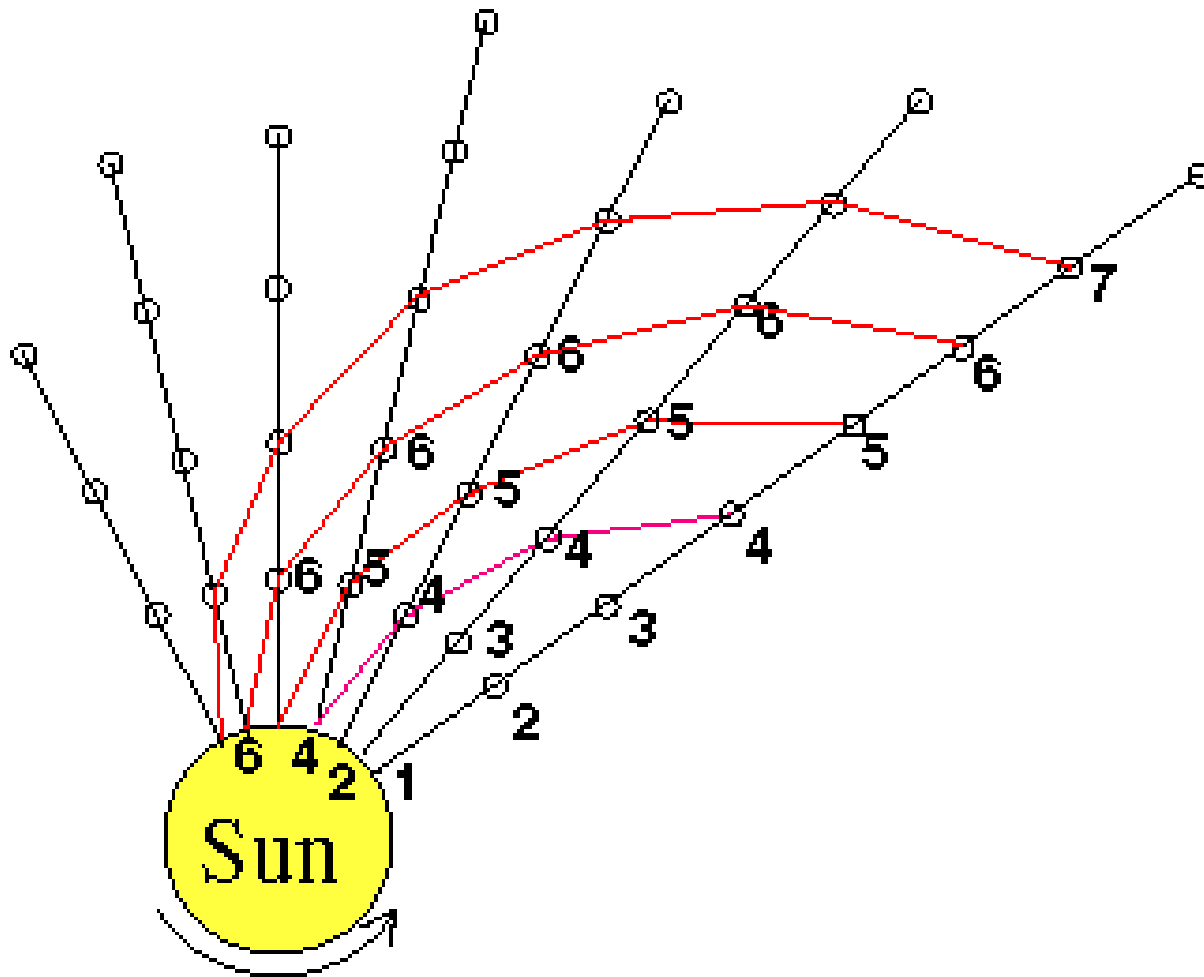
太陽風大約在距離太陽不到0.1 AU處就已經加速成為超音速的電漿流，因此當太陽風吹過各行星時，會在行星的向陽面形成一激震波，稱之為艏震波(Bow Shock)。

