

# 星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: 太陽地磁風暴健康效應 (2)

2025-06-17

CHE團隊：

陳秀熙教授、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士、  
劉秋燕、羅崧瑋、關廷碩、林家妤、陳虹彤



資訊連結:

<https://www.realscience.top/7>

# 星球永續健康線上直播



<https://www.realscience.top/4>

**Youtube影片連結:** <https://reurl.cc/gWjyOp>

**漢聲廣播星球永續健康:**

[https://audio.voh.com.tw/TW/Playback/ugC\\_Playback.aspx?PID=323&D=20240615](https://audio.voh.com.tw/TW/Playback/ugC_Playback.aspx?PID=323&D=20240615)

**新聞稿連結:** <https://reurl.cc/no93dn>

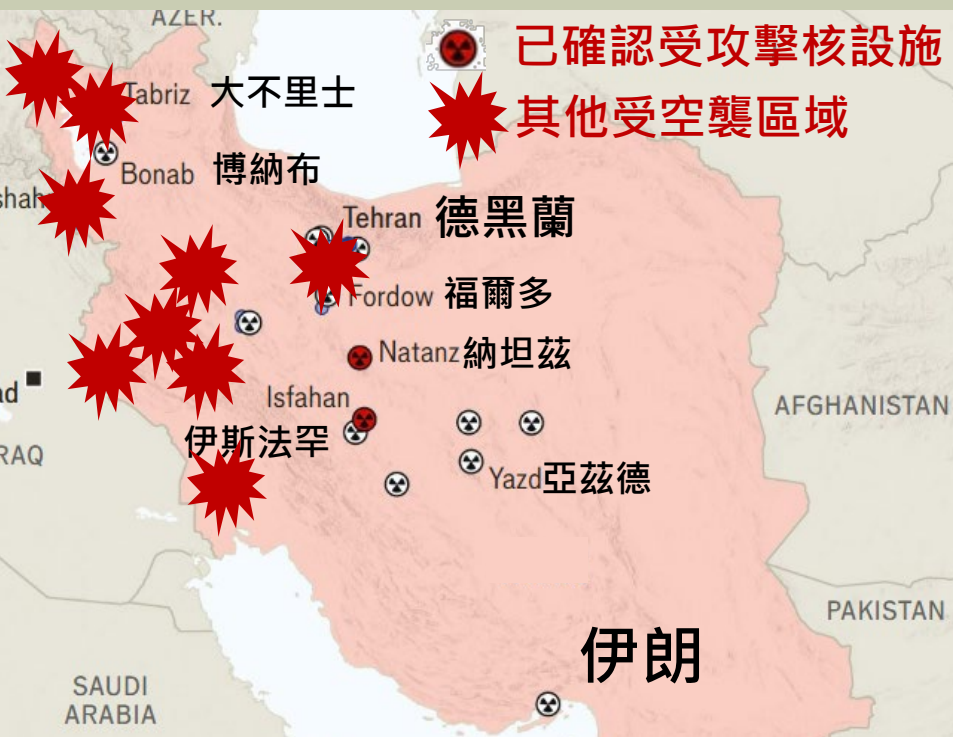
# 本週大綱

- 星球健康新知 (2025 / W24)
- 地磁風暴科學新知
- 地磁風暴健康效應

**星球健康新知**

**2025 / W24**

# 以色列-伊朗交戰 中東衝突擴大



以色列發出全國避難警報 攔截伊朗飛彈攻擊

伊朗多處核設施、機場、基地受損  
以色列首都與中部城市亦報導災情



# 以色列加薩軍事行動持續 盟國擴大制裁

五國聯手制裁兩名以色列部長，譴責其煽動  
針對巴勒斯坦人的暴力與違反人權行徑

澳洲外交部長  
黃英賢

theguardian.com

以色列國家安全部長  
本格維爾

以色列財政部長斯  
莫特里奇



6/9日約有 1,000 名人士  
從突尼西亞首都突尼斯出發  
參與「堅定車隊」行動

6/12日與來自50國的聲  
援者會合，步行前往加  
薩邊境的拉法口岸



全球聲援者組成「堅定車隊」  
橫越北非前往加薩邊境  
抗議以色列封鎖所導致的人道危機

# 美國移民限制爭議衝突

川普強硬推動移民驅逐，引爆洛杉磯抗爭



6/9日，美國針對12國實施嚴格入境限制



bbc.com



economist.com



抗議活動自6/6日爆發  
集中發生於洛杉磯市中心一帶

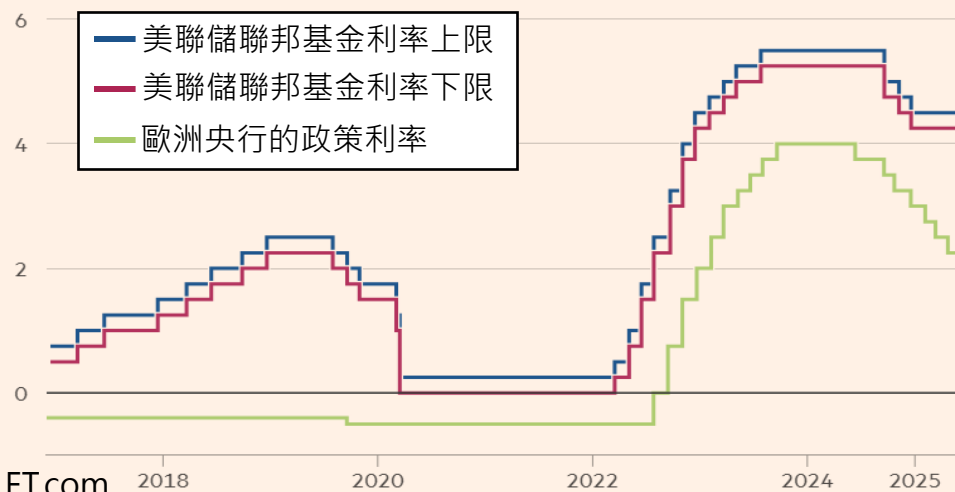
# 中美倫敦貿易協商建立初步共識



美歐利率政策分歧擴大，加上川普對貿易與降息施壓，使雙邊經濟與進入關鍵協商期



## 歐美政策利率走勢



川普與習近平推動倫敦貿易協議  
重啟稀土供應並維持55%高額關稅

# 印太地區科技軍事角力



今夏，美軍舉辦一系列軍事演訓  
強化東亞盟邦聯防部署能力



東亞局勢正進入戰略重組期，中國擴張海權  
之際，南韓則在中美之間尋求外交平衡

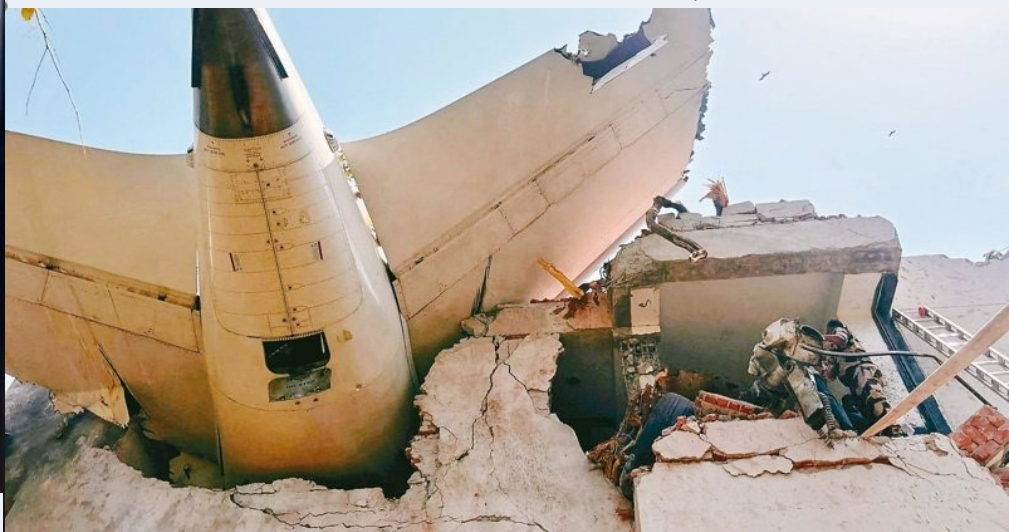


亞馬遜宣布AWS雲端服務正式在台北啟用

# 波音787墜毀印度校園 釀數十年最慘重空難



飛機墜落於當地大學宿舍旁造成逾294人死亡  
多人受傷，為印度數十年來最嚴重的空難之一



印度航空6月12日於印度古吉拉特邦  
一架往英國倫敦波音787班機  
起飛離地30秒後即發生空難



失事原因目前正在積極調查中

# 現代河流釋放出古老碳

Li Li., *Nature*, 2025

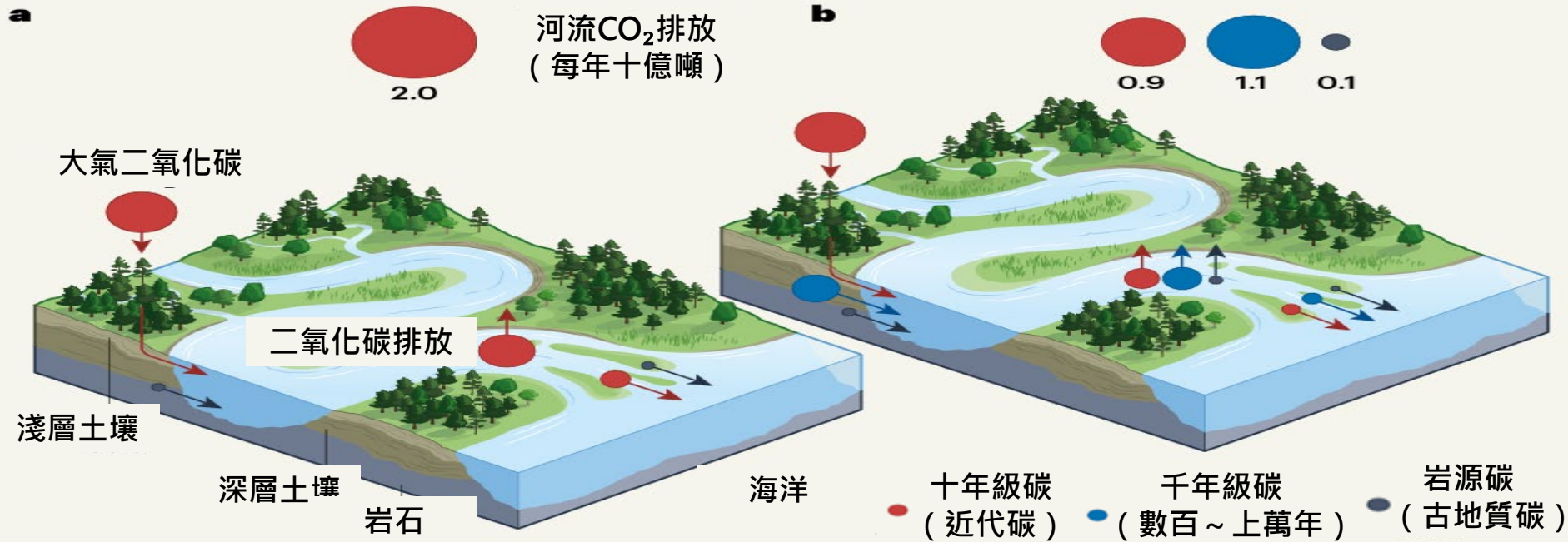
- 全球約 **59%** 河流二氧化碳排放來自上萬年前固定的**大氣碳**。
  - 碳源來自深層土壤、岩石與地下水，經長時間滲透後才釋放至河流。
- 結合新測量放射性碳 ( C-14 ) 資料與既有全球數據，分析涵蓋近 700 條河川段落。
  - 碳分為三類：**10年級碳(decadal)**、**千年級碳(millennial)**、**岩源碳(petrogenic)**。
  - 僅 41% 為近代固定碳，其餘來自遠古來源。
- 氣候變遷與土地使用改變（如土壤侵蝕）可導致**古老碳釋放加速**。
  - 現有碳預估模型可能**低估遠古碳貢獻**。
  - 挑戰傳統假設（河流 CO<sub>2</sub> 主要來自現代生物質分解）。
  - 對全球碳循環模型和氣候政策制定有潛在衝擊。
  - 顯示陸地生態系統碳儲存能力比先前認為更強。

