

109年天氣分析與預報研討會

2020 Conference on Weather Analysis and Forecasting

A6(太空天氣監測與分析)-13

台灣太空天氣作業發展

太空天氣作業辦公室

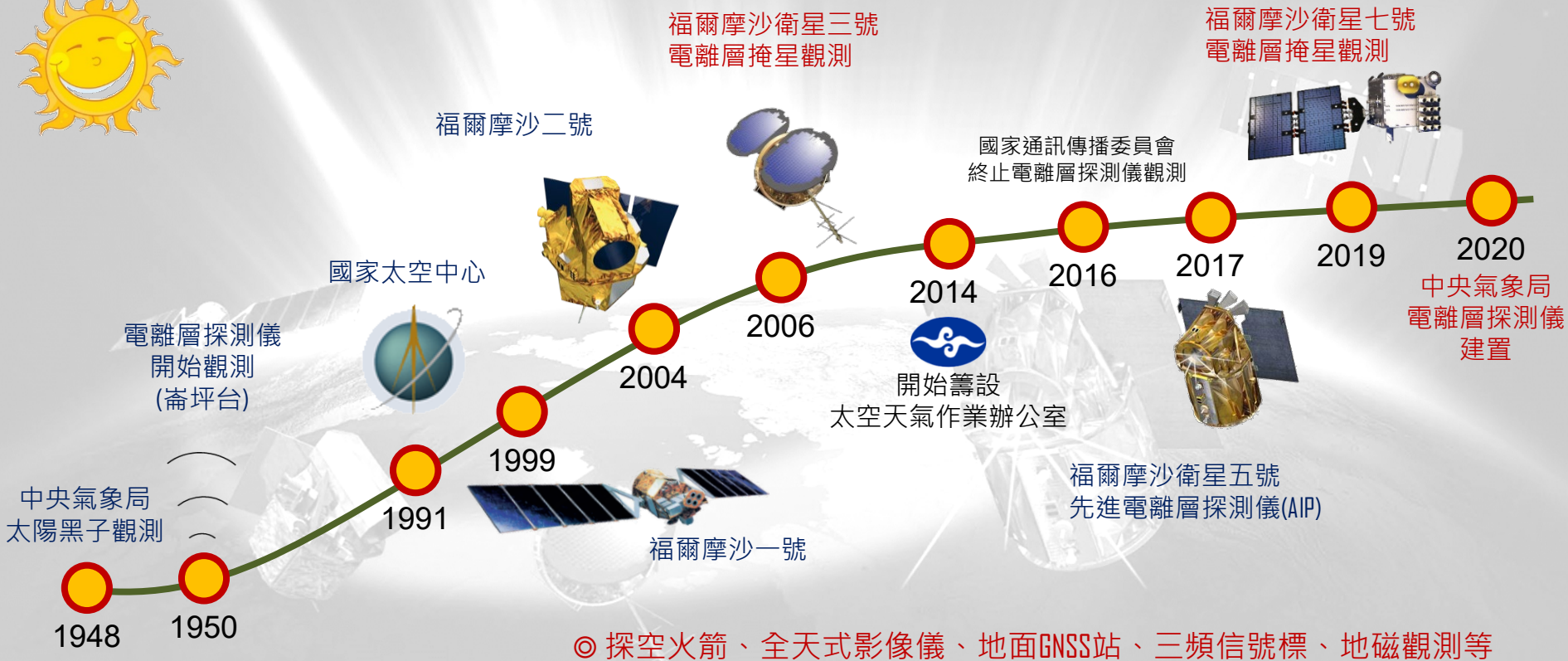
Space Weather Operational Office



交通部中央氣象局

李奕德(itlee@cwb.gov.tw)、程家平、黃俊穎、何旭慧

台灣太空天氣觀測發展



太空天氣作業辦公室發展現況

2014年起，在學者專家的建議與協助下，氣象局與國家太空中心和國內科研團隊開始合作建置太空天氣作業系統

- 整合國內外太空天氣觀測資料
- 建置太空天氣模式與預報作業規畫
- 推動太空天氣科普教育

2016年透過網站提供資訊和產品

- <https://swao.cwb.gov.tw/> (2020年網站更新)

2017年10月舉辦太空天氣成果發表會

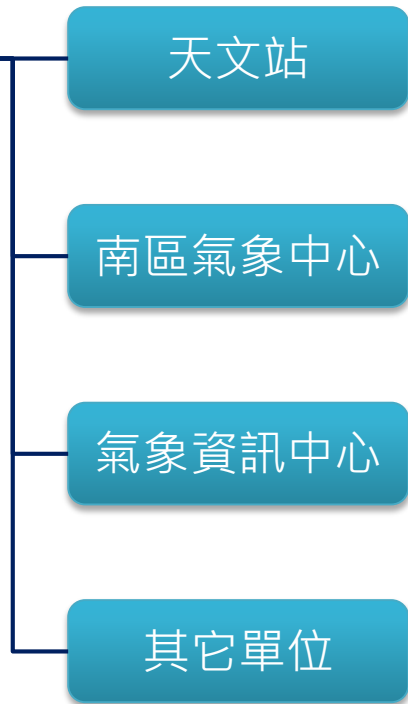
2018年10月加入亞太太空天氣聯盟(AOSWA)

2019年08月提供行政院天然電磁脈衝與太空天氣影響

2020年氣象局與NOAA/SWPC合作備忘錄中加入太空天氣作業



氣象局內的太空天氣業務配合



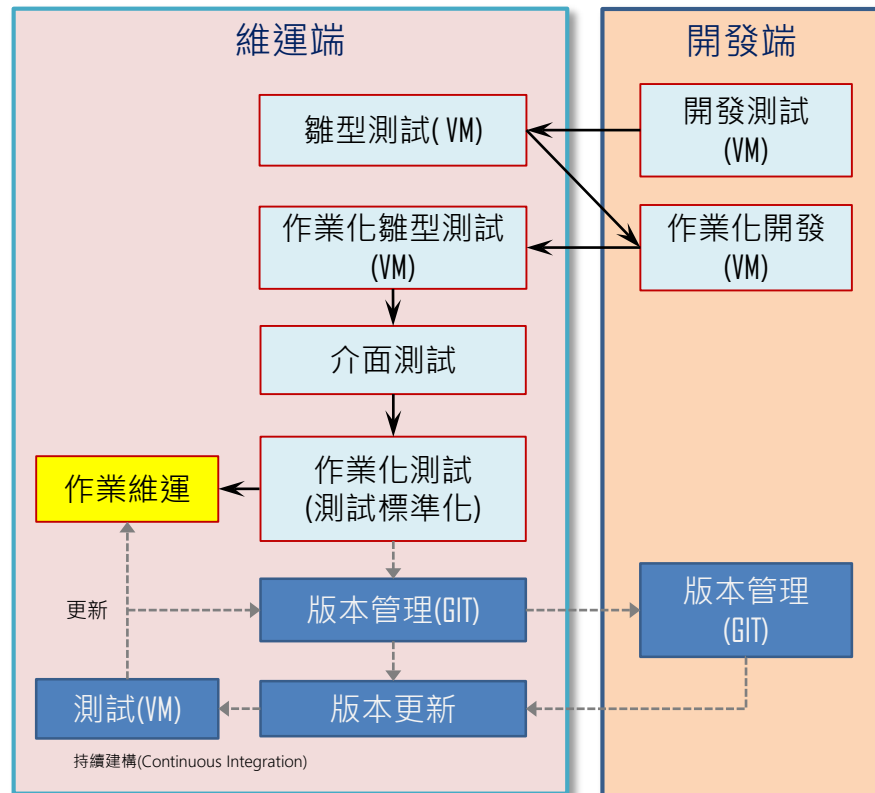
研發成果轉移作業程序(R2O2R)

