

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

第三名

031731

風從哪裡來－從太陽風及日冕拋射物質探討太陽系的磁場
結構

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者： 國一 劉宛昕 國一 黃亮嘉	指導老師： 劉宏二
---------------------------------	------------------

關鍵詞： 太陽風、日冕拋射物質、移動平均濾波法

「風」從哪裡來？——初探太陽風粒子與日冕拋射物質之研究

壹、摘要

本研究為探討太陽風粒子與日冕拋射物質之振盪性及關聯性，建立太陽風來源的可能模型。研究資料來自 NASA 的 SOHO 衛星資料庫中太陽風粒子及日冕拋射物質觀測記錄，數據計有 2000 年到 2006 年太陽風速度、密度資料 59434 筆及 2000 年到 2005 年日冕拋射物質發生位置角、最大角寬度、能量 7244 筆。經由移動平均濾波法及時序分析，藉由分析振盪週期及關聯性探討，得到三點結論：一、太陽風及日冕拋射物質均有週期振盪的現象，兩者振盪有一致性。二、日冕拋射物質現象會直接影響太陽風通量密度變化。三、太陽風的來源有三種：穩定的弱噴發源、半規律性 90 度結構的次噴發源及日冕拋射物質所形成的強噴發源。

貳、研究動機

在自然課本第六章—運動中的天體中提到太陽活動會影響太陽系及地球，尤其是太陽風粒子和地球交互作用所產生的極光，感到萬分十分好奇，因此我們想瞭解太陽風粒子的特性及可能來源，決定以此為目標著手研究。

參、研究目的

- 一、從太陽風粒子的觀測資料庫，分析太陽風粒子數據試找出特性，並探討太陽風的週期性振盪。
- 二、從日冕拋射物質影像數據資料庫，分析日冕拋射物質的分佈及特性，並探討 CME 發生的週期性振盪。
- 三、從太陽風粒子及日冕拋射物質的時序分析資料，試圖建立兩者的關聯性。
- 四、建立太陽風粒子來源的可能模型。

肆、研究設備及器材

- 一、電腦及網際網路
- 二、分析軟體 Microsoft Office Excel
- 三、SOHO 衛星太陽風粒子與日冕拋射物質資料
- 四、

伍、研究過程或方法

- 一、分析方法：時間序列分析及移動平均濾波法。
 - (一) 時間序列分析：將觀測值依發生時間排序，顯現觀測值隨著時間變化，分析可能的振盪週期。

- (二) 移動平均線：一種改良的算術平均數，將平均數逐期移動消除隨機性的雜訊（包括爆發或資料不全），可得到較長週期（低頻）的變化趨勢。期數的大小視具體情況而定，移動期數較少時，會反應短期振盪變化，能反映變化長期趨勢。若所使用的移動平均期數和觀測值的週期一致或整數倍時，會因數值平均抵消造成趨勢線平滑化。
- (三) 移動平均差：當移動平均線期數變大會消除高頻振盪，使短期振盪的振幅變小，若用短期數的移動平均值減去長期數移動平均值，會加強顯現短期變化量，比較容易顯現短週期（高頻）振盪，藉此方式可求得具有振盪現象的週期性。

二、從太陽風粒子的觀測資料庫，分析太陽風粒子數據試找出特性，並探討太陽風的週期性振盪。

- (一) 以網際網路進入 NASA 的 SOHO 衛星 Spacecraft 查閱和太陽風資料，該資料為每小時一筆的觀測資料，從 2000 年 1 月 1 日開始，到 2006 年 12 月 31 日，共 59434 筆資料。觀測項目為：太陽風粒子平均速度（公里/秒）、單位面積的平均質子數密度（個/立方公分）
- (二) 統計上述太陽風粒子觀測值，以頻率分析粒子並做出次數分布圖，瞭解太陽風粒子的性質。並將太陽風粒子速度及密度以散佈圖分析，瞭解太陽風粒子觀測值之間的相關性。
- (三) 在討論中得知太陽風粒子速度及密度乘積為太陽風粒子通量密度，計算太陽風粒子通量密度數據。將太陽風通量密度數據依時間序列排序，利用移動平均線及移動平均差以時序分析畫出折線圖，探討可能的振盪週期。

三、從日冕拋射物質影像數據資料庫，分析日冕拋射物質的分佈及特性，並探討 CME 發生的週期性振盪。

- (一) 以網際網路進入 NASA 的 SOHO 衛星 Spacecraft 查閱和日冕拋射物質數據及影像資料，該資料為日冕拋射物質事件發生時才有記錄，從 2000 年 7 月 1 日~2005 年 12 月 31 日，共 7244 筆資料；其中具有能量記錄資料的有 4580 筆。
- (二) 日冕拋射物質觀測項目資料說明，如圖 1：
 1. 發生方位角（Central PA）：以太陽北極為基準，日冕拋射物質發生位置方位角。
 2. 最大角寬度（Angular Width）：LASCO 的 C2 望遠鏡所測量到穩定的最大日冕拋射物質角寬度。
 3. 線性速度（Linear Speed）：C2 望遠鏡視野所測到日冕拋射物質噴發的平均線性速度。
 4. 能量（CME Energy）：由日冕拋射物質觀測影像可求得質量及加速度並計算出動能與位能，其總和即為能量。

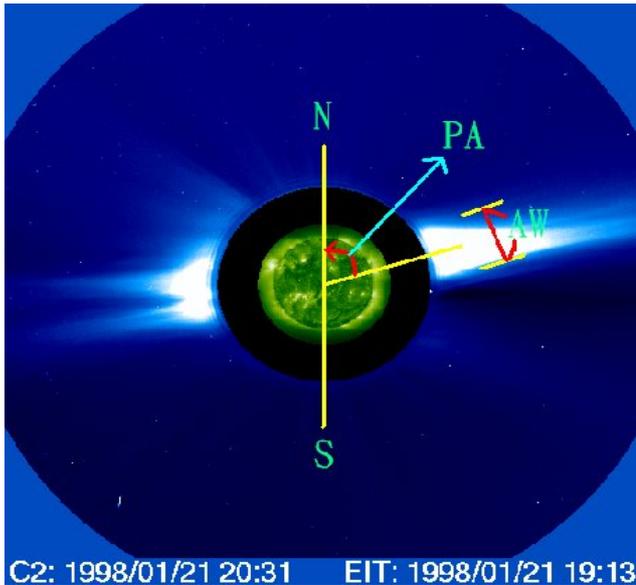


圖 1 日冕拋射物質觀測項目說明圖

- (三) 統計上述日冕拋射物質觀測值，以頻率分析日冕拋射物質觀測值並做出次數分布圖，以瞭解日冕拋射物質的性質。將日冕拋射物質觀測值以相關性分析，瞭解日冕拋射物質各項性質之間的相關性。
- (四) 建立日冕拋射物質的時間序列，但日冕拋射物質事件並非連續事件，爲了方便比對太陽風粒子和日冕拋射物質資料，因此採用太陽風的時間序列，也就是每小時單筆資料；利用移動平均線消除無資料的時間點，並以移動平均差作時序分析畫出折線圖，探討可能的振盪週期。

四、從太陽風粒子及日冕拋射物質的時序分析資料，試圖建立兩者的關聯性。

- (一) 太陽風粒子及日冕拋射物質的觀測資料筆數不同，因此採用 2000 年 7 月 1 日~2005 年 12 月 31 日，共 61334 筆。因日冕拋射物質是採用移動平均值，爲避免時序排列前後端資料缺口在計算上產生誤判，故捨去兩端部分資料。
- (二) 將太陽風粒子或日冕拋射物質資料分別以採用相同時序及期數移動平均線，繪出時序分析圖，探討太陽風粒子和日冕拋射物質週期的一致性。
- (三) 將上述太陽風粒子或日冕拋射物質的相同期數移動平均值作散佈圖，探討太陽風粒子和日冕拋射物質的關係。

五、藉由太陽風及日冕拋射物質的關聯性探討的結果，建立太陽風粒子來源的可能模型。

陸、研究結果

一、從太陽風粒子的觀測資料庫，分析太陽風粒子數據試找出特性，並探討太陽風的週期性振盪。

- (一) 由太陽風速度頻率分析次數分布圖（圖 2）顯示，多數集中在 350-550km/sec；

在太陽風密度頻率分析次數分布圖（圖 3）顯示集中在 2.6-10 個/立方公分之間。兩項觀測值均集中平均值附近，出現頻率隨著數值變大而降低。

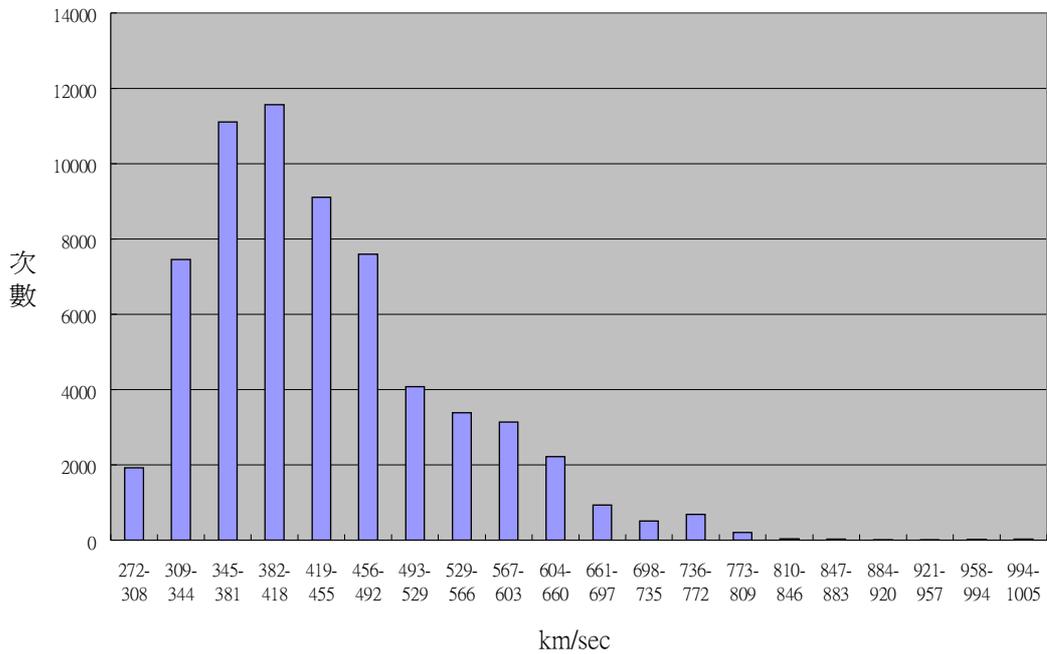


圖 2 太陽風速度頻率分析次數分布圖

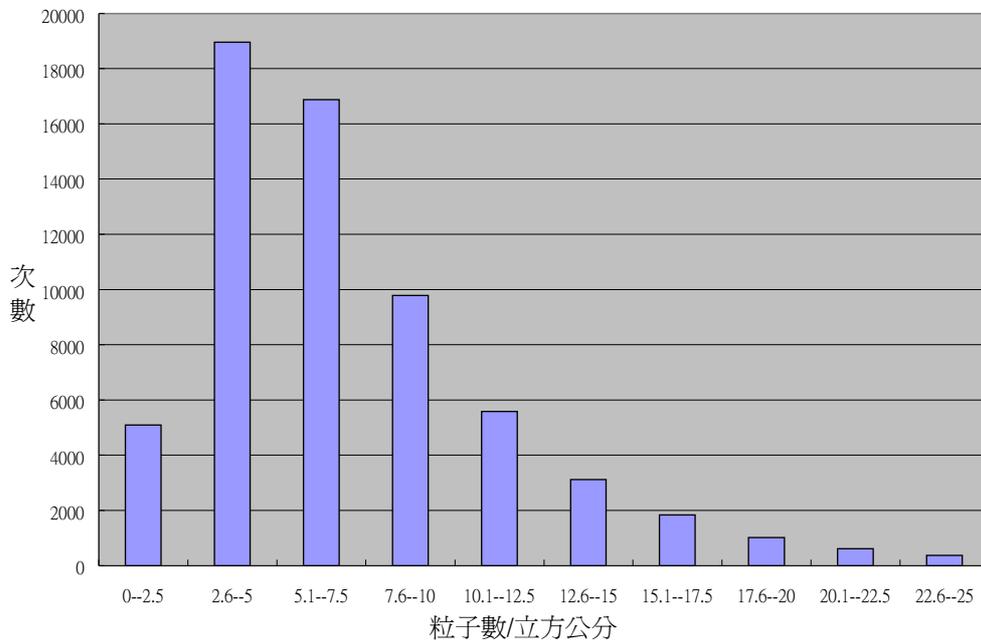


圖 3 太陽風密度頻率分析次數分布圖

(二) 從太陽風粒子密度—粒子速度散佈圖（圖 4）顯示，太陽風粒子的速度與密度的最小值兩者大致為反比關係。

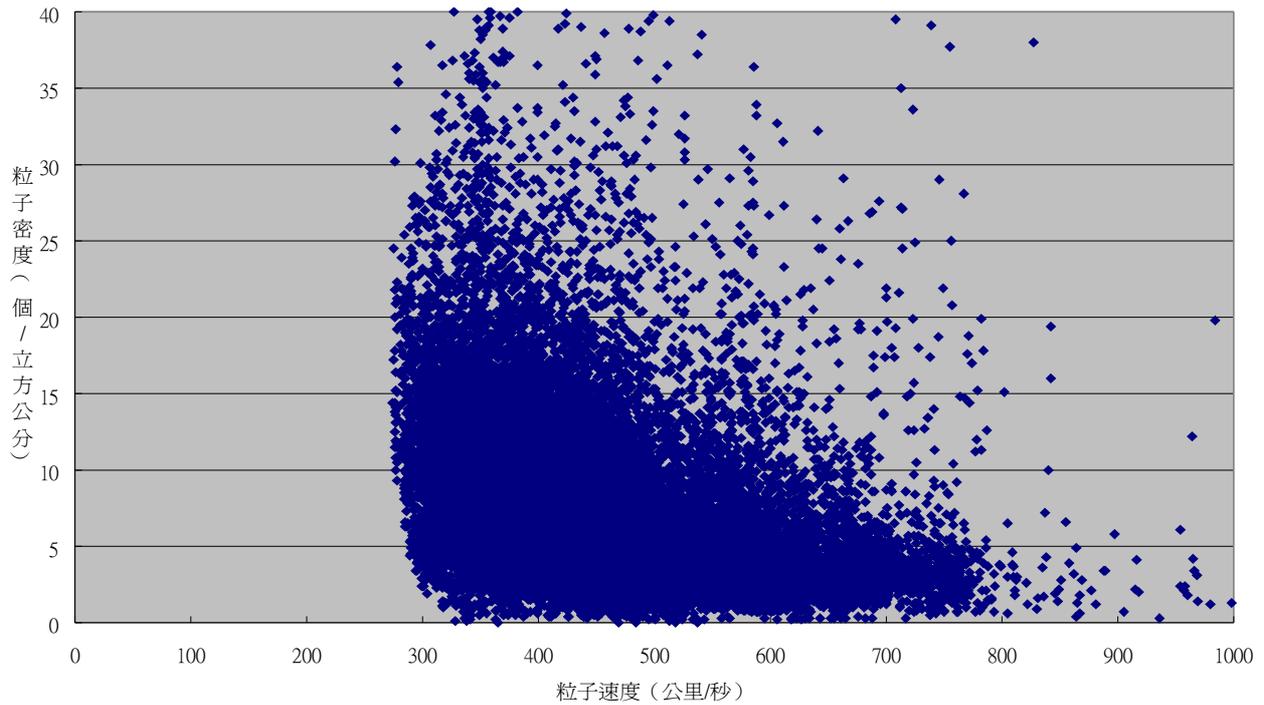


圖 4 太陽風粒子密度－粒子速度散佈圖

(三) 以移動平均法處理太陽風粒子通量密度時序分析上，顯示至少有三種振盪週期。

1. 在太陽風粒子通量密度移動線平均圖 (T=23) (圖 5) 及移動平均差 (T23 - T239) 時序圖 (圖 6) 及太陽風粒子通量密度移動平均差 (T23 - T179) 時序圖 (圖 7) 分析，顯示太陽風粒子通量密度有半規律振盪現象，週期及振幅不穩定，最短週期約為 110 時，最長週期約為 250 時，平均週期約為 180 時的振盪。

