

# 108 年洪水預警服務支援及智慧防汛系統研發應用

## Development and Application of Flood Warning Service and Intelligent Flood Prevention System in 2019

主管單位：經濟部水利署

洪國展<sup>1</sup> 鄭安孺<sup>1</sup> 方裕仁<sup>1</sup> 劉承翰<sup>1</sup> 梁益詮<sup>1</sup> 于芃<sup>1</sup>  
 Hung, Kuo-Chan<sup>1</sup> Jheng, Anne-Ru<sup>1</sup> Fang, Yu-Ren<sup>1</sup> Liu, Chan-Han<sup>1</sup>  
 Liang, Yi-Cyuan<sup>1</sup> Yu, Peng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>多采科技有限公司

### 摘要

本計畫之目標為因應水利署於防汛時期之水情預警決策支援需求，提供氣象水情資訊介接、彙整、展示之服務，並以蒐集資訊為基礎進一步加值應用，研發各式自動化模組與智慧化系統協助預警研判，讓使用者用以評估未來水情與災情發展趨勢，作為擬定防災整備與應變調度方案之參考。

例行性之服務與維護工作，包含於颱風時期擔任水利署防災中心對各河川局洪水預報團隊之聯絡窗口，協助彙整各河川局提供之洪水預報資訊，並依水利署應變小組需求製作簡報；精進水利防災水情預警資訊系統，更新基礎資料，整合空間降雨資訊、展示多來源之河川水位預報；維護前期計畫建置之降雨伺服器，接收及解析氣象局最新降雨預報產品，並將南屯防災降雨雷達資料納入既有作業流程中。

技術研發工作部分，包含開發自動化訊息推播系統，彙整水情相關資訊，主動發送預警訊息通知防汛相關人等，增進應變效率；於類似路徑歷史颱風專家預警系統擴充使用者自訂路徑功能，能即時搜尋不同颱風路徑下，相似路徑之歷史颱風對臺灣地區造成之降雨及災損情形；研發降雨預報校正方法，以觀測降雨修正預報產品可能存在的系統性誤差，並將其產品化後提供給相關單位參考使用。

**關鍵詞：**洪水預警服務、智慧防汛系統、降雨預報應用

### Abstract

To fulfill the needs of flood early warning for Water Resource Agency(WRA) during flood season, the project executes the forecast data reception, collection and display including precipitation and water level, etc. Furthermore, the project analyzes aforementioned data and develops automation modules and intelligent systems to provide forecast information to users. The results may seem as the reference of disaster prevention preparation and contingency planning.

Regular service and maintaining works include collecting the flood forecast information from ten river management offices and integrating them into a brief document based on specified form for decision support; optimizing the hydro forecast

information integration display platform such as updating the basic information, adjusting layout of platform based on needs, integrating spatial rainfall information to show water level forecasts from multiple sources; resolving the data of dual polarization radar at Nantun and integrating it into current rainfall data providing workflow and display platform; and maintaining forecast rainfall data providing server to enhance the stability of rainfall data processing flow.

Technology research and development works include building an automated information dissemination system which collect water-related information and proactively send early warning messages to inform the relevant personnel; expanding the user-defined path function in the early warning expert system based on typhoon track to instantly search for the rainfall and damage caused by the historical typhoon under different typhoon paths to Taiwan; developing a rainfall forecast correction method to find the possible systematic errors of the rainfall forecast product based on observation data, and provide the adjusted product to the relevant units for reference.

**Keywords : Flood Warning Service, Intelligent Flood Prevention System, Application of Rainfall Forecasting.**

## 一、前言

水利署為經濟部災害緊急應變小組之水災防救幕僚機關，於颱風期間成立災害緊急應變小組，負責執行「蒐集氣象、水文、蓄水庫現況與水災災情等資訊，經分析研判後適時陳報經濟部災害緊急應變小組，並發布水情通報與洪水預警報」。為因應水情預警報決策支援之需要，水利署依據中央氣象局所提供之數值化網格降雨預報資訊，供予所屬各河川局進行各類水情資訊之水文分析與水理演算；並以網頁方式呈現即時水情預警資訊，俾據以評估未來水情與災情發展趨勢，以及提供擬定最佳防災整備與應變調度方案之參考。

上述各系統平台已陸續完成研發與建置，主要成果係以地圖化方式呈現全臺各鄉鎮市及河川流域之即時水情預報資訊，並於既有平台開發基礎上，建置水情預警系統入口網頁，以進行展示介面之適切統整與水情資訊之精進提供。此外，亦研發自動化預報雨量與河川水位流量頻率分析功能；開發雨量預報與淹水預警之手機版展示網頁；另建置自動化水情預警簡報產製功能，俾為災情預警與情資研判時輔助之用；協助進行降雨預報之綜整、解析與提供等作業。此外，颱風豪雨時期則彙整各河川局所提供河川洪水預報資訊，俾供災害應變情資研判之用。

## 二、工作內容說明

今年度工作包含六大工作項目，分別為颱風時期洪水預警資訊彙整服務、降雨預報資料供應服務、水利防災水情預警資訊系統維護更新、自動化訊息推播系統開發、類似路徑歷史颱風專家預警系統維護更新及擴充及降雨預報校正產品研發及供應，以下針對各工作內容進行重點說明。

### 2.1 颱風時期洪水預警資訊彙整服務

為期能於颱風時期掌握各流域之水情，當應變小組開設、且通知後，由本計畫負責聯繫各河川局提供河川水位預報相關情資。各河川局無論是否已開設，須依照規定之檔案格式，提供所屬轄區流域河川水位預報結果及相關訊息(如：彙整時間，預報長度，使用之預報降雨產品等)，而後由本計畫彙整並製作成河川水情研判簡報，供應變小組參考使用。河川水情研判簡報範例如圖 1 所示；若有水位站之預警狀態達一級警戒情形，該站之水位歷線圖亦會納入簡報中作為參考資訊。



