

中央氣象局全球預報系統 同化GPSRO折射率之觀測誤差

陳登舜^{1,4} 沈彥志¹ 周俊宇¹ 陳御群³ 陳雯美¹ 曹伶伶¹ 曾建翰¹
馮欽賜² 陳建河² 楊明仁⁴ 楊舒芝⁴



¹ 中央氣象局氣象科技研究中心

² 中央氣象局氣象資訊中心



³ 臺灣颱風洪水研究中心



⁴ 國立中央大學大氣科學系

Central Weather Bureau

研究目的與方法

- 將非福衛三號觀測的GPSRO資料納入同化作業。
- 提升中央氣象局預報系統同化GPSRO折射率觀測的表現。
- 將目前GSI中預設的觀測誤差調整為適合同化非福衛三號的掩星資料。
- 經由初始猜測值與觀測值的差，來估計觀測誤差。

$$obs_error = [y_o - h(x^b)] \times factor(k)$$

摘要



- 比較加入同化非福衛三號掩星觀測資料後之預報得分
- 比較加入同化非福衛三號掩星觀測資料後之同化之統計狀態
- 調整觀測誤差結構
- 比較調整觀測誤差結構後之同化之統計狀態
- 比較調整觀測誤差結構後之預報得分

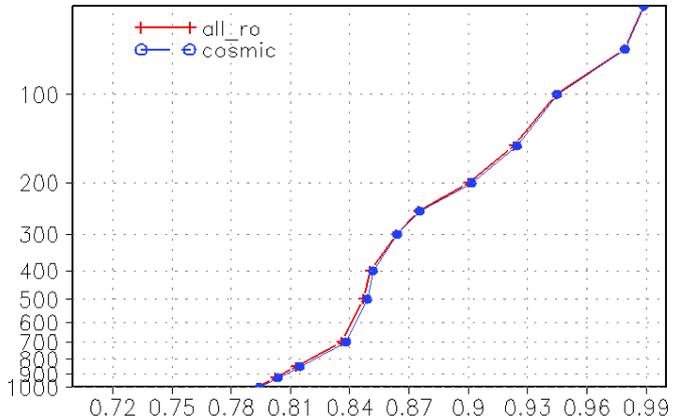
比較加入同化非福衛三號掩星觀測資料後之預報得分

北半球區域

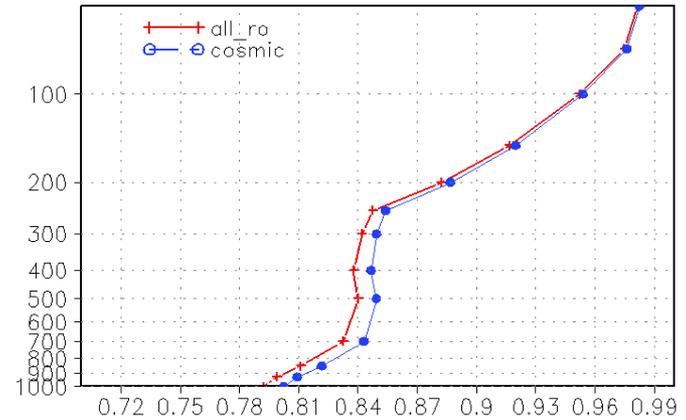
南半球區域

高度場距平相關

2011nov ach 5 day fcst - NA

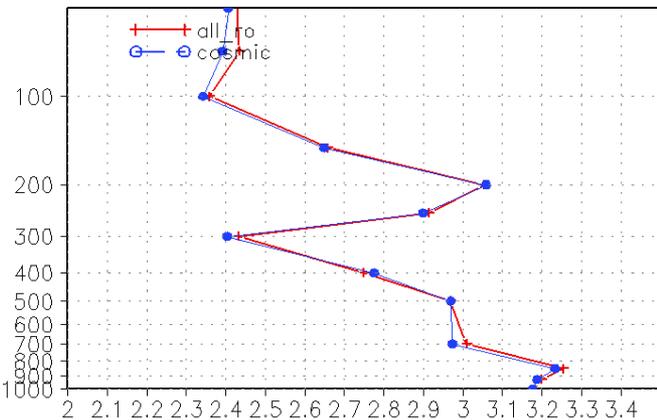


2011nov ach 5 day fcst - SA

