

摘要

磁暴是太陽磁場對地球磁場的劇烈擾動現象。由於強烈磁暴可能對人造衛星、地面電力系統、電器用品等產生危害，因此了解磁暴的機制十分重要。本文參考中的地磁指數 DST、太陽黑子數、質子通量、日冕指數等觀測資料，分析多個太陽週期期間的磁暴。觀察其中的週期性來試圖預測未來磁暴發生的可能性與強度。接著分析各資料與磁暴強度的關聯性，推論那些可做為磁暴將發生的依據。因此分別歸納各個太陽週期的黑子數、質子通量對磁暴強度的相關係數。

研究動機

基於太陽磁場對地球磁場及人類科技的影響巨大而試圖在數據上找到規律、得到各種數據間的連結並預測未來磁暴發生的時間點、可能性及影響。

研究目的

- 一、探討造成磁暴的不同因素
- 二、猜測因素與間磁暴的相關性

研究設備及器材

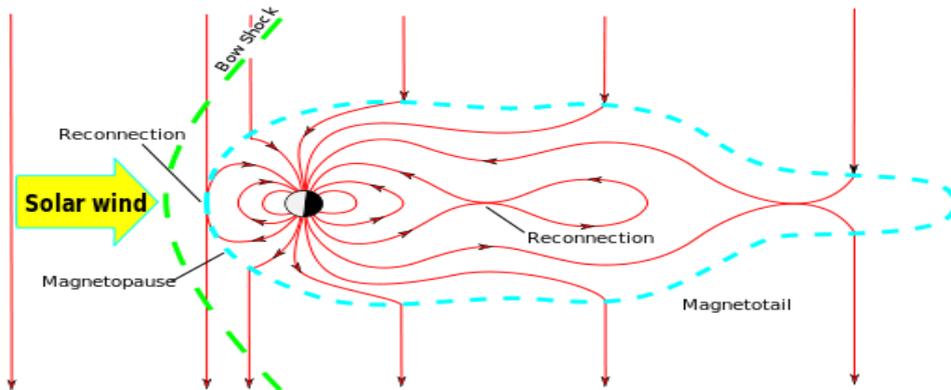
- 一、電腦軟體：Microsoft Word、Microsoft Excel

研究過程或方法

我們根據網路上的資料，推斷可能與磁暴有相關性的現象或因素，將該因素量化並和磁暴的資料做比對，算出相關係數來佐證我們推測。

一、文獻探討

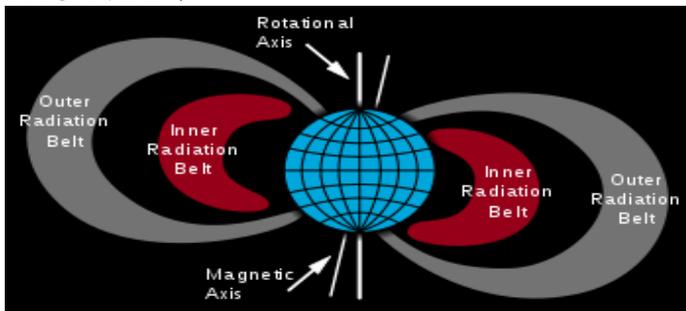
(一) 磁暴



磁暴主要是由太陽風暴與地球磁場交互作用所引起的地球磁層擾動，能波及全球，磁暴發生時可能使導航所用的羅盤顯示異常，甚至使通訊中斷。

此研究中我們使用地磁指數 Dst (Disturbance storm-time) (單位:nT)和其他因素做比對，使用 Dst 是因為他能直接表示磁暴強度。