高排放熱區特徵(較易動員深層儲碳進入河流)：

- 大型河川
- 高山地形
- 乾燥地區
- 富含碳酸鹽沉積岩區

# 河流二氧化碳排放來源

Li Li., *Nature*, 2025



- 全球河流每年約釋放 2.0 十億噸 CO<sub>2</sub>。
  - 傳統觀點：河流 CO<sub>2</sub> 排放主要源自植物新陳代謝與有機質分解（近代碳）。
  - 研究發現：大部分 CO<sub>2</sub> 是古老碳，來自深層土壤、岩石、甚至數千年前碳庫。
- 重新定義河流在全球碳循環中的角色，並強調過去未充分估計「隱性碳排放」

# 全球合作限制公海資源開發 維護海洋淨土

因公海缺乏統一的國際管理機制，導致船隻無限制捕撈，造成海洋物種枯竭

- 公海漁業的問題：

Callum M. Roberts et al., *nature*, 2025

每年長線漁法造成成千上萬海鳥、海龜與鯊魚死亡。

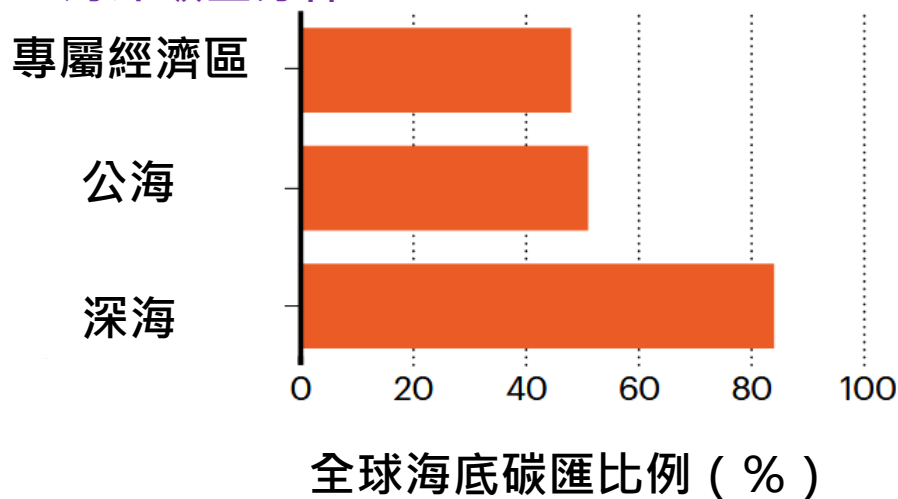
- 碳儲存功能：

公海是最大碳匯，透過生物幫浦和營養幫浦，進行碳封存與營養循環。

- 過度捕撈已擾亂循環：

例如鯨魚族群崩潰，導致碳與營養的上升輸送能力下降。

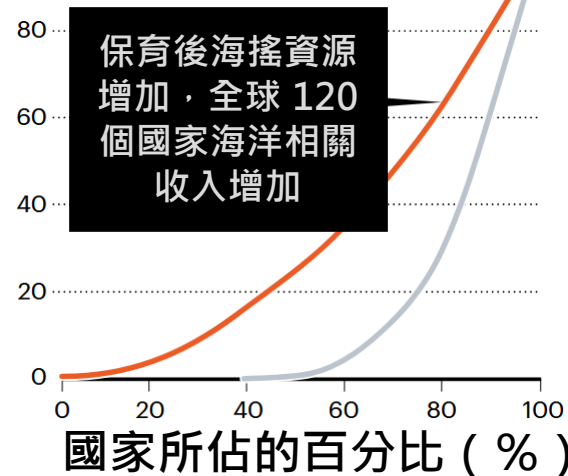
海洋碳匯分佈



關閉公海後

現在

漁獲  
價值的  
累積  
百分比



# 海洋大型哺乳類遷徙遙測智慧保育

海鳥可能因氣味誤認塑膠為獵物

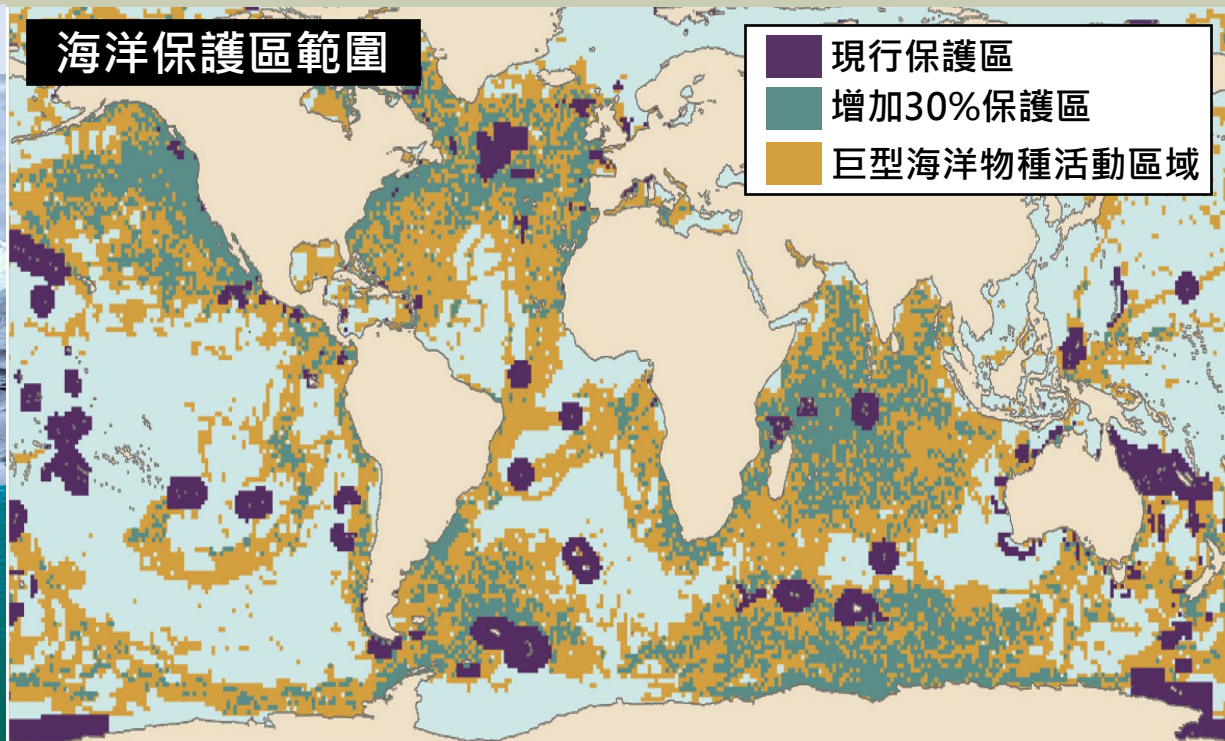


pansci.asia



science.org

海洋保護區範圍



現行保護區

增加30%保護區

巨型海洋物種活動區域

海洋動物實際生活海域僅不到 8% 落在現有保護區內  
顯示保護範圍與牠們主要活動區域嚴重錯置

- 海洋巨型動物面臨混獲、船隻撞擊、噪音污染、塑膠廢棄物與捕鯨等多重風險威脅，僅靠保護區難以全面防範
- 海洋生態保育應結合遷徙資料與物種特性，搭配多元管理工具，精準因應人類活動造成的跨區域威脅

