

氣象災害預警服務的新視野

氣象組：于宜強

前言

深化氣象預警技術，強化防災服務品質



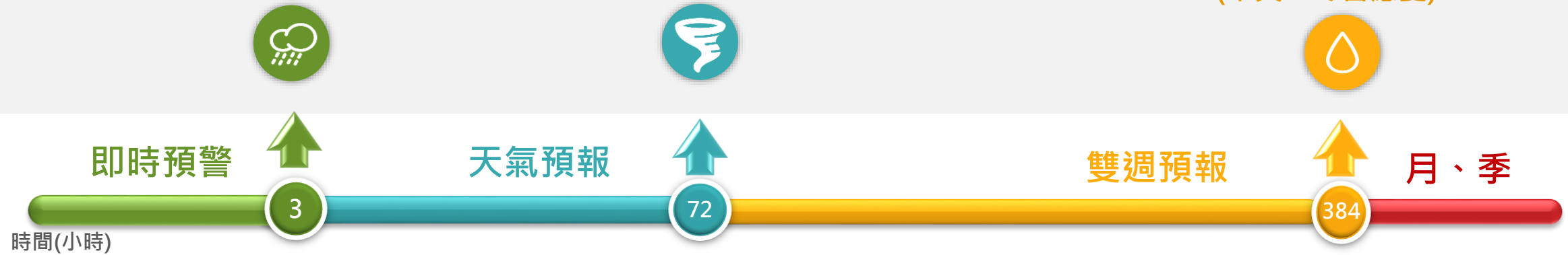
年度工作概述

預警需求

即時天氣預警

颱風應變

極端氣候預警
(旱災、寒害應變)



	即時預警	颱風應變	極端氣候預警
技術研發	偏極化雷達應用	天氣數值預報應用	全球模式(MPAS)應用
產品服務	落雨小幫手 雷達3D風場反演	系集應用與系統改版 福衛七號應用	旱災水庫水情推估 寒害預警

雙偏極化雷達的運用

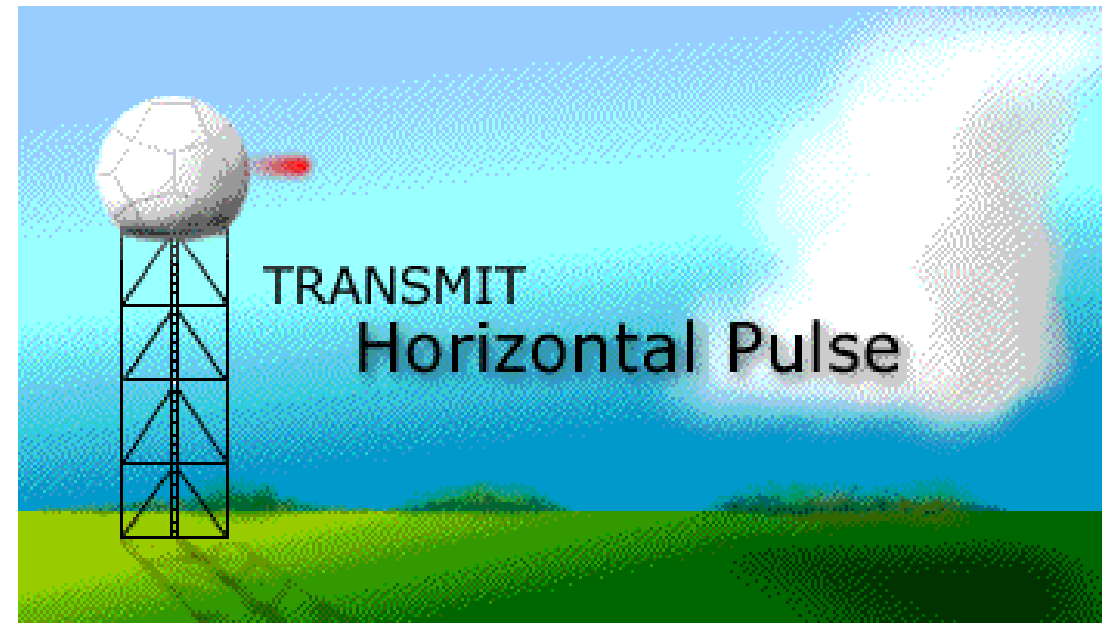
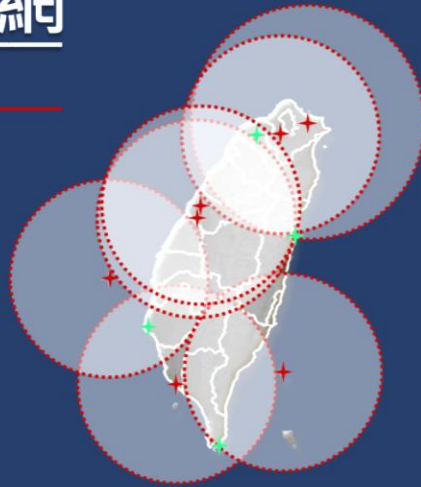
偏極化氣象雷達網

◆ 偏極化雷達

- 五分山雷達(氣象局)
- 林園雷達(防災降雨雷達)
- 南屯雷達
- 樹林雷達
- 馬公雷達(空軍)
- 綠島雷達
- 清泉崗雷達

◆ 都卜勒雷達

- 七股雷達(氣象局)
- 墾丁雷達
- 花蓮雷達
- 桃園國際機場雷達(民航局)



雙偏極化雷達的優勢

- 發射水平、垂直偏極化方向電磁波來觀測空間中降雨系統，得到**偏極化參數**，含有**雨滴大小**、**液態水含量**等資訊，目前主要有**五個**應用方向

參數名稱	都卜勒雷達	雙偏極化雷達
回波(Z_H)	✓	✓
徑向風(V_R)	✓	✓
波譜寬(S_W)	✓	✓
差異反射率(Z_{DR})	X	✓
差異相位差(Φ_{DP})	X	✓
比差異相位差(K_{DP})	X	✓
相關係數(ρ_{HV})	X	✓

01 反演**雨滴粒徑分布**(可進行**降雨動能**估算)