SOLAR WIND

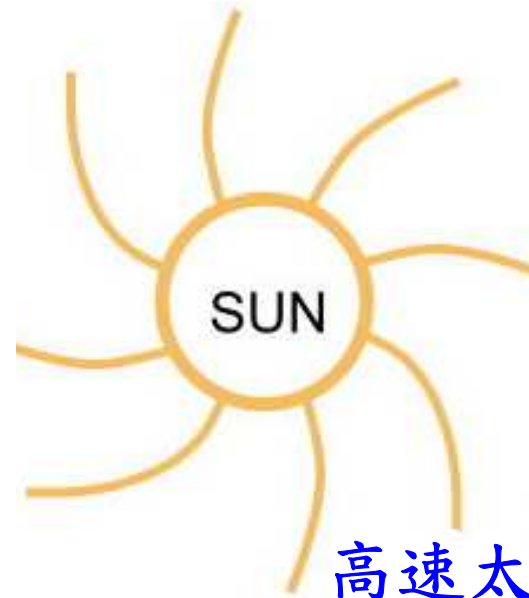


Parker Spiral

當太陽風吹出時，磁場會被太陽風拉著跑，由於太陽自轉，太陽磁場會以螺旋結構(稱之為Parker Spiral)分佈於太陽系中。



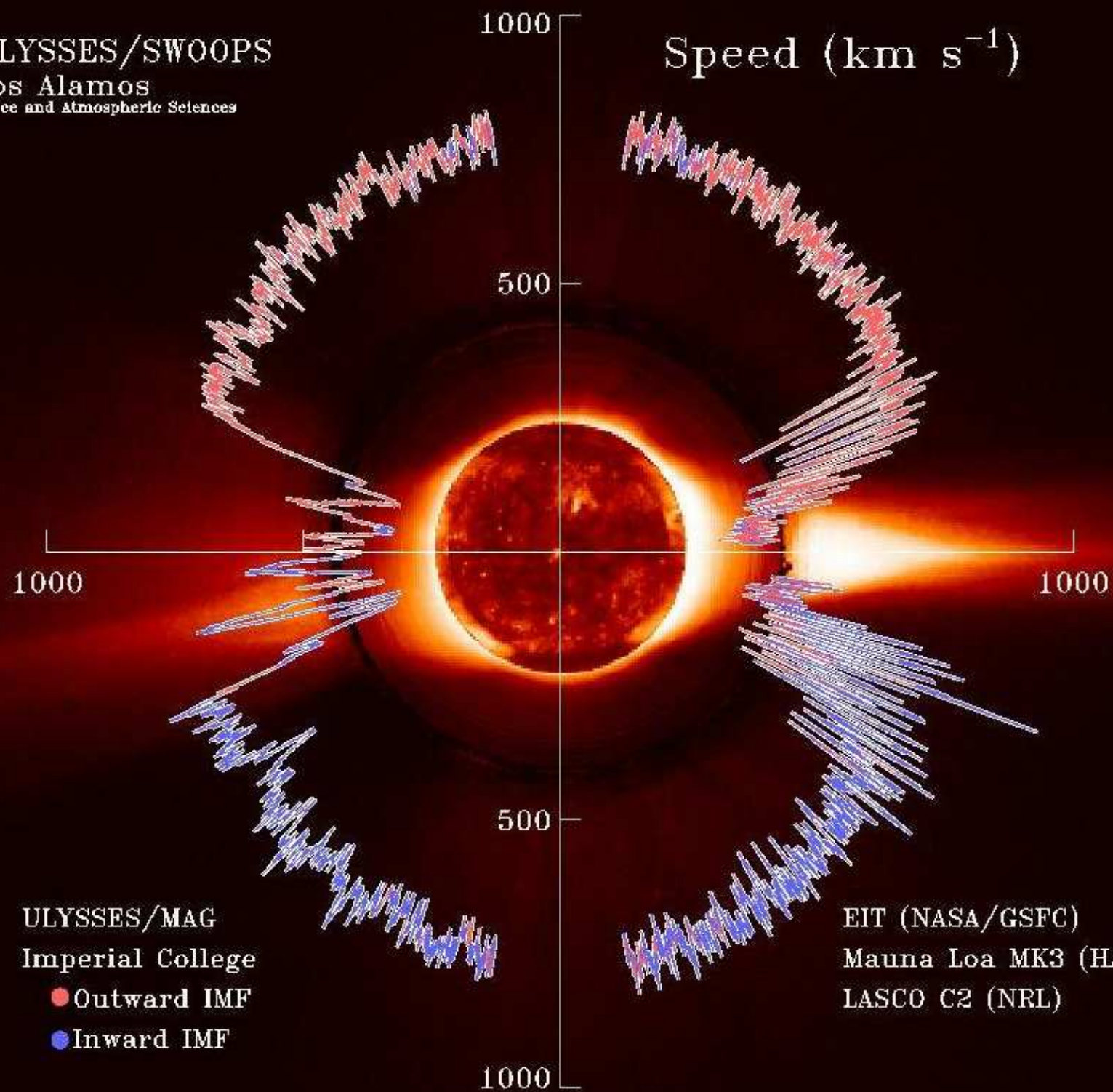
低速太陽風



高速太陽風

ULYSSES/SWOOPS
Los Alamos
Space and Atmospheric Sciences

Speed (km s⁻¹)