🌐 架構較為簡易的程式/系統:

- 和作業系統、函式庫、編譯器無關
- 使用團隊所提供的程式完成測試後上線
- 轉移成功產品：全電子含量圖(中大)、電離層閃爍指數模式(中央)

🌐 架構複雜的程式/系統:

- 採用氣象局提供的虛擬主機運算
- 團隊提供開發好的ISO檔案進行測試後上線
- 轉移成功產品：電離層監測系統(成大)、電離層資料同化系統(成大)



提供太空天氣作業產品

太陽黑子描繪
地面太陽影像

SDO影像
GOES影像
SOHO影像

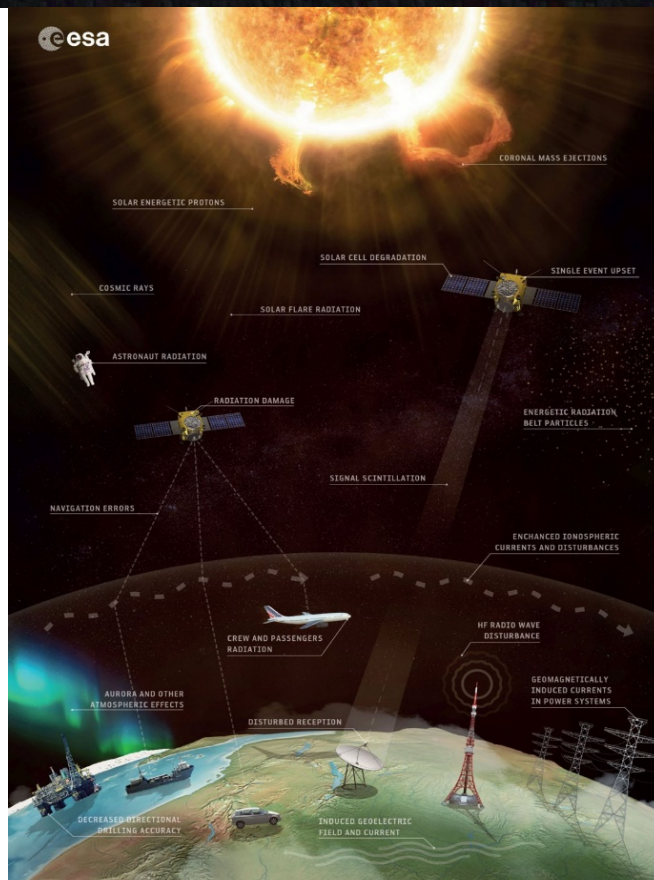
DSCOVR觀測
GOES觀測

福爾摩沙衛星七號

電離層探測儀
GNSS觀測

全電子含量分布
全台定位監測
地磁強度觀測
地磁擾動指數

IGS觀測
Kp指數
Dst指數



WSA-Enlil 太陽風模式

地球磁層頂位置模式

OVATION極光可見範圍

WASAVIES飛航輻射吸收率模式

電離層與熱氣層耦合模式

電離層濃度監測系統(GIS)

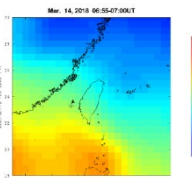
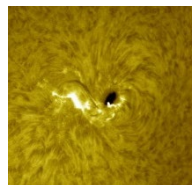
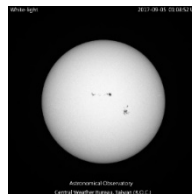
電離層閃爍指數經驗模式

電離層電波吸收模式

太空天氣觀測作業現況

地面觀測

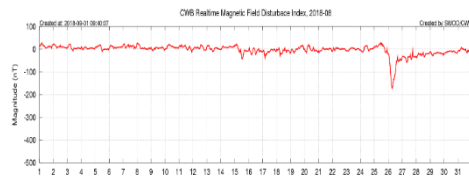
- 太陽望遠鏡
 - 太陽黑子投影描繪與分析
 - 可見光、H-alpha、Ca-K影像
- GNSS接收站
 - 1Hz/50Hz觀測資料、0.5Hz全電子含量
 - 區域全電子含量圖(TWRR)
- 三分量磁力儀
 - 磁場X、Y、Z、H、B分量
 - 臺灣地區地磁擾動指數(TWDI)
- 電離層探測儀
 - 電子濃度廓線、電離層特徵參數



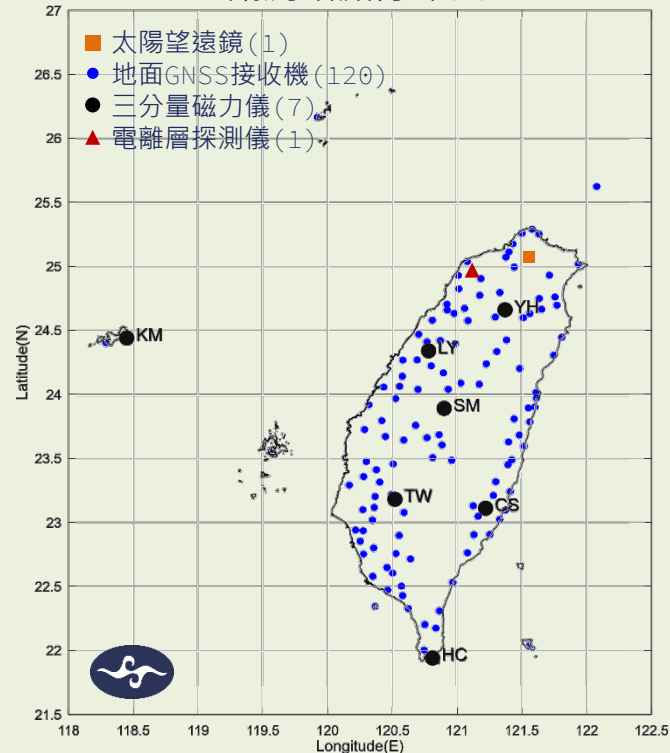
衛星觀測

- 福爾摩沙七號電離層掩星

國外觀測資料



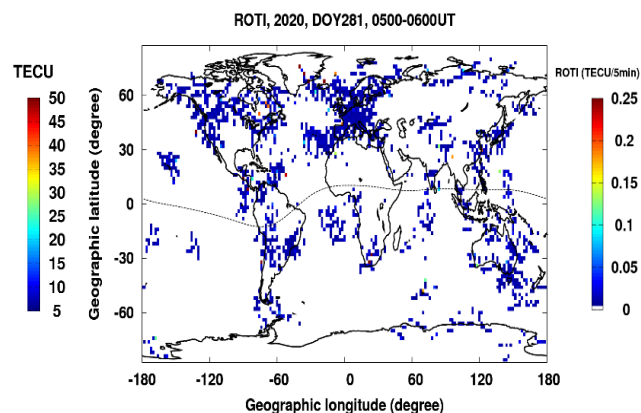
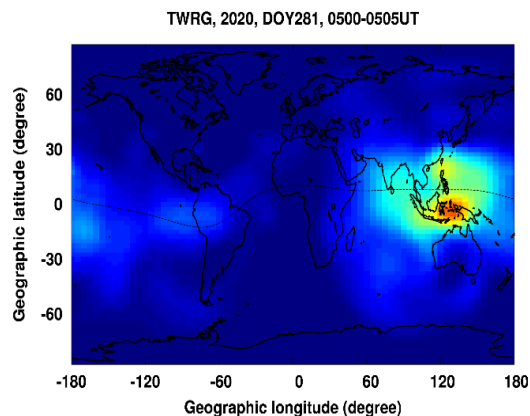
觀測站點分布圖