02 雙偏極化雷達降雨估計，提升定量降水估計之精確度

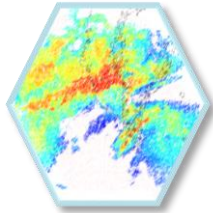
03 雷達資料同化，提供劇烈天氣預報

04 水象粒子分類，了解降雨型態種類

05 作為其它雷達的觀測資料或降雨估計結果校驗參考

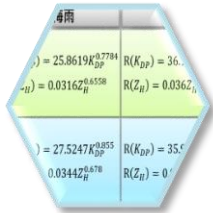
偏極化雷達處理與雨量估計技術

利用即時偏極化雷達資料，強化資料品質、雨量估計，提升即時天氣預警能力



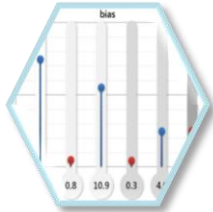
資料處理

優化全台雷達資料處理流程，節省**5分鐘**作業時間，提升作業品質與時效性



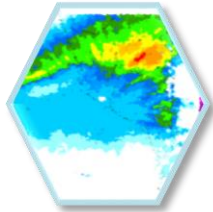
雨量估計

利用雨滴譜儀資料建立不同區域**降雨估計方式**



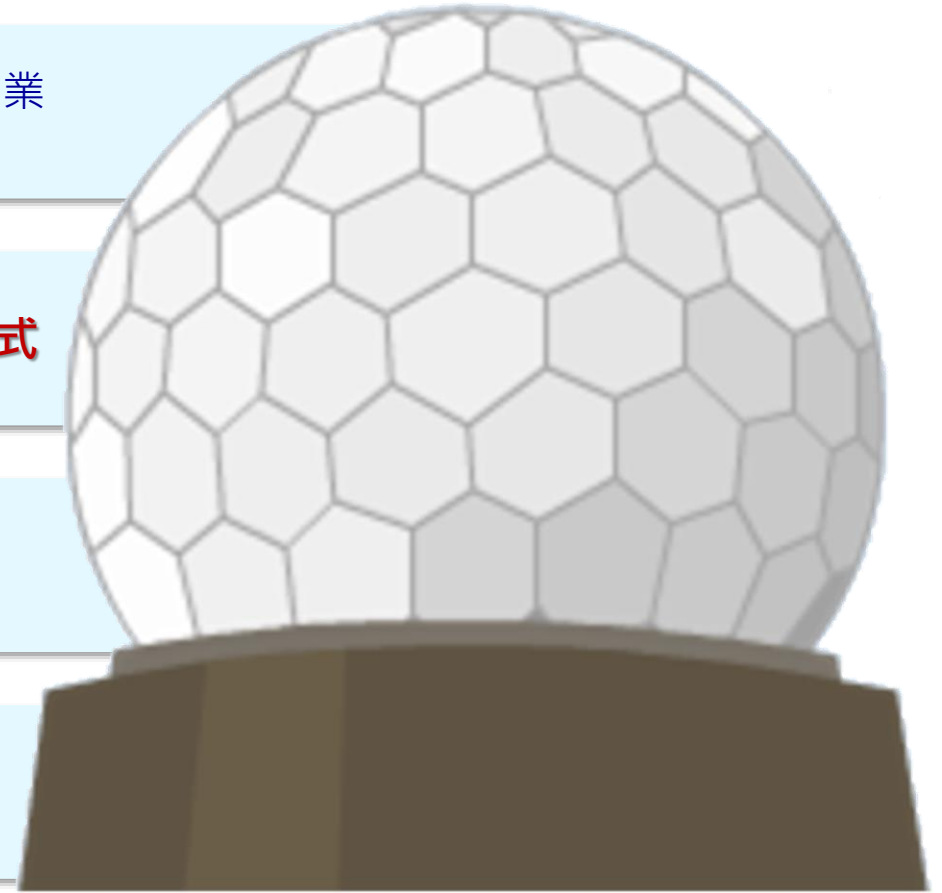
結果校驗

大幅改善雨量估計精確度
均方根誤差**32%**及偏差量**86.8%**



產品開發

建立穩定雨量估計流程，每**10分鐘**可獲得10分鐘與1小時估計雨量產品

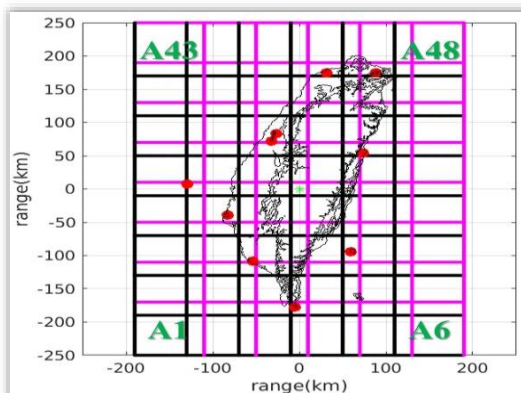


運用WISSDOM系統進行全台三維雷達風場反演

運用全台10座氣象雷達建置即時三維風場反演監測系統，強化臺灣即時天氣監測技術

01 方法建立

將全台分成**48個**小區域，透過**平行化計算**方式，進行區域風場反演，加速作業時間，採用拼接方式獲得**全台三維風場資訊**

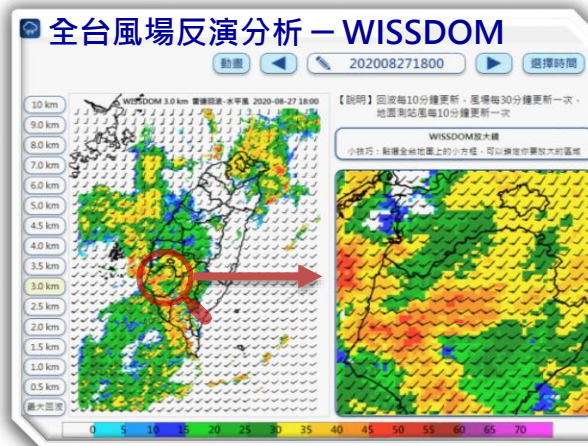


48個小區域示意圖
(80*80平方公里，區域之間重疊20公里)

02 系統建置

自動化作業與展示系統建置

- 每**30分鐘**更新三維風場，疊加每**10分鐘**更新之三維回波資訊



天氣與氣候監測網

03 5大優點

- 經過完整資料處理程序，資料**品質好**
- 平行化作業方式，10分鐘**速度快**獲得到完整的全台風場資訊
- 風場結果產出**穩定高**不受雷達資料缺漏影響
- 風場資訊**完整的**，強化對致災性降雨系統監測
- 反演範圍**可調整**任意

降雨動能的估算

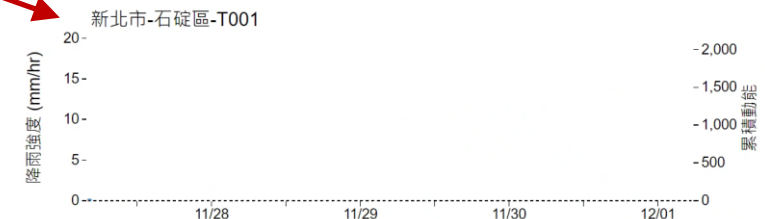
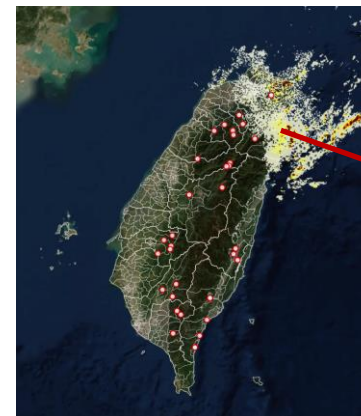
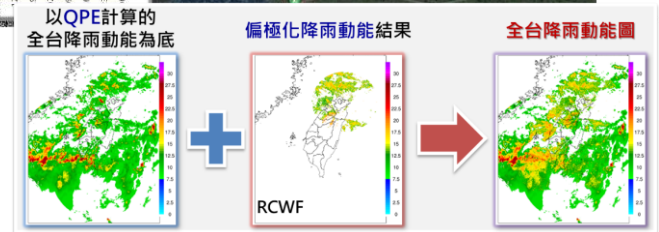
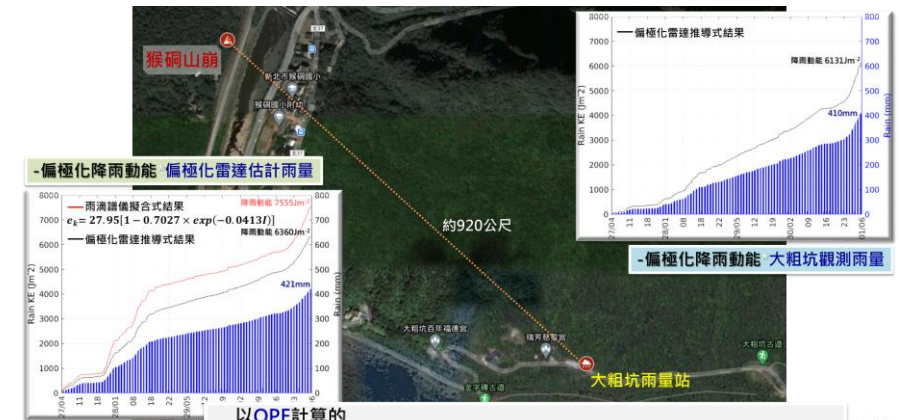
降雨動能與坡體崩塌及輸砂量的發生有**高相關性**可作為坡地災害發生前提供預警資訊



