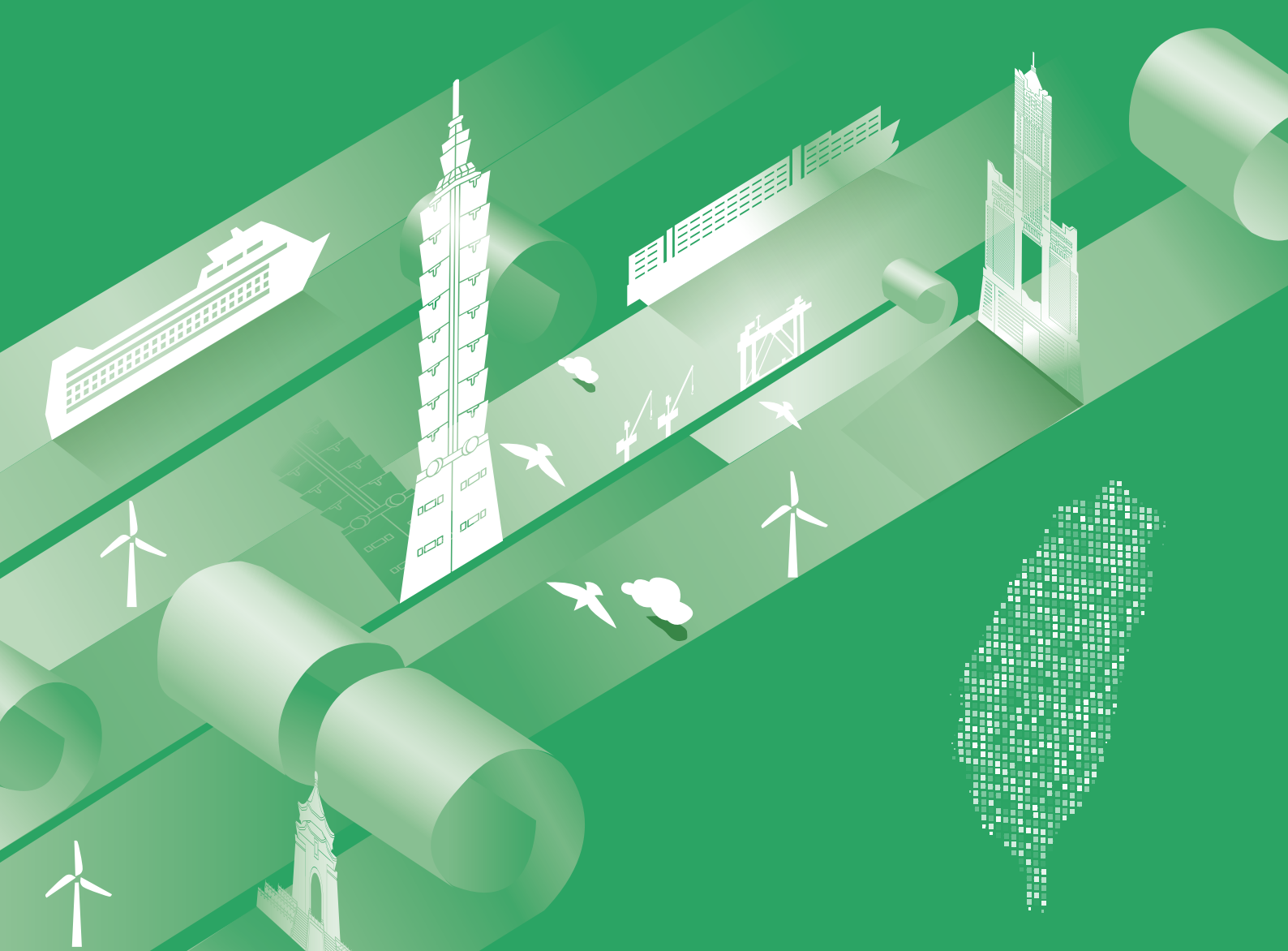


6

氣候變遷及 系統觀測研究

6.1 氣候變遷科學研究

6.2 氣候變遷氣象觀測



第六章 氣候變遷及系統觀測研究

為達成「巴黎協定」，各國需攜手推動全球溫室氣體減排及調適技術的創新與應用，同時建立穩定的氣象觀測系統和精準的氣象預測模型，以應對氣候變遷可能帶來的衝擊。我國積極投入資源於氣候變遷科學研究及觀測，並透過國際合作與全球共享這些研究和觀測成果。

6.1 氣候變遷科學研究

我國科學研究發展由國家科學及技術委員會（下稱國科會）擔任中央主管機關，負責統籌和規劃國家整體科技發展的布局，包括氣候變遷科學研究。國科會同時推動跨領域整合研究計畫，以培養我國進行氣候模擬、推估及詮釋的關鍵能力，並參與其他部會的氣候變遷相關政策執行。

6.1.1 氣候變遷科學研究之推動及管理機制

根據「科學技術基本法」規定，行政院每 4 年召開一次「全國科學技術會議」，作為全國統籌科學與技術政策的重要平台。會議結束後，將發布「國家科學技術發展計畫」，作為各部門推動科學與技術政策主要依據。「國家科學技術發展計畫」執行情況由國科會負責管理與評估，並每年向行政院報告執行成果。

自 2000 年第六次「全國科學技術會議」起，我國開始將氣候變遷議題納入科技發展政策。最新一期的「國家科學技術發展計畫（110 年至 113 年）」以「創新智慧、包容低碳、健康、永續」為主軸，提出四大目標、

15 項子目標及 44 項策略。其中，與因應氣候變遷直接相關科學與技術發展方向如下：

1. 完善調適精進災害預警：提升氣候變遷韌性與科研服務量能。
2. 多元布局前瞻綠能科技：加強綠能技術之發展。

為協助各部會實現上述願景，國科會依據「國家科學技術發展計畫」制定「科技發展策略藍圖」，作為具體行動指引，針對國家目前面臨的挑戰，設立「5 大重要議題」、「20 項因應策略」，並規劃未來「科學探索與科技布局」，如圖 6.1.1-1 所示。

