

「精進氣象雷達與災防預警計畫」

108年至113年

選擇方案及替代方案之成本效益分析報告

交通部中央氣象局

「精進氣象雷達與災防預警計畫」108至113年度

一、計畫緣起

臺灣山嶽高聳，河川急促，每遇豪雨，即常引發洪水、土石流、坍方等災害，為即時監測災害性天氣之發生，適時發布預警，中央氣象局(以下簡稱本局)於民國(以下同)91年完成「建立臺灣地區都卜勒氣象雷達觀測網」計畫，於花蓮、墾丁及七股建置 S 波段都卜勒氣象雷達，與北部五分山氣象雷達共計完成4部觀測距離460公里之氣象雷達網。由於雷達的作業壽命平均約15至20年，現役花蓮、墾丁、五分山氣象雷達自運轉至今已屆使用年限，亟需更新及強化；同時現有氣象雷達網對金門、馬祖和臺灣海峽監測十分不足，因此增設移動式車載氣象雷達與進行金門、馬祖建置氣象雷達站之前置作業，以補強雷達觀測死角實刻不容緩。爰氣象局執行6年期(108至113年)「精進氣象雷達與災防預警」計畫(以下簡稱本計畫)，期能結合新式氣象雷達監測資料與先進的數值天氣預報技術，提供更準確之氣象預警資訊予災害防救決策、執行單位等下游資料需求者應用，以提升氣象雷達在災害性天氣監測及災防預警之效能。

二、計畫內容

本計畫包含9個分支計畫，說明如下：

(一)墾丁及花蓮氣象雷達更新

主要工作包含規劃微波通信系統及場站監控系統、雷達站房修繕及雷達塔強化、辦理雷達儀規格審標、技術協調及驗收技術服務案、雷達儀及備用零組件採購安裝、電波測試、申請頻率指配、採購維修儀表等。

(二)金門及馬祖氣象雷達建置前置作業

主要工作包含土地評估及現場勘查、辦理雷達站先期規劃技術服務案、辦理說明會、執行環境影響評估等。

(三)移動式車載氣象雷達建置

主要工作包含車載氣象雷達場站選址及規劃整地、辦理雷達儀規格審標、技術協調及驗收技術服務案、雷達儀及備用零組件採購安裝、電波測試、申請頻率指配、採購維修儀表等。

(四)五分山氣象雷達系統強化

主要工作包含雷達軟硬體更新強化(更新項目包括訊號處理器、發射機、天線軸承及相關設備保護措施)、維修教育訓練等。

(五)雷達資料處理分析技術強化

主要工作包含配合臺灣雙偏極化雷達網布建時程，發展適用於各個新式雙偏極化雷達之資料品質管(QC)、產品開發及多雷達整合技術，作業化產出更高時空解析度（防災降雨雷達涵蓋範圍內提供250公尺解析度且每2分鐘更新1次）之即時降雨資訊，及結合現有與新建雷達資料之整合性應用產品。亦將進行技術在地化及落實系統本土化運作，持續改進雷達風場、雷達定量降雨估計及定量降雨即時預報等技術。另將發展多雷達資料與產品整合技術，並導入S波段及C波段雷達網觀測資料，產製整合性之監測與預警產品，提供防救災單位進行決策時參考。

(六)雷達整合與偏極化觀測之資料應用技術與系統發展

主要工作包含配合本案花蓮、墾丁雷達之升級時程及新增建移動式雷達觀測網之建置，針對全島之S/C波段雙偏極化雷達觀測，研擬最佳的資料整合及同化應用策略，將資料同化系統之模式解析度提升到1至1.5公里，資料同化更新週期提升至30分鐘，每日更新預報達48次，以提供更精緻化，更有效率的預警資訊。同時積極發展同化雙偏極化雷達觀測變數的先進技術，包括系集資料同化技術和混合式三維變分—系集資料同化技術，以掌握更精確的大氣雨水、雪、冰雹分布，此一環節對於提升定量降水預報技術將扮演關鍵角色。另為強化對災變天氣預報不確定性之掌握，發展應用雙偏極化雷達觀測改善對流尺度的系集預報系統，提供未來可能的預報不確定性和風險管理資訊。