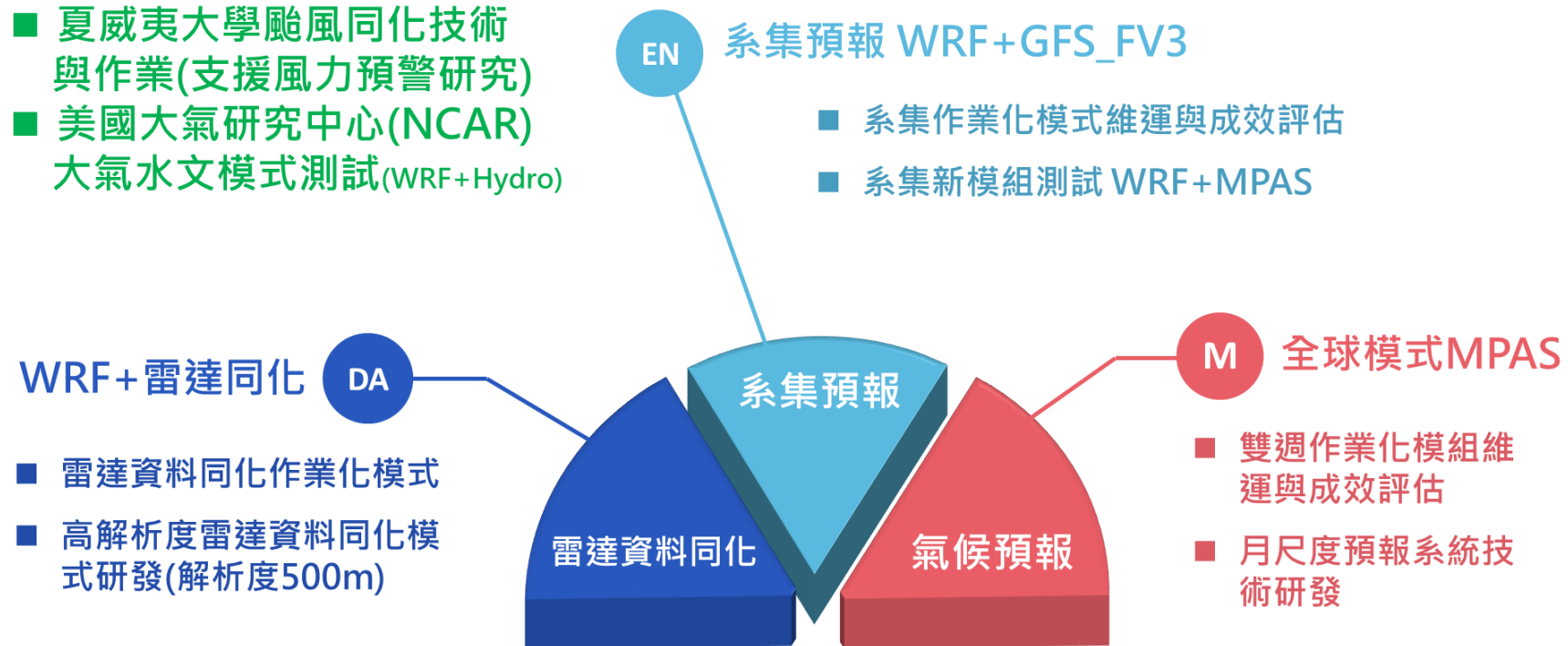
$$e_k = \frac{\pi\rho}{6} \int_{D_{min}}^{D_{max}} D^3 N(D) v^2(D) dD$$



$$e_k = \frac{TKE}{TV} = \frac{\rho}{2} \left[0.00315 \frac{\Gamma(\mu+10)}{\Lambda^6 \Gamma(\mu+4)} - 0.102 \frac{\Gamma(\mu+9)}{\Lambda^5 \Gamma(\mu+4)} + 1.40 \frac{\Gamma(\mu+8)}{\Lambda^4 \Gamma(\mu+4)} - 9.20 \frac{\Gamma(\mu+7)}{\Lambda^3 \Gamma(\mu+4)} + 25.8 \frac{\Gamma(\mu+6)}{\Lambda^2 \Gamma(\mu+4)} - 2.56 \frac{\Gamma(\mu+5)}{\Lambda \Gamma(\mu+4)} + 0.0645 \right]$$



數值預報模式與系集研發

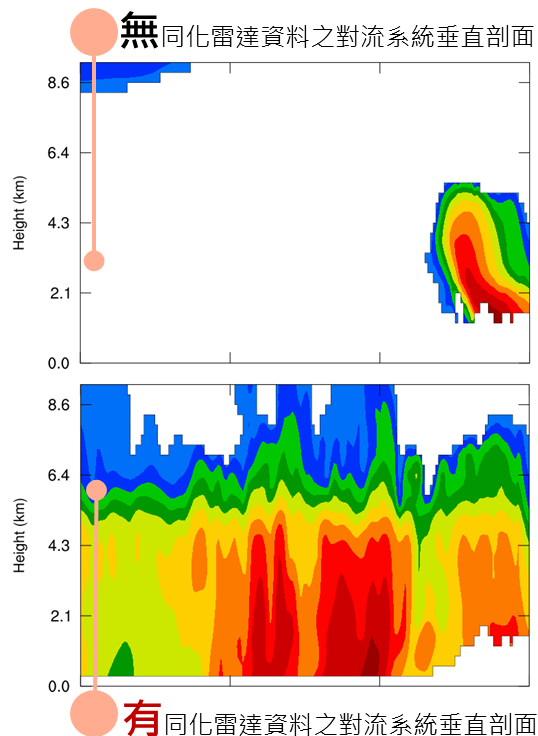


利用防災降雨雷達資料同化研究高解析模式研發



目的

將高時空解析度之防災降雨雷達觀測資料，同化至數值氣象模式中以期提升模式之降雨預報能力



高解析度

- 完成高解析度250公尺模擬
所需計算資源龐大，難以作業化
- 改以500公尺解析度
大幅降低2/3計算時間

高頻率同化

- 每7分鐘高頻率同化一筆
防災降雨雷達觀測資料
- 每半小時同化4筆雷達
觀測更新模式初始場

模式預報

- 同化雷達資料後顯著地增加
強回波值出現頻率
- 時雨量均方根誤差降低
18% (預報120分鐘前)

福衛七號 掩星觀測防災應用

2019年6月
順利發射升空

福衛七號：

- 台美合作氣象衛星計畫
- 六顆低軌衛星組成星系
- GNSS無線電掩星觀測
- 熱帶與中低緯度觀測
- 每天約4000筆觀測
- 測量大氣溫度、水氣及氣壓
- 2020年3月正式公開提供資料下載



