

支援與強化災害應變情資研判作業

Support and Enhance the Information Assessment During the Disaster Emergency Response Operations

國家災害防救科技中心 氣象組

Meteorology Division , National Science and Technology Center for Disaster Reduction

摘要

因應氣候變遷下的災害風險升高，本專案以支援與強化中央災害應變中心之情資研判作業為核心，透過應變支援、系統開發、問卷調查，強化災害應變情資研判作業。整合災防科技與視覺化展示技術，提升災害應變效率與資訊透明度。研究成果包括鐵道崩塌風險預警、淹水風險評估、全球暴潮與海嘯展示模組、空氣污染模擬系統、自動化應變簡報系統等，支援 0403 花蓮地震及多起颱風事件應變，有效縮短決策時間與提高預警精準度。計畫並進行滿意度調查，結果顯示使用者對災防科技中心所提供資訊之滿意度極高。未來將持續強化預警技術落實與系統優化，推動智慧防災轉型，實現減災與強化社會韌性的目標。

關鍵字：災害應變、情資研判、預警系統、數位孿生

ABSTRACT

In response to the increasing disaster risks brought by climate change, the core objective of this project is to support and enhance the information assessment of the Central Emergency Operation Center (CEOC). Through emergency response support, system development, and user surveys, it aims to enhance the effectiveness of disaster information assessment. By integrating disaster prevention technologies with visualization techniques, the project improves both response efficiency and information transparency. Key outcomes include the development of platform for railway collapse risk warnings, flood risk assessments, global storm surge and tsunami visualization modules, air pollution simulation systems, and an automated emergency briefing system. These tools have been applied in response to the April 3 Hualien earthquake and multiple typhoon events, significantly reducing decision-making time and improving the accuracy of early warnings. A user satisfaction survey revealed

extremely high approval of the information services provided. Moving forward, the project will continue to refine early warning technologies and optimize systems, promoting the transition to intelligent disaster prevention and enhancing societal resilience and disaster risk reduction..

Key Words: disaster response, information analysis, early warning systems, digital twin

一、前言 / 概述

在氣候變遷導致災害風險日益升高的情勢下，如何有效管理與應用災害資訊，成為提升應變效率、降低災損風險的關鍵課題。尤其在颱風、洪水、旱災等多重災害交織影響下，即時、準確的情資研判對災害管理而言具有決定性的重要性。為強化政府應變能力，本計畫配合中央災害應變中心之整備與開設運作，整合人力支援與科技研發成果，致力於提升災害期間的情資支援效能。計畫同時呼應聯合國「仙台減災綱領」所強調之資訊可及性推動方向，積極導入視覺化與實境展示技術，降低資訊理解門檻，藉此建構更具效能與韌性的災害應變系統，守護人民生命財產安全。

二、專案研究方法 / 專案重要性

本專案之研究方法係先針對中央災害應變中心情資研判作業需求進行整體規劃與系統性評估。透過問卷調查災害應變人員與相關決策者等方法，確實掌握各層級應變單位對情資運用之實際需求，作為技術開發的根據。其次，透過運用既有的預警技術與情資系統工具，並針對不同應變階段特性，包含啟動、整備、應變及復原，開發資料自動整理工具與情資整合產品，以即時提供所需情資與支援決策研判。另依據地方防災之需求，融合地區潛勢、歷史災害特性，以及預測數據，建構災害衝擊分析與預警技術，提升資訊的精確度與操作實用性。此外，配合行政院數位轉型政策導向，本專案推動超感空間預警模組開發，透過大數據、多媒體、數位孿生及實境技術等，以更具真實感的視覺效果呈現災害預警資訊，

可望使災防資訊更具臨場感與說服力，大幅提高傳播效率與民眾理解程度。經由以上方法，本專案對災害應變提供重要支援，提升各級政府部門防災決策與整體防救災效能。

三、 專案亮點成果

本專案的主要亮點成果包括支援災害應變情資研判作業、針對災害應變需求開發預警與情資研判工具、超感空間預警展示模組開發。以下將介紹各項成果。

1. 支援災害應變情資研判作業

以下介紹 2024 年的整備與訓練、應變支援情形、新增的資訊服務與應變工具，以及應變後調查滿意度與使用者回饋等成果。

(1) 應變整備與訓練

為提升應變人員效能與跨組合作能力，於汛期前完成各項新模組教育訓練及模擬演練，並配合任務調整人力配置與跨組見習，強化設備與資訊環境。在 5 月初啟動汛期天氣守視與應變演練。為增進情資應用與整合經驗交流，在 4 月辦理中央災害應變中心情資研判研習會，現場與線上超過千人參與。

