Central Weather Administration

天氣分析研討會

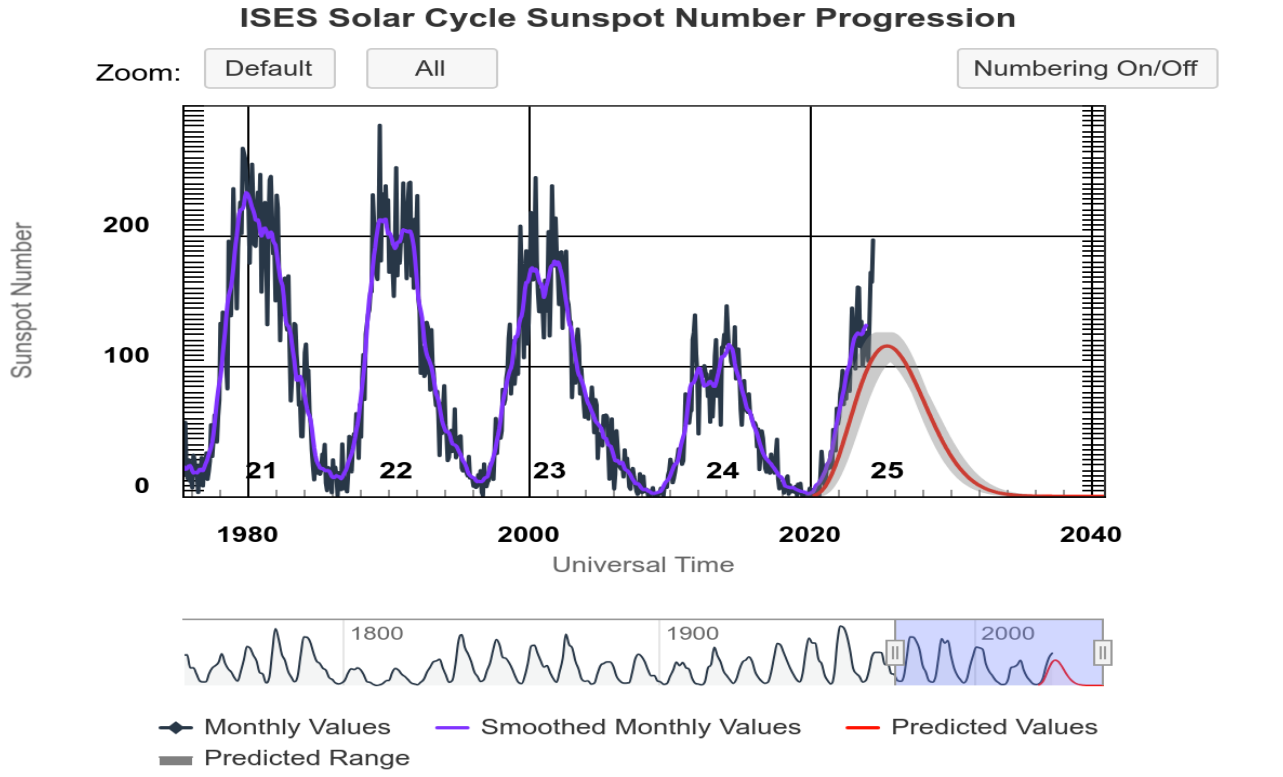
2024母親節磁暴分析

臺北天文氣象站 游鎮宇 謝章眉 蔡禹明
太空天氣作業辦公室 李奕德 蕭惠文

2012/07/06 23:15:05 太陽閃焰影像

第25太陽週期極大期

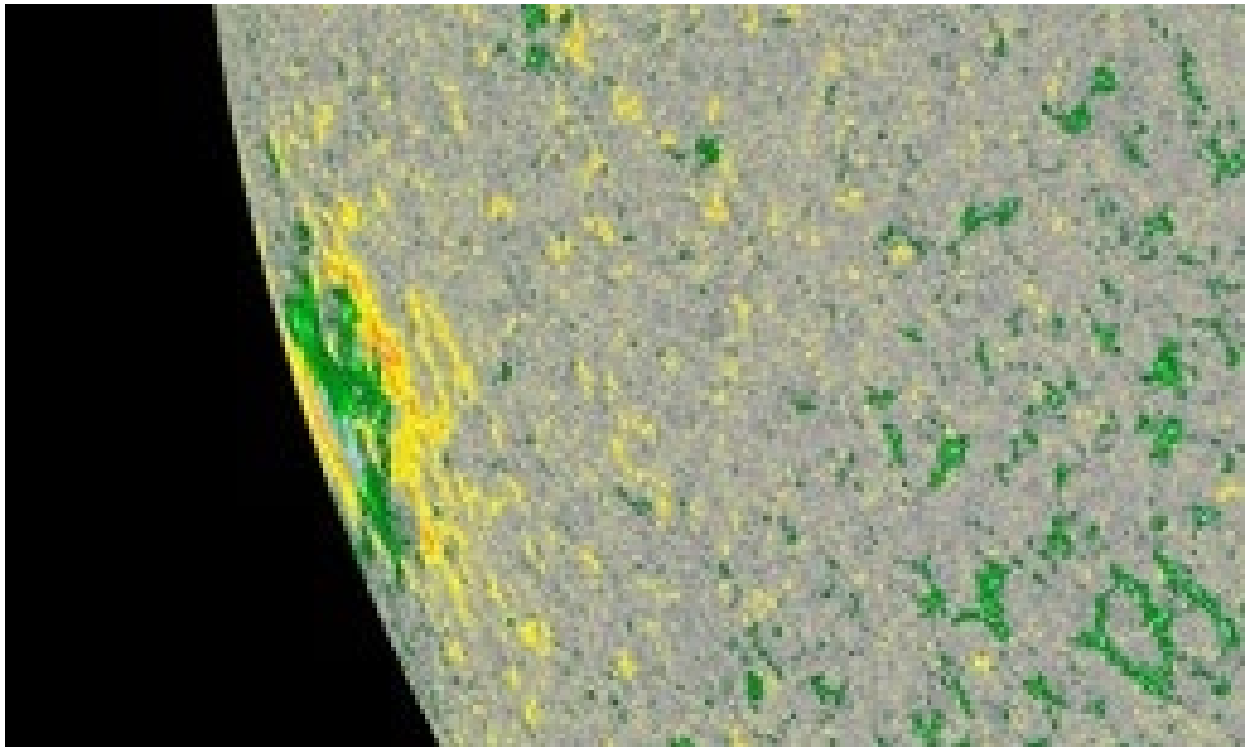
- 第25太陽週期預估於今年至明年進入極大期。
- 目前太陽黑子數已超過上次太陽周期最大值。
  第24周期黑子數最大值：220 (2014/2/27)
  第25周期黑子數最大值(截至目前)：288 (2024/8/8)
  資料來源：SIDC
- 今年5月臺北天文臺觀測AR3664黑子個數達73個，為目前單一黑子群黑子數最高紀錄。