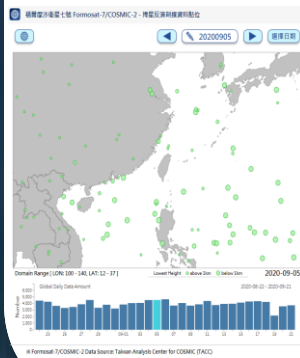
目的

擴大福七掩星應用，提升防災精準預警

資料接收

1

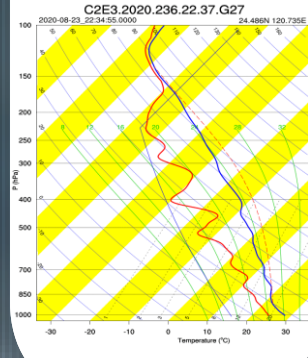
即時介接太空
中心福衛七號
掩星觀測資料



處理展示

2

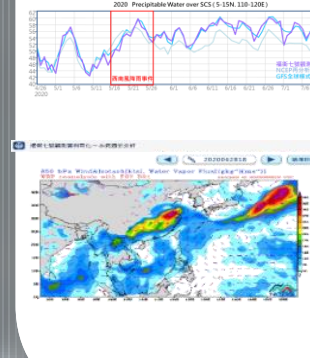
觀測資料即時
處理歷史資料
展示查詢



防災監測

3

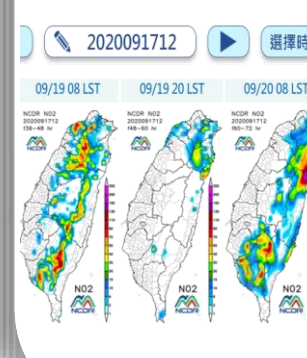
利用水氣溫度
資料研發監測
技術



降雨預警

4

觀測資料同化
技術分析預報
模式開發



應用服務

5

整合各式觀測
資料提供精準
防災服務

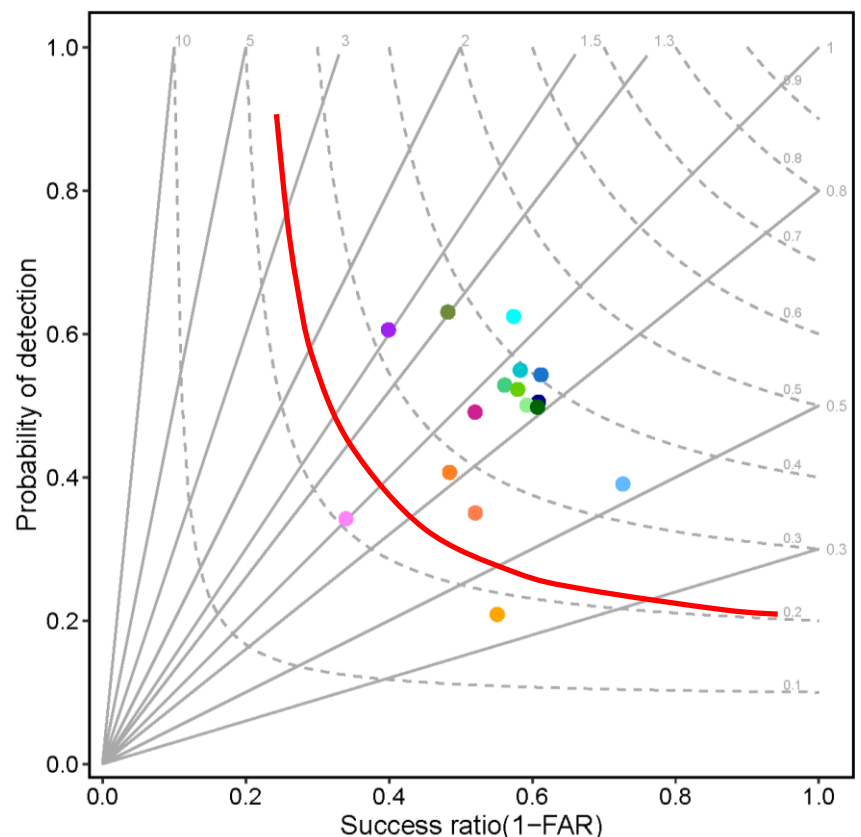


系集預報系統評估

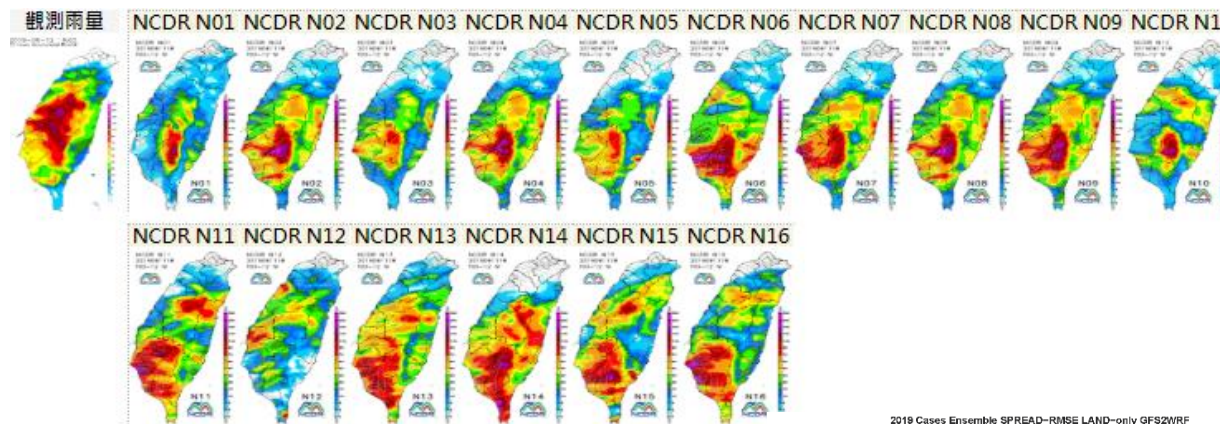
- 系集模式對於極端降雨訊號有不錯的表現($TS > 0.3$)

2019-2020 颱風個案

Threshold 200mm/24hr



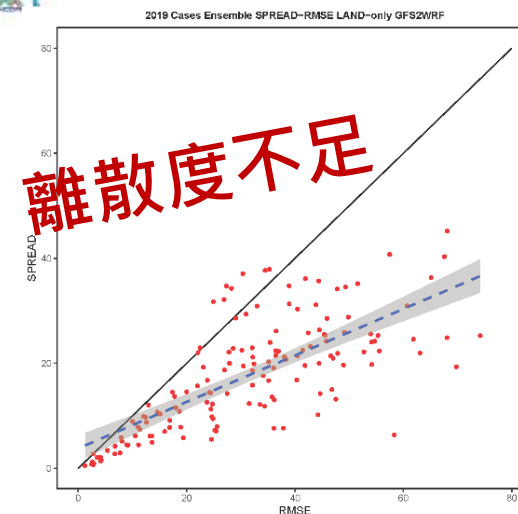
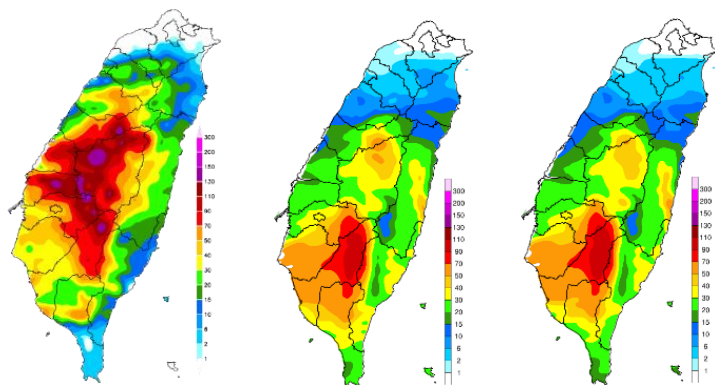
- 進行系集降雨權重調整分析研究時發現，各成員間之降雨分布差異不大



觀測

系集平均

權重調整



系集預報系統成員設定



Initial data	資料同化	邊界層參數化	雲微物理參數化	積雲參數化
GFS	cold start	YSU	Goddard	KF
				GF
				G3
				BMJ
				Tiedtke
	Partial cycle	YSU	Goddard	KF
				GF
				G3
				BMJ
				Tiedtke
	NODA	YSU	Goddard	KF
			WSM5	KF

參數化設定過於單一

成員調整

- ✓ 聚焦**強降雨**模擬策略
- ✓ **台灣地區**梅雨及颱風事件區域模式模擬參數化設定文獻回顧
- ✓ 透過**不同初始資料**、**邊界層與雲微物理參數化**，重新設計**19組**系集成員

Initial data	資料同化	邊界層參數化	雲微物理參數化	積雲參數化
GFS	NODA	YSU	WSM5	KF
	cold start	YSU	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF
		MYJ	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF
	Partial cycle	YSU	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF
		MYJ	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF
MPAS	cold start	YSU	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF
		MYJ	Goddard	KF
			WSM5	KF
			Ferrier	KF