圖 1 河川水情研判簡報(a)第二頁:河川水位警戒及預警(b)第三頁:綜合評估

本年度利奇馬颱風期間，本計畫收到應變小組指示，為使各單位資料時間一致，無論資料產製時間為何，皆須提供以開會時間為起始時間之預報資料。由於過去第二頁簡報係以河川局提供之定性資料(即 xls 檔案內容)不同延時頁籤之警戒等級產製，但調整後開會時間與資料產製時間會有延遲，定性資料將無法直接用於簡報第二頁。故與相關單位商討過後，為免影響既有資料匯入流程、資料庫架構及網頁展示，由本計畫調整河川水情研判簡報流程，簡報第二頁版面照舊，但若資料產製時間與開會時間不同時，資料來源將改使用定量水位資料(即 XML 檔案內容)並配合資料庫警戒水位判定等級後產製，而非使用河川局提供之定性資料。彙整人員將配合開會時間決定使用之資料時段，以符合應變小組之彙整需求。

今(108)年度計畫完成完成 0520 豪雨、0610 豪雨、0613 豪雨、丹娜絲颱風、利奇馬颱風、白鹿颱風及米塔颱風等 7 場事件之洪水預報資訊彙整；共彙整 40 報河川水情研判簡報，提供防汛人員決策參考。

## 2.2 降雨預報資料供應服務

在前期 103 年度至 107 年度相關計畫中，陸續完成中央氣象局 QPESUMS 劇烈天氣預報系統、WRF 天氣研究數值預報模式、ETQPF 颱風系集定量降水預報模式、以及氣象局官方定量降雨預報等產品接收與解析作業，作為預報降雨供應服務之資料來源。目前署內外共架設三台降雨資料供應伺服器，包含兩台主機及一台備援機，可將不同解析度的降雨預報資料解析成空間與時間解析度一致的檔案，並對相關使用者穩定提供最新降雨預報資訊。

### 2.2.1 接收與解析氣象局最新降雨預報產品

為接收與解析氣象局最新降雨預報產品，本計畫定期追蹤中央氣象局預報降雨產品背景資料現況及是否有新產品釋出資訊，以更新至降雨資料管理伺服器，目前各單位網格降雨預報產品整合項目共有六項，條列如下：

1. 中央氣象局整合氣象雷達與測站定量降雨預報(QPESUMS)。
2. 氣象局決定性區域預報模式(CWBWRF：M04、M05)。
3. 氣象局系集區域預報模式(WEPS)。
4. 氣象局系集颱風定量降雨預報(ETQPF)。
5. 氣象局官方定量降水預報(於本計畫定名為OFFICIAL)，此為颱風豪雨期間進行洪水預報時優先採用之網格降雨預報產品。
6. 中央氣象局PM定量降水預報。

氣象局於本年度為因應連續豪雨事件，於颱風豪雨期間提供 OFFICIAL 之加報(包含 QPF6h 及 QPF12h 產品)及新增 3 小時累積雨量產品(QPF3h)。本計畫分析得知正、加報之六小時累積雨量(QPF6h)產品雖預報相同時段之累積雨量，但雨量值可能會進行調整。為確保加報資料得以即時供應給下游使用者，本計畫與相關單位討論後，決議明(109)年度起調整防汛期間使用之組合式預報降雨產品。新組合式產品預報長度為 24-26 小時，其中第 1 小時為 QPESUMS，第 2-6 小時為 QPF3h；平時無 QPH3h 資料時，第 2-6 小時係以 QPF6H 的對應時間取代。此產品於 8/13 日起上線測試至今運作正常，預計於明年度取代舊有資料提供給下游單位介接使用。

## 2.2.2 更新維護降雨資料管理伺服器

本計畫預報降雨供應服務資料流如圖 2，氣象局資料供應伺服器之預報降雨原始資料，最終會傳輸至降雨資料供應伺服器進行解析，處理成時間/空間解析度一致之降雨產品後，提供各單位相關計畫介接使用。

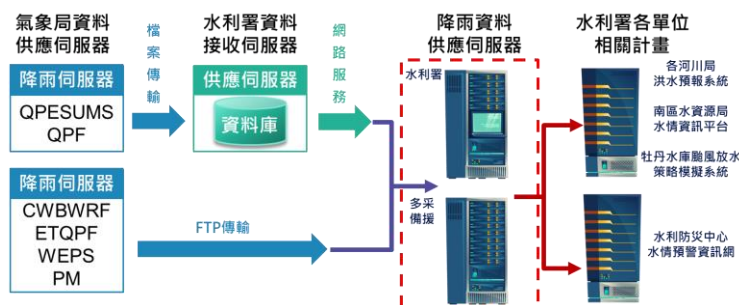


圖 2 預報降雨供應服務資料流

除水利署內部網路可直接介接資料外，若各單位計畫欲於外部網路應用資料，可向本計畫進行申請。本計畫審核通過後，將授權於供應主機加入 IP 白名單，始可進行降雨預報資料介接。本計畫期間內已提供 51 台外部主機介接，其中，政府機關共有 6 台、協力團隊共有 45 台。

本計畫於颱風豪雨來臨前會定期做系統維護，確保防災作業所需資料供應無虞，使各項預報工作滿足本年度工作需求、具備最新預報資料。另開發資料查核程式，當發現降雨資料接收或解析有異常時，將發送電子郵件(email)通知系統維護人員與有訂閱錯誤訊息通知電子郵件的使用者，以求時效解決問題。

## 2.2.3 接收與解析南屯雙偏極化降雨雷達觀測雨量產品

臺中市南屯雙偏極化雷達已於 107 年 7 月於臺中市望高寮風景區(圖 3-12, 座標-東經: 120.5795、北緯: 24.14426)完成建置，基本資料如表 1 所示。本計畫於去(107)年度已完成林園雙偏極化降雨雷達之資料介接，今年度係調整既有介接流程，納入南屯雷達資料解析及供應。

表 1 南屯雙偏極化雷達(RCNT)資料基本資訊

項目	內容
資料來源	中央氣象局
基礎資料	資料內容：偽等高平面位置顯示器 <sup>1</sup> (Pseudo Constant altitude plan position indicator, Pseudo CAPPI)之一小時累積降雨資料(dBA) 雷達最大觀測範圍：500 公里 徑向解析度：0.25 公里(單一徑向資料 2000 筆) 方位角解析度：0.5° 時間解析度：約 2 分 3 秒 資料數：360° ÷ 0.5° × 2000 = 1440000 筆
資料轉換	$dBA = 10\log_{10}(A)$ (unit : dB) $\Leftrightarrow A = 10^{(dBA/10)}$ (unit : mm)