資料來源：NOAA SWPC

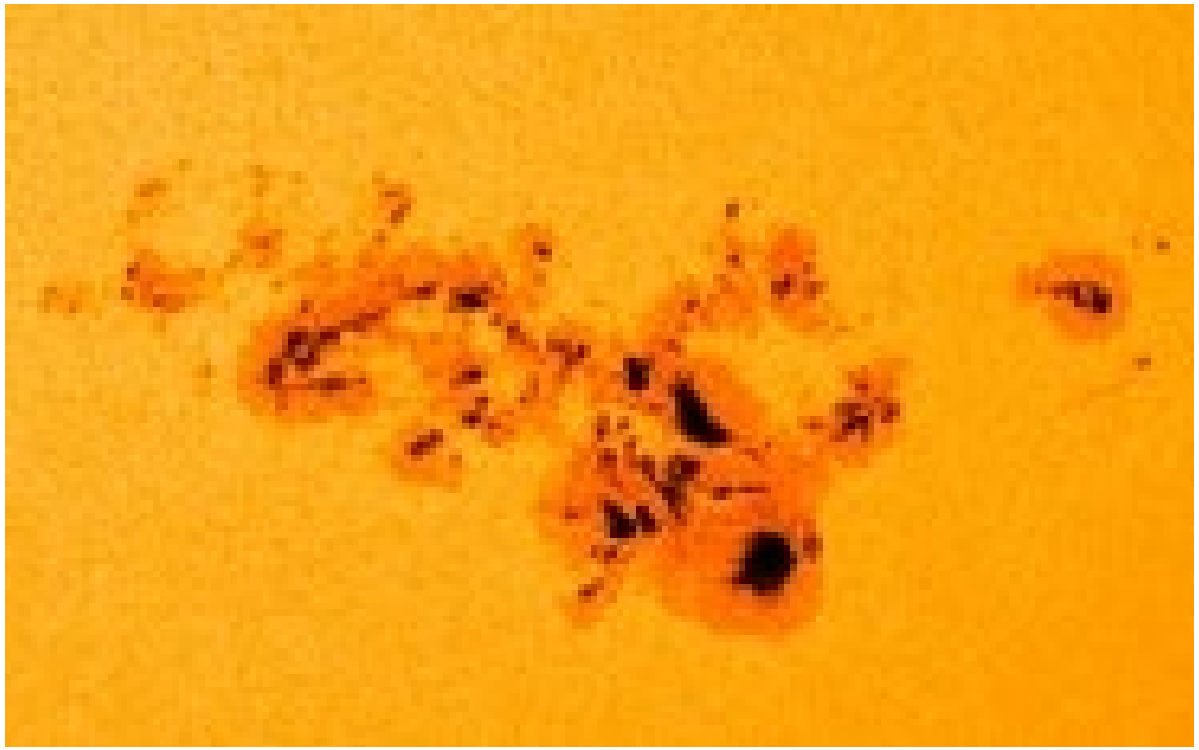
AR3664，5/1-5/12太陽黑子影像

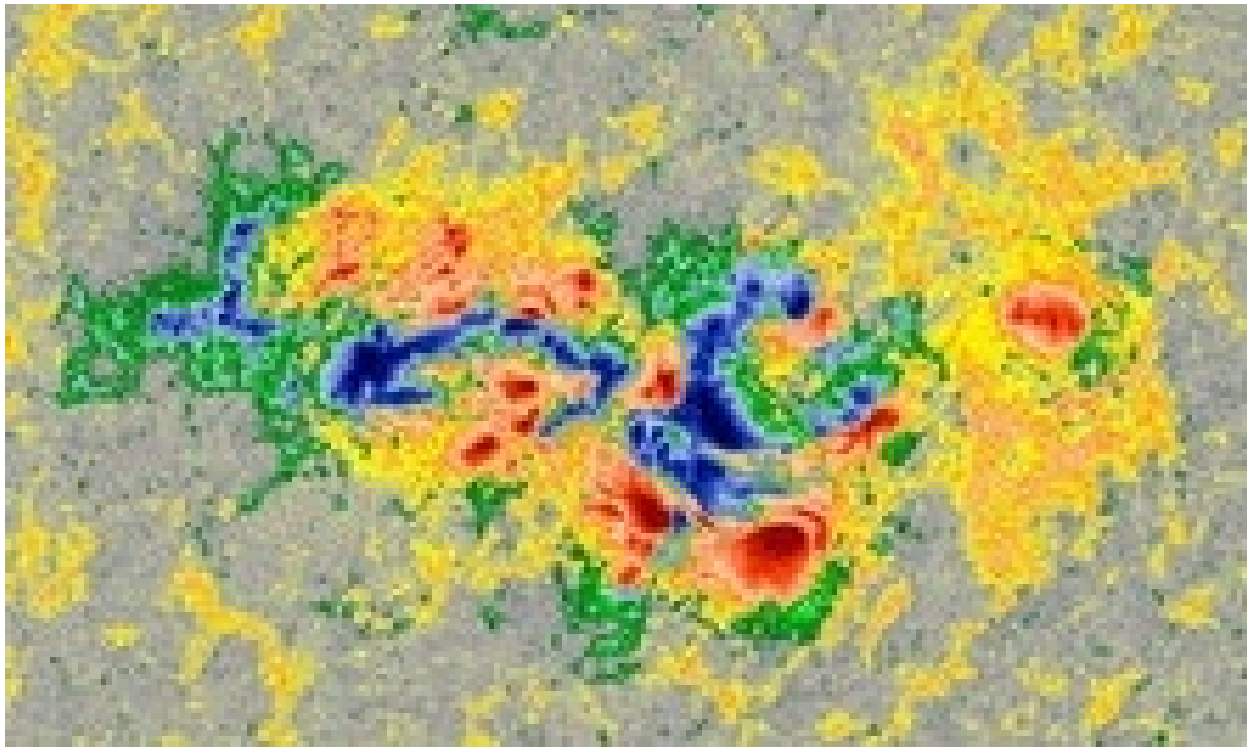
5/1 太陽黑子影像及磁場結構



Courtesy of NASA/SDO and the AIA, EVE, and HMI science teams.

5/9 太陽黑子影像及磁場結構

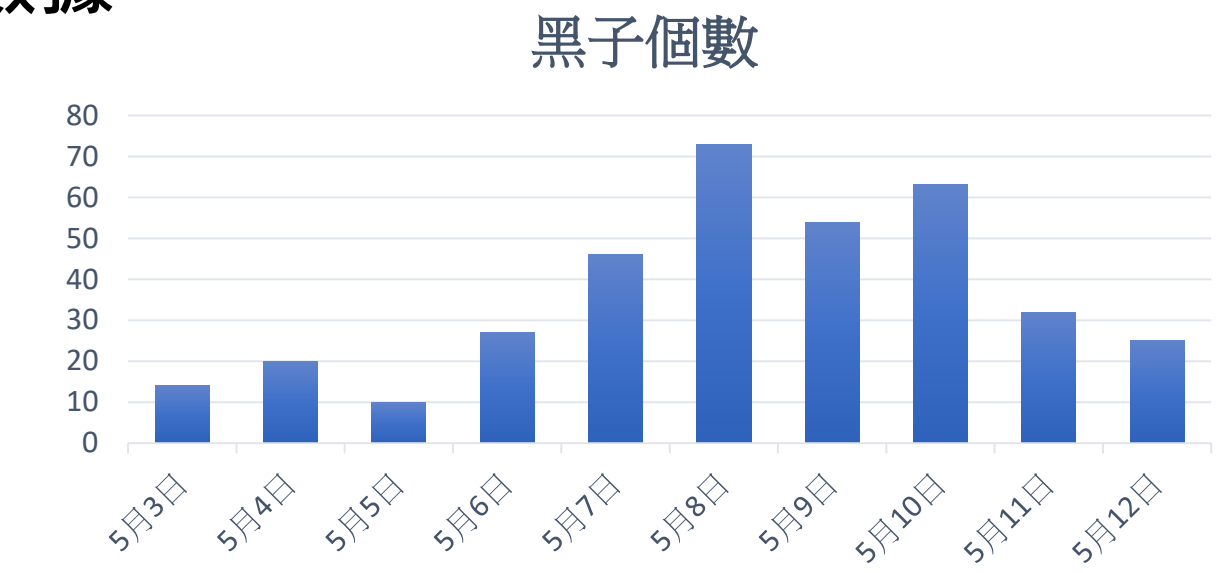


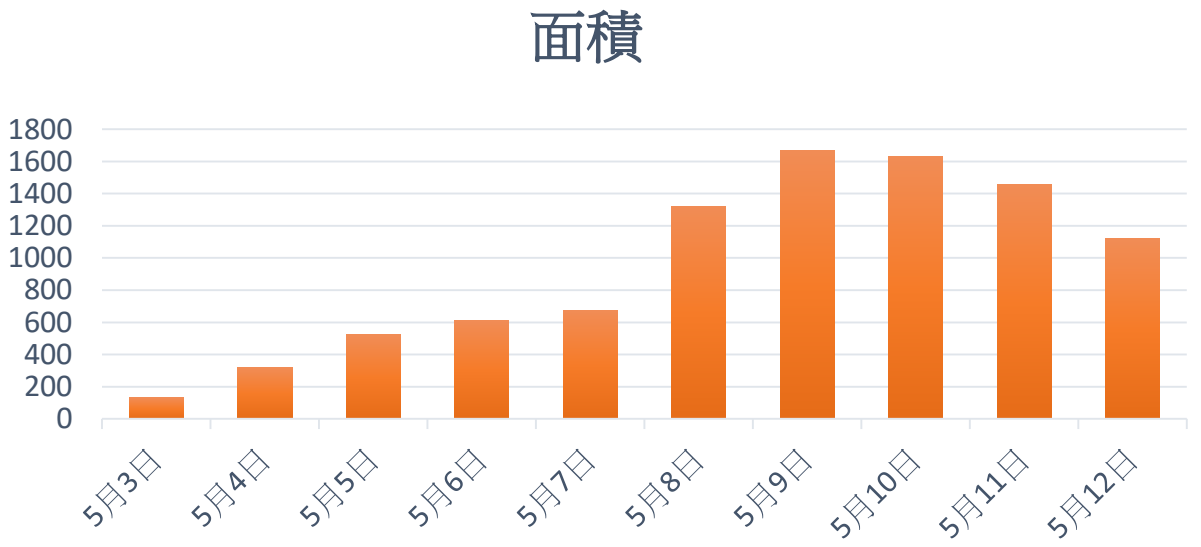


Courtesy of NASA/SDO and the AIA, EVE, and HMI science teams.