(2) 應變支援成果

全年共支援 0403 花蓮地震、0423 地震及豪雨應變會議、凱米颱風、山陀兒颱風、康芮颱風及天兔颱風應變。總計支援時數達 533.5 小時，746 人次，工作會報 69 次，情資研判會議 69 次。並於 3~6 月，支援「113 年度旱災經濟部水利署災害緊急應變小組」。在 0403 花蓮地震發生時，災防科技中心馬上進駐中央災害應變中心(圖 1)，綜整提供各項數據、圖資與災情資料，顯示具備穩定且即時之支援能量。



圖 1、支援花蓮地震第一次工作會暨情資研判會議

(3) 落實災害預警成果強化應變效能

為落實災害預警成果並強化應變效能，天氣與氣候監測網持續優化資訊服務與應變工具。2024 年因 0403 地震造成東部地區地質脆弱，特別整合「落雨小幫手」與視覺化展示系統，建構鐵道風險預警系統，於颱風應變中提供精確即時的監測資訊，提升鐵道防災能力。

面對大量多樣的防災情資，亦透過觀測、預報與災害警戒三大分類，重新整合預警資料，並優化災害主題網頁，提供重點訊息摘要與快捷切換功能，讓使用者能快速掌握情資、減少網路負擔，並便於深入分析。

此外，回顧 2023 年應變作業經驗，發現簡報製作流程繁瑣且易產生錯誤，因此在 2024 年度建構「應變簡報製作自動化系統」，概念如圖 2，自動整合氣象、坡地、淹水與海象等預警資訊，製作應變簡報。該系統已於凱米與山陀兒颱風期間測試，可大幅減少製作時間，並降低錯誤率，有效提升整體應變作業效率。



圖 2、應變簡報自動化系統概念

(4) 滿意度調查

以凱米、山陀兒、康芮與天兔四場颱風事件，針對防災人員進行滿意度問卷調查，共回收 211 份有效問卷，整體滿意度高達 99%，顯示災防科技中心所提供資訊的可靠性與可用性已獲高度肯定。為進一步瞭解使用行為，亦針對使用習慣與需求進行調查，主要結果如圖 3。其中調查情資網站與 APP 的使用原因，結果顯示資訊多樣豐富(85.6%)與圖表清晰易懂(76.7%)是防災人員最重視的因素。未來在開發災防資訊產品與服務時，將持續強化資訊的多元性與視覺呈現的易讀性，以提升使用效益。



圖 3、113 年度支援應變情資研判滿意度調查

2. 針對災害應變需求開發預警與情資研判工具

本專案整合監測、預報、歷史統計等資料，應用創新技術進一步開發多項災害應變產品，提升災害應變決策效率，分述如下：

(1) 災害預警風險評估研究

透過風險矩陣分析各項可能影響因子，結合模式機率預報與災害衝擊程度，可簡化預警資訊以提供精準且易懂的災害預警風險評估，流程如圖 4。分析歷史淹水事件數據，並採用水利署淹水警戒值為災害衝擊門檻，結合系集預報的雨量資訊，計算極端事件的概率，並整合於風險矩陣中，建立鄉鎮區的預警燈號。以高雄市作為示範區域，凱米颱風期間，三民區受暴潮、天文大潮及強降雨影響，多處地區淹水深度達 140 公分，本研究預警燈號與實際淹水時間相符。綜合評估，可提前約 10 小時有效掌握淹水警戒訊息。未來將進一步加強對於極端降雨事件預警訊號的預測。