T=23

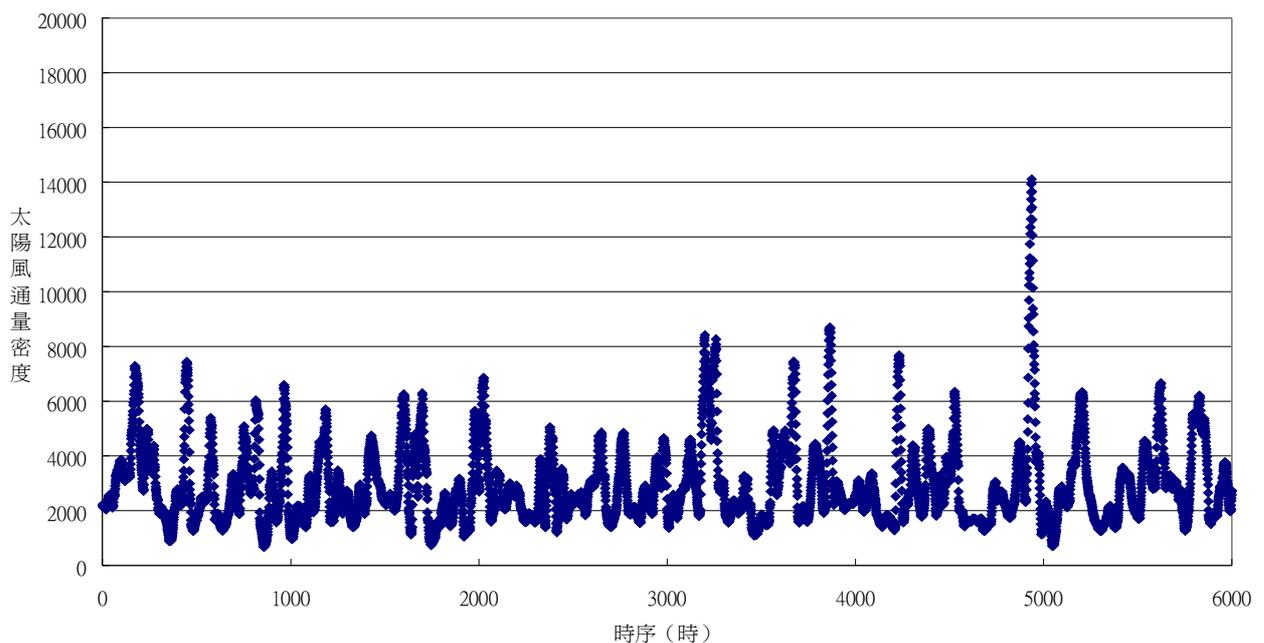


圖5 太陽風粒子通量密度移動平均線圖 (T=23)

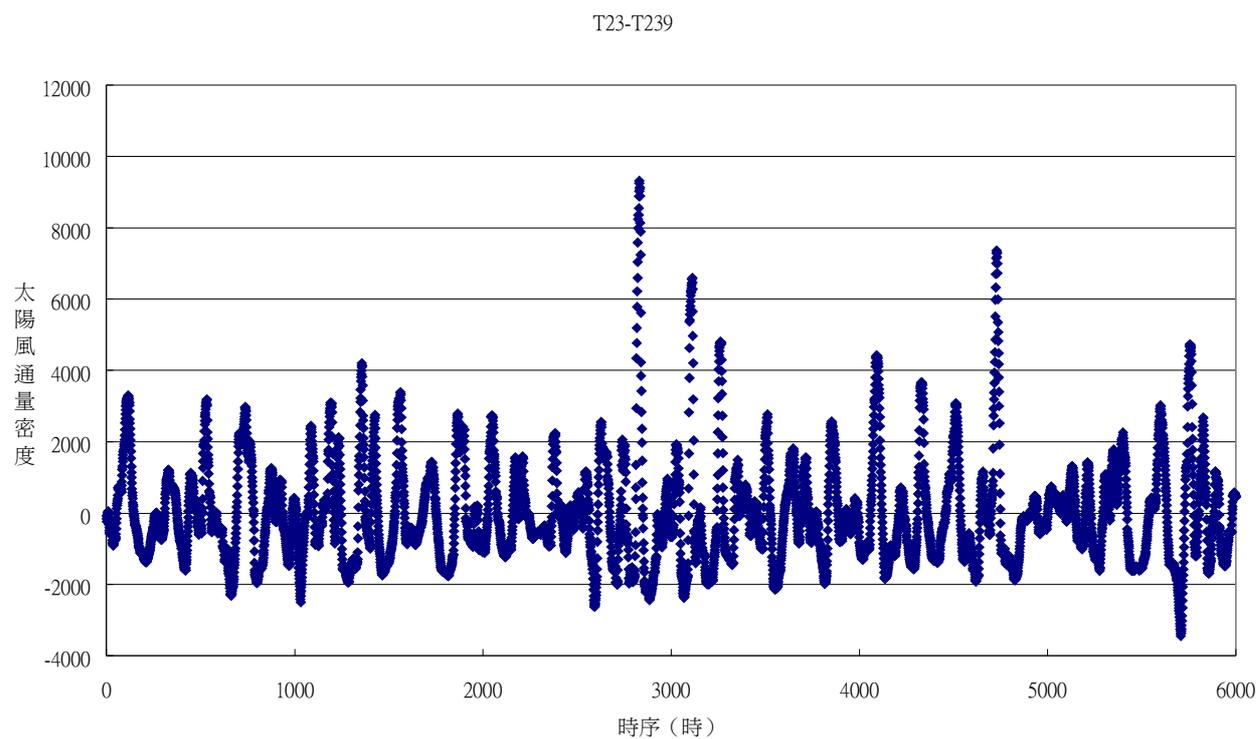


圖6 太陽風粒子通量密度移動平均差 (T23 - T239) 時序圖

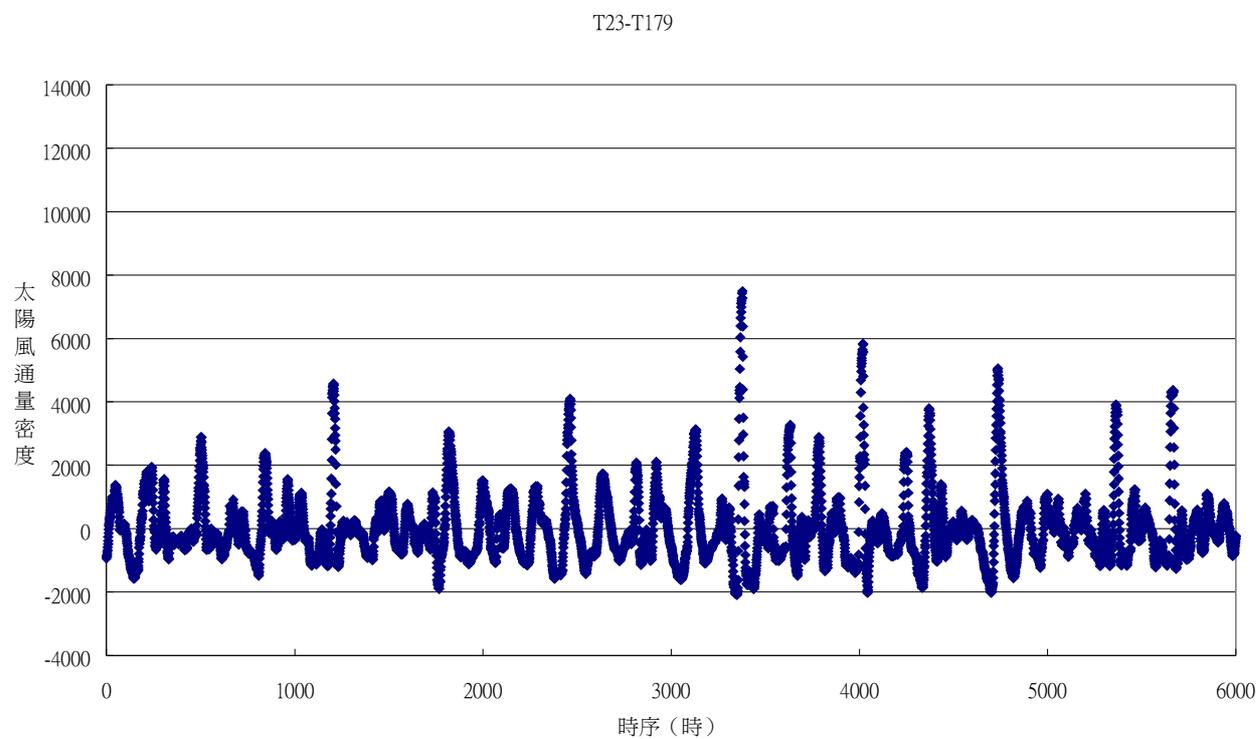


圖7 太陽風粒子通量密度移動平均差 (T23 - T179) 時序圖

2. 在太陽風粒子通量密度移動平均分析圖 (T=179) (圖8) 顯示, 存在 600-

700 時的不穩定振盪。經分析後所得的太陽風粒子通量密度移動平均差 (T239 - T1199) 時序圖 (圖 9) 及太陽風粒子通量密度移動平均差 (T179 - T699) 時序圖 (圖 10) 顯示，太陽風粒子通量密度有規律振盪現象，但振幅及週期較為穩定，平均週期約為 700 時。

(T=179)

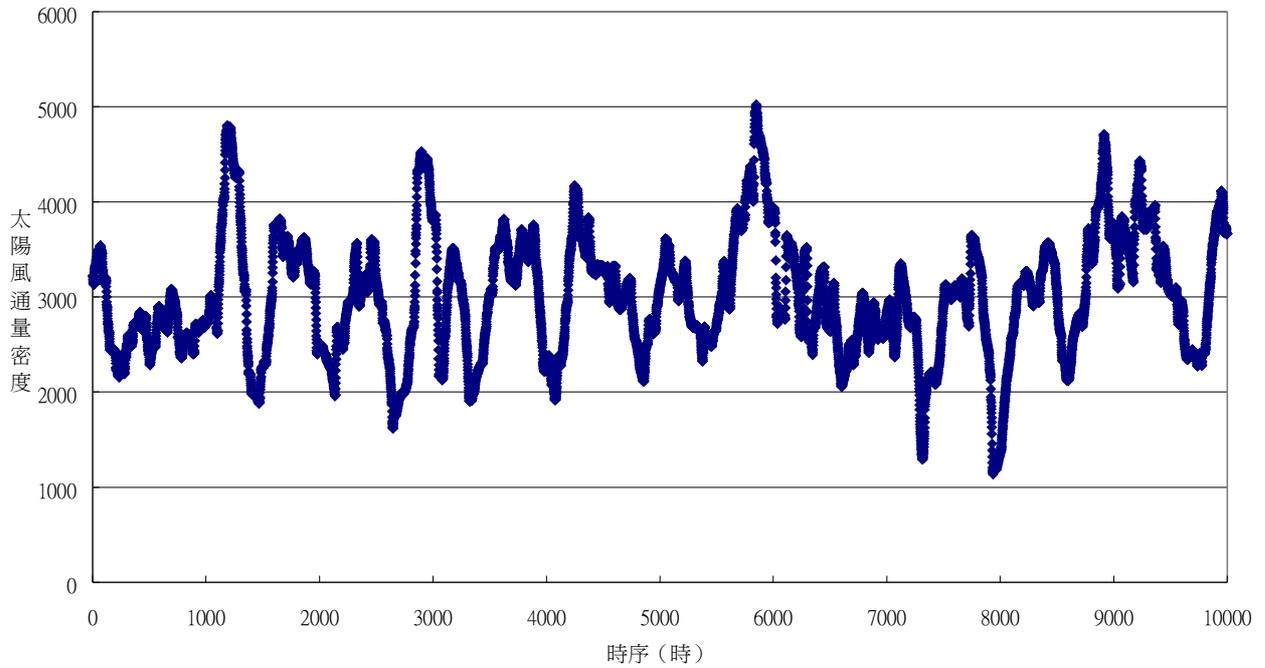


圖 8 太陽風粒子通量密度移動平均線圖 (T=179)

