

淺積雲參數法GRIMS 對模式海洋邊界層的影響效能評估

賴曉薇、蔡雅婷、洪景山

中央氣象局氣象資訊中心

報告大綱

- 前言：使用淺積雲參數化的緣起和參數法介紹
- 預報實驗設定
- 結果分析
 - 低層水氣分析
 - 探空溫濕剖線比較
 - 地表附近參數差異
 - 溫濕趨勢 (Q1 & Q2) 貢獻來源
 - 綜觀校驗
- 討論及未來工作

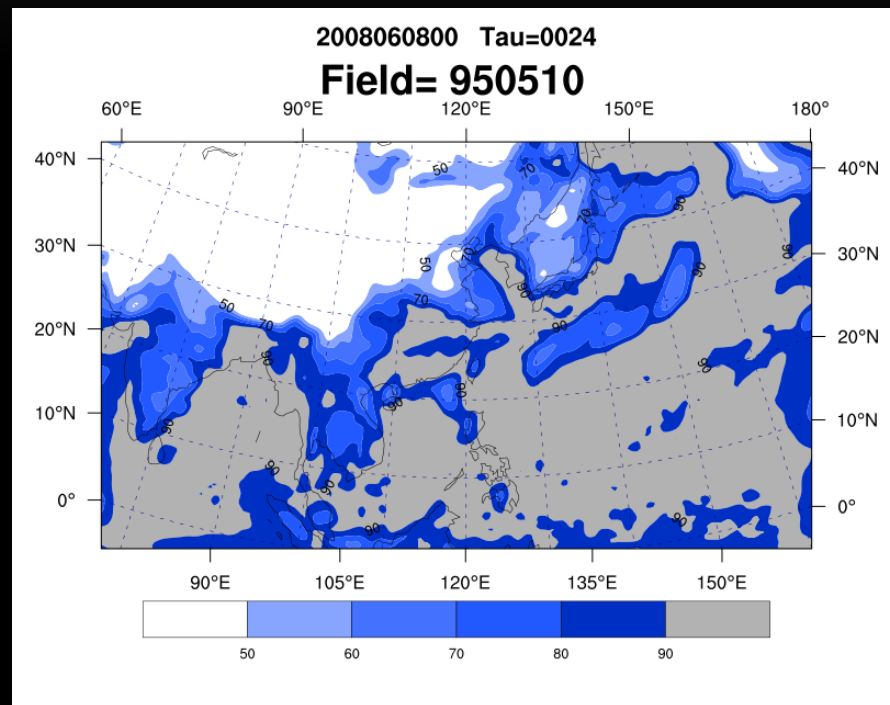
前言

- 緣起

➤ 積雲參數之Kain-Fritsch scheme

- Original Kain-Fritsch scheme
對流太強、海面溫度增高、副高位置不對、形成假颱風
- Kain-Fritsch scheme with new trigger function
➔除了T之外，亦考慮Tv & Qv，讓積雲對流不易觸發
➔副作用：產生sub-grid scale 的海洋邊界層層雲（Qc）過多

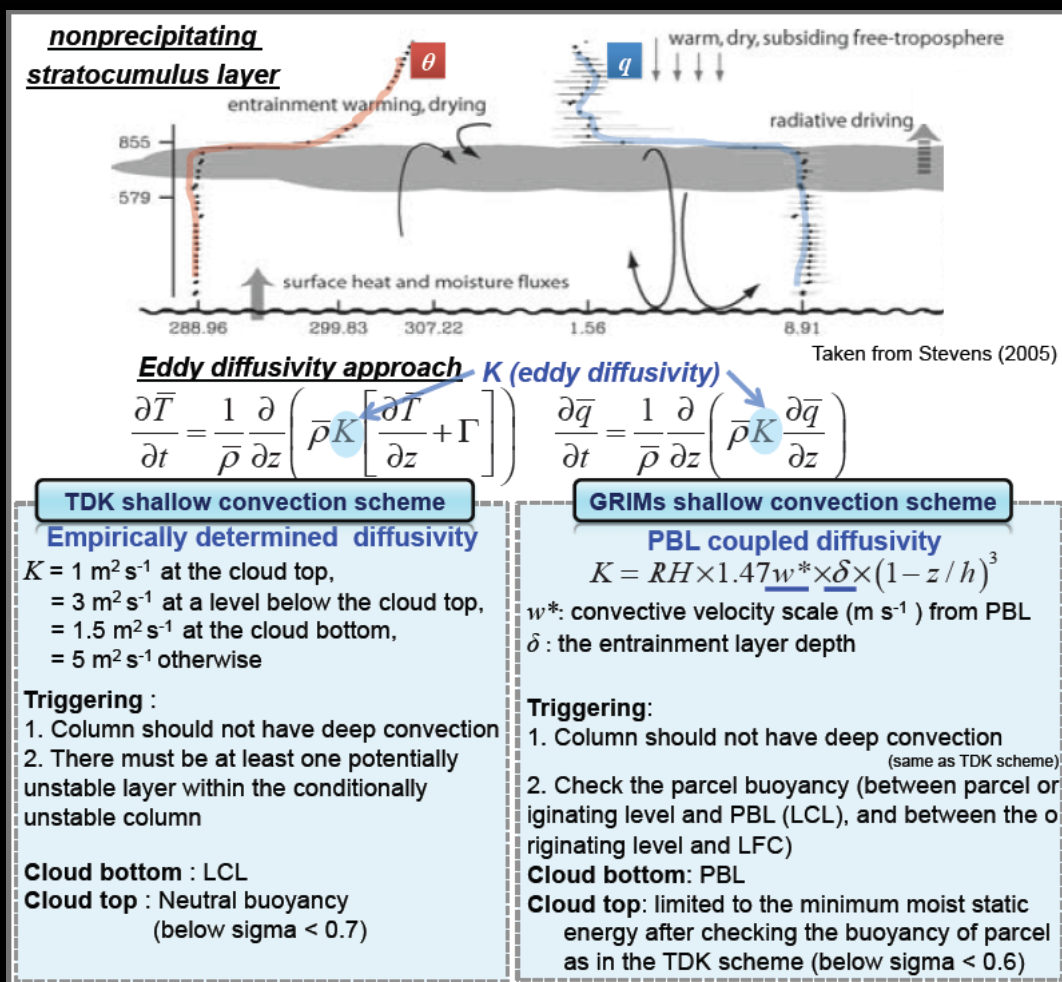
➤ 評估淺積雲參數化能否解決低層雲過多的現象



前言

- 文獻回顧

- Hong et al. (2013)
淺積雲參數法GRIMs (Global/Regional Integrated Modeling System) scheme : 以渦流擴散混合的溫濕改變來表現淺積雲發展過程 , 並直接與YSU PBL scheme. 結合。