在這份藍圖中，與因應氣候變遷直接相關的議題是「能資源與環境」，其主軸是建構綠色低碳環境並強化抗災減災能力。對應因應策略如下：

1. 環境品質

建立環境感測網絡，提升稽查能力；加強溫室氣體減量的誘因，鼓勵產業積極參與；推動循環技術發展，擴大示範園區的效益。

2. 能源供需

實施節能減碳措施，提升能源使用效率；引入創新模式推動能源開發；加強智慧電網建設，確保供電品質穩定。



圖 6.1.1- 1 臺灣最新一期「科技發展策略藍圖」

資料來源：科技發展策略藍圖（民國 108 年至 111 年）。

3. 災害風險管理

構建跨界風險治理架構，優化災害風險控管；有效蒐集和利用災害相關數據，增強災害預警能力，並推動相關產業發展。

「科學探索與科技布局」中以「智慧、健康、永續、科學探索」為核心主軸，其中與因應氣候變遷直接相關的科學與技術發展布局重點包括以下幾個方面：

一、提升能資源的利用效率

(一) 循環性高值材料

研發可回收的高價值材料，以及支持循環製程的關鍵技術。

(二) 資源化技術

創新技術，實現有機、無機及電子廢棄物的循環再利用，減少天然資源的消耗。

(三) 生產鏈整合規劃

借鑒自然生態系統，推動產業間的共生和資源整合，使工廠廢棄物及熱能被鄰近單位有效利用。協助業者從傳統廢棄物管理轉型為資源再生與循環經濟模式。

二、開發高效低碳能源

(一) 替代能源

研發高性價比的太陽能電池及模組技術，提升離岸風機工程能力，並推動生質能源的發展。

(二) 智慧電網

針對再生能源的間歇性特質，利用資通訊與自動化技術來調控電力配送，提升供電品質與穩定性。

(三) 能源儲存技術

開發能源儲存技術及系統整合方案，為電力系統提供緩衝，同時支持電動車等載具的需求。

(四) 先進節能技術

從需求端著手，降低能源消耗，同時提升工業產品的國際競爭力。

三、打造防災減污韌性家園

(一) 智慧防災體系

建設智慧化、自動化的監測和預警系統，讓政府和民衆能提前做好災害預防。

(二) 環境品質監測

結合國際防災技術與臺灣的資訊系統，研發適合本地複雜地形的災害監測與預測系統。

(三) 氣候變遷研究

整合本地資訊與全球氣候模型變化，建立本地氣候模擬系統，為氣候變遷調適策略的制定奠定基礎。

6.1.2 氣候變遷科學研究之主要措施及成果

一、氣候變遷基礎研究

全球氣候變遷已成為各國科技研究的重要領域之一，尤其是對區域氣候變遷趨勢及其影響的推估更是基礎研究的核心。

在臺灣之氣候變遷模擬研究，國科會自2011年起推動臺灣氣候模擬系統自主開發，並資助中央研究院與相關大學氣候學者組成「臺灣氣候模擬系統發展團隊」，開發臺灣地球系統模式 (Taiwan Earth System Model, TaiESM, 100公里解析度) 和高解析度 (25/50公里) 全球大氣模式 (HiRAM)，及極高空間解析度 (3-5公里) 的區域模式 (WRF)，構建一個涵蓋全球到區域的模式群組，以分析全球氣候變遷對東亞氣候、季風及臺灣極端天氣 (如颱風、豪雨、乾旱等) 的潛在影響。

在此科研基礎上，中央研究院在國科會支持下，進一步推動「人為氣候變遷：剖析、能力精進與CMIP6參與」計畫，並以臺灣的名義參加世界氣候研究計畫 (World Climate Research Programme) 下的第六期耦合模式 (CMIP6)，為聯合國政府間氣候變化專門委員

會第六次評估報告 (AR6) 提供科學基礎。此計畫目標是探討全球暖化對全球、東亞以及臺灣的氣候系統的潛在影響。通過臺灣地球系統模式的氣候變遷模擬與推估，臺灣首次向國際研究社群提供本地產製的氣候變遷資訊，展現臺灣在科研方面的實力。根據多項現代氣候指標的評估，臺灣地球系統模式在全球 37 個模式中排名第 8，與日本氣象廳氣象研究所的模式相當，表現優於韓國等亞洲其他國家的模式。

基於這些研究的積累，由國家災害防救科技中心協同相關大專院校和部會推動「臺灣氣候變遷推估資訊與調適資訊平臺」與中央研究院密切合作，利用 HiRAM 和 WRF 進行從全球到臺灣城鄉尺度的氣候變遷模擬，預測全球暖化下，臺灣的颱風、豪雨、午後雷陣雨、乾旱、熱浪等極端天氣現象的未來變化趨勢。這些模擬結果將用來評估氣候變遷對臺灣自然災害、水資源、生態環境、公共衛生、農林漁牧、社

會、經濟與人民福祉的影響，並用於制定調適策略。

國科會長期致力於基礎研究的發展，全面支持優質學術團隊進行科學創新，追求學術卓越，並鼓勵各計畫之間的資料分享與合作，同時加強與國際的連結。

二、跨領域整合研究

「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」(Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP) 自 2009 年 11 月開始執行，並已邁向第四期計畫，以前三期計畫的基礎，配合國科會於 2022 年推動 4 年期「建構面對氣候緊急狀態下之韌性臺灣」中程綱要計畫，在氣候變遷科學服務上強化整合能量以及盡可能達成全方位氣候科研服務。



圖 6.1.2- 1 國科會氣候變遷整合服務平台於綱要計畫以及政府與產業氣候調適之角色

資料來源：TCCIP 官網。

同時，為配合中程綱要計畫在國科會任務的角色，TCCIP 計畫將持續扮演關鍵整合服務平臺，提供學研單位科學研究、政府調適施政、一般民衆科普知識以及產業應用所需。圖 6.1.2-1 為中程綱要計畫研擬時對計畫推動的氣候變遷整合服務平台之期許，期待計畫能夠對外支援國家政策、對內支援科研計畫等工作。