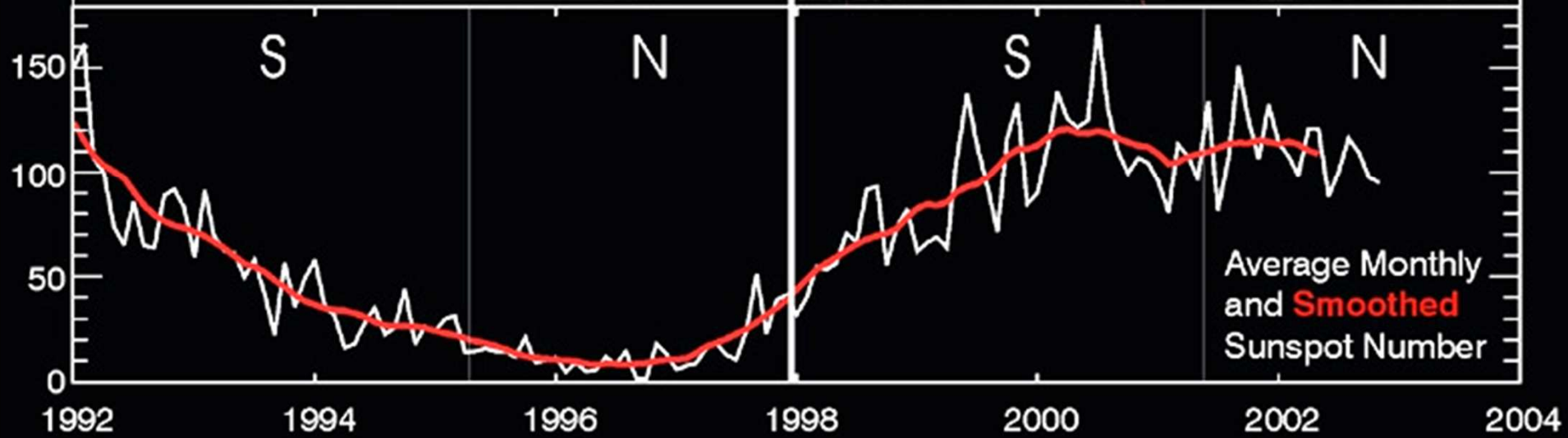
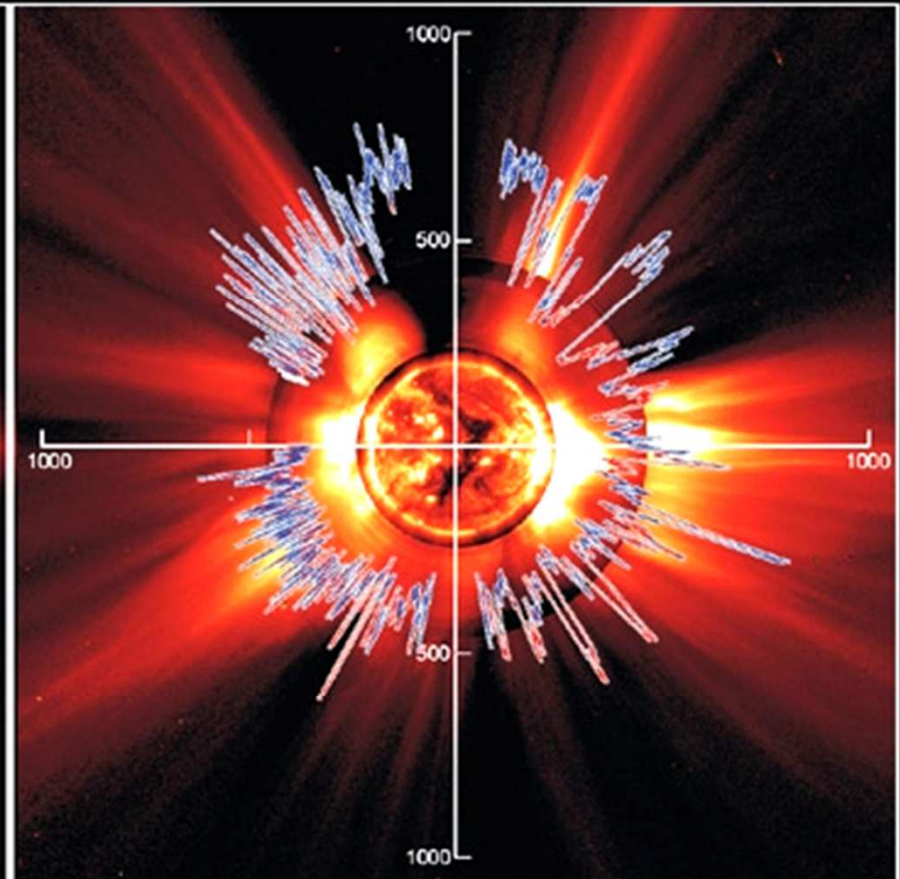
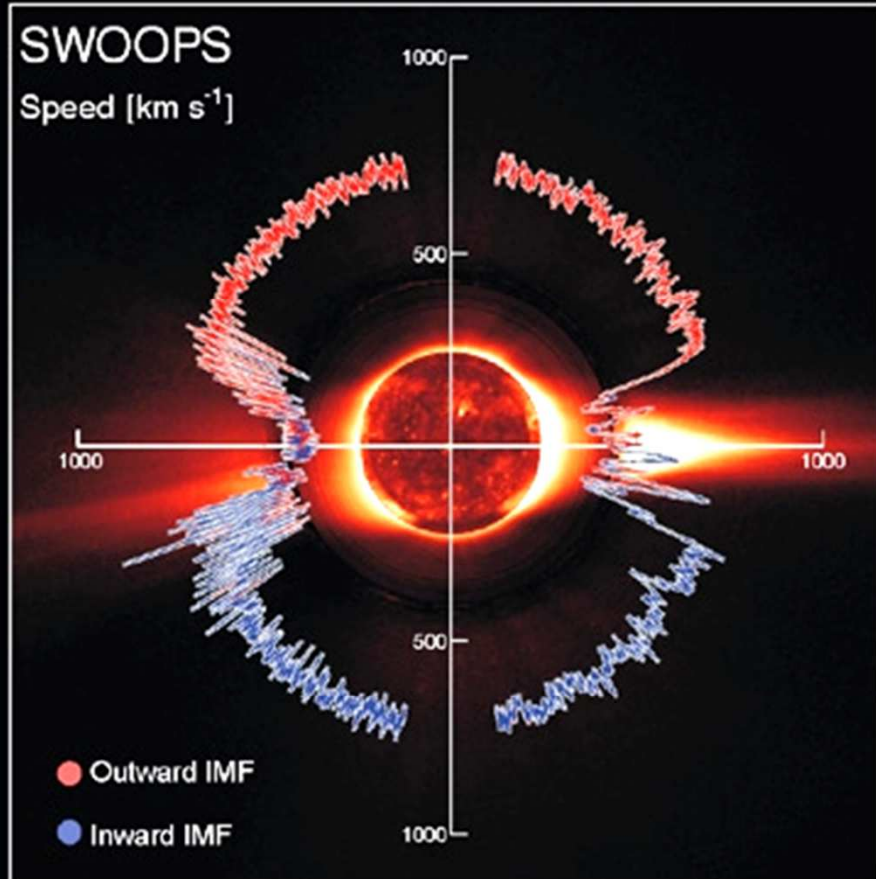


