

## 全災害兵棋臺應用推廣

蘇文瑞、黃俊宏、楊鈞宏、陳毓樺、張子瑩

國家災害防救科技中心 災防資訊組

---

---

### 摘要

各級政府單位每年皆會依據災害防救法、全民防衛動員準備法提出災害防救演習綱要計畫，並進行災害防救演練。國家災害防救科技中心（簡稱災防科技中心）針對各級政府單位災害防救演練需求，以全災害管理思維出發，結合時間與空間維度，導入數位孿生（Digital Twin）概念及三維地理資訊技術，開發具複合式災害情境、具時間序列的災害處置分析之四維度災害防救演練系統——全災害兵棋臺。截至 2023 年已超過 30 個單位上線使用，希冀全災害兵棋臺能提昇各級政府單位之防災韌性及災害應變量能。

### 一、前言

災防科技中心作為災害防救技術幕僚單位，自 2010 年起針對災害應變作業，開發輔助應變指揮官之情資研判系統——災害情資網。面對各級政府單位每年辦理之災害防救演練之需求，於 2016 年著手開

發以淹水災害演練應用之淹水災害兵棋臺、2018 年擴充坡地災害模組、2019 年則再擴充地震災害模組。有鑑於災害防救演練作業朝向「半預警、無腳本及不壓縮演習時序」之複合式災害演練模式，災防科技中心於 2021 年以全災害管理為導向，導入數位孿生概念及三維地理資訊技術，開發具三維空間及時間序列之四維災害防救演練系統——全災害兵棋臺。

## 二、 全災害兵棋臺特色

災防科技中心為符合各級政府單位災害防救演練需求，全災害兵棋臺擁有多項創新服務(圖 1)：

- (一) 全災害管理模式：因應複合式災害情境，以全災害領域範疇，融合跨域多元資料，提供災害整合應用，強化災害演練成效。
- (二) 數位孿生概念：導入三維地理資訊技術，提供災害演練人員多元地圖視角，並加入可比擬真實世界的三維建物模型，提高災害情境之環境擬真度，以擬真不同災害演練情境。
- (三) 線上空間分析模組：全災害兵棋臺是線上即時演練平台，集合單機版地理資訊(GIS)軟體優點，不僅提供線上繪製工具，更可運用本系統開發之元件進行線上分析，取得模擬情境之防救災資源數據。

(四) 互動協作：災害應變是跨單位支援之互動型態，因此全災害兵棋臺依據災害演練互動機制，提供不同災害演練角色，且各參演單位可進行共同編輯及互動，達到情資共享、互助合作之目的。



圖 1、全災害兵棋臺系統特色

### 三、 全災害兵棋臺功能說明：

以下將針對全災害兵棋臺的主要五個主要的功能進行介紹。

#### (一) 複合式災害情境設計

為讓災害情境更符合臺灣面臨之災害類型，全災害兵棋臺導入 6 種災害類型，8 種應用情境模式(表 1)。為讓災害防救演練作業更具自由度，全災害兵棋臺額外提供 4 種自訂災害範圍方式：自選行政區界、自訂圓形災害範圍(環域分析)、以路徑距離自訂災害範圍(路網分析)、

上傳災害範圍檔案，讓使用者指定演練範圍或區域進行災害境況想定。

表 1、全災害兵棋臺支援災害模擬類型

災害類型	應用情境模式
地震	● 震度衝擊模擬
土石流	● 土石流潛勢溪流
淹水	● 淹水潛勢 ● 低窪地淹水模擬
颱風	● 歷史颱風 ● 氣候變遷
輻射災害	● 核災輻射塵劑量評估
化學災害	● 化學物質擴散模擬

(二) 防救災資料整合

災害防救演練除針對災害範圍想定外，災害的影響範圍若能與人口統計數量、保全對象、弱勢處所及防救災資源等，合併進行模擬推估，將可更貼近真實災害境況，當災害防救人員面對真實災害時，更能精確地部署及提出配套措施。全災害兵棋臺已彙整 11 個政府單位及公營事業資料(表 2)，共計 60 種災害損失影響與防救災資源評估圖資，並搭配前述 6 種災害類型、8 種應用情境模式進行模擬，可推估較符合災害境況之災害影響數據(圖 2)。