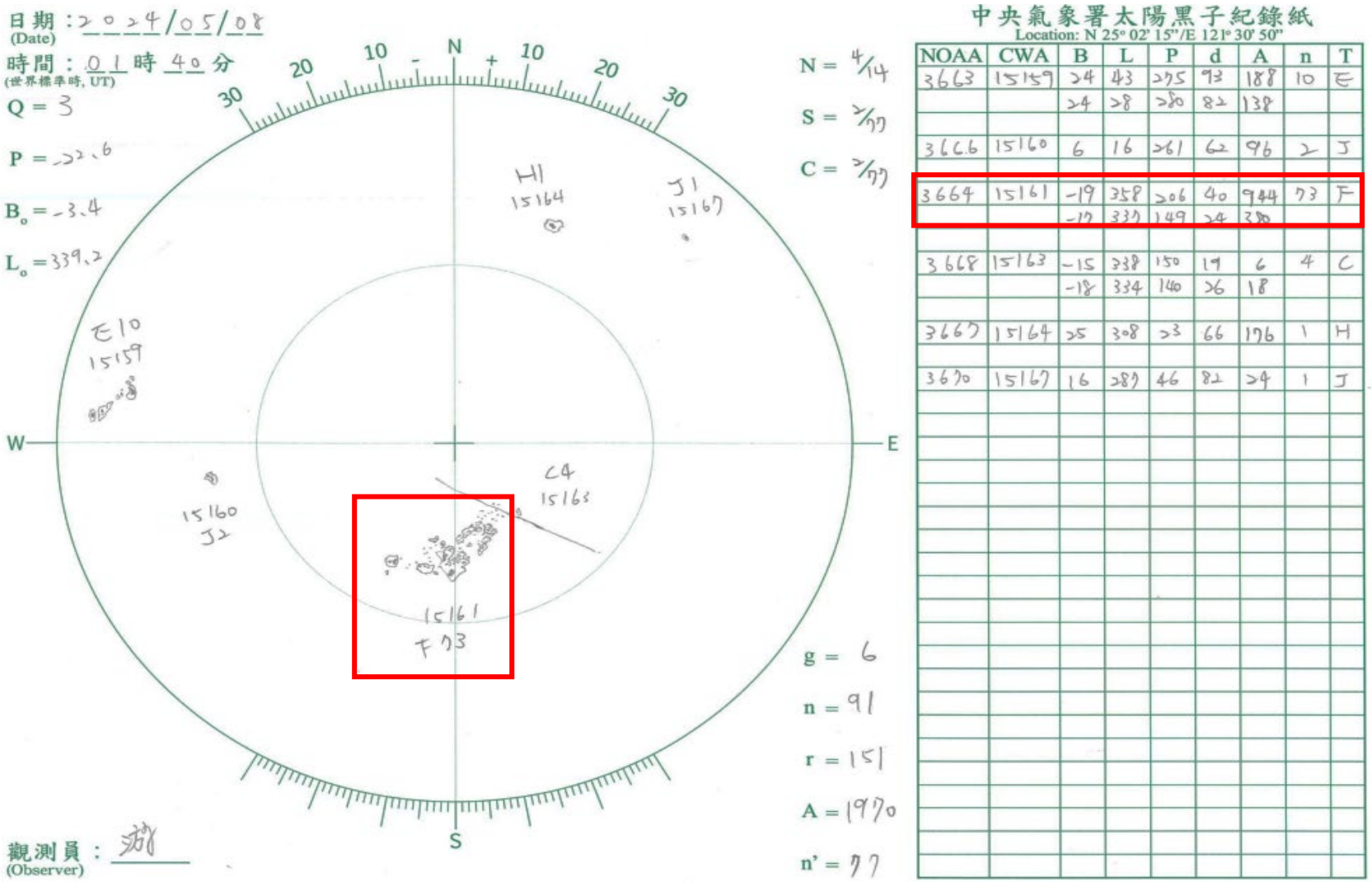
AR3664 臺北天文台投影觀測數據

日期	黑子個數	面積
5/1		
5/2		
5/3	14	134
5/4	20	320
5/5	10	522
5/6	27	612
5/7	46	674
5/8	73	1324
5/9	54	1666
5/10	63	1630
5/11	32	1458
5/12	25	1121





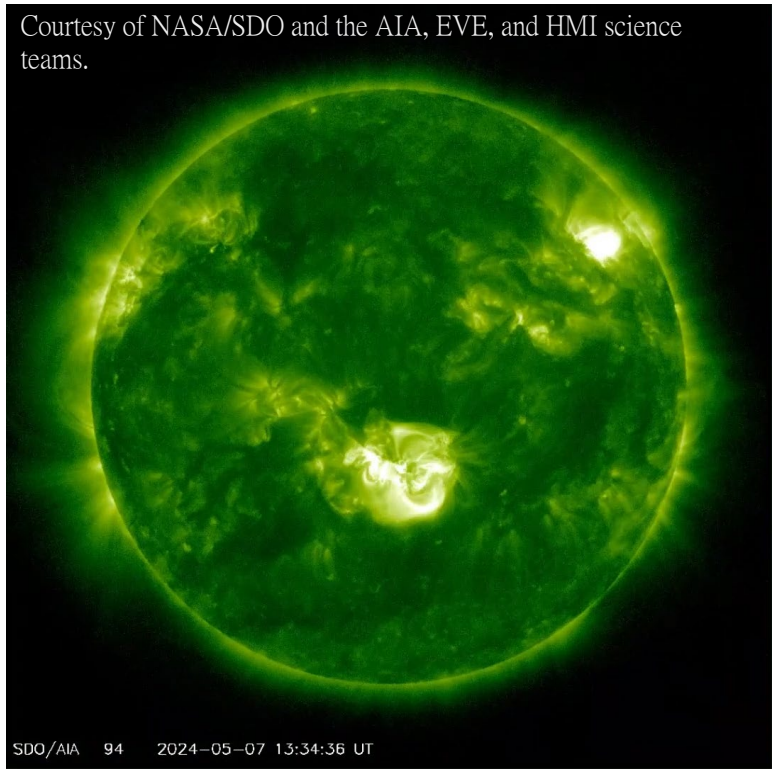
5/8觀測紀錄紙



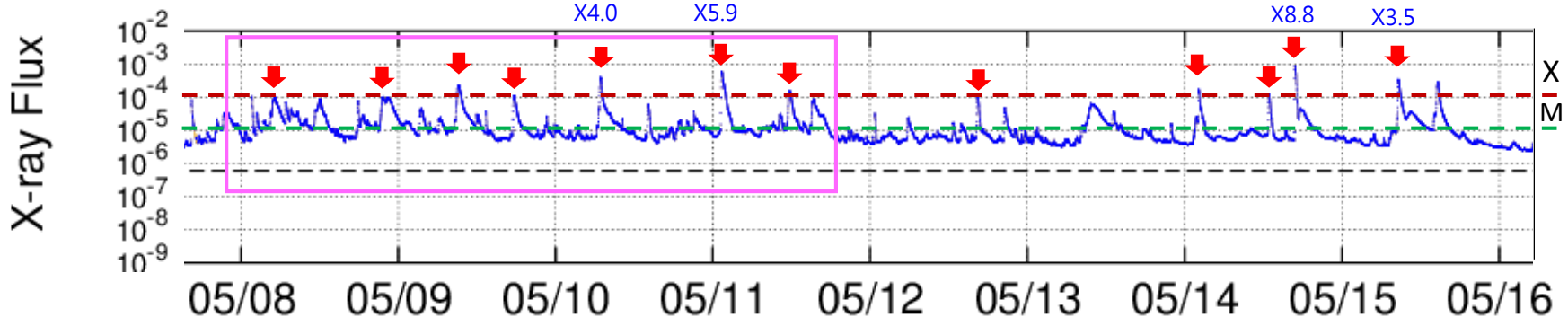
NOAA	CWA	B	L	P	d	A	n	T
3663	15159	24	43	275	93	188	10	E
		24	28	280	82	138		
3666	15160	6	16	261	62	96	2	J
3664	15161	-19	358	306	40	944	73	F
		-17	337	149	24	380		
3668	15163	-15	338	150	19	6	4	C
		-18	334	140	26	18		
3667	15164	25	308	23	66	176	1	H
3670	15167	16	289	46	82	24	1	J

