

1公里解析度模式地面預報能力 之評估

林伯勳 (氣象局 資訊中心)

洪景山 (氣象局 資訊中心)

林宜菽 (國立台灣大學氣候變遷與永續發展研究中心)

動機

國際先進氣象中心之未來規劃 (~2021)

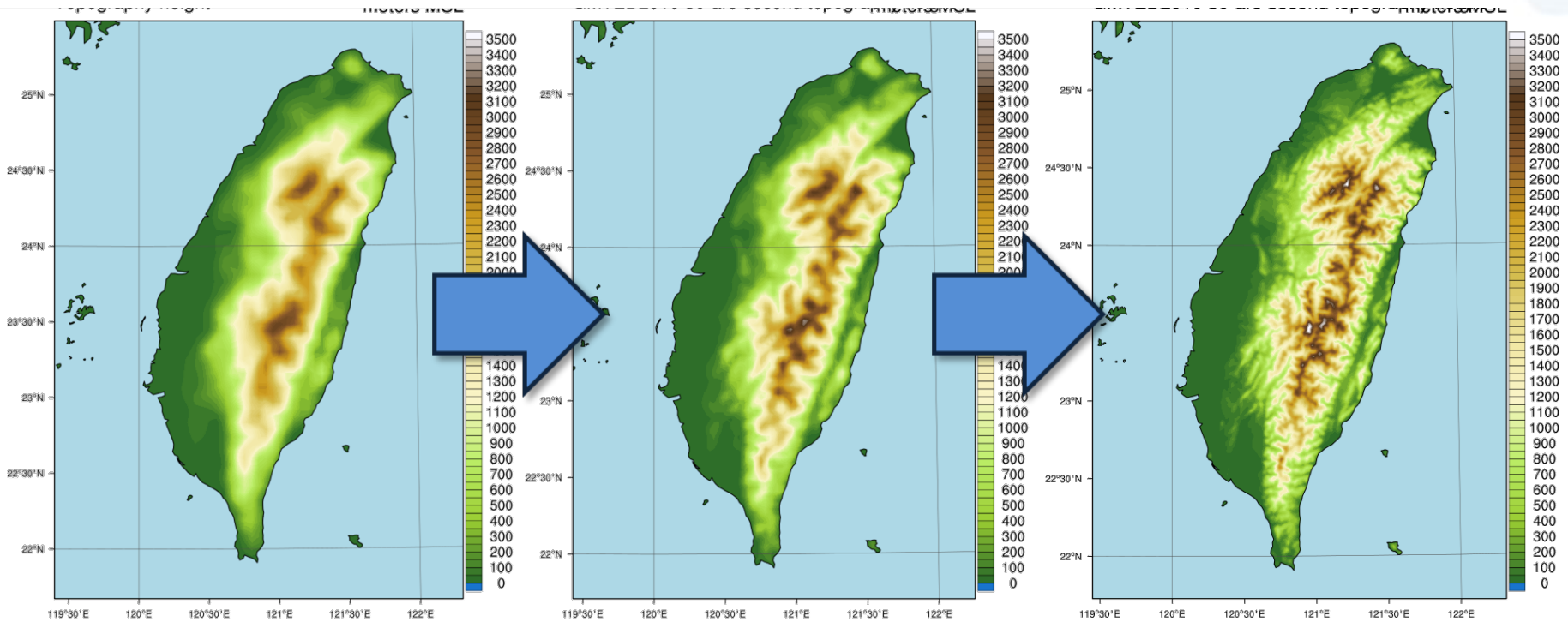
單位	最高水平解析度 (公里)	垂直層數
中央氣象局	3 (1161*676)	52層
英國氣象局	1.5 (950*1025)	70層 → 90層
法國氣象局	1.3 (1536*1440)	90層
德國氣象局	2.2 (651*716) -> 2.1 (730*730)	65層
美國國家環境預報中心	3 (1827*1467)	60層
加拿大氣象局	2.5 (2582*1332) (TBD)	84層
韓國氣象局	1.5 (1188*1148) (TBD)	70層
中國氣象局	3 (2251*1501) (TBD)	50層
日本氣象廳	2 (1581*1301)	58層 → 76層
澳洲氣象局	4.5 (2900*1990) (TBD)	120層