全電子含量(TEC)圖

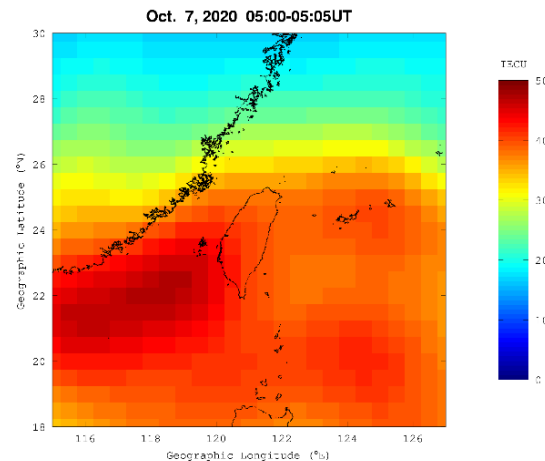
全球產品

1. 全球IGS即時地面站(約110站)與福衛觀測資料。
2. 空間解析度5度x2.5度，時間間隔為5分鐘。
3. TEC變化率指數(ROTI)空間解析度為2度，間隔1小時。



區域產品

1. 氣象局即時地面接收站。
2. 以全球為背景融合觀測。
3. 空間解析度0.5度，時間間隔為5分鐘。



學界轉移成果協助作業發展

 全電子含量圖、地磁層頂位置

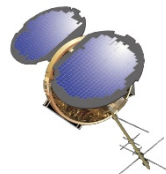



 電離層天氣監測(Global Ionospheric Specification)