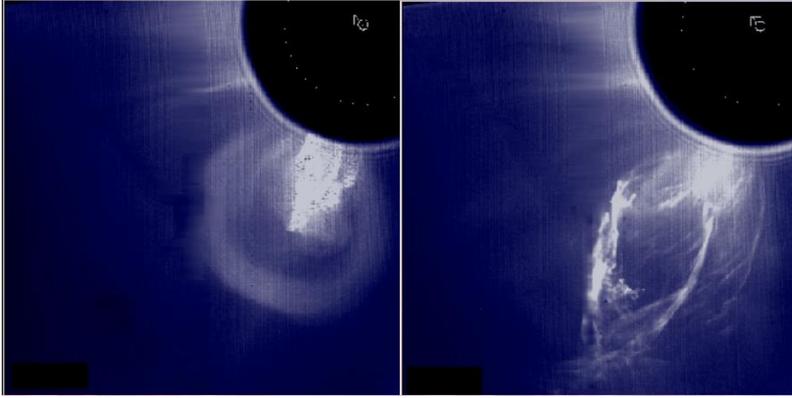
(二) 范艾倫輻射帶



范艾倫輻射帶是太陽磁場與地球磁場交互作用的結果，帶電粒子在范艾倫帶間來回運動。當太陽發生磁暴時，侷限在范艾倫帶的高能帶電粒子大量洩出，並隨磁力線於地球的極區進入大氣層，激發空氣分子產生極光。范艾倫輻射帶一般情況下分為內外兩層，外圈主要由高能電子組成，內圈主要由高能質子組成。

此現象我們使用質子通量(單位:個/cm²*s*Sr)來做比對。

(三) 日冕物質拋射(CME)



CME (coronal mass ejection)是從太陽噴發出氣球狀的太陽風爆發，從日冕上方升起，並隨著它們的上升而擴大，釋出物質如電子和質子，他會與地球的磁層相撞，而且可能導致磁暴的發生。此現象我們將使用日冕指數 (CI)(單位: $10^{16}W/sr$)來做比對。

(四) 太陽週期

又稱為太陽黑子週期，是近乎週期性的 11 年太陽活動變化，而太陽活動會影響太陽輻射和銀河宇宙射線等，因此我們推測太陽週期和磁暴的發生有關連。

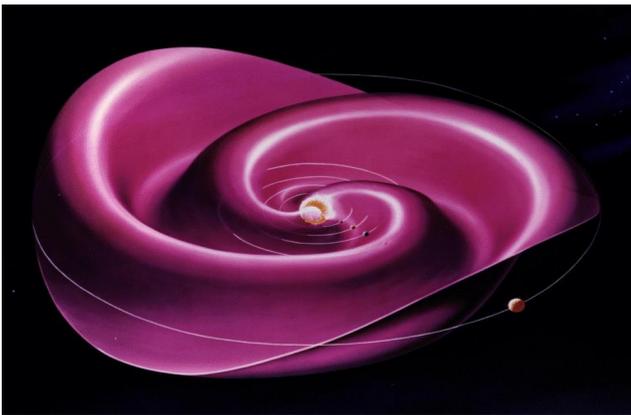
我們將太陽黑子數(單位:個)作為太陽活動變化的標準，並用其來做比對。

(五) 極光

極光是由於來自磁層和太陽風的帶電高能粒子被地磁場導引帶進地球大氣層，並與高層大氣中的原子碰撞造成的發光現象，通常發生在高緯度地區，但當磁暴發生時，在較低的緯度也會出現極光，因此我們想知道極光與磁暴間是否存在高度相關。

