



評估WRF模式擴散方案對模 式預報效能之影響

黃小玲、吳英璋、蕭玲鳳
中央氣象署 科技發展組

114年天氣分析與預報研討會
2025/09/02 ~ 09/04 @ 台北

➤ Introduction

WRFD Domain



D01: 662*386 (15-km)

D02: 1161*676 (3-km)

52 levels in the vertical; ptop=20 hPa

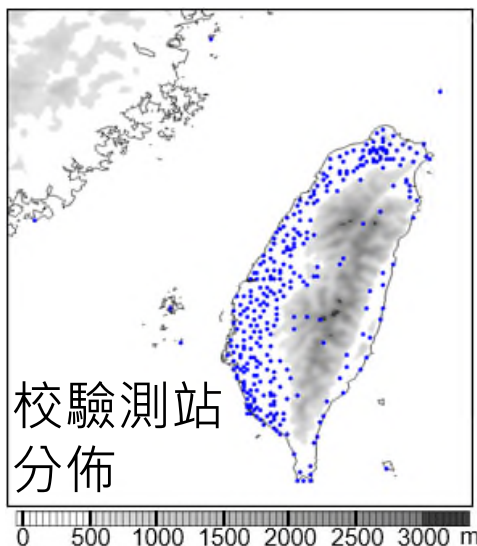
CU: Kain-Fritsch with new trigger function (used @ D01)

MP: GCE → TCWA1 (2023)

PBL: YSU

- ◆ 模式預報近地面之系統性偏差：
- ✓ 10m風速 (Wind10) 強偏差的改善已於2020年進行粗糙長度的調整獲得改善
- 而2m濕度 (Q2) 乾偏差及2m溫度 (T2) 冷偏差的改善仍持續進行中...

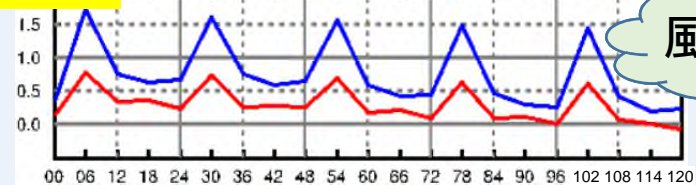
➔ 評估模式使用不同擴散方案對 Q2 預報的影響!!



校驗測站分佈

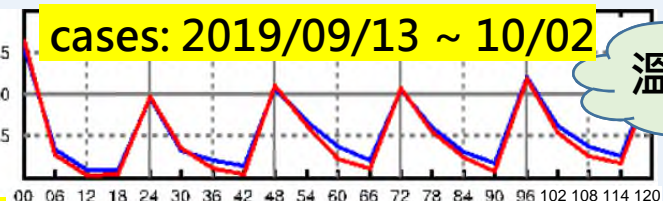
模式預報誤差特性

Wind10



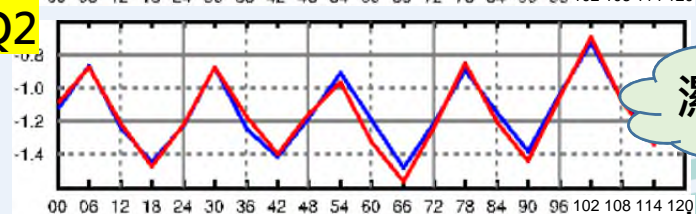
風速強偏差

T2



溫度冷偏差

Q2



濕度乾偏差

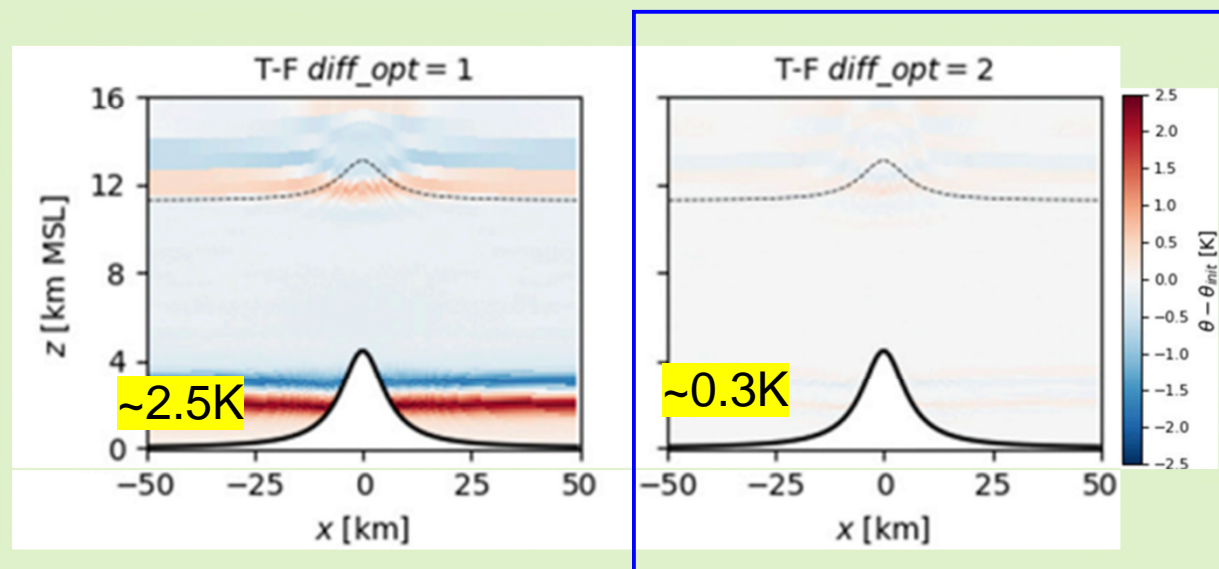
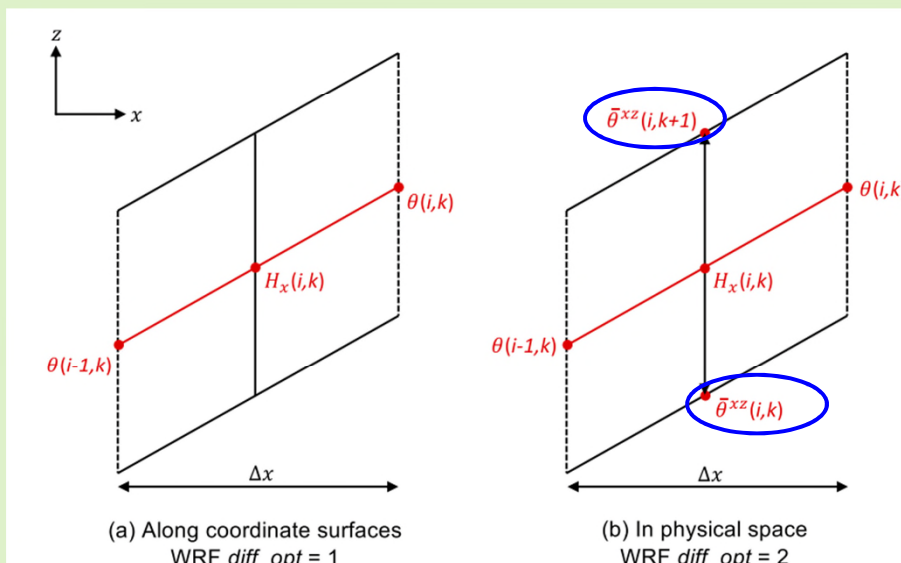
forecast time (hr)