➤ Check

1. 該網格點沒有積雲降水
Raincu < 1.e-30
2. 低層、最大濕靜能位置
Eta ≥ 0.6 & dh/dz < 0
3. 地面層處於熱力不穩定
Thermal updraft velocity) ≥ 0.001
4. 邊界層厚度大於2個模式層
Kpbl ≥ 2

➤ 雲底高度

邊界層頂/LCL/由最大濕靜能高度舉升達飽和高度

➤ 雲頂高度

最小濕靜能高度

➤ 雲內

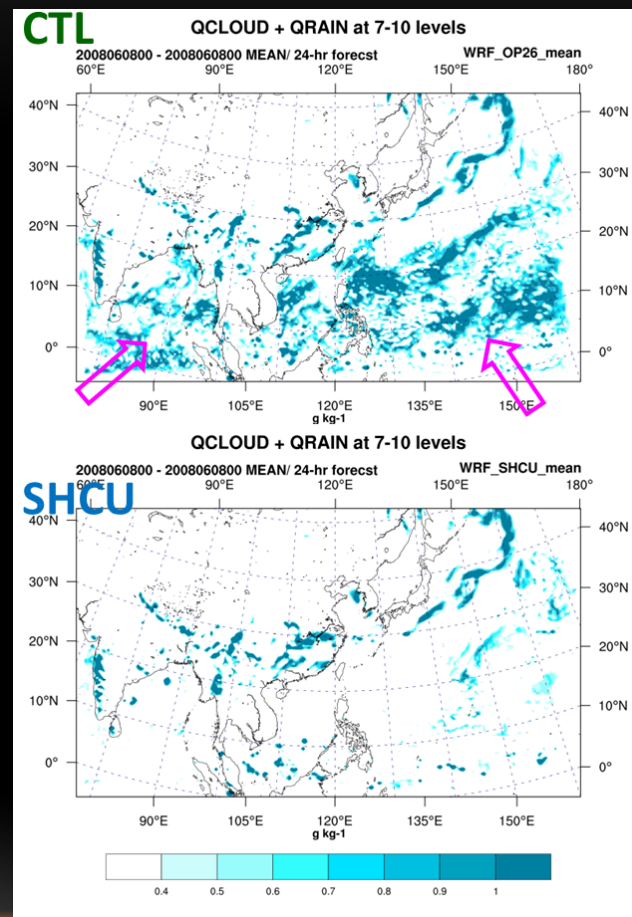
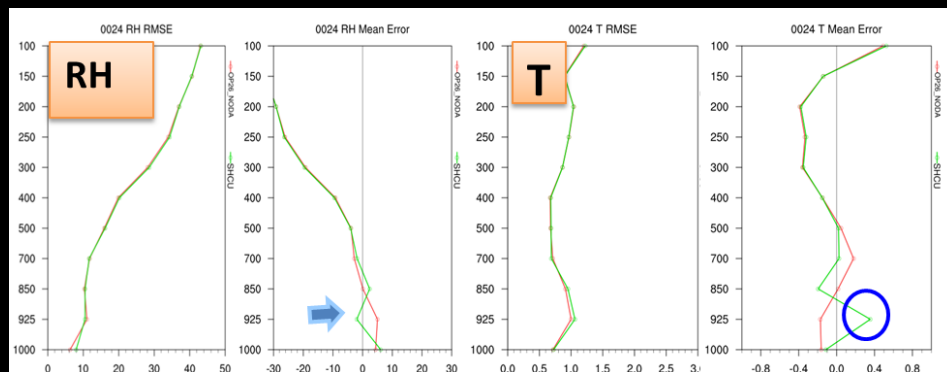
以渦流擴散混合調整雲內溫度及濕度