動機

5 km

3 km

1 km



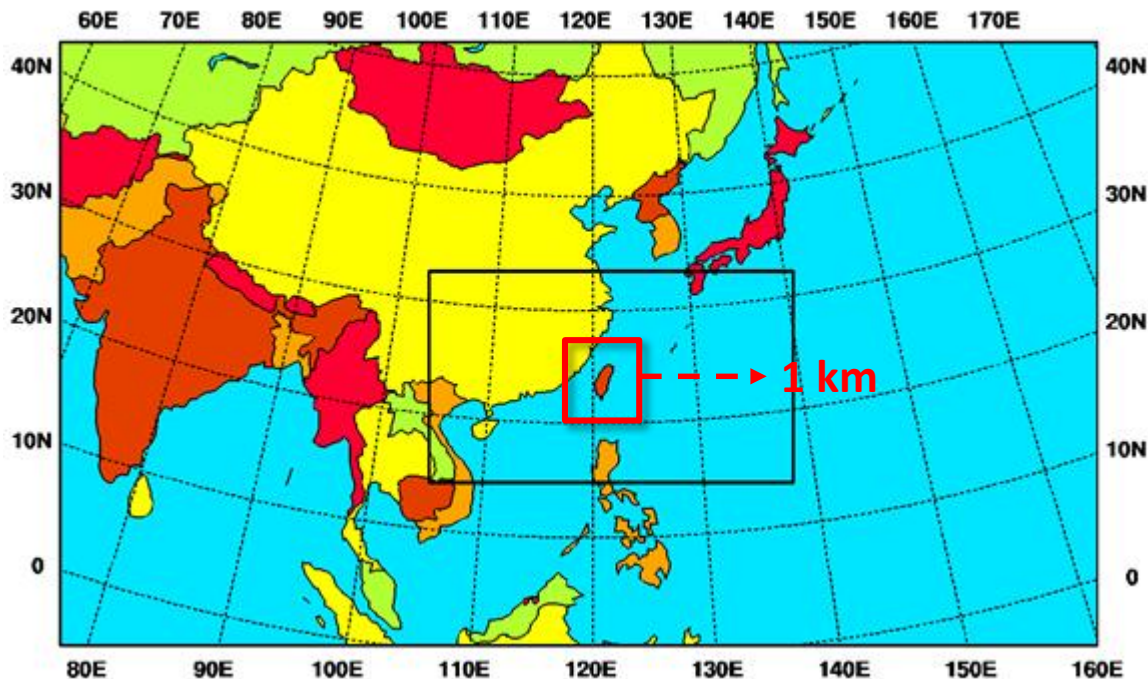
提升地形、土地
使用型態、土壤
種類及植被分布
等地表狀態之精
細度

提升模式的土壤
過程、地氣交互
作用及邊界層發
展的預報能力

- 微氣象預報
- 都市尺度預報

實驗設計

Domains of CWBWRP OP4.0



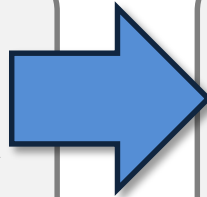
	1 km
XDIM	799
YDIM	919
LEVEL	52

- 1 km模式單巢與15/3/1三巢巢狀之預報差異分析
- 垂直解析度
- 積分步長
- 地表粗糙度調整
- 地形資料
- 土地利用型態
- 邊界層參數法
- 輻射參數法
- Urban canopy model
- 地面預報校驗、降水校驗
- 午後對流個案探討

實驗設計

- 三層巢狀網格 (解析度分別為15、3、1 km)

初始場：NCEP GFS分析場
邊界條件：NCEP GFS預報場

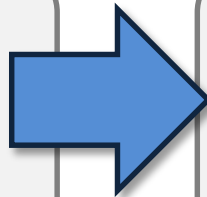


模式預報

- 單層網格 (解析度為1 km)