地面校驗@臺灣

➤ Diffusion option於追隨地形 (terrain-following) 座標之探討

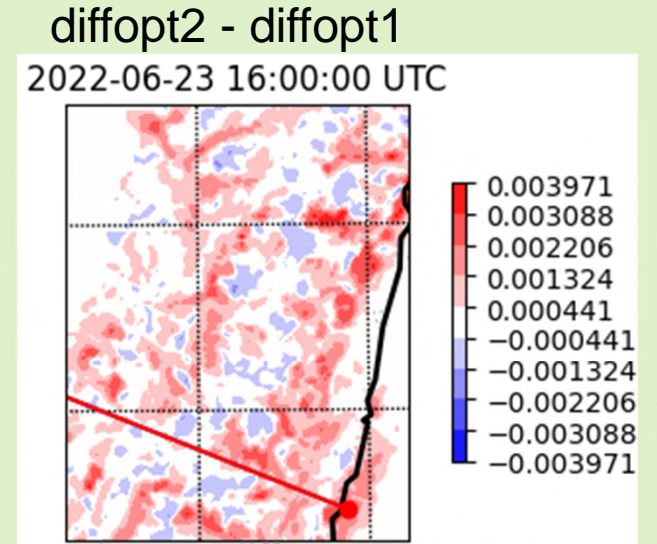
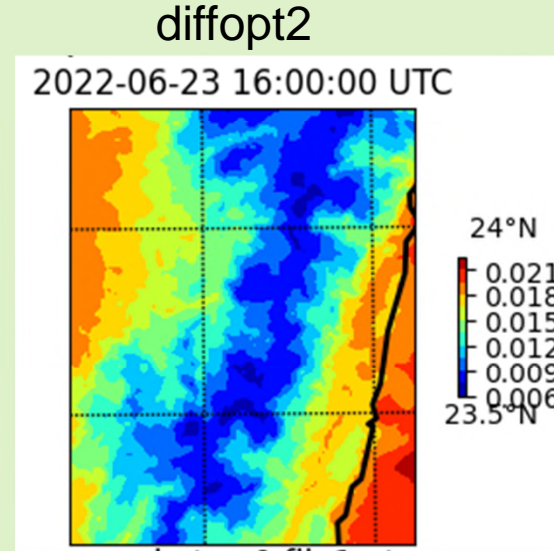
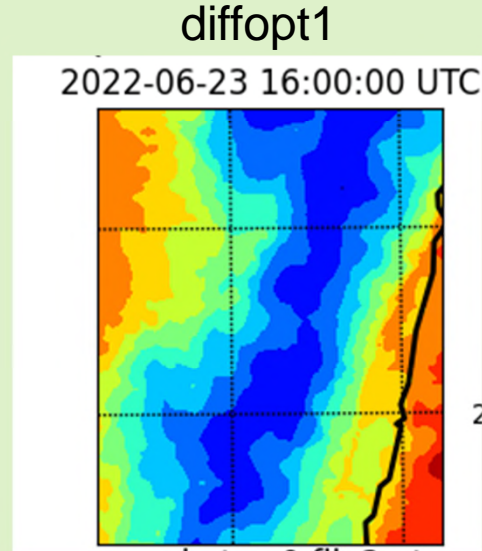
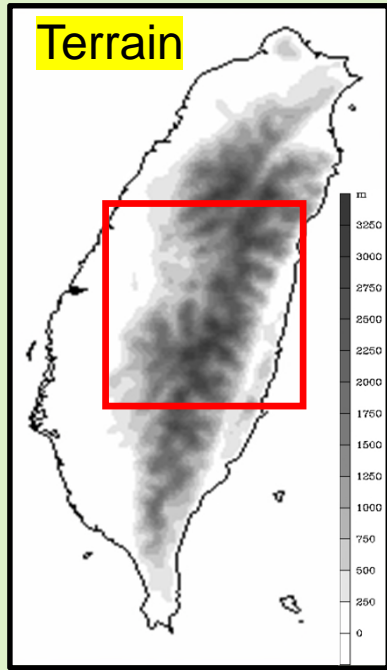
- 當追隨地形座標之格點地形坡度過大，導致計算網格高度傾斜，於傾斜面計算水平擴散項造成不合理的數值結果。(Ratto et al. 1994)