ULYSSES/MAG
Imperial College
● Outward IMF
● Inward IMF

EIT (NASA/GSFC)
Mauna Loa MK3 (HAO)
LASCO C2 (NRL)

Ulysses First Orbit

Ulysses Second Orbit



地球磁層

- 磁層顧名思義是一個由磁場主導的區域，它並不是一個“層”狀結構。磁層頂為地球磁層的外邊界，是“地球磁場與電漿”和“太陽風磁場與電漿”交界的邊界層。但磁層與電離層之間兩者並無明顯的邊界。
- 磁層可視為完全游離的電漿態，磁層中的電漿大多數來自電離層，少數來自太陽風。電離層電漿中的主要正離子成份為氫離子及氧離子，而太陽風電漿中的主要正離子成份為氫離子及氦離子。
- 當太陽風吹向地球時，地球原有的磁偶極場在向陽面會被壓的扁一點，而背陽面的地球磁場，則被拖拉成尾巴狀。整個地球磁場所佔據的勢力範圍，即為磁層。

為什麼地球磁場會由簡單的磁偶極場變形成為“日側被擠壓、夜側被拉長”的模樣？ ← 太陽風、地球磁層中的電流系統

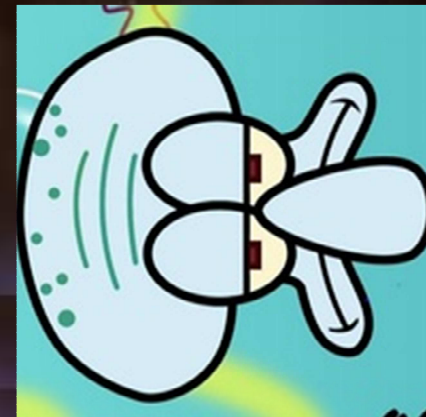
磁鞘 過渡區
Magnetosheath

Magnetopause 磁層頂
太陽風與磁層的邊界

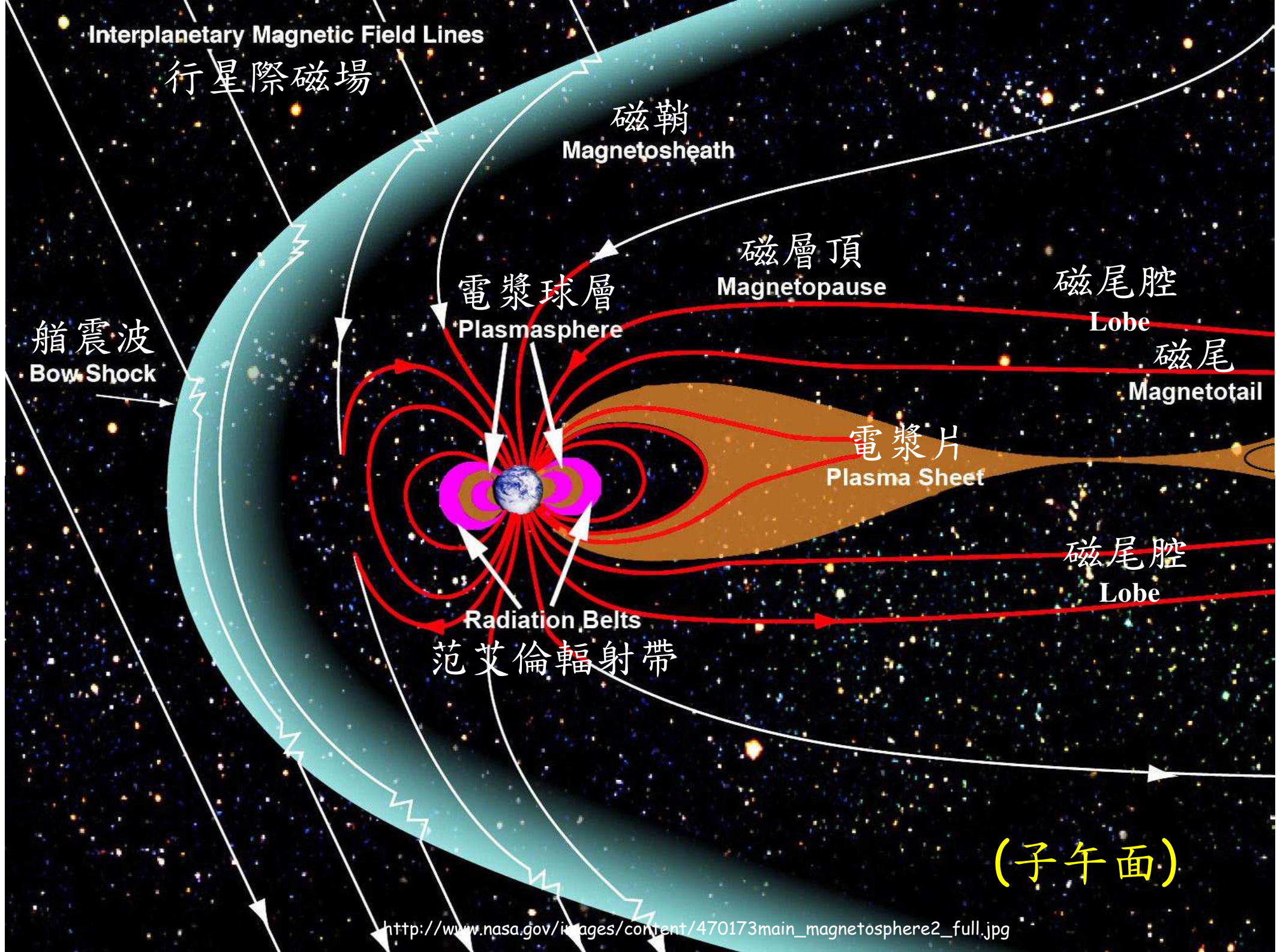
極尖區
Polar Cusp

太陽風由超音速
降為次音速
船震波
Bow Shock

Magnetotail 磁尾



子午面



→ 船震波(bow shock)

當高速的太陽風撞擊地球磁層時，因為受到地球磁場的阻擋必須停下來，於是太陽風速大減。當太陽風速由超音速減小到次音速的地方，就會自然的形成一個激震波。因為這個激震波的外型，與船在水中航行時，船首前方所形成的船波(bow wave)很像，因此又稱為船震波。

→ 磁鞘(magnetosheath)