TTCCIP 計畫整體目標重點摘述如下：

1. 支援國科會任務

除了因應國家 2030 永續發展目標下國科會在調適科研工作的目標之外，期計畫將支援第三階段國家調適行動計畫（112-115），以及「溫室氣體減量及管理法」修訂為「氣候變遷因應法」後中央科技主管在氣候調適應用的相關任務。

2. 臺灣氣候變遷資料產製與趨勢研析

前期計畫以產製大量氣候變遷資料提供外界進行本土衝擊應用為主；除新增更高解析度的氣候模擬資料之外，更新增區域海洋模擬，以強化國內海洋漁業與生態衝擊應用所需資料。此外，並強化氣候研析的科學分析，以提供國人更能理解的本土氣候資訊。

3. 累積風險評估與調適能量

透過國家氣候變遷調適工作的跨部會合作，國科會科研計畫的知識產出對引導部會進行調適操作具有關鍵作用；亦即氣候法修訂後中央科技主管機關可能需扮演重要角色。計畫將持續累積不同領域之氣候變遷衝擊、風險評估與調適框架操作之經驗、工具、圖資與知識。

4. 深化氣候變遷科研服務量能

TCCIP 計畫目前已是國內重要的氣候變遷服務平台，在產官學研的應用上已累積相當的使用社群，計畫將持續深化科研服務能量，降

低專業知識門檻與潤滑跨界面的應用落差。

5. 累積研究能量、人才與成果

持續國家氣候變遷相關科研工作的推動進展，培養相關跨領域應用、服務以及溝通人力與能量，以永續經營為目標，因應國家氣候變遷任務更艱鉅的挑戰。

三、國科會參與執行氣候變遷相關政策

（一）「碳捕捉利用及封存」關鍵戰略

延續過去能源國家型科技計畫成果，在現今淨零轉型的目標下，國科會已於「負碳技術工作圈」完成碳捕捉、再利用與封存 CCUS 技術研發路徑，並於 2022 年 11 月 28 日辦理 CCUS 社會溝通會議聽取各界寶貴之建議。經同年 12 月 28 日我國淨零轉型關鍵戰略行動計畫論壇公布初稿後，碳捕捉及再利用預計會進行小規模示範驗證並逐級驗證放大，及持續投入學研前瞻技術。碳封存除持續投入地質調查與資料平台建置外，也會持續推動碳封存示範計畫驗證相關封存監測技術，並適時辦理社會溝通活動爭取民衆支持

1. 國際鏈結

(1) 2023 年 9 月與英國在臺辦事處共同舉辦淨零科技趨勢論壇，以淨零關鍵科技為主題，納入 CCUS 專場，邀請雙邊專家學者，深入剖析關鍵挑戰與策略。

(2) 鏈結挪威碳捕捉示範驗證案場 (Technology Centre Mongstad) 與我國 CCUS 技術研發相關部會、技術單位、私營企業與學研專家共 27 單位進行交流。

2. 技術發展

(1) 完成我國自製海底地震節點 (OBN) 與三維地震受波器 (Smart Solo) 於實驗室環

境之能量頻譜分析，並完成第一次觀音潮間帶震測設備佈設、淺水區背景噪訊收集。

(2) 工研院與中鋼合作建置鋼化聯產實驗先導線，完成 1000 小時連續運轉，高爐氣捕捉 CO 純度可達 98.5%，捕捉之 CO₂ 經純化後可達 99%。

(3) 中油 2022 年完成建置每日捕捉 20 公斤（每年約 6 公噸）之二氧化碳捕捉試驗設備。2023 年完成建置每日轉化甲醇產量 3 公斤（每年約 1 公噸）之試驗設備。

3. 推動碳捕捉封存先導示範計畫

(1) 能源署開發分布式光纖等地質監測技術，未來可應用於試驗場域。

(2) 臺灣電力公司啓動建造碳捕集先導廠，並通過環差變更內容對照表，開始規劃建置碳封存試驗場域與智慧溫室植物工廠、教育展示中心。

(3) 中油辦理 5 場次科普廣宣活動，促進正確瞭解碳捕捉及封存。

4. 法規建置

完成擬訂「二氧化碳捕捉後封存管理辦法」架構草案，其主要內容為試驗計畫及執行計畫核准、變更、展延及廢止等審查作業、執行 CCS 封存過程申報、監測、紀錄及查核作業、CCS 權責歸屬及罰則等規定。

(二) 鐵砧山碳封存 CCS 試驗場

臺灣中油公司在苗栗縣通霄鎮的鐵砧山地區規劃碳捕捉與封存 (CCS) 試驗場域。為了應對未來大規模減碳的需求，世界各國都在積極捕捉並封存火力發電廠、煉鋼廠等設施排放的二氧化碳，目前全球已有 41 個碳封存項目正在運行中。臺灣中油公司規劃在苗栗通霄鐵

砧山地區建設一個試驗場域，進行鑽井作業、建設地面設施將二氧化碳注入約 1,700 公尺深的地下砂岩鹽水儲層，上方有 150 至 200 公尺厚的緻密頁岩層作為封蓋層，以防止二氧化碳洩漏，並進行環境監測，以驗證臺灣的碳封存技術。

同時臺灣中油已經對地下儲層的安全性進行了詳細評估，並規劃在封存過程中密切監控壓力、溫度及二氧化碳濃度等關鍵參數，以確保不會發生二氧化碳大量噴發或洩漏。目前，這一計畫仍在規劃階段，臺灣中油將積極與當地居民溝通，爭取支持，並完善監測與應變計畫，確保計畫的安全執行，並為達成 2050 年淨零排放目標貢獻力量。

(三) 前瞻基礎建設計畫

國科會配合國家整體的綠能科技產業創新方案，在我國「前瞻基礎建設計畫」中，協助推動「沙崙智慧綠能科學城」核心區的建設開發，並完善周邊的基礎設施。以下是該計畫中低碳智慧環境建設的重點：