T239-T1199

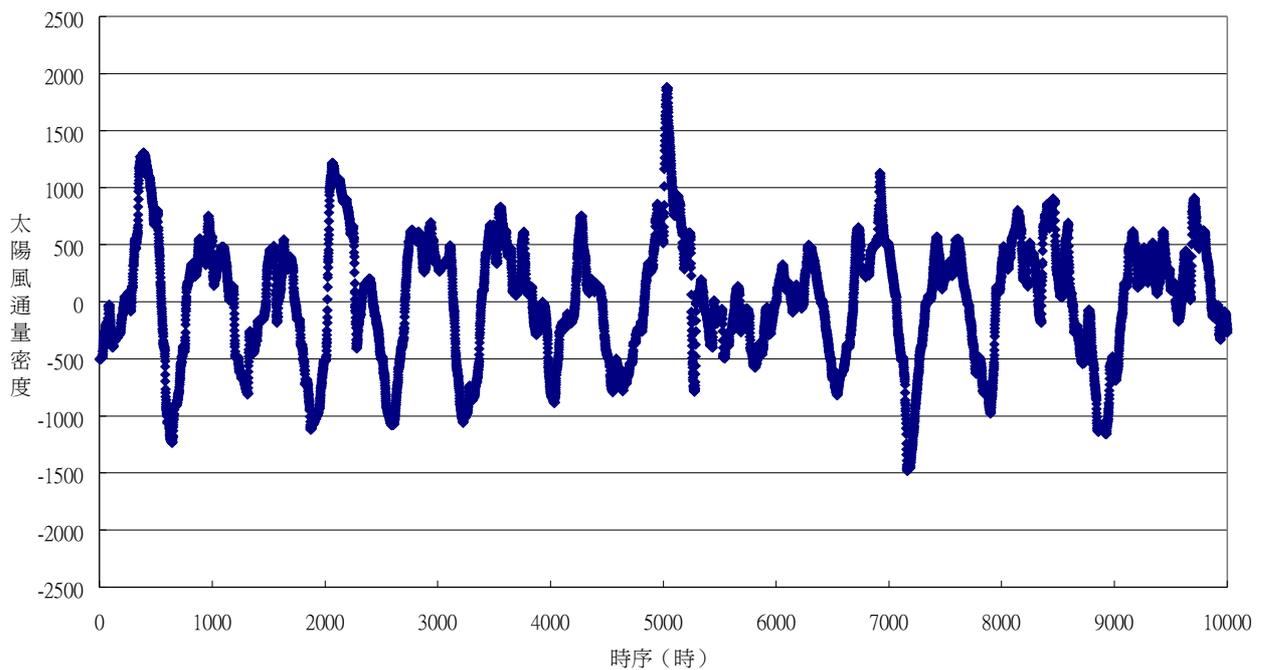


圖9 太陽風粒子通量密度移動平均差 (T239 - T1199) 時序圖

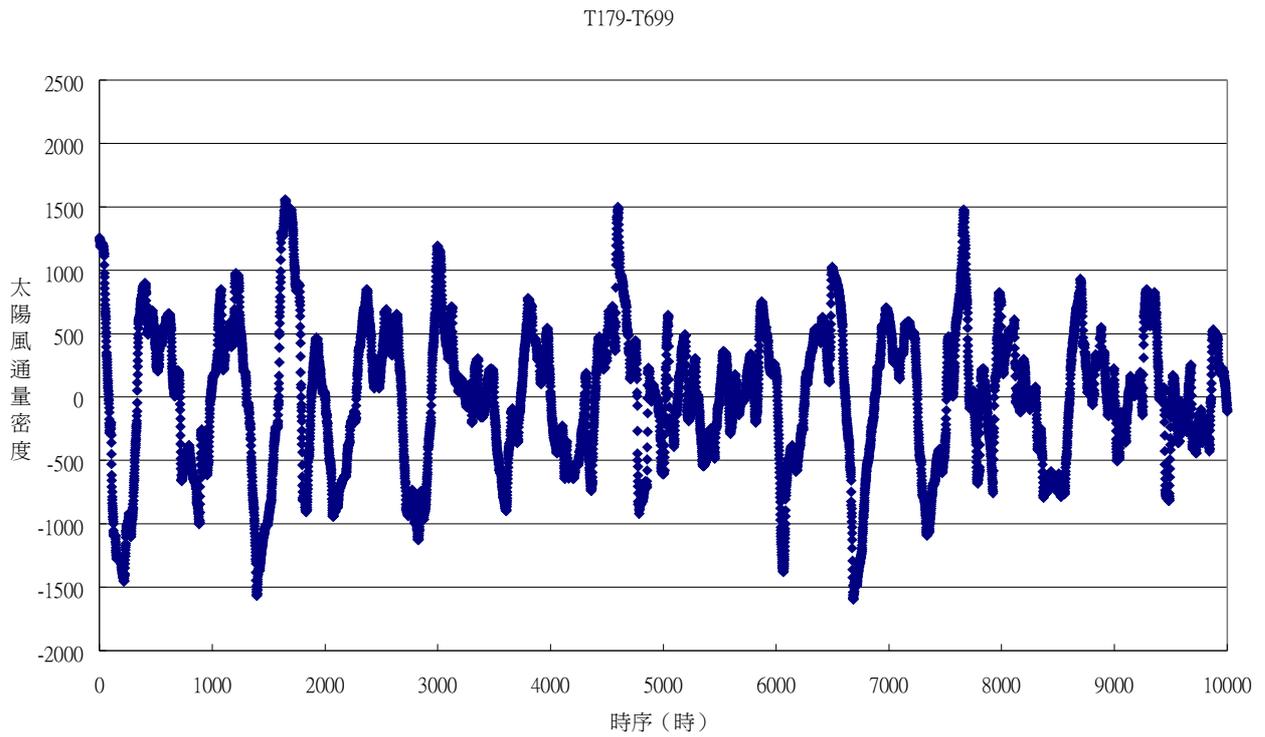


圖10 太陽風粒子通量密度移動平均差 (T179 - T699) 時序圖

3. 在太陽風粒子通量密度移動平均差 (T1199 - T5999) 時序圖 (圖11) 顯示，太陽風粒子通量密度有不規律振盪現象，週期不穩定，最短週期約為 1600 時，最長週期約為 4000 時，平均週期約為 3000 時的振盪現象。

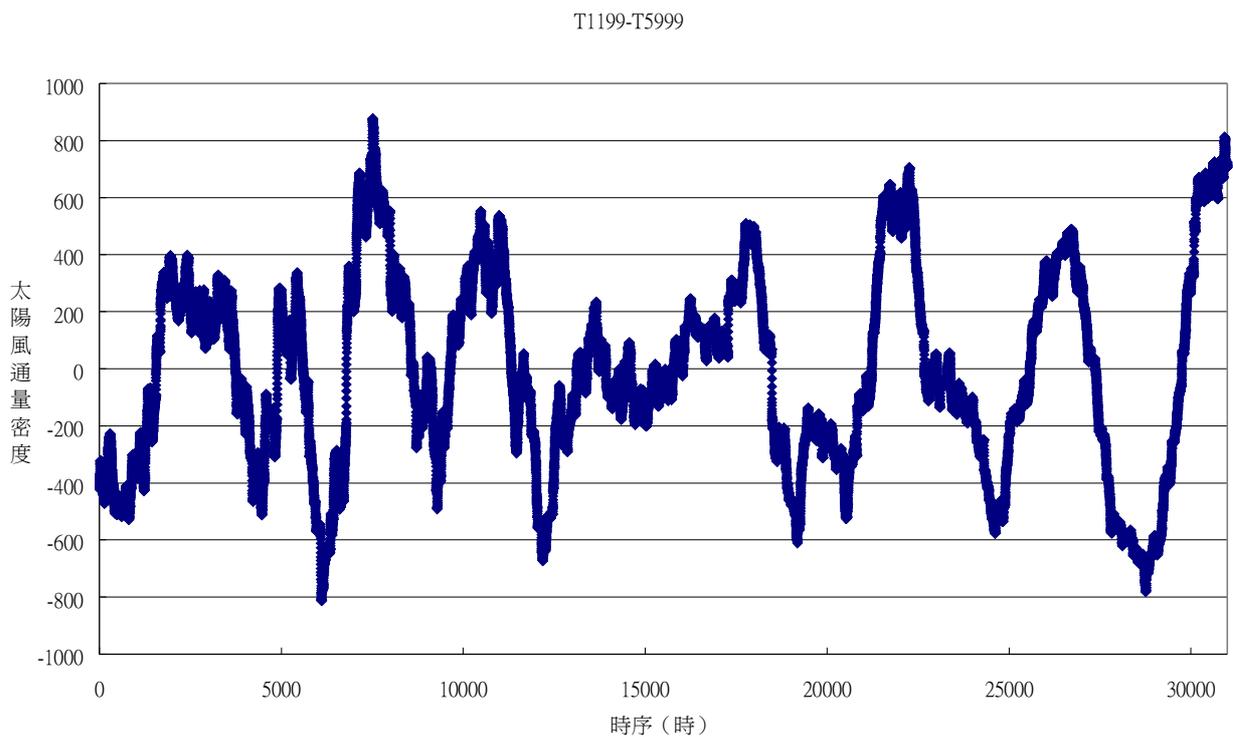


圖 11 太陽風粒子通量密度移動平均差 (T1199 - T5999) 時序圖

二、從日冕拋射物質影像數據資料庫，分析日冕拋射物質的分佈及特性，並探討CME發生的週期性振盪。

(一) 以頻率分析日冕拋射物質觀測值並做出頻率分析圖，以瞭解日冕拋射物質的性質

1. 日冕拋射物質發生位置角頻率分析圖 (圖 12) 顯示，CME 發生集中在 90 度及 270 度的位置，也就是在太陽的赤道附近。

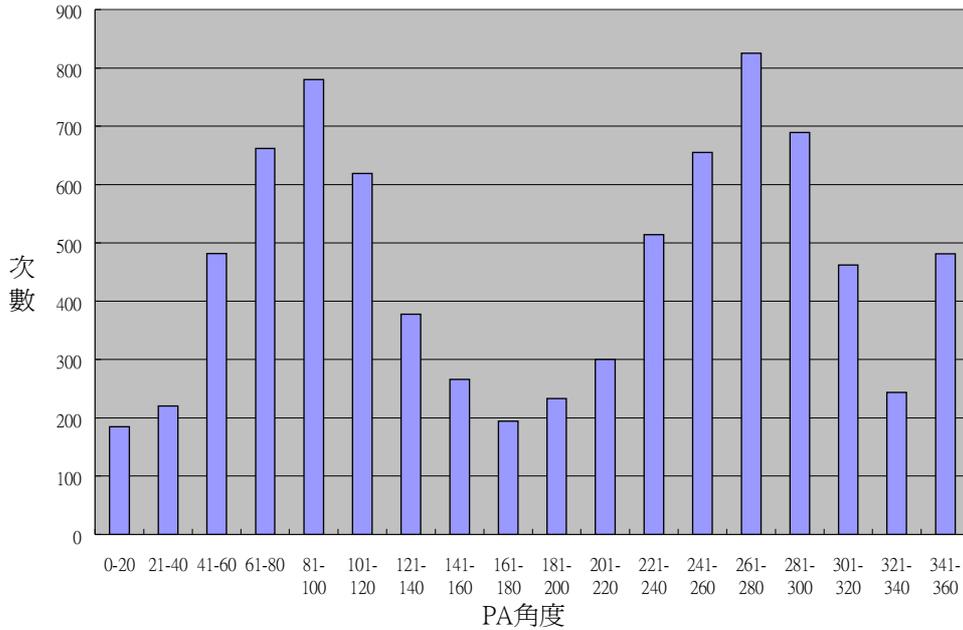


圖 12 日冕拋射物質發生位置角頻率分析圖

2. 從日冕拋射物質最大角寬度頻率分析圖 (圖 13) 顯示，多數集中 0-100 度，除 340 度到 360 度的有一突峰外，在 60 度-340 度隨著角度變大逐漸遞減。

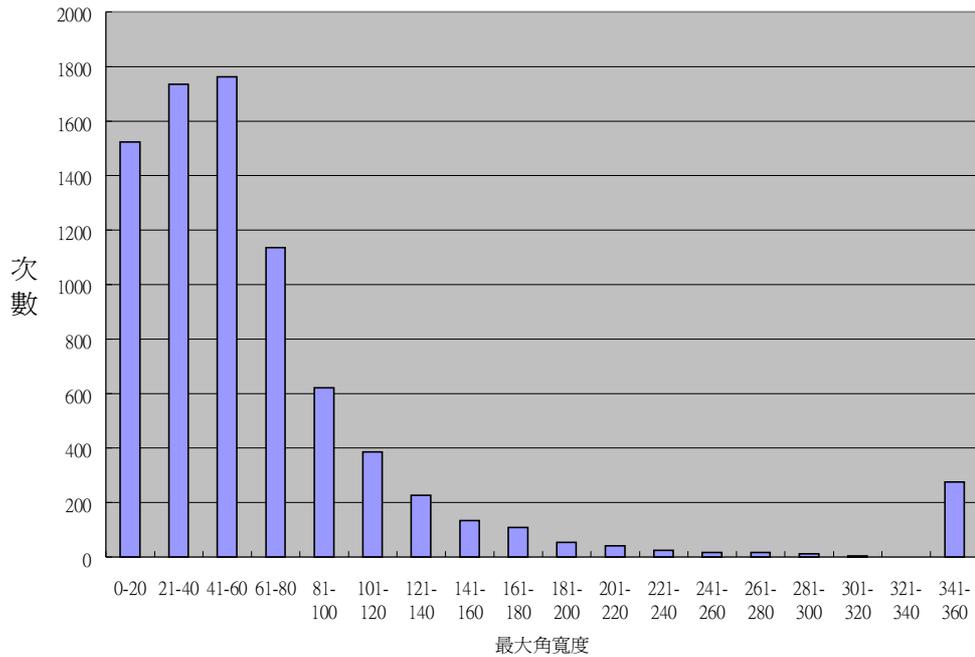


圖 13 日冕拋射物質最大角寬度頻率分析圖

3. 日冕拋射物質線性速度頻率分析圖（圖 14）顯示，多數集中在 151-750 km/sec，觀測值均集中平均值附近，出現頻率隨著數值變大而降低，為不對稱鐘形分布。

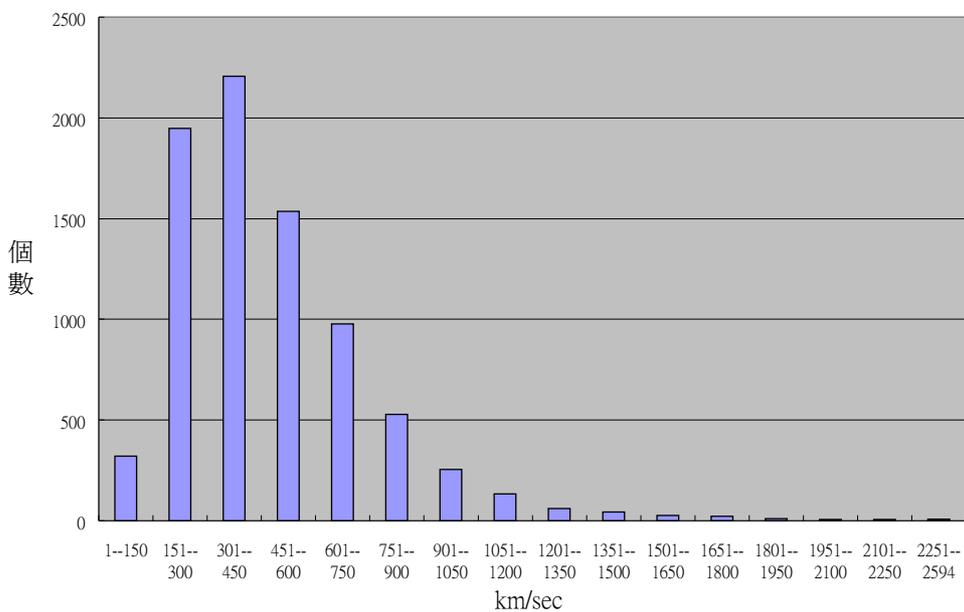


圖 14 日冕拋射物質線性速度頻率分析圖

- (二) 將日冕拋射物質觀測值以相關性分析，瞭解日冕拋射物質各項性質之間的相關性。
 1. 從日冕拋射物質最大角寬度－發生位置角散佈圖（圖 15）及日冕拋射物質線性速度－發生位置角散佈圖（圖 16）顯示，日冕拋射物質發生在 90 度及 270