前言

- 文獻回顧

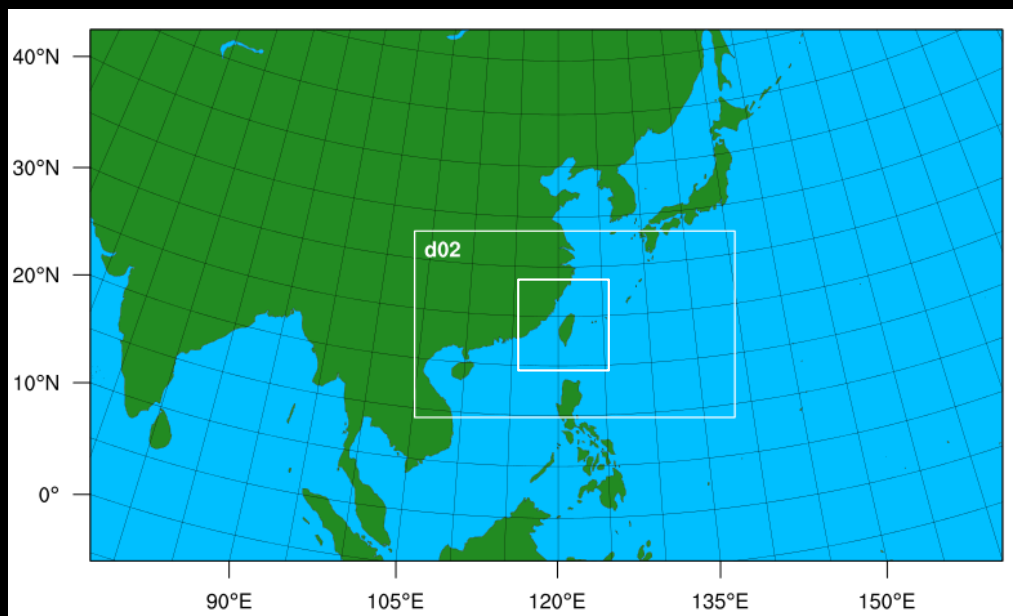
➤ 蔡等 (2014) 45km解析度

1. YSU Grims 淺積雲參數化方法可有效改善海洋邊界層層狀薄雲覆蓋現象
2. 校驗結果發現邊界層溫度偏差變化過大
3. 邊界層 (厚度) 預報更差



實驗設定

- 解析度45km→15km 進行15天的預報實驗
- 實驗結果與NCEP分析場進行校驗



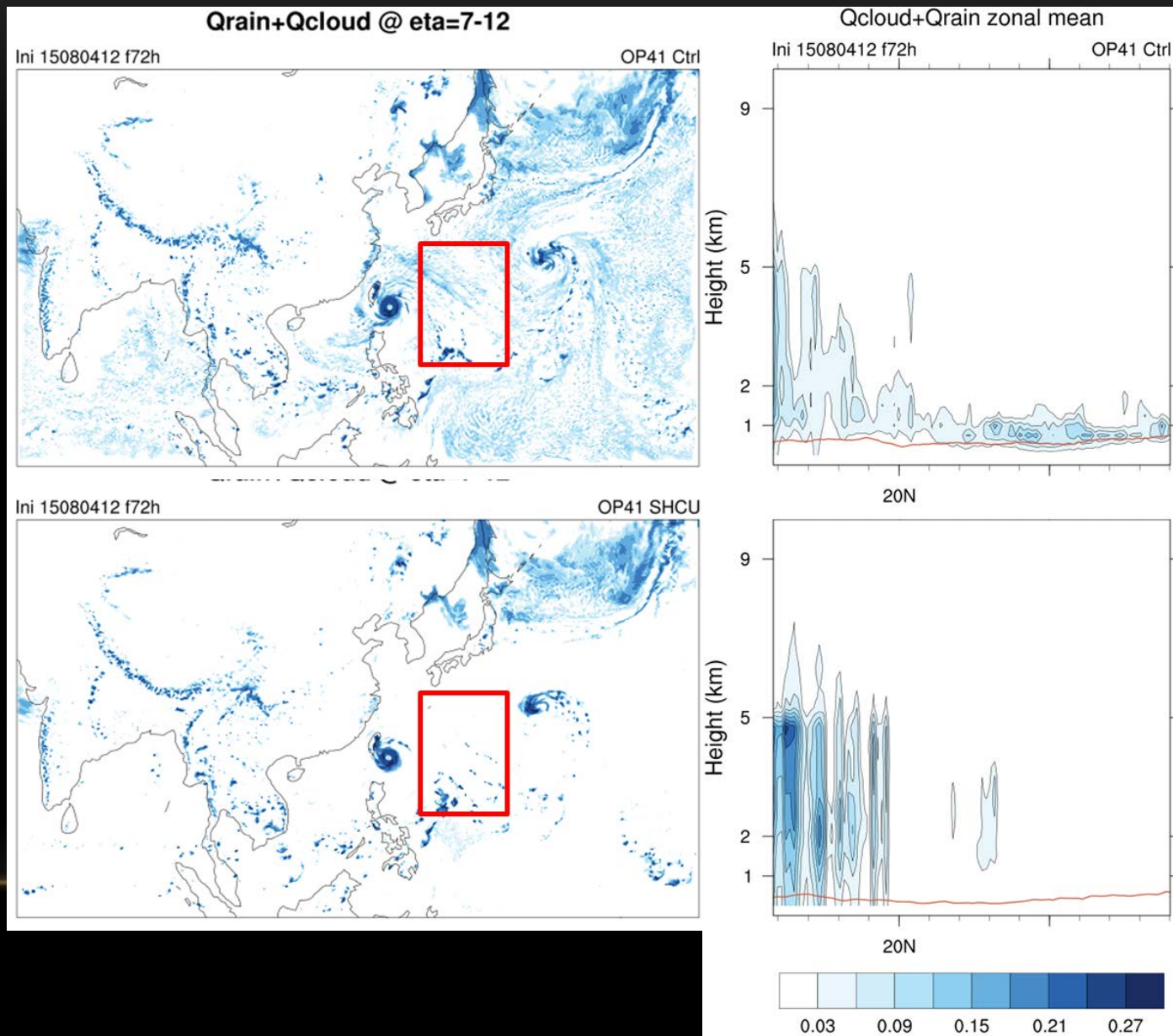
mp_physics	Goddard 5-class scheme
bl_pbl_physics	Yonsei University scheme
ra_lw_physics	RRTMG scheme
ra_sw_physics	RRTMG scheme
sf_sfclay_physics	Monin-Obukhov scheme
sf_surface_physics	unified Noah land-surface model
shcu_physics	GRIMs

模式邊界條件	模式解析度		X方向格點數	Y方向格點數	垂直層數	預報實驗
NCEP GFS 預報場	D01	15km	661	385	52	2015年8月1-15日
	D02	3km	451	451		2015年8月4日12Z
	D02	3km	1160	675		2015年8月4日12Z

結果分析 - 1

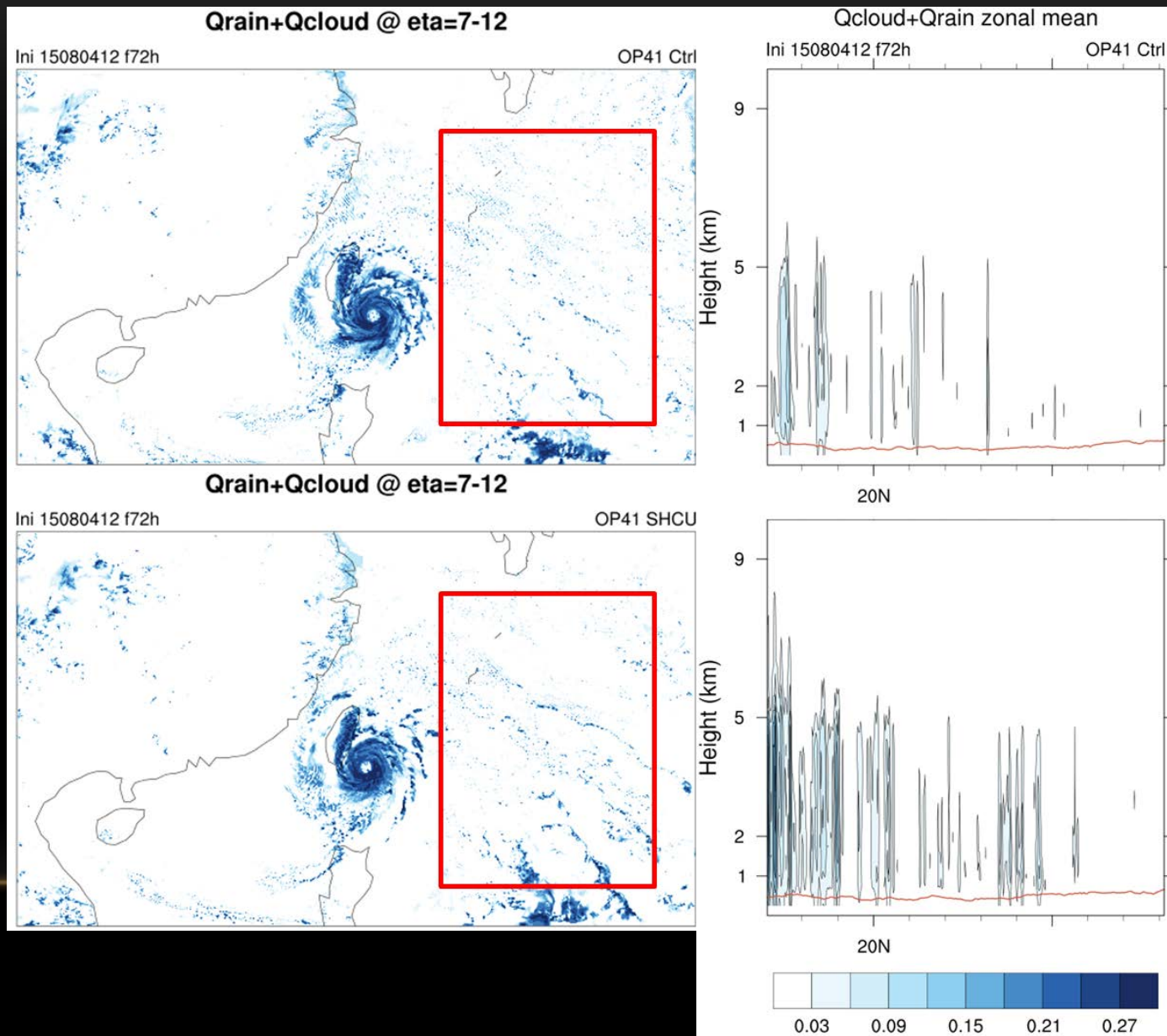
✓ 15km網格
使用YSU
Grims 淺積
雲參數化法
可有效改善
海洋邊界層
層狀薄雲覆
蓋現象