(七)發展雷達資料大數據技術暨預警決策輔助系統

主要工作包含匯聚即時雷達觀測資料和系集預報系統之大數據，導入先進的機器學習、人工智慧、影像辨識或統計分析等資料探勘技術，建置「臺灣極短期定量降水預報整合系統（Integration on Taiwan Extended Ensemble Nowcasting, iTEEN）」，並依據統計或即時校驗結果，發展「雷達外延」、「雷達資料同化」與「雷達資料探勘」等異質資料之擬合技術及誤差訂正方法，發展0至6小時內最佳的定量降雨預報產品及策略。另對於SCAN系統(System for Convection Analysis and Nowcasting)推算的對流監測參數進行特殊劇烈天氣個案的適用性分析和在地化調整工作，以因應新一代雙偏極化雷達網，建立巨量資料庫，蒐集完整的雷達等氣象資料；以此為基礎，發展出最適合臺灣在地化的劇烈天氣參數的門檻標準，進而建置整合性雷達預警輔助系統，以縮短特報或即時訊息發布時效，可由現行的約40分鐘縮短至約24分鐘，時間效率提高約40%。並設計雷達教育訓練

教材，培育雷達專才，以提升雷達資料應用效益。

(八)雷達資料中心強化

主要工作包含建立並發展雷達資料解碼程式自動化模組，同時藉由雷達資料品質管技術去除地形、異常傳播等非天氣回波，以進行各國雷達資料的整合，使雷達觀測範圍從臺灣區域擴展至東亞區域，再透過此中心網路平臺即時顯示東亞地區最新雷達資料，提供最即時的東亞地區天氣狀況。此外，針對已經通過品質控制之各國各雷達資料，取得最低可用仰角回波後，進一步發展降水估計技術，以提供各國整合和東亞整合之瞬時降雨率以及不同小時之累積降雨量。並利用雷達徑向風場資料進行雙都卜勒雷達合成風場模組之建置，提供數值模式或預報作業所需之三維風場資訊，再透過各雷達合成風場之整合，可提供大範圍的風場分析資料，有助於改善臺灣本島及鄰近海域風場觀測資料不足的問題。

(九)穩定區域防災降雨雷達資料服務環境及科普推廣應用

主要工作為維持區域防災降雨雷達穩定的雷達資料服務環境：包含持續辦理人員操控維護訓練、備品採購、進行雷達定期調校保養、雷達故障緊急維修及備份零組件採購等。另規劃建置行動化科普設施、氣象雷達科普資訊服務系統，針對不同對象、難易程度及區域特色(如南北差異、山區特色等)等，建立客製化課程或活動範本，運用行動科普設施實際進入偏鄉辦理行動推廣活動，以提升偏鄉與弱勢族群具備雷達及防災減災相關知識的能力，並結合氣象科普與環境教育推廣，規劃辦理氣象亮點活動，幫助民眾有效了解氣象防災與環境永續相關知能。

三、執行單位：交通部中央氣象局

四、執行期程：108年至113年

五、經費需求：新臺幣17億2,886.5萬元

六、替選方案之分析及評估：

本計畫規劃更新本局氣象雷達網為雙偏極化氣象雷達網、五分山氣象雷達系統強化、建置移動式車載氣象雷達，並且維持5個防災降雨雷達穩定的雷達資料服務環境。其中墾丁、花蓮及五分山氣象雷達儀自作業迄今已超過15年，老舊雷達儀隨時有故障之可能，如果計畫不能執行，勢必影響對臺灣氣候環境的監測能力，降低本局對災害性天氣的監測與預報作業能力。相關工作項目，包

括採購全新 S 波段(10cm 波長)雙偏極化雷達儀(含備份零件)、移動式車載氣象雷達(含備份零件)、每年雷達維護及運轉作業所需之水電、通訊、維修等費用均為必要支出，確實為確保觀測資料的品質並延長氣象雷達之使用年限，促使防救災工作更能有效執行，無替選方案。而因應未來新增建雷達及硬體設備之升級，亦需要搭配國際間先進的雷達資料處理分析及產品產製系統，以產生與時俱進且精確度更高之雷達資料及產品，才能達到雷達資料之最佳化使用，供本局天氣監測與預報及防救災作業應用。因此基於提升災防應變能力之迫切需求，亦無替代方案。

