



# 地球磁場與太陽風

## 編輯部

### 什麼是太陽風？

我們所知的太空其實並非是真空，在地球附近每立方公分約有 10 個質點，而且是帶電質點。這些帶電質點來自於我們的太陽 ----- 從日冕洞吹來的太陽風。太陽風的速率在地球附近每秒約 400 公里。

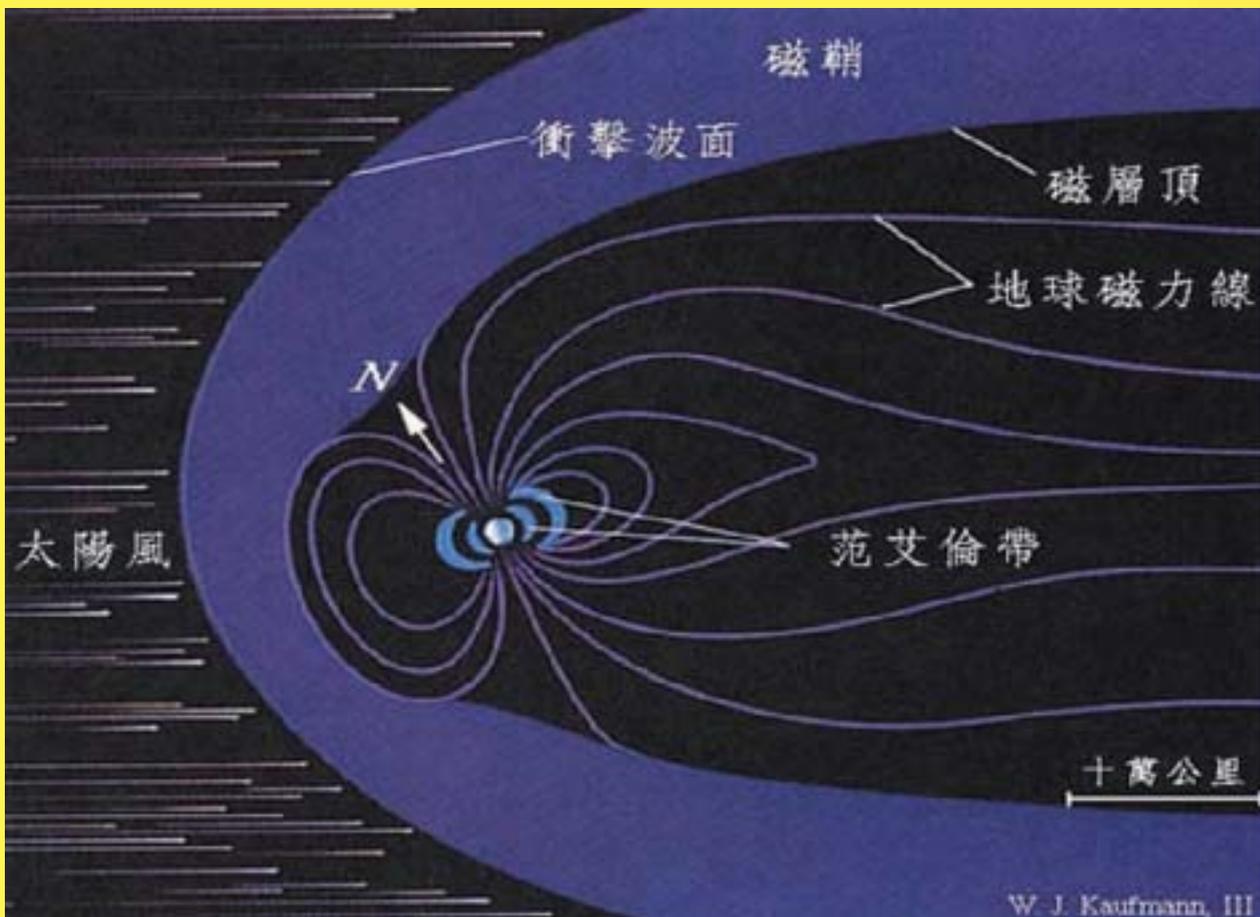
在這裏我們所講的「太空」，指的是目前人類飛行器(太空船)所能航行到達的地方，在我們太陽系之內的行星際空間。太陽系是太空科學與天文學研究相互重疊的領域，太空科學的觀測設備是人造衛星和太空