✓ 深對流處之
對流更劇烈



結果分析 - 1

- ✓ 3 km網格不使用KF & SHCU
- ✓ 控制組並未有海洋邊界層層狀薄雲覆蓋現象
- ✓ 實驗組有較多較強的深對流

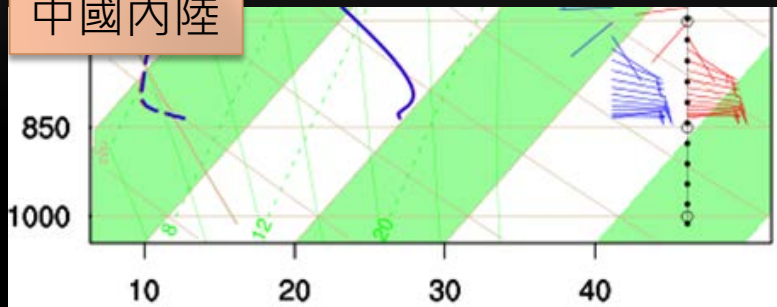


結果分析 - 2

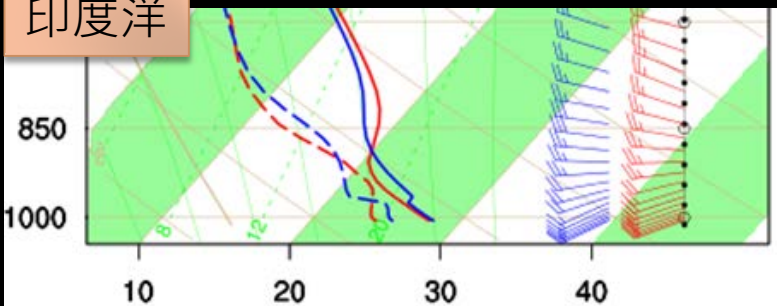
不同區域探空比較

- 控制組
- 實驗組

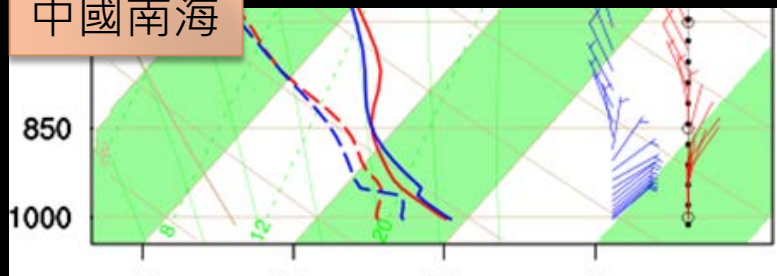
中國內陸



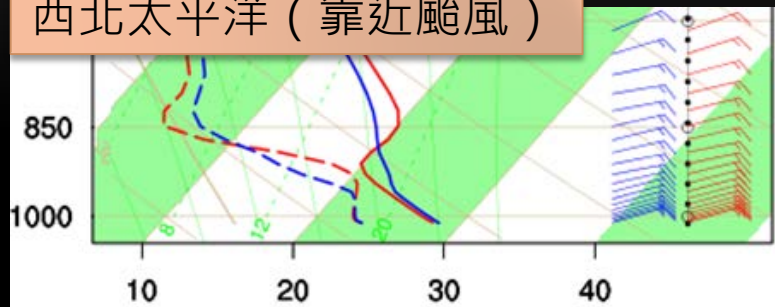
印度洋



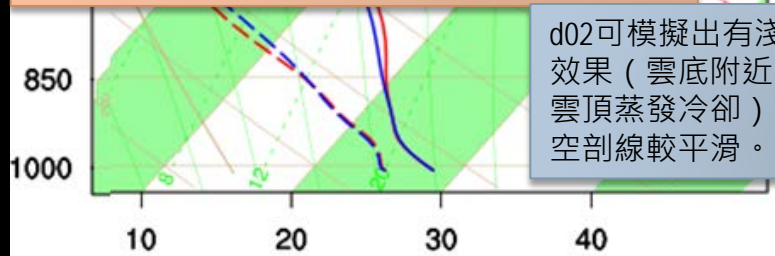
中國南海



西北太平洋 (靠近颱風)

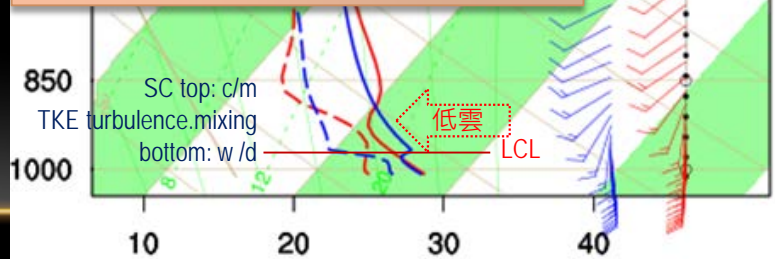


西北太平洋 (靠近颱風, d02)



d02可模擬出有淺積雲的效果 (雲底附近增溫變乾, 雲頂蒸發冷卻)。且其探空剖線較平滑。

西北太平洋 (遠離颱風)



