

國立臺北科技大學產學合作一般計畫【簽約用印】申請書 計畫序號:6414

會計編號 (主要經費來源)	- 209702	申請日期 (最後修改日期)	109年01月30日
------------------	----------	------------------	------------

計畫名稱	淹水預警平臺之建置與整合(1/2)
------	-------------------

執行期間	自 109年01月13日 至 109年12月15日 (計畫期程:1)
------	------------------------------------

委託單位	國內委託單位 :經濟部水利署水利規劃試驗所 國際(兩岸)委託單位:無
------	---------------------------------------

合作單位	國內合作單位 :無 國際(兩岸)合作單位:無
------	---------------------------

受惠機構	臺北科技大學
------	--------

計畫主持人	10843 張哲豪	所屬學院系所	工程學院 土木系
-------	-----------	--------	----------

無共同主持人，您分配予本計畫之金額為:7,900,000元，您分配本計畫之先期技轉授權金為:0元

合約版本	其他版本	合約備註	無
------	------	------	---

1. 主要經費來源：經濟部水利署水利規劃試驗所  
 ◎ 來源類別：政府其他部會(不含國科會、教育部)

會計編號	營業稅	經常費	設備費	管理費	管理費執行/分配單位	先期技轉授權金	合計
-	0元	7,181,818元	0元	718,182元	研發中心 防災工程科技中心	0元(其他理由請說明)	7,900,000元

合計各項費用總合	營業稅：0元 管理費：718,182元	經常費：7,181,818元	設備費：0元	先期技轉授權金：0元
----------	------------------------	----------------	--------	------------

總計畫經費	7,900,000元 (總計畫經費有誤或不符合時，請洽產學合作處詢問。)
-------	--------------------------------------

管理費備註原因	無
---------	---

是否適用科研採購法	否
-----------	---

是否為投標案件	否
---------	---

是否涉及資通安全責任等級分級辦法第5條第1款	否
------------------------	---

是否需產學合作處專利技轉組協助與廠商洽談相關技轉及成果歸屬比例事宜	否
-----------------------------------	---

備註	無
----	---

依「國立臺北科技大學專題計畫結餘款分配及使用辦法」第五條第三項第三款規定：「因執行計畫致使學校有法律賠償責任者，應暫停結餘款使用並依實際損失金額(含賠償金、違約金及訴訟相關費用等)逕行扣支」。

計畫主持人已閱讀並同意依學校規定辦理。

# 國立臺北科技大學產學合作一般計畫【簽約用印】申請書

計畫序號:6414

1. 管理費請依「國立臺北科技大學產學合作收支管理辦法」規定之標準提撥，【政府機關10%，其他15%（含財團法人、公民營企業）】
2. 管理費提撥金額低於上述規定標準時，請於備註欄說明原因，奉校長核可後執行。
3. 本申請書奉核後，請將合約書及執行同意書送至文書組用印，再連同經費表上傳至產學合作資訊系統。

計畫主持人 (承辦人)	單位主管 院	產學合作處	主計室	校長
	<p>單位主管 </p> <p>院長 </p>	<p style="color: blue; font-weight: bold;">合約書已查閱</p> <p>1. 107年11月01日起 請計畫主持人申請書完 成後，連同雙方用印完 成的【合約書】、【經費 表】、【執行同意書】上傳 至產學合作資訊系統。</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"></p>	

  
 109.11.27  




## 淹水預警平臺之建置與整合 (1/2)

The Impact of Integration and implementation of Early  
Warning System for Inundation (1/2)



主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

執行單位：國立臺北科技大學

中華民國 109 年 12 月

# 摘要

## 一、前言

經濟部水利署水利規劃試驗所(以下簡稱本所)於106及107年之「淹水預警功能之測試與運作」為基礎,以臺中、臺南、高雄與屏東地區為範圍,將二維淹水模式導入高效能與作業化,實證技術可行性,達成二維淹水預警系統即時預報的目標。而108年在「提升即時淹水模擬效能之研究」的計畫,累積了相當程度的系統開發經驗,以及應變規格的率定,另加強了颱風事件執勤的上線壓力測試。

以前開兩計畫的技術基礎,擴充建置臺灣全島各縣市之二維淹水模式高效能版本,並持續結合水利署FEWS\_Taiwan平臺,逐步達成二維淹水預警系統全臺上線目標。經由資料整合與運算排程之優勢,以及標準化的程序,在氣象局預報雨量資料的供應下,能夠以每3小時預報未來6小時方式,演算二維淹水模擬,提出可能的淹水預警範圍;藉此即可適當評估超前部署的可行性,進一步提升災防能量。