船，而天文學的觀測設備是望遠鏡。

人造衛星與太空船可以直接測量太空中太陽風質點的數目與速度，而望遠鏡中的彗星有兩條尾巴(離子尾與塵埃尾)也是太陽風存在的證據。離子尾的形成主要與太陽風有關，而塵埃尾的形成主要與太陽輻射光壓有關。

### 誰提出太陽風的概念？

柏克(Parker)在 1958 年提出有名的太陽風理論。太陽隨時有高速的電漿放出而充滿於行星際空間，也就是所謂的太陽風。柏克並算出，如果



# 太陽系探索

太陽附近的日冕溫度若是一百萬度時，則在距離太陽 1AU 的地球附近地區，太陽風的速率是 500 公里 / 秒及密度是每立方公分有七個質子或電子。1962 年，美國的水手二號太空船，證實了柏克的理論是正確的。

## 太陽風電漿(solar wind plasmas)

太陽表面有穩定的高速帶電粒子衝向行星際空間，是為太陽風，而此帶電粒子有電漿的性質。電漿成份乃是帶正、負電的粒子，總是電中性的，是因為溫度高而成為帶電粒子。太陽風中不但有電漿，而且太陽表面的磁場亦為其所帶出，即所謂的行星際空間磁場(IMF)。太陽在旋轉，在赤道附近自轉一周約為地球的 25 天，而兩極則是 35 天左右。在太陽表面不同部份會放射出不同速度的太陽風。一般而言，物質有固、液、氣三態，若給予氣態物質大量能量，原子或分子會分離而成為帶正、負電的離子，此即是物質的第四態 ----- 電漿(或稱等離子體)。

太陽本身俱有磁場，當太陽風吹出時，磁場會被太陽風拉著跑，由於太陽的自轉，太陽磁場會以螺旋結構分佈於太陽系當中，此一太陽磁場又會與太陽系行星的磁場相互影響而造成多個行星附近之太空天氣變化。

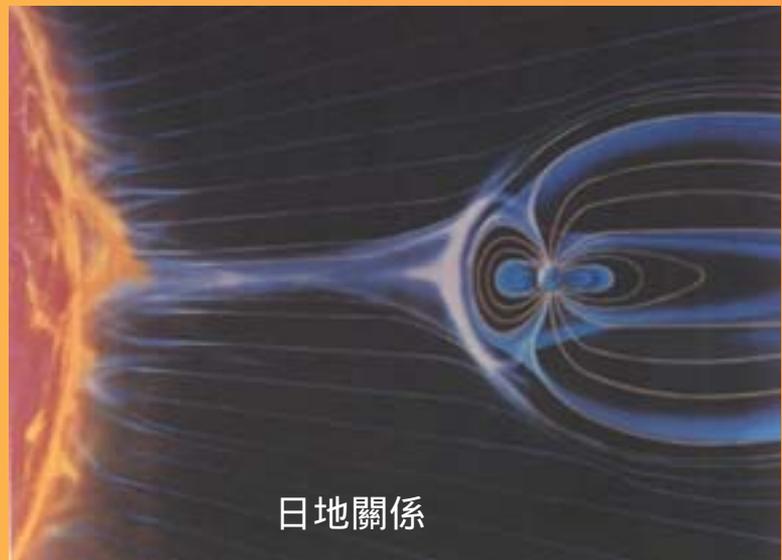
## 行星的磁性大氣防護結構

行星際太空中太陽風粒子吹拂(轟擊)行星的情形與行星各自防護結構有關。九大行星的防護結構一般可分成(1)無大氣無磁場(如火星)，(2)厚大氣無磁場(如金星)，(3)無大氣有磁場(如水星)，(4)有大氣有磁場(如地球及類木行星)四組。行星的大氣層像一把強力保護傘，它減少太陽光的