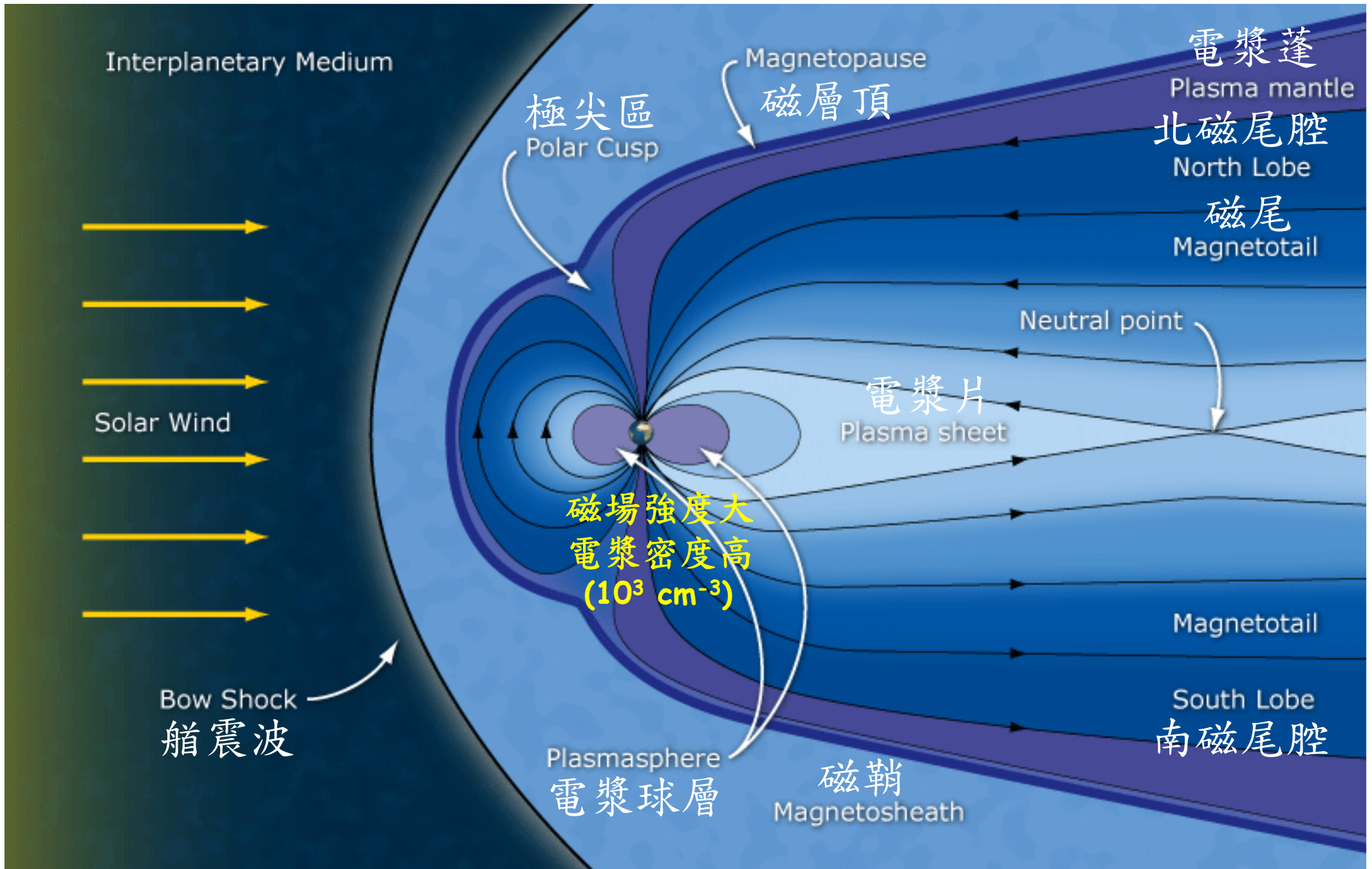
介於船震波與磁層頂之間的亂流區域。磁場擾動大，本區電漿可來自磁層及太陽風。

→ 磁層頂(magnetopause)

位於磁層與太陽風接壤處的明顯邊界。內側為磁層電漿，密度低、溫度高。外側為磁鞘電漿，密度高、溫度低。

→ 極尖區(polar cusp)

位於南北磁極呈喇叭狀的區域，該區的磁場線與太陽風中的行星際磁場線相接，使得太陽風的電漿可沿著磁場線直接進入極尖區。

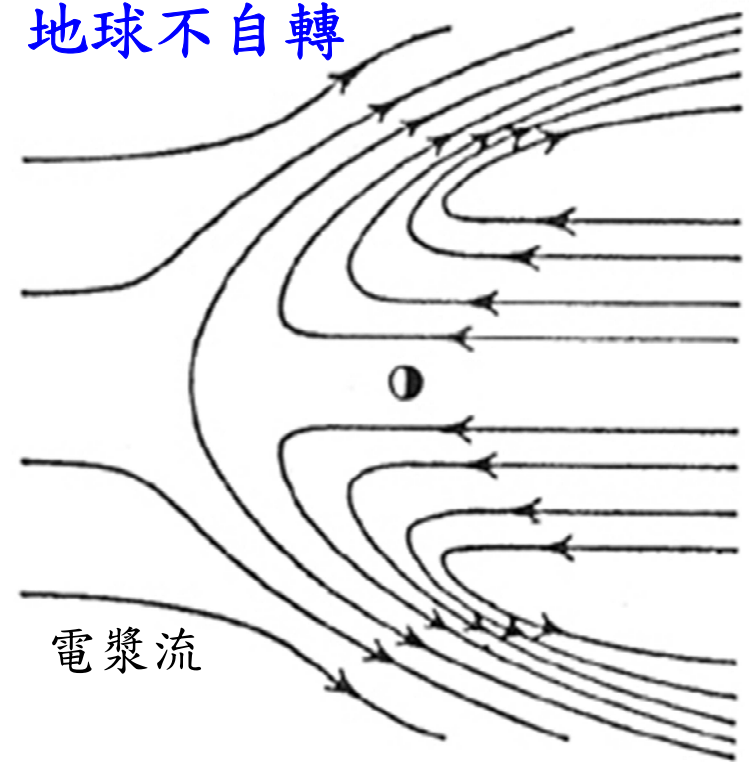


→ 電漿球層(plasmasphere)