發生多次X級閃焰

- AR3664於5/8至5/15共造成12次X級閃焰，其中7次集中發生在5/8至5/12。
- 5/14 16:46 發生本次太陽週期最大閃焰，達到X8.8級。
- 五月統計共發生20次X級閃焰。



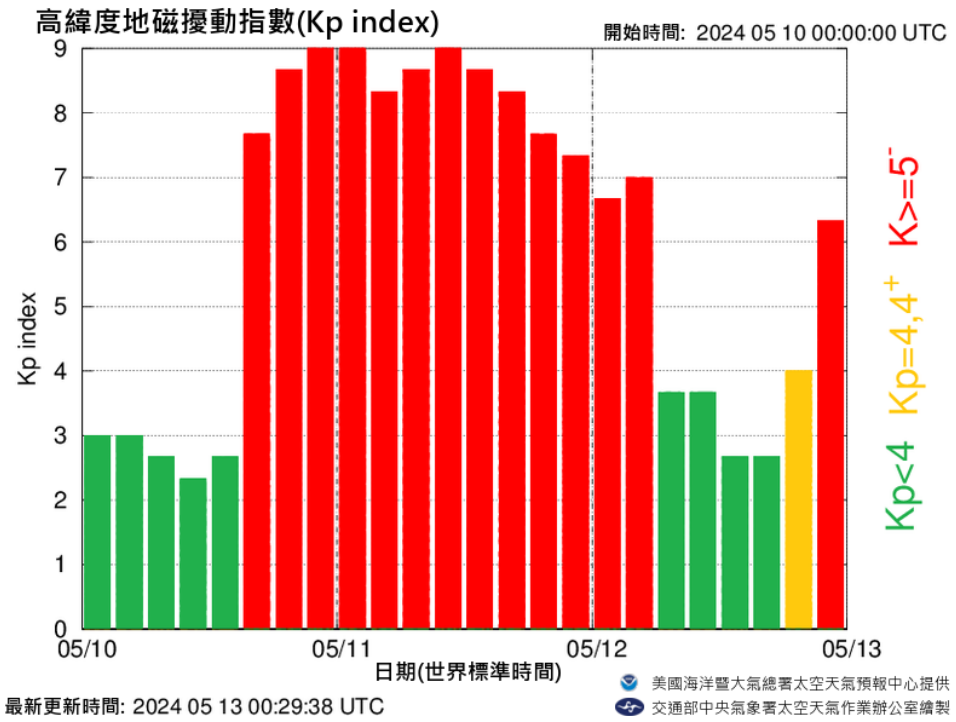
2024年X級閃焰次數	
月份	次數
1	0
2	5
3	3
4	0
5	20
6	3
7	3
8	3

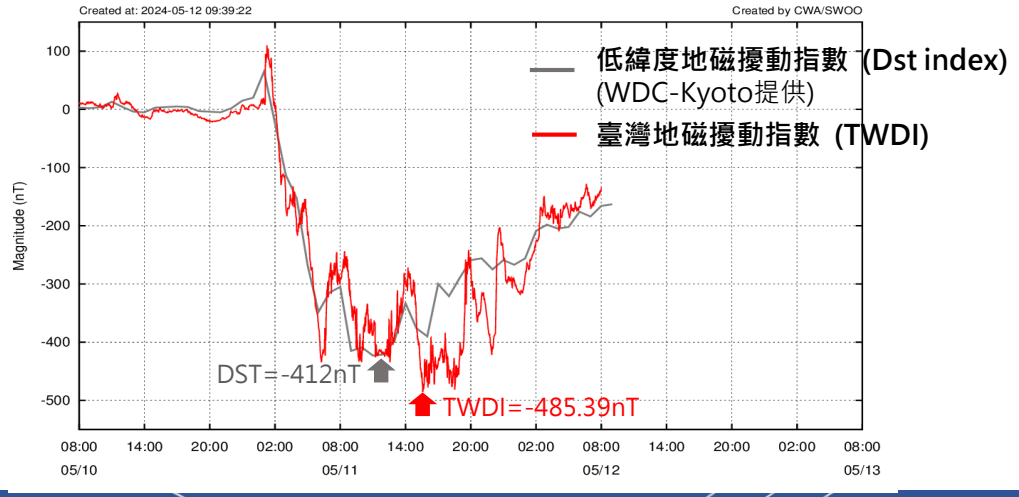


資料來源：NOAA SWPC

5/10 G5磁暴特報- 2024母親節磁暴

- 事件類型：地球磁場擾動- 劇烈磁暴
- 發生時間：2024年05月10日23時00分(台灣時間)
- 最大規模：
  - (全球) Kp=9
  - (全球) DST=-412 nT
  - (臺灣) TWDI=-485.39 nT
- 指標等級：G5(NOAA Scale)
- 為本年度第1次達到劇烈磁暴等級，持續39小時。
  - 前一次為2003年10月28日萬聖節磁暴，持續時間60小時。