- 理想實驗測試：隨著積分時間增加，使得diffopt1於地形產生較diffopt2顯著的位溫差異。(Arthur et al. 2021)

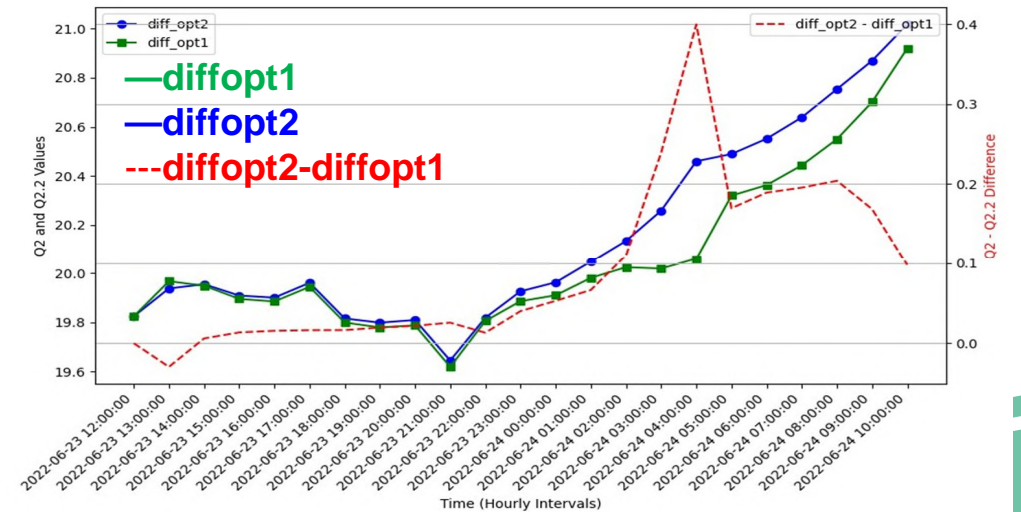


➤ Diffusion option測試—於WRF理想實驗

◆ 模式第一層之Qv水平分布



- diffopt2實驗之Qv分布較diffopt1細緻，與地形較為相符；
- 於山區之Qv差異較平地顯著，且diffopt2 > diffopt1

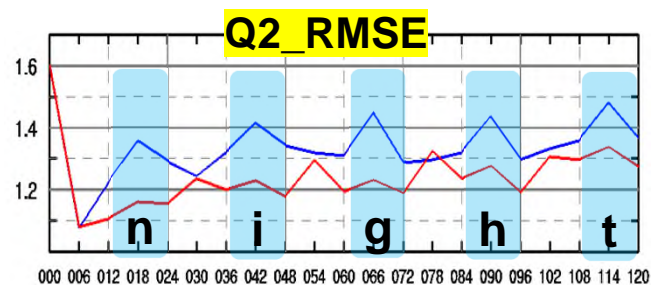
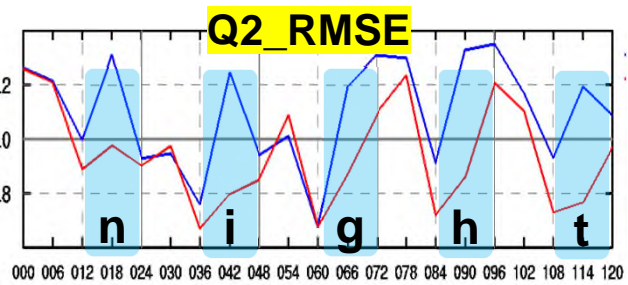