我們用 Auroral Electrojet Index(AE)來做比對。

(六) 太陽圈電流片



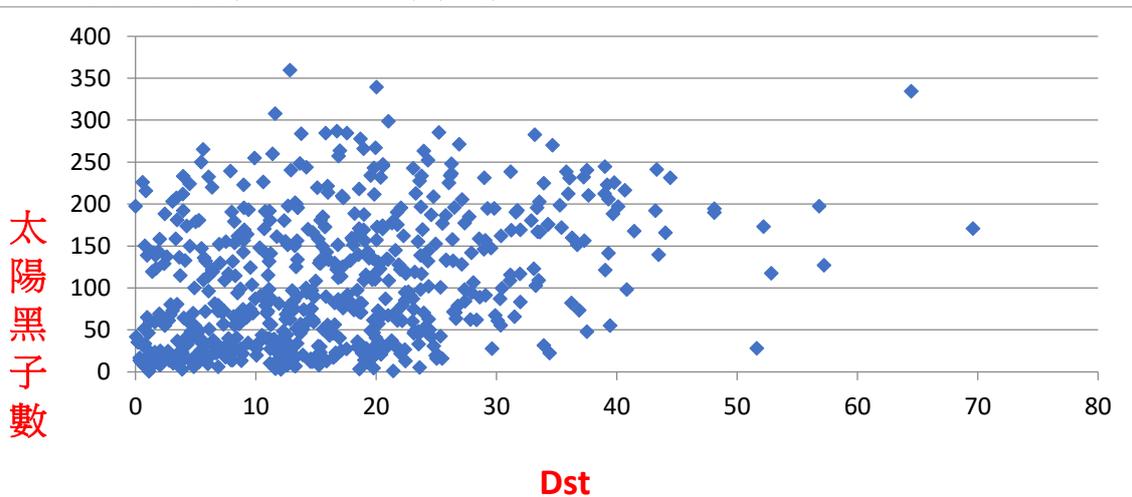
太陽圈電流片是一個分離相反磁極區域的表面，電流片的形狀是受到行星際物質中太陽磁場旋轉的影響而形成的，太陽圈電流片隨著太陽的自轉每 27 天轉一圈，在這期間地球的磁場會穿越其峰頂與谷底，並與之發生相互作用。

(七) 亞暴

亞暴，又稱為磁層亞暴或極光亞暴，是地球磁層中的一種短暫擾動，是磁層內發生的擾動，最終由太陽風引起。

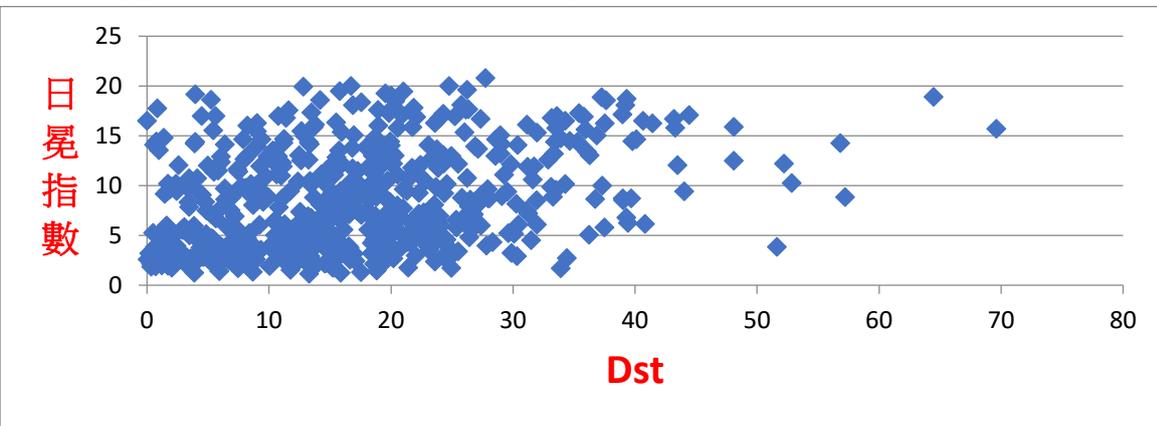
研究結果與討論

Dst 和太陽黑子數(1957~2006 月平均)