現階段水利署淹水預警的架構,主要採一維模擬模式為主,重點在於河川水道之水位預報;但是面對短延時強降雨的事件型態下,實際發生淹水災害地區,相對於中央管河川,近年來多常發生於區域排水,甚至於縣市管排水區域。因應這種災害空間尺度上的需求提升,署內所推動的第三代淹水潛勢圖,已經考慮區域排水與下水道等細節,以二維淹水模擬的方式,計算可能的淹水地區,更能符合淹水預警的目標。然而,淹水潛勢圖乃是情境式的模擬結果,並沒有考慮降雨的時間性與空間性變化,僅能呈現與預報總降雨量接近的可能淹水區域。因此,本研究逐步擴展淹水潛勢圖能量,建置或是整合全臺二維淹水模式高效能版本,並串接暴雨或是颱風事件的氣象觀測與預報雨量,即時模擬全臺淹水可能致災範圍。將原先由河川水位為主的預報,擴展到區排等級的淹水範圍預警。

上述的淹水預警架構,為於颱風期間能夠正常運作,必須考量一日多次預報的需求,通常為1小時內必須完成計算工作,因此計算機與網路資源的配置是十分重要的課題。此外,基於預警功能不中斷的需求,設置上也必須考慮備援系統的建立,才能在颱風期間維持穩定正常的預警功能。為此,本

研究建議結合水利署與財團法人國家實驗研究院高速網路與計算中心（以下簡稱國網中心）的運算能量，並在現有的二維淹水預警系統上，新增 9 個縣市，包含：臺北市、新北市(含基隆市)、新竹縣市、苗栗縣、彰化縣、嘉義縣市；此外，整合宜蘭縣與雲林縣所即將建置完成之二維淹水預警模式，以及維護既有已上線之 4 縣市淹水預報系統（臺中、臺南、高雄、屏東），可望在本年度研究結束後，提供全臺 15 縣市的二維淹水預警服務。

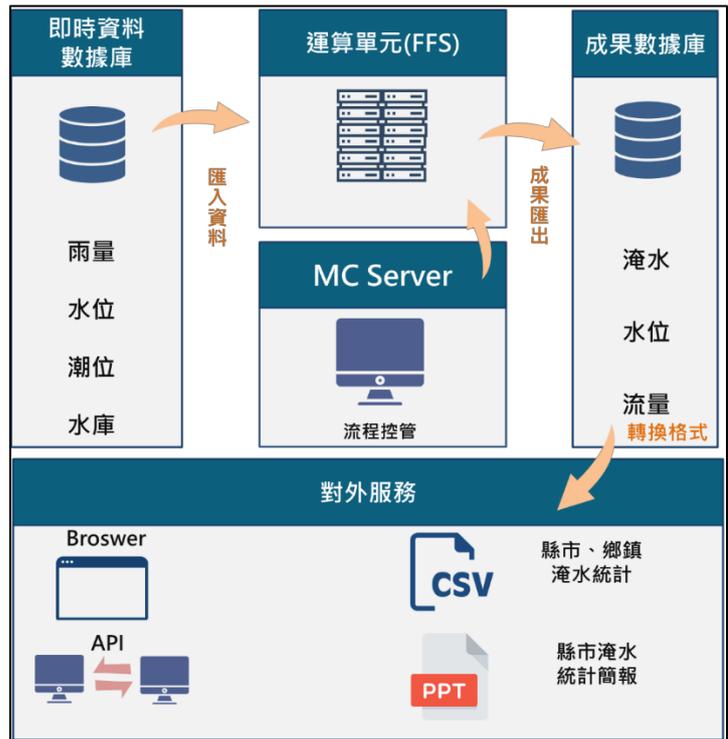
同時，為了持續檢驗與更新模式預報能力，並且延伸水利署智慧防汛的能量，本研究也將介接水利署水資源物聯網 (Internet of things for Water resource, IoW) 中，對應實地裝設即時淹水水位感測器；藉由物聯網的技術將淹水深度傳回，與模式模擬的結果相互比較驗證，輔助模式校驗，並以資料同化概念，開發模擬成果校正技術，減少與現場淹水狀況差距。

水利署目前在國家發展委員會協調之下，正與內政部地政司進行跨部會的共同開發，建置以水利用途為主要考量的數值地形模型，稱為「水利數值地形模型」(Hydro Digital Elevation Model, HyDEM)。本研究以此新型資料，針對系統進行調整，同時以臺南市兩處流域進行 HyDEM 結合二維淹水預警模式之測試，探討地文及水文資料對模擬結果之影響。

## 二、建置全臺淹水預警報系統

本研究主要工作項目為建置宜蘭、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東等共計 15 縣市的即時淹水預警報系統。為了配合今年度系統排程需求，一日八報每 3 小時提供未來 6 小時的淹水預警資訊，高效能的模式調校是不可或缺的，在本篇報告中會針對各縣市之高效能調校內容以「模式架構」、「運算效能」、「穩定性測試」等面相分別統計。