<sup>1</sup> 偽等高平面位置顯示器 (Pseudo Constant altitude plan position indicator, Pseudo CAPPI)：CAPPI 為高程之雷達資料，但由於掃描策略影響，部分區域在此高程上不一定有資料，為使資料完整，採用最近之雷達資料補足。

## 2.2.4 建置雙偏極化降雨雷達資料提供及資料備援環境

為讓相關單位使用雙偏極化雷達觀測降雨資料，本計畫建置雷達資料下載網頁，資料輸出格式採 ESRI ASCII Raster，使用者可透過網頁進行檔案下載。

為穩定供應資料，本計畫已額外建置雷達資料備援環境，除因遇到雷達進行維護亦或者氣象局主機機器檢修，導致雷達源頭資料斷線外，雷達資料供應無虞。備援主機已建立相同之雷達解析程式與下載網頁供使用者使用。由於租用主機為外部網路，為減輕主機網路使用負擔，資料介接已進行控管，應用單位需填寫申請單請求介接許可，方可使用。

## 2.2.5 維護水利署雙偏極化降雨雷達主機

為穩定接收雷達觀測資料及產出雷達推估降雨結果，本計畫擬定雙偏極化降雨雷達主機維護計畫，協助主機之資料監控、定期備份、程式維護、參數檔更新等作業，軟體異常時亦通報氣象局協助處理。本(108)年度共進行 10 次主機維護作業。

## 2.3 水利防災水情預警資訊系統維護更新

為能即時呈現各種氣象、水文與水理之觀測及/或預報資訊，於 105 年度至 107 年度相關計畫中，已開發多種資訊呈現網頁，本年度除持續維護既有網頁外，亦將依照業務需求調整部分呈現頁面之內容與版面。

### 2.3.1 更新資料庫基礎資料表

水位站警戒水位及保全鄉鎮資料係於洪水預報資訊彙整及網頁展示時使用。須更新之資料表包含水位站基礎資料表、以及水位站保全鄉鎮資料表。雨量站及鄉鎮淹水警戒值表係於智慧防汛系統之淹水預警及多來源淹水預警(報)結果整合分析中使用。須更新之資料表包含雨量站基礎資料表及淹水雨量警戒門檻值資料表。

本計畫本年度共更新 7 個水位站警戒水位值、92 筆水位站保全鄉鎮資料、37 個雨量站資訊、90 筆淹水雨量警戒值。

### 2.3.2 維護水利防災水情預警資訊系統網頁

前期計畫開發水利防災中心水情預警資訊網做為各項資訊之連結入口，惟在事件期間的不同階段，需要關注的情資可能不同，為使水情預警資訊網內各網頁能更有效率的使用，於本年度期初工作會議討論下，決議依防汛前、中、後時期挑選各時期應注意之相關網頁，並調整網頁展示架構，如圖 3 所示，區分「颱風事件前三天」、「颱風事件前一天」、「颱風事件期間」、「颱風事件輔助」資訊等四部分。

本項工作除如上述依照防災中心需求調整使用者體驗外，於各項功能性頁面則著重於網頁及資料庫之持續維護更新，以確保網頁運作順暢。新版水情預警資訊網的設計概念，未來亦可依不同階段持續增加後續開發的防汛所需功能性網頁，除便於管理外也容易聚焦於不同階段的關注重點。



圖 3 水利防災中心水情預警資訊網

### 2.3.3 現有網頁版面及內容調整

本計畫本年度拓展網格降雨資料之使用，比照流域網格降雨之處理方式，蒐集水庫、縣市鄉鎮及水位站集水區之空間範圍，並擷取各範圍之網格降雨資料進行加值計算，以表格呈現各種不同範圍觀測與預報之累積雨量，成果如圖 4 所示。

另介接水文技術組所發展之 FEWS\_TAIWAN 洪水預報系統 API，擴充洪水預警展示網頁，蒐集各單位產製之洪水預報成果，於「洪水預警展示」網頁中整合展示，藉以提供防災人員參考。成果如圖 5 所示。

為使防汛人員即時瞭解雷達觀測有效範圍(氣象局建議為半徑 75 公里)之降雨強度、範圍等資訊，於 107 年計畫已建置雙偏極化雷達觀測降雨展示網頁，即時展示林園雙偏極化雷達觀測降雨、雨量站觀測資訊。本計畫今年度將網頁擴充，除展示南屯雙偏極化雷達資訊外，亦納入閃電資料套疊，成果如圖 6 所示。

空間累積雨量

觀測雨量	RADQPE	預報雨量	QPESUMS_QPF	時間	2019/06/11 下午 04:00	確認					
縣市範圍	全球範圍	水庫範圍	縣市	全台範圍							
本產品以網格降雨資料進行空間平均											
單位為毫米(mm)；“-”表示無資料											
縣市	鄉鎮市區	觀測24小時	觀測12小時	觀測6小時	觀測3小時	觀測1小時	預報1小時	預報3小時	預報6小時	預報12小時	預報24小時
宜蘭縣	宜蘭市	42.0	38.6	19.6	18.2	5.9	0.2	7.5	8.2	10.6	24.3
宜蘭縣	羅東鎮	34.8	32.3	14.4	10.1	5.4	0.1	2.0	2.4	4.0	19.4
宜蘭縣	蘇澳鎮	29.1	26.0	6.5	2.3	2.2	0.0	2.0	2.5	5.5	24.3
宜蘭縣	頭城鎮	71.6	63.9	41.1	31.9	8.7	2.6	15.9	20.2	28.3	48.2
宜蘭縣	礁溪鄉	62.1	57.5	33.0	28.7	7.4	1.8	12.7	14.0	16.8	33.7
宜蘭縣	壯圍鄉	34.1	31.7	15.2	13.6	4.1	0.3	5.9	6.7	9.7	23.6
宜蘭縣	員山鄉	44.2	39.9	18.6	14.4	2.2	0.8	10.6	11.6	14.2	30.4
宜蘭縣	冬山鄉	33.7	32.0	12.2	7.8	5.6	0.1	1.0	1.4	3.4	21.6
宜蘭縣	五結鄉	28.3	26.4	10.5	7.4	3.6	0.0	1.7	2.1	5.4	20.4