單層網格可節省計算資源

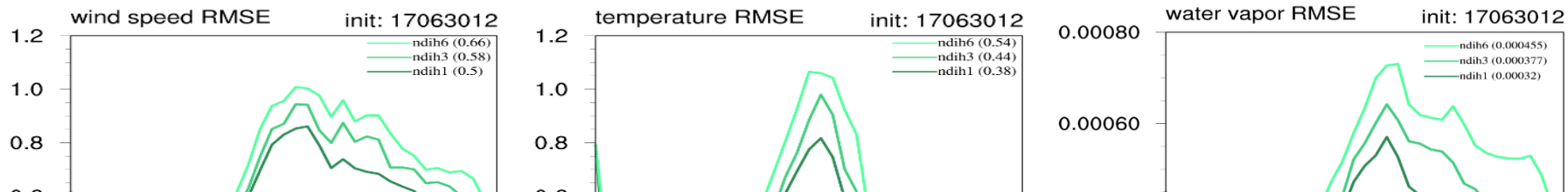
初始場：3 km模式分析場
邊界條件：3 km模式預報場



模式預報

實驗設計

➤ 單層網格 (6小時、3小時、1小時) against 三層巢狀網格

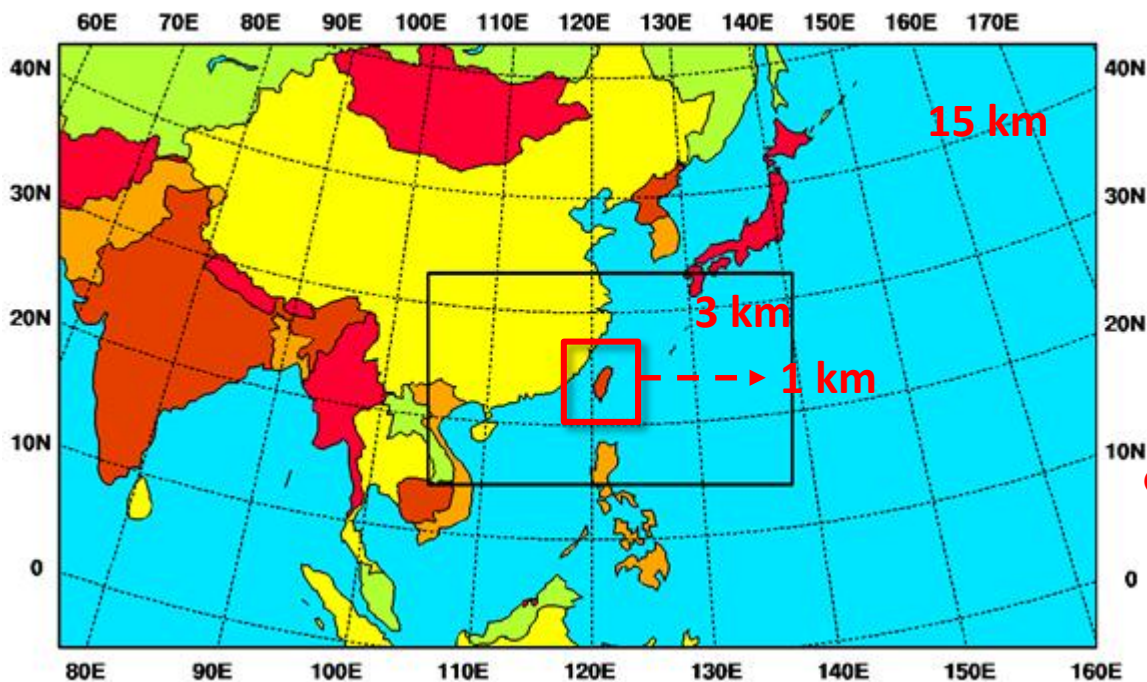


1. 邊界條件更新頻率越高，單層網格與三層巢狀網格的結果會越接近
2. 邊界條件更新頻率為6小時，風速有較佳的結果，溫度與濕度的差異不大
3. 考量計算資源與預報能力，後續實驗將採用單層網格方式進行。

2017/06/23	0.79	0.78	0.75	-0.59	-0.60	-0.58	-1.09	-1.10	-1.12
2017/07/01	0.91	0.92	0.91	0.07	0.07	0.07	-0.69	-0.81	-0.71
2017/07/02	0.75	0.76	0.81	-0.02	-0.05	-0.09	-0.65	-0.80	-1.00
2017/08/27	0.70	0.80	0.60	0.31	0.35	0.45	-1.91	-2.15	-1.82
2018/09/01	0.48	0.46	0.44	-0.39	-0.40	-0.39	-2.53	-2.53	-2.50
2018/09/07	0.56	0.47	0.35	0.04	0.05	0.06	-1.51	-1.36	-1.31

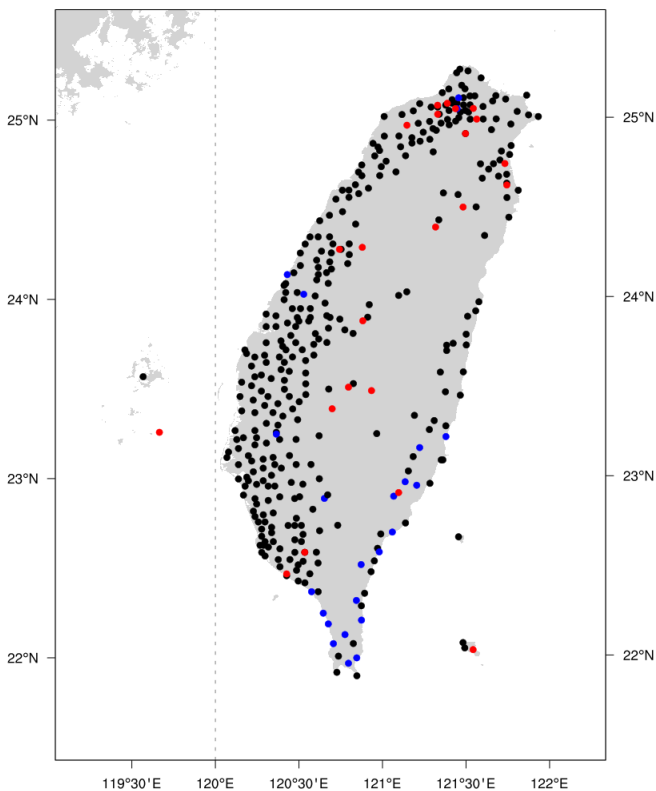
實驗架構

Domains of CWBWRP OP4.0



- 氣象局區域預報模式
 - 解析度為15/3 km
 - 初始場來自氣象局Hybrid 3D-EnVAR系統
 - 邊界條件為NCEP GFS預報場
 - 經過2次6小時的partial cycle
- 1 km模式
 - 初始場及邊界條件皆來自氣象局區域預報模式(3 km解析度)
 - 邊界條件更新頻率為6小時

實驗結果分析



校驗方式

- 使用台灣地區**綜觀**及**自動**觀測站
- 挑選**最接近**觀測點之**模式點**來代表模式在該測站點的預報結果
- 模式高度與觀測站之**高度差大於150公尺**的站點不做校驗
- 模式為**海點**的站點不做校驗
- 模式預報的**2米**溫度會進行**高度修正**