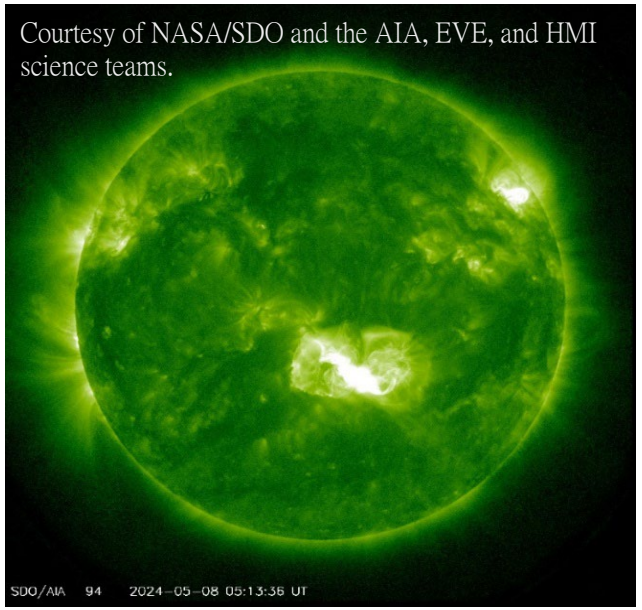


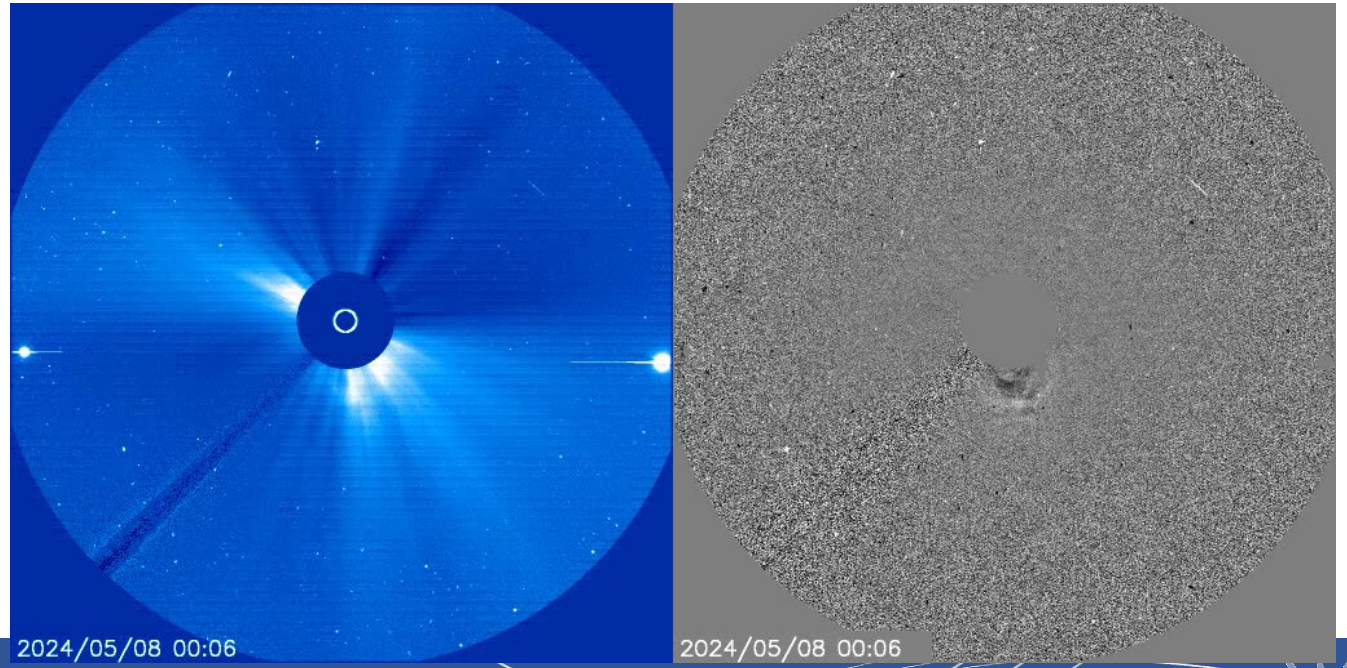


事件發生原因說明

- 於5月8日觀測AR3664發生X1.0級閃焰，並同時於日冕儀影像觀測到往地球方向的日冕物質拋射事件。

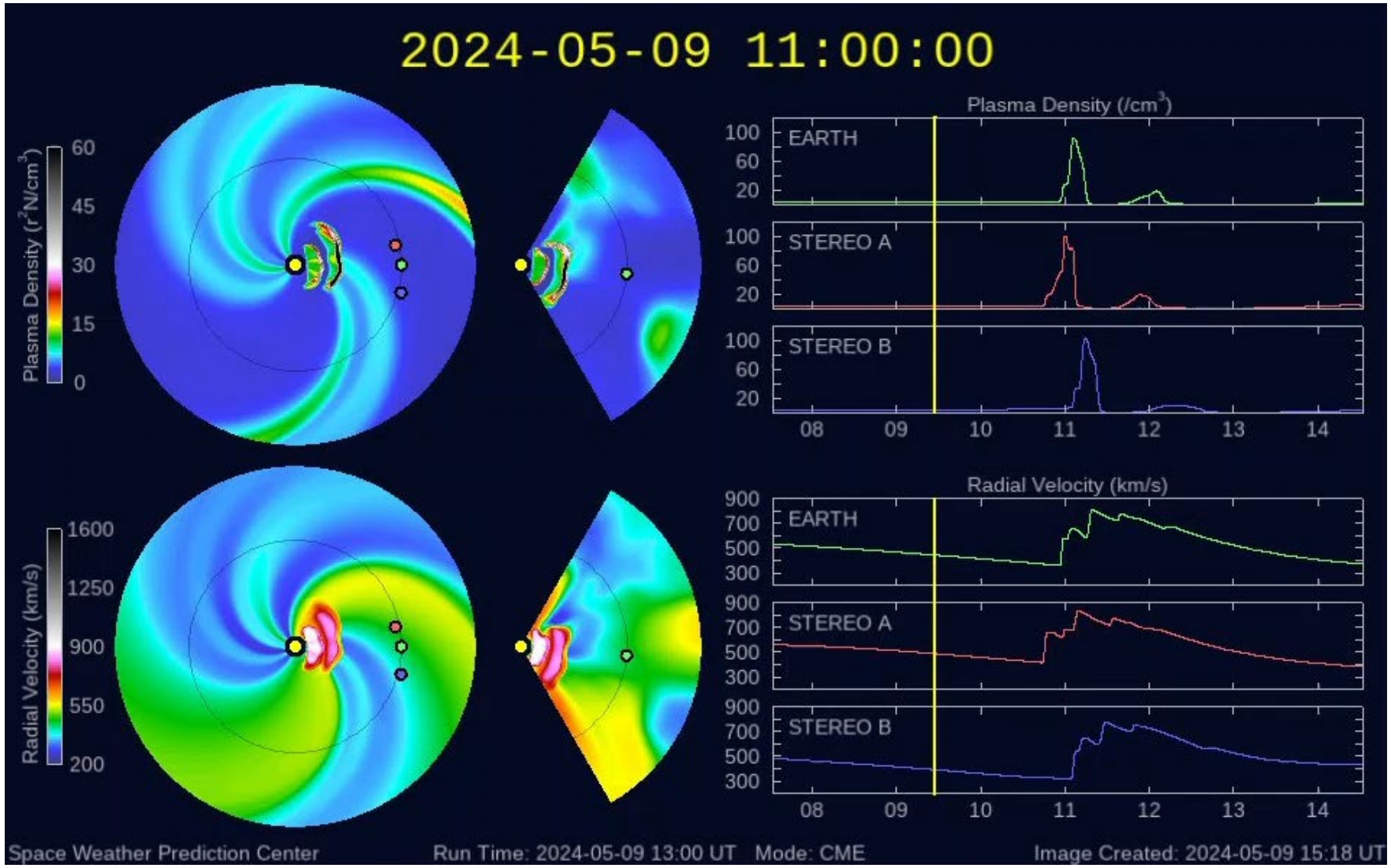
- 5月9日至10日仍持續有多起往地球方向的日冕物質拋射事件，導致磁暴影響時間長達至39小時。