圖 4 空間累積雨量網頁

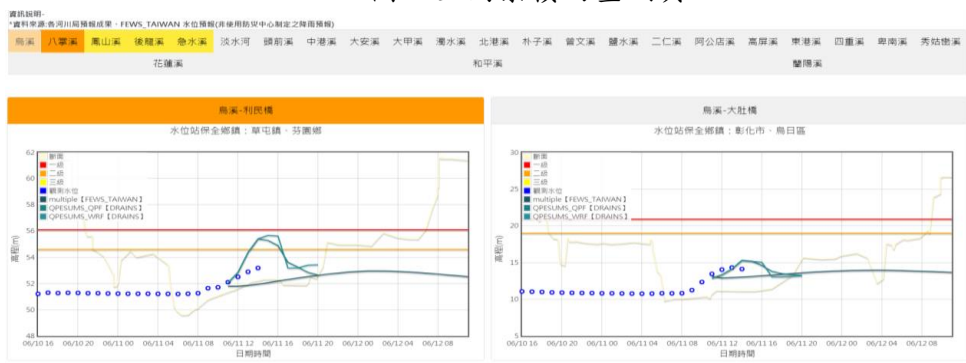


圖 5 多來源洪水預警展示網頁

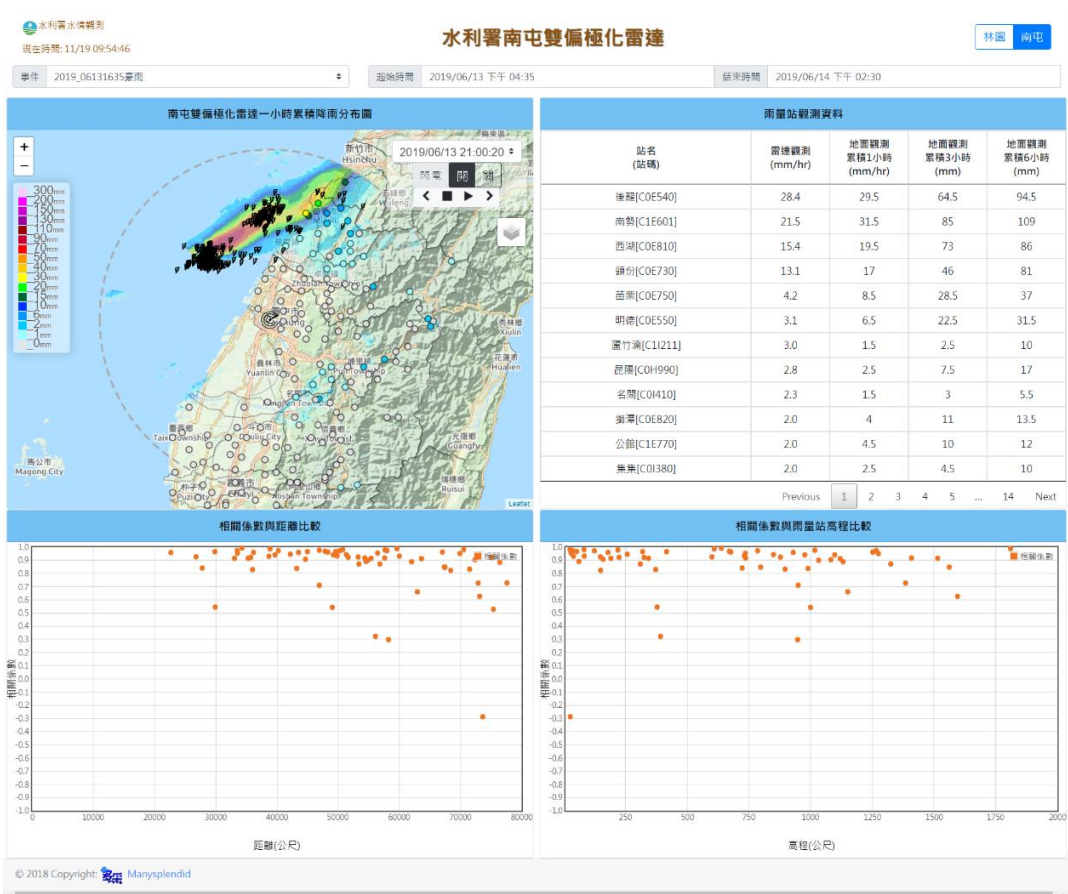


圖 6 雙偏極化雷達觀測與閃電資料展示網頁

## 2.4 自動化訊息推播系統開發

颱風時期各單位防災資訊接踵而來，且應變講求時效性，須有效率地彙整各方資訊後加以應用。隨著智慧型手機的普及，通訊軟體(如:LINE、SKYPE、Message…等)成為更便捷且快速的訊息傳播管道，多數防災單位皆透過通訊軟體進行水情回報以及工作指派，以達到一呼百應、快速應變之效益。為此，本工作項目採用 LINE 推播平台以完成自動化訊息推播系統開發，目標將防災資訊(如:洪水預報、降雨預警、淹水預警、水庫預警…等)藉由通訊軟體傳遞給防災人員參考。

### 2.4.1 推播媒介說明

本項工作主要蒐集防汛人員常使用之推播媒介，以此作為自動化推播系統開發依據。經本計畫初步調查，現階段資訊傳遞除以電話及傳真外，多利用 LINE 群組發布資訊。資料內容方面，過去使用電話、傳真及 email 傳遞之訊息，以文字及數據居多，若能將資料圖像化，應可更直觀地解讀資訊，增進防汛效率。因此，本計畫經評估後原以「LINE@生活圈」平臺作為推播系統之開發媒介，其不僅可傳遞文字訊息，亦可提供圖像化資訊，以提高使用者資訊接收速度，因而根據傳遞之資料特性及使用需求，設計及建置以文字及圖片傳遞各項預警資訊的功能，供其參考。然而「LINE 官方帳號 2.0」自 108 年 04 月 18 日起升級改版，需額外支付費用，為因應變革且不影響原本已完成之智慧推播系統及運作機制，本計畫改以另一套 LINE 於 106 年所推出的通知服務「LINE Notify」進行開發。