系集2.0改版與實驗平台架構

系集作業系統

透過系集過往表現及文獻回顧，重新建構系集作業系統成員，作為實驗平台的基礎

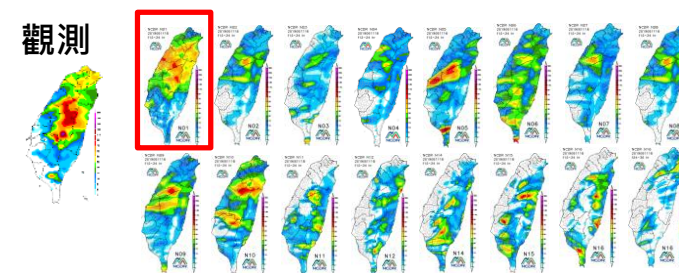
知識庫

從不同降雨事件中累積經驗，建立強降雨模擬知識庫



強降雨事件分析

分析成員校驗結果，找出較佳的模式設定，啟動事件實驗模擬



實驗平台

根據校驗結果較佳的模式組合，進行敏感度測試，期望找出該事件最適合的模式參數設定

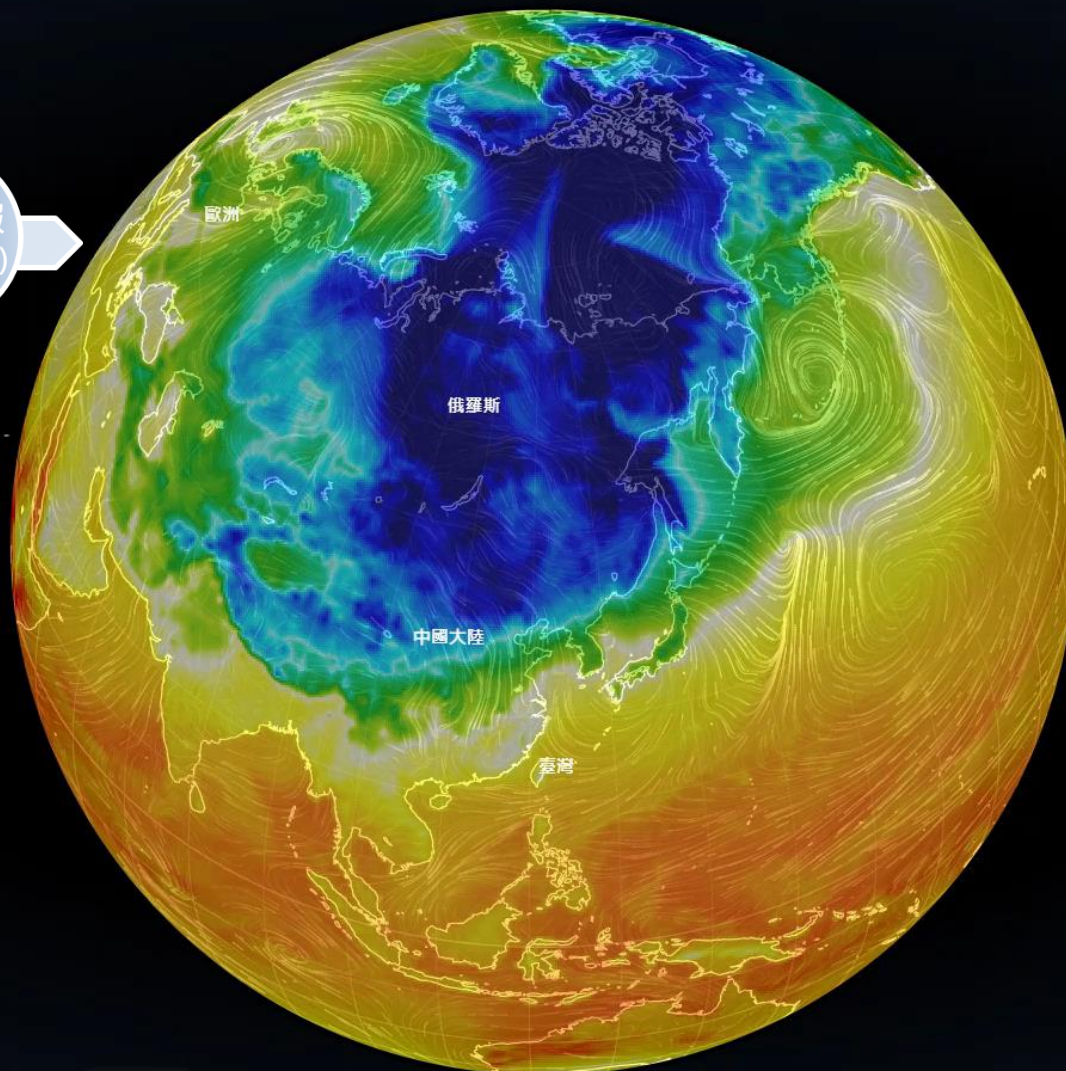
全球模式(MPAS)研發與月預警技術研發

延長預警時間

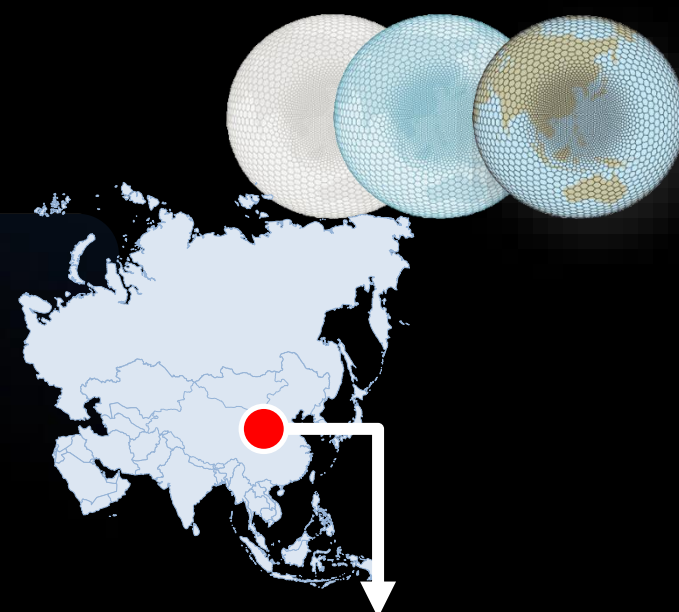


- 建置**月預報系統**與產製過去10年歷史事件資料

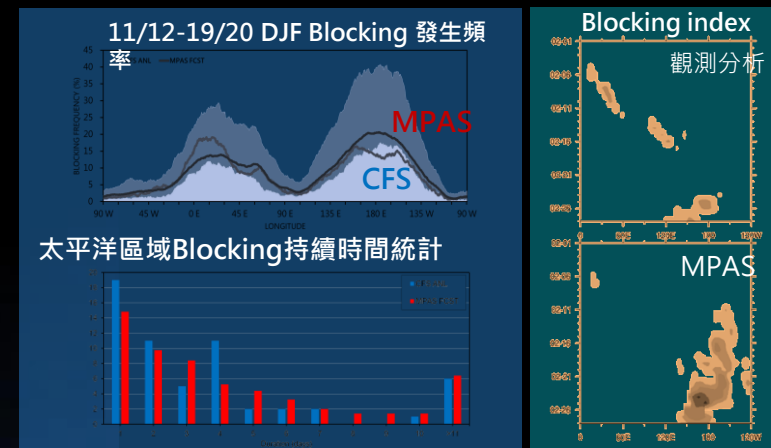
- 建立模式**長期預報校驗評估**
 - GSS, ROC curve, Reliability diagram
 - 顯示MPAS月預報在台灣溫度機率預報上具有預報能力



12/28 18

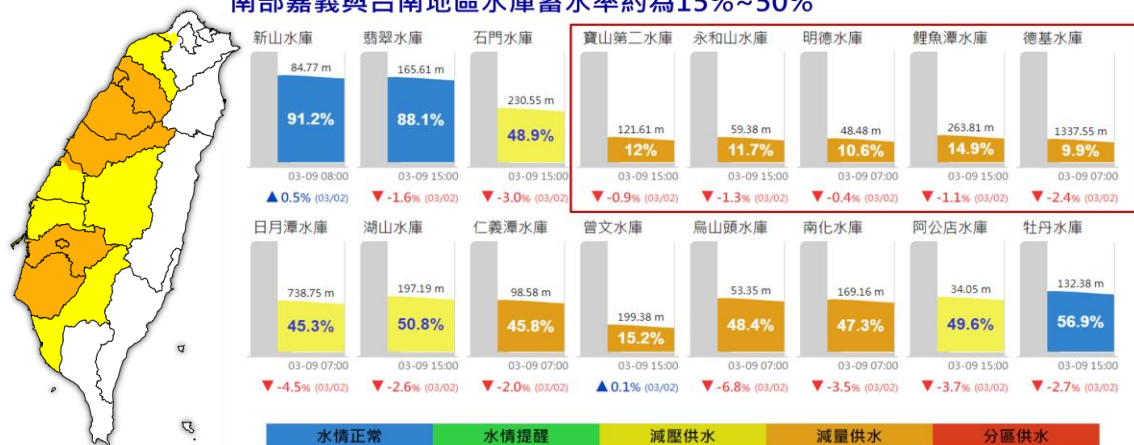


- 根據影響**臺灣寒害氣候因子**建立模式**長期氣候指標**
 - 可模擬出阻塞高壓指標發生頻率及位置
 - 可模擬出冬季地面溫度經驗正交函數(EOF)特徵值