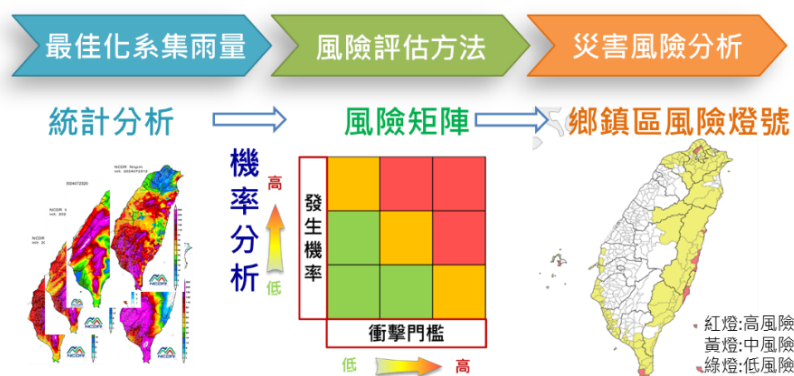


圖 4、災害風險評估方法流程圖

(2) 整合多元資訊開發鐵道崩塌風險預警視覺化產品

因應颱風期間強降雨可能引發的鐵道邊坡災害，特別是地質脆弱的臺灣東部易受災路段，開發鐵道崩塌風險預警視覺化展示。此平臺整合多元災防情資，包括坡地地質、土石流即時預警、強降雨預報(落雨小幫手)、鐵道與隧道位置等資訊，並搭配即時氣象實境視覺化技術，於應變期間即時提供清晰易懂的示警網頁(如圖 5)，強化災害期間鐵道應變與風險管理。

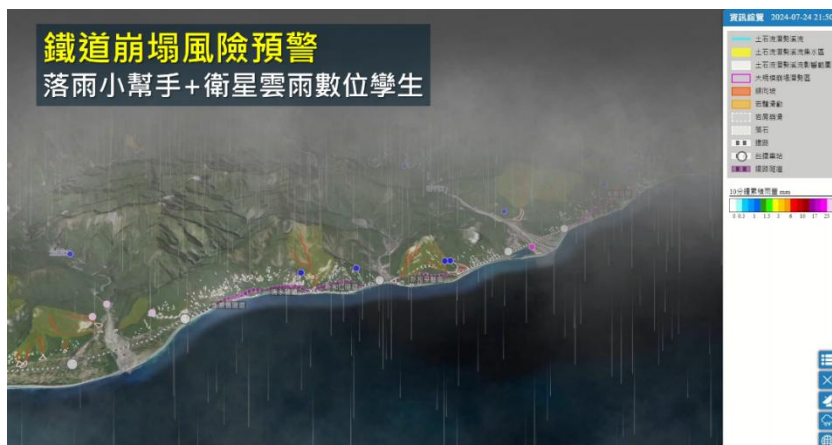


圖 5、鐵道崩塌風險與雲雨實境視覺化整合防災預警產品

(3) 颱風應變暴潮影響三維展示產品開發

當颱風接近臺灣時，強風常引發暴潮衝擊海岸，對沿海地區構成威脅。為強化應變判斷能力，整合氣象模式的海面風預報，研發海浪與暴潮模式，並結合三維圖臺與預報圖資，開發暴潮影響三維視覺化展示產品(圖 6)。此展示網頁可即時提供海岸預警資訊，支援颱風應變期間的判斷作業，並已於山陀兒颱風應變期間應用在製作研判圖資。

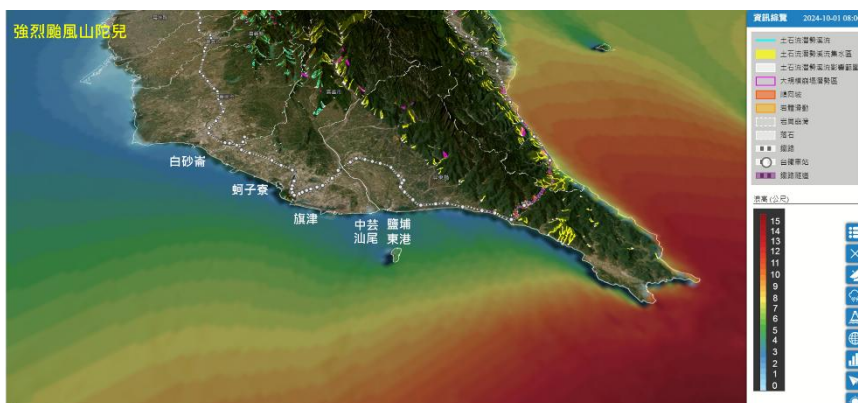


圖 6、海浪預報模式應變展示產品

(4) 歷史農業災損與颱風路徑關聯性查詢

為強化颱風應變期間的農業損害研判，彙整 2012 年至 2022 年間農業部統計年報中 87 種受災作物資料，並整合颱風路徑與各縣市農業災損統計，開發「歷史農業災損與颱風路徑關聯性查詢」網