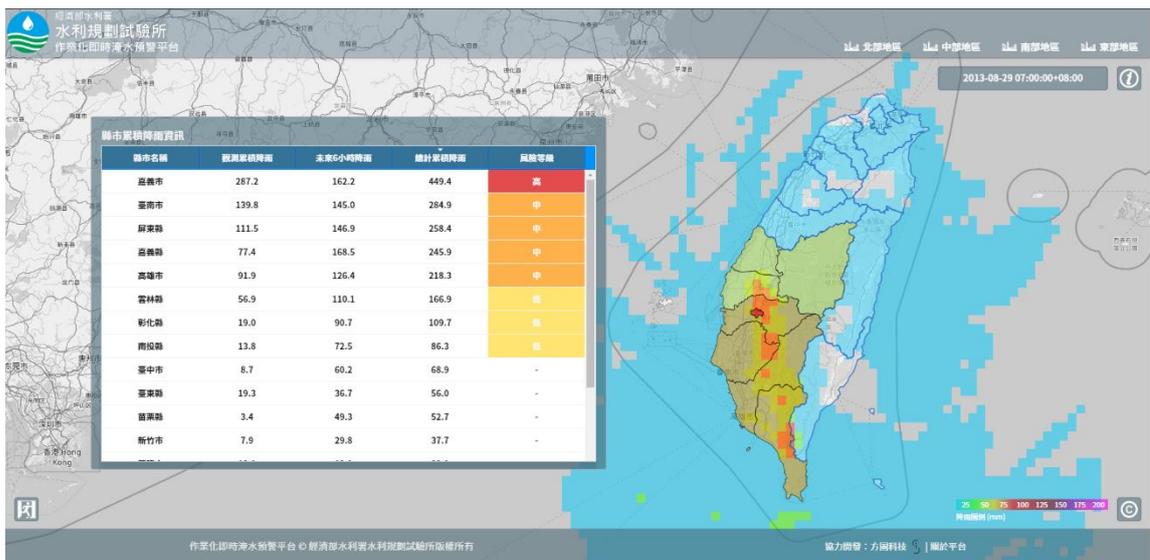
高效能模式調校著重在於模式的穩定以及快速的運算速度，以大量分區的方式達到模式平行運算的可能性，為此本研究也因應此一理念建立一套應對系統架構。摘圖 1 為目前系統的整體架構，文章中會依據個別單位進行細部說明，運作說明以及對應產出。除了穩定的模式運作外，模式成果的提供也是一大亮點，提供了多種的資料提供方式以及多樣的資料加值服務。



摘圖 1 淹水預警系統架構

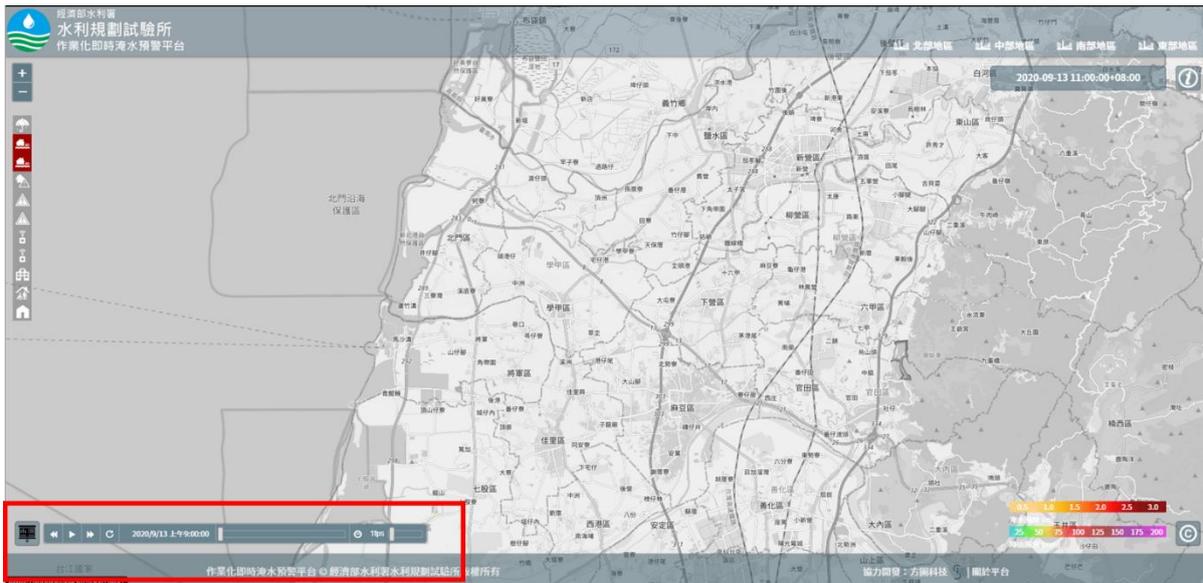
### 三、整合全臺淹水淹水預警系統

在此一工作項目中主要針對系統所提供的各種運算成果進行加值應用，並盡可能的配合各資料使用單位加以改進。目前系統主要的資料供應方式以「淹水預警整合平臺網頁」、「系統成果 API」以及「縣市淹水統計簡報」共計三種方式，並以網頁平臺作為最終的呈現方式，如摘圖 2。