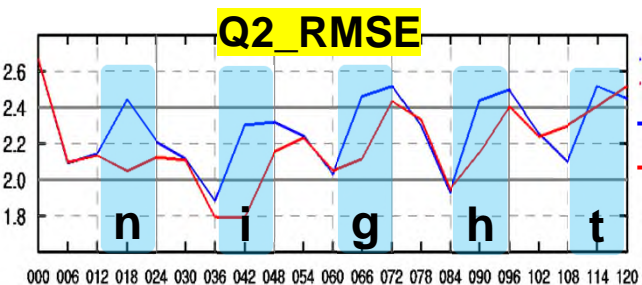
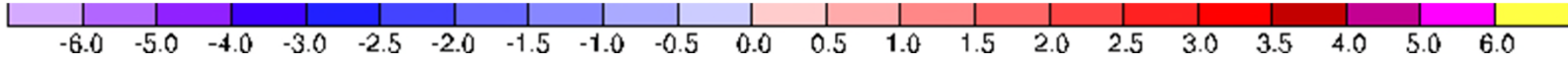
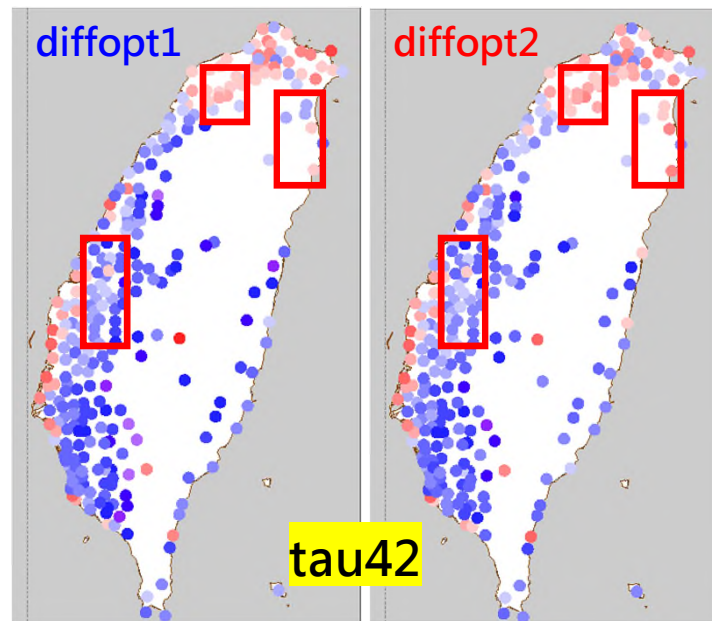
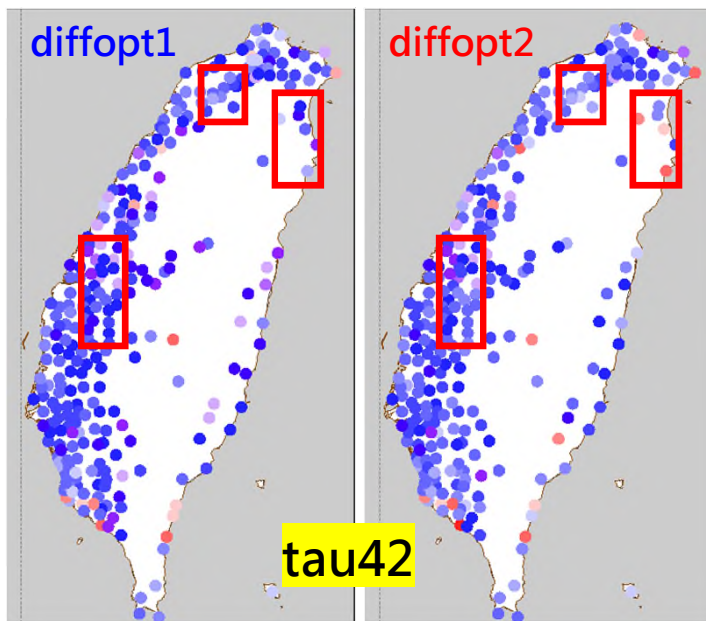
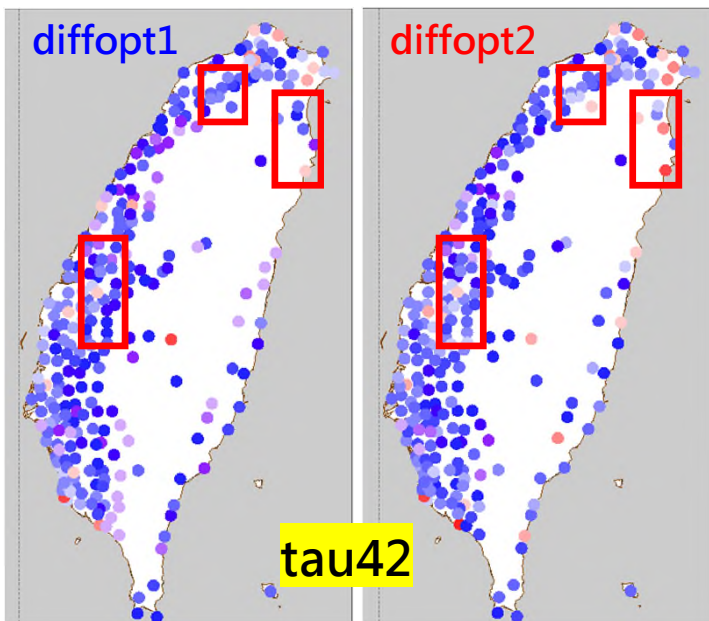
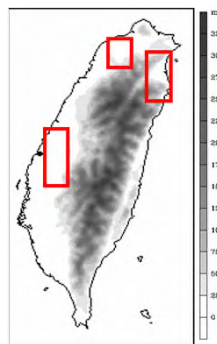


➤ Diffusion option 評估—於真實個案

夏季 (2021/07/07~07/18)