表 2、災損影響與防救災資源評估圖資

類型	資料	格式	資料來源
防災應變資源	避難收容處所	點	內政部消防署

類型	資料	格式	資料來源
	醫療院所 警察單位 消防單位 加油站 淨水廠 變電所 核災收容所 防空警報站		衛福部疾管署 內政部警政署 內政部消防署 台灣中國石油公司 台灣自來水公司 台灣電力公司 行政院核能安全委員會
潛勢保全對象	淹水保全戶數 土石流保全戶數	面	經濟部水利署 農業部農村水保署
災害弱勢處所	身障社福機構 老人社福機構		衛福部社會及家庭署
影響人口推估	4種時段影響人口	網格	災防科技中心
地震災害衝擊系統災損評估	4種建物毀損棟數 4種老舊建物毀損棟數 4種時段人口傷亡數 震後當天電力受損影響人口		災防科技中心



圖 2、串接災防科技中心地震災害衝擊系統災損評估數據

(三) 共同編輯協作

災害防救應變作業為跨單位相互支援之工作型態，因此全災害兵棋臺應能提供各參演單位進行資料共同編輯、操作功能，俾利貼近真實災害應變作業。基於此，全災害兵棋臺依據演練流程將演習參演人員分為 6 大類，包含：組織人員、控制人員、參演人員、評估人員、觀察人員、模擬人員(圖 3)，其中前 4 種角色為演習中必要角色，因此提供資料共同建置、編輯權限。