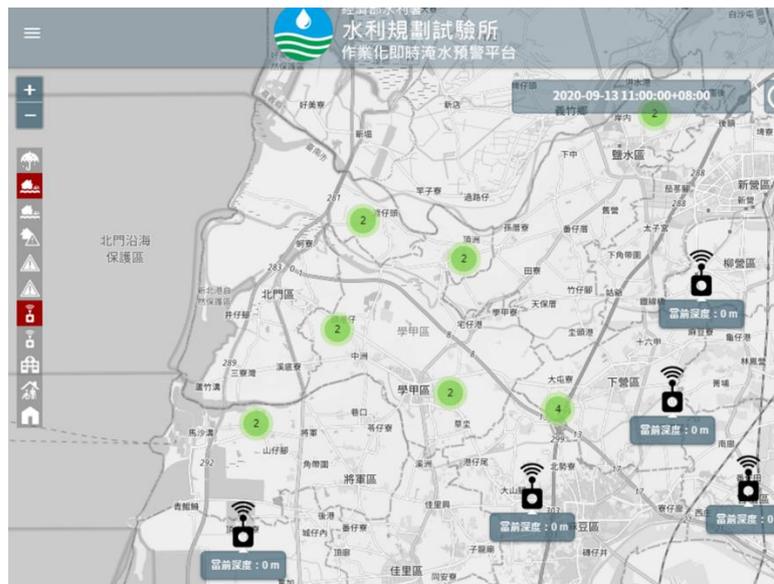


摘圖 2 作業化即時淹水平臺

淹水預警整合平臺網頁也在今年度研究中提出了兩項精進更新；由於今年度的系統運作排程調整為，一日八報每3小時提供未來6小時的淹水預警資訊，每一報別中包含了9個小時的淹水資訊(過去3小時未來6小時)，因此有了逐時查看淹水資訊的需求存在。對應此一需求，平臺從原先的展示各報別的最大淹水深度外另外新增逐時查看淹水資訊的功能，摘圖3；配合民生公共物聯網在IoT數量上的大幅增加，導致原先的網頁平臺在展示數量過的IoT時造成操作上的困難，為此也針對此一狀況進行的相應調整，摘圖4。