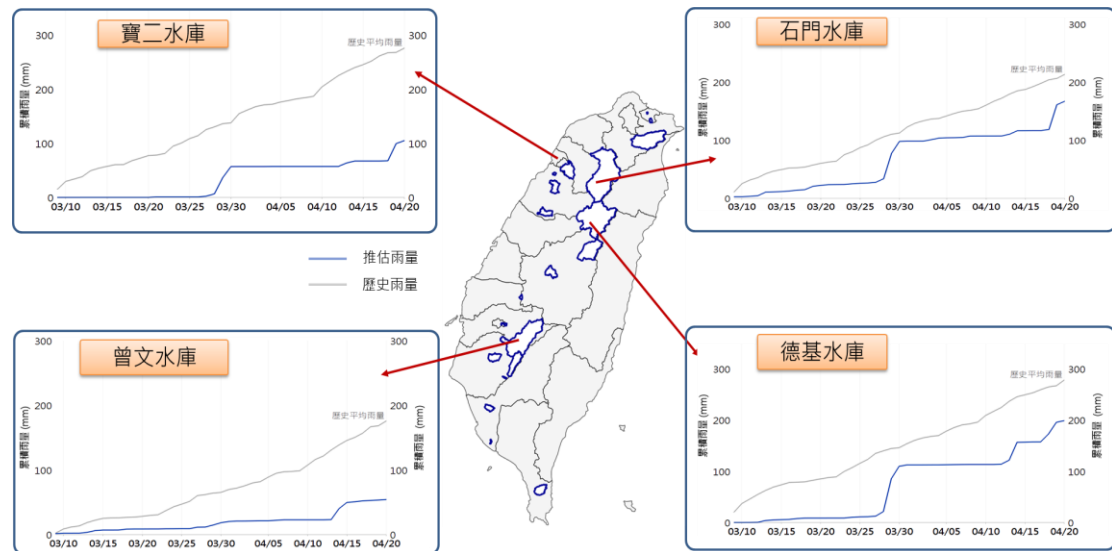


全球模式(MPAS)月預警資訊應用

中部地區水庫蓄水率約10%~15%・創歷年新低紀錄
南部嘉義與台南地區水庫蓄水率約為15%~50%



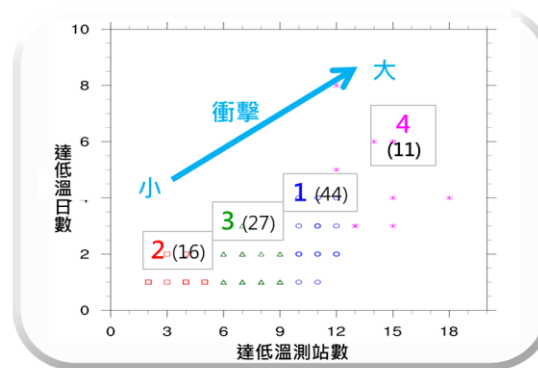
水庫集水區45天雨量推估



57農業專區低溫寒害預警

寒害事件分析與分類

選定SDI (Station-Day Index)作為台灣低溫事件規模指標的研究，其定義為：寒流期間平地達10°C以下之測站數和日數總和
冬季SDI與災損關聯性達0.54，個別取對數後相關性高達0.94



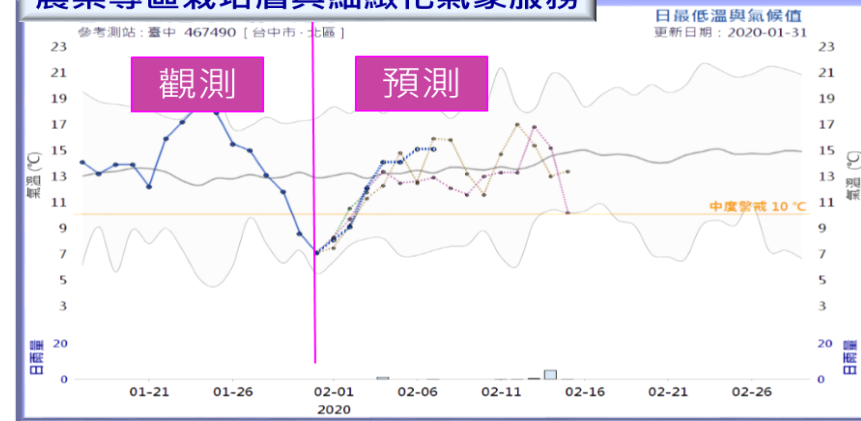
寒害事件衝擊特徵分類

將100場寒流事件，依災害衝擊影響類型

分為乾、濕二類

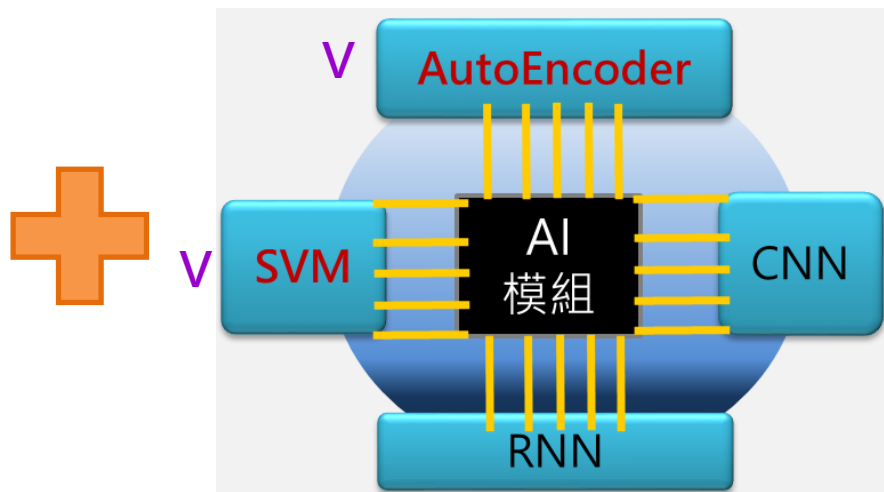


農業專區栽培曆與細緻化氣象服務

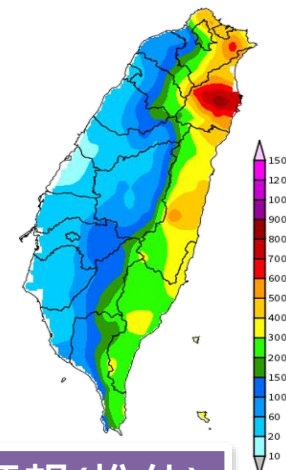


AI預警技術研發

Ai 模組概念



預報(推估)



目的

利用AI模組判識梅雨季西南部地區降雨程度

五、六月為台灣梅雨季，研究發現月雨量氣候值高雨量常發生在西南部山區判識0-10mm、10-40mm、40-80mm 三個門檻值，並測試模組預測時段能力

結果

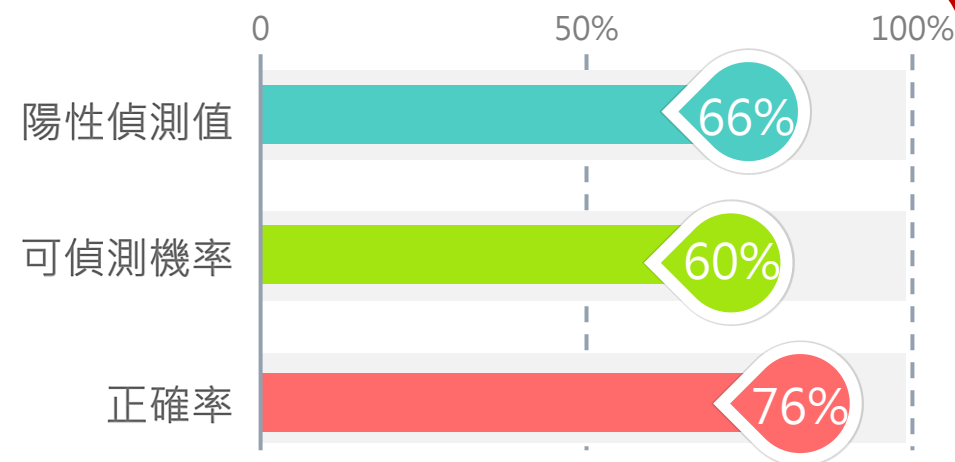
陽性預測值在預報0到三天，平均在六成至七成

測試0至三日前分析場判識當日日雨量，平均均有預報度，陽性偵測值在六成至七成比較預報有效時間與校驗結果，以-12HR與-48HR測試上線模組

實戰

上線測試正確率七成六，模組具有預報度

-12HR平均正確率為七成六，平均陽性偵測值為六成六
-48HR平均正確率為六成八，平均陽性偵測值為五成二



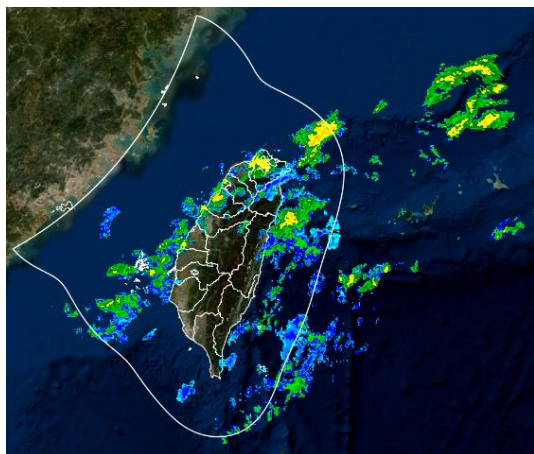
上線平均校驗分數(-12HR)