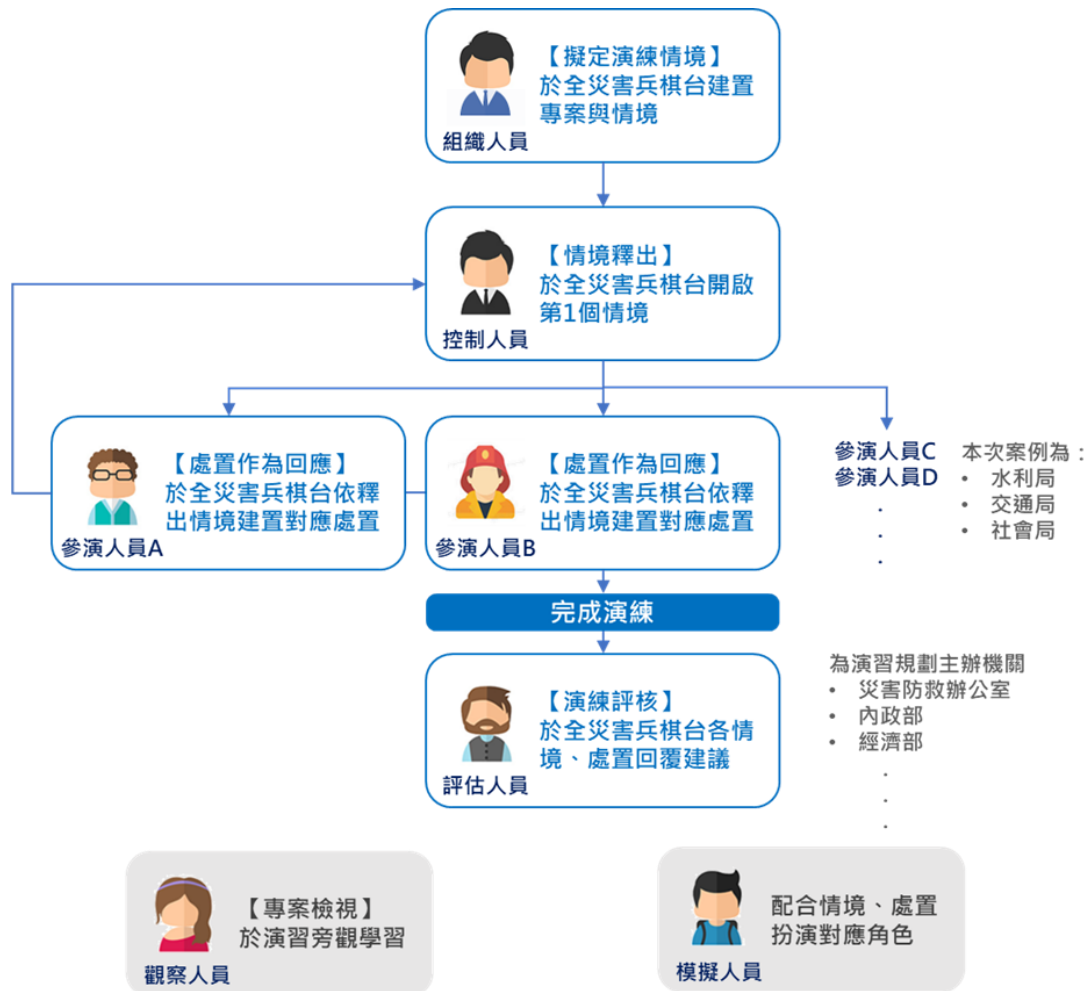


圖 3、災害防救演習作業之角色與任務

以臺中市政府颱風災害演練為例，發布淹水災害想定後，參演單位須依淹水情境提出應變處置作為，如：水利局回報抽水站數量及標定點位；交通局標示交通管制區域及規劃救援替代道路資訊；社會局統計避難人數及確認收容處所開設位置等，上述參演單位運用全災害兵棋臺共同編輯協作功能，分別進行線上通報。(圖 4)



圖 4、臺中市政府颱風災害演練

#### (四) 功能模組採元件化彈性設計

為讓全災害兵棋臺能完整呈現各式情境想定與處置作為，災防科技中心將各式災害演練分析模組及展示元素拆解成獨立元件，元件與元件間可進行組裝，由元件組成情境想定與處置作為，眾多情境想定與處置作為再組合成一個專案(圖 5)，以完整呈現災害防救演練腳本(圖 6)。未來若需擴充其他災害類型之分析模組元件時，也易與既有