### 2.4.2 建置智慧推播訊息系統

完成前節防災單位常用媒介評估後，本計畫成果採用 LINE 平臺推播機制進行智慧推播訊息系統開發，本工作項目開發之推播內容包含以下資訊：

1. 氣象局豪大雨及颱風警特報發布資訊
2. 豪大雨及水利署開設預警報資訊
3. 颱風路徑現況及預警報訊息
4. 類似歷史颱風排名與歷史災情推播
5. 水情現況及預警報訊息(包含水位、雨量、水庫)
6. 高屏地區高效能即時淹水預報內水防汛熱點預警訊息

為建立智慧推播系統，需依序完成水情資料庫、推播資訊分析模組、使用者設定機制、推播資訊彙整模組、推播平臺傳輸機制之建立，建置流程如 7 所示。

推播資訊分析模組多由前期計畫開發系統內之模組移植調整而來，主要調整內容多為產製資料格式與資訊內容，推播成果如圖 8 所示。



圖 7 智慧推播系統建置流程

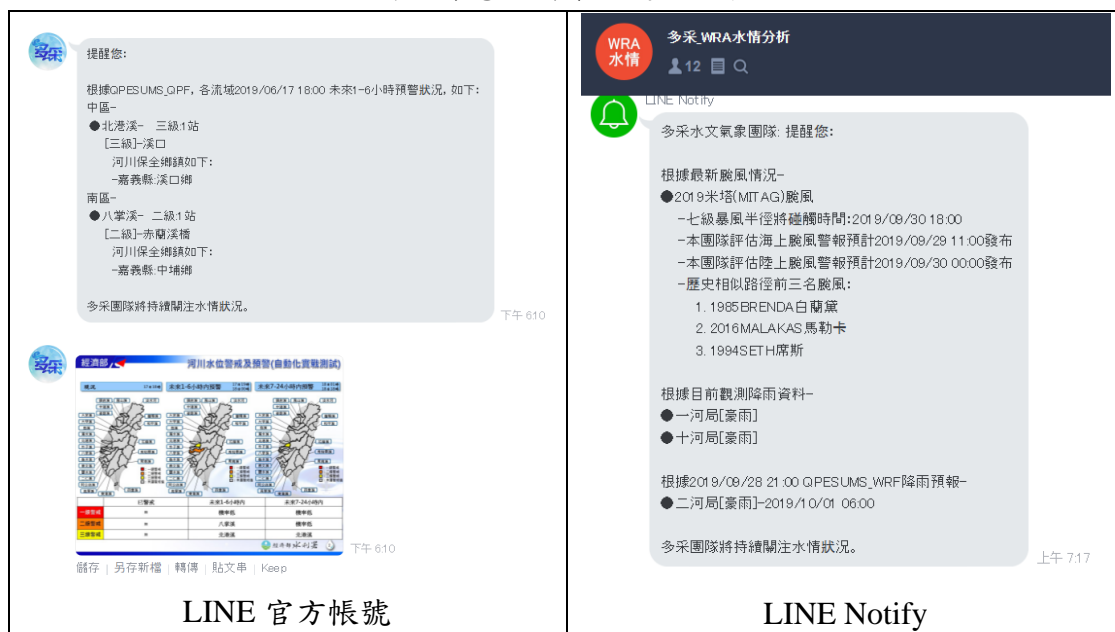


圖 8 智慧推播系統成果實例

## 2.5 類似路徑歷史颱風專家預警系統維護更新及擴充

為達到颱風預警的需求，去年計畫建置類似路徑歷史颱風專家預警系統，提供即時颱風預報路徑與其類似路徑歷史颱風資訊，包含歷史颱風雨量、水位及災損資訊。本計畫將延續去年建置之專家預警系統，提供資料及介面上的維護更新及擴充，工作項目主要可分為：類似路徑歷史颱風搜尋決策模組維護更新、資料倉儲與大數據資料庫維護更新以及類似路徑歷史颱風專家預警系統展示平台維護擴充，分別詳述如下。

### 2.5.1 類似路徑歷史颱風搜尋決策模組維護更新

氣象局預報颱風路徑資料之介接解析及與歷史颱風的搜尋比對模組，已於去年計畫完成，而今年新增之菲律賓颱風 2000 網站的多國路徑部份已可穩定進行介接及運算，其運算結果檔案儲存於下小節所介紹的資料倉儲中。

### 2.5.2 資料倉儲與大數據資料庫維護更新

本年度於資料倉儲部分主要維護更新氣象局(CWB)資料目錄，新增多國路徑資料目錄；維護 47~106 年歷史颱風降雨資料，新增 107 年颱風降雨資料；維護 80~105 年歷史颱風水位資料，新增 106~107 年颱風水位資料。多國路徑部份為今年計畫所新增，路徑包含香港天文台(HKO)、日本氣象廳(JMA)、聯合颱風警報中心(JTWC)、韓國氣象廳(KMA)、中國中央氣象台(NMC)和菲律賓大氣地球物理和天文管理局(PAGASA)及澳門氣象局(SMG)等。

大數據資料庫部份，除維護更新歷史颱風事件基礎資料表、中央管流域基礎資料表、中央管水位站基礎資料表外，為維護方便及維持資料統一、不重複性，本計畫將去年建置之資料表的颱風名稱及水位站名稱欄位改成參照歷史颱風事件基礎資料表及中央管水位站基礎資料表之對應 id 欄位，並設定成外鍵(Foreign key)參照；另配合前後端分離的架構，將許多原本儲存於資料倉儲的資料儲存一份 URL 參照至資料表當中，將 URL 的組成及資料比對的動作先行完成亦儲存於資料表中，免除網頁前端即時向伺服器後端請求降雨及水位資料時所做的讀取、搜尋清單檔案及比對尖峰水位是否超過水位站警戒值的動作，因而新增歷史颱風累積降雨圖資資料表及歷史颱風警戒水位站圖資資料；原本儲存於資料倉儲中的氣象局(CWB)及多國路徑的資料目錄下的即時颱風及對應的類似路徑颱風資料，也分別儲存於新增的即時颱風資料表及類似路徑颱風資料表，為避免資料重複儲存，亦將資料表做正規化處理。