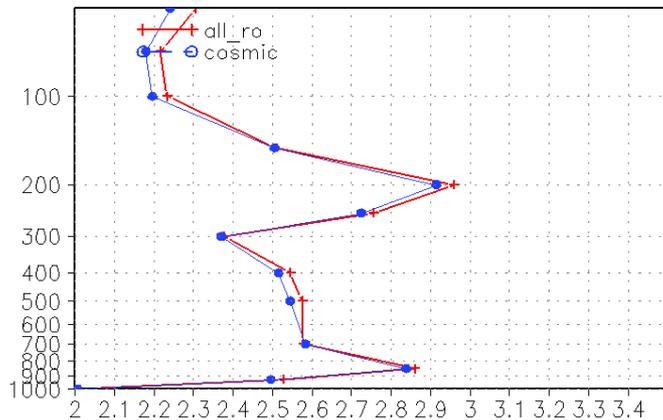


溫度場均方根誤差

2011nov frt 5 day fcst - NA



2011nov frt 5 day fcst - SA



3D-VAR Cost Function

$$J(x^a) = J_b(x^a) + J_o(x^a)$$

$$J_b(x^a) = \frac{1}{2} (x^a - x^b)^T \mathbf{B}^{-1} (x^a - x^b)$$

$$J_o(x^a) = \frac{1}{2} (y_o - h(x^a))^T \mathbf{R}^{-1} (y_o - h(x^a))$$

$$= \sum_1^N \left(\frac{[y_o - h(x^a)]}{obs_error} \times factor(k) \right)^2$$

$$\rightarrow \sum_1^N \left(\frac{[y_o - h(x^b)]}{obs_error} \times factor(k) \right)^2 \quad \text{at the beginning of Inner loop}$$

$$std \left\{ \frac{[y_o - h(x^b)]}{obs_error} \times factor(k) \right\} \quad avg \left\{ \frac{[y_o - h(x^b)]}{obs_error} \times factor(k) \right\}$$