功能串接。

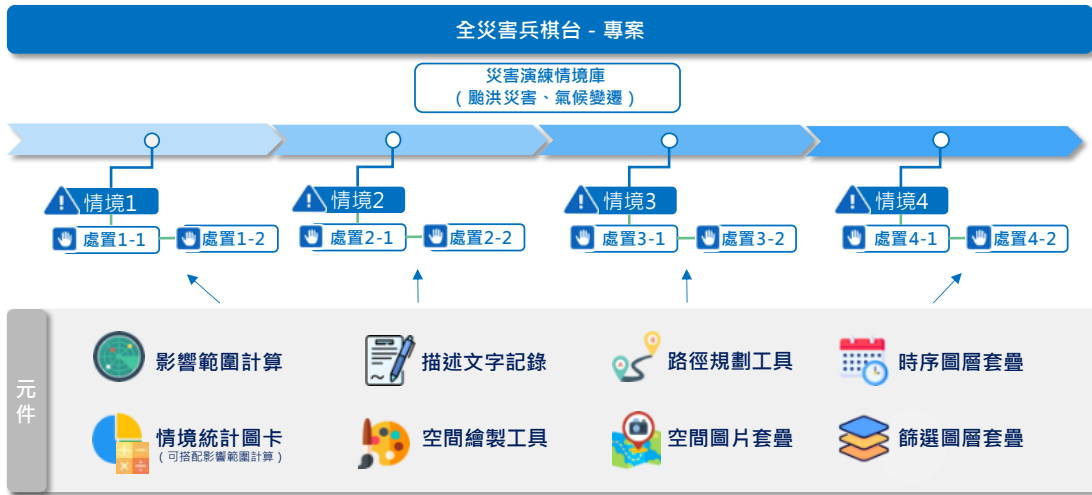


圖 5、情境與處置設定採元件模組彈性設計



圖 6、嘉義市政府災害防救演練腳本

### (五) 線上空間繪製工具

全災害兵棋臺提供線上空間繪製功能，參演單位可將防救災資源部署結果圖像化，更可搭配時間軸時序呈現各時間點演練部署狀況，



透過三維視覺化呈現(圖 7、8)，不僅更易掌握現地情勢，更可運用三維展示技術將災害演練處置作為與防救災機具部署結果完整呈現於全災害兵棋臺。

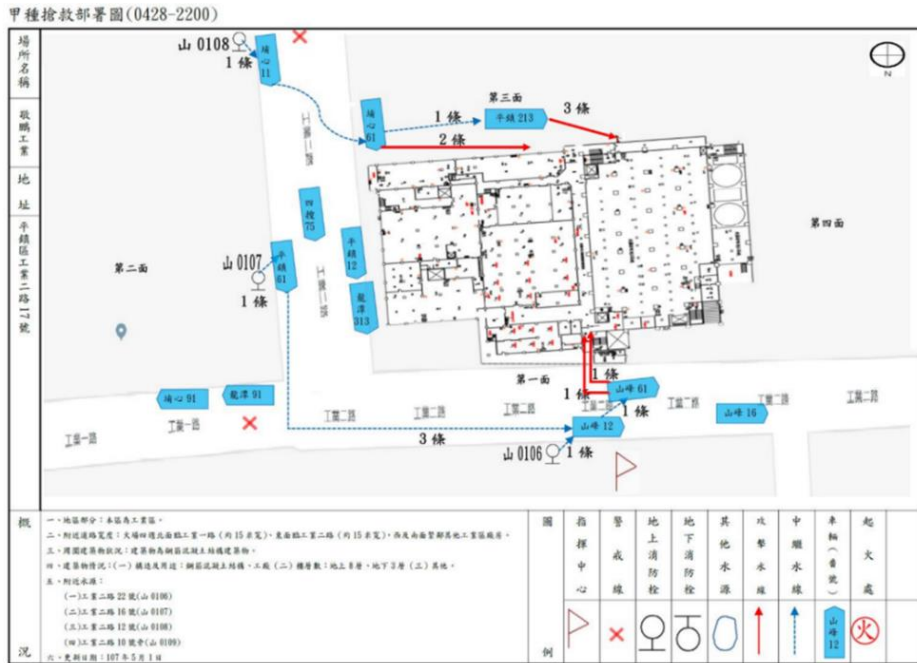


圖 7、火災搶救部署案例



圖 8、火災搶救部署案例線上繪製成果

## (六) 線上空間分析模組

全災害兵棋臺是複合式災害型態之線上災害防救演練系統，且綜整各防救災單位感測器數據、防救災資源數據與圖資，因此演練單位運用全災害兵棋臺提供之地理空間分析模組，以取得較具真實性之救災能量評估數據(圖 9)。並可進一步可探討演練區域之防災應變能量是否充足，是否符合建構韌性城市之各韌性要素、脆弱性，並進行策略擬定。

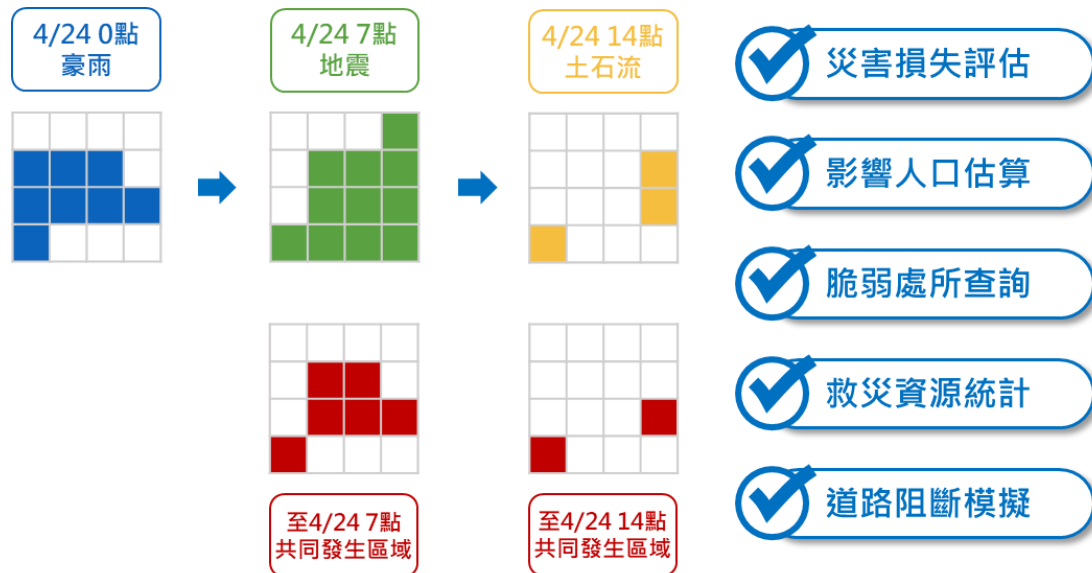


圖 9、複合式災害發生區域之災損與防救災資源分析

## 四、 應用案例介紹

### (一) 高雄市政府演練案例

1. 演練單位：高雄市政府及高雄大學(學研團隊)
2. 演練項目：平時災害整備

3. 演練情境：因應氣候變可能遷導致極端氣候，高雄市政府以極端颱風事件為利，模擬影響範圍之人口、醫療據點、長照機構等實際數據，並進行脆弱度討論，以提供促進衛福部針對醫療院所、長照機構異地收容、撤離路線進行可及性分析等調適策略。(圖10)