頁(圖 7)。可查詢 10 種颱風路徑分類下的歷史颱風事件，並提供各縣市在事件中的農業災損統計、受災作物類型及當時全臺雨量分布，有助於快速評估相似路徑颱風可能造成的農業衝擊。

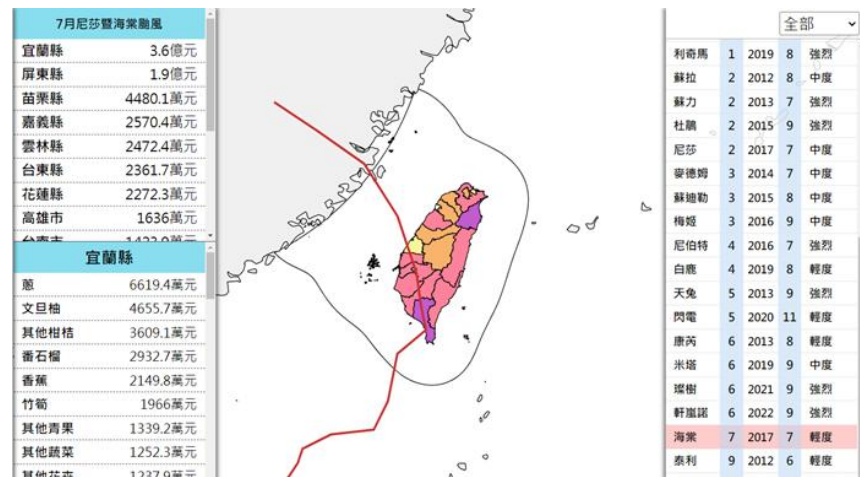


圖 7、農業災損歷史颱風路徑相關事件查詢

(5) 歷史電力中斷戶數與颱風路徑關聯性查詢

本研究彙整臺灣電力公司自 2010 年至 2023 年間共 53 場颱風所造成的電力中斷資料，建置歷史電力中斷戶數與颱風路徑關聯性查詢網頁(圖 8)。系統整合颱風路徑分類與強度資訊，使用者選定相似颱風案例後，即可查看各縣市及鄉鎮市區的停電戶數分布，並搭配累積雨量資料分析。有助於災前預警階段，快速比對歷史相似颱風，掌握潛在停電區，提早規劃應變與復電作業。

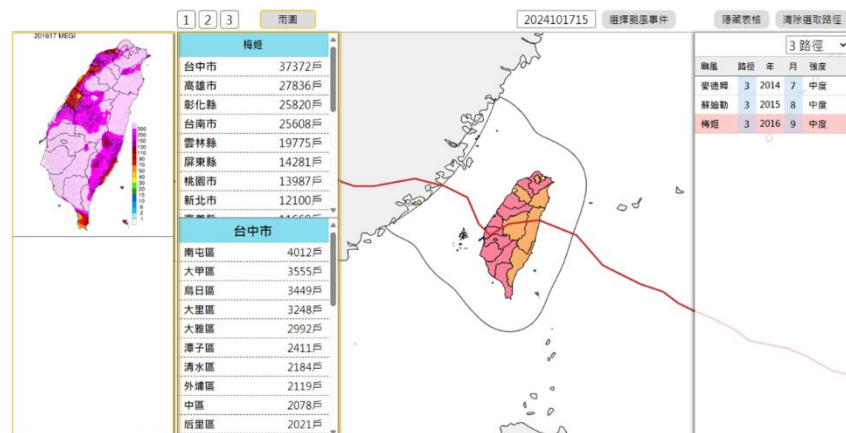


圖 8、歷史颱風事件電力中斷戶數查詢

(6) 網頁元件微服務技術

為提升地方政府與學研單位使用效率，持續導入網頁元件微服務 (Web API) 技術，累計至 2024 年已完成 120 個元件，並新增快速索引網頁(圖 9)，協助各單位與防災產品開發者更便捷地查詢、介接與應用各項情資。

