

用電離層預測地震先鋒， 不被看好也拚命做

一〇二四年四月三日，花蓮發生規模七·二強震且餘震不斷，許多人擔憂是不是百年大地震前兆！提及前兆，地震魚、地震雲、天泛紅光或動物大量遷徙皆為坊間常聽見的傳聞，只是都缺乏實證；然而，究竟有沒有可透過科學證實的前兆，並且未來可以協助預測地震呢？

答案是肯定的，而且就在臺灣。二〇二四年獲得第二十七屆國家講座主持人獎的中央大學太空科學與工程學系講座教授劉正彥，已經研究電離層數十載，以「地震電離層前兆」、「天地同震效應」等突破性研究，及開發「海嘯電離層預測系統」，備受國際矚目，尤其「地震電離層前兆」被視為目前最有潛力幫助地震預測的前兆研究。

電離層，自然界的麥克風

大多數人可能對於距離地表五公里至兩萬公里的「電離層」

十分陌生；其實，人們熟悉的極光就發生在電離層，還有早期收聽的AM調幅廣播，也是利用電離層可反射AM電波訊號之特性來達到播放目的。

「電離層就是充滿帶電粒子的電漿體層。」劉正彥舉日常物品說明何謂電漿體：「傳統日光燈未開燈前，燈管裡是汞蒸氣；開燈後，電流使汞蒸氣的原子分裂成跑來跑去的帶電粒子，這就形成電漿體。」

簡單地說，當氣體被加熱到非常高溫，或受到強烈電磁場、太陽輻射影響時，氣體中的原子和分子會分裂成帶電的粒子而形成電漿體；例如：閃電就是電漿體，因閃電中的高溫把空氣中的氣體分子轉變為電漿體；同樣地，高空中的氣體受到太陽輻射的影響而形成電離層。

「電離層猶如自然界的麥克風，能放大各種振動和波動，我們應學習傾聽大自然的聲音！」劉正彥道出電離層的神奇

劉正彥

數學及自然科學領域

第二十七屆國家講座主持人獎

中央大學太空科學與工程學系講座教授



之處，並闡釋地面與電離層的空氣密度相差一百萬倍，愈上層的空氣，愈稀薄、放大效應愈強，「好比甩馬鞭時，手腕輕輕一抖，馬鞭尾段啪的一聲，速度既快又響，震盪很大。」

同理，地上震動一公分，電離層震動將近十至一百公里，這就是劉正彥進行地震海嘯預警與同震研究的原理，例如：二〇〇四年蘇門答臘海嘯僅有〇·四公分高，但電離層的放大效應使其波動達到四至四十公里。

但他強調：「我做的是前兆研究，不是地震預測。」劉正彥解釋，預測需非常嚴謹，例如：天氣預報要掌握溫度、濕度、風速、風向、雲圖等因素；預測地震更需準確掌握時間、地點及規模三大要素，否則一旦失誤，不只造成恐慌，還有牢獄之災，因此電離層前兆距離地震預測還很遙遠。

做科學的人要勇於賞新，無畏質疑聲浪！

二〇二四年五月十一日，一場罕見的太陽風暴席捲而來，中央氣象署發布「磁暴特報」，可惜低緯度的臺灣未能一睹壯麗極光；殊不知，極光、磁暴亦是劉正彥的研究範疇，他笑著說：「雖然無法見到極光，但我們可以欣賞臺灣特有的大氣輝光，這也是電離層的現象，只是比極光微弱。」

劉正彥透露，屏東至基隆上空的電離層濃度在全球名列前茅，這也是當年返臺後，他決定從電離層領域著手的原因之

一，但他卻從未想過會走入前兆研究。

「起初，我計畫進行同震研究，探究地震對電離層的影響；但我的研究生卻告訴我，震後無明顯變化，震前卻發現異常現象。於是，我們花了近五年時間反覆觀測和檢驗，直到一九九八年的瑞里地震再次證實：大地震前，電離層濃度會異常減少，」他回憶起二十多年前的意外發現。

同年，在西太平洋地球物理會議中，劉正彥發表「大地震前電離層電子濃度會異常減少」這項研究結果；沒想到後來用餐時，他發現大家都離他遠遠的，「彷彿我有傳染病一樣！此刻，我才意識到人們對於地震前兆研究的排斥與恐懼。」