度位置時，也就是在太陽赤道，具較大的最大角寬度及線性速度。

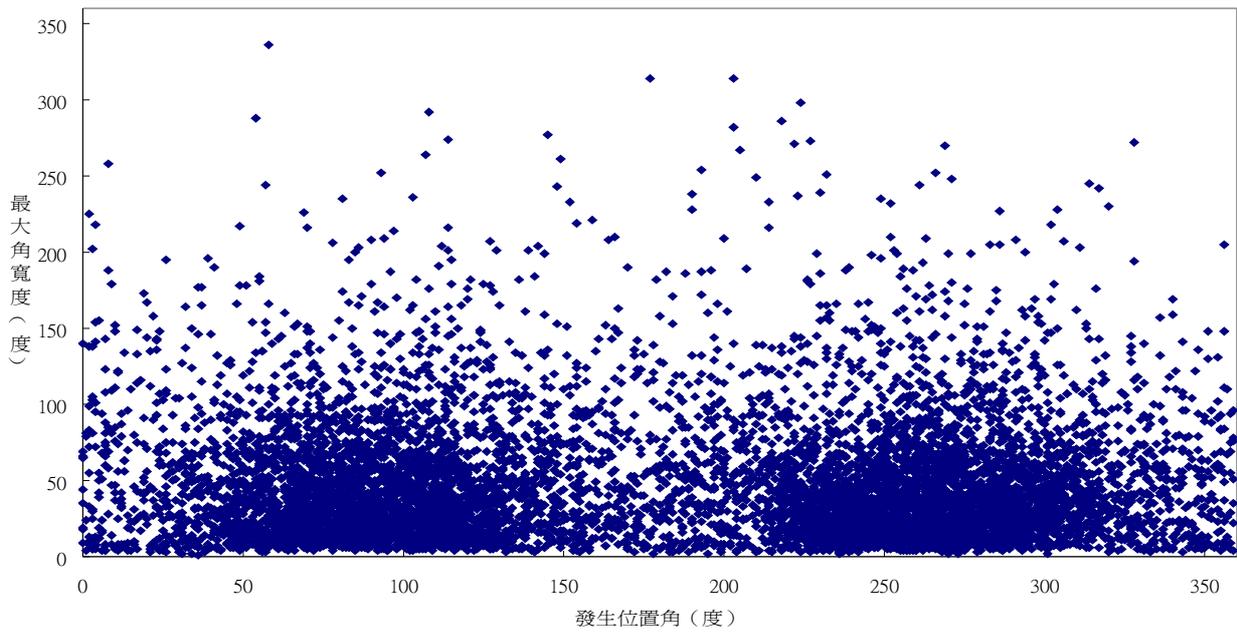


圖 15 日冕拋射物質最大角寬度－發生位置角散佈圖

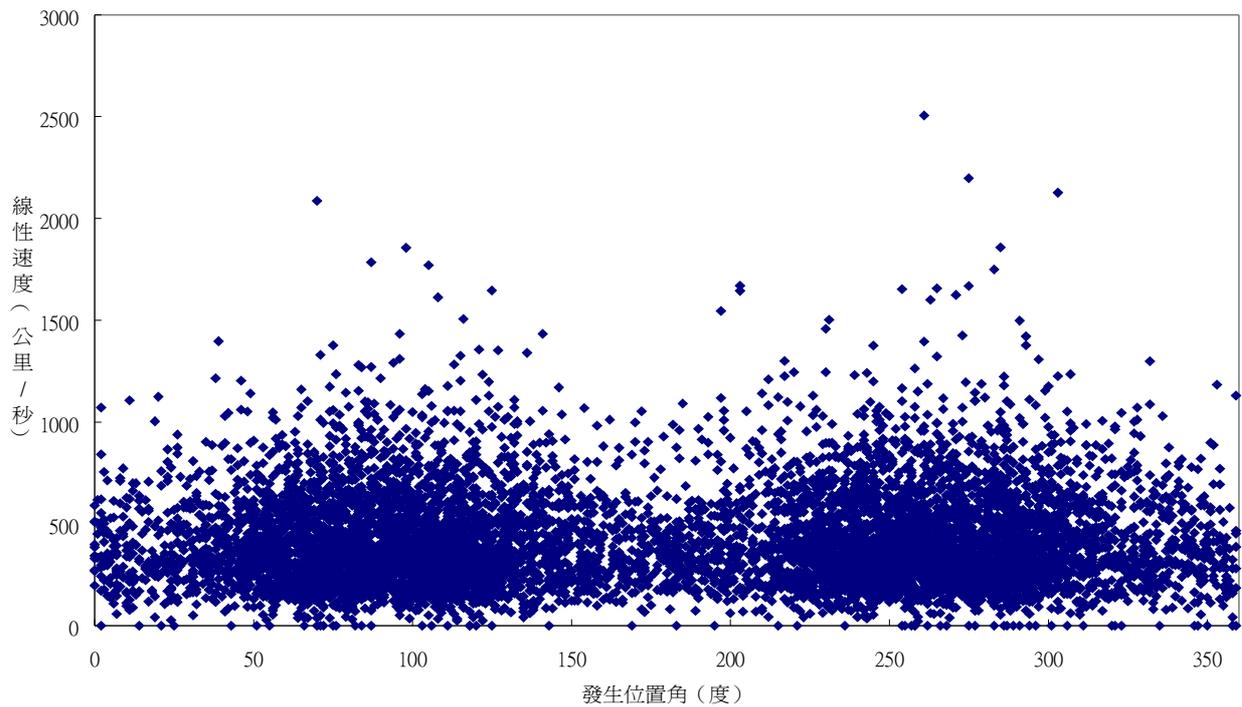


圖 16 日冕拋射物質線性速度－發生位置角散佈圖

2. 從日冕拋射物質線性速度－最大角寬度散佈圖（圖 17）顯示，日冕拋射物質有角寬度和噴發速度無顯著的關聯性。

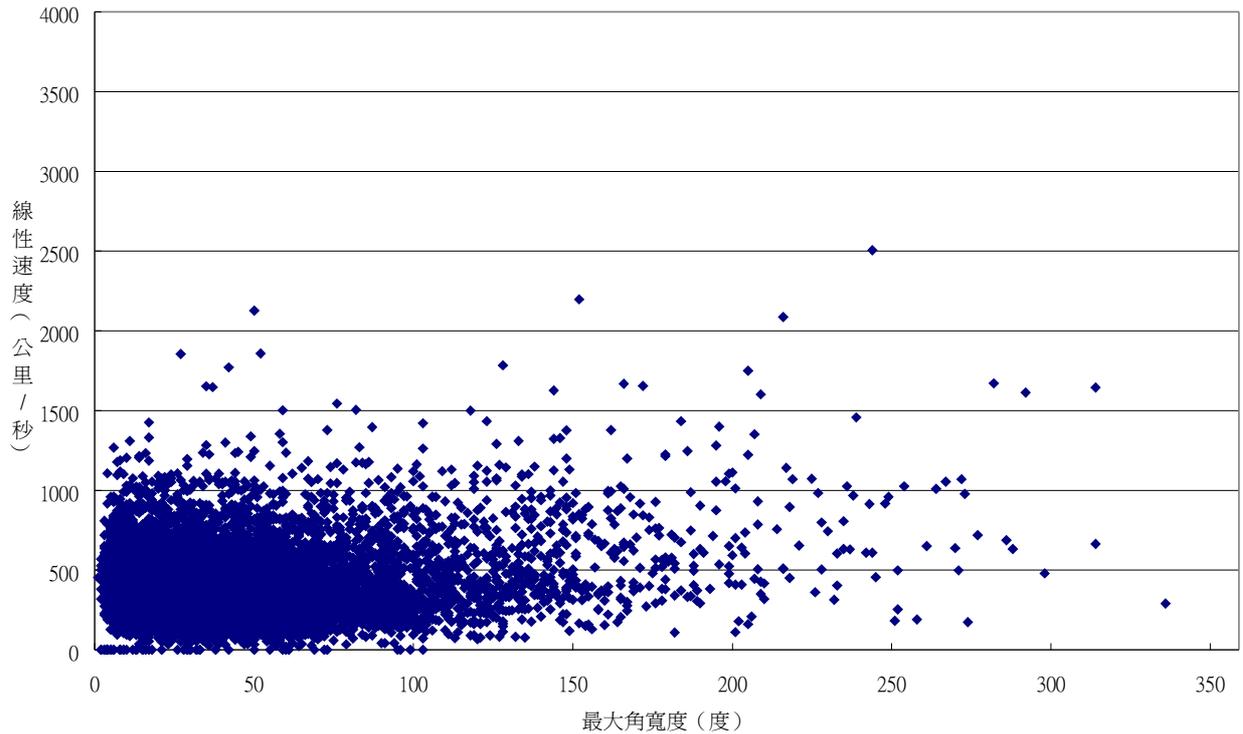


圖 17 日冕拋射物質線性速度－最大角寬度散佈圖

3. 從日冕拋射物質能量－線性速度散佈圖（圖 18）顯示，噴發線性速度愈大，日冕拋射物質能量愈大，兩者以乘冪關係描述符合度最高。

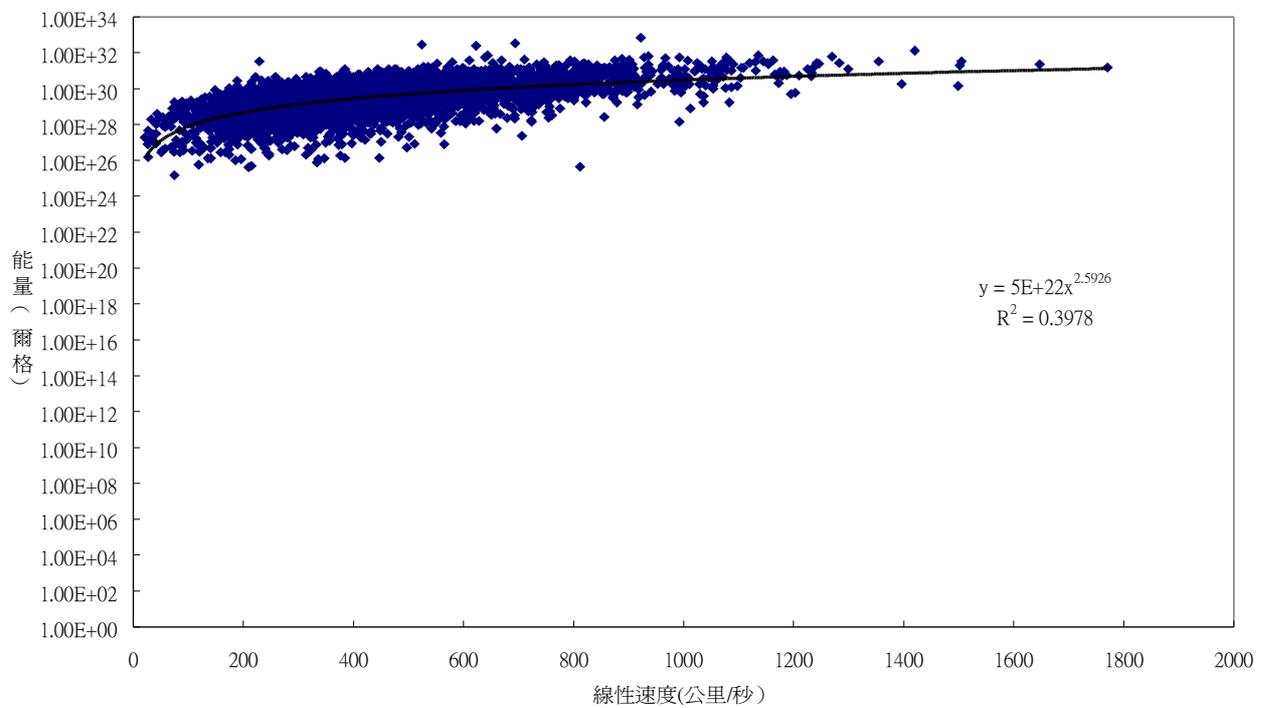


圖 18 日冕拋射物質能量－線性速度散佈圖（Y 軸採對數座標）

4. 日冕拋射物質能量－最大角寬度散佈圖（圖 19）顯示，噴發有角寬度愈大，

日冕拋射物質能量愈大，兩者以乘冪關係描述符合度最高。

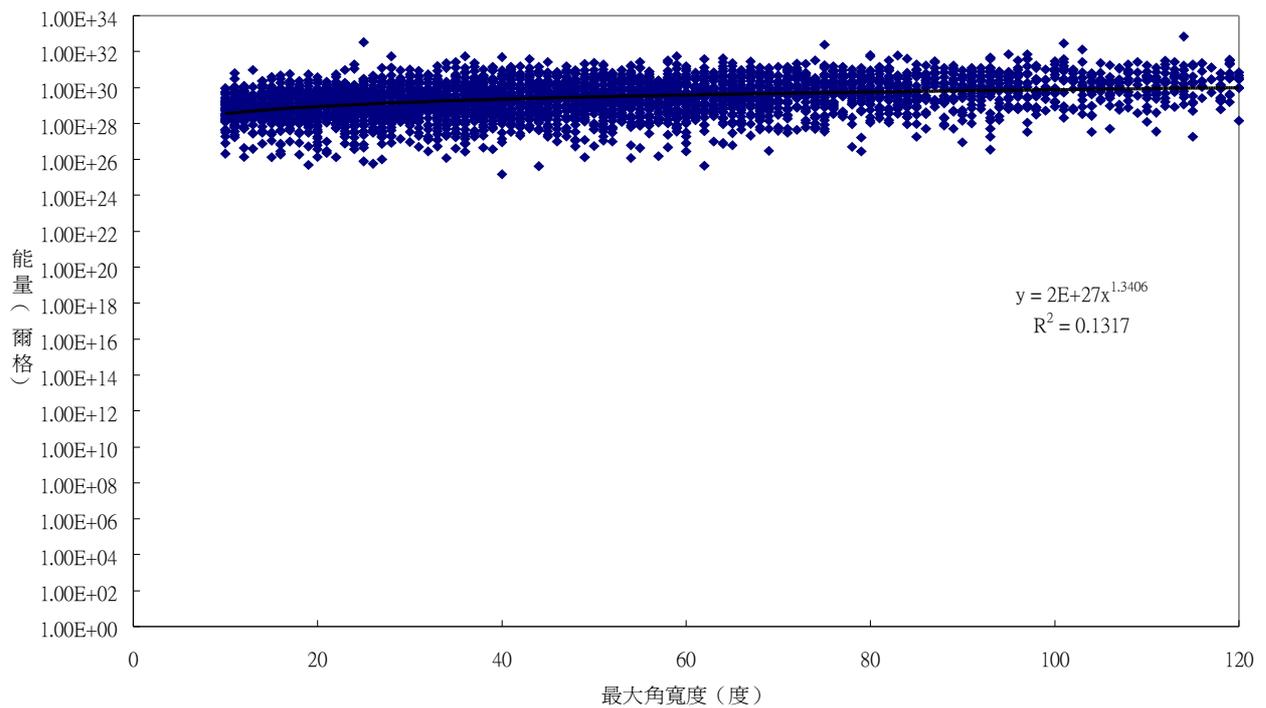


圖 19 日冕拋射物質能量－最大角寬度散佈圖（Y 軸採對數座標）

(三) 日冕拋射物質資料時序分析畫出折線圖，探討可能的振盪週期。

1. 從日冕拋射物質最大角寬度移動平均差（T239－T1199）時序圖(圖 20)顯示，最大角寬度有規律振盪現象，其振幅穩定但週期較為不穩定，平均週期約為 700 時。日冕拋射物質最大角寬度移動平均差（T1199－T5999）時序圖(圖 21)顯示有半規則的振盪現象，最大週期 5000 時，最小週期 1600 時，平均週期為 3000 時。