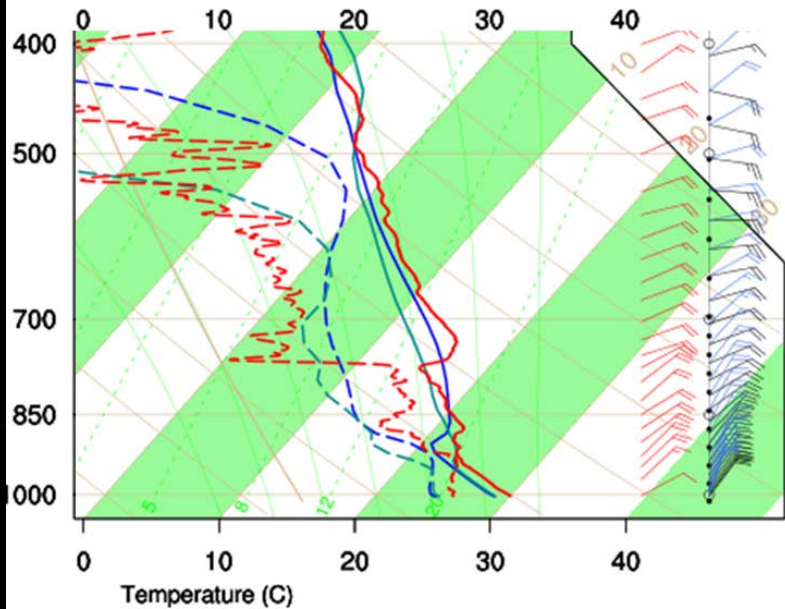
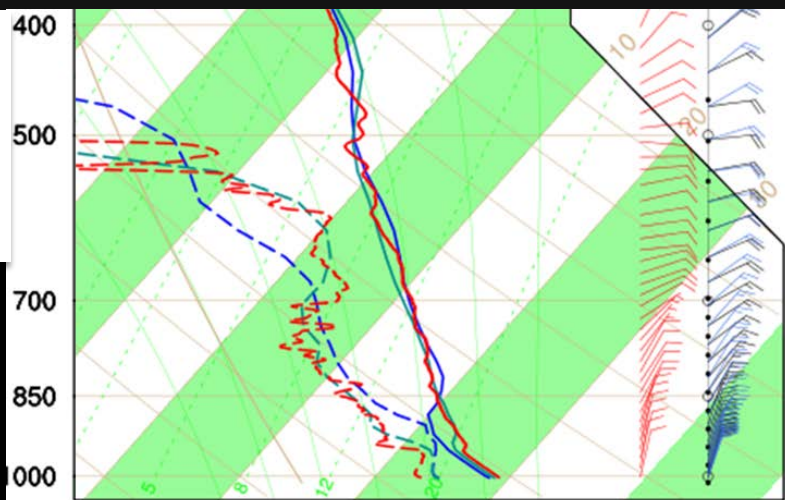
- ✓ 雲頂：蒸發， $Q_v \uparrow$ ，變冷、水氣增加。
- ✓ 雲底：凝結， $Q_c \uparrow$ ，變暖、水氣減少。
- ✓ 邊界層：變暖，水氣增加

結果分析 - 2

與蘇迪勒颱風外圍環流的投落探空比較

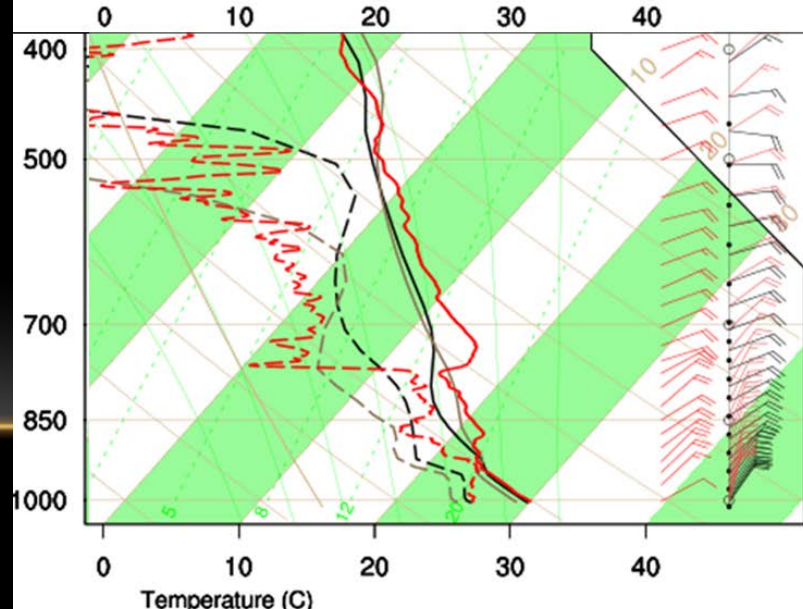
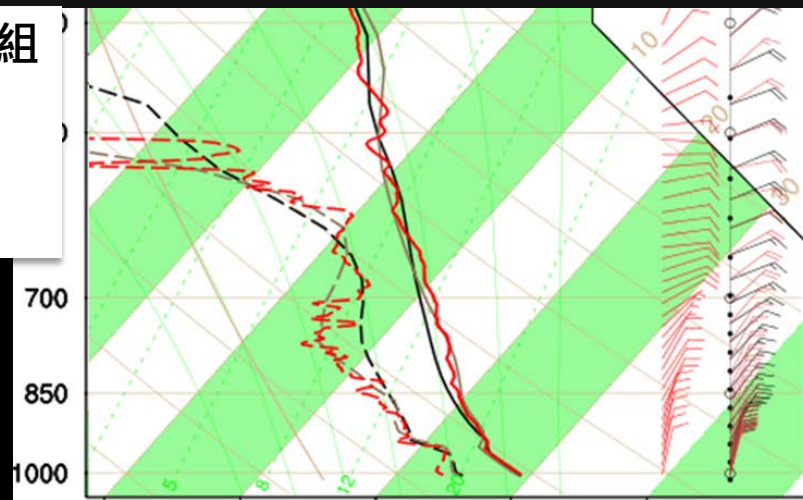
控制組