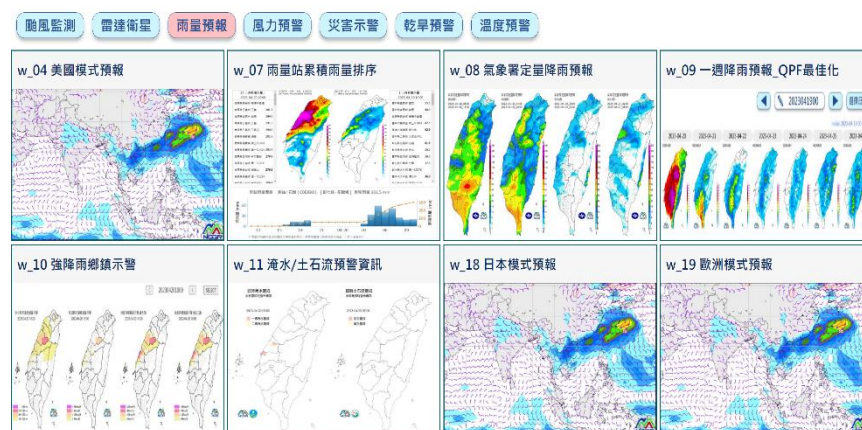


圖 9、網頁元件開放服務查詢介面

3. 超感空間預警展示模組開發

視覺化的展示能提高理解與感受能力，本專案採用多種新的視覺化技術，以數位孿生的概念，開發三維預警展示平臺，分述如下：

(1) 運用多媒體與實境技術開發預警資訊展示功能

本研究運用多媒體與實境技術，建構多重尺度的防災數位孿生展示，透過跨領域整合(圖 10)，將監測、預警資訊與視覺化技術結合，開發具臨場感的展示功能。技術包含衛星遙測反演雲資訊、AI 機器學習夜間雲況預測、三維體積雲渲染與雲雨實境展示模組等。針對夜間缺乏可見光的問題，採用 AI 機器學習技術，融合氣象雷達、地面觀測與地形等資料進行夜間雲屬推估。

展示平臺以網頁瀏覽器為介面，整合衛星、雷達、閃電與公共物聯網資料，並呈現淹水與坡地災害預警，打造沉浸式視覺體驗，

提升資訊傳遞效率。目前已完成夜間雲類判識、三維視覺模組引進，並測試實境展示效果，為防災數位孿生展示應用奠定基礎。

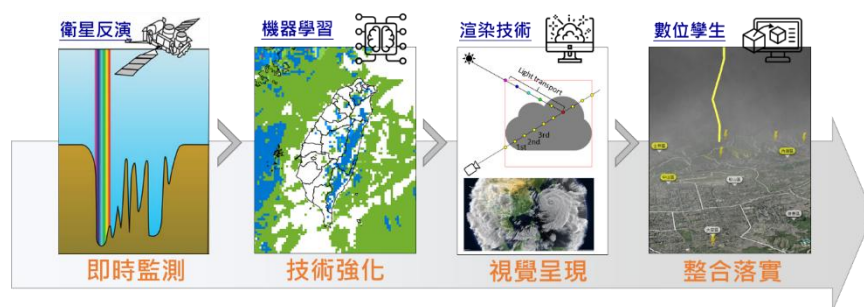


圖 10、跨領域視覺化實境整合展示技術

(2) 空污擴散模式線上模擬與視覺化展示開發

火災或有害物質洩漏這類的突發性空氣污染事件，可能瞬間將高濃度污染物釋放至大氣中，對周遭地區空氣品質與居民健康造成威脅。為快速掌握污染擴散範圍和影響程度，本研究使用 HYSPLIT 大氣擴散模式，進一步整合氣象模式、大氣擴散模式，以及網頁前端介面設計，建置污染物軌跡與濃度的線上模擬與即時視覺化展示系統。以 2024 年 2 月 20 日新北市深坑電信設備工廠火災為案例，顯示可掌握擴散範圍和影響(圖 11)。有助於防救災人員及決策者即時獲取資訊，迅速制定應變策略，提升空污災害應變效率。