# 海洋保育政策納入漁民聲音

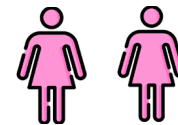


Nature, 2025

## 五大政策訴求：



共管沿海資源



女性參與



保護漁業



提升氣候韌性

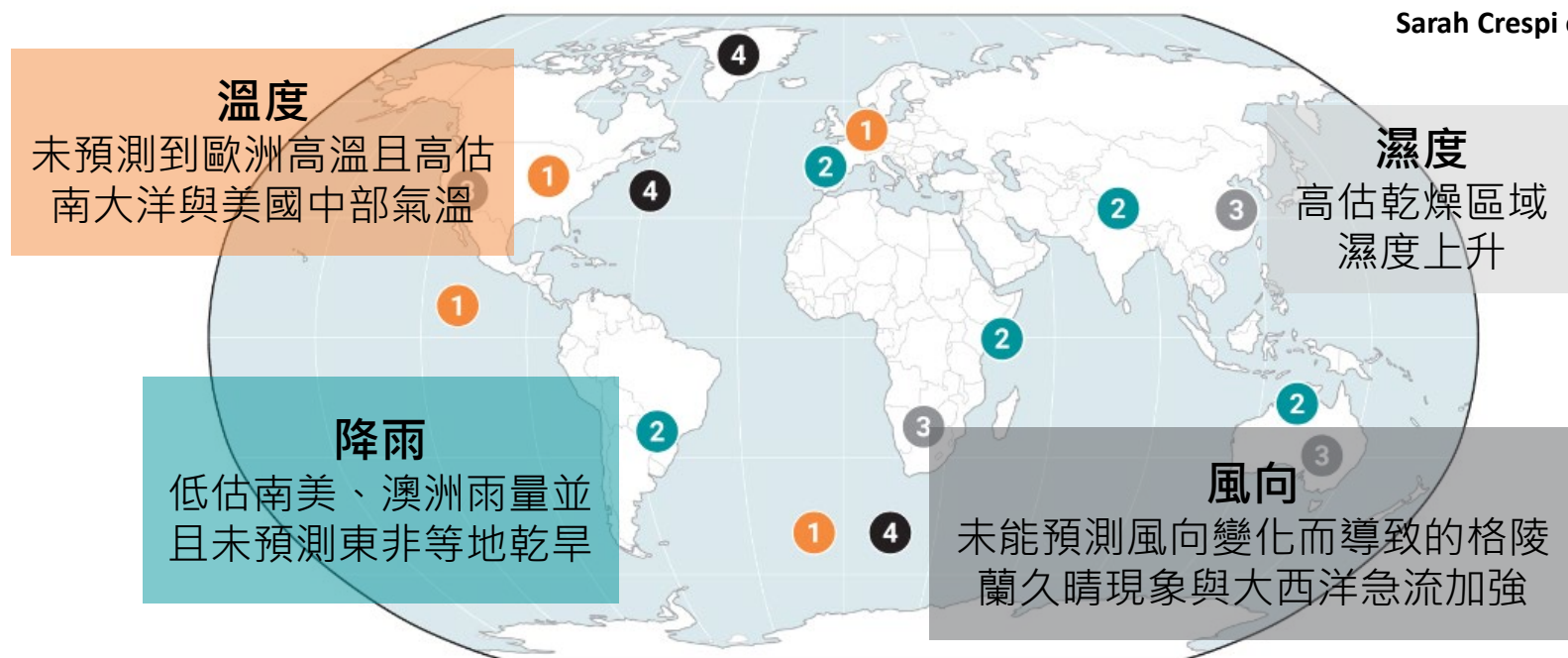


管理透明

- 小規模漁業支持全球5億人，具低生態衝擊與永續特性，屬藍色經濟重要一環
- 受氣候變遷、工業捕撈、塑膠污染與沿海開發影響，威脅生計
- 女性負責魚獲加工與銷售的角色，卻在公共政策中長期被忽視
- 非洲各國凝聚共識，強調小規模漁業在糧食安全、就業與創新中的戰略地位

# 區域氣候預測困境 AI應用優化策略

Sarah Crespi et al., science, 2025



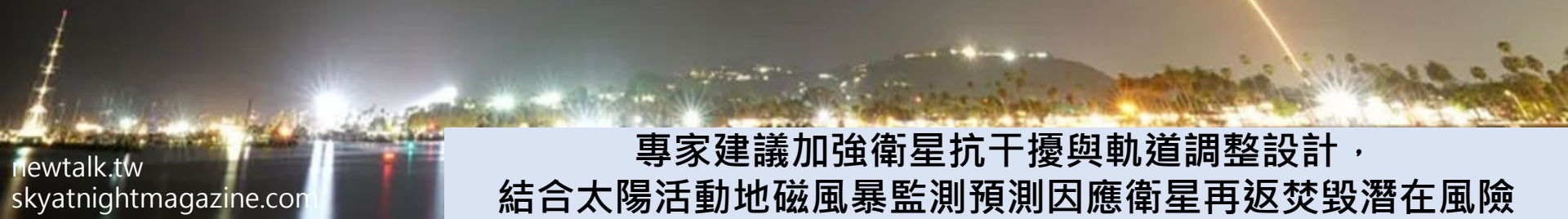
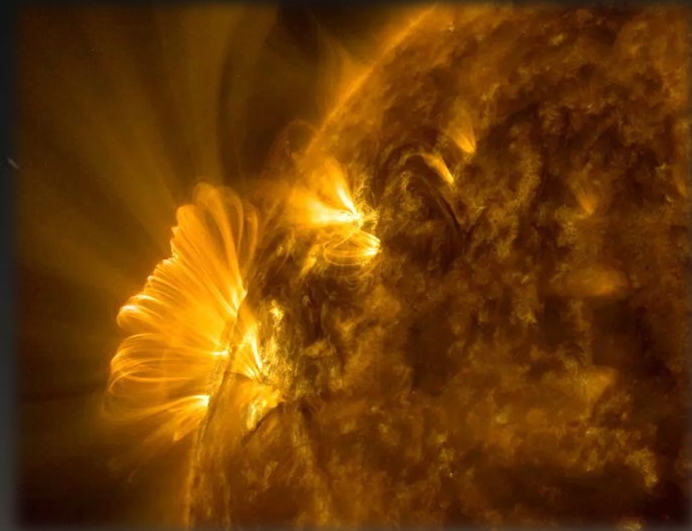
- 氣候模型雖能預測全球趨勢，但在預測區域氣候仍常出現偏差與失準，如無法準確預測冬季北大西洋急流增強導致北歐降雨降雪增多現象。
- 過去雖透過統計**降低尺度和維度與建構區域氣候模型**來建立模型預測，但前者易**失真**、後者**成本高**、仍帶**偏差**且結果**品質不穩定**。
- 目前發展方向主要透過**模型篩選與 AI 技術產生可信度高的地方預測**以及直接研發**建構超高解析度的全球模型**以更準確掌握未來的極端天氣風險。

# 太陽活動導致星鏈低軌衛星墜落

近期太陽風暴加劇，釋放強烈電漿與  
磁場擾動持續衝擊地球上層大氣



地球上層大氣異常膨脹，導致低軌衛星  
繞行阻力增加，僅 2024 年已有逾  
三百顆SpaceX星鏈低軌衛星  
失控再返於大氣層焚毀

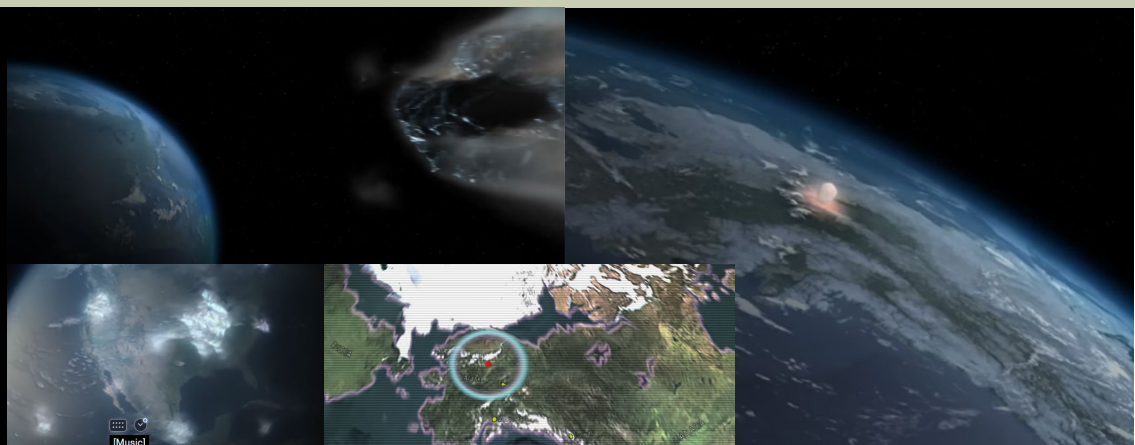


專家建議加強衛星抗干擾與軌道調整設計，  
結合太陽活動地磁風暴監測預測因應衛星再返焚毀潛在風險

# 地磁風暴科學新知



# 極地風暴：地磁擾動危機



極地風暴 (Polar Storm) 描述彗星「哥白尼」的碎片撞擊阿拉斯加，導致地軸傾斜與地磁北極偏移，天體物理學家詹姆斯發現地球磁場陷入失衡危機。地磁異常引發劇烈地磁風暴與連鎖EMP脈衝，癱瘓全球電力與通信系統，造成飛機墜毀、心律調節器失效及電子設備損毀爆炸，社會秩序迅速崩潰



政府初期封鎖消息後，詹姆斯與退役將軍父親聯手，提出以潛艇搭載核彈至馬里亞納海溝深處，引爆以產生反向震盪來矯正地軸與穩定磁場。核爆成功使地球自轉軸與磁場逐漸恢復正常，地磁風暴終止，全球逃過滅亡命運，全球以及詹姆斯歷經災變一家人也重聚