Drop
d01
d02



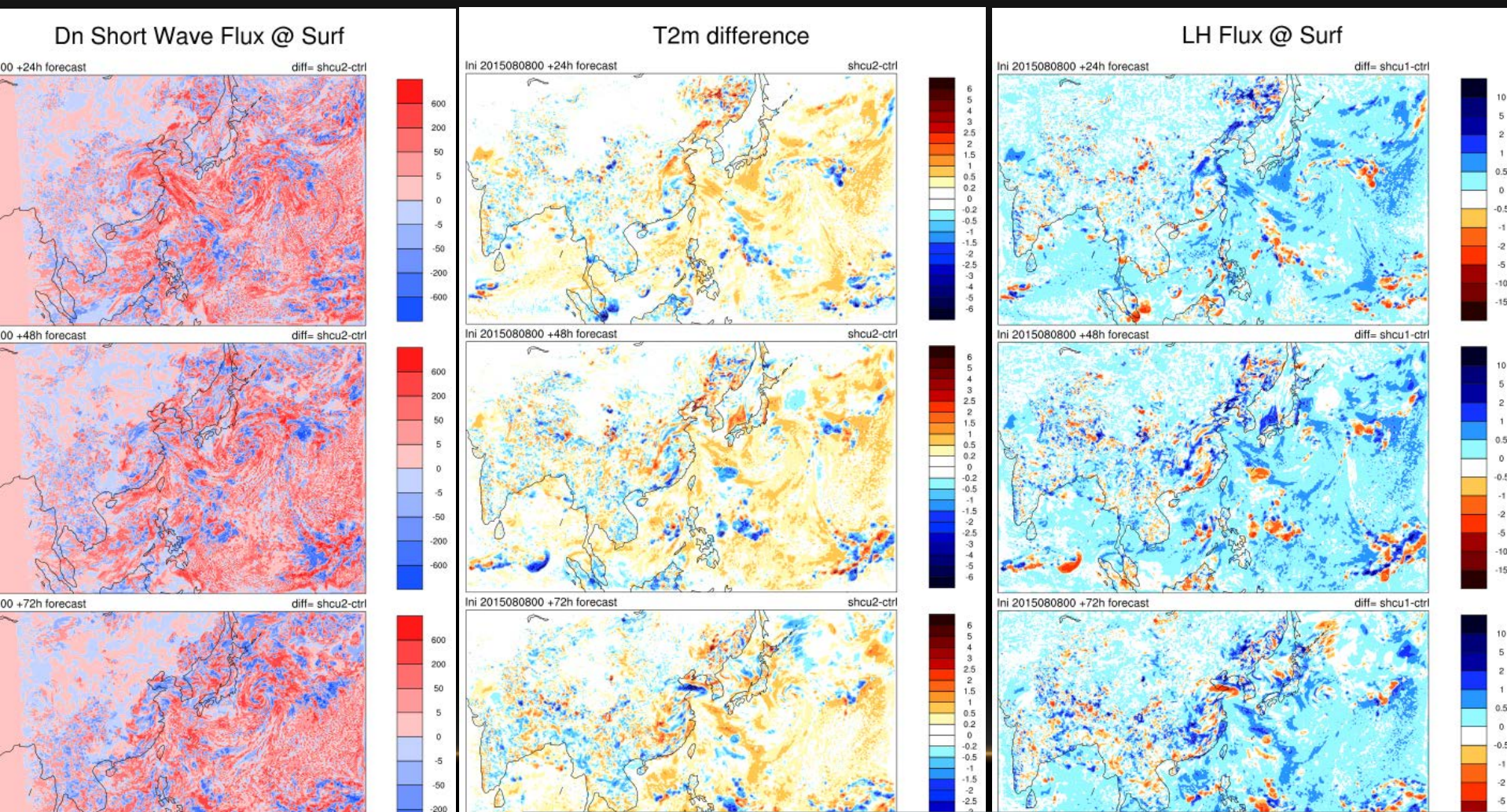
實驗組

Drop
d01
d02



結果分析 - 3

地表附近參數變化 (差異)



邊界層層雲變少，太陽短波輻射
穿透大氣至洋面的通量增加

GRIMs淺積雲參數法增加近地層混合過程，邊界層較上層之高 θ 空氣混入低層，地表附近 $T \uparrow$ (~1度)，LH flux \uparrow

結果分析 - 4

次網格溫度趨勢貢獻項

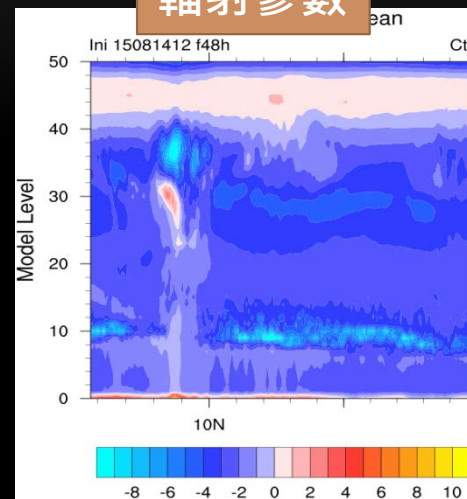
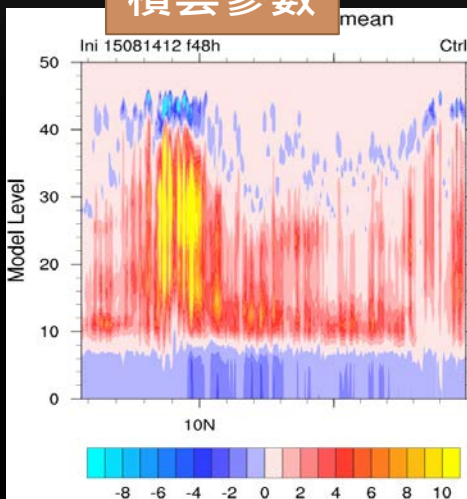
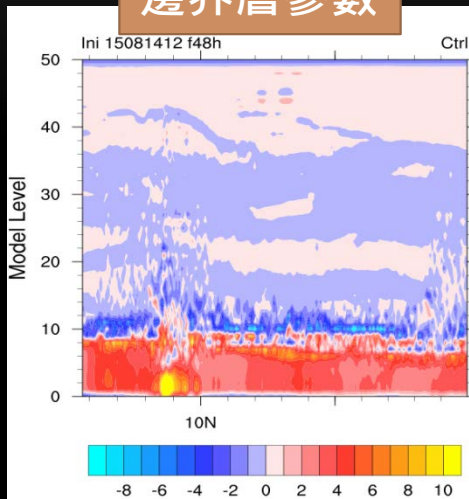
淺積雲參數