- 校驗個案時間：2020.06.04至2020.08.31，每日00 Z
- 校驗個案數：89個
- 預報長度：36小時
- 校驗變數：2米溫度、2米濕度及10米風速
- 校驗方式：平均誤差(ME)及均方根誤差(RMSE)
- 實驗組數：**1km**、**3km**

實驗結果分析

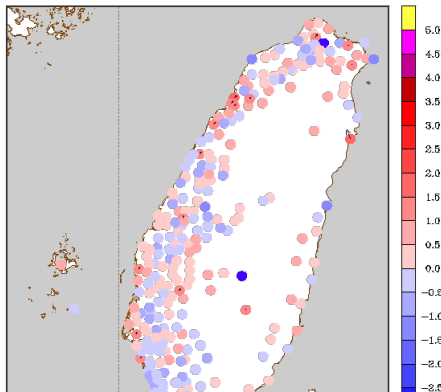
10米風速

2米溫度

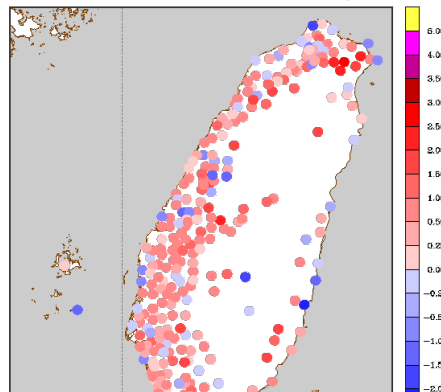
2米濕度

3km

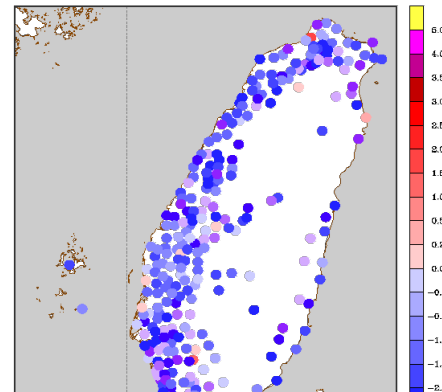
Mean Error of Isotach (m/s) / Winds (>1 m/s) CWB WRF (3km)
00-hr forecast / Initial at 00 UTC, 04 Jun 2020 - 31 Aug 2020



Mean Error of Surface Temperature (°C) CWB WRF (3km)
00-hr forecast / Initial at 00 UTC, 04 Jun 2020 - 31 Aug 2020

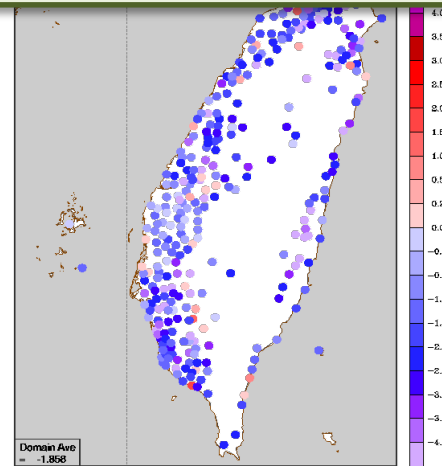
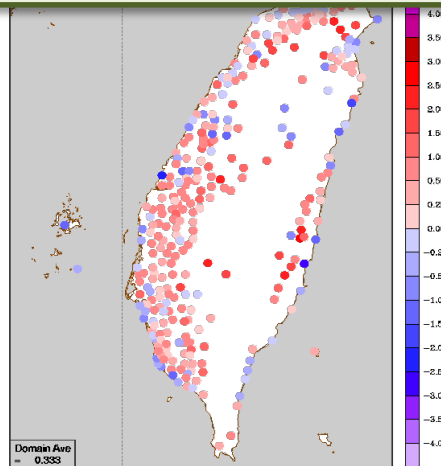
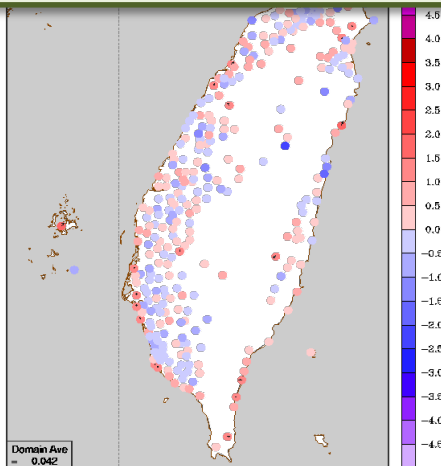


Mean Error of Mixing Ratio (g/kg) CWB WRF (3km)
00-hr forecast / Initial at 00 UTC, 04 Jun 2020 - 31 Aug 2020