- ▶ 利用掩星觀測與地面GNSS觀測重建三維電子濃度結構

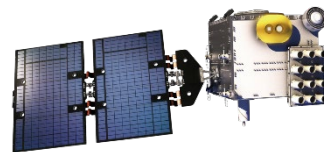
 電離層閃爍指數經驗模式

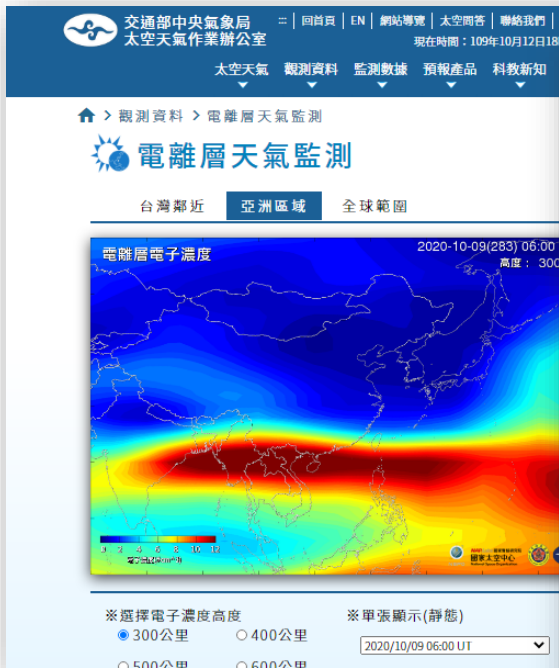
- ▶ 利用福衛三號觀測與轉換所建立的經驗模式



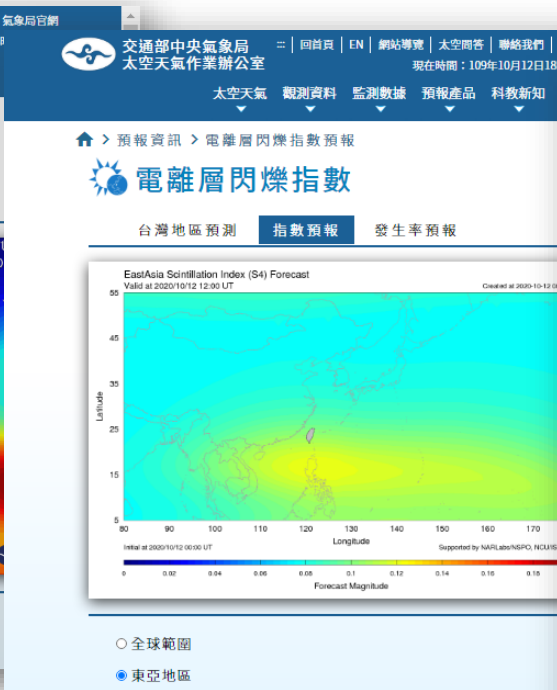
 電離層資料同化系統

- ▶ 利用NCAR TIE-GCM同化掩星觀測與地面GNSS-TEC

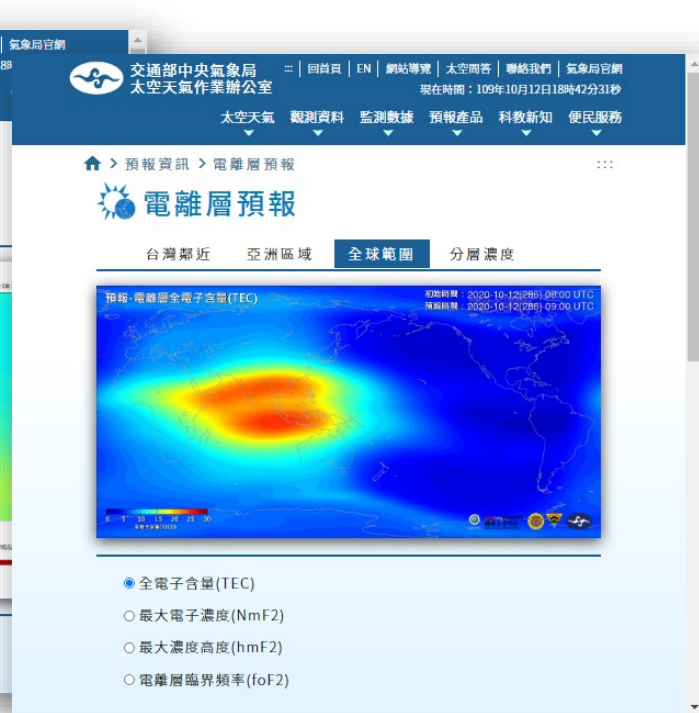




每日更新
時間間隔60分鐘
3種範圍
4種高度



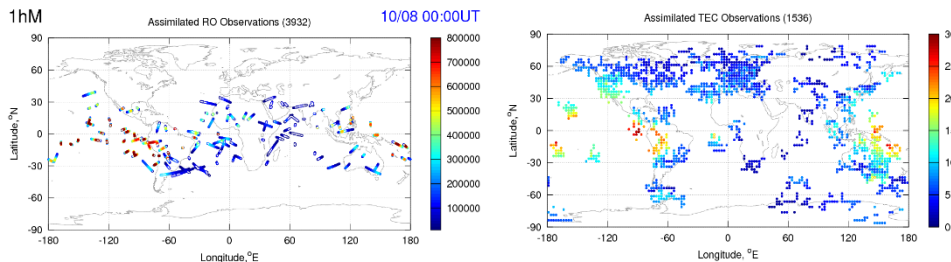
每日更新
時間間隔60分鐘
指數強度與發生率



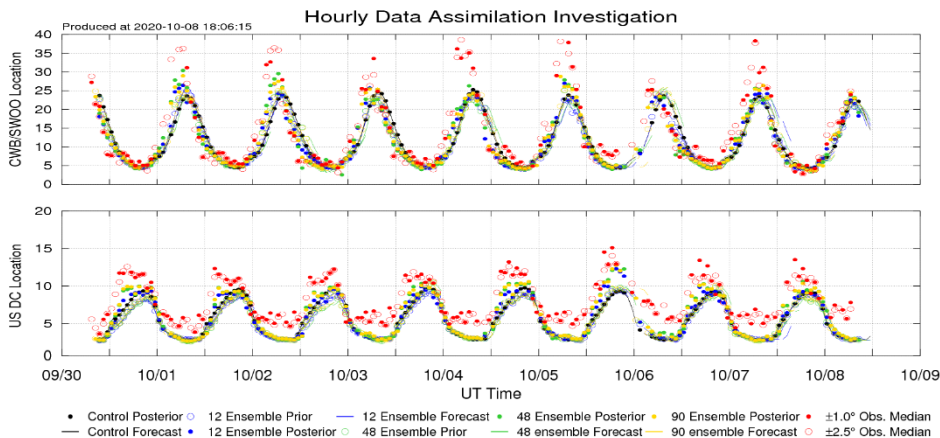
每小時更新
時間間隔60分鐘
3種範圍配合4種特徵參數
分層電子濃度

耦合模式搭配資料同化系統

同化觀測資料(F7/RO+TEC)



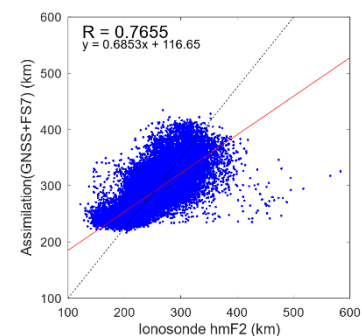
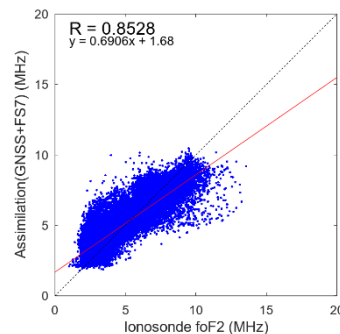
同化結果與TEC比較(確認系統與模式特性)