邊界層參數

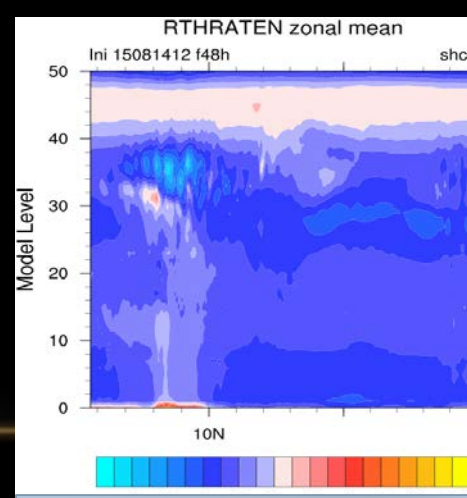
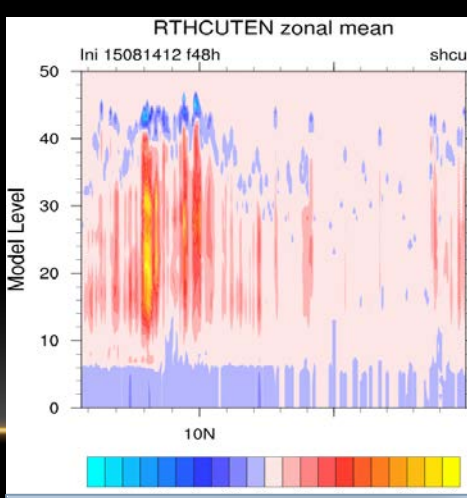
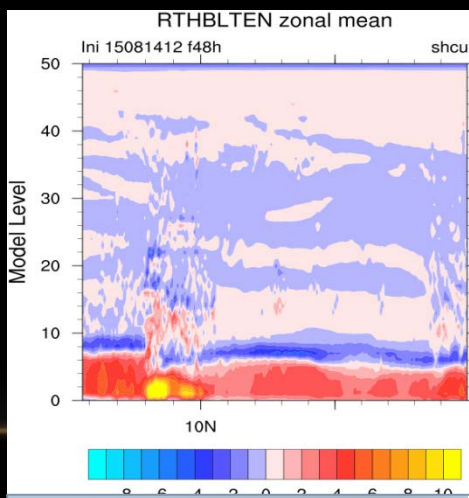
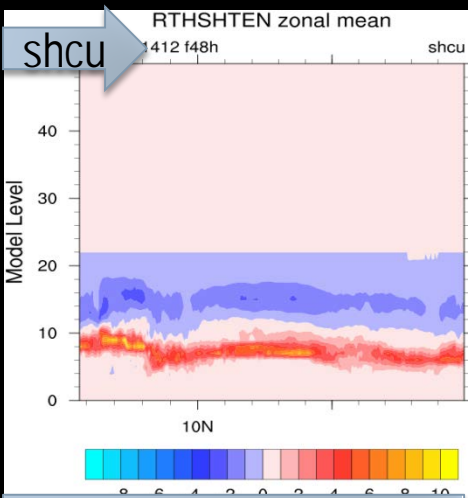
積雲參數

輻射參數

ctrl



shcu



邊界層淺積雲，雲底附近混合增溫，雲頂蒸發冷卻

Shcu增加混合、邊界層頂增溫，使絕熱遞減率減少，增加穩定度，影響邊界層參數的增溫

Ctrl 有較多對流發展
Shcu深對流發展較高

Ctrl低層層雲的雲頂短波輻射冷卻顯著
Shcu邊界層有較多輻射冷卻

結果分析 - 4

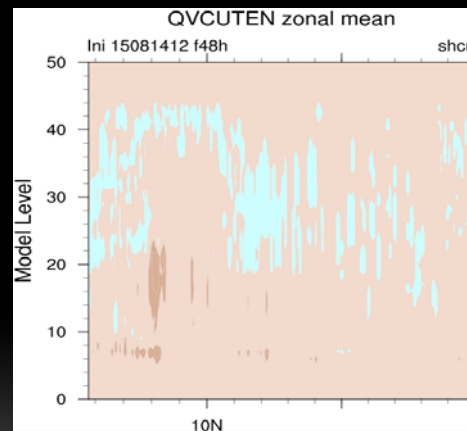
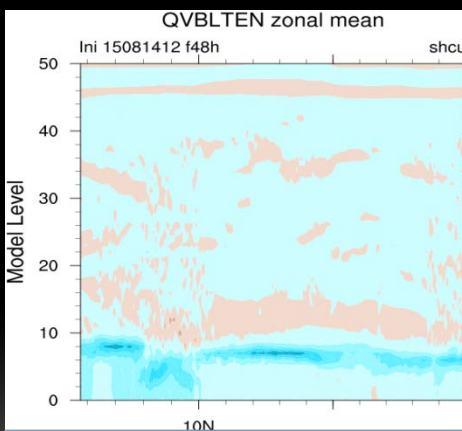
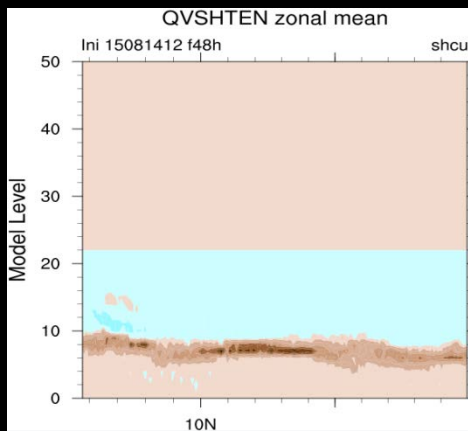
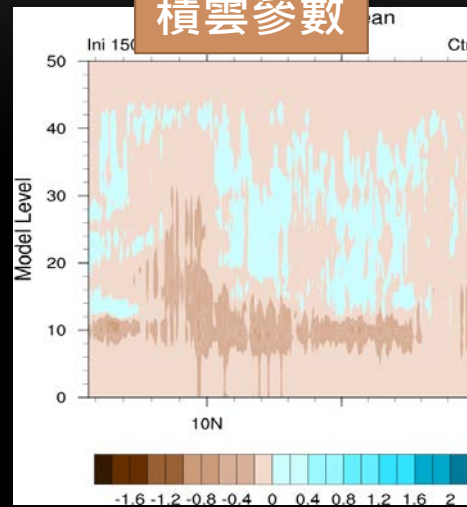
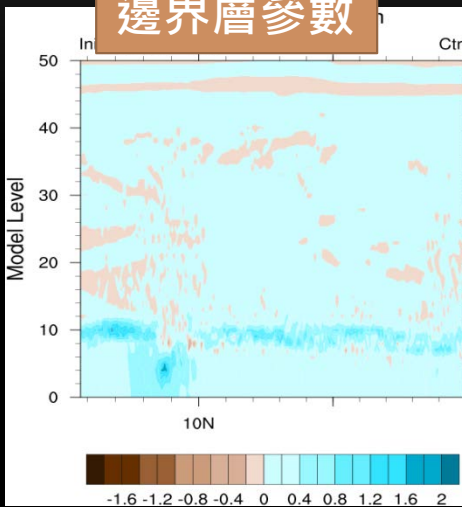
次網格水氣趨勢貢獻項