https://soho.nascom.nasa.gov/

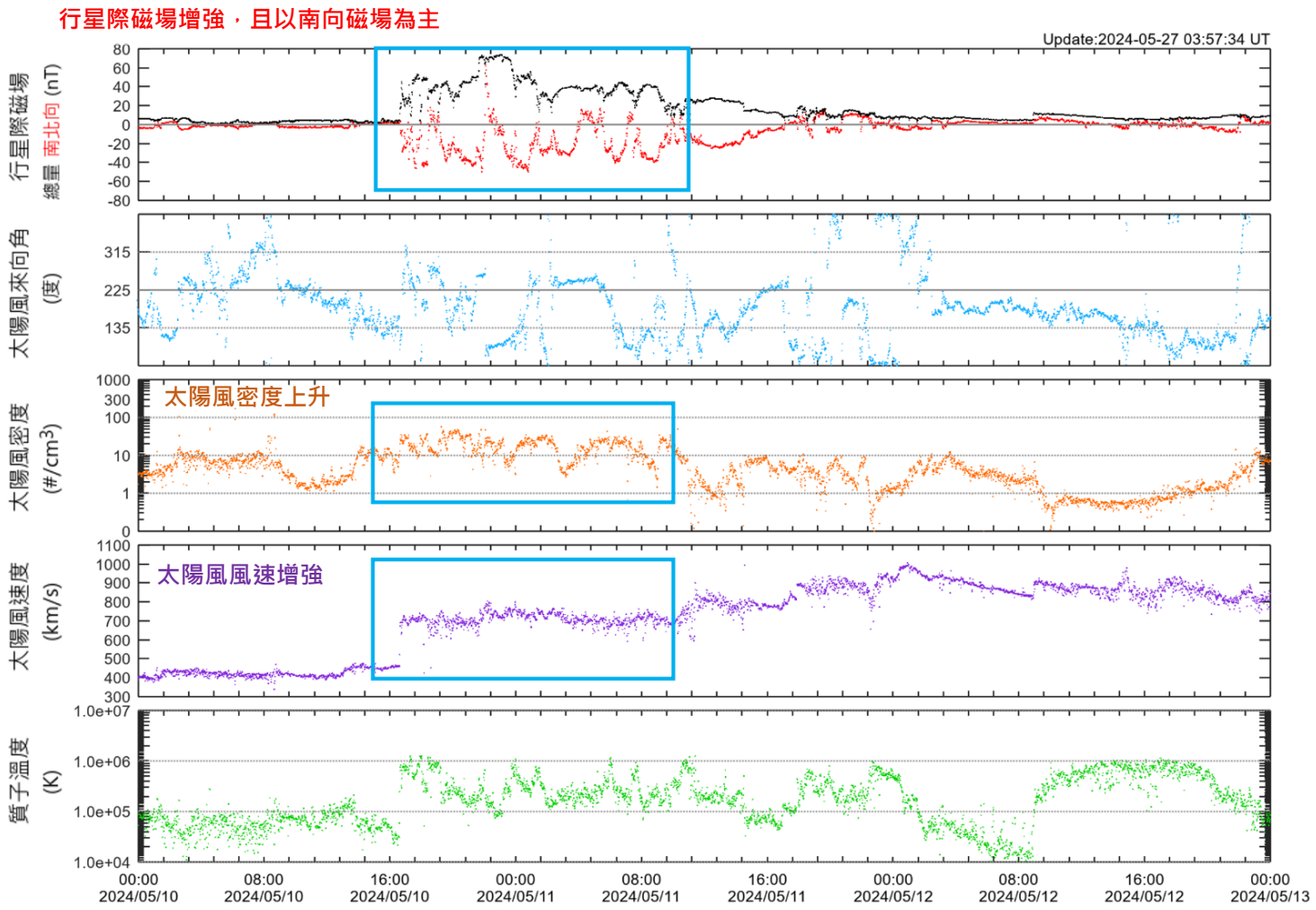
WSA-Enlil Model 太陽風傳播預報



資料來源：NOAA SWPC

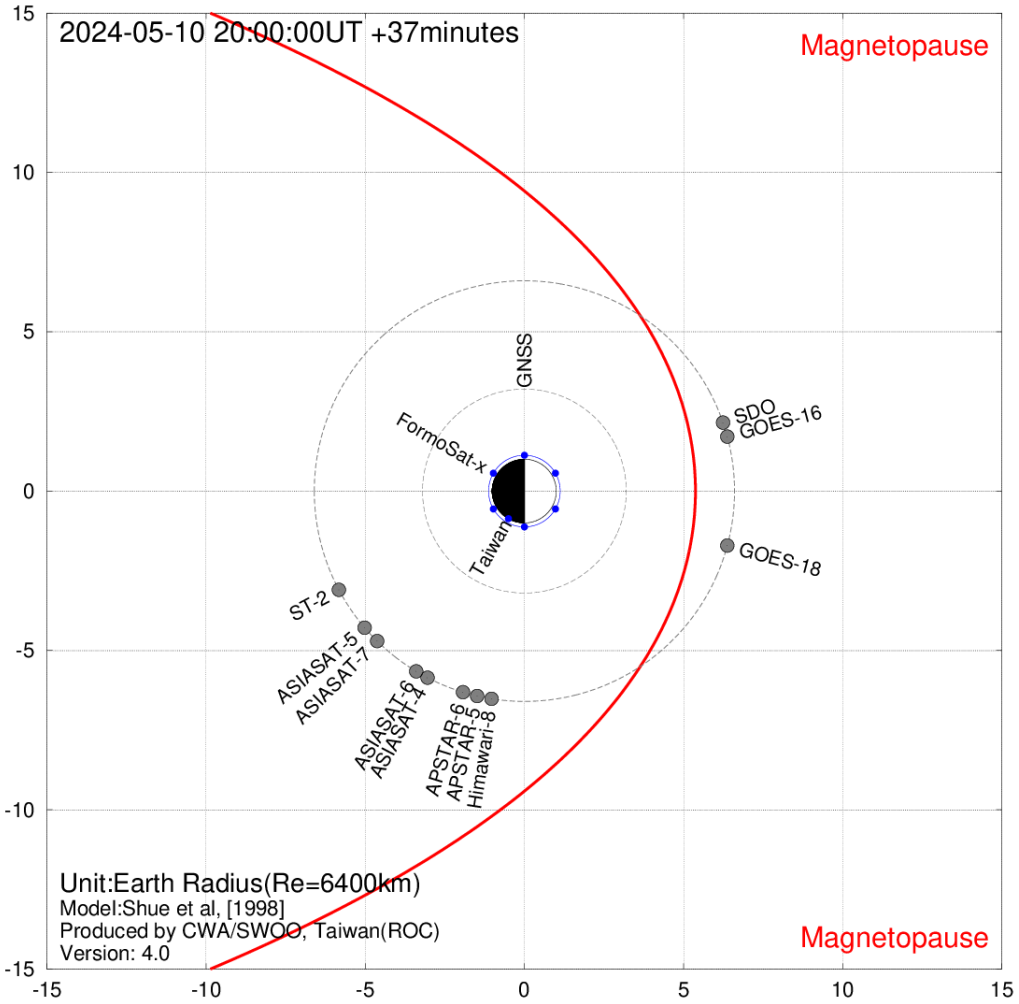
觀測數據

- 於台灣時間5/11 00:30，衛星觀測到行星際環境變化，太陽風風速及密度顯著上升，伴隨行星際磁場增強並長時間以南向磁場為主。
  - 太陽風風速於磁暴期間最高為1005km/s。
  - 太陽風密度最高為約106#/cm^3。
  - 行星際磁場有顯著南向磁場，強度約-50nT。