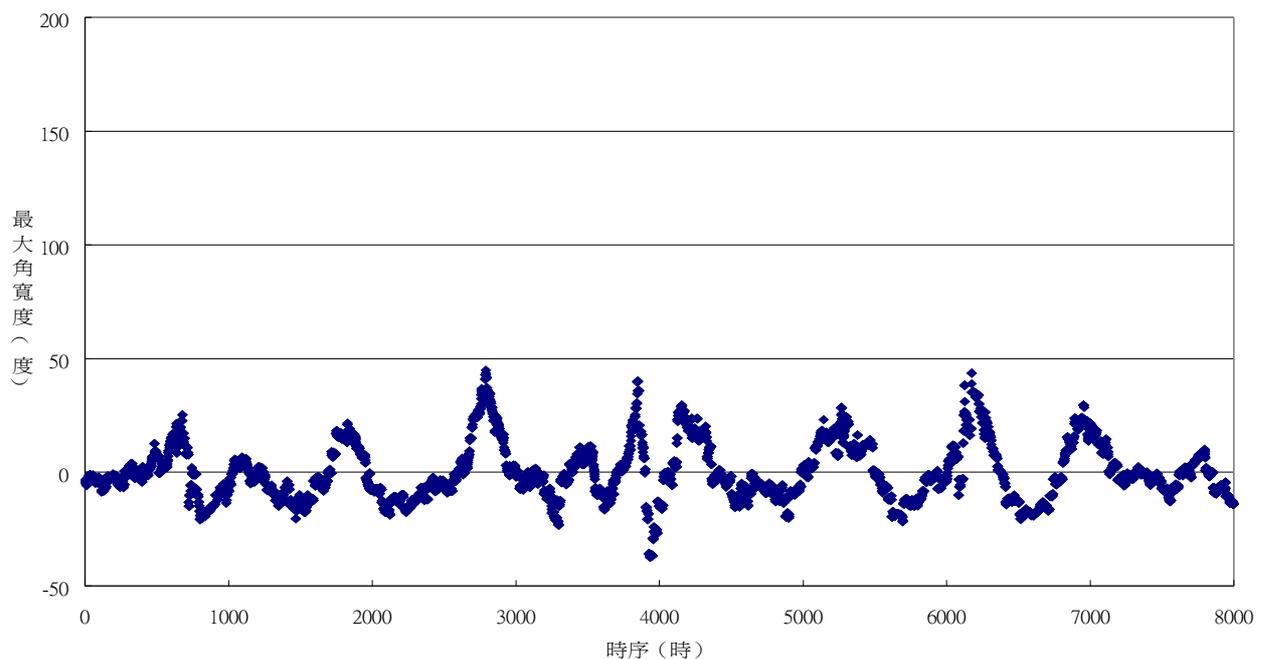


圖 20 日冕拋射物質最大角寬度移動平均差 (T239 - T1199) 時序圖

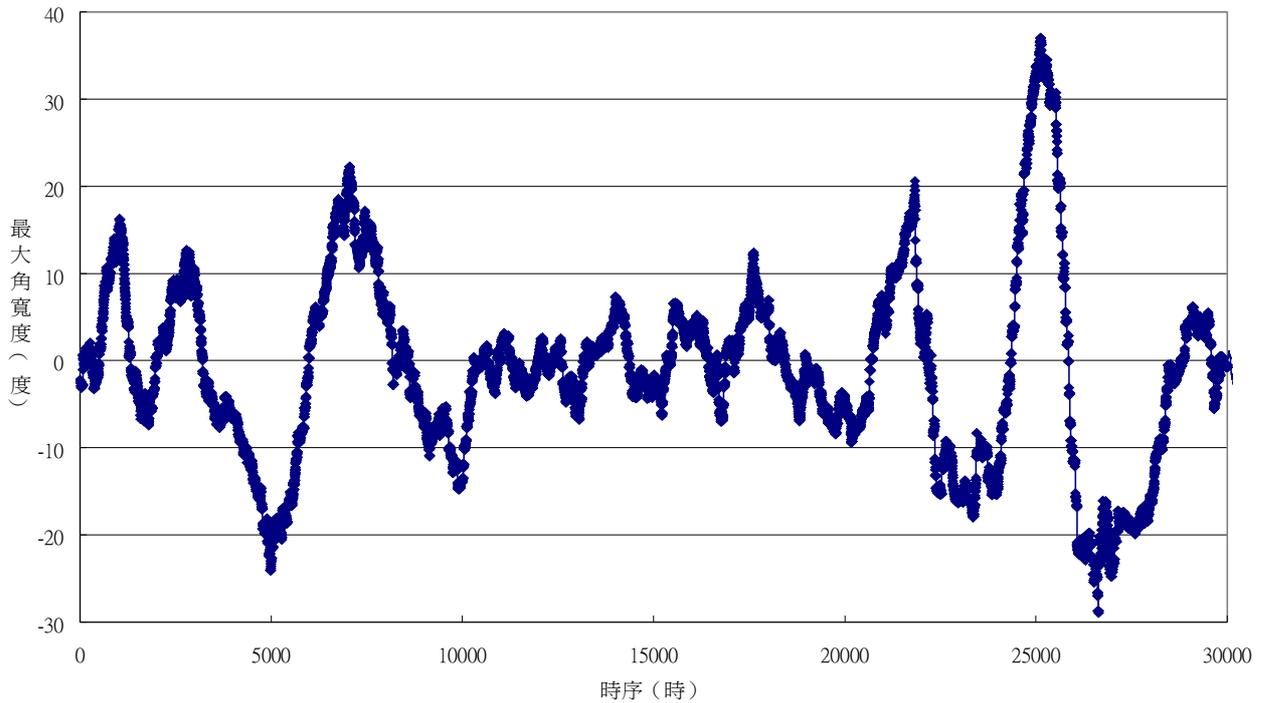


圖 21 日冕拋射物質最大角寬度移動平均差 (T1199 - T5999) 時序圖

2. 從日冕拋射物質線性速度移動平均差 (T239 - T1199) 時序圖(圖 22)顯示，線性速度有規律振盪現象，其振幅穩定但週期較為不穩定，平均週期約為 700 時。但在日冕拋射物質線性速度移動平均差 (T1199 - T5999) 時序圖(圖 23)顯示，線性速度有不穩定的振盪現象。

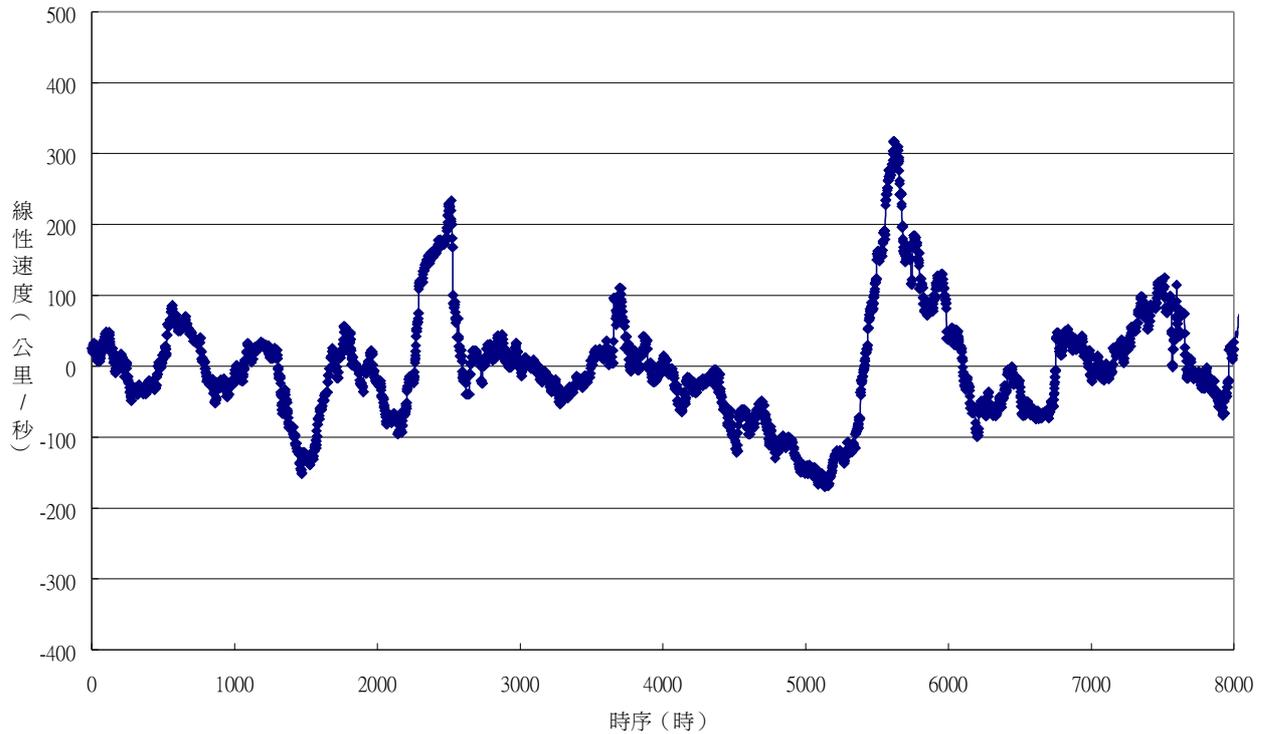


圖 22 日冕拋射物質線性速度移動平均差 (T239 – T1199) 時序圖

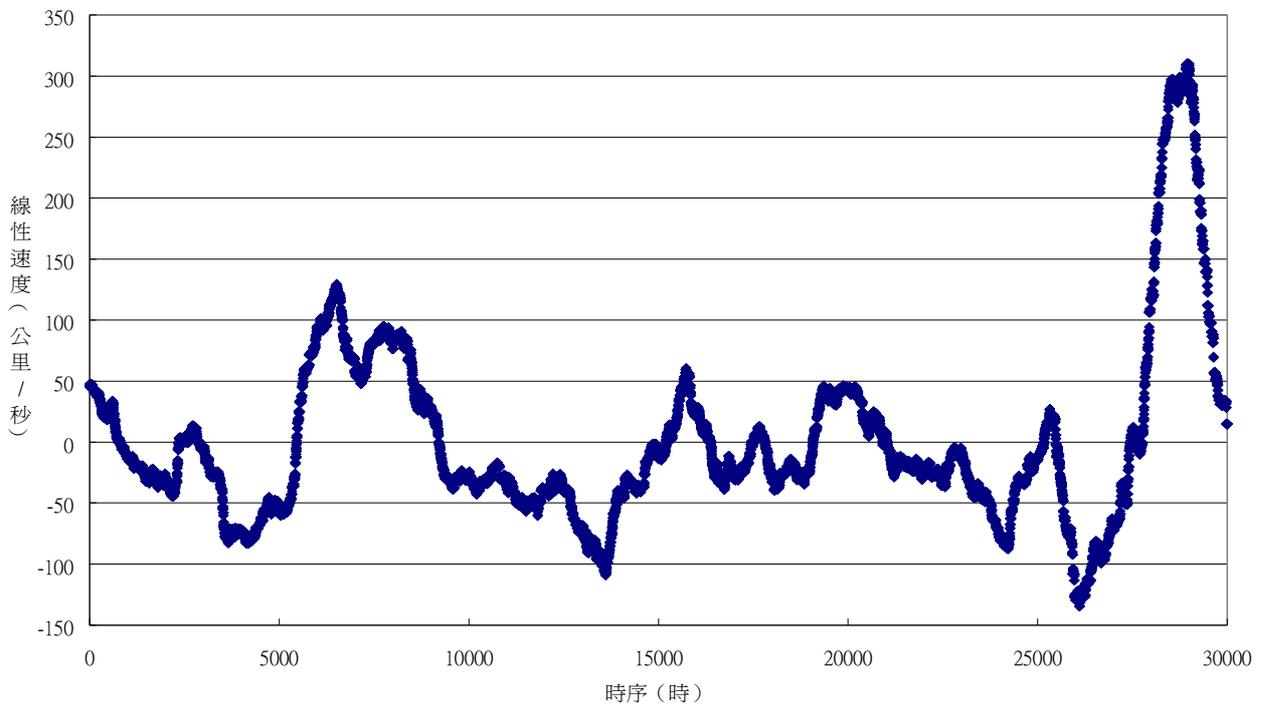


圖 23 日冕拋射物質線性速度移動平均差 (T1199 – T5999) 時序圖

三、從太陽風粒子及日冕拋射物質的時序分析資料，試圖建立兩者的關聯性。

- (一) 從太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質最大角寬度(T239 - T1199)移動平均差時序圖(圖 24)顯示，多筆振盪的週期及趨勢具有一致性。在太陽風粒子通量密度