# 地磁風暴 通訊交通健康影響

太空事件影響地球磁場



地磁風暴-電磁脈衝威脅現代生活



磁場變動導致電子設備失控、  
生理干擾、極光異象



太陽活動-地磁風暴文明新威脅

# 地磁風暴

## 什麼是地磁風暴？

地磁風暴是地球磁場因太陽風暴劇烈擾動所引起的現象  
主要由太陽閃焰與日冕物質拋射(CME)引發，  
干擾時間可持續數小時至數天，影響全球通信與電力系統

## 地磁風暴的形成機制

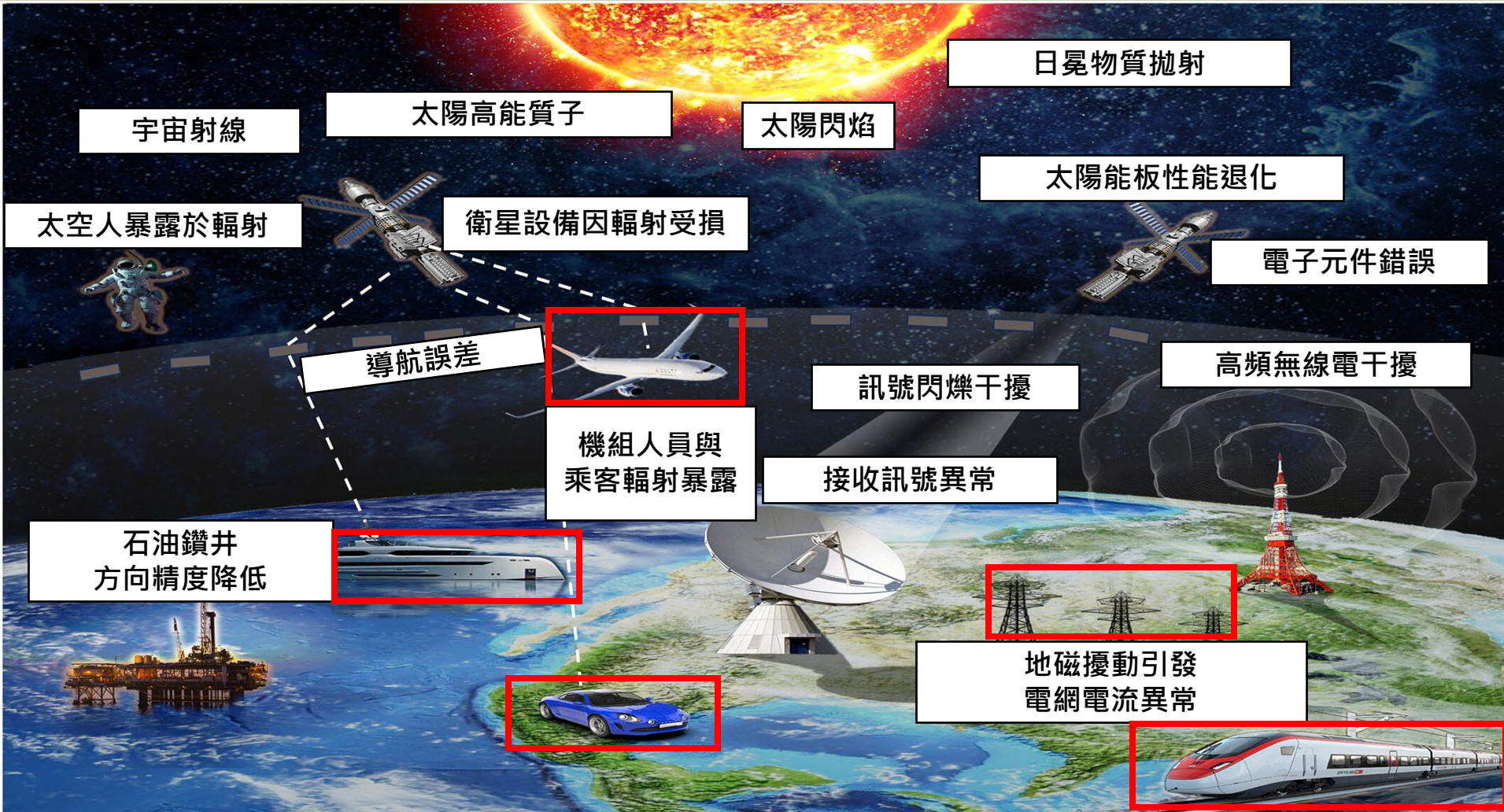
太陽釋放高能粒子進入太陽風  
CME撞擊地球磁層，引發磁場劇烈變動  
誘發地磁擾動與地面感應電流(GIC)

## 潛在影響與受災系統

高頻無線電干擾，GPS錯位、衛星電子元件損壞與姿態偏移  
電網過載與變壓器故障，可能導致大規模停電  
石油與天然氣輸送管線電化腐蝕、極光擴展至中緯度地區

# 地磁風暴運輸通訊衝擊

Xue et al., 2024



太空天氣可能干擾通訊與導航系統  
影響航空、海運、鐵路與地面運輸的安全與運作效率



# 地磁風暴四大主要通訊交通影響

Xue et al., 2024

## 通訊中斷

太陽閃焰造成電離層劇烈擾動，導致高頻無線電訊號吸收增加  
引發短波通訊中斷與訊號劣化

## 衛星導航失準

地磁風暴擾亂電離層，造成全球導航衛星系統訊號延遲與定位誤差  
影響交通與軍事導航安全

## 高空輻射增強

太陽高能粒子進入大氣，增加航空與太空活動中的輻射劑量  
威脅人體健康並干擾電子設備

## 電網感應電流異常

地磁擾動誘發電網感應電流，可能導致變壓器飽和  
電壓異常與大規模停電風險



# 飛航交通通訊影響

Xue et al., 2024

## 高頻通訊中斷

極區航班因太空天氣可能失去 HF 通訊，曾導致航班改道、燃油多耗與貨物減載。若每日 18 班極區航班取消，損失約 €2.2 百萬；改道與時程調整損失介於 €0.18–0.85 百萬。

## 衛星導航失效

導航失效使飛機需由地面導航，造成擁塞與延誤。模擬2030年香港機場事件中估計損失3–4 百萬歐元，2003 年地磁風暴事件損失 2.43 百萬歐元，主要航道區域未來可能損失達數千萬歐元。

## 監控系統失效

ADS-B 和雷達可能因太陽爆發暫停運作。2015 年瑞典空管中斷一小時，影響航班調度。系統失效降低容量並增加空管人員負荷與風險。航空輻射暴露高空飛行受宇宙射線影響，降低高度雖可減少 42% 劑量，卻增加燃油與飛行時間。若輻射限設為 500  $\mu\text{Sv}$ ，取消航班損失達 5 千萬歐元，提高輻射忍受程度至 1,000  $\mu\text{Sv}$  則損失為 3 百萬歐元。



# 太陽活動地磁風暴交通通訊 三大關鍵應對策略

## 強化宇宙氣象監測預警系統

建置即時預警與監測中心，有助提前應對太空天氣  
降低通訊、導航與能源基礎設施中斷風險

## 提升關鍵系統韌性設計

針對通訊、導航、監測與電網設計備援與防護機制  
確保在地磁擾動下仍可穩定運作

## 建立動態交通管理策略

透過航路調整、預測性控管與預設應變機制  
維持空運、海運與陸運在太空天氣衝擊下的營運安全

# 地磁風暴台灣區域風險分析

雖非高緯地區，但仍可能受中等以上地磁風暴影響  
台灣電網高集中、供電穩定性受限，對GIC更敏感  
桃園、台中與南部地區大型變電站具潛在感應電流風險  
衛星導航應用廣泛，如農業、運輸與地震監測，可能受干擾

## 極光觀測與極區效應

台灣通常不見極光，但G4以上風暴曾造成日本北部可見  
東亞地區(如北海道)屬中高緯區，需納入聯防機制  
航空與遠洋通訊對極區干擾需特別預警

## 預測與因應建議

1. 依Kp指數及NOAA G等級提早預警
2. 電網加裝GIC保護模組與監測儀器
3. 強化太空天氣預警通報與跨部門應變系統
4. 衛星與航空設備軟硬體需設置容錯與備援機制



# 人工智慧與機器學習

## 地磁擾動動態分析中的應用 (1)

### 輸入資料來源

- 太陽風參數(速度、密度、溫度)
- 日冕物質拋射(CME) 觀測資料
- Kp、Dst、AE 等地磁指數
- 地面磁場變化率(dB/dt)

### 特徵工程方法

- 時間序列視窗特徵
- 小波轉換與頻域特徵
- 空間-時間動態網格

## AI 模型應用於地磁風暴預測

- RNN / LSTM / GRU : 適合時間序列建模
- Random Forest / XGBoost: 風險排序與特徵選擇
- CNN + LSTM : 整合影像與時間序列
- Transformer ( 如 Informer ) : 長期預測效能優異
- GAN : 模擬極端事件與合成樣本



# 人工智慧與機器學習

## 地磁擾動動態分析中的應用 (2)

### 全球地磁擾動預測模型實例

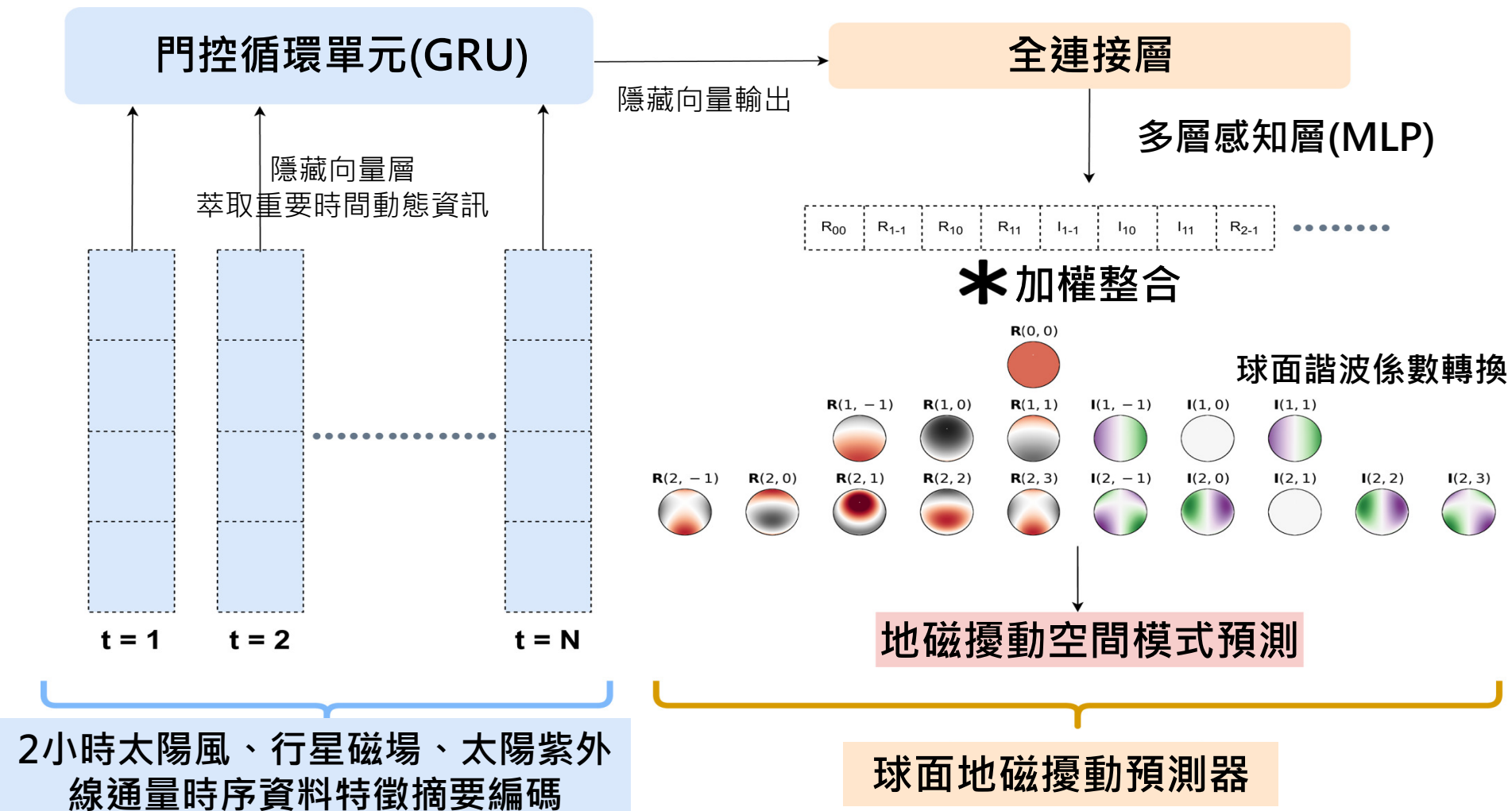
- 架構：GRU 時間序列摘要 + 球面諧波展開
- 功能：預測未來 30 分鐘內全球 dB/dt 分布
- 優勢：
  - 計算快速 ( <1 秒 )
  - 高空間解析度
  - 可整合太陽風即時觀測資料