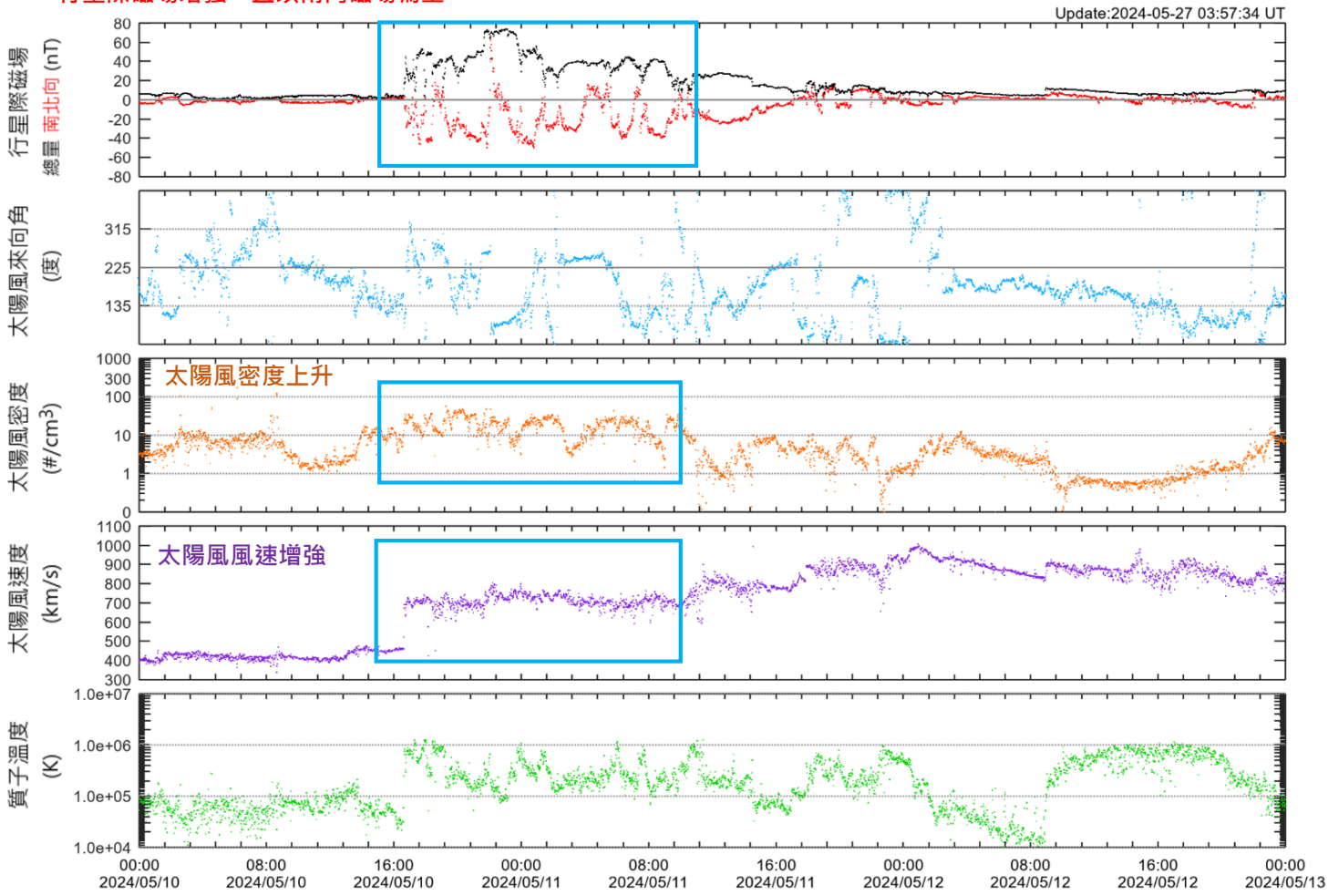


資料來源：NOAA SWPC

近地太空環境變化造成地球磁場受到擠壓

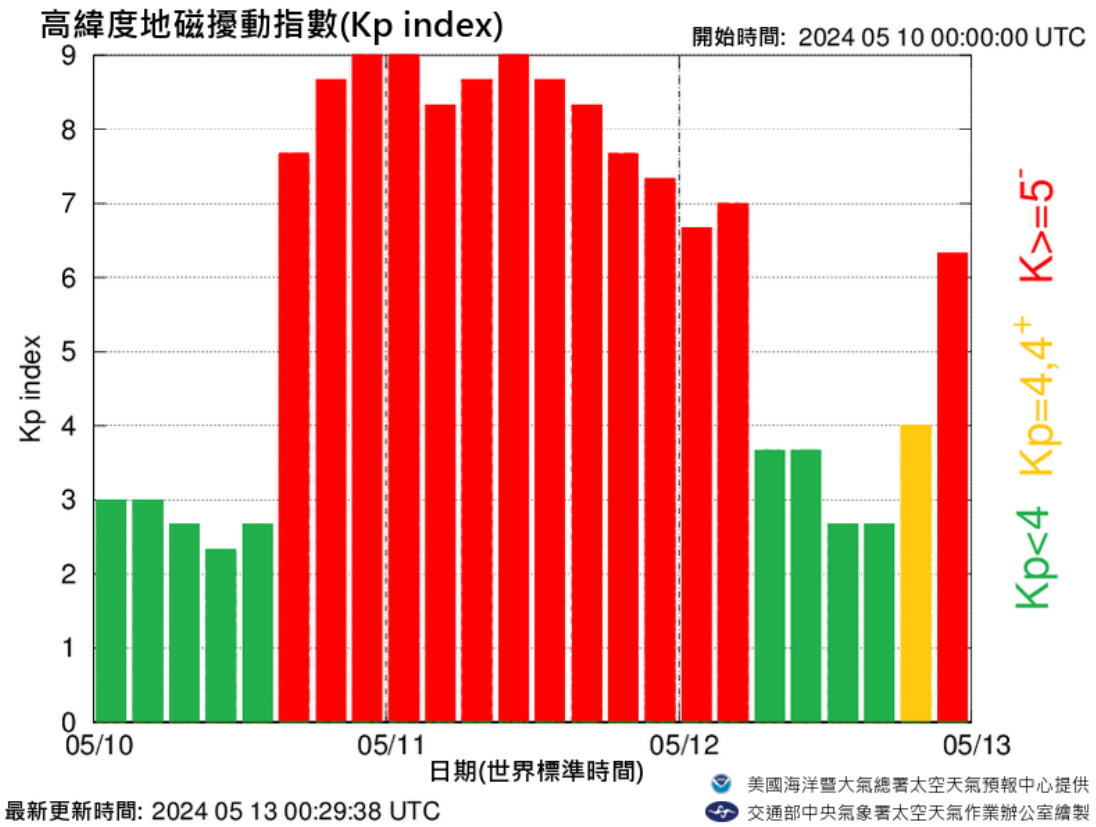


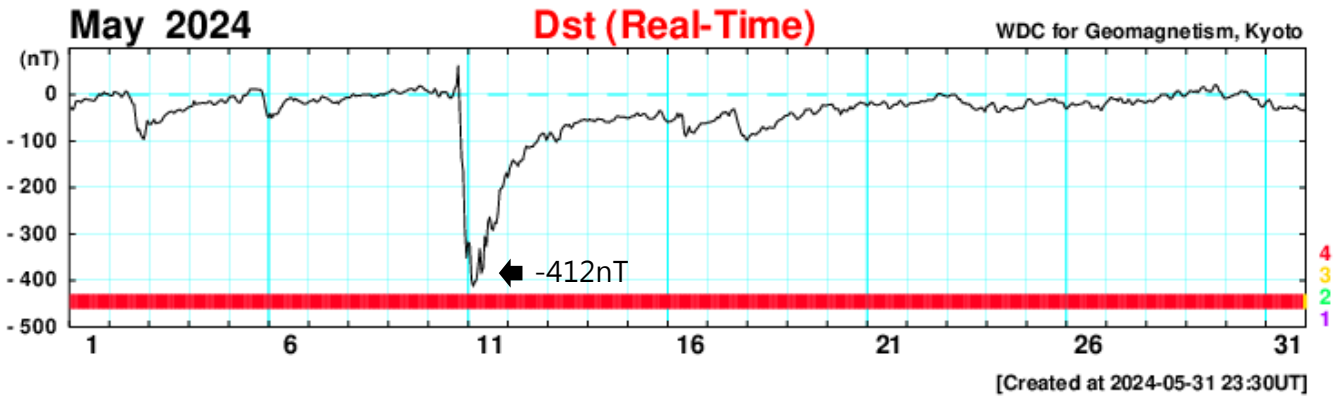
行星際磁場增強，且以南向磁場為主



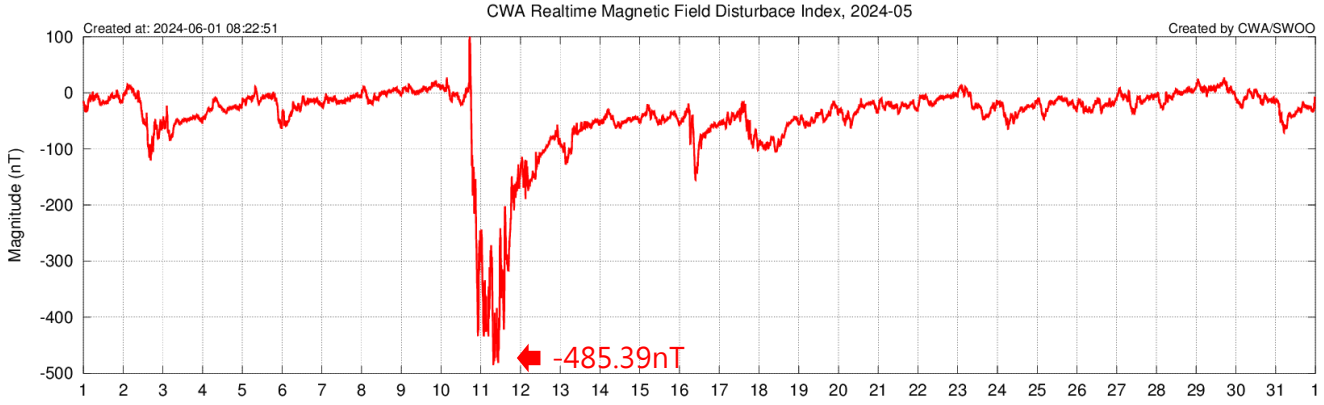
資料來源：NOAA SWPC

地磁擾動監測指數





臺灣地磁擾動數值(Taiwan disturbance index, TWDI)