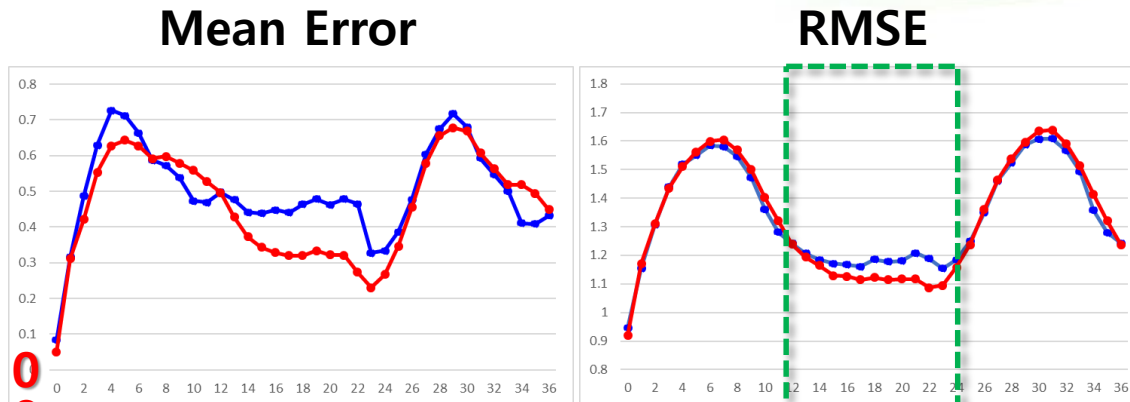
模式預報有風速偏強、溫度偏冷及濕度偏乾的問題

1km



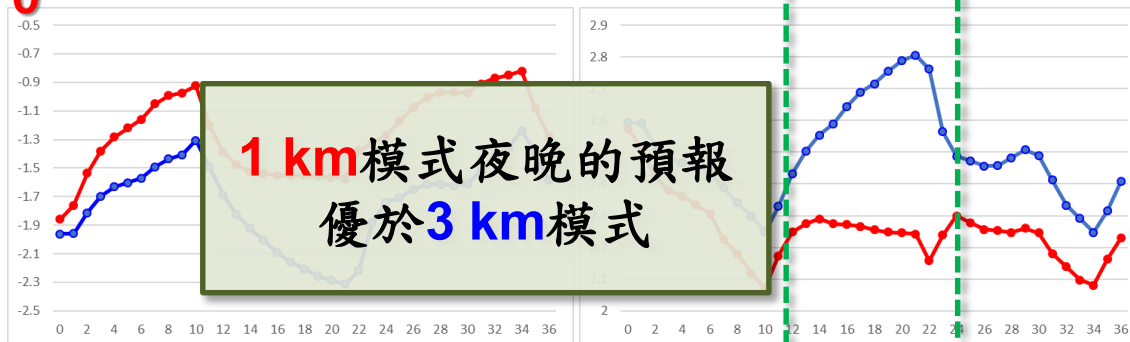
實驗結果分析

Wind10



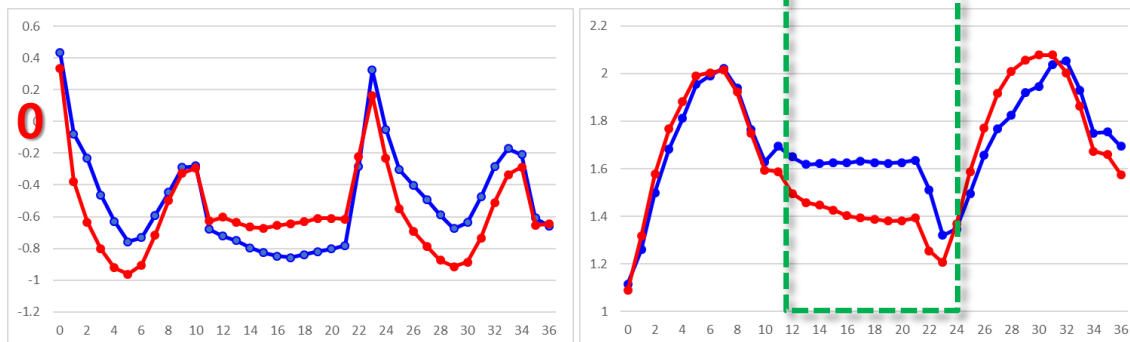
	ME	RMSE
3 km	0.498	1.337
1 km	0.459	1.330

Q2



	ME	RMSE
3 km	-1.737	2.495
1 km	-1.259	2.254

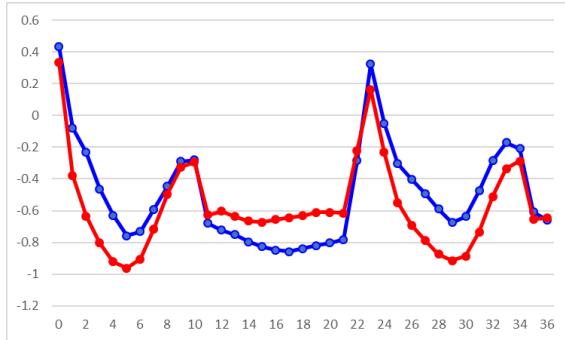
T2



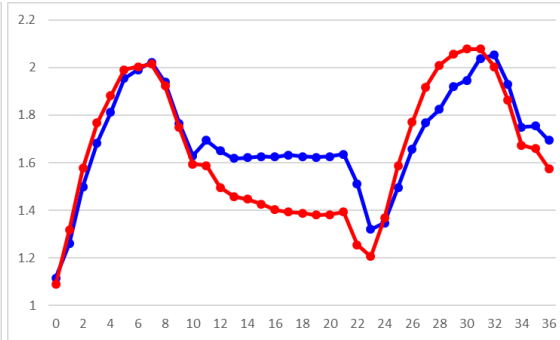
	ME	RMSE
3 km	-0.495	1.694
1 km	-0.574	1.642