氣象雷達對大氣三維全域觀測覆蓋率是發揮雷達資料於災防監測與預警(報)上的重要環節，本計畫升級本島雙偏極化雷達及增設移動式車載雷達，完整了雷達監測，並將資料網格密度由現行的1~2公里解析度精確至1公里以下，高時空解析的雷達觀測資料，強化各種天氣系統(尤其是發展快速的強降雨系統)變化的即時監測與預警，實為增強國家因應氣候變遷韌性及應變力的有效投資，無替代方案。

對於雷達資料同化系統、數值模式與雷達觀測的擬合技術、以及雷達預警輔助系統的規劃方面，主要是透由國內委外或是國際合作方式，再充分運用本局現有人力，發展先進的偏極化雷達觀測之資料同化技術和加值應用系統，同時也針對模式和雷達升級後的資料開發應用於即時預報和預警發布作業流程的技術能力(包括雨量偏差校正、風暴尺度的雨量後處理方法、最佳不同階段的雨量預報擬合策略、對流風暴系統本土化的追蹤與推估技術等)，並建置能輔助預報決策的整合性應用平臺。上述不論是雷達相關技術的開發和系統的操作介面，皆是以能改善預報效能和符合作業需求為發展目標，由於需與本局發布警特報的作業機制和預報決策的標準流程密切關聯，故無最適的替選方案。本局為目前國內主要氣象觀測及預報作業單位，平日發布各類生活化、災防化的氣象產品，惟為使民眾生活能與氣象預報結合，本局在科普知識的傳達與推廣上也不遺餘力，持續不斷地辦理各項科普講座，提供民眾氣象生活及天然災害之科普知識，無形中增加了人民對於氣候變遷衝擊的因應能力。資訊服務系統的建置，在現今行動載具便利的時代，更有其傳播的效益，因此本計畫之施行將延續本局生活有氣象之防災減災教育功能，有如為國家之環境教育添翼，災防知識愈普及，民眾對於災害的因應能力也會相對提升。因其具有公眾服務性質，基於公眾利益及公信力的考量，故無其他替選方案。

七、財源籌措及資金運用情形：

本計畫規劃執行期間為108年至113年共計6年，所需經費共計約17億2,886.5萬元，本計畫係為建設氣象災防設施基礎、強化雷達性能以提升降雨監測性能，所產製的資訊主要提供政府及社會做為防災減災之用，在積極面更可創造跨域資訊整合、應用、加值的經濟效益，所產出的災害減損效益，亦歸全民所有。

本計畫土地取得或為現有地，或以政府用地撥用，所需經費僅包括設計作業費及場地建置費用，無土地取得費、無拆遷補償費、無建設期間利息成本，無土地開發增值效益，不同於一般直接有廣大民間消費群營利模式的硬體公共建設，亦非為一後端的資訊增值應用，具有自償性的公共建設計畫。整體計畫的執行不以營利為目的，並不適以自償的方式向相關政府機關收取使用費，僅能透過政府的作為以間接的方式顯現其效益，因此本計畫雖具間接促進社會安定及社會經濟繁榮發展的經濟效益，但所有經濟效益所得並不呈現在本計畫以及後續營運計畫，所以本計畫不具財務效益(自償率為0，內部報酬率為0，獲利率指數為0，無回收年限，無分年償債比率)，相關計畫所需經費，必須仰賴政府編列支援，因此在財務規劃上完全以政府公務預算為來源。

未來計畫期滿後，防災降雨雷達預估可以繼續營運10年，新建之移動式車載氣象雷達預估可以繼續運作15年，為避免儀器效能降低之情事發生，每年仍需要維運費用以維持本計畫建置雷達系統的正常運作，而目前本局預算額度內實在無法納編，屆時該項營運費用規劃，本局將於後續其他計畫內爭取預算額度賡續推動支應。