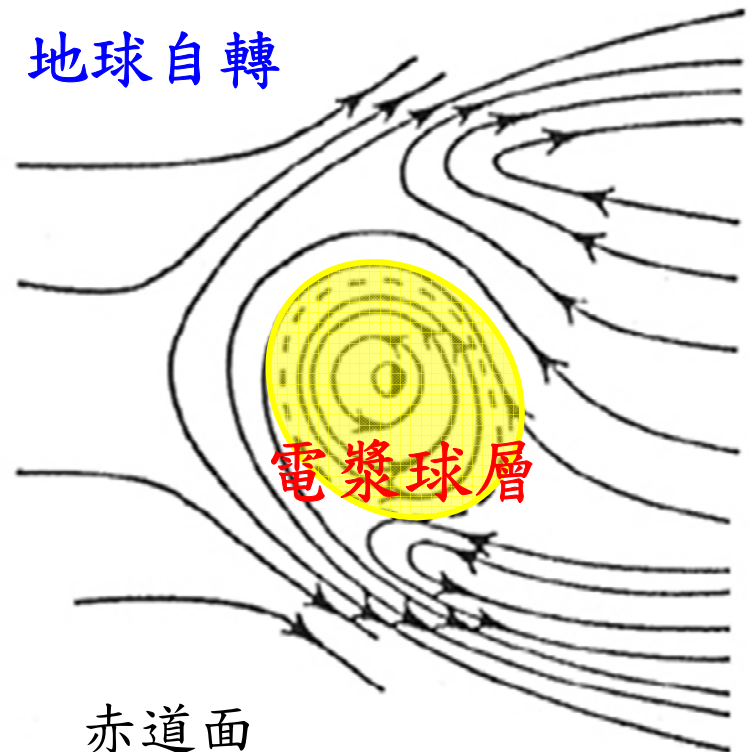
離地球最近的內磁層區域，該區磁場很強、電漿密度也很高。其形成與地球自轉有密切的關係。電漿球層的電漿主要來自中、低緯電離層，少部分的高能粒子來自磁層，很少數的高能粒子來自磁尾電漿片及外太空。

電漿球層頂(plasmapause)內外的電漿密度相差超過一千倍。電漿球層頂的位置決定了電漿球層的大小。電漿球層頂的位置會隨著太陽風所產生的晨昏方向的電場強度增強而內移，也會隨著磁層頂的位置內移而內移。行星自轉越快，電漿球層越大。