### 2.5.3 類似路徑歷史颱風專家預警系統展示平台維護擴充

本計畫除維護去年建置之類似路徑歷史颱風專家預警系統展示平台外，於今年配合介接多國路徑的資料而擴充展示平台的功能，新增多國路徑的下拉式選單，以展示不同預報路徑下相關類似路徑歷史颱風資訊。

## 2.6 降雨預報校正產品研發及供應

本工作項目主要目的為採用氣象局所供應之降雨預報資料，進行預報雨量校正技術研發，以修正預報方法本身可能存在的系統性誤差，最後並產製如「第參章 降雨預報資料供應服務」章節中所述之制訂格式，以供下游使用單位參考。

### 2.6.1 降雨預報校正產品研發

本計畫使用之預報雨量校正技術方法，與以下兩個主要概念有關，分別是頻率配對校正方法(Frequency Matching Method, FMM)以及衰減平均法(Decaying Average, DCA)。

頻率配對校正方式(Frequency Matching Method)的概念為利用降雨量在過去累積網格數量上的分佈關係，來校正未來預報降雨量的累積數量分佈，以期將預報的降雨量累積數量分佈，調整為相近於觀測的降雨量累積數量分佈。例如一個範圍中，所有網格降雨都是 1.0mm 的情形和所有網格降雨都是 10.0mm 的情形，擁有相同的空間分布，但具有不同的空間強度，此時利用 FMM 可校正降雨的空間強度(例如將 1.0mm 都校正成為 10.0mm)，但不會改變其空間分佈。

衰減平均法(Decaying Average, DCA)是一種簡化形式的系統參數更新方式，具有卡門濾波(Kalman Filter)的精神，以即時接收到的資訊及系統記憶的資訊進行整合，這種整合方式是透過加權係數的設定，決定保留多長的系統記憶，並同時納入即時資訊，以更新系統參數。此處指的「系統」，即為觀測雨量產品或預報雨量產品，此處所指的「參數」，是依照網格總數建立之降雨強度的累積分布函數(Cumulative Distribution Function, CDF)，也就是計算不同降雨量，在空間上的關注範圍中降雨量大於所設定數值的網格總數。

降雨預報校正流程如圖 9 所示，利用 FMM 配合 DCA 的方式，考量了系統記憶資訊亦同時考慮了過去與即時資訊的整合，然若僅採用固定的權重係數時，會造成不管該預報資訊的好壞，皆考慮同樣的記憶長度的情形；換言之，當該預報產品於過去表現不差時，應該可以較採信預報產品本身的結果，因此，在圖 10 的雨量調整方式示意圖中，於步驟 2 處納入一採信比例值  $r$ ，以考量校正時偏向採信預報資料，或偏向採信觀測資料的影響。

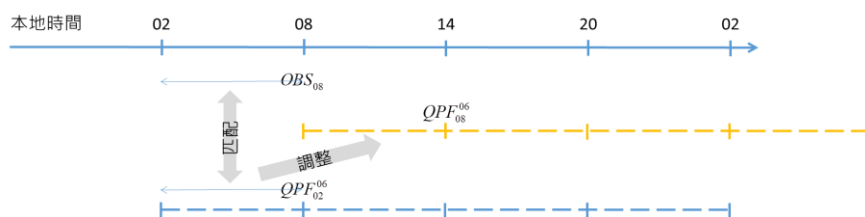


圖 9 降雨預報校正流程示意圖( $\tau=06$ )

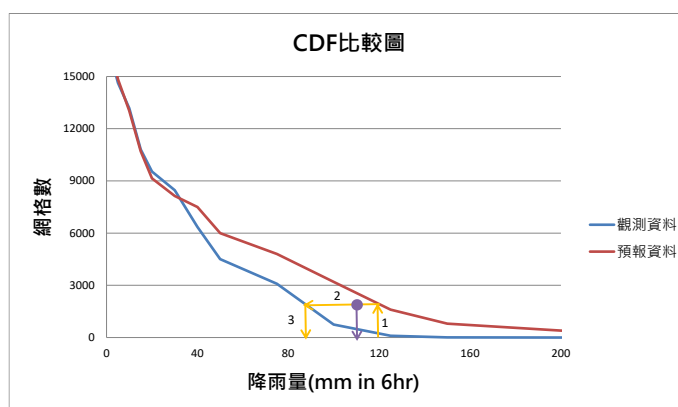


圖 10 雨量調整方式示意圖

## 2.6.2 降雨預報校正產品供應

本計畫研發之降雨預報校正產品，主要做為署內參考，在確認流程穩定後，試提供於降雨伺服器並供未來演算使用。惟要瞭解的是，本產品是基於氣象局所提供之官方預報產品 QPF6h 進行校正，當 QPF6h 產品因故未提供至水利署，或產品資料有誤時，由於原始 QPF6h 便有問題，也無法對該次預報產品進行校正。

目前在極短期預報(NowCasting)上仍以 QPESUMS 外延預報有最佳表現，過去水利署在使用 QPF6h 資料提供予其他單位使用時，係將 QPF6h 依照最新 WRF 預報產品同時間段的雨型進行逐時分配，並將前兩小時替換為 QPESUMS 的外延預報產品，組合出 QPESUMS\_QPF 產品供下游使用，因此在 QPF6h\_FMM 的供應上，亦採相同概念，將經校正之預報資料以 WRF 雨型進行逐時分配後，並將前兩小時替換為 QPESUMS 的外延預報產品。