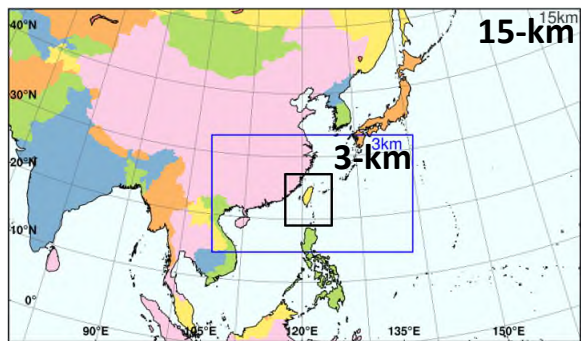
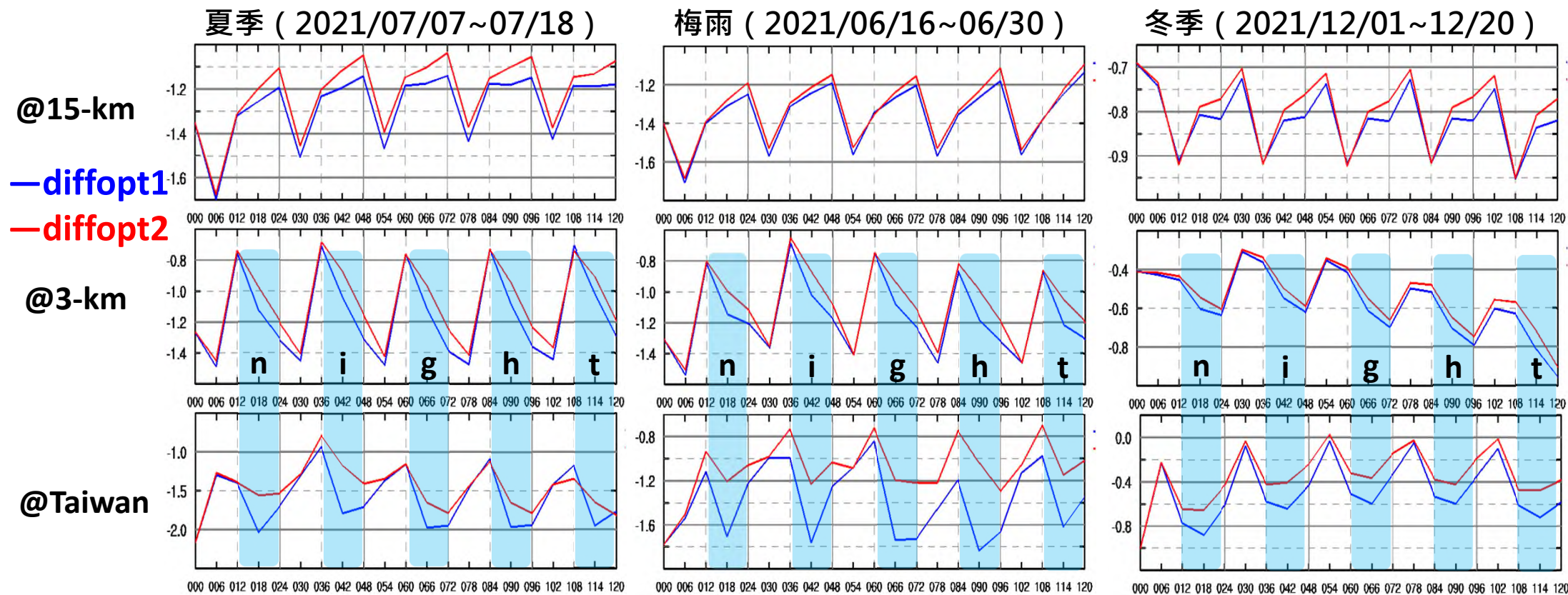
梅雨 (2021/06/16~06/30)

冬季 (2021/12/01~12/20)



- **diffopt2** 實驗預報 Q2 乾偏差較 **diffopt1** 實驗來得改善；
尤其於夜間及近山區之改善較為顯著。

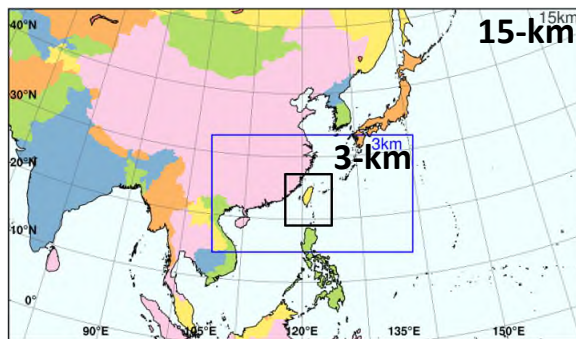
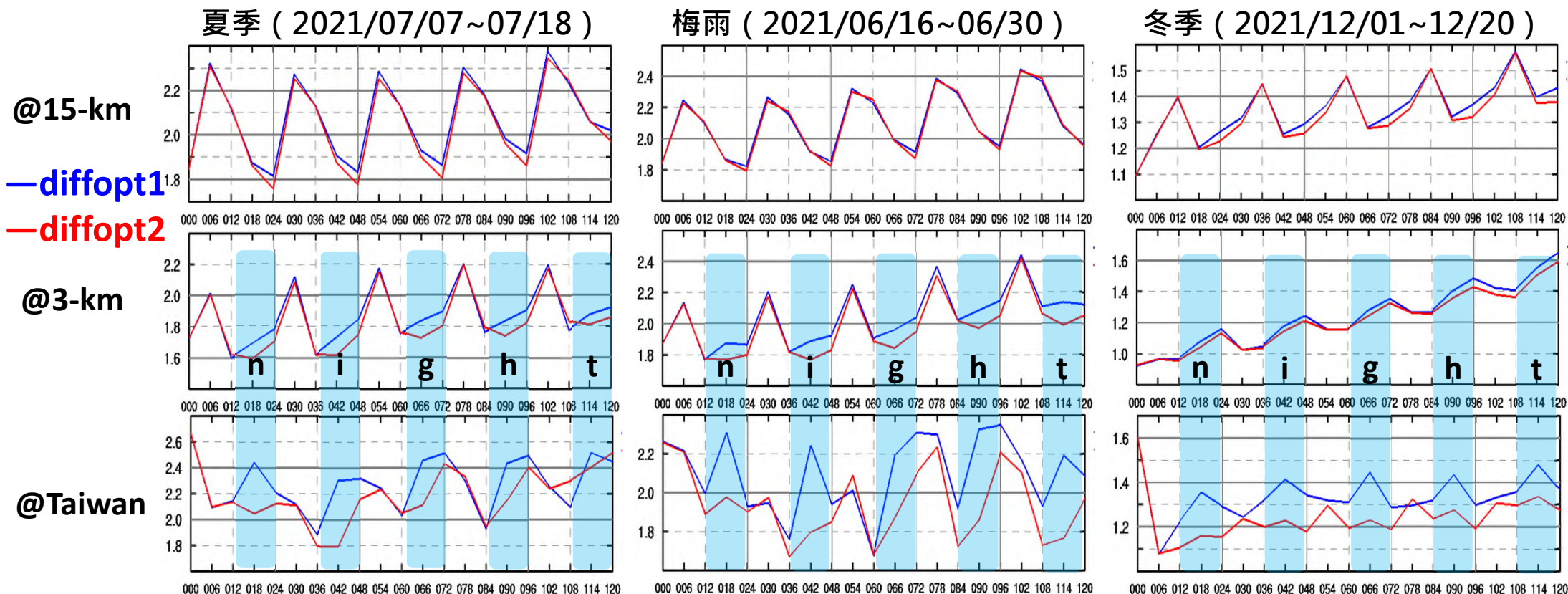
地面校驗—Q2_ME