### 台灣應用: 風險管理與決策支援

- GIC 熱區辨識：結合地磁與變電站地理資料建模
- 決策支援：建立 AI 驅動的預警與應變平台
- 韌性模擬：模擬極端地磁風暴對供電系統的影響
- 衛星與航空系統預防性調整

# 地磁擾動機器學習動態預測模型架構

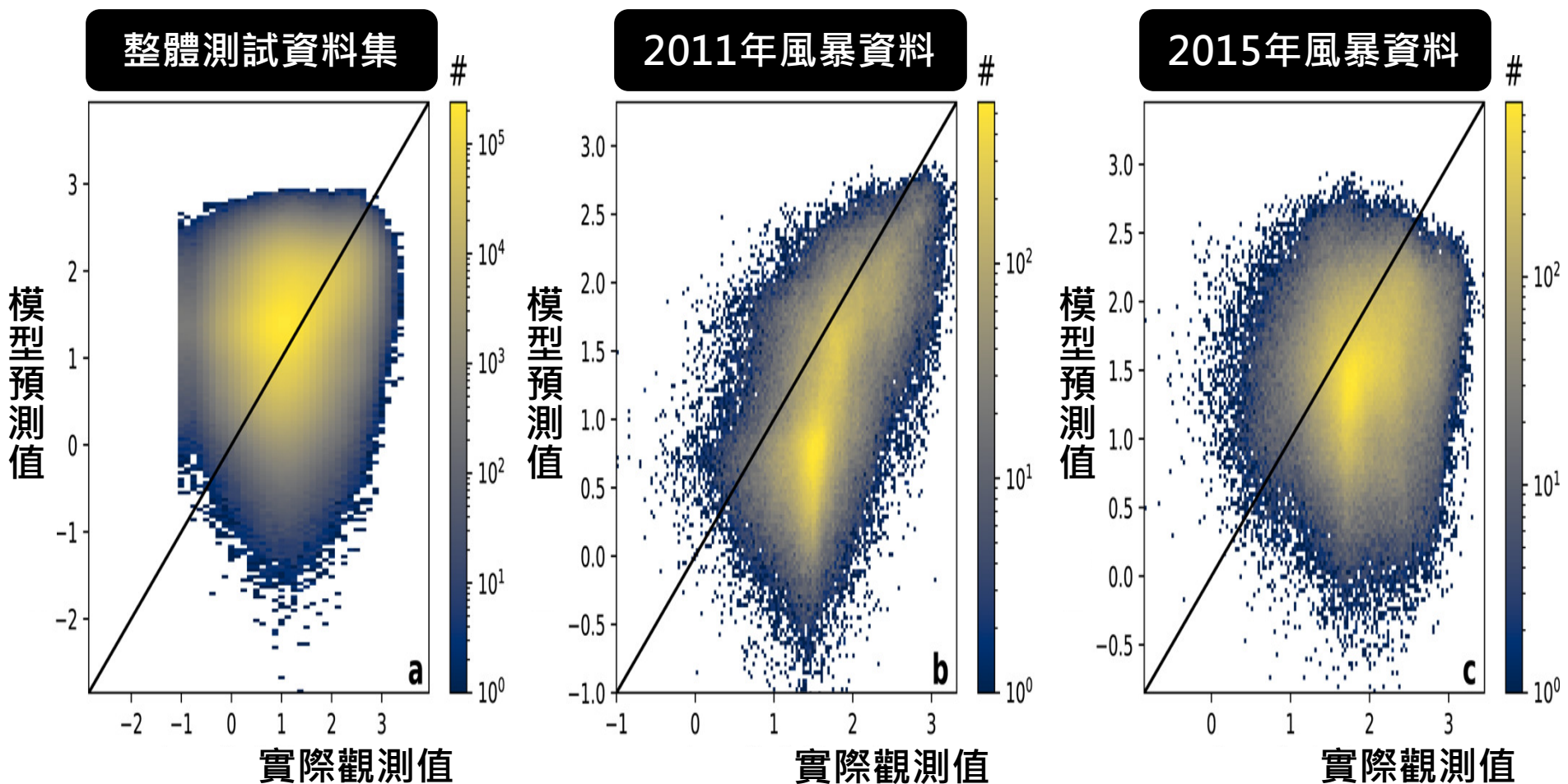
Upendran et al., 2022



宇宙氣象資料監測時序特徵轉換為隱藏狀態後透過門控循環單元擷取輸入至全連接層，預測全球不同位置地磁擾動分佈

# 地磁擾動模式智慧預測準確評估

Upendran et al., 2022

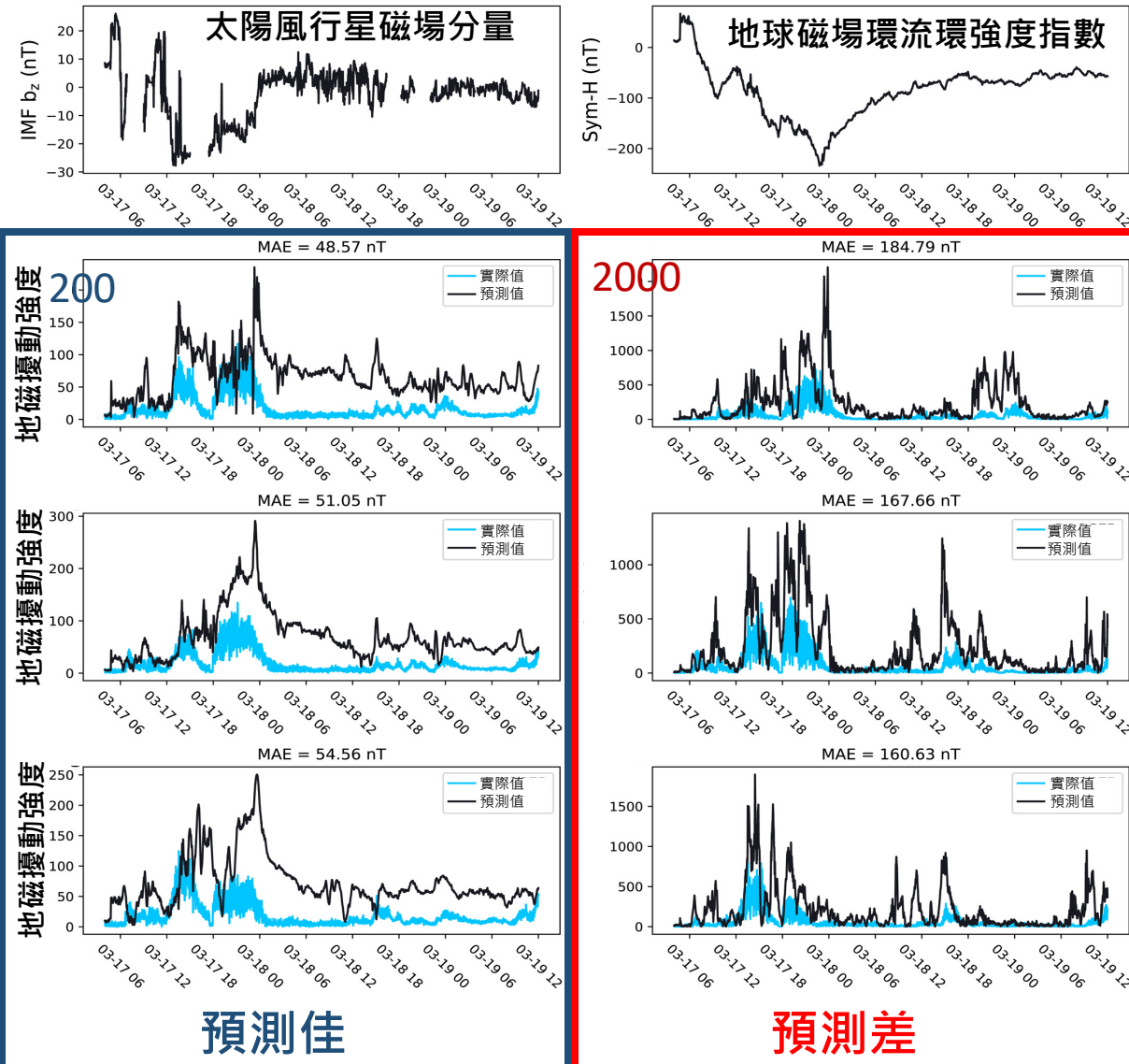


- 模型預測與實際值趨勢一致，2011年的預測表現優於2015年
- 散點多集中在理想線下方，顯示模型可能低估地磁擾動

# 模型預測影響因素分析

Upendran et al., 2022

## 地磁擾動模型在不同測站的預測表現



## 預測準確度影響因素

### 因素一、觀測資料條件與分佈

高擾動測站數值變異大  
模型難以準確預測極端觀測值

### 因素二、模型預測能力限制

模型能掌握趨勢，但對高幅度  