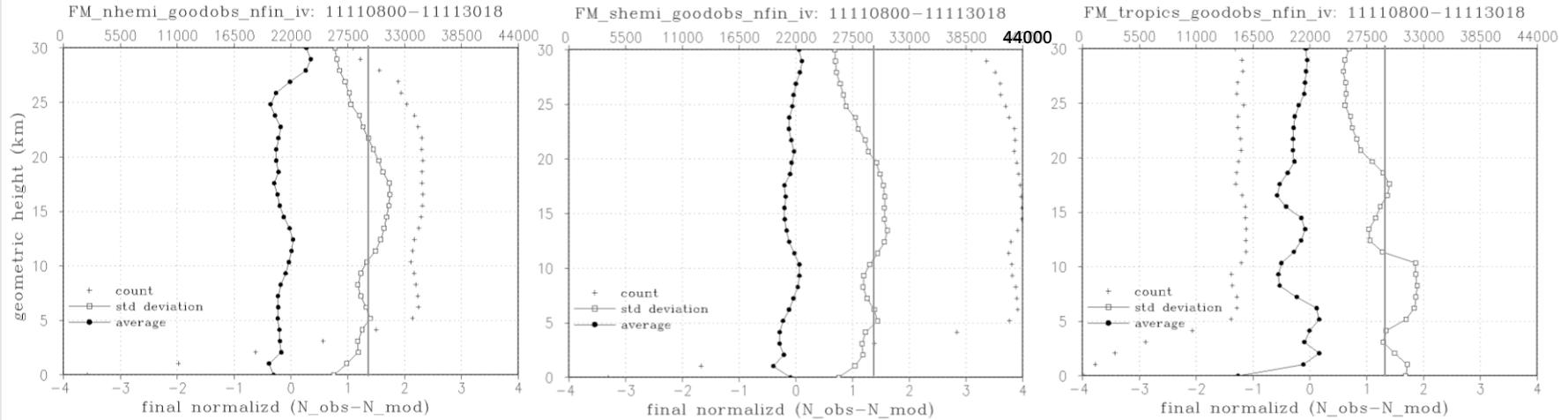
比較加入同化非福衛三號掩星觀測資料後之同化之統計狀態

北半球區域

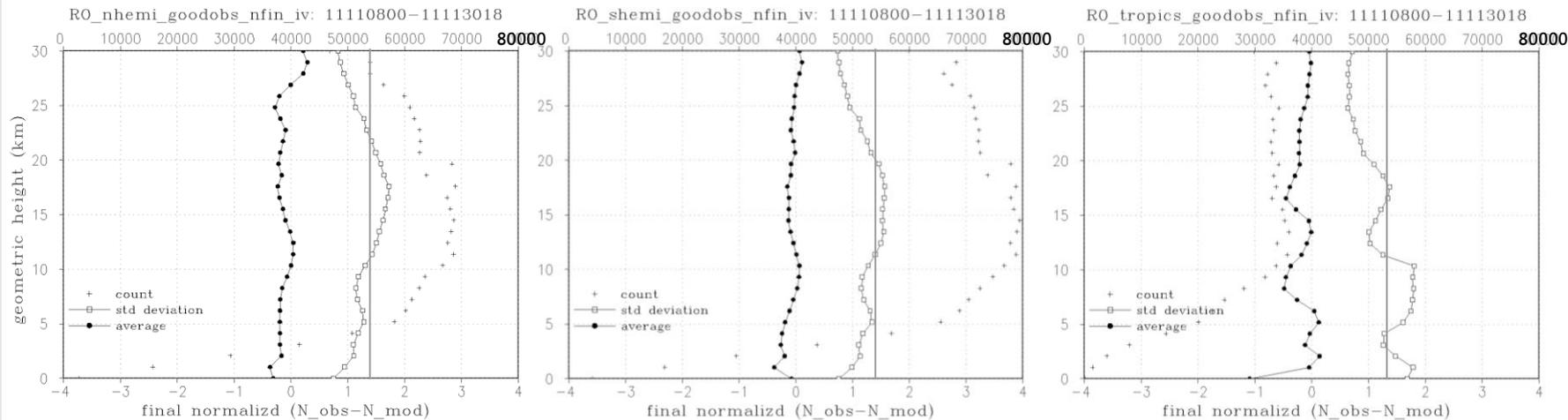
南半球區域

熱帶區域

COSMIC



ALLRO



調整觀測誤差-理論調整

Desroziers et al. (2005)

$$\mathbf{d}_b^o = \mathbf{y}^o - H(\mathbf{x}^b)$$

$$\mathbf{d}_a^o = \mathbf{y}^o - H(\mathbf{x}^a)$$

$$E[\mathbf{d}_b^o(\mathbf{d}_b^o)^T] = E[\boldsymbol{\epsilon}^o(\boldsymbol{\epsilon}^o)^T] + \mathbf{H}E[\boldsymbol{\epsilon}^b(\boldsymbol{\epsilon}^b)^T]\mathbf{H}^T$$

$$E[\mathbf{d}_a^o(\mathbf{d}_b^o)^T] = \mathbf{R}(\mathbf{R} + \mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{H}^T)^{-1} E[\mathbf{d}_b^o(\mathbf{d}_b^o)^T]$$

$$E[\mathbf{d}_a^o(\mathbf{d}_b^o)^T] = \mathbf{R}$$

調整觀測誤差-經驗調整

NCEP empirical value:

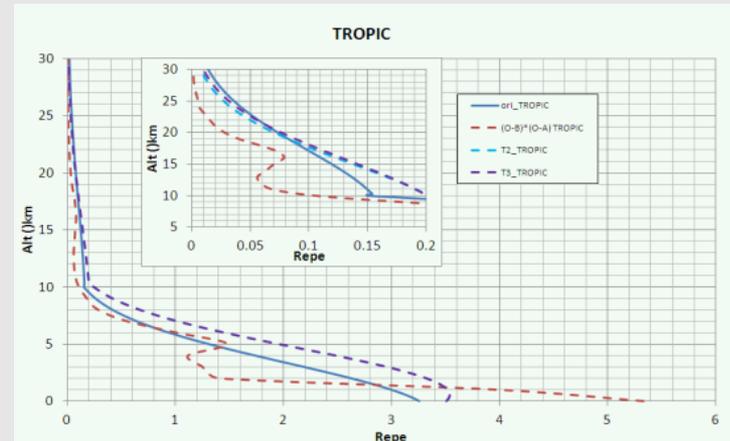
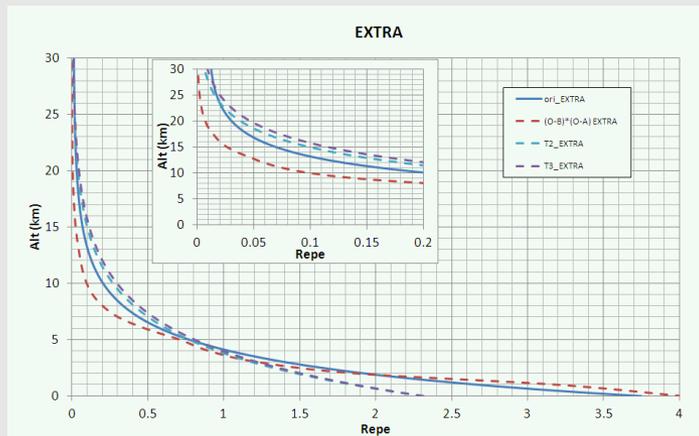
$$sd \left\{ \frac{[y_o - h(x^b)]}{obs_error} \times factor(k) \right\} = 1.2 \sim 1.4$$

1. 南、北半球區域

- 10公里以上，觀測增量標準差減小 → 增加觀測誤差(repe_gps)
- 10公里以下，觀測增量標準差增大 → 減少觀測誤差(repe_gps)

2. 熱帶區域

- 10公里以上，觀測增量標準差增大 → 減少觀測誤差(repe_gps)
- 10公里以下，觀測增量標準差減小 → 增加觀測誤差(repe_gps)



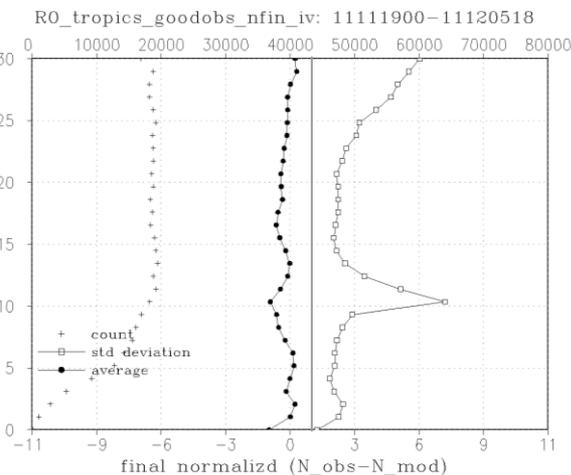
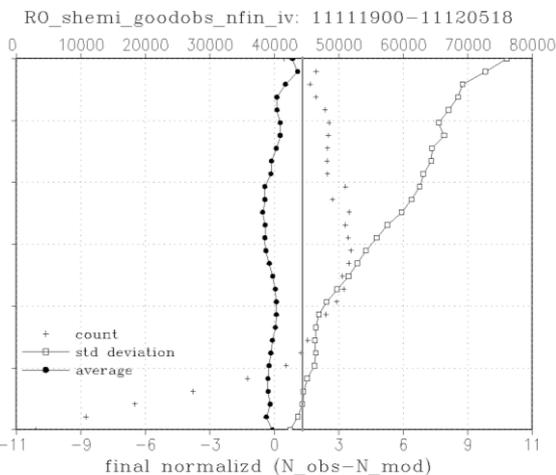
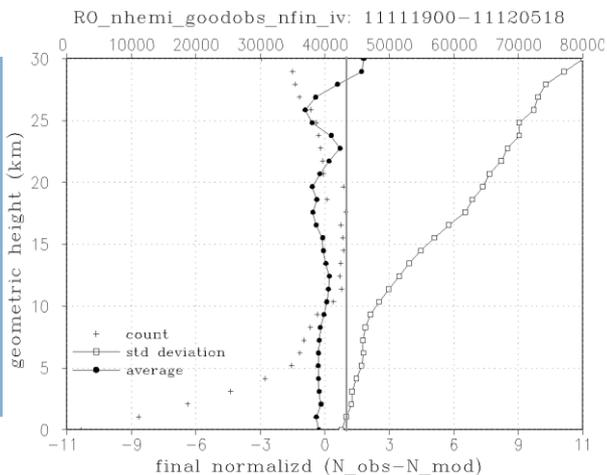
調整後GPS掩星資料同化之統計狀態