圖 10、以極端颱風事件模擬撤離路線之規劃

## (二) 嘉義市政府演練案例

1. 演練單位：嘉義市政府各參演機關及中正大學(學研團隊)
2. 演練項目：112年全民防衛動員暨災害防救(民安9號)演習
3. 演練情境：嘉義市遭受境外攻擊導致毒化災害、斷水、斷電及道路阻斷等災情，嘉義市政府各局處依據災害情境發展時序，線上回報應變處置作為。(圖11、12)

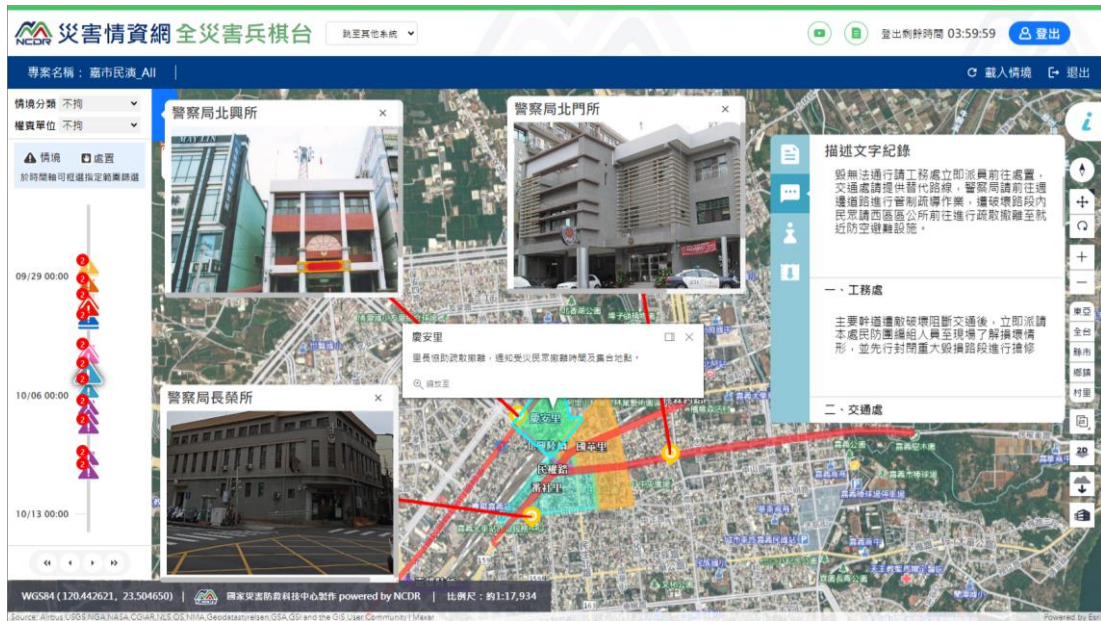


圖 11、嘉義市政府工務處演練道路阻斷情境



圖 12、嘉義市政府社會處演練避難處所開設情境

### (三)行政院核能安全委員會災害演練案例

1. 演練單位：輻射災害應變單位與地方政府。
2. 演練項目：天然災害與核子事故之複合式災害(圖13)

3. 演練情境：新北市東北海域發生芮氏規模6.7地震並引致湧浪，地震導致核電廠喪失廠外電源，而湧浪導致緊急進水口累積大量堆積物，反應爐冷卻水系統故障，中央災害應變中心指示前進協調所確認完成核子事故警報發放各項整備；又因豪雨災害造成土石崩塌形成孤島等情境。(圖14、15)