擾動預測能力有限，誤差偏大

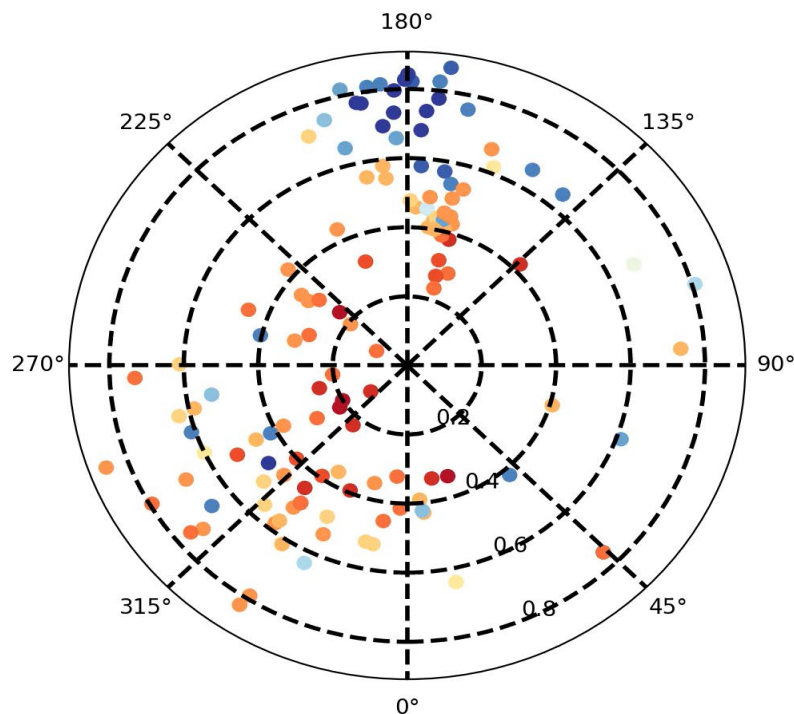
### 因素三、太陽風輸入資料的影響

輸入太陽風資料若不完整或  
噪訊變化劇烈將影響模型穩定  
性與預測精度

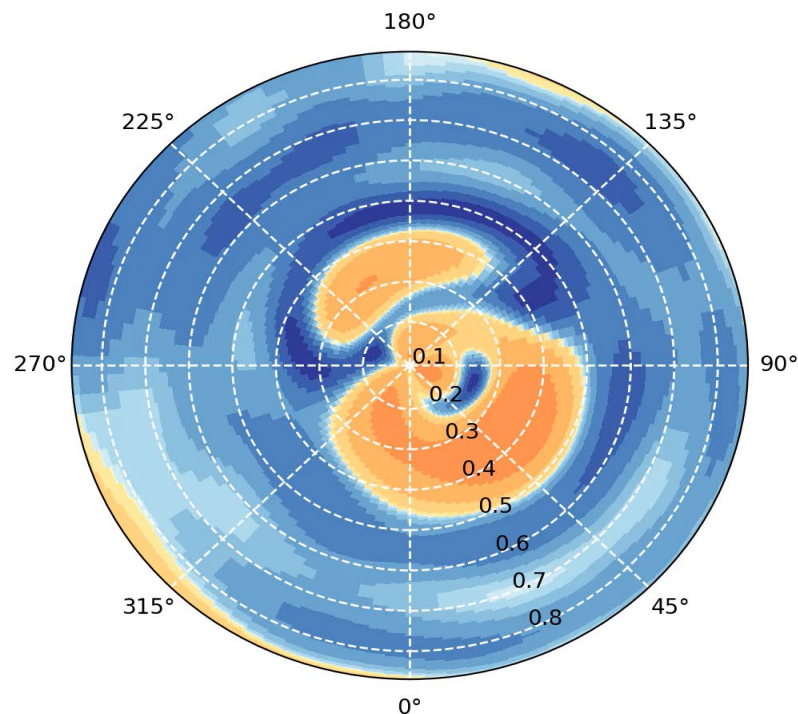
# 地磁風暴時間-空間動態預測視圖

Upendran et al., 2022

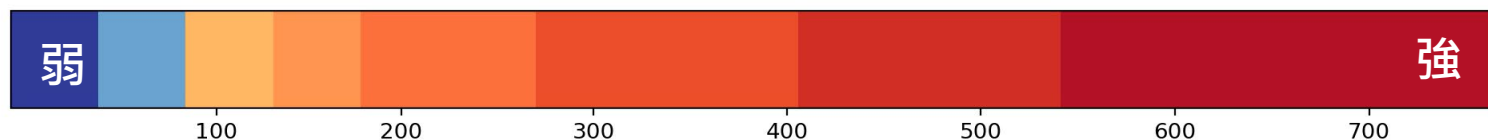
地面測站擾動量測值



模型30分鐘擾動預測



地磁擾動強度



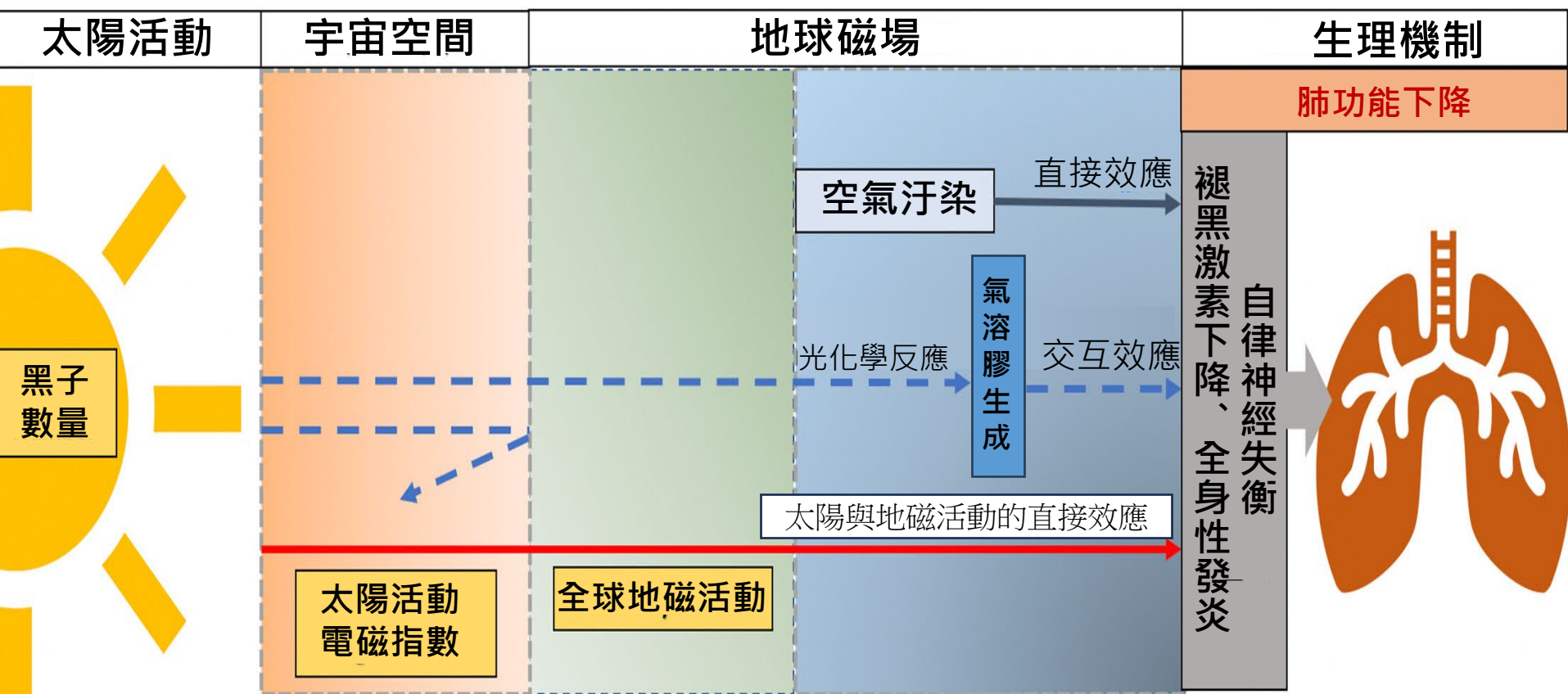
- 以北極為中心地磁擾動空間分佈圖
- 模型可提供30分鐘前時間-空間連續性動態地磁擾動分佈預測

# 地磁風暴健康效應



# 太陽與地磁擾動對呼吸健康的影響

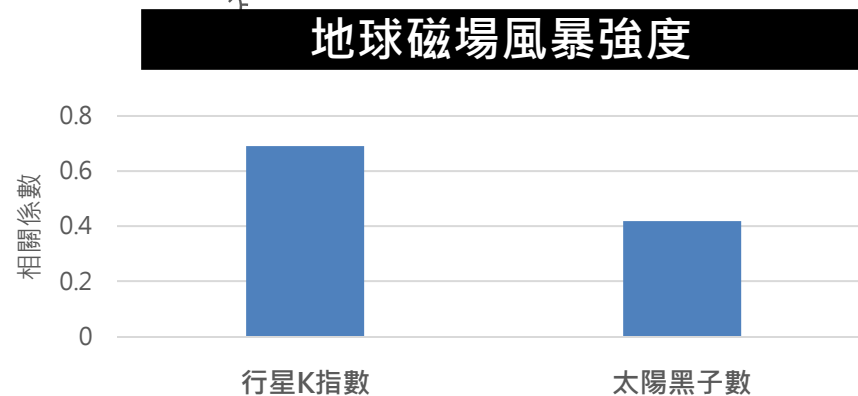
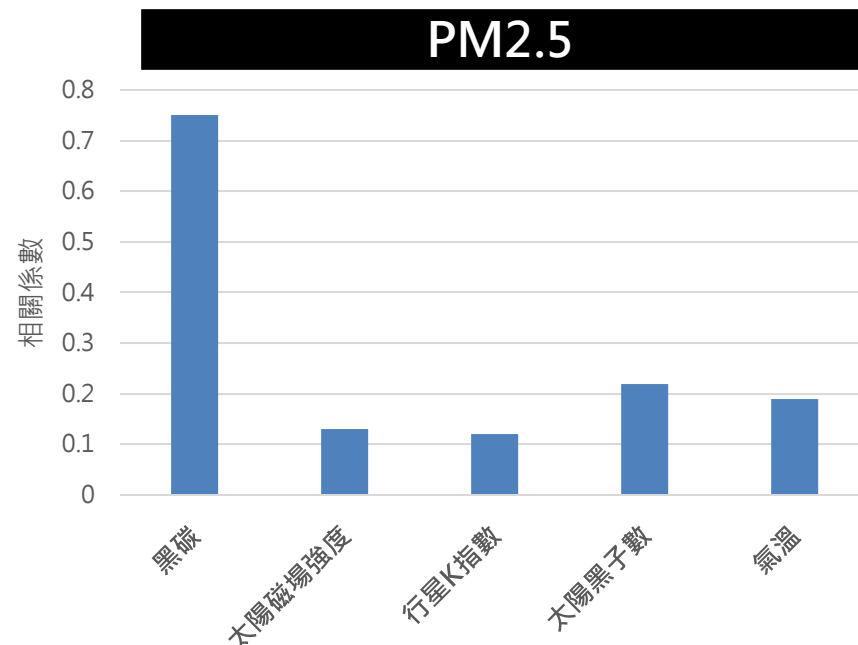
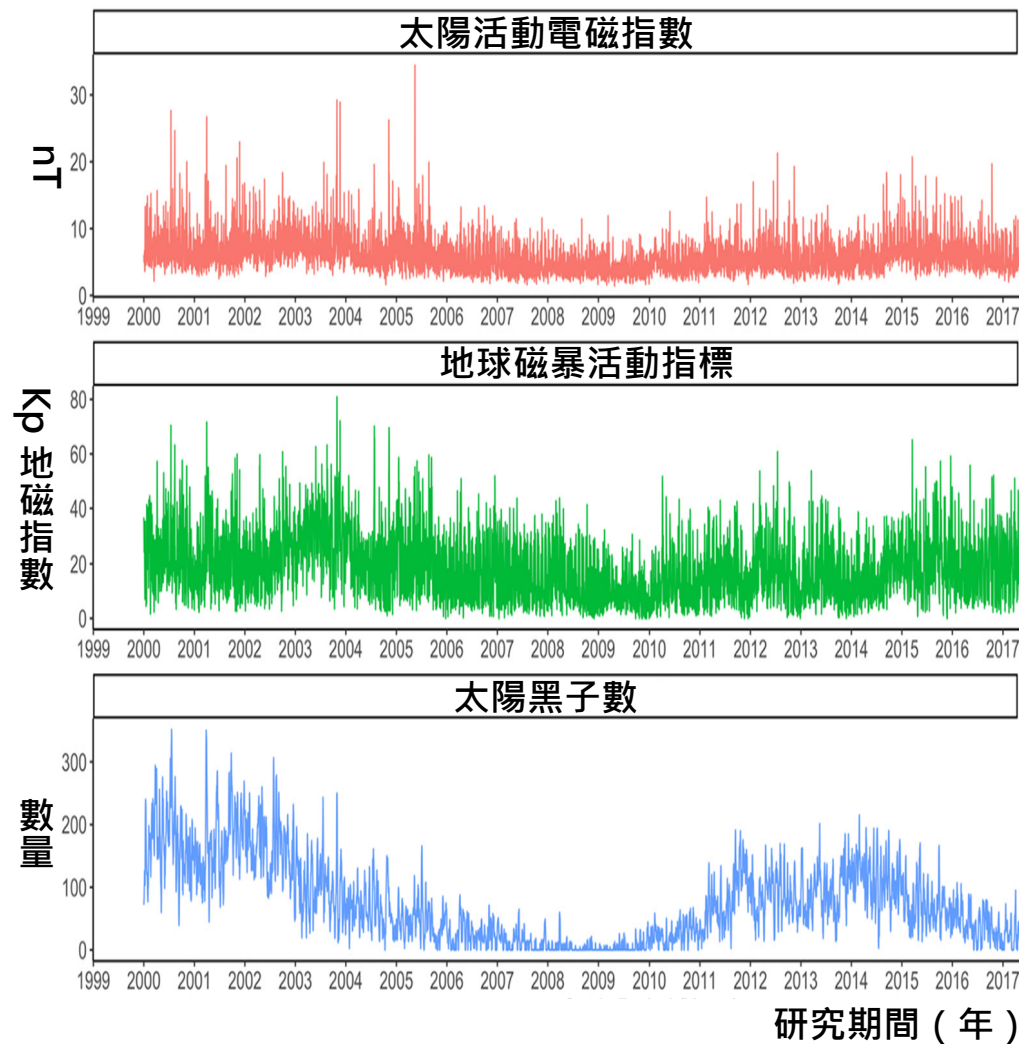
Anand et al., 2022