1. 科學城低碳智慧環境建設

推動低碳智慧運輸系統、智慧生態園區、自駕車測試場域等相關設施的建設，逐步引入綠能基礎設施。此項目還將結合大學研究機構、臺灣糖業公司、臺南市政府的會展中心和商業區，吸引國內外大廠及法人團體進駐，促進沙崙智慧綠能科學城的快速發展。

2. 綠能科技聯合研發計畫

透過產學合作的方式，支持節能、創能、儲能及系統整合四大領域的研究計畫。這將有助於提升科技研發的效果，並促進產業發展，推動新興綠能產業的崛起，從而引領產業轉型。

6.2 氣候變遷氣象觀測

氣象觀測根據觀測範圍、項目、目的及方法的不同，大致可以分為三種類型：地面氣象觀測、高空氣象觀測和特種氣象觀測。

地面氣象觀測由觀測人員透過目視或利用安置在地球表面的氣象儀器，來測量接近地面的大氣層各種氣象要素。在海上船舶進行的氣象觀測也屬於地面氣象觀測，因為它觀測的氣象要素與陸地上的觀測相似，只是增加了一些與海洋相關的觀測項目。

高空氣象觀測主要是通過自由飄浮的氣球攜帶氣象儀器，來測量高空各個高度的氣象要素，如氣壓、溫度、濕度和風速等，通常觀測的高度範圍在 40,000 公尺以下。有時也僅通過自由飄浮的氣球，依其飄浮軌跡來測定高空各高度的風向和風速。

特種氣象觀測是使用特殊設備或儀器進行的，為特定目的而設的氣象觀測，如閃電觀測、氣象雷達觀測和氣象衛星資料接收與處理等。

一、氣象觀測之推動及管理機制

依據「氣象法」規定，我國氣象觀測的主管機關是交通部，相關業務由其轄下的中央氣象署執行。氣象署負責全國氣象業務的規劃、建設、管理及研究發展，所執行的氣象觀測業務包括地面氣象觀測、高空氣象觀測、氣象衛星觀測和氣象雷達觀測。此外，氣象署還進行海象觀測，涵蓋潮汐、波浪、海溫等項目，並對臭氧、紫外線指數等大氣特性進行物理及化學觀測。

二、臺灣氣象觀測之監測系統

(一) 地面與高空觀測

目前我國設有 25 個綜觀氣象站、2 個高

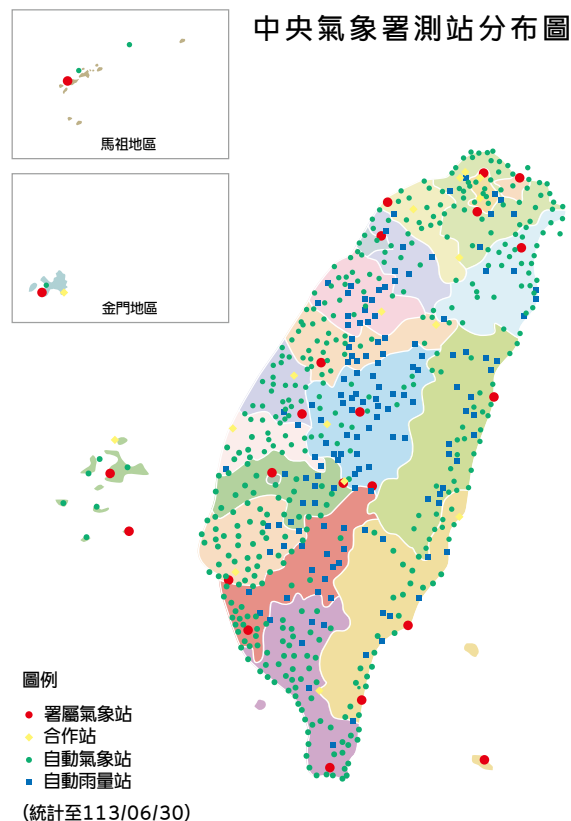


圖 6.2- 1 交通部中央氣象署測站分布圖

資料來源：交通部中央氣象署提供。

空氣象站以及 3 處觀測站區，此外還設有 11 處合作觀測站和 644 個自動觀測站（其中 495 個氣象站和 149 個雨量站），以加強區域性豪雨的監測，形成了完整且密集的雨量 and 氣象資料蒐集，如圖 6.2-1 所示。各觀測站每日定時監測的氣象要素包括天氣狀況、風向、風速、雲量、雲狀、雲底高度、能見度、氣溫、濕度、氣壓、降水、蒸發量、日照時數、日輻射量及土壤溫度等。其中，自動觀測站主要監測雨量、風向風速、氣壓、氣溫及相對濕度等項目。高空氣象站則專注於監測垂直剖面的風向、風速、溫度、濕度及氣壓等項目，通常每日觀測一次，在特殊天氣系統接近或颱風來襲期間，每 6 小時觀測一次。

(二) 衛星觀測

交通部中央氣象署定期接收及處理「地球同步氣象衛星」、「繞極氣象衛星」及我國「福爾摩沙衛星」等觀測數據，如圖 6.2-2 所示，包括來自日本向日葵 9 號及韓國

GeoKompsat-2A(GK-2A) 的多頻道高時空解析度的觀測數據，應用產品則以向日葵 9 號資料進行產製為主；另亦接收及處理來自美國 NOAA 衛星系列（含 NOAA-18/19/20/21）、地球觀測系統(EOS)（含 Terra, Aqua、Suomi NPP）及歐盟 Metop 衛星系列（含 Metop-B/C）等 9 顆環境衛星觀測數據，提供天氣分析與環境監測趨勢資訊；另外，中央氣象署負責處理我國福爾摩沙衛星七號與獵風者號之氣象觀測資料，前者使用電波掩星技術提供大氣垂直結構資訊，後者則利用電波反射訊號推演海表面風場資訊。

目前衛星作業產品產出之衛星基本影像及產品圖資與數據達數十種，包括真實色影像、雲量、日夜間霧區、降雨、地表面日射量、地表面 / 海表面溫度、海表面葉綠素濃度、大氣風場、氣膠光學厚度、氣膠種類、PM₁₀ 及 PM_{2.5} 濃度、火點偵測及沙塵暴、溫度、壓力、水氣分壓垂直變化與海表面風速等天氣與環