與日冕拋射物質最大角寬度(T1199 - T5999)移動平均差時序圖（圖 25）顯示，部分振盪有相同週期及趨勢。

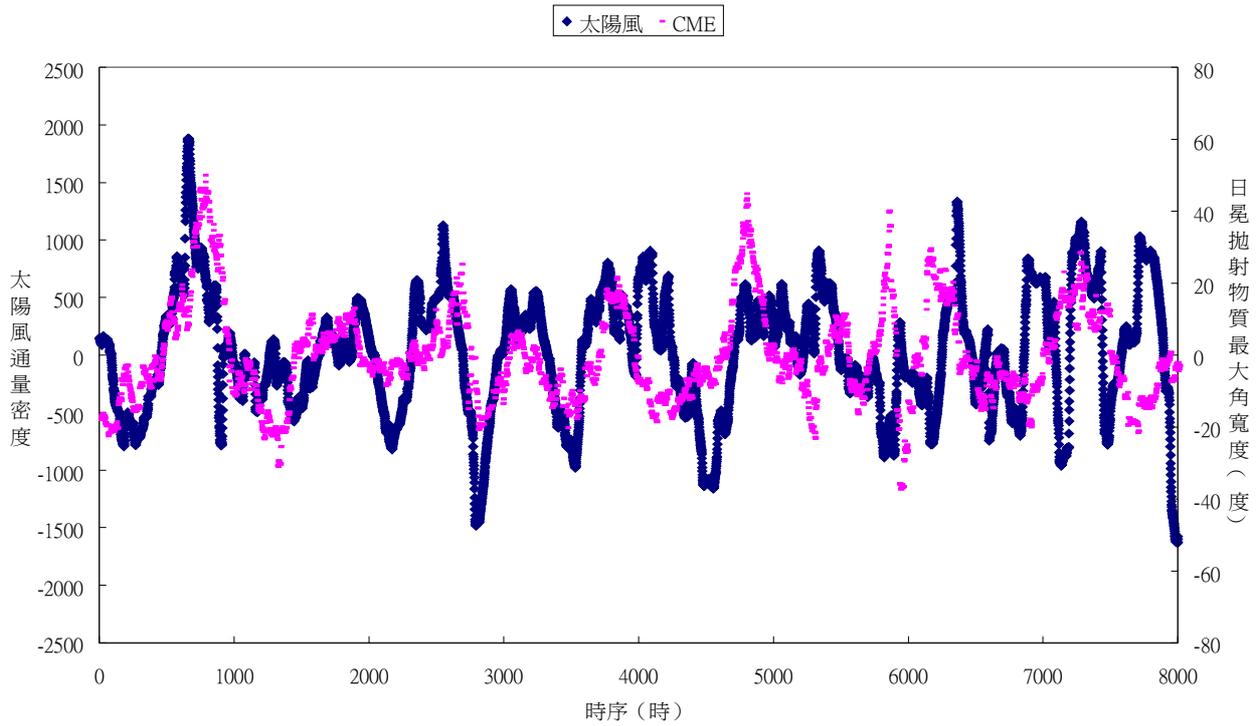


圖 24 太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質最大角寬度(T239 - T1199)移動平均差時序圖

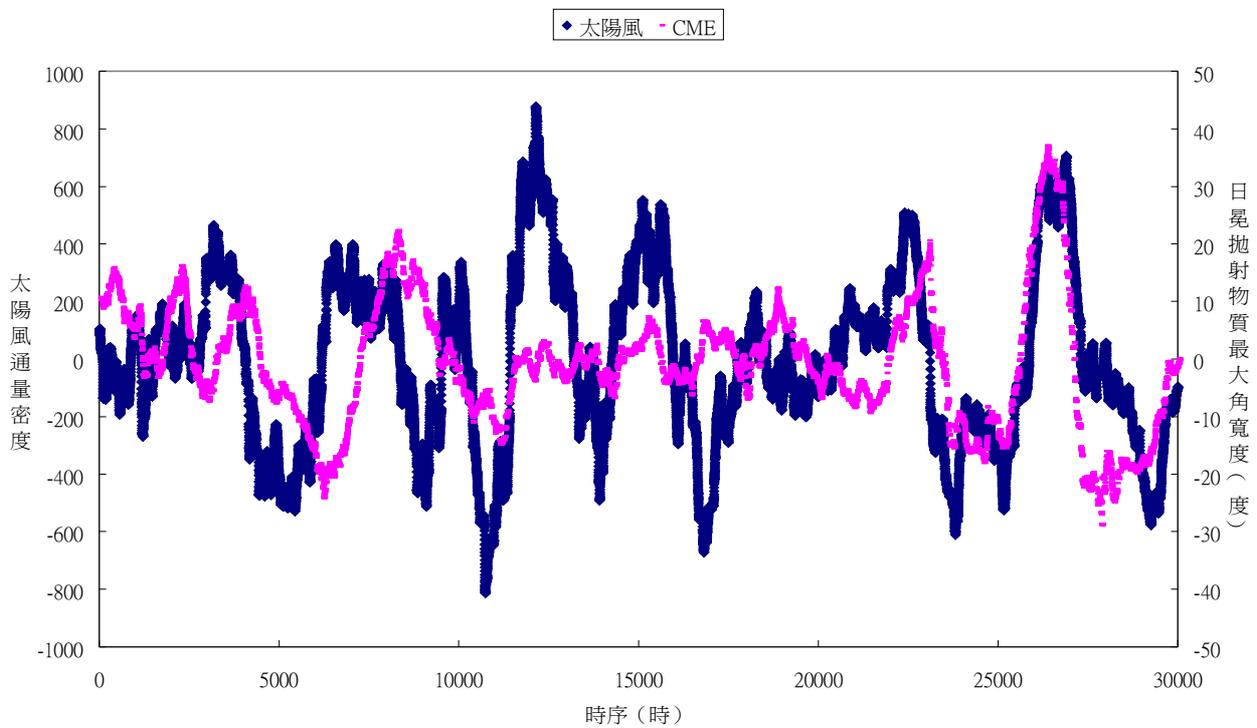


圖 25 太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質最大角寬度(T1199 - T5999)移動平均差時序圖

(二) 從太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質線性速度(T239 - T1199)移動平均差時序圖(圖 26)顯示，部分振盪的週期及趨勢具有一致性。在太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質線性速度 (T1199 - T5999)移動平均差時序圖（圖 27）顯示，多

數振盪的週期及趨勢均不明顯。

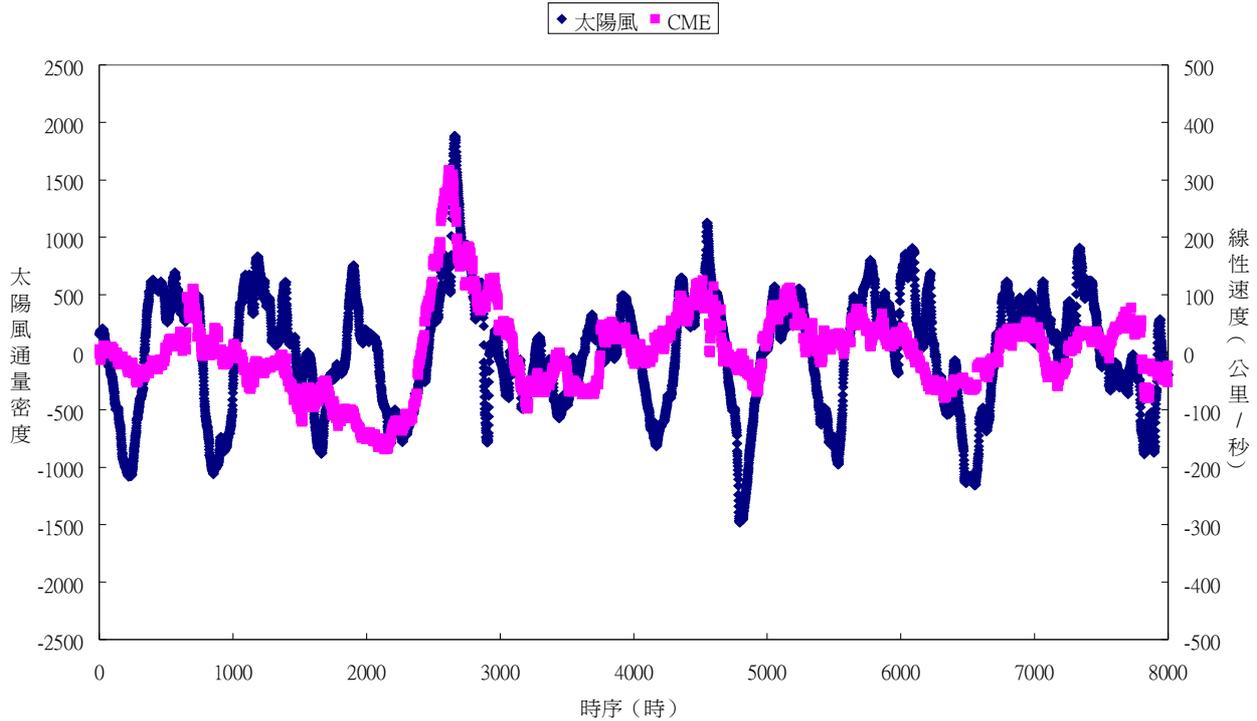


圖 26 太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質線性速度(T239 - T1199)移動平均差時序圖

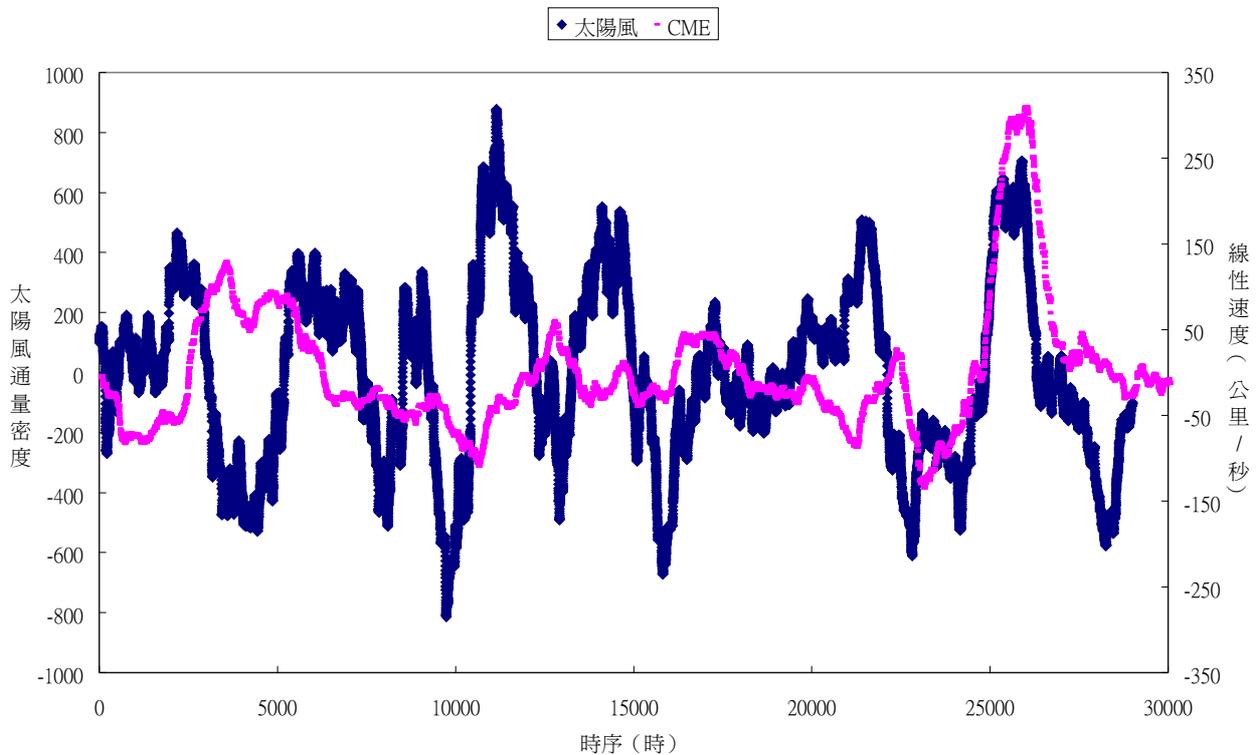


圖 27 太陽風粒子通量密度與日冕拋射物質線性速度 (T1199 - T5999)移動平均差時序圖

- (三) 從日冕拋射物質最大角寬度-太陽風粒子通量密度 (T1199)散佈圖 (圖 28) 顯示，太陽風通量密度和最大角寬度呈現乘冪關係，通量密度會隨著有角寬度上升。在日冕拋射物質最大角寬度-太陽風粒子通量密度 (T5999)散佈圖 (圖 29) 顯示，