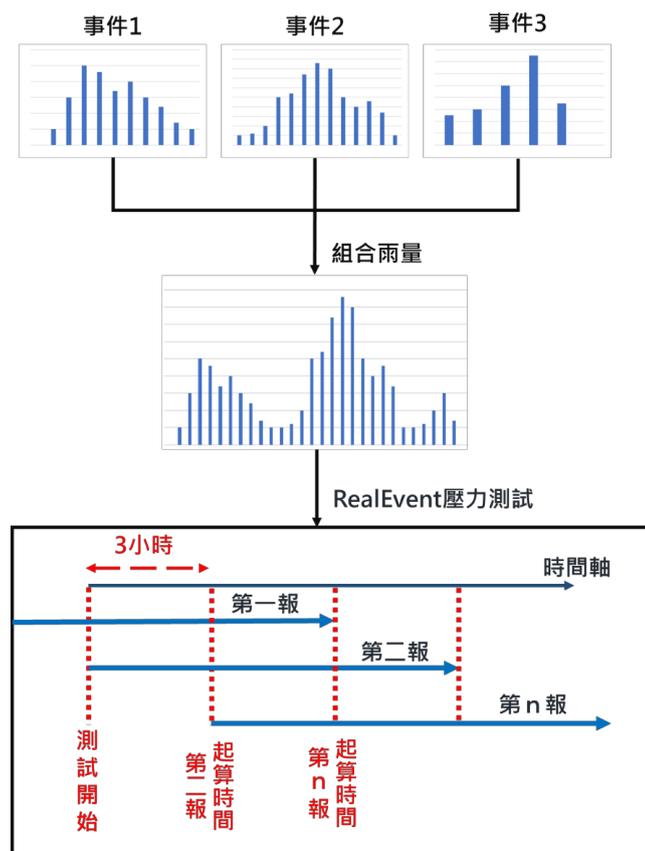
摘圖3 時序列功能展示



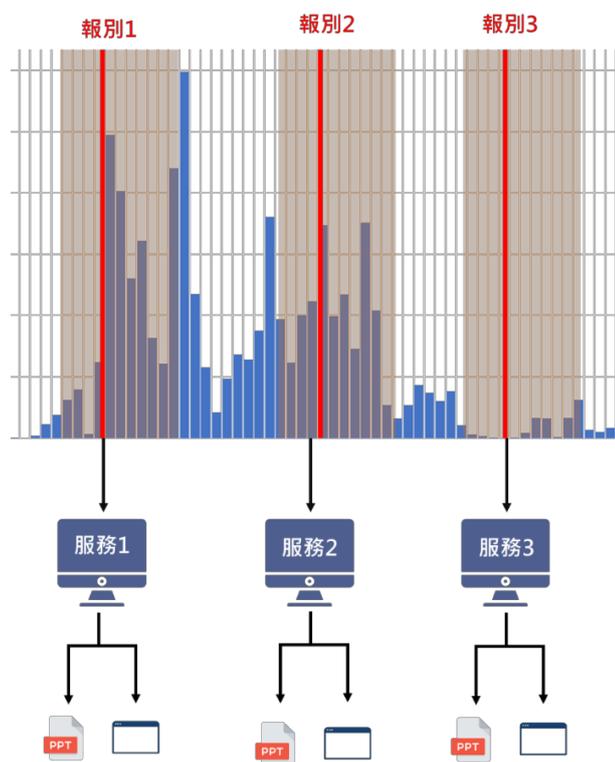
摘圖4 更新後IoT路面淹水感測計展示頁面

#### 四、109年防災資訊與應變服務

在過去礙於淹水預警系統對於硬體設備需求的要求龐大，一直無法進行整體系統的校能以及壓力測試，僅能依據各縣市模式的運算效能作為參考依據。而在今年度針對系統壓力測試設計了兩套因應不同需求的架構，分別為「系統運作導向壓力測試-RealEvent」以及「系統展示導向壓力測試-DesignEvent」；系統運作導向壓力測試-RealEvent 如摘圖 5，以長時間的設計雨量事件進行壓力測試，紀錄各報別的操作狀況提前發現錯誤並加以解決，大幅度的減少正式系統上線發生錯誤的次數；系統展示導向壓力測試-DesignEvent，由於排程規畫系統每三小時才會更新運算成果，在這樣的設計下難以作為現場展示的工具為此設計了 DesignEvent，摘圖 6。將系統展示面以及運算面完全分割，利用預先處理事件成果並配合不同展示頁面達到同一時間觀看不同報別的可能性。



摘圖 5 RealEvent 運作架構



摘圖 6 DesignEvent 測試架構

另外在今年度研究針對颱風事件防汛值勤的服務加以區分為災前、災中、災後三種不同的時間點，如摘表 1 所列，並依據各時間所需注意事項以及提供資訊進行說明。以 109 年 0521 梅雨事件的防汛值勤為例，分別對臺南、高雄、屏東等三個地區進行案例分析。配合民生公共物聯網在 IoT 數量上的大幅增加，建立大數量的 IoT 路面淹水感測計對於模式運算成果比對依據。

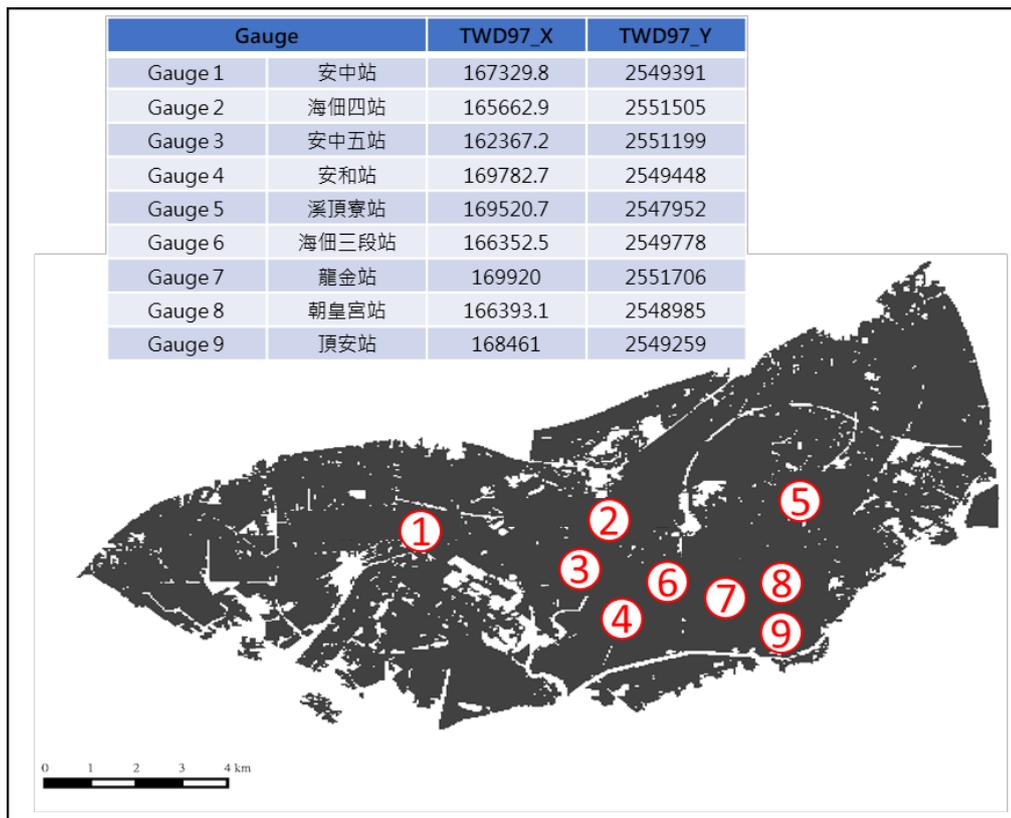
摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向