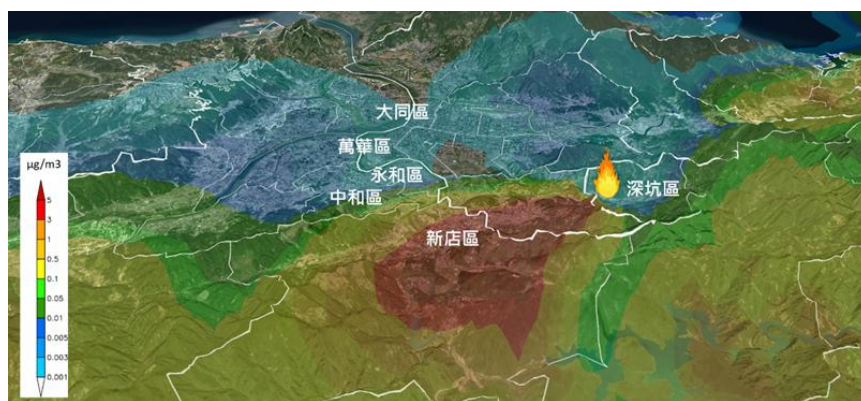


圖 11、 HYSPLIT 模式，模擬 2024 年 2 月 20 日火災空污影響

(3) 全球海面風監測與海嘯模式模擬展示開發

臺灣四面環海，易受颱風暴潮與地震海嘯等海岸災害威脅。為提升災害預警效能，災防科技中心整合衛星遙測技術與模式模擬，開發視覺化監測與展示系統。應用衛星反演的全球海面風場資訊，快速掌握海洋強風區域分布，強化暴潮監控能力。同時亦將海嘯模式的模擬進行後處理，結合臺灣海岸線與模式網格資訊，視覺化展示地震事件下臺灣沿岸可能遭受的最大海嘯波高。整合後建立全球尺度的展示平臺(圖 12)，支援海岸災防決策與應變。

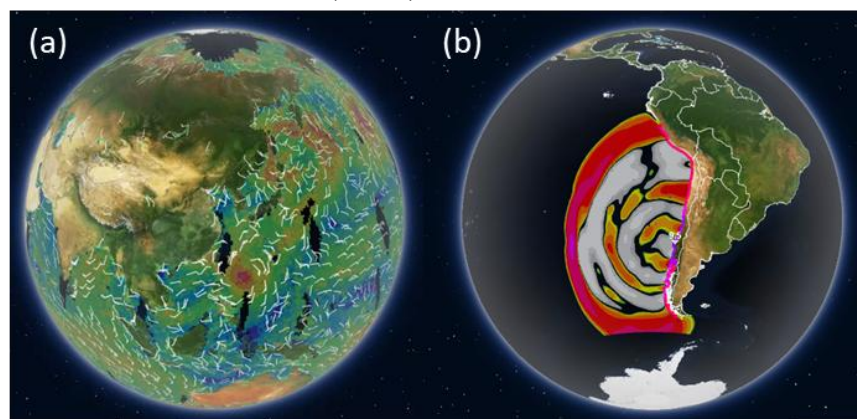


圖 12、(a)衛星反演海面風展示；(b)海嘯模式模擬結果展示

四、 結論與建議 / 未來執行與規劃

本計畫以「支援與強化災害應變情資研判作業」為核心，透過科技創新與實務應用的結合，有效提升災害應變決策的效率與資訊可及性。成果顯示，整合大數據分析、自動化簡報系統與預警模型，能大幅縮短應變時間、降低人為錯誤，並提高情資透明度與準確性。

在未來執行上，將規劃三大方向：

第一部分為「支援中央災害應變中心情資研判作業」，將持續並強化現有支援能量。除了定期教育訓練與模擬演練，強化人員實務應變能力。並運用相關技術與工具提供即時準確的決策情資早期預警，在緊急狀況下能快速反應，滿足應變之需求。

第二部分為「情資研判作業檢討與策進」。透過情資研判作業的全面性回顧、滿意度調查及實務經驗彙整，深入掌握流程中潛在問題與使用需求，據以提出具體改善建議，或開發新型輔助工具以強化作業效率，強化災害應變作業的效能。

第三部分為「依災害應變需求進行預警技術之調整、強化與落實」。聯合國減災辦公室在回顧「仙台減災綱領」的近期成果中，強調普及早期預警系統能提高防救災資訊傳遞的準確性與及時性，確保高災害潛勢區民眾及時行動。未來將持續導入新技術，調整並優化防災應變預警系統，提升資訊傳播力。

總結而言，本研究不僅展現科技在提升災害應變效率方面的實用性與價值，更奠定了未來智慧防災政策的重要基礎。未來將應用智慧化與視覺化的新技術持續優化、開發災害資訊系統功能與服務，更貼近應變實務需求，協助政府與社會大眾在面對災害風險時，能做出更快速、更周全的因應與決策，最終實現減災、避災與強化災後復原的目標。

五、 參考文獻

王安翔、李宗融、吳佳純、陳淡容、黃紹欽、于宜強、朱容練、林欣弘、王璿瑋（2025）。2024 年支援災害應變作業紀錄與檢討（NCDR 113-A15）。