實驗結果分析

Mean Error



RMSE



	ME	RMSE
3 km	-0.495	1.694
1 km	-0.574	1.642

09

12

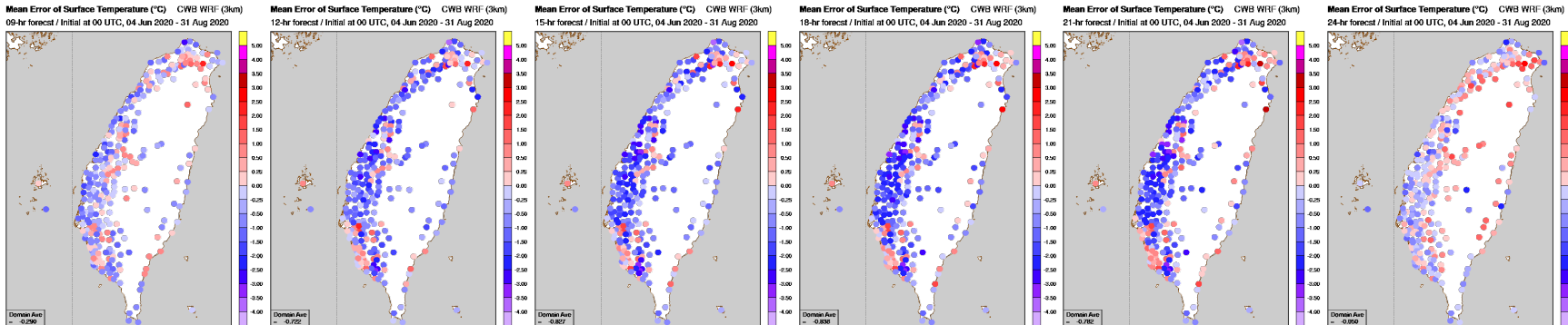
15

18

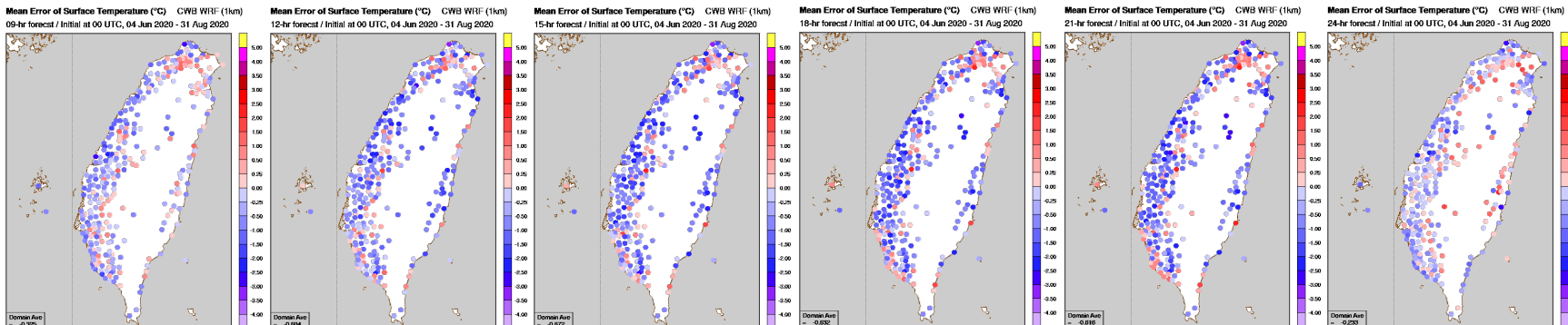
21

24

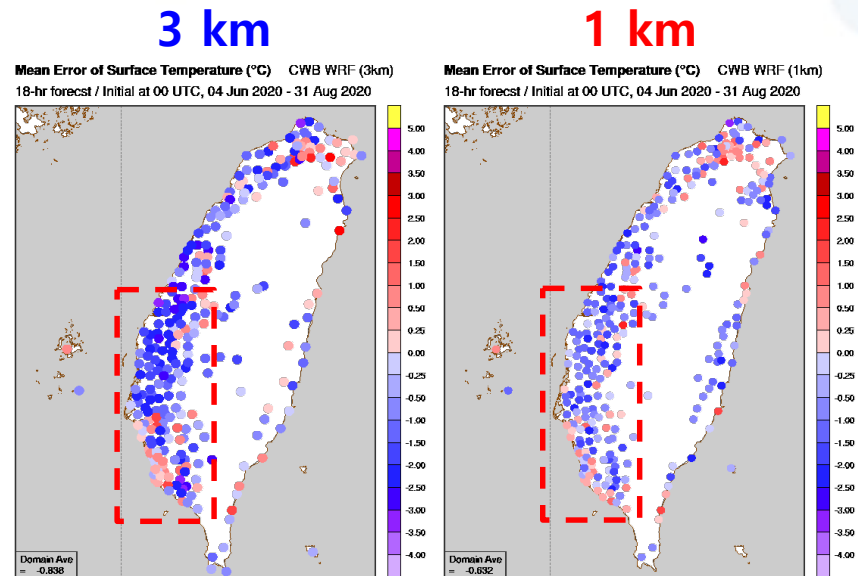
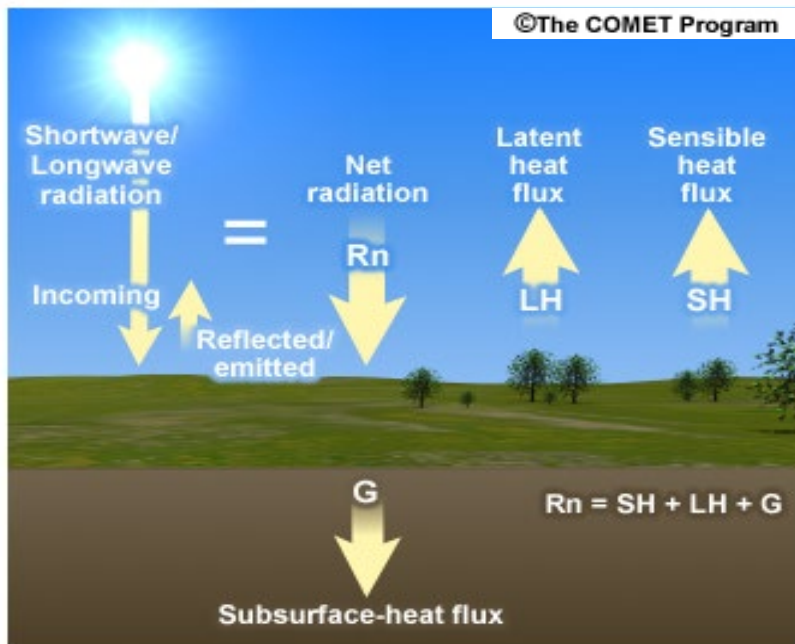