防汛階段	資訊供應內容
災前(整備階段)	防汛熱點、淹水預報資訊彙整
災中(應變階段)	防汛熱點、淹水預報、災情資料支援
災後(復建階段)	淹水調查報告協助、水文統計資訊彙整

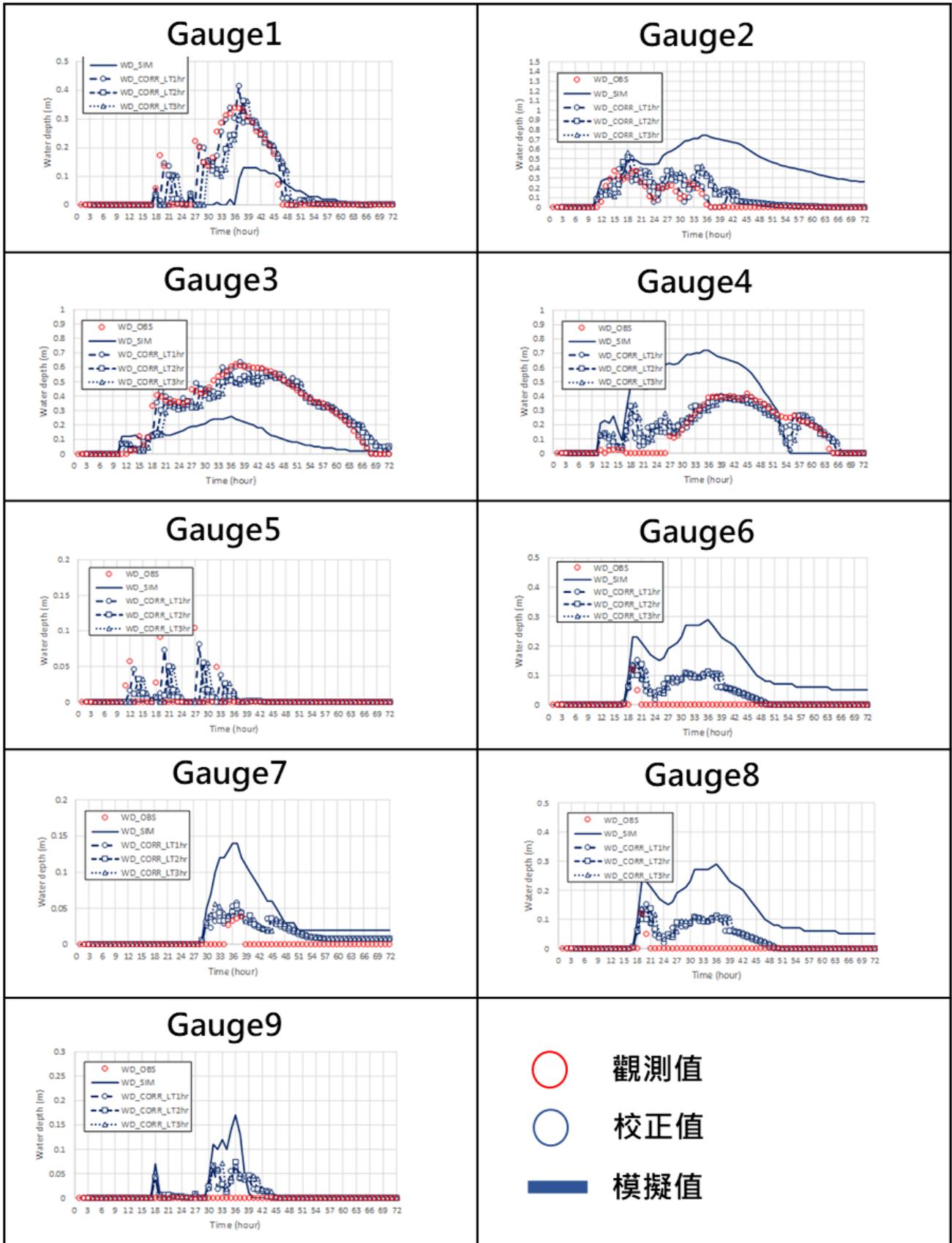
## 五、資料即時同化之研究

因降雨預報-逕流模擬-淹水預報過程中因極端氣候之影響，故在淹水模擬過程中產生了不確定性進而造成淹水預報資訊(包括測站淹水水深及淹水範圍及面積)逕生誤差。為降低水情測預報系統所提供淹水預報資訊可能因水文、氣象及地文等不確定性之影響而所產生誤差以提高淹水預報可靠度，本研究研議參考資料即時同化概念，結合路面淹水感測器於暴雨事件即時量測淹水水深資料，發展可即時修正淹水預報之資料即時同化演算法，且當新增路面淹水感測器或位置變更時，模式可自動修改演算法參數後立即進行校正預報作業。