同化結果與電離層探測儀比較

層峰濃度(NmF2)	未同化	同化後
全球表面	0.7622	0.8528
中低緯度	0.7282	0.8341
高緯度	0.7395	0.8421

層峰高度(hmF2)	未同化	同化後
全球表面	0.7507	0.7655
中低緯度	0.6444	0.6715
高緯度	0.8874	0.8792



太空天氣作業辦公室運作概況

作業系統維護

國內外觀測資料整合
產品發展與校驗
電離層模式運算及校驗
磁層頂模式運算及校驗
電波吸收模式運算及校驗
人工資料分析
太空天氣概述製作

科學教育推廣

新知與問答編寫
科普教育活動

太空天氣資訊供應平台

觀測資料

太陽影像、太陽黑子數、太陽輻射、太陽風參數、行星際磁場、三維電漿濃度、電離層擾動、地磁強度

監測指數

地磁擾動、太空天氣指標

預報產品

太空天氣概述、電波吸收、極光可視範圍、磁層頂位置

科教專區

問答集、新知文摘、雙語詞彙、儀器與模式說明

即時總覽頁面

提供NSPO、NCUSS、IRSL展示

即時監測頁面

作業用監測業面

太空天氣科普活動

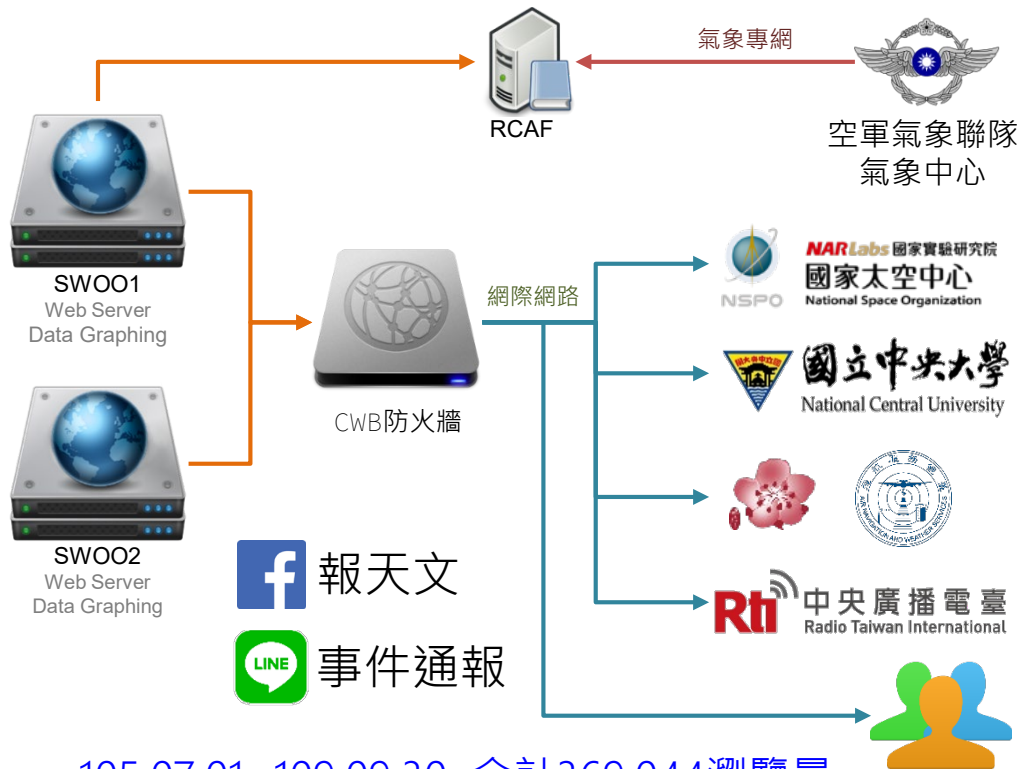
到校服務、氣象局局慶、專題演講、科普計畫

服務對象

一般社會民眾
中、小學學生
高等教育師生
國防單位
交通部民航局
國家太空中心
通訊服務單位
業餘無線電用戶
大眾傳播媒體


太空天氣產品和服務

名稱	類型	資料來源	產品間隔	更新時間
觀測資料				
太陽表面影像	地面	人工	氣象局天文台	每日
	衛星	自動	NASA SDO	15分鐘
	衛星	自動	NOAA GOES-16	4分鐘
太陽黑子觀測	地面	人工	氣象局天文台	每日
	衛星	自動	NASA SDO	15分鐘
太陽日冕觀測	衛星	自動	NASA SOHO	12分鐘
太陽風觀測	衛星	自動	NOAA DSCOVR	1分鐘
行星際磁場	衛星	自動	NOAA DSCOVR	1分鐘
太陽短波輻射	衛星	自動	NOAA GOES	1分鐘
高隕粒子通量	衛星	自動	NOAA GOES	5分鐘
電離層掩星高度剖線	衛星	自動	臺灣資料分析中心(TACC)	不定時
電離層全電子含量	地面	自動	臺灣資料分析中心(TACC)	5分鐘
臺灣地區地磁觀測	地面	自動	氣象局地震中心	1分鐘
每日太空天氣總覽	綜整	自動	太空天氣作業辦公室	每日
過去30天太空天氣回顧	綜整	自動	太空天氣作業辦公室	1分鐘
監測數據				
電離層天氣監測	全球	自動	太空天氣作業辦公室	小時
台灣地區地磁擾動指數	台灣	自動	太空天氣作業辦公室	1分鐘
低緯度地磁擾動指數	低緯	自動	世界地磁資料中心	小時
高緯度地磁擾動指數	高緯	自動	NOAA SWPC	3小時
預報產品				
太空天氣預報	綜整	人工	太空天氣作業辦公室	每日
劇烈事件發生機率	全球	自動	NOAA SWPC	每日
電離層電波吸收預報	全球	自動	太空天氣作業辦公室	5分鐘
極光可視區域預報	極區	自動	NOAA SWPC	5分鐘
地球磁層頂位置預報	全球	自動	太空天氣作業辦公室	5分鐘
電離層模式預報	全球	自動	太空天氣作業辦公室	小時
電離層閃爍指數	全球	自動	太空天氣作業辦公室	小時
太陽風傳播預報	全球	自動	NOAA SWPC	小時



105.07.01~109.09.30 合計369,044瀏覽量
(36,058/109,216/103,104/95,717/24,949)

未來太空天氣作業發展規劃

 國內學研團隊與國際間的合作發展




 監測電離層不規則體變化

➤ 提高地面接收站觀測採樣率 (1/50Hz → 100Hz)

➤ 提高區域全電子含量圖空間解析度




 提升模式解析度與預報產品精準度

➤ 更新電離層模式版本提升空間解析度 (0.5度 → 0.25度)

➤ 利用模式預報場產製RT不穩定的增長率 (growth rate)



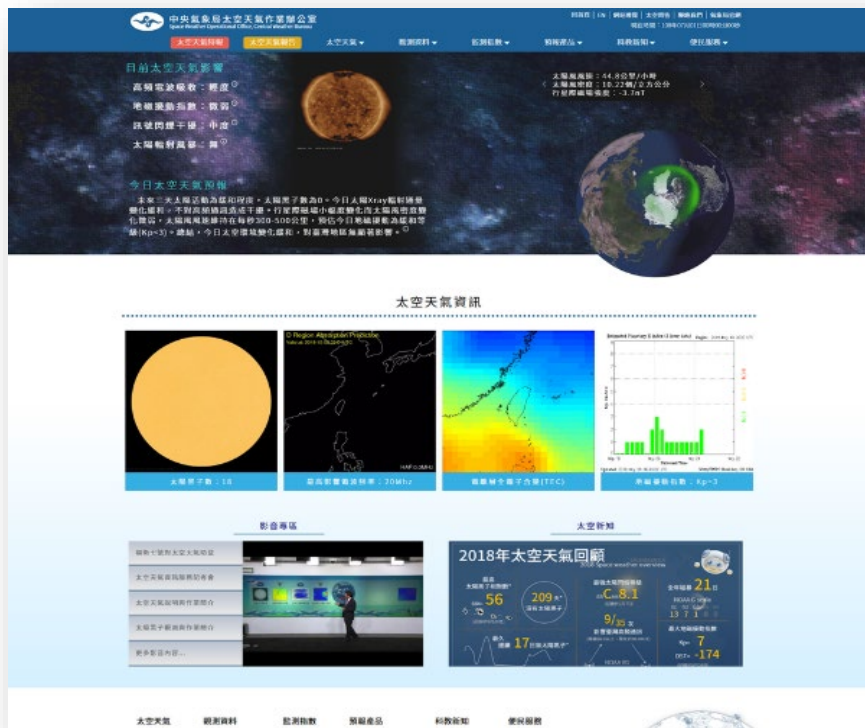
 尋求較充沛的經費與人力資源



太空天氣作業辦公室與TACC官網

<https://swoo.cwb.gov.tw/>

<https://tacc.cwb.gov.tw/>



中央氣象局太空天氣作業辦公室
Space Weather Operation Office (SWOO) of the Central Weather Bureau (CWB)

目前太空天氣影響

- 高頻電磁擾動 - 輕度
- 地磁擾動指數 - 微弱
- 珠璣閃耀干擾 - 中度
- 太陽輻射暴 - 無

今日太空天氣簡報

未來三天太陽活動為低和中等，太陽黑子數為0。今日太陽Xray輻射通量極低，不對高層電離層造成干擾。行星際磁場小擾動導致低層太陽風擾動極弱。太陽風與地球磁層相互作用弱，致使今日地磁擾動極弱。地磁暴指數 (Kp=3) 遠弱，今日太空環境變化極小，對臺灣地區無顯著影響。

太空天氣資訊

- 太陽黑子數: 14
- 最高影響指數: 20M30
- 極區紫外線指數(TTC):
- 太陽輻射指數: Kp=3

影響專區

- 福爾摩沙衛星太空天氣影響
- 太空天氣監測與預報
- 太空天氣與國際合作
- 太空風暴與國際合作
- 太空風暴與國際合作
- 更多資訊與新聞

太空天氣回顧

本月平均	56	209	本月最高	21
本月最低	17	9/20	本月最高	13
本月最低	17	9/20	本月最高	13
本月最低	17	9/20	本月最高	13

太空天氣 觀測資料 監測指數 預報產品 科學新知 便民服務



TACC About 福衛七號-TDPC 福衛七號-TROPS 福衛三號 相關連結 English 聯絡我們 註冊

福爾摩沙衛星七號 觀測第一筆資料

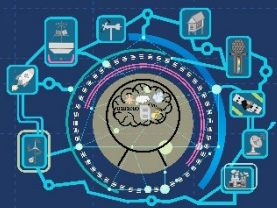
延續福衛三號任務，繼續擔任太空中最精準的溫度計

Message: 福衛七號睜開眼 喜迎第一筆觀測

衛星現況與軌跡

- 福爾摩沙衛星七號(FS7-1~6)
 - 已飛行天數: 33
 - 大氣剖面儀觀測: 5,084
 - 電離層剖面儀觀測: 4,408
 - *福衛七號資料將於驗證完成後公開提供
- 福爾摩沙衛星三號(FS3-1~6)
 - 已飛行天數: 4,852
 - 電離層剖面儀觀測: 6,937,893