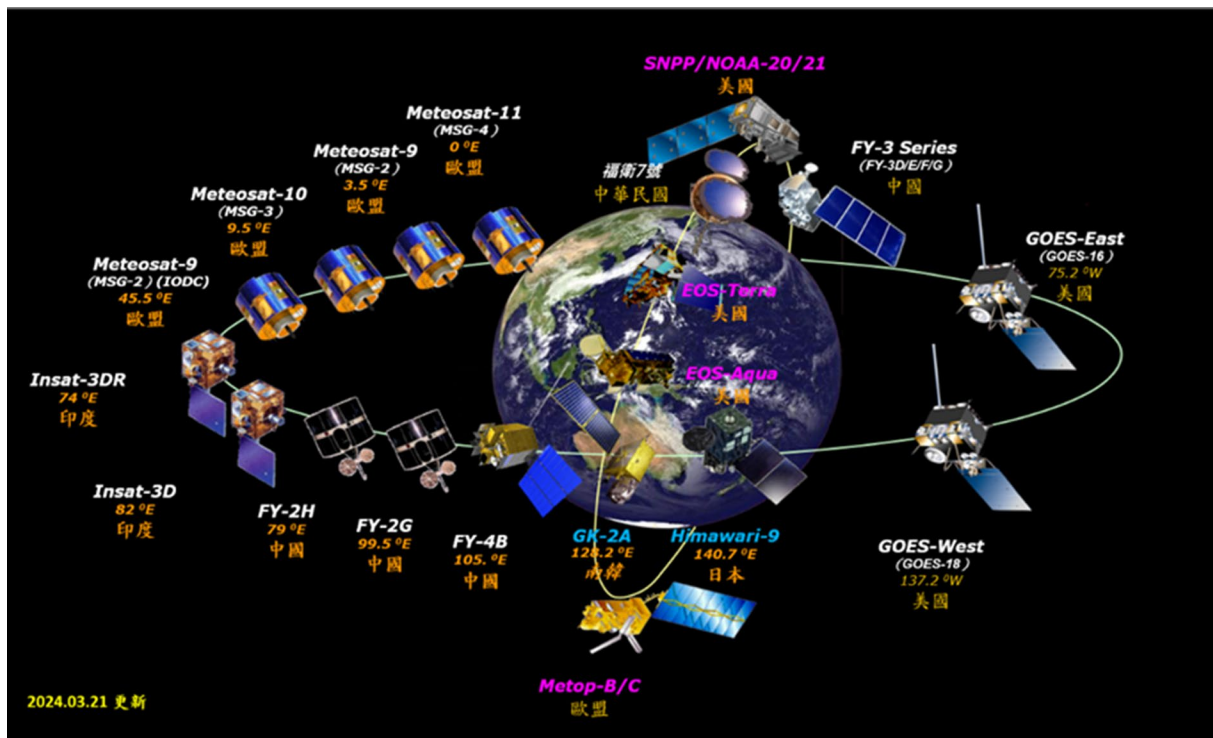


圖 6.2- 2 中央氣象署依據世界氣象組織公布地球觀測系統資訊製作全球氣象衛星觀測網

資料來源：交通部中央氣象署提供。



圖 6.2- 3 2023 年 3 月 10 日 (農曆 2 月 19 日) 凌晨 2 時 19 分中央氣象署接收繞極衛星 (SNPP) 觀測直接廣播，由左至右顯示日夜光頻道影像、日夜光與紅外線組成的多頻道合成圖以及紅外線色調強化雲圖。左及中圖藍色圈圍可明顯見到黃海到東海的大範圍海霧；而陸地上的晴空區可見明顯的城市燈光。

資料來源：交通部中央氣象署提供。

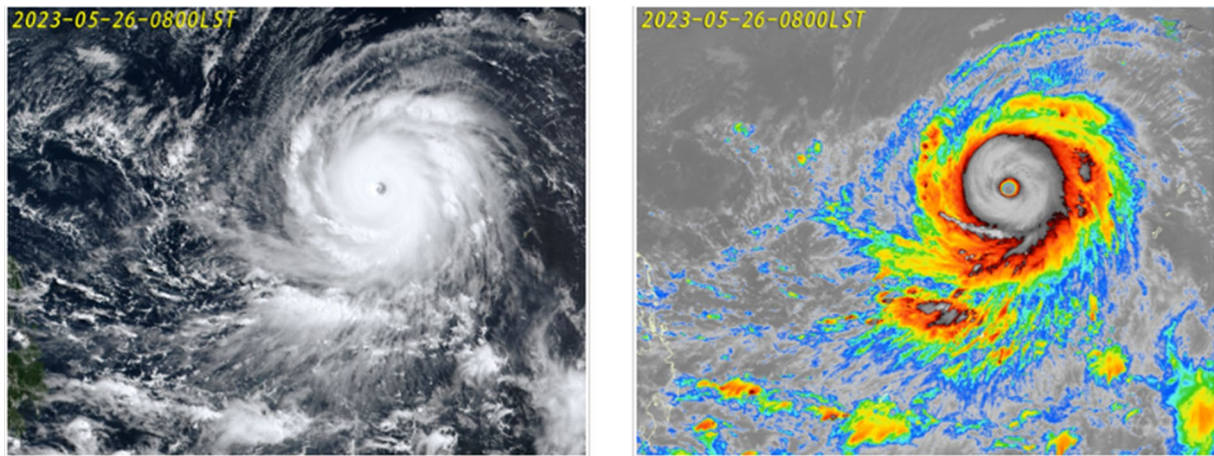


圖 6.2- 4 中央氣象署接收向日葵 9 號衛星觀測的真實色 (左圖) 及紅外線色調強化影像 (右圖)。顯示 2023 年度西北太平洋上第一個強烈颱風—瑪娃 (編號第 202302 號) 位於菲律賓東方海面上，雲系結構扎實渾圓，中心有深厚的雲牆圍繞，眼型清晰可見