以臺南 20180823 豪大雨事件作為測試案例，以當時所架設之 9 站 IoT 路面淹水感測計為依據進行資料即時同化的校正流程，摘圖 7。單點的校正成果如摘圖 8。



摘圖 7 測試使用之淹水感測計位置



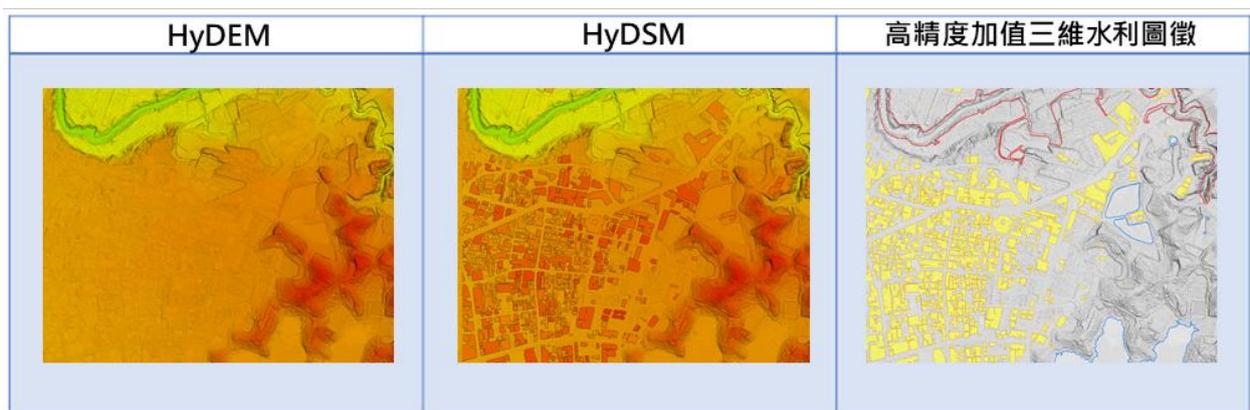
摘圖 8 臺南 0823 豪雨事件淹水觀測比對

## 六、預報精進與優化

在 108 年度地文資料對區域淹水模擬之影響評估計畫當中，將原先的 HyGDI 再獨立出與數值地形模型(Digital Terrain Model)有直接關聯性的 HyDEM(Hydraulic Digital Elevation Model)，並將 HyDEM 系列產品分為三種規格：HyDEM、HyDSM 以及高精度加值三維水利圖徵，如摘圖 9 與摘表 2 所示。