衛星軌跡圖顯示FS3和FS7的軌道



109年天氣分析與預報研討會

2020 Conference on Weather Analysis and Forecasting

報告完畢 感謝聆聽



惠請指教與提問

作業發展、合作方式、期盼走向
以及其他建議與想法

希望未來在這領域中有機會一起合作

SW00.CWB.GOV.TW

BACKUP SLIDES

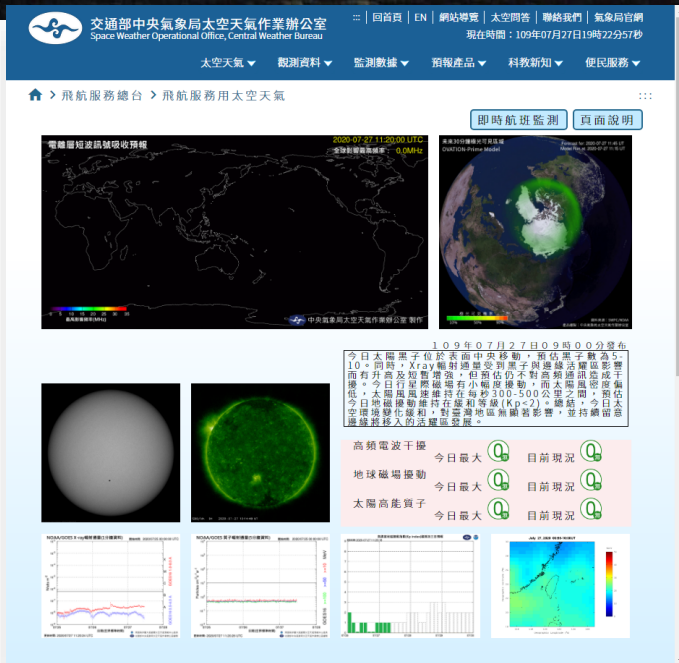
航空用太空天氣客製化頁面

交通部中央氣象局太空天氣作業辦公室
Space Weather Operational Office, Central Weather Bureau
現在時間: 109年07月27日19時22分57秒

太空天氣 ▾ 觀測資料 ▾ 監測數據 ▾ 預報產品 ▾ 科教新知 ▾ 便民服務 ▾

► 飛航服務總台 ► 飛航服務用太空天氣

即時航班監測 頁面說明



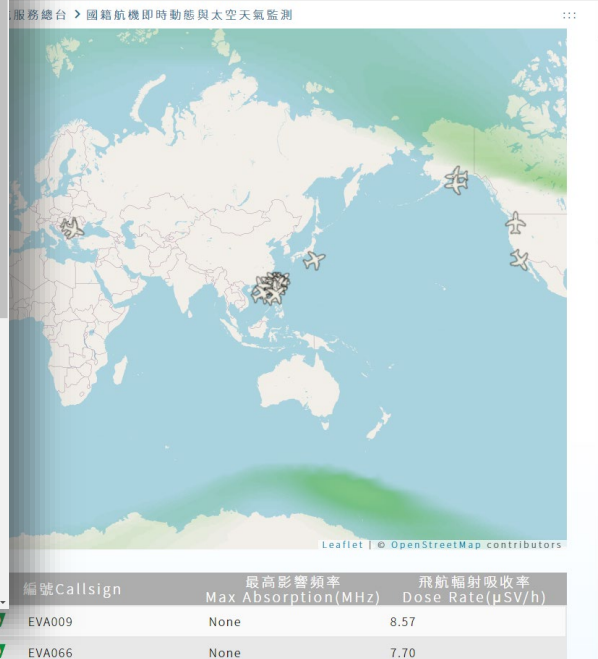
109年07月27日09時00分發布
今日太陽黑子位於表面中央移動，預估值數為5-10。同時，X-ray 輻射通量受電子螺旋磁暴影響而有升高及短暫增強，但預估仍不對高頻通訊造成干擾。今日行星磁場維持在每秒300-500公厘之間，預估值今日地磁擾動維持在擾動等級(Kp<2)。總結，今日太空環境變化緩和，對臺灣地區無顯著影響，並持續留意後續移入的活躍區發展。

高頻電波干擾 今日最大 目前現況
地球磁場擾動 今日最大 目前現況
太陽高能質子 今日最大 目前現況

編號Callsign	最高影響頻率 Max Absorption(MHz)	飛航輻射吸收率 Dose Rate(μSv/h)
EVA009	None	8.57
EVA066	None	7.70

民用航空太空天氣

服務總台 ► 國籍航機即時動態與太空天氣監測



Leaflet | © OpenStreetMap contributors

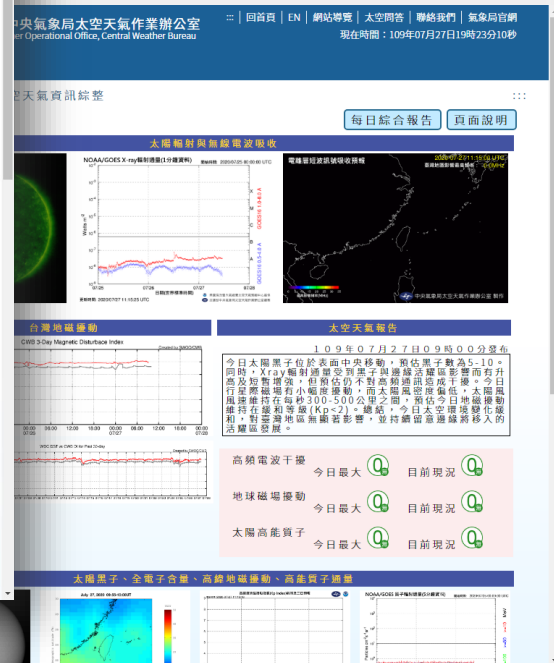
編號Callsign	最高影響頻率 Max Absorption(MHz)	飛航輻射吸收率 Dose Rate(μSv/h)
EVA009	None	8.57
EVA066	None	7.70

航班太空天氣監測

交通部中央氣象局太空天氣作業辦公室
Space Weather Operational Office, Central Weather Bureau
現在時間: 109年07月27日19時23分10秒