有較弱的乘冪關係。

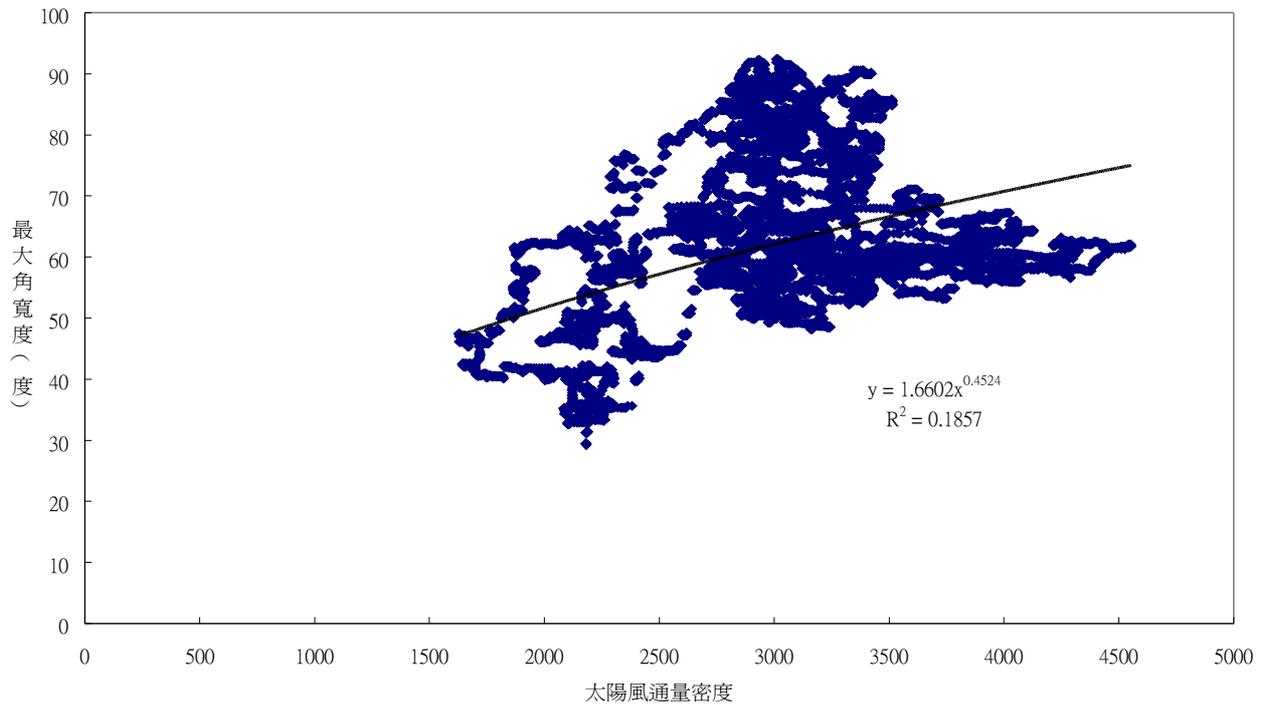


圖 28 日冕拋射物質最大角寬度-太陽風粒子通量密度 (T1199)散佈圖

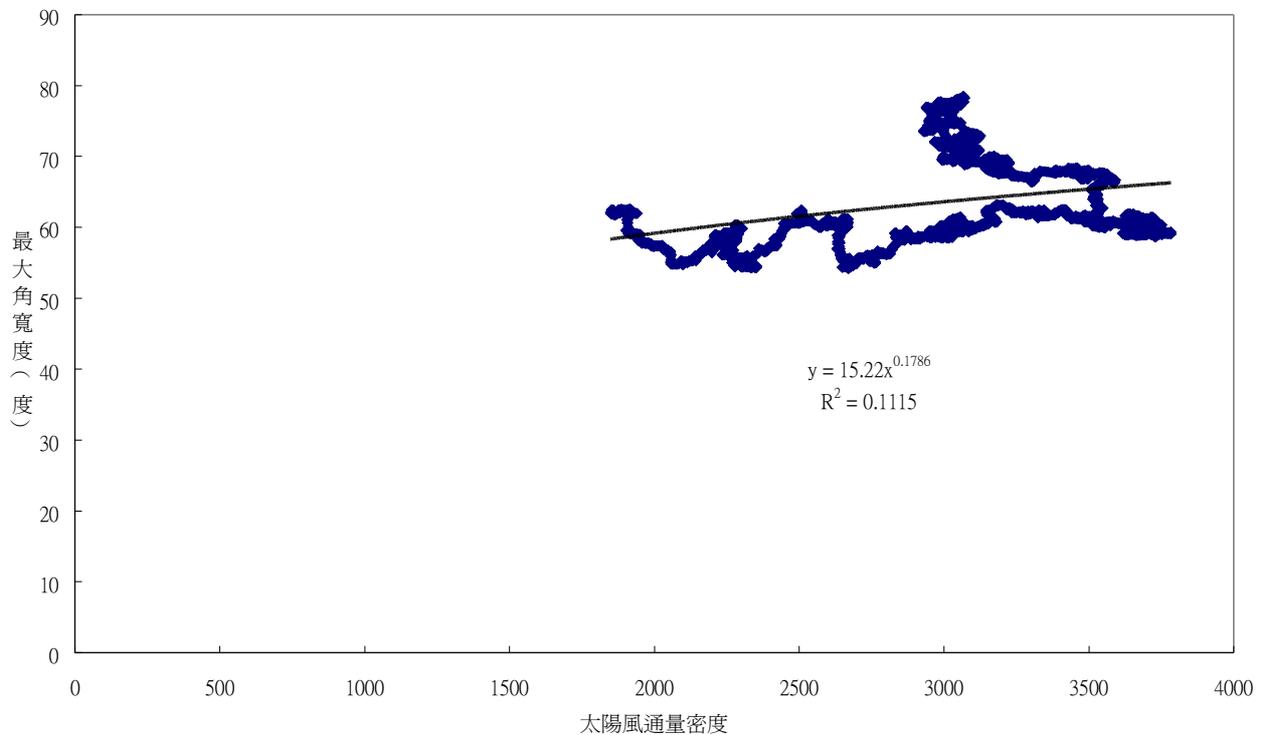


圖 29 日冕拋射物質最大角寬度-太陽風粒子通量密度 (T5999)散佈圖

- (四) 從日冕拋射物質線性速度-太陽風粒子通量密度(T1199)散佈圖 (圖 30) 顯示，無明顯相關性。日冕拋射物質線性速度-太陽風粒子通量密度 (T5999)散佈圖 (圖 31) 顯示，太陽風通量密度和線性速度呈現乘冪關係，通量密度會隨著

線性速度上升。

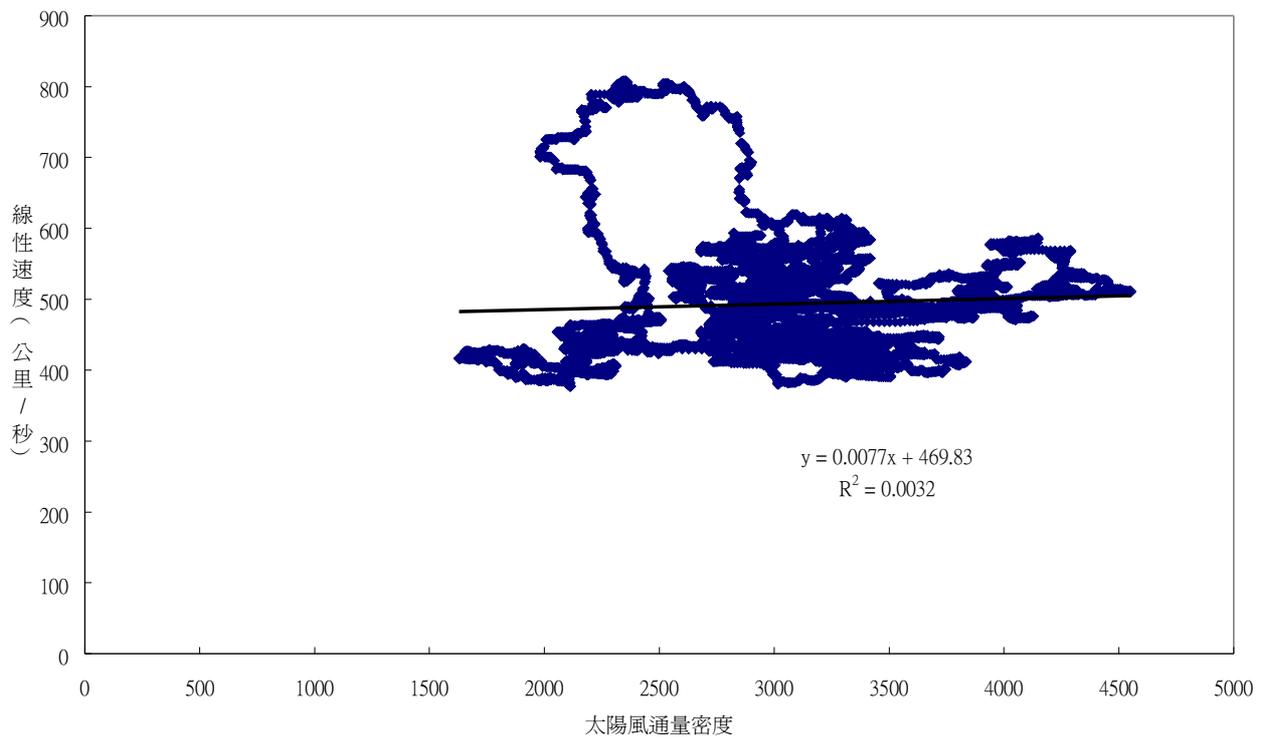


圖 30 日冕拋射物質線性速度-太陽風粒子通量密度(T1199)散佈圖

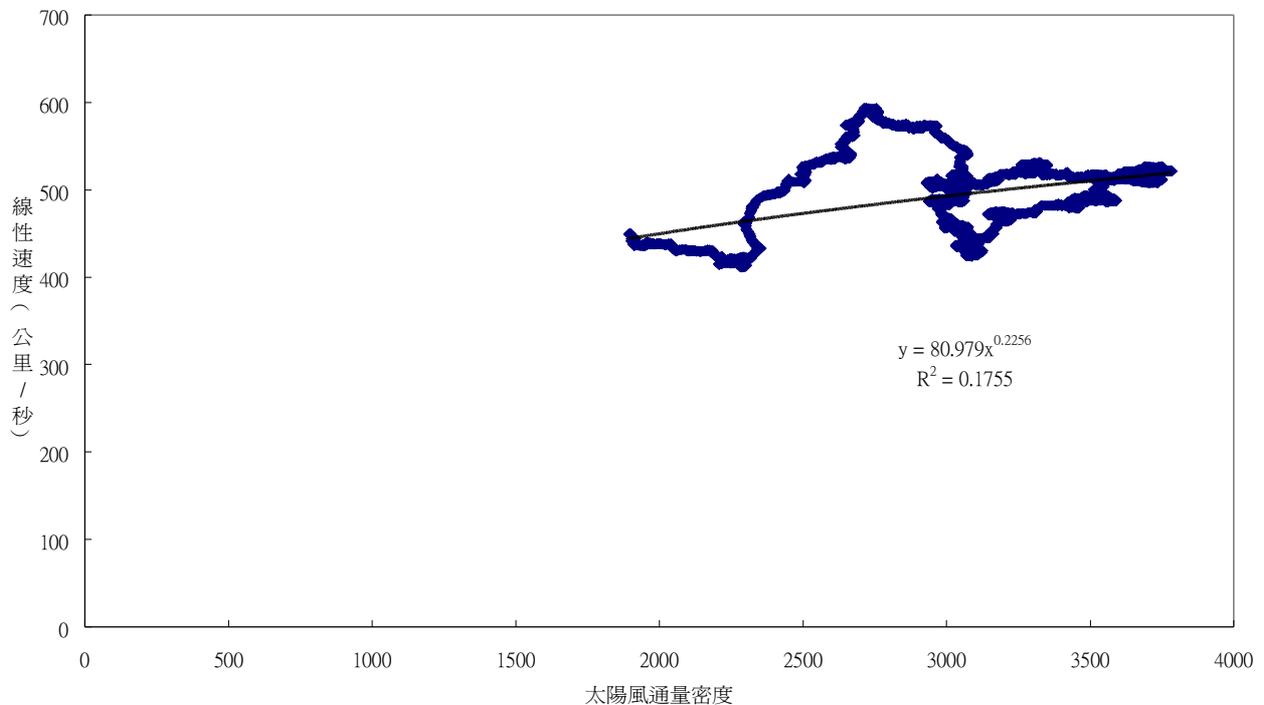


圖 31 日冕拋射物質線性速度-太陽風粒子通量密度 (T5999)散佈圖

(五) 在日冕拋射物質能量-太陽風粒子通量密度 (T6000) 散佈圖 (圖 32) 顯示, 通量密度和能量有兩群關係。在圖上方的部分, 查閱資料後發現為 2003/10/29 日閃所造成。經刪除該資料後, 所得的日冕拋射物質能量-太陽風粒子通量密度