Q2 ME	夏季		梅雨		冬季	
@15-km	-1.28	-1.22	-1.35	-1.33	-0.82	-0.80
@3-km	-1.16	-1.08	-1.16	-1.09	-0.57	-0.53
@Taiwan	-1.59	-1.46	-1.38	-1.09	-0.49	-0.34

● **diffopt2**實驗：水氣乾偏差皆有改善，尤其以夜間及臺灣區域改善最為顯著。

地面校驗—Q2_RMSE



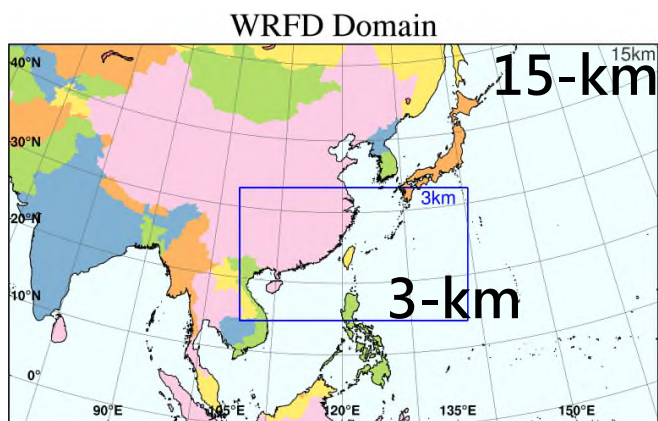
Q2 RMSE	夏季			梅雨			冬季		
@15-km	2.07	2.04	-1.45 %	2.10	2.09	-0.48 %	1.35	1.33	-1.48 %
@3-km	1.87	1.83	-2.14 %	2.05	1.99	-2.93 %	1.24	1.21	-2.42 %
@Taiwan	2.28	2.19	-3.95 %	2.10	1.95	-7.14 %	1.34	1.24	-7.46 %

中性 ($\leq 1\%$)
 表現較差 (+ %)
 表現較佳 (- %)

● **diffopt2**實驗：隨著模式解析度提高Q2預報表現較佳；
 於**臺灣區域**改善可達7%。

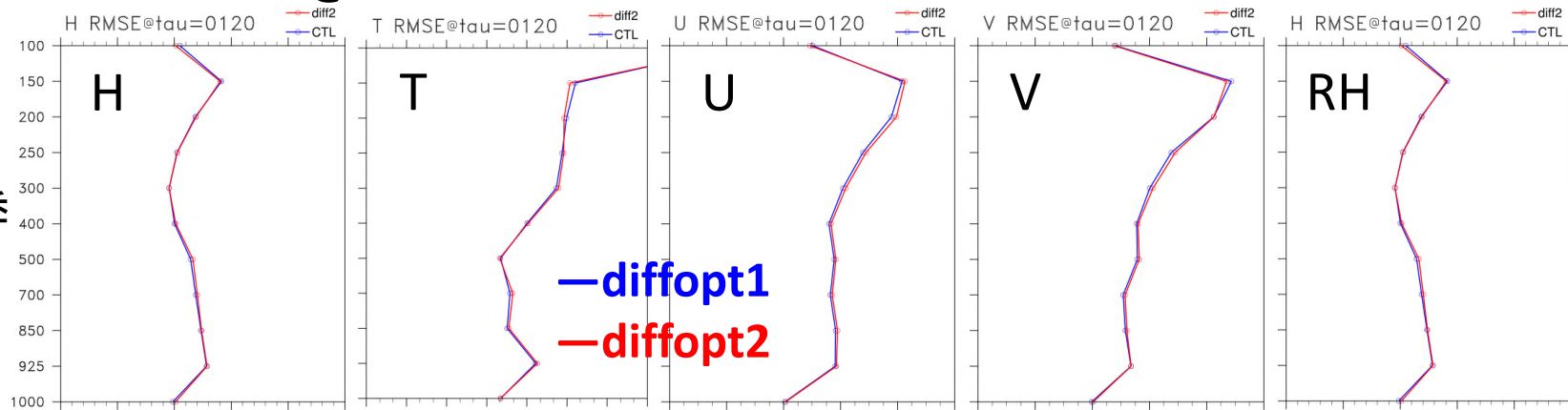
綜觀校驗—tau120

夏季 (2021/07/07~07/18) 、
 梅雨 (2021/06/16~06/30) 、
 冬季 (2021/12/01~12/20)