太空天氣資訊綜覽 每日綜合報告 頁面說明

太陽輻射與無線電波吸收



台灣地磁擾動

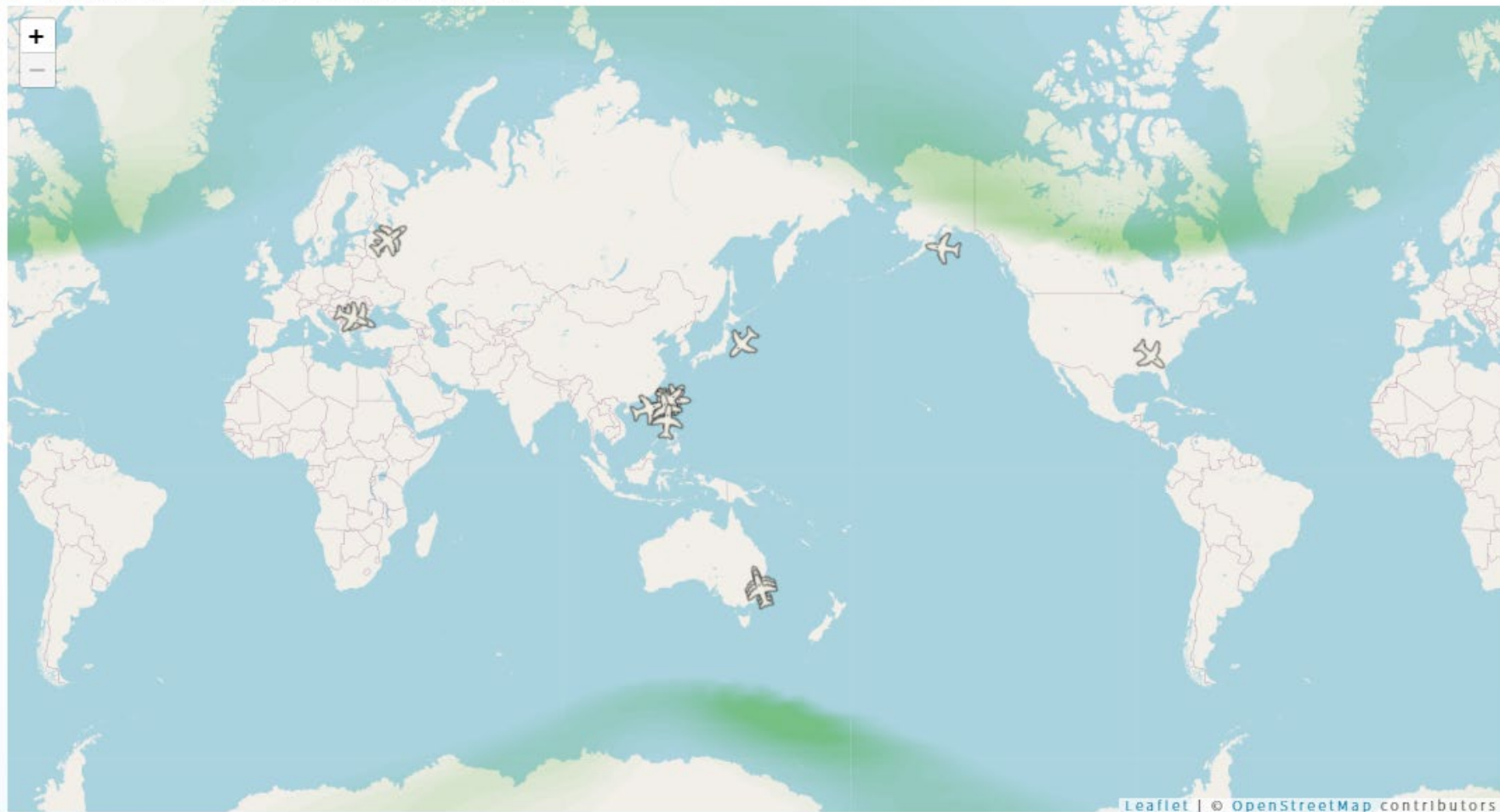
太空天氣報告


















109年07月27日09時00分發布
今日太陽黑子位於表面中央移動，預估值數為5-10。同時，X-ray 輻射通量受電子螺旋磁暴影響而有升高及短暫增強，但預估仍不對高頻通訊造成干擾。今日行星磁場維持在每秒300-500公厘之間，預估值今日地磁擾動維持在擾動等級(Kp<2)。總結，今日太空環境變化緩和，對臺灣地區無顯著影響，並持續留意後續移入的活躍區發展。

高頻電波干擾 今日最大 目前現況
地球磁場擾動 今日最大 目前現況
太陽高能質子 今日最大 目前現況

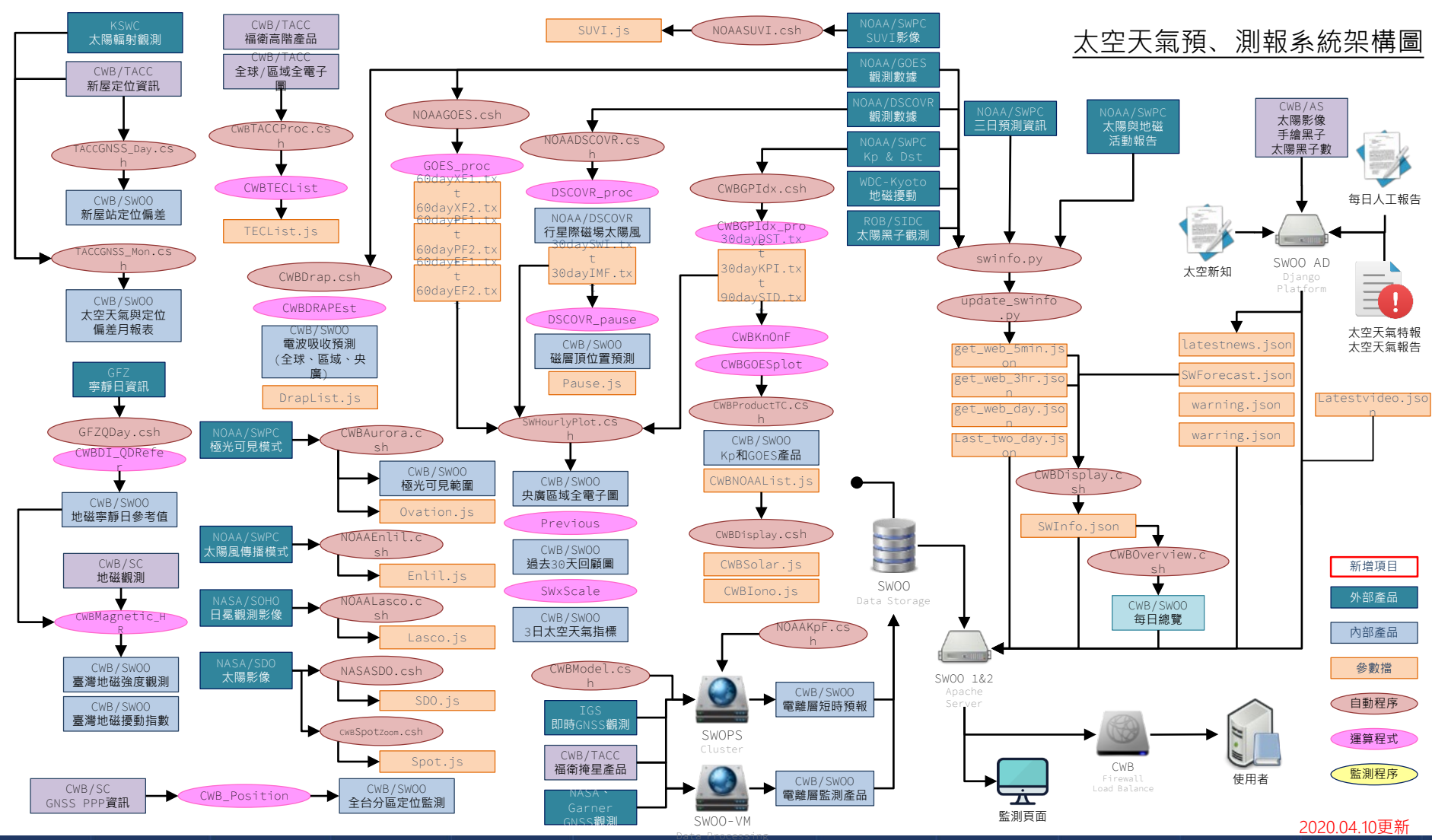
太陽黑子、全電子含量、地磁擾動、高能質子綜覽

氣象聯隊太空天氣



編號Callsign	最高影響頻率 Max Absorption(MHz)	飛航輻射吸收率 Dose Rate(μ SV/h)
 EVA066	None	7.45
 EVA088	None	7.50
 UIA8610	None	0.11
 EVA032	None	0.06
 CAL062	None	10.62
 MDA2382	None	0.30
 CAL074	None	10.62
 UIA8729	None	0.05
 CAL923	None	0.04
 EVA670	None	5.26
 CAL052	None	3.87
 CAL2052	None	2.46
 CAL056	None	3.77
 EVA1055	None	3.66
 CAL762	None	2.20
 EVA396	None	2.35
 EVA009	None	7.48