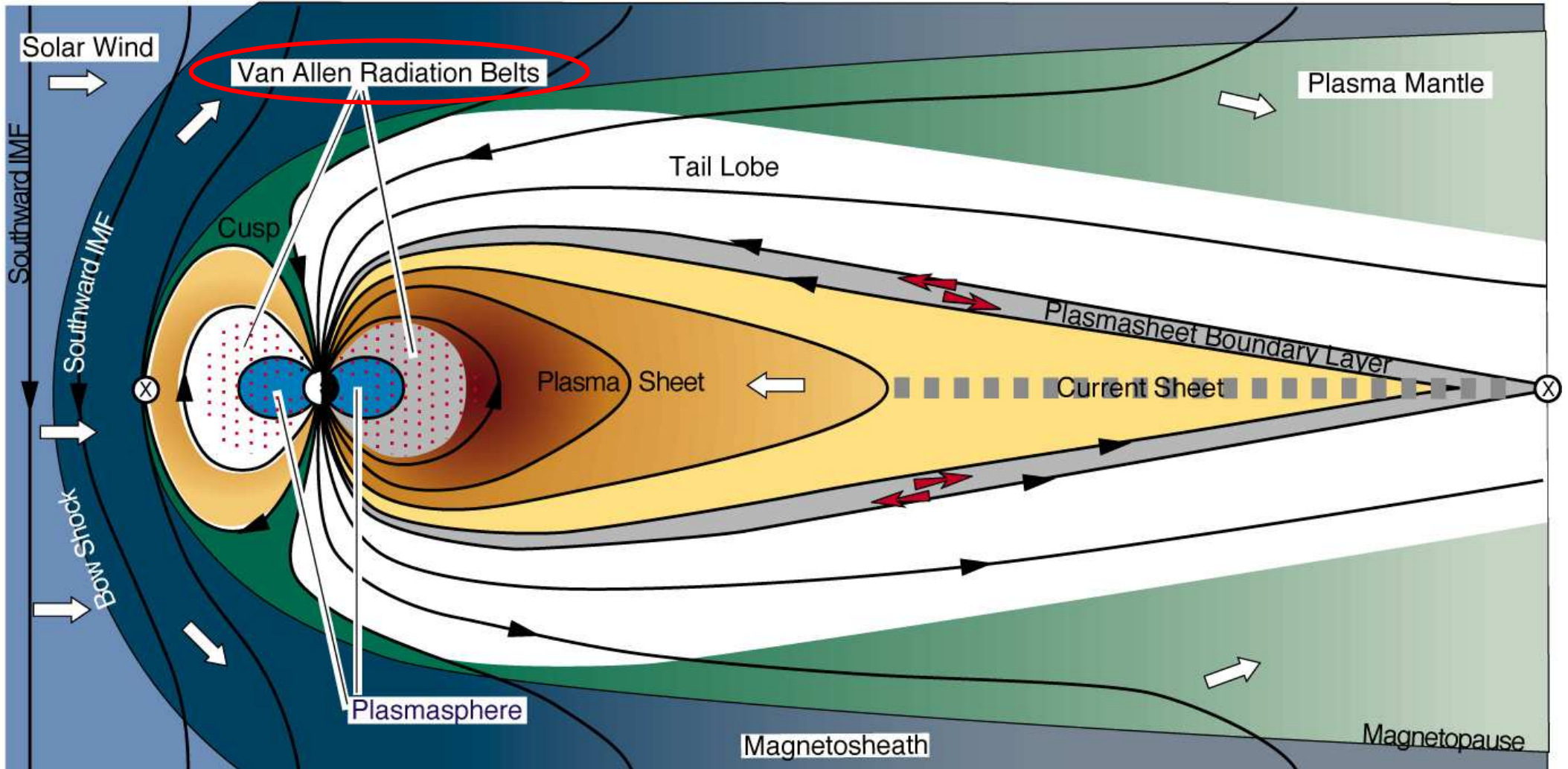
地球不自轉



地球自轉

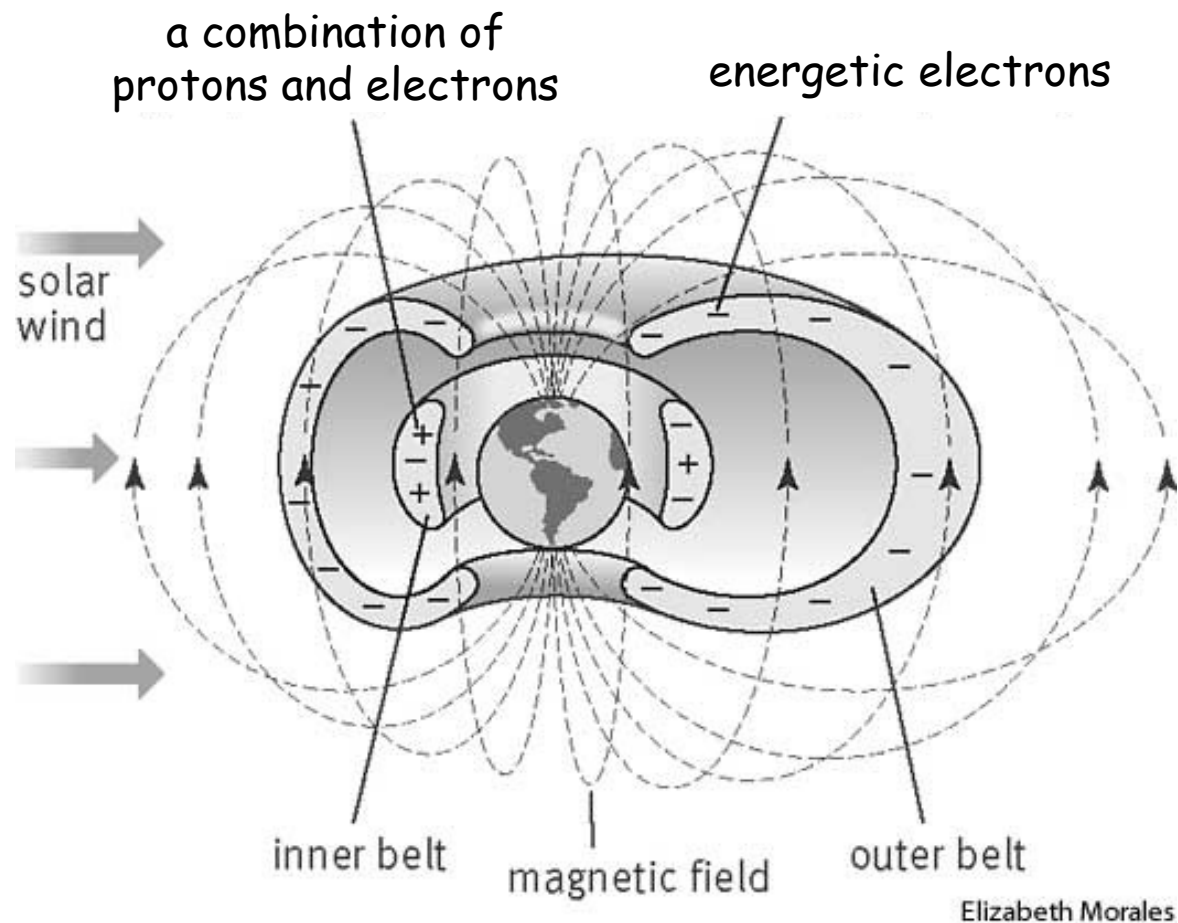


范艾倫帶



地球磁層子午面

→ 范艾倫帶(Van Allen Radiation Belt)



內范艾倫帶是因超新星爆炸產生的高能宇宙射線粒子打入磁層後，被電漿球層的強磁場束縛住，同時又與電漿球層內其他粒子碰撞，產生更多新的高能粒子而構成。

外范愛倫帶是由磁尾的電漿粒子(來自高緯電離層或太陽風)被磁尾區的晨昏電場加速後，灌進電漿球層中或其鄰近區域所構成。來自磁尾的高能粒子數量很多，但其能量不如超新星爆炸產生的高能宇宙射線能量高，因此無法深入到內范艾倫帶。

一般來說，內范艾倫帶裡的高能質子多，外范艾倫帶裡的高能電子多。

內范愛倫帶約位於1~2個地球半徑上空，而外范愛倫帶約位於4~5個地球半徑上空。

電漿球層頂的平均位置約為5~6個地球半徑上空，但有時可內移至3~4個地球半徑。所以內范愛倫帶一定位在電漿球層內部，而外范愛倫帶有時在電漿球層內，有時則在電漿層頂外。

內、外范愛倫輻射帶的分野可由高能電子的分布圖看出來。