3 km



1 km



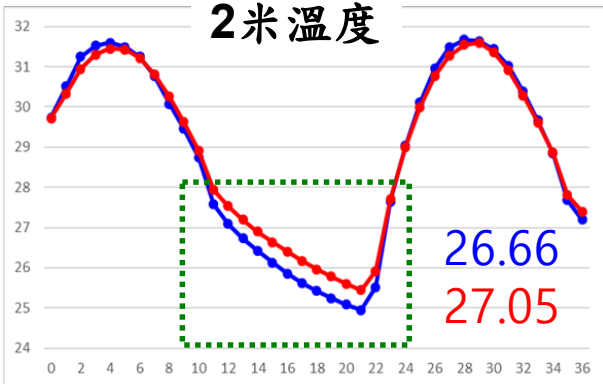
實驗結果分析



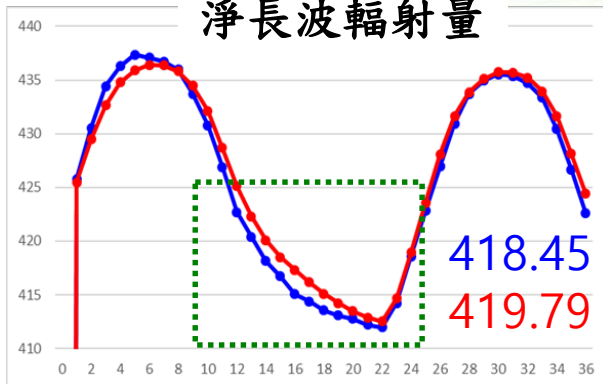
- 分析地表能量收支的差異來探討地面溫度預報差異的原因
- 將1km模式內插置3km模式網格，後續分析均使用3km模式網格
- 只選取模式的陸點
- 分別計算2米溫度(T2)、地表短波輻射通量(NetSWF)、地表長波輻射通量(NetLWF)、可感熱通量(SHF)、潛熱通量(LHF)及地熱通量(GFX)