(T6000) (刪除 2003/10/29 日閃) 散佈圖 (圖 33) 顯示, 在圖下方的部分, 呈現乘冪關係。

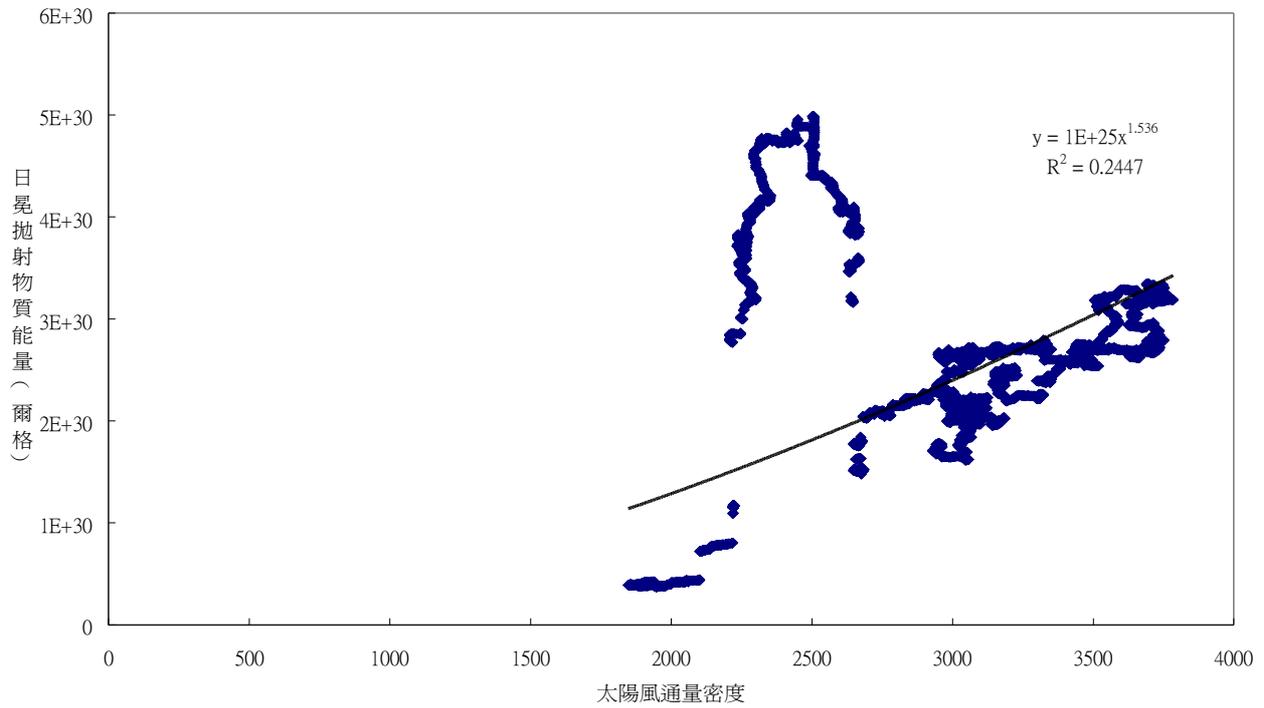


圖 32 日冕拋射物質能量-太陽風粒子通量密度 (T6000) 散佈圖

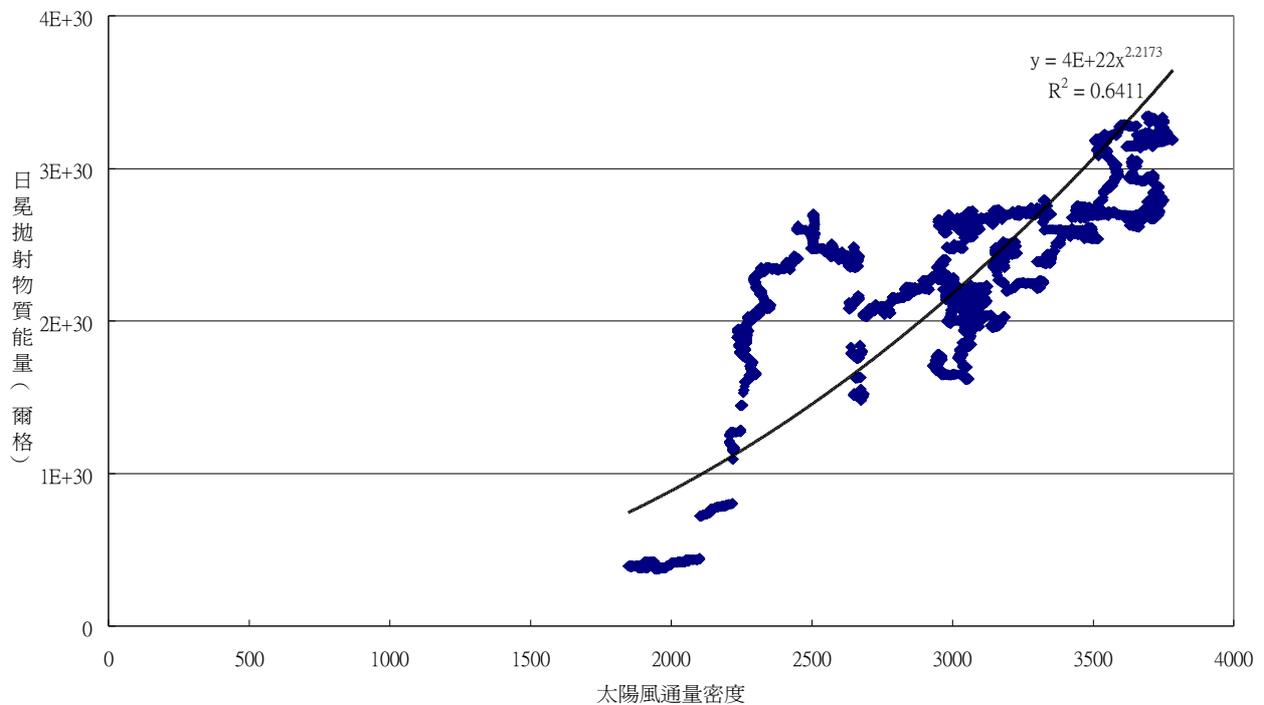


圖 33 日冕拋射物質能量-太陽風粒子通量密度 (T6000) (刪除 2003/10/29 日閃) 散佈圖

四、建立太陽風粒子來源的可能模型。

- (一) 由太陽風粒子通量密度有穩定的下限值推論, 太陽風有一個穩定的弱噴發來源;

太陽風時序分析具有平均 180 時的半規律振盪週期推測，太陽風噴發有每 90 度有次噴發結構；太陽風時序分析具有 700 時的規律振盪週期推測，太陽風噴發有固定位置的強噴發結構，此結構可能為日冕拋射物質發生主要位置。因此，我們建立出在地球軌道面上太陽風來源結構圖，如圖 34。

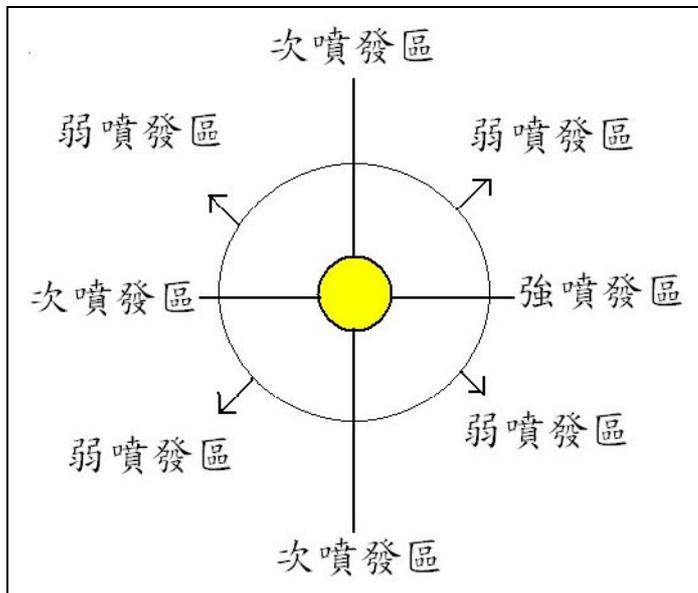


圖 34 太陽風來源結構圖

(二) 太陽風除了上述的穩定結構所造成的噴發外，在太陽風及日冕拋射物質的關聯性分析推測，日冕拋射物質現象造成太陽風 700 時的規律噴發及長期不規則噴發；從日冕拋射物質性質分析推測，日冕拋射物質噴發主要發生在太陽的赤道區（如圖 35），經加速拋射後，由不同緯度向外噴發形成太陽風。

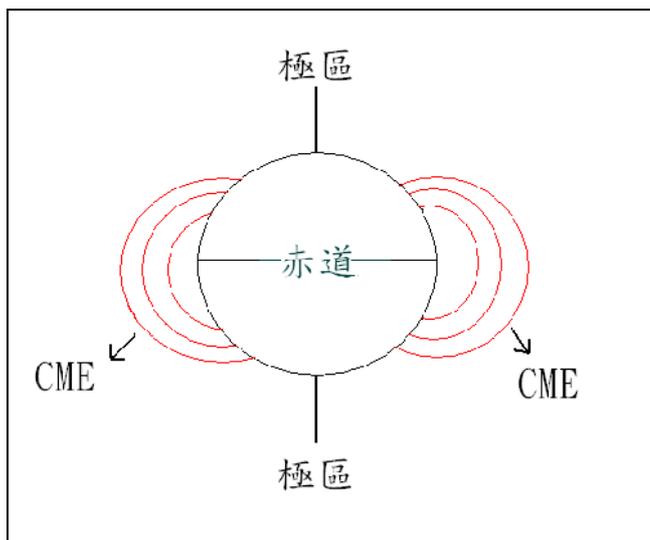


圖 35 日冕拋射物質位置模型圖

柒、討論

一、從太陽風粒子的觀測資料庫，分析太陽風粒子數據試找出特性，並探討太陽風的週期性振盪。

(一) 從圖 4 顯示，太陽風粒子速度與密度的最小值大致為反比關係。經計算太陽風

粒子的速度與密度的乘積的最小值大致成定值，從物理意義來上述乘積的單位為（個/平方公分·秒），此物理量應可視為單位時間內單位面積的粒子通過量，也就是太陽風粒子的通量密度。由太陽風粒子通量密度有穩定的下限值推論，太陽風有一個穩定的來源。

- (二) 受到 EXCEL 圖形資料點最大上限為 32000 筆資料，本研究在計算時序圖形顯示最大值不超過 32000 筆。
- (三) 從圖 2、圖 3、圖 13 及圖 14 顯示，太陽風粒子及日冕拋射物質的發生頻率分布並不對稱，在圖中均有明顯的長尾，顯示部分太陽風粒子速度、密度及日冕拋射物質有明顯超量的暴發現象，因此以時序及移動平均分析來尋找可能存在振盪現象。
- (四) 需校正移動平均值在時序分析上的位置，才能處理移動平均值的運算，定義計算得到移動平均數值其代表時序中位數；因此期數需採用奇數來計算。
- (五) 時序分析中，為了證實週期性振盪的存在，同時以移動平均線及移動平均差兩種方式分析；為了避免固定期數所造成的假振盪，也選用其他期數的移動平均分析，發現分析結果和原來一致。
- (六) 太陽風粒子通量密度振盪有 700 時的穩定振盪週期，和太陽自轉週期一致，推論此振盪週期為太陽自轉產生；推測太陽所噴出的太陽風各方向有差異性，在某一方向具有最大及最小強度所造成。
- (七) 太陽風粒子通量密度振盪具有平均 180 時的半規律振盪週期，為太陽自轉週期的四分之一，猜測是太陽風噴發有每 90 度噴發結構所造成，結構分布範圍具有變化，所產生週期不穩定。
- (八) 太陽風粒子通量密度振盪具有 3000 時的不規律振盪週期，從文獻中來不出對映的週期性，需再比對尋找可能因素。

二、從日冕拋射物質影像數據資料庫，分析日冕拋射物質的分佈及特性，並探討 CME 發生的週期性振盪。

- (一) 圖 12 顯示在 340-360 度有突峰，經查閱資料後發現是受到暈狀噴發事件所影響，當暈狀噴發發生就定義最大角寬度為 360 度，為多個局部同時爆發現象。
- (二) 圖 15、圖 16 顯示，日冕拋射物質發生在太陽赤道有較大的線性速度及最大角寬度，證明太陽赤道具有強大的能量，參考資料中提及日冕拋射物質現象為磁能釋放所造成，因此推測太陽赤道區為強磁能區。
- (三) 圖 17 顯示，日冕拋射物質有角寬度和噴發速度無顯著的關聯性。表示無論何種最大角寬度的噴發，都有不同的線性速度。
- (四) 在散佈分析，本研究以各種趨勢線迴歸求解，以最大符合度（也就是有最大 R^2 值）的趨勢線來呈現。
- (五) 已知日冕拋射物質能量是由動能與位能計算所得。能量和線性速度最有關聯，也就是動能；其次是最大角寬度，也就是位能。推測日冕拋射物質能量以動能所占比例較大，位能所占比例較小。
- (六) 日冕拋射物質現象的發生時間間隔最長可達 80 小時，在時序分析上會產生許多空白值，本組採用移動平均來內插空白值來找尋長期變化趨勢。

- (七) 在日冕拋射物質的時序分析中，最大角寬度及線性速度時序均存在 700 時的穩定振盪週期，和太陽自轉週期一致，推測日冕拋射物質可能發生在日面固定經度上。
- (八) 在日冕拋射物質的最大角寬度時序分析中，存在 3000 小時的不穩定週期，和太陽風振盪週期有一致，推測日冕拋射物質現象可能會影響太陽風。
- (九) 日冕拋射物質能量並非每次均有記錄，而且數值數量級差異過大，無法以移動平均時序分析顯現振盪，故不進行此分析。

三、從太陽風粒子及日冕拋射物質的時序分析資料，試圖建立兩者的關聯性。

- (一) 經太陽風粒子及日冕拋射物質時序分析比對，從太陽風通量密度分別對最大角寬度及線性速度的時序分析結果，發現多筆振盪的週期及趨勢具有一致性，兩者應該具有關聯性。為求嚴謹，本研究另以散佈分析驗證兩者確有關聯性。
- (二) 在日冕拋射物質線性速度-太陽風通量密度移動平均散佈圖分析發現，當移動平均線較小時，相關性低，移動平均線較大時，相關性高，表示兩者在短期趨勢不一致，而長期趨勢一致。其可能有二種：一、兩者有直接的關聯性，但因距離的傳遞時間造成延遲性，需經長期平均才會一致；二、兩者並無關聯但有長期趨勢的一致性。但因為在短期有一致的週期振盪，我們認為應該是延遲效應所造成。
- (三) 除上述誤差外，以移動平均值作散佈圖分析時，發現數值有明顯偏離現象；主要是移動平均值易受到極值的影響，當有極大值出現時，在散佈圖就會出現偏離群體的曲線，產生誤差。
- (四) 在日冕拋射物質能量-太陽風粒子通量密度散佈分析中，有上述現象，經查閱資料後發現為 2003/10/29 的巨大日閃所產生的單一極大值造成。因此本組採用刪去此值來修正，發現趨勢線的符合度有明顯提升，可降低單一偏差值所造成的誤差。

四、建立太陽風粒子來源的可能模型。

- (一) 由日冕拋射物質和太陽風的 700 時振盪的週期及趨勢一致性，推測太陽風的強噴發和日冕拋射物質為相同原因所造成。
- (二) 日冕拋射物質所形成的太陽風噴發位置緯度由最大角寬度決定，若最大角寬度愈小，噴發位置會偏低緯度地區。最大角寬度愈大，噴發位置會偏高緯度地區。
- (三) 在太陽風來源的日冕拋射物質模型，本研究只針對日冕拋射物質所形成強噴發源解釋，但無法確定穩定的弱噴發源及半規律性的次噴發源是否來自此區域。
- (四) 本組猜測太陽風 180 時的振盪是由太陽表面磁場結構所造成的現象，曾利用水溶液設計實驗，以水中電解質來模擬太陽風流動，並外加電磁鐵產生磁場，測量各方向的電流變化來驗證模型，但因變化過小而無法驗證。

捌、結論

一、太陽風及日冕拋射物質均有週期振盪的現象；其中太陽風具有 180 時、700 時及 3000

時三種振盪週期，日冕拋射物質有700時及3000時二種振盪週期，日冕拋射物質和太陽風有相同的週期性。

- 二、從日冕拋射物質和太陽風的關聯性證明，日冕拋射物質現象會直接影響太陽風通量密度變化。
- 三、從太陽風粒子通量密度及日冕拋射物質時序分析發現，太陽風的來源有三種，
 - (一) 穩定的弱噴發源—維持太陽風最小通量密度值。
 - (二) 半規律性的 90 度結構次噴發源—造成太陽風具有 180 小時的週期性振盪。
 - (三) 日冕拋射物質所形成的強噴發源—和太陽風有 700 時及 3000 時相同振盪週期。

玖、參考資料

- 一、涂齡方(民95)。國中自然與生活科技地球科學【全一冊】。臺北縣：康軒文教。
- 二、SOHO LASCO CME CATALOG - CDAW DATA CENTER (日冕拋射物質數據資料庫)。檢索日期：2007年11月24日，取自http://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/
- 三、MTOF Proton Monitor(太陽風粒子數據資料庫)。檢索日期：2007年11月24日，取自<http://umtof.umd.edu/pm>
- 四、成功大學物理系天文實驗室。天文學概論。檢索日期：2007年12月22日，取自http://www.phys.ncku.edu.tw/~astrolab/e_book/sun/sun.html
- 五、郝玲妮(2004)。日地物理與太空天氣。科學發展，377期，44~51頁。
- 六、李宗偉、蕭興華(1996)。普通天體物理學。新竹市:凡異出版社。
- 七、柳文冠(2004)。日冕拋射物質對扇形邊界的影響。國立中央大學太空科學研究所碩士論文。

【評語】 031731

優點：

使用 SOHO 衛星資料庫之數據加以分析，是目前學術界趨勢之一，值得鼓勵。

缺點：

只用移動平均法探討太陽風振盪週期，沒有用 Fourier 分析做爲輔助，殊爲可惜。

圖 18、圖 19 縱座標範圍宜適當調整。

21 頁之二(二)推測過於勉強，太陽表面強磁場區不在赤道。推論並非建立在堅實的數據分析上。

建議改進事項：

要認識與了解太陽風，除了觀測數據外，也須有一些理論模式之探討。