決策支援過程所需的AI工具

相似性比對

01 雷達回波查詢

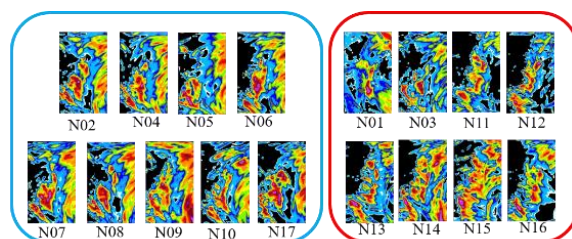
- 建立**進階查詢演算法**，比對**雷達回波圖**，判識歷史相似天象特徵，提升雨量判斷資訊及準確性



特徵分析

02 系集雨量分群

- 可針對**系集雨量**預報結果進行**分群分析**。透過分群方法可將系集預報結果，進行天氣類型分析，了解未來災害風險

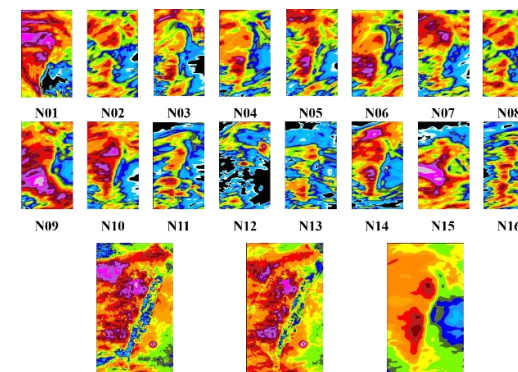


系集預報結果分群分析

最佳化判斷

03 系集雨量最佳化

- 建立各系集雨量預報結果之**分配權重**，產出**最佳化**的雨量預報結果，預期所得資訊經解讀重組後，可提升**雨量預報準確性**



研發



科學



最幫忙你的APP 落雨小幫手



隨手一滑 下雨不怕!!

Android



iOS



將專業氣象資訊，設計成方便的行動裝置APP軟體，應用GPS定位技術，進行即時手機推播與提醒



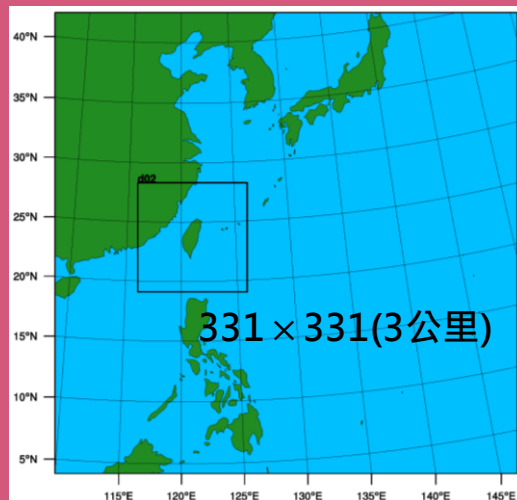
落雨小幫手提供使用者在出門前、下班前或是外出旅遊時，皆可獲得最新的即時降雨預警資訊



行政法人 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

落雨小幫手核心技術介紹

雷達資料同化系統



高頻率、快速更新資料

每間隔30分鐘同化雷達觀測資料



可提供高頻率預報資料

每30分鐘預警4小時



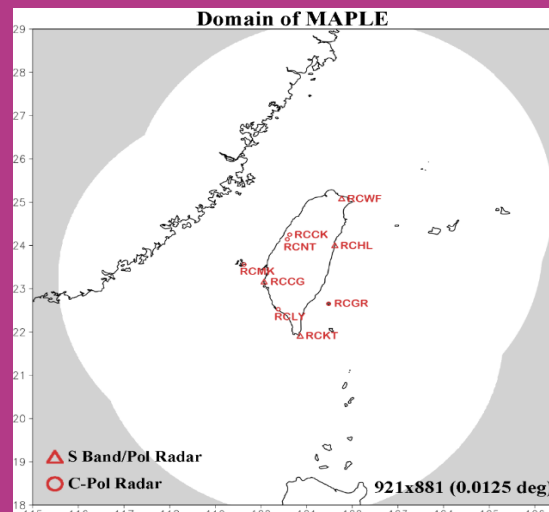
同化多雷達觀測資料

S波段：RCHL、RCWF、RCKT、RCCG

C波段：RCMK

目前作業同化全台10座雷達觀測資料

雷達回波外延法



高頻率預警資訊

每10分鐘輸出3小時結果



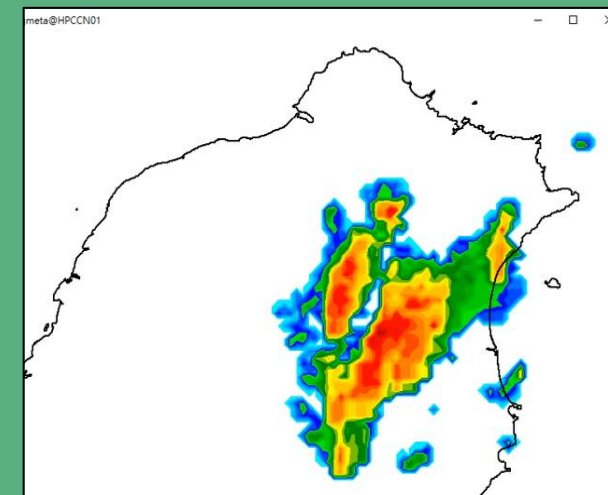
多雷達觀測資料

S波段：RCHL、RCWF、RCKT、RCCG

C波段：RCMK、RCKK、RCGR、RCLY、

RCNT、RCSL

回波最佳化合成(ExAMP)



改善即時預警表現

但仍不適用於更長的預報



混合調整取得最佳化結果

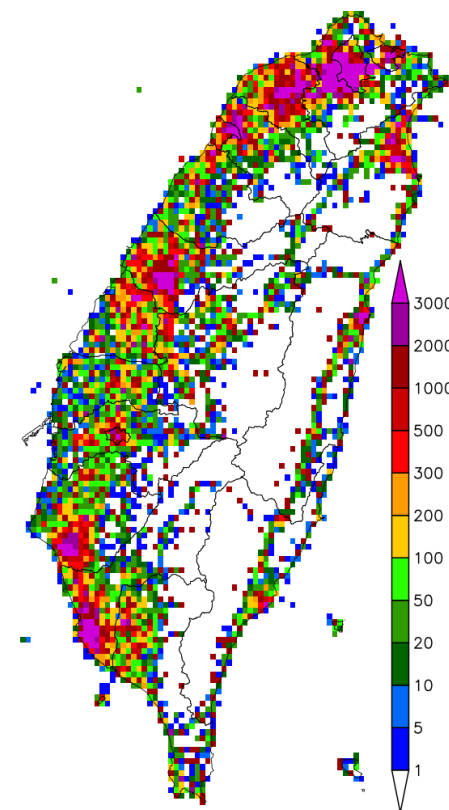
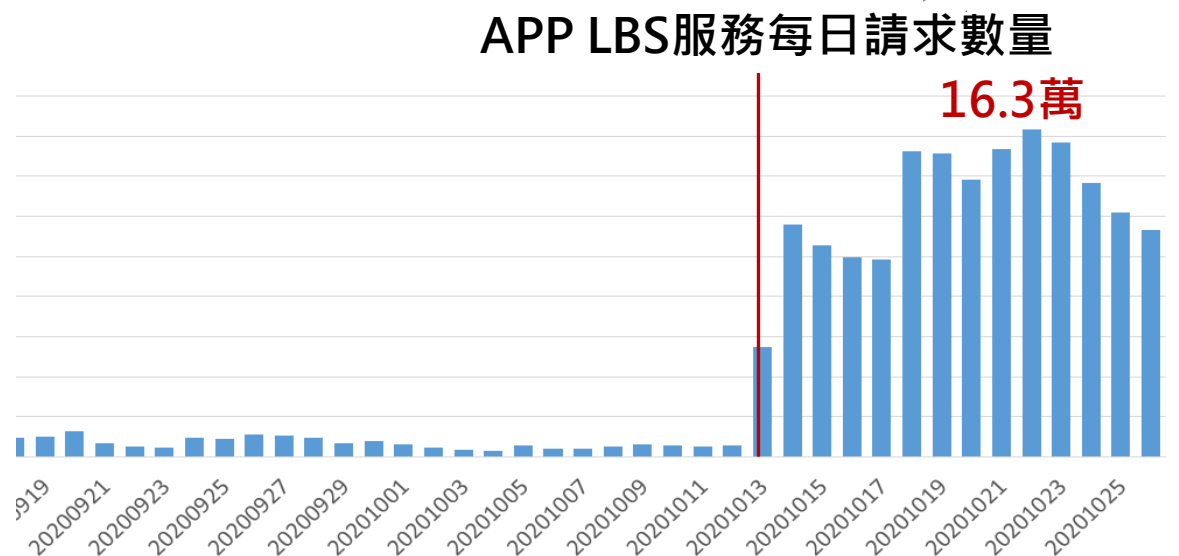
模式初始化過程存在的較大誤差，
透過現行觀測推估進行修正。透過
動力過程延長預警時間新生