- 太陽與地磁活動可能透過干擾晝夜節律與褪黑激素分泌，誘發發炎與氧化壓力，影響肺部健康。亦可能加劇空氣污染影響，與懸浮微粒交互作用，影響肺功能

# 太陽活動週期與環境因素相關性

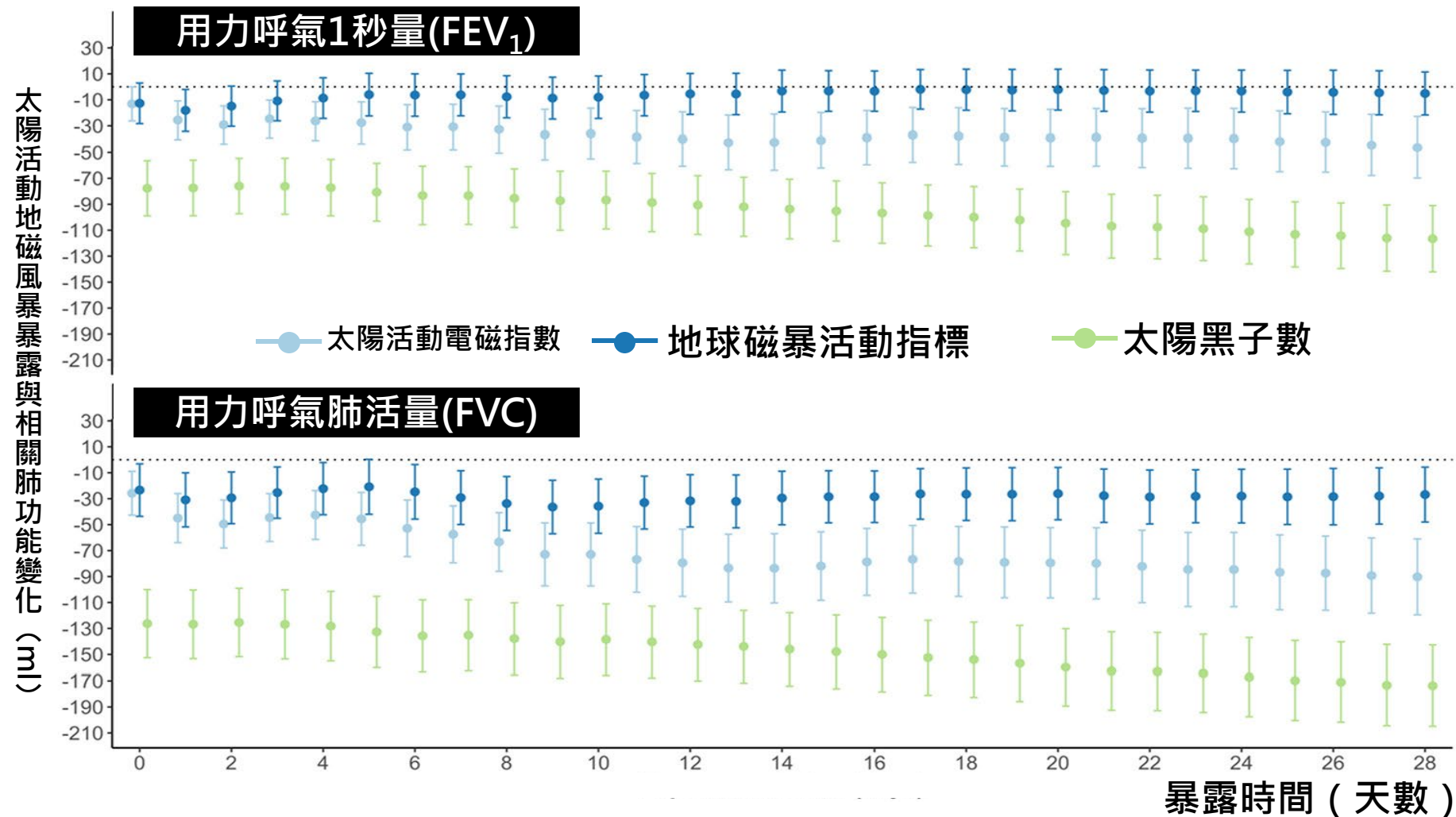
Anand et al., 2022



- 太陽與地磁活動呈週期性波動，與黑碳、太陽磁場強度等因子共同影響 PM2.5 濃度，顯示其潛在環境健康相關性

# 太陽活動地磁風暴對肺功能影響趨勢

Anand et al., 2022



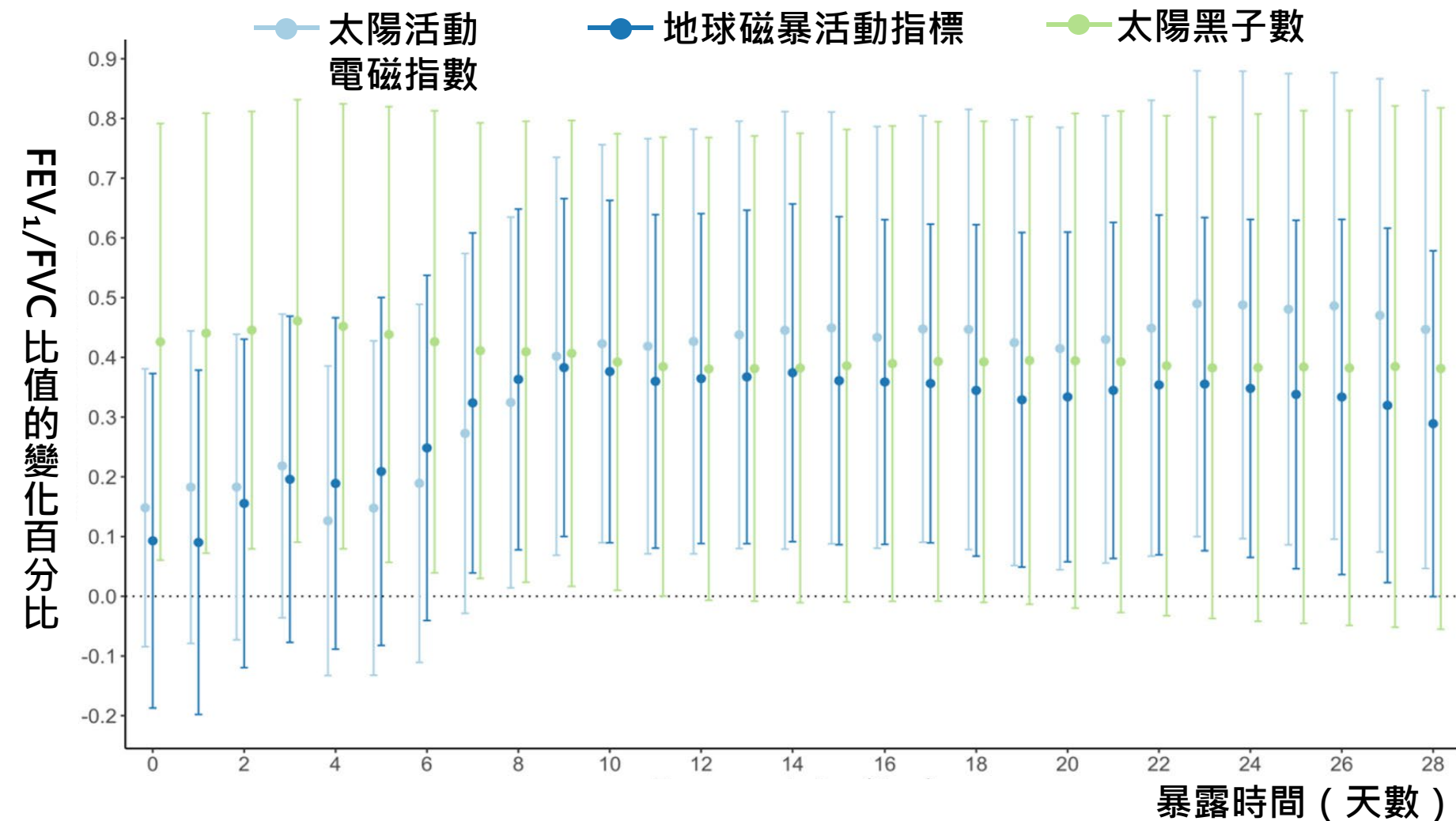
太陽與地磁活動與 FEV<sub>1</sub> 與 FVC 下降相關，

顯示其可能對肺容量造成負面影響，且影響隨暴露時間延長而加劇



# 太陽與地磁活動對肺功能之影響趨勢

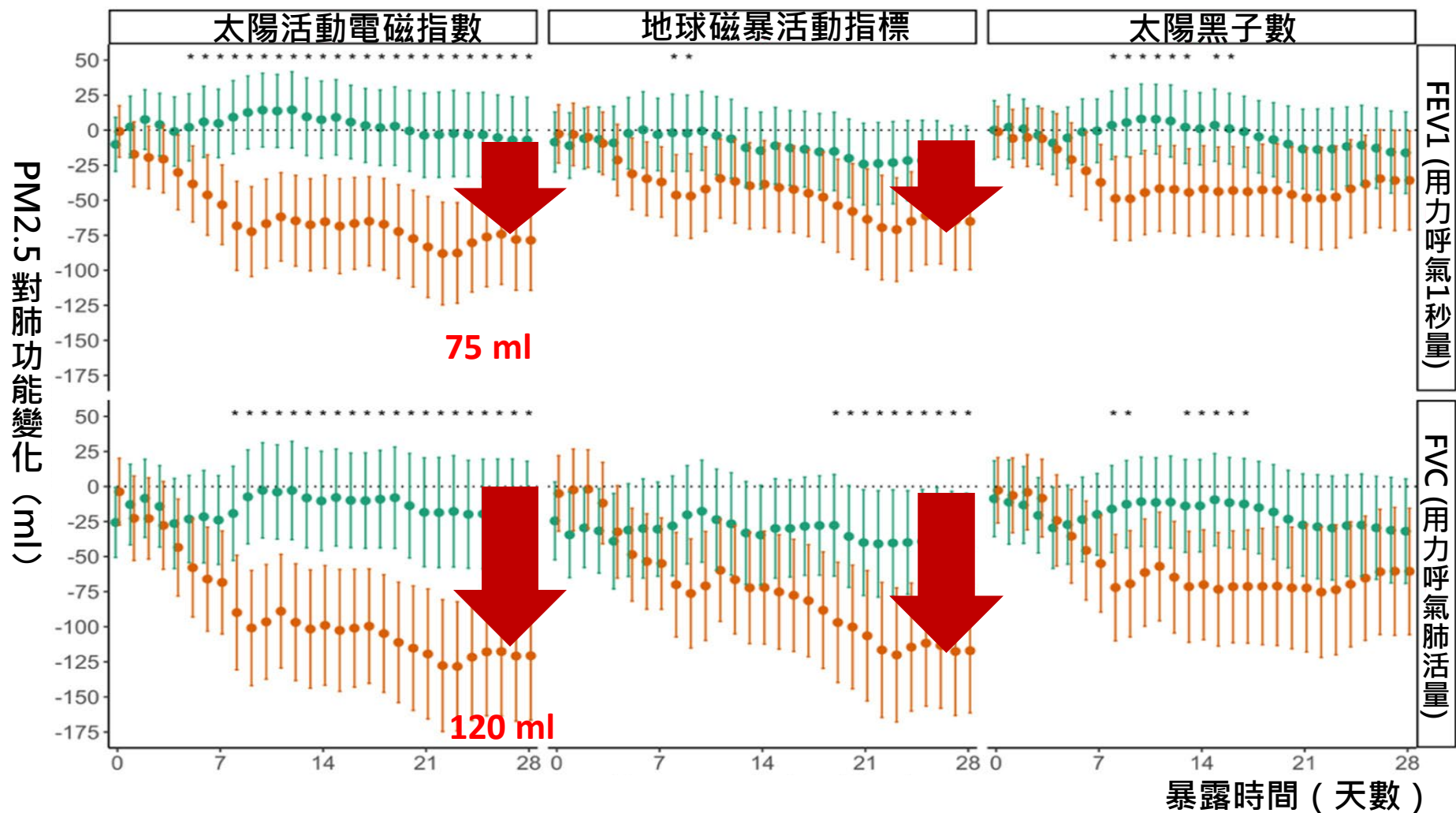
Anand et al., 2022



- 太陽與地磁活動上升與  $FEV_1/FVC$  比值略微上升有關
- 顯示其對肺功能不同面向可能產生複雜而非單一方向的效應

# 太空天氣與空污交互效應影響肺功能

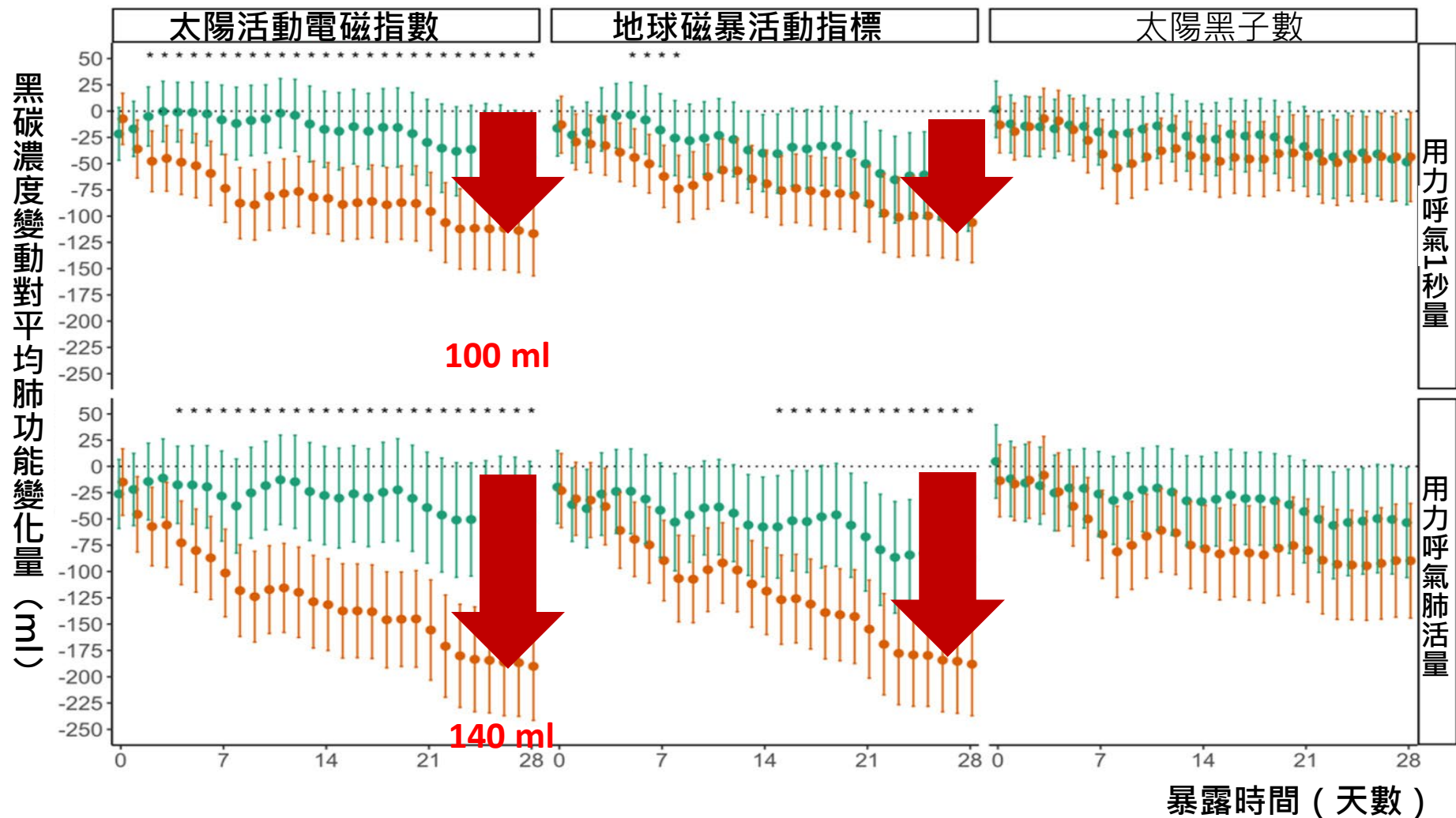
Anand et al., 2022



研究顯示太陽與地磁活動可能增強空氣污染對 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 的負面影響，且累積暴露越久，肺功能下降越明顯

# 太陽與地磁活動加劇黑碳粒子健康危害

Anand et al., 2022



- 太陽與地磁活動較強時，黑碳對肺功能的負面影響顯著加劇，
- 太空天氣可能擴大空氣污染的不良健康效應



# 地磁風暴-空污作用增加肺疾風險

Anand et al., 2022

## 影響生理時鐘與氧化壓力

太陽輻射可擾亂生理節律並降低褪黑激素分泌，導致自律神經失調與氧化壓力上升，促進肺發炎與細胞損傷，進而影響肺功能