北半球

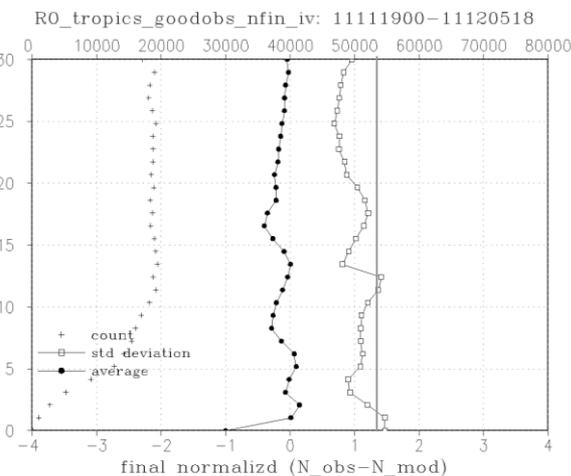
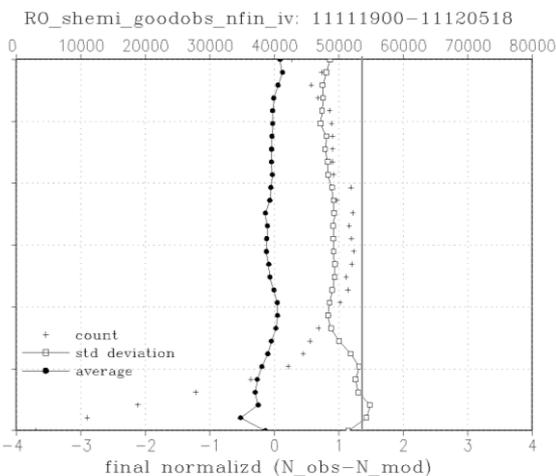
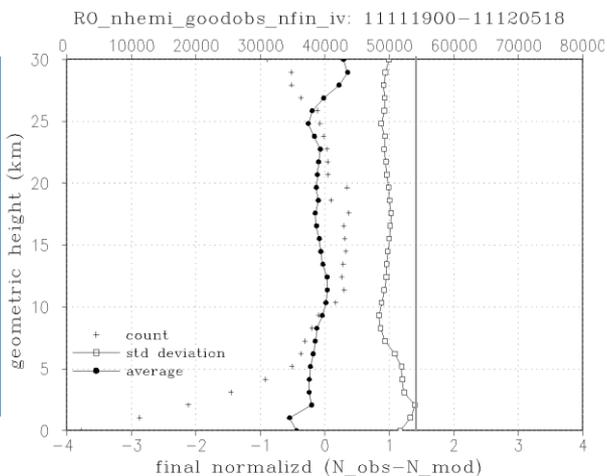
南半球