圖 13、天然災害與核子事故演練



圖 14、新北市東北海域發生芮氏規模 6.7 地震情境

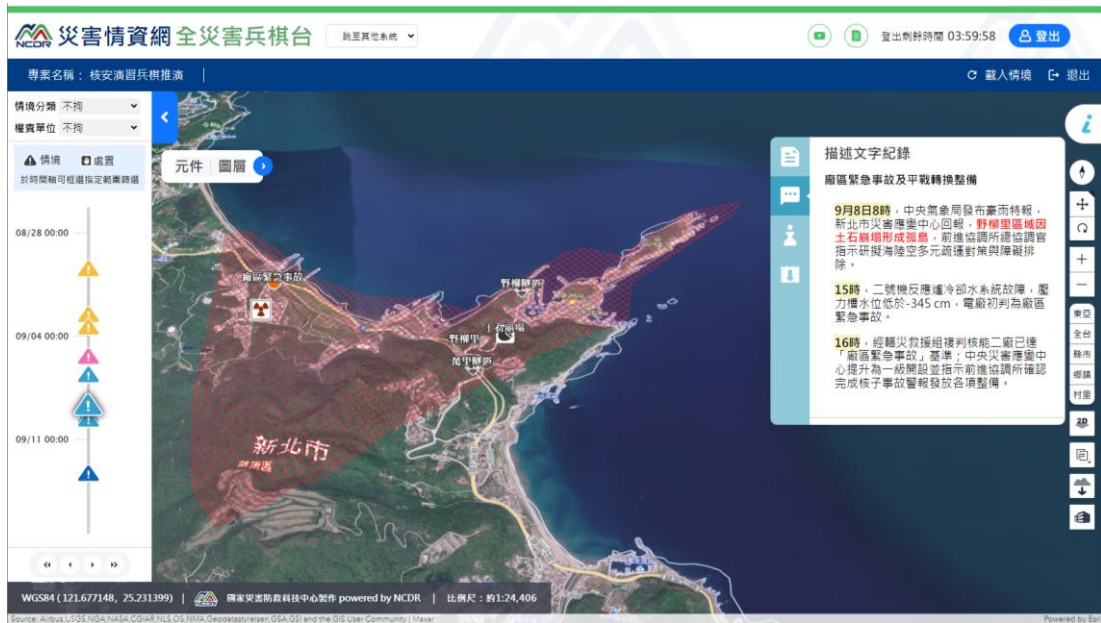


圖 15、因豪雨災害造成土石崩塌形成孤島情境

## 五、推廣活動

為推動全災害兵棋臺應用於各級政府單位之災害防救演練與整備，災防科技中心自 2021 年起已辦理超過 18 場教育訓練與推廣活動，參與單位包含各級政府單位、國營事業機關、學研團隊及防災社區，參與人數超過 1,000 人次。(圖 16、17)



圖 16、各級政府單位推廣活動



圖 17、防災社區推廣活動

全災害兵棋臺截至 2023 年已超過 30 個單位建立演練專案，應用於淹水災害、土石流災害、地震災害等單一或複合災害演練。

## 六、 結語

防災科技中心開發全災害兵棋臺以服務各級政府機關為主，輔助防救災人員掌握災害環境狀況，並提供跨域應用。已完成下列成果：

1. 數位化兵棋臺：將現有災害防救演練模式導入數位化系統，以虛實整合方式模擬時序性複合式情境，使得災害防救演練內容更加靈活。
2. 資料整合：整合8大類災害類型、60種災損影響與防救災資源評估圖資，提供線上運算及災害風險評估分析模組。
3. 互動協作：全災害兵棋臺提供不同權限之角色架構，讓各單位分工更加明確、熟悉各項機制與應變作業，同時也促進單位與單位間資

訊的橫向流通，達到強化災害應變時協調整合運作效能。

4. 教育推廣：災防科技中心定期辦理系統推廣活動、教育訓練，並獲取各級機關使用全災害兵棋臺之回饋建議，讓全災害兵棋臺應用情境更符合防救災現況。

災防科技中心未來將持續以數位孿生為目標持續深化研發技術，提供更友善之防災科技與資訊服務，達到災害防救數位轉型目標。

## 致謝

感謝行政院核能安全委員會、內政部消防署、臺中市政府、高雄市政府、嘉義市政府、逢甲大學、中正大學、高雄大學、銘傳大學提供系統應用及活動照片。

## 參考文獻

1. 黃俊宏、蘇文瑞、楊鈞宏、陳毓樺、張子瑩，2023，全災害決策系統開發與應用，NCDR111-T03國家災害防救科技中心。
2. 蘇文瑞、黃俊宏、楊鈞宏、陳毓樺，2022，全災害三維兵棋圖台開發，NCDR110-T01國家災害防救科技中心。
3. 蘇文瑞、楊鈞宏、黃俊宏、陳毓樺、蘇珈璘，2021，災害情資服務平台三維模組開發與應用，NCDR109-T08國家災害防救科技中心。