淺積雲參數

邊界層參數

積雲參數

ctrl



邊界層淺積雲，雲底附近混合變乾，雲頂蒸發變濕

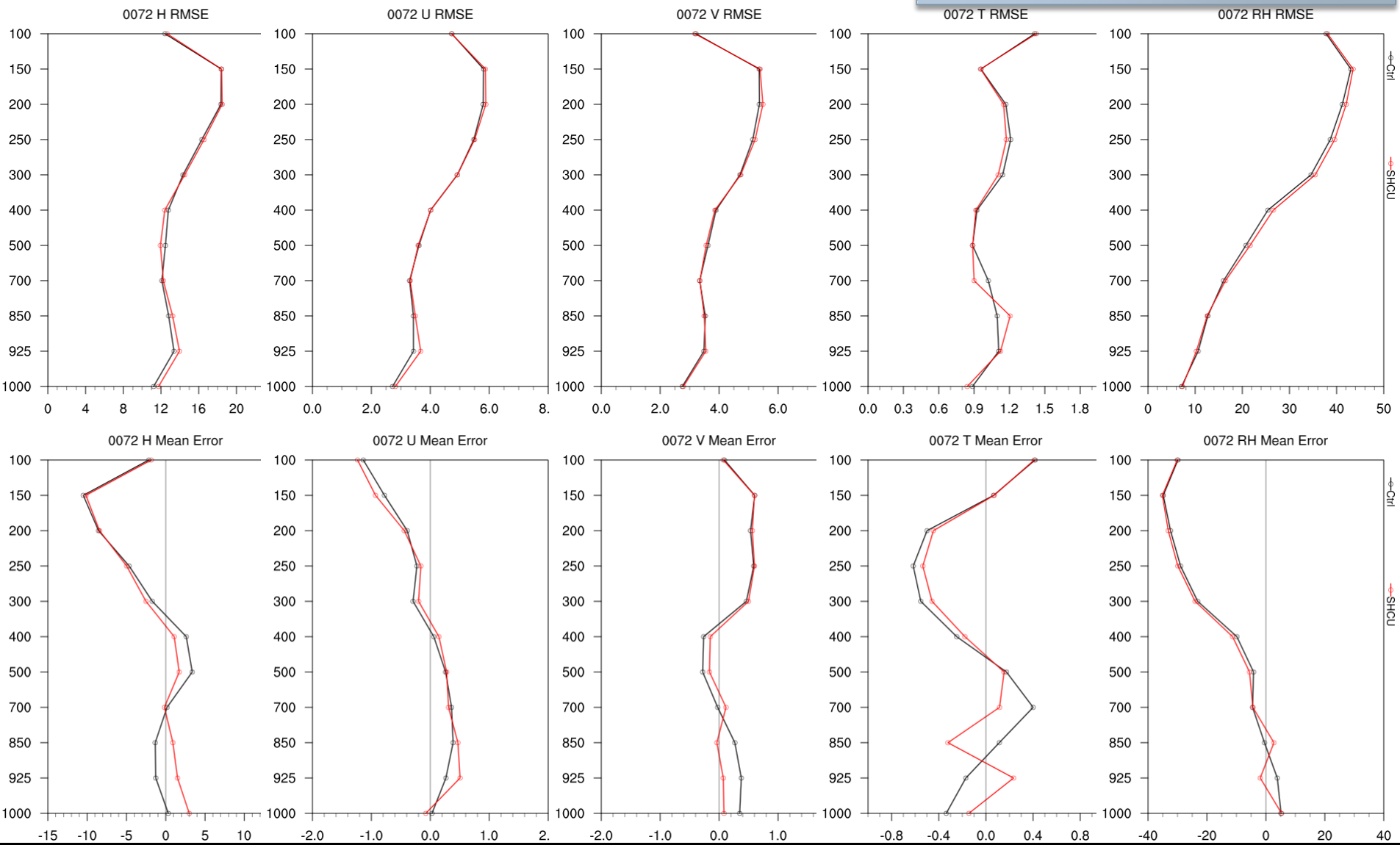
Ctrl: 邊界層參數對整層水氣增加趨勢為正貢獻，特別是邊界層頂。
Shcu: 邊界層頂的水氣增加較為明顯，淺積雲內有負貢獻

積雲參數在深對流內主要在減少水氣
Ctrl 在邊界層的水氣減少較顯著，shcu則無。

shcu

綜觀校驗

shcu在700hPa以下H、U有較大的正偏差。
V風場有較佳的結果
在T & RH造成突兀轉折的偏差。



討論及結論

➤ GRIMs淺積雲參數法是否受解析度的影響？

- 不同解析度 (45km→15km) 之模擬和校驗分析結果相仿
- 可有效改善海洋邊界層層狀薄雲覆蓋現象
- 溫度校驗結果顯示實驗組有過度調整的現象 (850hPa冷偏差過大)

➤ 對比高解析度模擬 / 無積雲參數 模式海洋邊界層發展的差異

- 高解析度模擬未使KF積雲參數時，並不會產生低層層雲。
- 可模擬出有淺積雲的效果 (雲底附近增溫變乾，雲頂蒸發冷卻) 。
- 探空剖線較使用shcu調整後d01的剖線平滑。

➤ 模式 / 觀測 之海洋邊界層的探空差異

- 比較蘇迪勒颱風外圍環流的投落探空溫度剖線，與使用SHCU參數的剖線或d02的剖線較為相似。

◆ 後續工作與建議

- 應 (使用衛星觀測資料) 進一步分析了解海洋邊界層結構及邊界層頂高度
- 更細緻的調整淺積雲參數 (渦流擴散係數)