輻射殺傷力、流星體衝擊的破壞力以及太陽風粒子的轟擊貫穿力。磁場是一頂超級磁力盾牌，它先形成一股奇妙的船首震波(Bow Shock)進而阻隔了太陽風電漿粒子，使得大部分的星球表面免於受侵害。

## 地球磁場的形狀

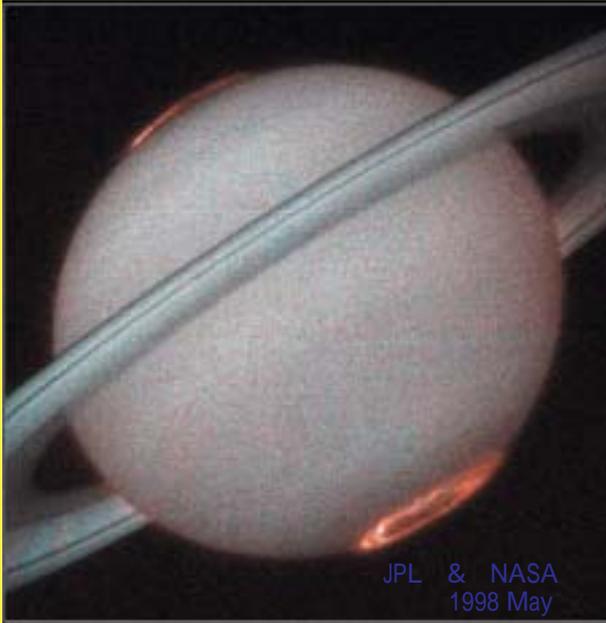
因為太陽風的吹拂，原本應呈偶極對稱(dipole)的地球磁場被吹成不對稱的形狀。迎風面的磁層頂高度約為 10Re(地球半徑)，而背風面的磁尾長度可有數百個 Re。太陽風速度快的時候磁層頂的高度會降低，而太陽風速度慢的時候磁層頂的高度會升高。太陽風中的帶電粒子會從磁尾進入地球的磁場極區，有的被地球磁場捕獲而形成內、外范艾輪輻射帶，有的在極區高空進入地球大氣，高能帶電粒子與空氣分子相碰撞而產生綠色及粉紅色的極光。



日地關係

## 太陽活動與地球磁場脈動

當太陽表面寧靜的時候，吹出



土星大氣的雙極光圈(極光非地球專有)



說明：阿拉斯加夜間天空上的綠色極光  
拍攝者：洪景川  
時間：UT 08:30 April 1st, 2001

穩定的太陽風，地球磁場迎風面受太陽風吹拂，在地面可觀測到振幅小而且是周期性的地磁微小脈動訊號。

當太陽表面活動劇烈的時候，例如有太陽閃焰（Solar Flare）爆發的時候，太陽風會突然增強，而約三天後高速帶電粒子會衝達地球，地球磁場受影響，在地面上可觀測到振幅大而且呈非周期性的巨大性振幅脈衝的地磁脈動訊號。

### 結論

行星際空間中充滿了太陽風的電漿態帶電粒子。

太陽表面活動會影響太陽風的質點數目及速度變化。

地球磁場保護著地球表面免受於太陽風的直接吹拂。

極光的產生是太陽風中的帶電粒子進入地球磁場極區而與高空大氣碰撞所產生的。

范艾倫輻射帶是因帶電粒子被地球磁場捕獲的關係。

彗星離子尾是由太陽風吹拂而形成的。



藍色行星 -- 地球