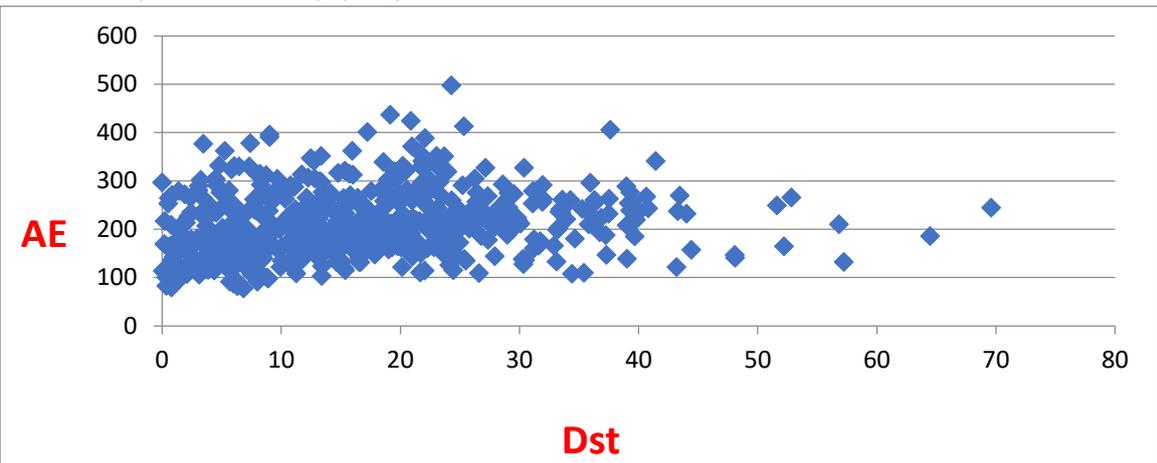
相關係數 0.342136611

Dst 和日冕指數 (CI) (1957~2006 月平均)



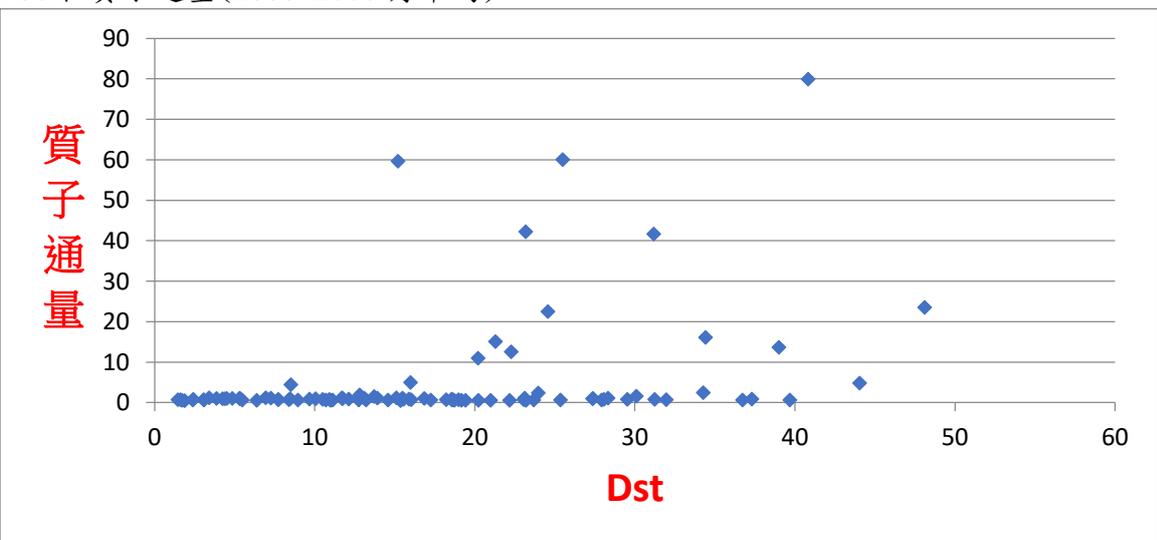
相關係數 0.345987

Dst 和 AE(1958~2006 月平均)



相關係數 0.167808887

Dst 和質子通量(1999~2006 月平均)



相關係數 0.345337346

起初我們得到 Dst 對於各個數據幾乎沒有相關性，所以重新整理並去除了一些不正確的資料，得到 DST 對於太陽黑子數、日冕指數和質子通量為低相關，而 AE 為極低相關，這種結果或許是因為數據中有些極端值影響，而這些極大值可能是一些突發現象。

結論

這次的研究結果和我們預期的相差甚遠，太陽黑子數、日冕指數和質子通量均為低相關性，Auroral Electrojet Index 甚至為極低相關，這可能代表當這些數值增高時並不一定會發生磁暴，但與此同時我們也有在個別擷取這些訊息時發現他們的規律，未來我們會按照這些規律做更深入的研究。

參考資料

Dst 來源: cdaweb.gsfc.nasa.gov

日冕指數來源: <https://www.ncei.noaa.gov/products/space-weather/legacy-data/solar-coronal-data>

太陽黑子數來源: <https://www.sidc.be/silso/eisnplot>

太陽圈電流片: https://geomag.bgs.ac.uk/data_service/space_weather/solar.html