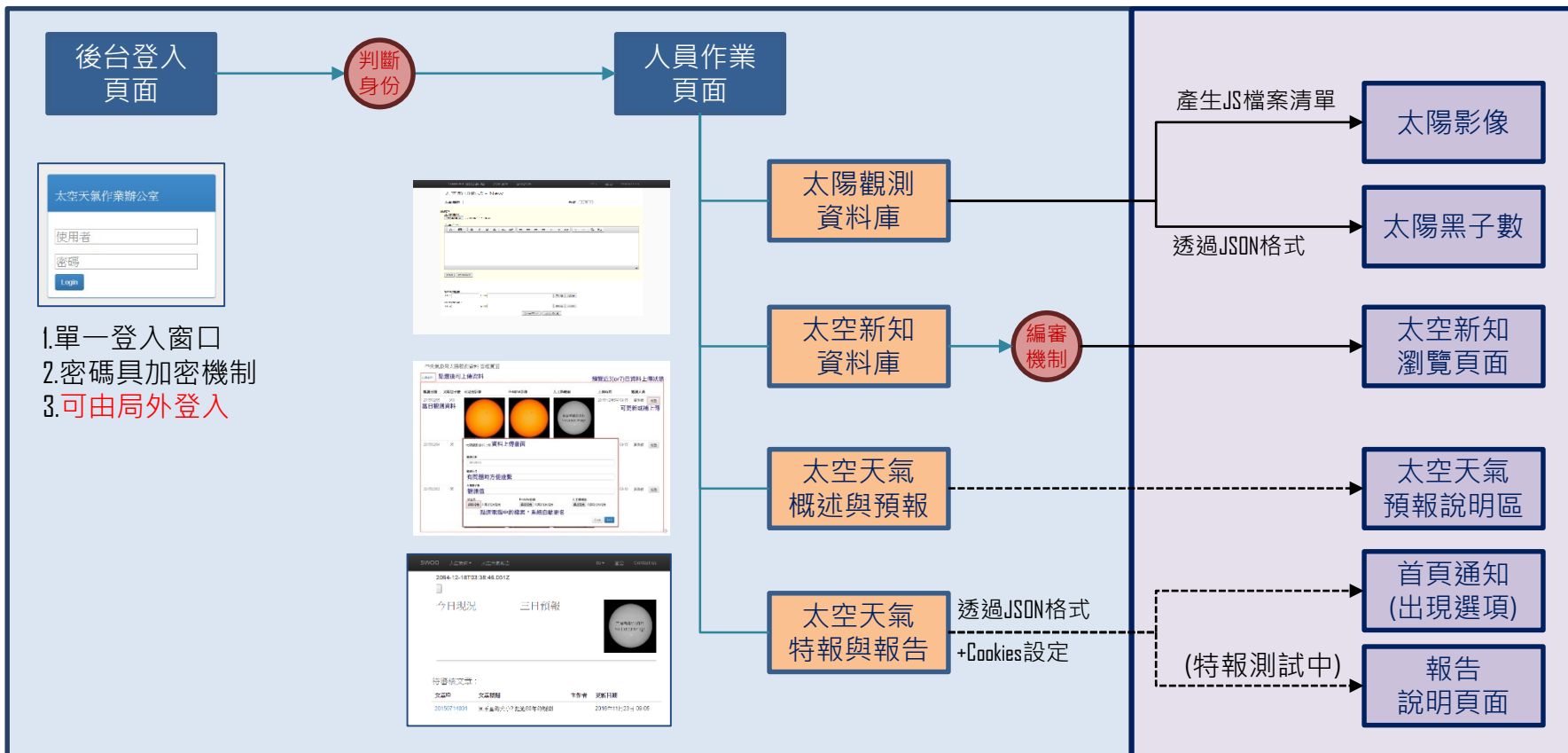
太空天氣預、測報系統架構圖



2020.04.10更新



SWOO網站後台管理架構



太空新知列表



中央氣象局
作業辦公室

不是太陽黑子的錯! 為什麼春、秋分的時候衛星畫面會短暫中斷

2017-03-15 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博

太陽磁波干擾收視有這回事嗎?

雖然天氣沒有春天的感覺,但是地球在公轉軌道上的位置可是準備迎接春天的位置上了。最近在觀察天中有幾顆星的蹤跡,尚沒有注意到一處極端擾亂的磁暴會如何以異常的方式干擾收視。這次太陽磁波干擾收視,影響到衛星畫面中斷,和秋分的時候都會出現,那麼是甚麼原因導致衛星畫面中斷呢?別從衛星畫面中斷了又從衛星畫面中斷了,而是從公轉軌道上的位置可是準備迎接春天的位置上了。

2018年太空天氣回顧

2018-12-28 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博

2018年太空天氣回顧

2018-12-28 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博

是不是有太陽黑子就有太陽風暴?

2019-03-22 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博

報天文-中央氣象局

3月22日上午10:53

太空天氣,都是太陽黑子但是結果差很多

太陽黑子出現,是表示太陽表面有磁場較強且不穩定的區域,但不一定會發生太陽風暴(太陽閃焰或日冕物質拋射)現象。詳見:
<http://swoo.cwb.gov.tw/swoonews/news/list>

圖文:中央氣象局太空天氣作業辦公室

是不是有太陽黑子就有太陽風暴?

2019-03-22 09:47:36

編譯:2776的太陽黑子於2019年3月20日20:55(UTC)達到最大,隨後於3月21日達到最大。隨後於3月21日達到最大。隨後於3月21日達到最大。隨後於3月21日達到最大。

先決條件:黑子Q7730在消失前並無任何事件,反而最後出現的Q7730為極端擾亂磁暴導致太陽風暴發生。

國際計量局由國際地球物理學年(2022年)至2026年之間,太陽黑子數的觀測值約為55至110,以極大太陽活動年(即11年)約140至200為最高。這是在目前觀測紀錄中,也是歷史上最高紀錄。這是在目前觀測紀錄中,也是歷史上最高紀錄。

國際計量局由國際地球物理學年(2022年)至2026年之間,太陽黑子數的觀測值約為55至110,以極大太陽活動年(即11年)約140至200為最高。這是在目前觀測紀錄中,也是歷史上最高紀錄。

發布日期	文章標題
2017年 03月 15日	不是太陽黑子的錯! 為什麼春、秋分的時候衛星畫面會短暫中斷
2018年 03月 07日	數數看一年磁暴多少次?
2018年 12月 28日	2018年太空天氣回顧
2019年 03月 22日	是不是出現太陽黑子就有太陽風暴?
2019年 04月 08日	NOAA發布太陽活動第25週期的初步預測
2019年 07月 17日	福衛七號睜開眼 喜迎第一筆掩星觀測
2019年 12月 10日	第25太陽活動週期預測更新
2019年 12月 10日	福衛七號開始提供大氣試用資料
2019年 12月 25日	太陽黑子傳來第25週期的訊息?
2019年 12月 31日	2019年太空天氣回顧
2020年 03月 06日	福七電離層資料投入台灣太空天氣觀測
2020年 06月 20日	太陽黑子能在表面上出現多久?
2020年 09月 16日	進入太陽活動第25週期

2018年太空天氣回顧

2018-12-28 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博

又是新的一年,2018年結束也迎來了全新的2019年,過去一年整體太陽活動第24週期末端,因此太陽活動相對靜得祥和許多,也沒有特殊的劇烈太陽風暴發生,透過數字和相關說明,一起回顧2018年的太空天氣狀態。

2018年太空天氣回顧

2018-12-28 | 編輯黃宗博 | 審訂黃宗博