## 加重肺部危害

空污造成發炎與氣道重塑；若褪黑激素因太陽活動而降低，可能加劇空污傷害。太陽活動亦可能改變空氣中污染物的性質與毒性，強化肺功能受損反應

**共同加劇肺功能  
受損與健康風險**

# 地磁擾動對肺部功能的AI應用分析

## 潛在生理機轉

- 自律神經調節失衡 → 支氣管收縮、肺容積下降
- 氧化壓力上升 → 氣道發炎、肺氣交換效率下降
- 大氣電場變化 → 氣膠再分布影響PM2.5吸入量
  - 對氣喘、COPD、高齡者具加重風險

## AI模型建議與肺功能資料應用

### 輸入資料

肺功能測試( $FEV_1$ , FVC,  $FEV_1/FVC$ )、

空污、氣象、Kp地磁延遲變數

### 模型選擇

LSTM(時間序列預測)、XGBoost(分類惡化風險)、

Transformer(跨模態資料融合)

# 案例分析：COPD患者肺功能預測

目的: 預測地磁風暴期間 COPD 肺功能下降風險

資料整合：

- 健保 COPD 門診肺功能紀錄
- NOAA地磁資料 + 空污 + 氣象
- 人口學與吸菸史

## 模型

XGBoost + LSTM

高風險指標

- $Kp \geq 6$  (延遲2-3天)
- $PM_{2.5} > 40\mu g/m^3$
- 高齡、女性、低BMI COPD患者

# 個案模擬與臨床應用建議

## 模擬患者

74歲男, 重度吸菸→

FEV<sub>1</sub>/FVC下降8%，預測風險 83%

## 建議

- 風暴預測期提前預警
- 調整吸入劑與生活建議
- 穿戴式肺量計即時監控
- 跨部門資料聯防模型建構

# 星球永續健康 線上直播

林庭瑀  
博士



陳秀熙  
教授



國立台灣大學



梅少文 主持人



侯信恩主持人



楊心怡製作人

許辰陽  
醫師



陳虹彦



林家妤



劉秋燕



關廷碩



嚴明芳  
教授



陳立昇  
教授



羅崧璋

台北醫學大學