雖然學術界一片譁然，但他並未大聲為自己辯駁，繼續埋首研究。促使劉正彥真正投入「地震電離層前兆」研究的轉捩點，是一九九九年的九二一地震；「隔日一早，校長打來電話詢問我是否觀測到任何前兆。我心想，如果這次沒有觀察到，我將永遠放棄這個研究題目；在檢視資料後，發現有三個明顯的前兆，我不由得放聲大笑並表示不用放棄了！」

同樣地，二〇〇四年蘇門答臘海嘯後，劉正彥嘗試透過觀測電離層來研究海嘯預警，但論文又遭到質疑與否定，被批評有如「神經病般的想法」，直至二〇一一年日本發生三一一海嘯，人們才改口說：「這樣的現象顯而易見！」當

年九月，他到日本參加相關研討會時，以電離層預警海嘯的技術已然成為全場最熱門的議題。

「投身科學經常是孤獨的。尤其當你提出新的科學發現，可能面臨『你錯了』、『你無法證明』等接踵而來的質疑，到最後卻又聽見『所有人都知道了』的不以為然，」劉正彥有感而發地說。

但他仍鼓勵後輩：「做科學的人要勇於嘗新！不要成為日光燈下的電燈泡！我從不被質疑與挫折擊敗，而是把研究視為一場場探索興趣的遊戲，堅持以科學實證為依歸，憑著硬頸精神不斷前行。」

劉正彥團隊的日食研究，引領全世界

劉正彥的研究領域廣泛，發表過上百篇論文，最高紀錄是一年產出二十五篇論文，包括身為第一作者與通訊作者，特別是在日食研究領域，他說：「我們領先全世界。」

劉正彥團隊在二〇〇九年東亞全日食中，首次發現月影引發的「艙震波」，這項突破性的成果不僅刊登於《地球物理研究通訊》，還吸引八家國際媒體報導；二〇一七年又在橫跨美國東西岸的美國大日食中，透過接收遍布全美兩千兩個全球導航衛星系統（GNSS）之訊號，再次發現前所未見的音爆「艙震波」。

「艏」，顧名思義為船首。當船行駛時，你會看見船首掀起浪花，形成兩側的V型波浪，這就是所謂的「艏震波」。

將場景轉換到日食期間，當月影遮蔽太陽光，導致地球表面部分區域迅速降溫，這種溫度變化，猶如把石頭投入池塘中產生波紋，這就是二〇〇九年劉正彥團隊發現的艏震波；二〇一七年是發現月影在電離層中以超音速疾駛，引起類似

音爆的艏震波，宛若閃電俠在水面上以超音速奔馳，形成V型的波浪紋。

二〇二三年，劉正彥團隊又有一篇論文〈從太空看月潮引力引發高層大氣中之三維電漿結構和電漿環流變化〉刊登於頂尖期刊《科技報導》，這是全球首次解析電離層三維結構的月潮引力效應；而他將功勞歸於臺灣自主研发衛星操作系統的福爾摩沙衛星七號，因其共有六顆任務衛星，在太空形成一個星系，可提供即時且完整的三維觀測資料。

「今年四月八日的北美日全食觀測，我們升級至四維，即三度空間加時間，透過福衛七號的數據，進行月潮引力效應對日食影響之研究，再啓新的里程碑，」劉正彥透露。

眾所周知，月球引力會對海水造成潮汐現象。劉正彥團隊在電離層中也觀察到類似的「月潮引力效應」，尤其他們還進一步蒐集農曆初一至二十九日的觀測數據，才察覺，通常發生在初一的日食，所帶來的「月潮引力效應」更為壯觀。

二〇二四年是九二一地震二十五週年，劉正彥回顧研究「地震電離層前兆」的來時路，欣慰地說：「當年的研究成果至今驗證依然有效。而我現在蒐集的資料範圍，不限於地震前一至五天，而是擴展至數十天、甚至三個月前，同時開始運用多種管道驗證。二十五年過去了，我仍在不斷地向前、持續進步，這不只說明我很拗，更是真正做科學的態度。」