資料來源：交通部中央氣象署提供。

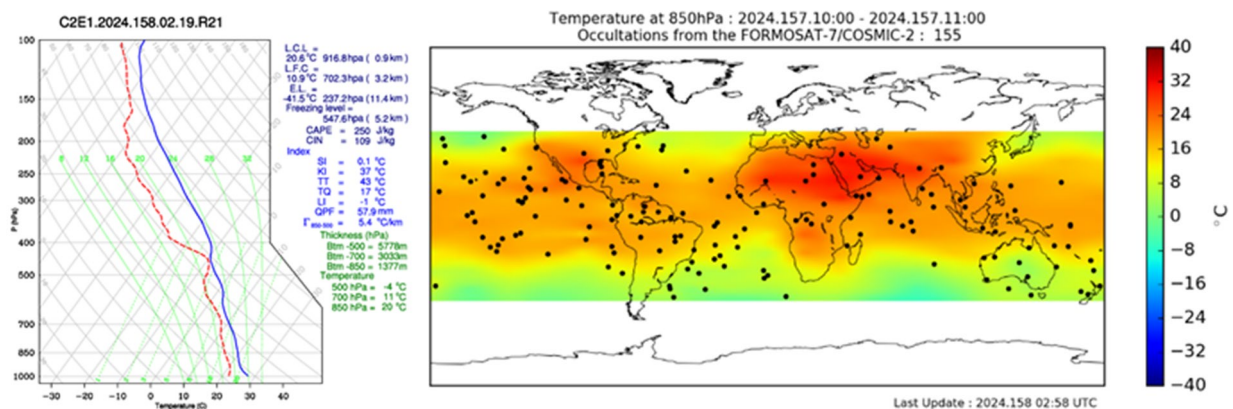


圖 6.2- 5 中央氣象署接收福衛七號所產製大氣垂直剖面 (左) 及全球溫度產品圖 (右)

資料來源：交通部中央氣象署提供。

境監測的應用產品，供中央氣象署天氣監測及預報作業，環境及能源部門、相關學術團體、媒體、一般民衆應用。

(三) 氣象雷達觀測

截至 2023 年，臺灣地區的氣象作業雷達網由 11 座氣象雷達組成。由於臺灣地區山脈綿延、地形陡峭，這樣密集的雷達觀測網有助於各雷達站之間相互彌補地形阻擋所造成的觀測死角，從而提供更全面的天氣系統監測。各雷達站的位置分布如圖 6.2-4 所示。11 座氣象雷達包含中央氣象署位於花蓮、墾丁、七股及五分山之 4 座 S 波段（10 公分波長）雙偏極化都卜勒雷達，以及位於林園、南屯及樹林 3 座 C 波段（5 公分波長）防災降雨雷達；此外，雷達網還包括 4 座 C 波段雷達，分別是民用

航空局桃園機場的都卜勒氣象雷達，以及空軍清泉崗、馬公和綠島的 3 座雙偏極化氣象雷達。其中，墾丁雷達於 2022 年 6 月至 10 月期間完成了雙偏極化系統的升級，而花蓮雷達則在 2022 年 10 月至 2023 年 3 月間進行了同樣的更新，另新七股氣象雷達站於 2022 年 12 月 28 日正式啓用。

目前的雷達觀測網覆蓋了我國的陸地和鄰近海域，每天 24 小時不間斷進行偵測。該網絡每 7.5 分鐘完成一次全空域掃描並即時更新，使氣象署能夠即時掌握天氣系統的動態，特別是颱風等劇烈天氣系統的內部結構。這些觀測數據對於分析天氣系統的發展狀況至關重要，並為我國航空、防災應變系統及資源管理提供了重要的參考依據。