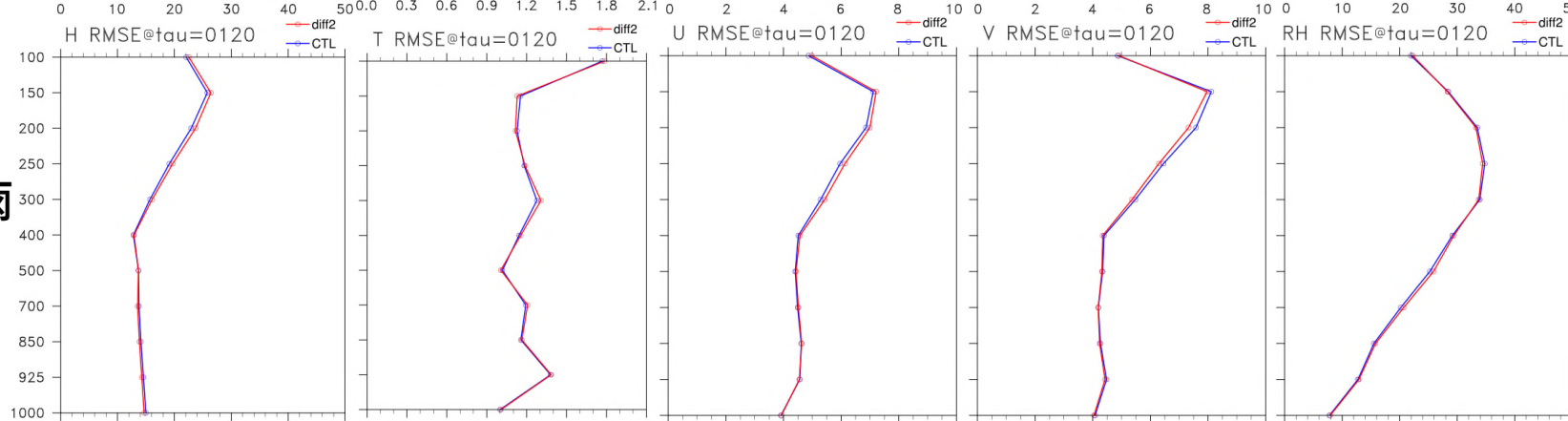


H-T-U-V-RH @3-km

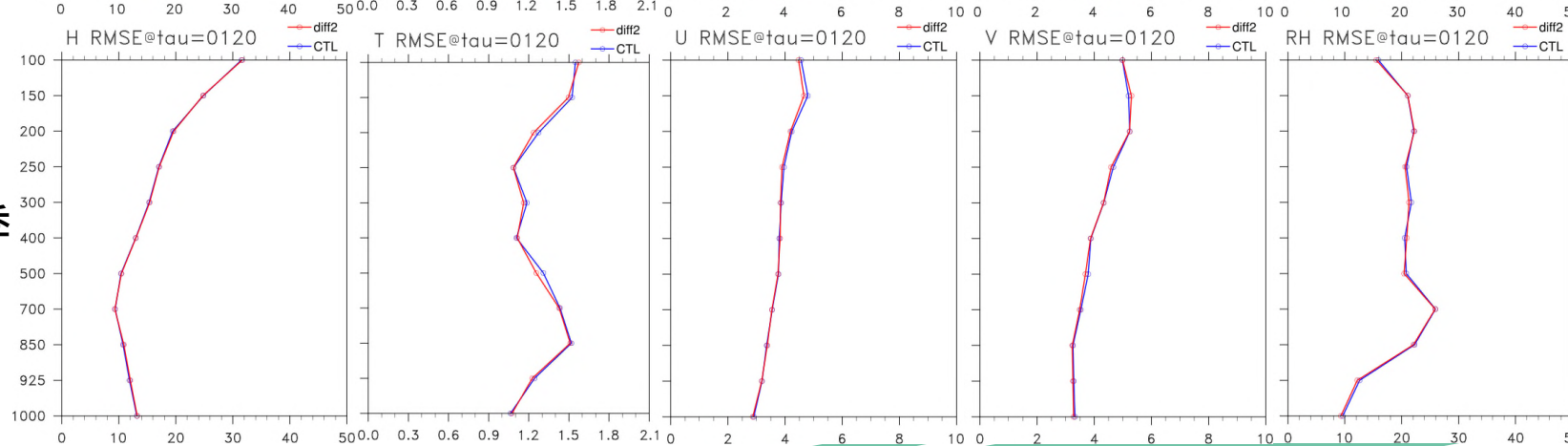
夏季



梅雨



冬季



- **diffopt1**及**diffopt2**實驗於3-km解析度之第120小時預報表現相當

1-km高解析度模式使用不同diffusion option 之預報表現—午後對流降水個案

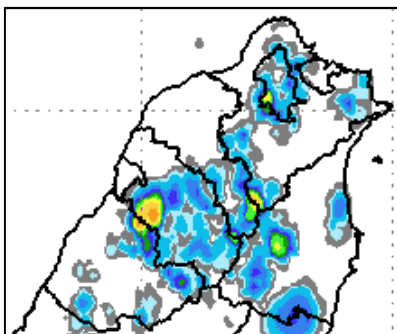
Case: 2022/06/24 台北冰雹事件

- 台北於13時開始降水；
- 對流系統隨時間增強移至新店，最大時雨量達61 mm；
- 於17時過後對流系統減弱趨緩

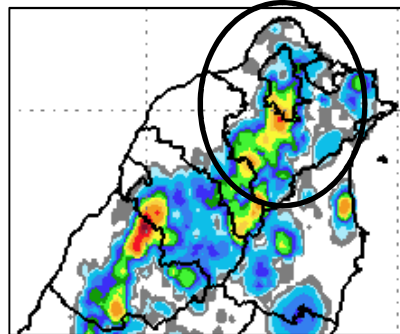
➤ 午後對流降水分布

06/24
QPESUMS

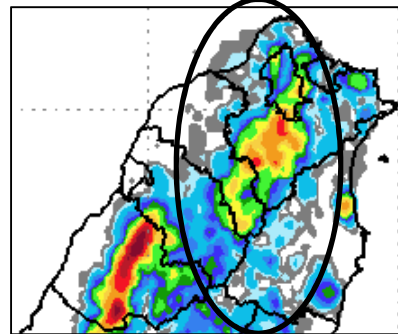
13~14 LST



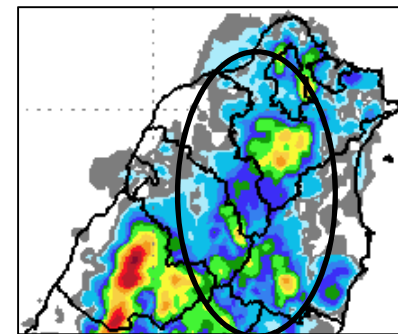
14~15 LST



15~16 LST



16~17 LST



1-km模式

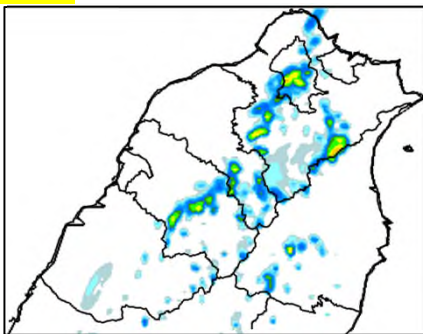
diffopt1

initial:

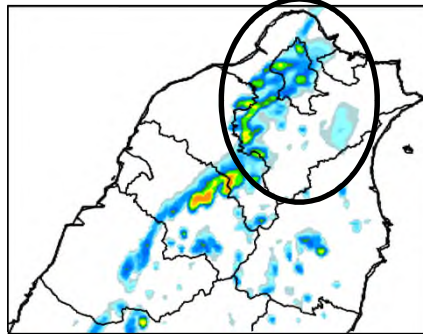
06/23 12 UTC

diffopt2

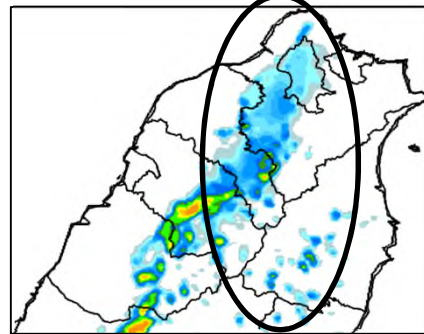
tau17~18



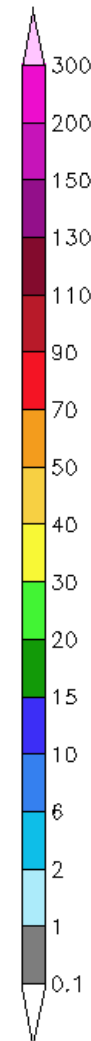
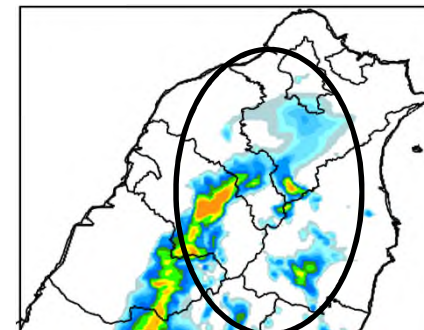
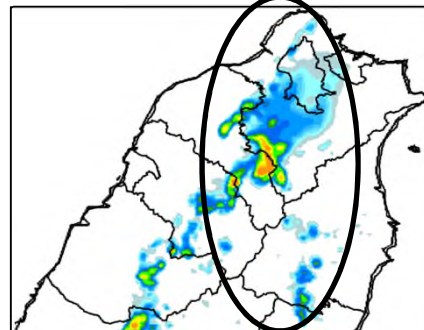
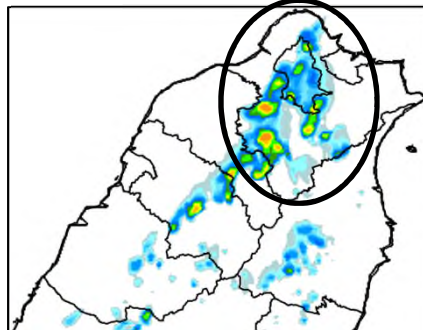
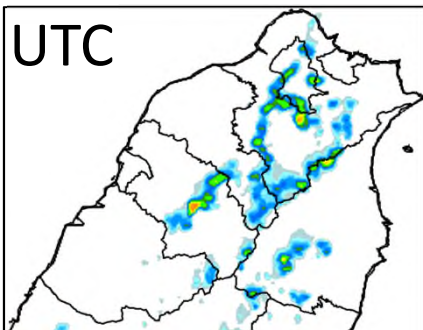
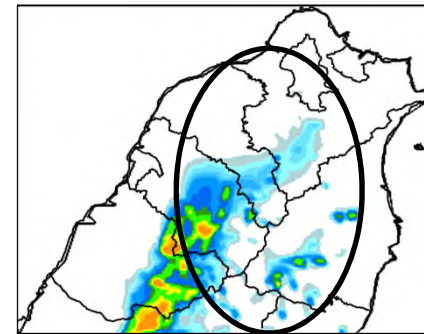
tau18~19



tau19~20



tau20~21



Summary



- 為改善模式預報Q2乾偏差情形，進行模式擴散方案（diffusion option）之評估，比較diffopt1 & diffopt2於模式預報之差異。
- Diffusion option於WRF理想實驗測試：
 - diffopt2實驗模擬近地表Qv分布較diffopt1實驗細緻，與地形較為相符；
 - 兩實驗於山區之Qv差異較平地顯著，且diffopt2 > diffopt1
- 評估Diffusion option於模式預報之影響：
 - 地面校驗：diffopt2預報Q2乾偏差較diffopt1來得改善，尤其以夜間及近山區之改善較為顯著；
 - 綜觀校驗：diffopt1及diffopt2於3-km解析度之第120小時預報表現相當
 - ✓ diffopt2方案已於2024年12月12日更新上線。
- Diffusion option於午後對流降水個案之評估：
 - 1-km模式使用diffopt1及diffopt2預報午後對流降水皆有低估情形，diffopt2預報山區降水較diffopt1佳。
 - 將再增加午後對流個案以評估高解析模式使用diffopt2方案之預報效益。