實驗結果分析

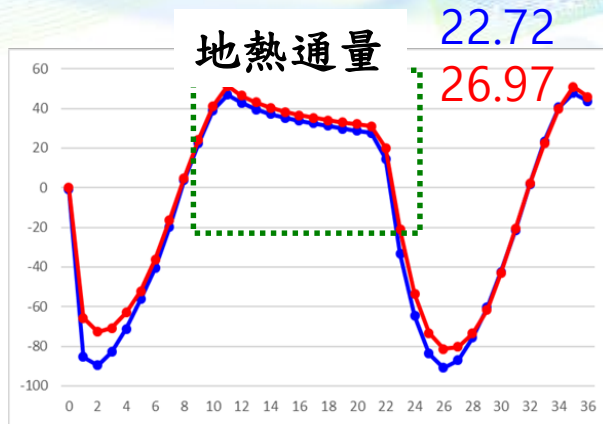
2米溫度



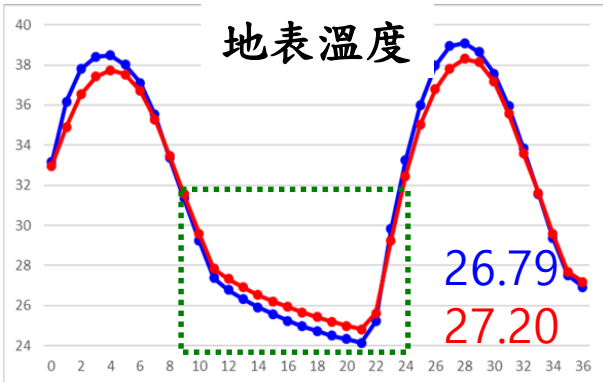
淨長波輻射量



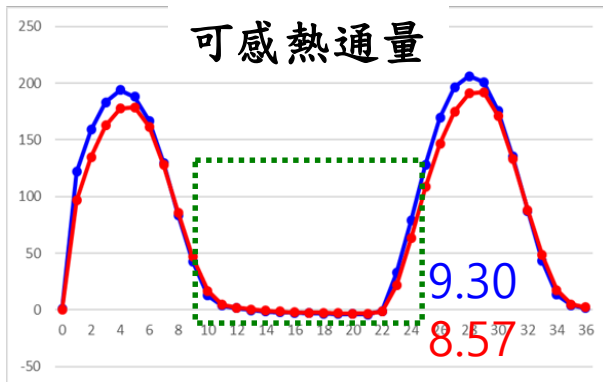
地熱通量



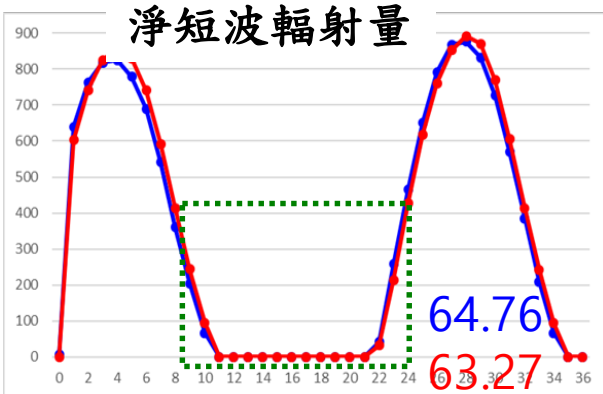
地表溫度



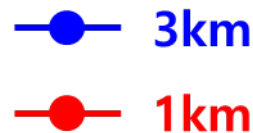
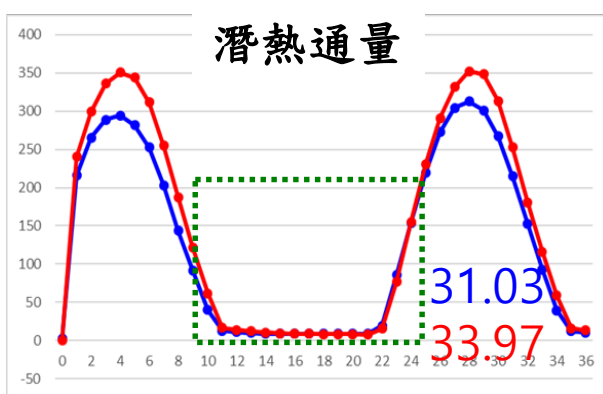
可感熱通量



淨短波輻射量



潛熱通量



在夜晚...

- 1km模式的2米溫度高於3km模式
- 1km模式的向上地熱通量大於3km模式
- 推測1km模式的向上地熱通量較強，導致地面獲得較多的能量，並使地表溫度較高，進而影響2米溫度。

結論與未來工作

- 提高模式解析度可以讓模式更精確的掌握地表狀態，有助於提升模式地面及邊界層預報能力。且提升模式解析度至**1 km**也符合目前**國際主要氣象中心(1 km至2 km)**之趨勢。
- **1 km與3 km模式的校驗分析比較**如下：
 - 風速：1 km模式**改進風速預報強偏差**，夜晚改進幅度較為明顯
 - 溫度：1 km模式**改進夜晚溫度預報的冷偏差**，夜晚改進幅度較明顯
 - 濕度：1 km模式**改進濕度預報乾偏差**，夜晚改進幅度更為顯著
- 進一步分析**西南部地區夜晚2米溫度預報差異之原因**，初步推測為1 km模式的地熱通量較強，因為地表獲得的能量較大，進而使地表及2米溫度較高。
- 未來將持續透過**地表能量收支**來深入分析2米溫度預報的差異，並連結到風速與濕度的預報差異，希望可以完整了解提高模式解析度對地面預報的影響與原因。