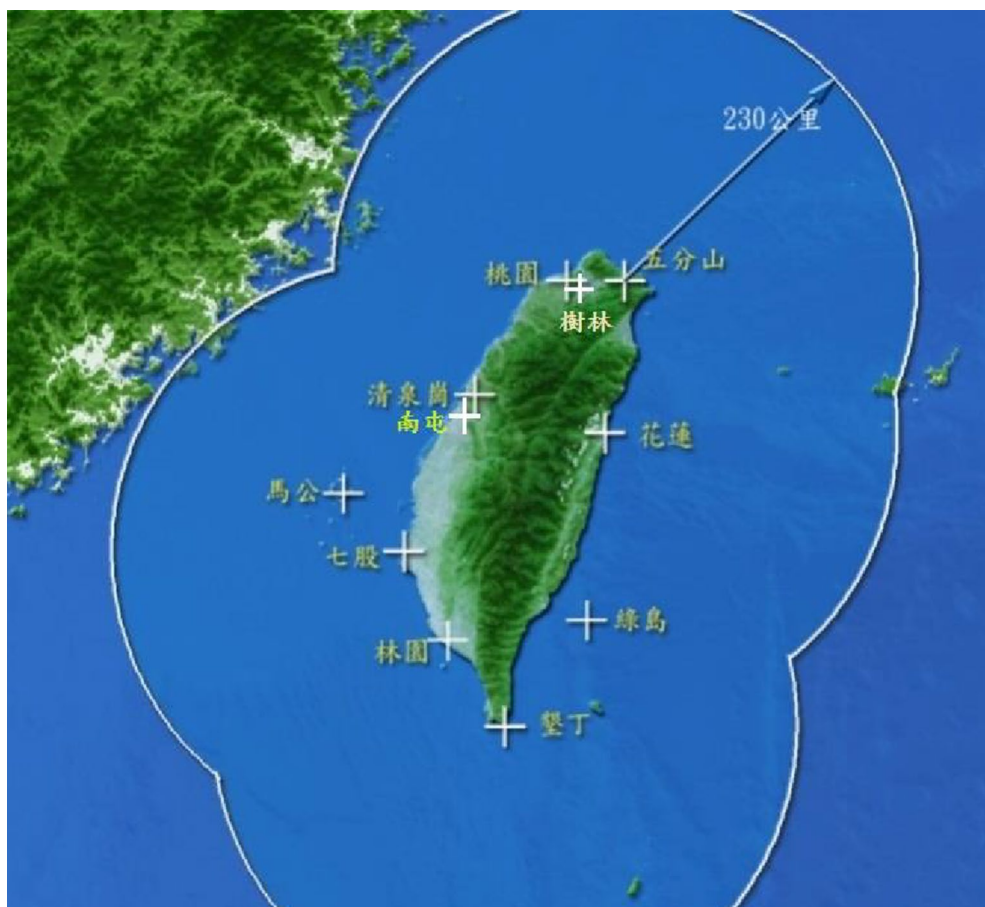


圖 6.2- 6 臺灣氣象雷達觀測網

資料來源：交通部中央氣象署提供。

(四) 海象觀測

海象觀測分為波浪觀測和潮位觀測兩大類。波浪觀測主要依靠資料浮標，目前設有 31 個浮標站。這些浮標不僅收集浪高、波向、海水表面溫度等海象數據，還記錄海面風向、風速、氣壓、氣溫等氣象資料，能在颱風期間作為外海的觀測前哨，為颱風路徑和強度的預報提供重要參考，並增強我國南方海域的海氣象預報能力。

潮位觀測方面，交通部中央氣象署設有 30 個潮位站，並與其他政府單位合作設置了 43 個潮位站，主要監測潮汐和颱風引起的風暴潮。其中，23 個潮位站具備高頻取樣和即時數據傳輸功能，適用於海嘯監測，如圖 6.2-5 所示。這些潮位站不僅用於風暴潮和海岸保護的預警，還提供長期水位監測數據，為國土測量提供可靠依據。

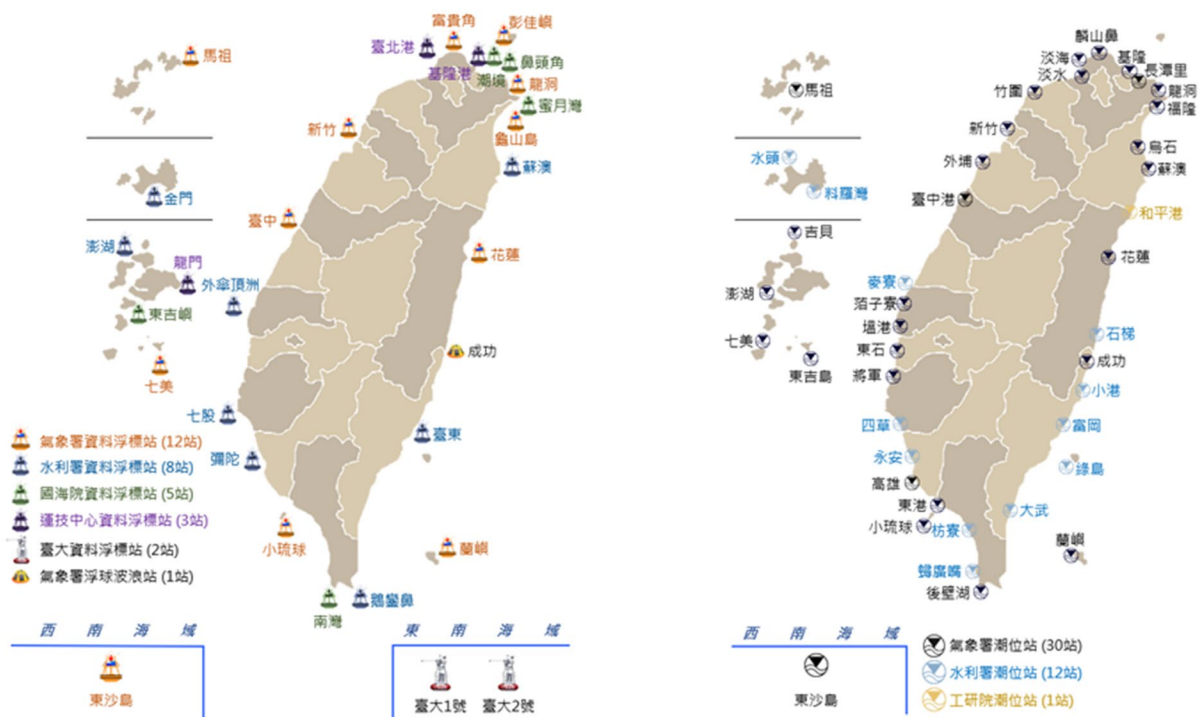


圖 6.2- 7 臺灣海象監測網

資料來源：交通部中央氣象署提供。

三、臺灣氣象觀測之整合應用

(一) 農作物災害預警平台

農作物災害預警平台為農業部農業試驗所建置之農業專家系統，交通部中央氣象署提供該平臺全臺氣象站與農業專區點位之觀測及預報資料，結合 GIS 系統及作物資訊，提供農友即時的在地天氣狀況及預警，以降低農業災損。

(二) 農糧署天然災害救助佐證

農業部農糧署為辦理農業天然災害救助之主政機關，近年由於極端或異常天氣頻率增加，天災亦或管理不當的界定、災害規模大小以及是否達到救助金發放標準之判斷益形困難，因此農糧署均依據交通部中央氣象署提供之觀測資料做為科學佐證，有效減少爭議。

(三) 農業保險氣象參數型保險理賠依據

配合農業部農業金融署推動氣象參數型保險，依照約定氣象條件如交通部中央氣象署公布之風速、降水量、氣溫等實測數據，做為啟動理賠標準，具客觀性且不需進行勘損，可於危險事故發生後快速釐算理賠金額。

(四) 氣象資訊之智慧應用服務計畫(II)

「氣象資訊之智慧應用服務計畫(II)-數位創新」之執行期間為2020年至2023年，持續發展氣象科技並全面強化氣象便民服務與資訊建設、推升氣象專業與跨域合作服務，以及拓展氣象安全預警服務，並運用新興資訊科技強化資訊處理和服務平臺，全力推動氣象資訊之智慧應用服務，以為未來氣候變遷可能發生的災害預作準備，具體成果包含：