當地球磁場發生擾動程度時，如果Kp指數達到5以上或者是Dst指數小於-50nT，就稱為「磁暴(Geomagnetic Storm)」。

劇烈磁暴可能影響範圍

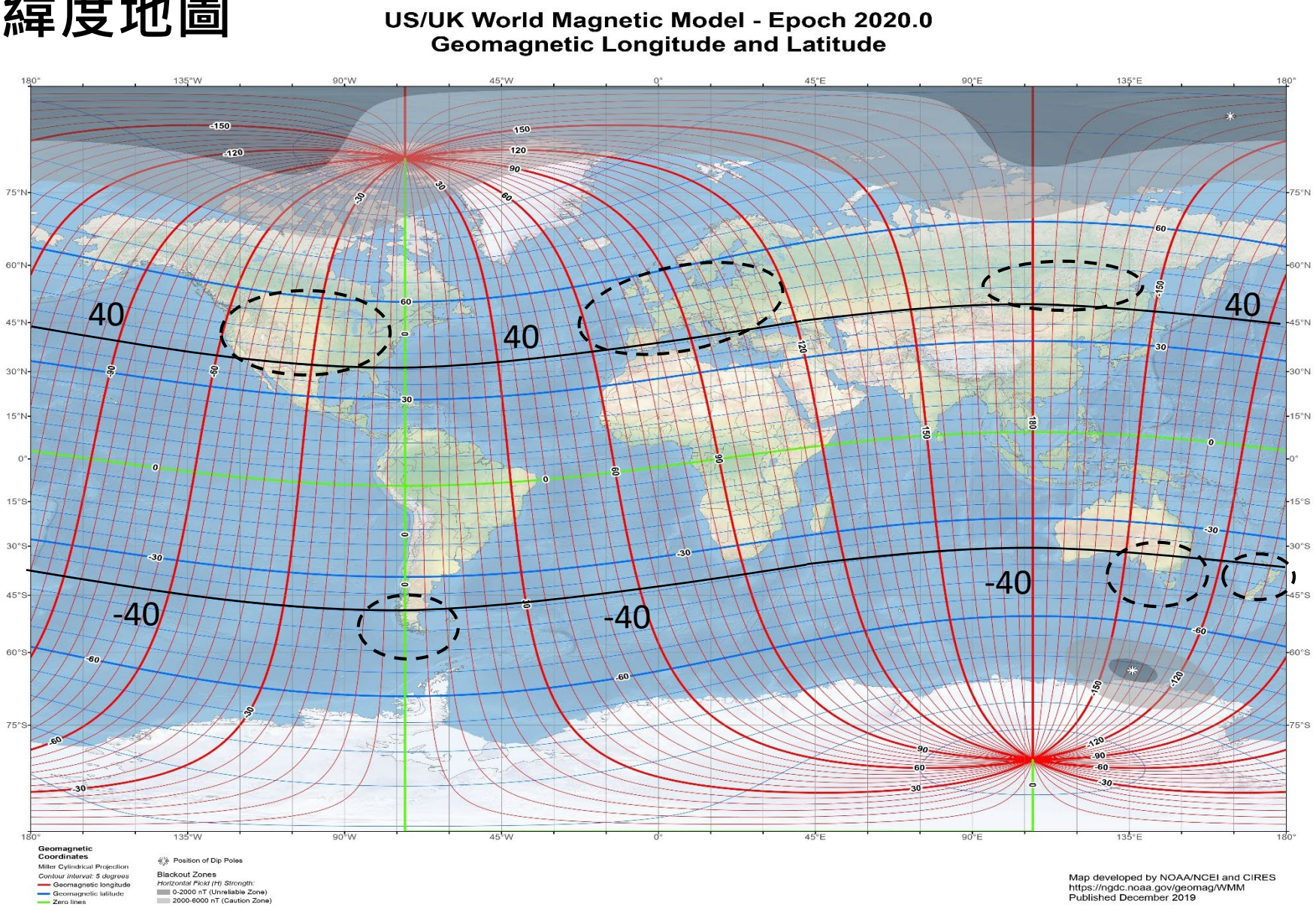
- 極光現象：最低可能發生在**地磁緯度40度**的地區。
- 電子設備：因地磁擾動而出現**感應電流**，造成部分裝置可能會出現假訊號而需要進行修正。
- 衛星操作：受到磁層擠壓，太空環境中**粒子能量增加**，太空飛行器的部份裝置可能受到影響。低軌道人造衛星因**熱氣層密度增加**，可能導致飛行阻力增加而須進行姿態修正。
- 其他系統：受到地磁擾動影響，**電離層濃度分布改變**，可能導致衛星導航偏差增加、高頻無線電通訊將出現干擾與短暫中斷。

美國佛羅里達和田納西州(北緯30、36度)出現極光。
https://news.pts.org.tw/article/694623

日本千葉縣自動農耕機於14日受GPS定位訊號不穩定影響，導致插秧偏差約20公分。
https://www.agrinews.co.jp/news/index/233682

劇烈磁暴發生率以太陽活動週期(11年)估算，每週期約4次(約4天)

磁緯度地圖



磁暴等級	KP指數	發生極光最低磁緯度
G2	6	55
G3	7	50
G4	8	45
G5	9	40

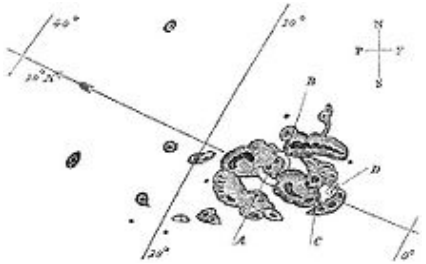
圖片來源：預報中心 劉宇其

2024母親節磁暴特報作業進程

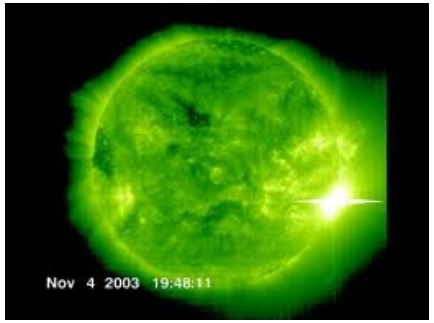
5月8日(三)	• 上午於天文臺投影觀測單一黑子群黑子數破紀錄 預報討論會報告發現AR3664產生圓盤狀CME
5月9日(四)	• 太陽風預報模式資料顯示於11日上午，近地太空環境太陽風密度接近100#/cm3、風速接近800km/s，Kp預報資料於相同時間最高達Kp6(G2)。 • 預報討論會決議依明日(5/10)預報結果決定是否發布磁暴特報。
5月10日(五)	• 09:00，Kp預報資料於11日擾動期間最大值由KP6轉為KP8+。 • 11:00，發布G4地球磁場擾動事件-強烈磁暴特報； 並同步於「報天文」臉書粉絲專頁提供磁暴特報資訊。 • 15:00，進行磁暴特報說明記者會
5月11日(六)	• 02:00，Kp指數達8-(G4)，地磁擾動為強烈磁暴等級。 08:00，Kp指數達9 (G5)，達劇烈磁暴等級，為近20年規模最大磁暴。 • 於天氣記者會提供太空天氣說明。 • 於「報天文」臉書粉絲專頁提供磁暴事件資訊。 • 21:00，磁暴特報調整持續時間至48小時。
5月12日(日)	• 10:00，磁暴特報調整持續時間至60小時。 • 於天氣記者會後進行磁暴事件記者會。 • 17:00，Kp指數降為4-，地磁擾動減弱為緩和等級。

歷史上的劇烈事件

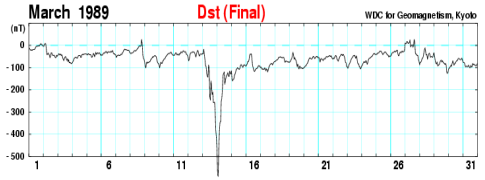
- 1859年09月01日卡靈頓(Carrington)事件
  - 太陽閃焰強度可能達X35到X45
- 1921年05月太陽閃焰
  - 太陽閃焰強度可能達X3等級，影響到了美國紐約中央鐵路營運
- 1972年08月太陽質子事件
  - 高能粒子(30MeV)通量可能達2.7-11.0 x10^9(S5)，引爆了水雷
- 1989年03月13日魁北克事件
  - 地磁擾動Dst指數最低達-589nT
- 2000年07月14日巴士底日(Bastille Day)事件
  - 太陽閃焰強度達X5.7(R3)
  - 太陽質子事件達到8.0-11.0 x10^3(S4)
- 2003年11月4日太陽閃焰事件
  - 強度達X28-45(R5)已超過儀器上限
- 2003年10月28日萬聖節磁暴
  - Kp指數連續60小時達磁暴等級
- 2017年09月06日太陽閃焰
  - 太陽閃焰強度達X9.3，高頻無線通訊影響長達8小時



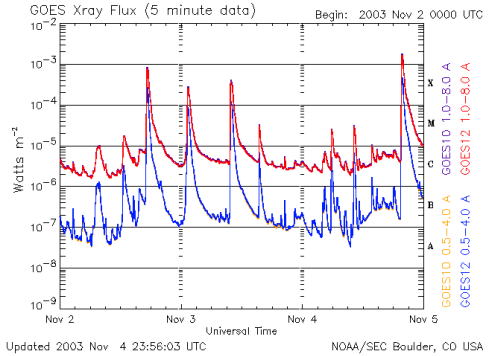
圖：1859年9月1日的黑子描繪



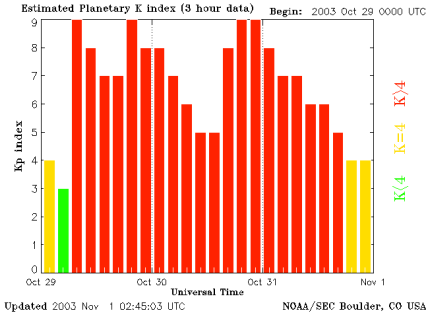
圖：2003年11月4日太陽閃焰



圖：1989年3月13日地磁擾動指數



圖：2003年11月4日太陽閃焰



圖：2003年10月28日萬聖節磁暴

結語

- 本次磁暴事件為近20年來規模最大的一次，而目前已接近第25太陽週期極大期，未來劇烈太空天氣事件發生的次數可能會更加頻繁，對於現代社會依賴的通訊、衛星定位、人造衛星及電子設備可能造成較大的影響，未來也須提防規模更大的劇烈太空天氣事件。
- 想要更加了解太空天氣的影響以及關注是否有劇烈太空天氣事件發生，可至中央氣象署網站瀏覽相關訊息。

太空天氣作業辦公室網站
https://swoo.cwa.gov.tw/

謝謝聆聽

歡迎提問

太空天氣作業辦公室網站
https://swoo.cwa.gov.tw/