## 2.6.3 降雨預報校正成果

本工作已建立降雨預報校正產品產製及供應流程，相關效果以本年度下半年的颱風事件進行檢視。針對連續時間進行的雨量調整範例而言，圖 11 為利奇馬颱風期間連續四個時間點(6 小時間隔)，取其前一次預報中引領時間為 6 小時(+06)的雨量，並依照上述雨量校正流程進行，採  $w$  為 0.35， $r$  為 0.0 校正後的結果。圖中，第一行為事後所取得的觀測雨量，第二行為事前的預報產品，第三行為校正結果。當要校正圖 11 預報產品 08080200+06 時，於 08080200 時間點處所取得的「即時」資訊為深色網底位置的資料，淺色網底資料則為「過去記憶」。

若以同一時間為範例說明時，於 08080200 時間點處，可取得時間段 08072000~08080200 的觀測資料，計算其 CDF 後，並與 08072000+06 預報資料的 CDF 進行匹配，由圖可明顯知道 08072000+06 預報資料空間分佈上與 08072000~08080200 觀測資料接近但並不完全一致，強度略有低估，此「低估」而拉升預報資料的特性會被沿用至 08080200 時間點所取得的 08080200+06 預報資料，再將其拉升使 08080200+06 校正產品數值提高。然而在事後 08080800 時間點處取得觀測資料後發現，實際觀測數值較低，08080200+06 預報資料為高估，此高估情形會被應用於 08080800 時所取得的 08080800+06 預報資料，降低 08080800+06 預報資料的數值。因此應可以瞭解若預報或觀測數值皆為持續變大或持續變小的情況時，其校正情形也會較為理想。

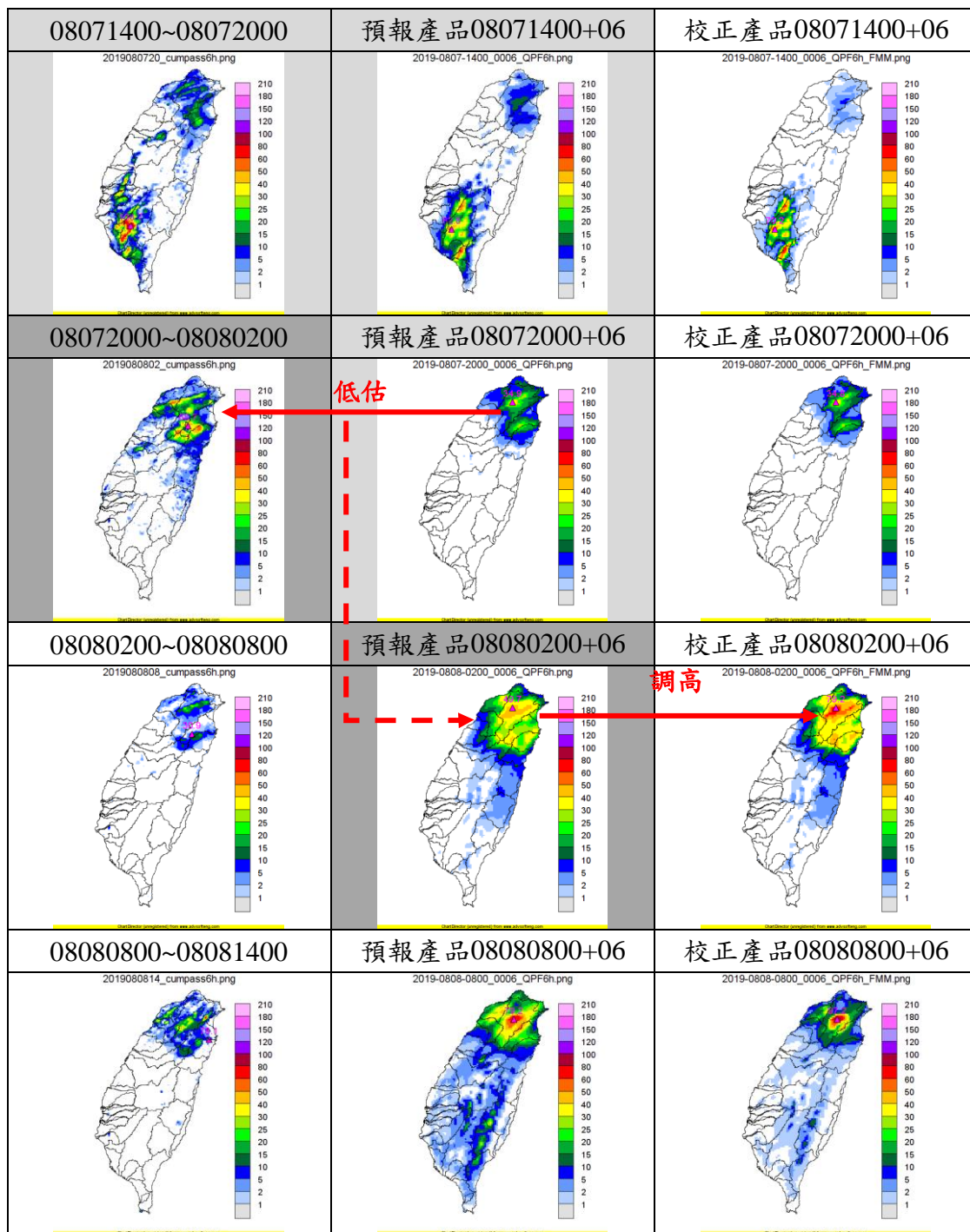


圖 11 利奇馬颱風 QPF 降雨預報(+6)預報校正及與觀測分佈圖

### 三、結論與建議

#### 3.1 結論

本年度共綜整 3 場豪雨事件及 4 場颱風事件之各河川局轄管水位站定性及定量資訊，彙整 40 報河川水情研判簡報，提供防汛人員決策參考；為配合需求提供以會議時間為基準之水位預警情資，本計畫調整既有彙整流程，於資料供應時間與會議時間有落差時，以河川局協力團隊提供之定量水位資料進行綜整研判。

計畫執行期間共計進行 11 次降雨資料伺服器之維護更新，歷經本年度事件，確認資料供應無虞；本年度氣象局更新官方定量降雨預報產品，除了於颱風豪雨時期提供加報外，亦新增 3 小時累積雨量產品(QPF3h)。本計畫已配合資料內容及產製時間完成介接解析流程之調整；另完成南屯雙偏極化降雨雷達之資料介接與解析，並建置雙偏極化降雨雷達資料提供及資料備援環境。計畫執行期間協助防災中心維護雙偏極化降雨雷達資料接收伺服器共 10 次。