1. 結合國際發展趨勢，開發先進氣象前瞻測報技術及精進無縫隙氣象預報技術，強化氣候監測與預警能力。
2. 落實過去相關監測與預報技術發展成果至實際作業，並發展無人機自動觀測作業，進行探空觀測及氣體採樣分析，提供環境監測數據與協助空氣污染等相關議題之研究。
3. 建立氣象預警整合平臺，利用新傳輸技術迅速傳輸警特報資訊，加強氣象資料於防救災作業之應用。
4. 整合數位科普教育及語音互動技術，提供友善及客製化之公眾氣象服務，提高對氣候變遷相關議題的專業認知及判斷能力。
5. 精進無縫隙氣象預報技術，全面提升模式的解析度，強化短期天氣到氣候的無縫隙統合預報模式系統的研發，提供穩定的氣象預報產品資訊。

(五) 精進氣象雷達與災防預警計畫

「精進氣象雷達與災防預警計畫」之執行期間為2019年至2025年，逐步提升對臺灣本島與周邊海域劇烈天氣監測及預報能力，並結合新式氣象雷達監測資料及先進數值天氣預報技術，提供更準確氣象預警報資訊，具體成果包含：

完成墾丁及花蓮氣象雷達儀更新為雙偏極化雷達；完成五分山氣象雷達系統第21版訊號處理器及產品軟體升級；結合雙偏極化雷達與雨滴譜儀資料，並在地化S及C波段雙偏極化雷達定量降水估計(QPE)技術，提升雷達降雨估計準確度；完成模式解析度提高至1公里且為30分鐘更新頻率之雷達資料同化系統建置；完成東亞地區雷達整合回波、雷達定量降雨估計0至1小時雷達定量降雨預報及雷達風場合成，並完成臺灣地區區域防災降雨雷達之每2分鐘1筆整合回波。

持續強化「臺灣極短期定量降水預報整合系統」，整合各類數值預報及雷達觀測等大數據資料，使用資料探勘技術，發展0至6小時內最佳的定量降雨預報產品，於2023年5月1日起定量降水預報發布未來48小時逐12小時及逐6小時定量降水預報，由原24小時延長為48小時。

為強化水域安全，中央氣象署針對暴雨導致溪水暴漲之高風險區域，辦理溪流天氣預報及「山區暴雨之溪水暴漲警示訊息」災防告警服務。2022年先於臺北市雙溪、新北市大豹溪與虎豹潭3處試辦。2023年擴大至10縣市、19個溪流區擴大試辦。統計2023年共計發布117次預警，其中有驗證資料共90場，7成比例伴隨溪水暴漲，逾6成比例具提前預警效能，預警時間平均達53分鐘。

（六）智慧海象環境災防服務計畫

「智慧海象環境災防服務計畫」之執行期間為 2021 年至 2026 年，強化我國海域及沿岸監測網，提升預報技術與智慧海象服務，極大化政府海域能量，以實現環境永續發展的願景，截至 2023 年 12 月之具體成果包含：

完成臺灣沿岸 81 座自動氣象站設備之安裝、20 艘氣象合作觀測船舶之 AIS 架設、5 站桃園海岸雷達建置，可強化海氣象監測效能，提供各單位監測防災等應用使用。

完成 12 站異常光學影像監視站建置與更新、9 套縣市異常波浪機率預警子系統，擴大海象預警資訊服務，強化沿岸異常波浪預警效能。

完成氣象綠能公私部門「知識交流系統平台」建置，擴增「海象環境資訊網站」，包括漁場時空分布預報、港區之高解析潮流預報、智慧風浪航路決策資訊服務等，提供使用者更多元化應用與服務。

建置「臺灣海象災防環境資訊平台」，結合開放地圖 (OpenStreetMap) 與內政部國土地圖，且推廣至航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋局、水利署、觀光局、各國家公園管理處、海洋委員會海洋保育署、中油公司等災防機關，供各機關災防預警、航行安全、海域災害防救效率提升、海洋污染防治應用，持續擴充臺灣海象災防環境資訊平臺並上線服務，建置海運區域波候、潮流預報、沿海遊憩風險、漁場預報、海岸潮線預報、及異常海水溫預警等災防作業技術與服務產品。

參考文獻

1. 交通部中央氣象署，「中央氣象署 111 年觀測年報」，2023 年：https://www.cwa.gov.tw/Data/service/notice/download/Publish_20230922095829.pdf。
2. 國家科學及技術委員會，「中華民國科學技術白皮書（民國 112 年至 115 年）」，2023 年：<https://www.nstc.gov.tw/folksonomy/detail/8540023f-5bdf-47af-a124-931e94be189e?l=ch>。
3. 國家科學及技術委員會，「科技發展策略藍圖（民國 108 年至 111 年）」，2019 年：<https://www.most.gov.tw/most/attachments/fe809e3c-a2d3-44e8-b8ed-11e0d77ccc82>。
4. 國家科學及技術委員會，「科學城公共建設計畫－國家科學及技術委員會」，2020 年：<https://www.ey.gov.tw/File/306C8F4C3749F288>。
5. 國家科學及技術委員會，「國家科學及技術委員會 2022 年年報」，2023 年：<https://www.nstc.gov.tw/folksonomy/detail/fc633b5e-be88-4820-8143-8cb89d734ee?l=ch>。
6. 國家科學及技術委員會全球資訊網：<https://www.most.gov.tw/>。
7. 淨零科技方案（第一期 2023-2026），2023 年：<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/197479c6-092c-4e5f-a681-8938485853de>。
8. 第二期能源國家型科技計畫：<http://www.nepii.tw/language/zh/about/vision/>。
9. 臺灣科學資料處理中心，福三 & 福七任務簡述：<https://tacc.cwb.gov.tw/v2/index.html>。
10. 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台：https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ipcc_ar6.aspx。
11. 國家科學及技術委員會，「碳捕捉利用及封存」關鍵戰略 112 年度執行成果報告，2024。
12. 國家科學及技術委員會，112 年度 CCUS 關鍵戰略執行成果與亮點摘要報告，2024。