「落雨小幫手」APP服務開發



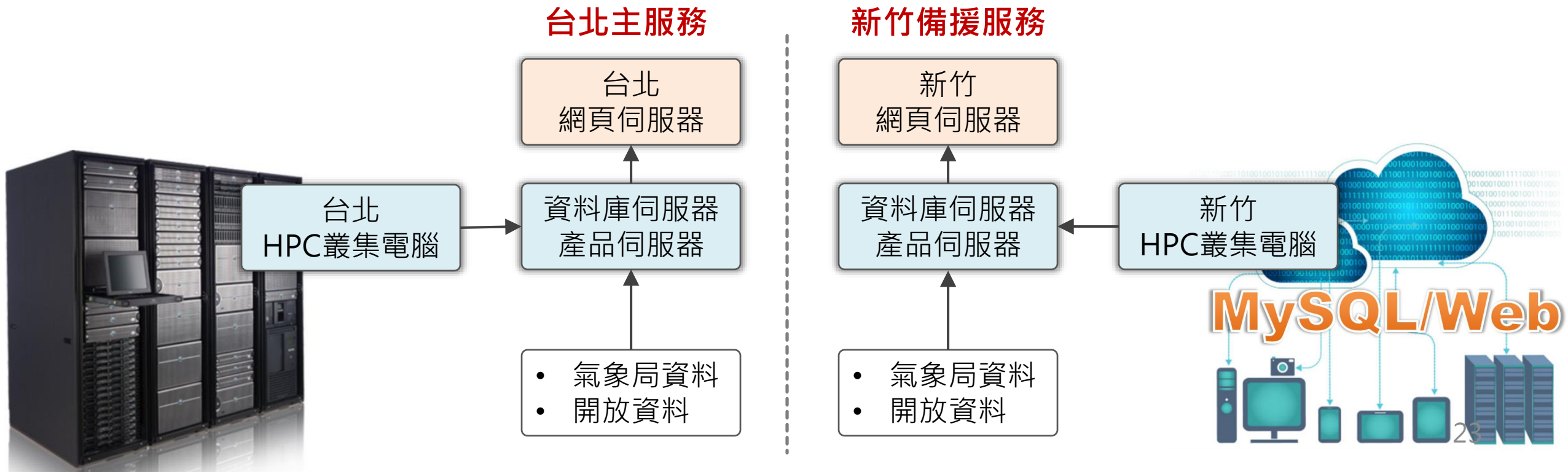
- 開發APP預警核心技術 下載人數近五萬人
- 自主研發展示圖台與3D動態呈現
- 使用者涵蓋全台與各離島
- 最高單日16.3萬LBS服務請求

全台LBS請求數量



WATCH異地備援提供更穩定服務

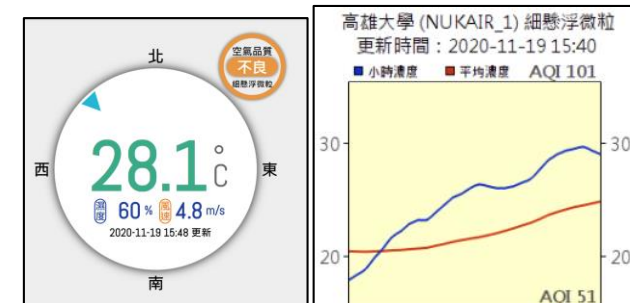
- 新竹備援採用主機方式建置備援系統，包含網頁伺服器、資料庫伺服器與產品伺服器
- 備援服務比例**92%**
- 備援建置於**10/15完成**，並於**10/24**進行**8小時備援服務測試**



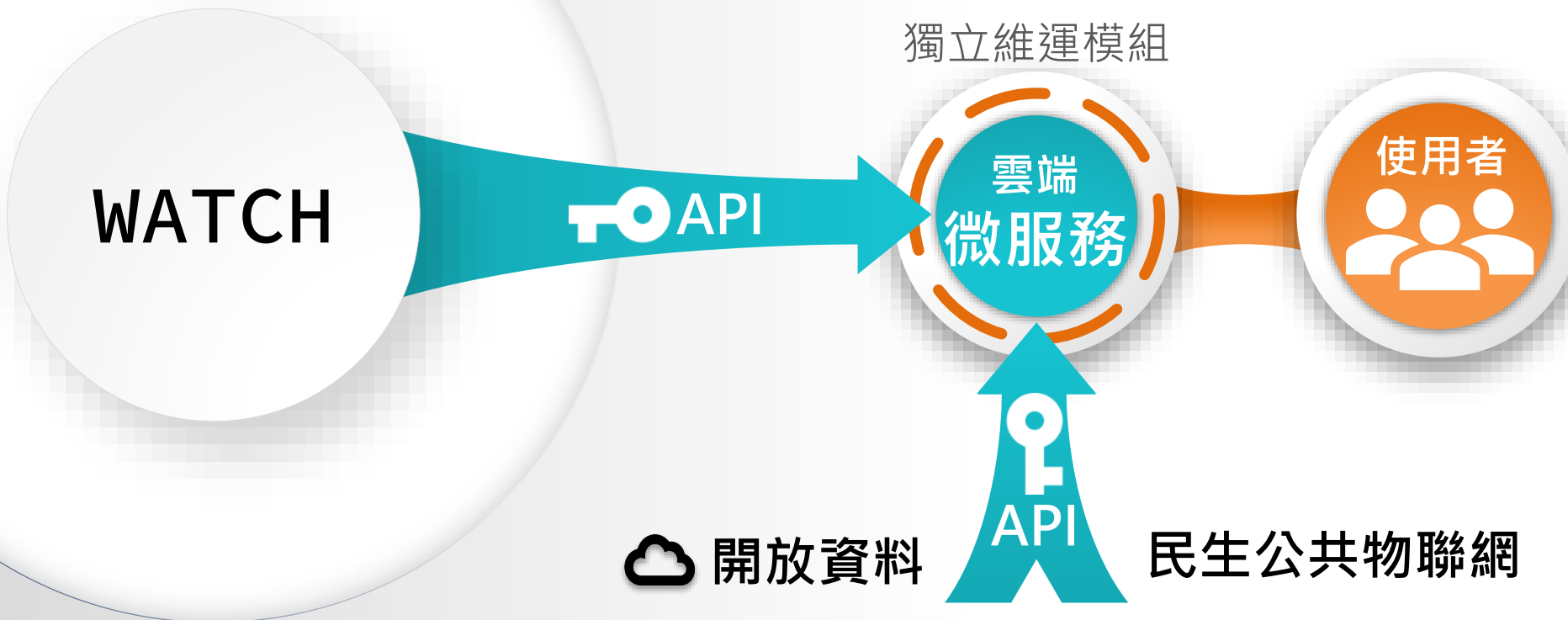
雲端微服務開發便捷使用端

- 建立可獨立維運的模組(microservices) , 透過API串聯大數據
- 提供使用者區域型/功能型的需求客製化服務

➤ 區域雲端型微服務 高雄大學防災需求



➤ 功能型微服務 APP開發



開放資料API服務

系集多模式產品



- 每日更新**4次(6小時)**
- 提供**19個系集成員**逐時模擬資料
- 雨量、溫度、風力及其他環境場變數



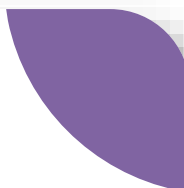
即時雲雨推估



- 每**10分鐘**更新
- 即時合成雲雨回波推估資料
- 同**落雨小幫手**服務產品



三維雷達反演風場



- 每**30分鐘**更新
- 水平解析度**1公里**；垂直**20層**(每500m)
- 提供WISSDOM反演三維風場資料



降雨動能資訊



- 每**10分鐘**更新
- 水保局第一次公布**34處大崩塌區**降雨動能數值資料



上述開放資料自2021年4月開放申請

簡報結束