摘表 2 HyDEM 產品規格表

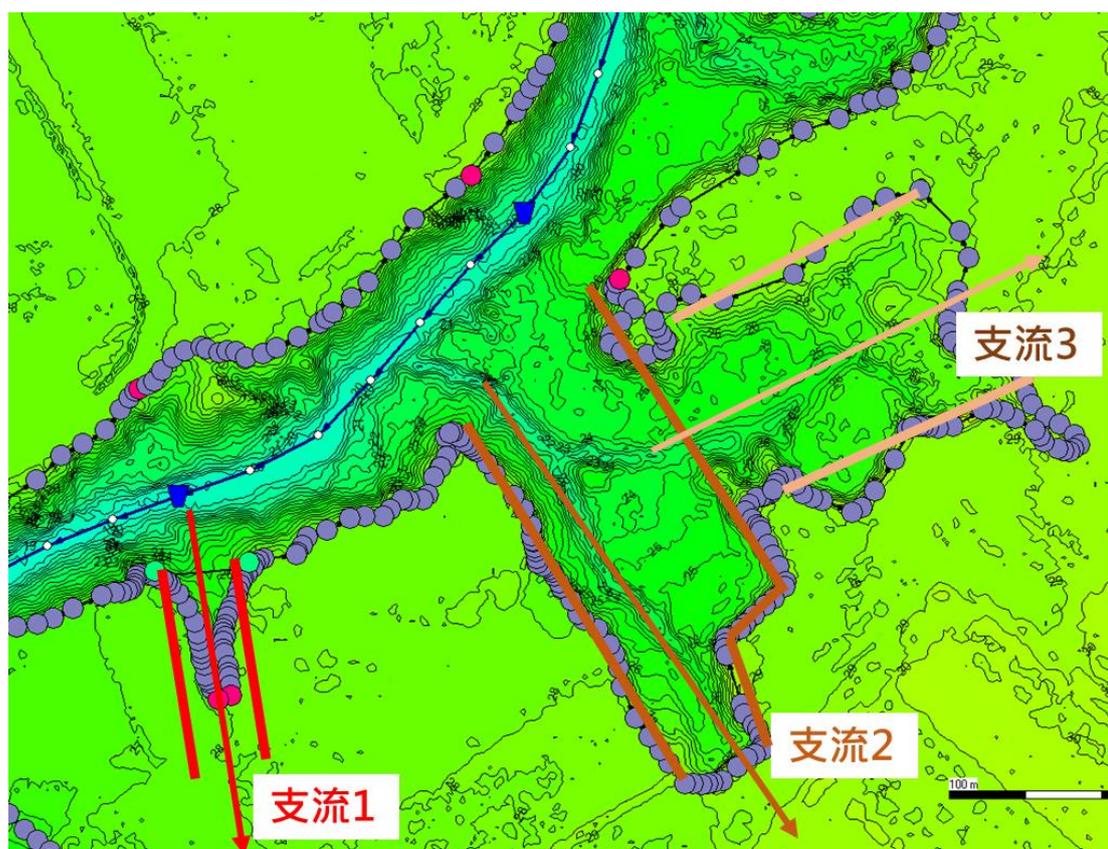
摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向
摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向
摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向
摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向	摘表 1 防汛作業值勤支援主要資訊供應內容與方向



摘圖 9 HyDEM 系列產品比較圖

依據水利模式建模之需求建立 HyDEM 更新資料應用轉換流程，以滿足未來 HyDEM 更新後水利模式相應更新之需求，摘圖 10。並依據此一轉換流程分別針對將軍溪流域、鹽水溪流域以及二仁溪流域(包含三爺溪以及港尾溝溪)三個流域進行更新測試，並以渠道長度變化來量化 HyDEM 對於水利模式的更新，摘表 2。

**關鍵字：**SOBEK、FEWS-Taiwan、IoT、即時演算、淹水模擬



摘圖 10 HyDEM 產品於水利端應用

摘表 2 HyDEM 更新渠道數量

模式流域	原先渠道長度(km)	更新後渠道長度(km)	變動百分比(%)
鹽水溪流域	533(108年更新版本)	574(109年更新版本)	7.6
將軍溪流域	180	788	337
二仁溪流域 (章節 7-4-3)	219	237	8.2 (二仁溪模式) 46 (僅更新圖幅)

## Abstract

Our team is going to extend high-effective 2D-Flood model to whole Taiwan cities and cooperate with FEWS\_Taiwan, on the base of projects from WRPI in past years. And target to make real-time flood early warning system could be operated online in whole cities in Taiwan.

By the advantages of FEWS\_Taiwan, data integration, SOP workflow and scheduling simulation, we can report potential inundation map for the next six hours which operating every three hours, while Central Weather Bureau(CWB) supply forecast rainfall data.

As a result, by giving the potential inundation map, it is possible to have an early reaction before disaster coming, and level up the energy in disaster prevention.

The warning system in the Water Resource Agency(WRA) is mainly for 1D-WaterLevel simulation in mainstreams. But while short-term storm coming, most of the inundation disasters didn't happen in mainstreams, but other smaller streams. To reactive this kind of emergency, WRA pushed up "the third general potential inundation map", which included other smaller streams and delicate sewer system, make the inundation simulation could be much closer to reality.

However, the potential inundation map isn't consumed the changing of rainfall in spatially and time-series. It could only give the potential inundation area relative to the volume of rainfall.

So this project is going to build-up and integrate high-effective version of 2D-Flood simulation models for whole Taiwan, by giving real-time rainfall data it could make real-time inundation simulation in every city in Taiwan. Level up the original forecast system in WRA, from mainstream 1D-WaterLevel simulation mainly to smaller stream 2D-Flood simulation.

To achieve our goal, operating the system while typhoon coming and giving report several times in one day, usually, it should be able to complete simulation in one hour. So the hard drive and web resources are big issues for us.

In addition, to make sure the system working no-break, we should set up a back-up system to prevent any accident happen.

For this reason, we suggest that WRA and National Center for High-Performance Computing(NCHC) should cooperate together.

At the end of this project, it is able to supply 2D-Flood simulation early warning for 15 cities in Taiwan, which included existed four cities, Taichung, Tainan, Kaohsiung, and Pingtung, two un-integrated cities, Yilan, and Yunlin, and nine new build-up cities, Taipei, New Taipei, Keelung, Hsinch

***Keyword : SOBEK · FEWS-Taiwan · IoT · RealTime Simualtion · Flood Simulation***