本計畫本年度共更新 7 個水位站警戒水位值、92 筆水位站保全鄉鎮資料、37 個雨量站資訊、90 筆淹水雨量警戒值，確保計畫開發之展示平台及各項系統提供最新且正確的資訊；水利防災中心水情預警資訊網依防汛前、中、後時期挑選各時期應注意之相關網頁，區分成「颱風事件前三天」、「颱風事件前一天」、「颱風事件期間」、「颱風事件輔助」等四部分並調整網頁展示架構，使其內各網頁能更有效率的使用；本年度拓展網格降雨資料之使用，開發空間累積雨量網頁，蒐集水庫、縣市鄉鎮及水位站集水區之空間範圍，並擷取各範圍之網格降雨資料進行加值計算，以表格呈現各種不同範圍觀測與預報之累積雨量；完成洪水預警展示網頁及資料庫擴充，於全臺流域綜整資訊及各水位站觀測/預報水位歷線圖新增多種洪水預報系統水位資訊，供防災人員比較參考；調整雙偏極化雷達觀測降雨網頁架構，新增南屯雙偏極化雷達資訊，並納入閃電資料套疊展示，另計算雨量站以及雷達推估降雨之相關係數，並提供高程、距離與相關係數之散佈圖參考。

本計畫開發智慧推播訊息系統，依序完成水情資料庫、推播資訊分析模組、使用者設定機制、推播資訊彙整模組、推播平臺傳輸機制之建立；本系統推播資訊分析模組係整合前期計畫開發成果，推播資訊包含氣象局豪大雨及颱風警特報、河川局豪大雨及水利署開設預警報、颱風路徑現況及預警報、類似歷史颱風排名、水情現況及預警報和高效能即時淹水預報成果；本計畫同時以「LINE 官方帳號」及「LINE Notify」系統進行開發。經評估後，由於文字訊息足以清楚表達預警內容，故本計畫建立水情預警推播群組，使用 LINE Notify 進行水情預警資訊推播，並加入相關防汛人員使用。

類似路徑歷史颱風專家預警系統新增 2018 年颱風降雨資料與 2017~2018 年颱風水位資料，並擴充多國路徑展示功能及相應資料庫與資料處理流程；亦改變既有倉儲規劃，調整成前後端分離架構以提高效率；本計畫使用網頁爬蟲的方式解析菲律賓的颱風 2000 網站(<http://www.typhoon2000.ph/multi/>)並取得多國路徑資訊，系統展示平台則新增多國路徑的下拉式選單，以展示不同預報路徑下相關類似路徑歷史颱風資訊。

本計畫完成降雨預報校正產品之研發，主要利用頻率配對校正法(Frequency Matching Method, FMM)及衰減平均法(Decaying Average, DCA)，修正預報本身可能存在的系統性誤差；本項產品除以客觀方式建置校正技術外，在資料供應上亦考量現行降雨資料供應之格式與自動化的特性，以利資料之檢視及應用。

### 3.2 建議

洪水預警資訊彙整服務部分，建議河川局皆改為自動化上傳洪水預警情資，並於上傳前確認水位時序資料正確及完整性；另建議減縮情資研判會議簡報製作時間，以增加預報資料時效性。

降雨資料應用部分，未來建議探討淹水雨量警戒值應用於空間平均累積雨量之可行性；雙偏極化降雨雷達資料應與地面雨量站進行時間與空間分析，以確認資料特性及適用範圍；河川局豪大雨及水利署開設預警模組建議可使用多種降雨預報進行並調整預警機制，若多種降雨預報皆顯示未來某段時間可能達標則發送預警訊息，以降低誤報率。

降雨預報校正產品的研發方面，由於目前機制並不改變降雨空間分佈，僅改變降雨量值，在目前已接收多種降雨預報產品的情形下，建議可先比對預報產品與觀測降雨空間分佈相似性後，再挑選空間分佈相似性高之產品進行校正流程，然而要確保的是資料接收的穩定性與即時性；此外，降雨預報量值的校正方式，也可嘗試以現有觀測資料分析後，即時更新採信比例值，以改善預報成效。

類似路徑歷史颱風專家預警系統，建議可精進研判機制，納入歷史颱風所在月份及大氣背景資料分析，以挑選出具有更相近氣候背景的歷史颱風作為參考；對於熱低壓的天氣型態而言，若能取得其預報路徑，建議可嘗試使用前期計畫開發之氣候法進行雨量估計之研究。

### 參考文獻

1. 洪景山，2002，“雲對地閃電和雷達回波參數之相關：個案研究”，大氣科學，30，1，P21-P34。
2. 劉承昕、馮智勇、黃椿喜、沈里音，2016，“雨量頻率配對校正技術實作與案例應用分析”，105年天氣分析研討會。
3. 「水文模式與分散式洪水預報系統整合應用計畫(1/3)~(3/3)」，2007~2010，經濟部水利署。
4. 「機率式洪水預報系統之研發(1/2)~(2/2)」，2010~2011，經濟部水利署。
5. 「系集降雨預報應用於洪水預報之研究(1/2)~(2/2)」，2012~2013，經濟部水利署。
6. 「系集洪水預報系統資訊整合及加值應用」，2014，經濟部水利署。
7. 「系集洪水預報決策支援服務之研發應用」，2015，經濟部水利署。
8. 「洪水預報決策支援服務建置及加值應用」，2016，經濟部水利署。
9. 「106年洪水預警決策支援服務技術研發及加值應用」，2017，經濟部水利署。
10. 「107年洪水預警決策支援服務技術研發及加值應用」，2018，經濟部水利署。
11. Y. Zhu, and Y. Luo, 2015, “Precipitation Calibration Based on the Frequency-Matching Method.”, *Weather and Forecasting*, 30, 1109–1124.
12. Y. Zhu, and Z. Toth, 2004, “May 2004 implementation of bias-corrected QPF and PQPF forecasts.”, NOAA/NWS/Environmental Modeling Center.