熱帶

md1_allro



md2_allro



調整結果與實驗比較

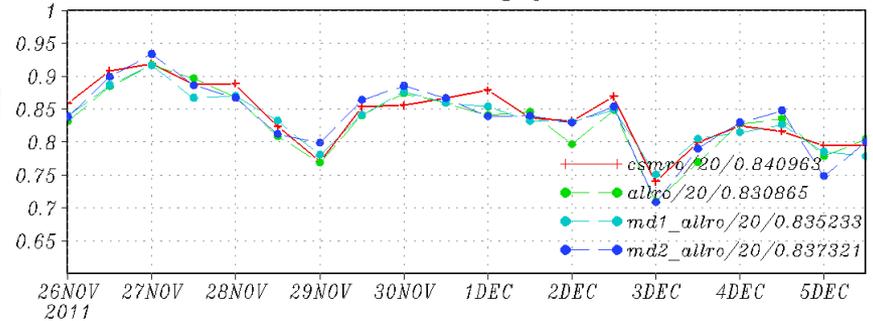
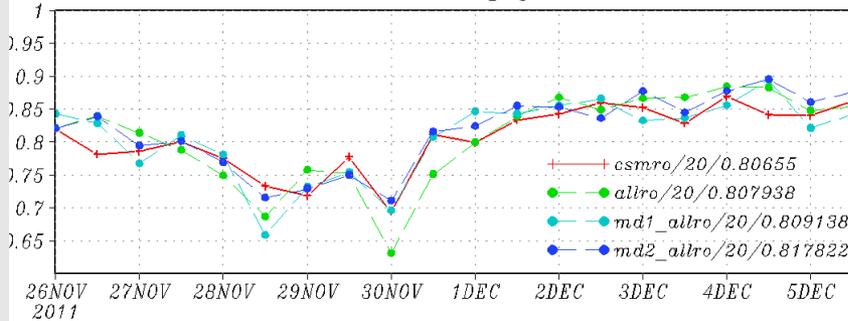


北半球

南半球

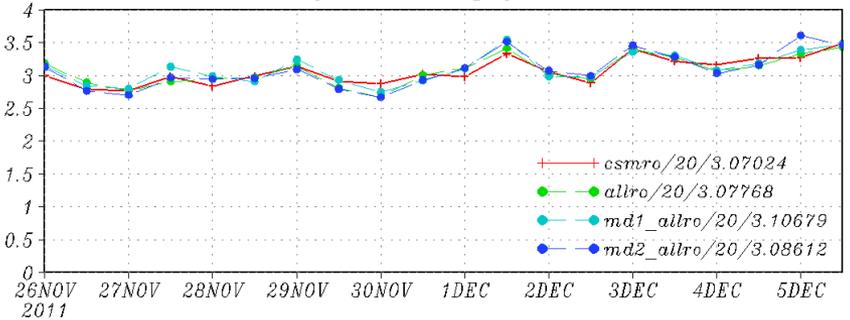
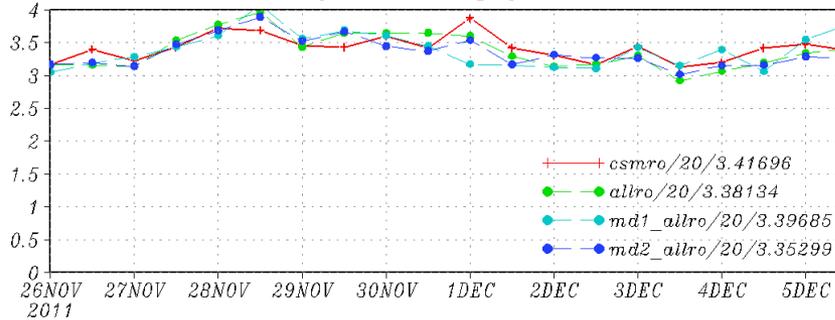
500 ach 5 day fctst - NA

500 ach 5 day fctst - SA



850 frt 5 day fctst - NA

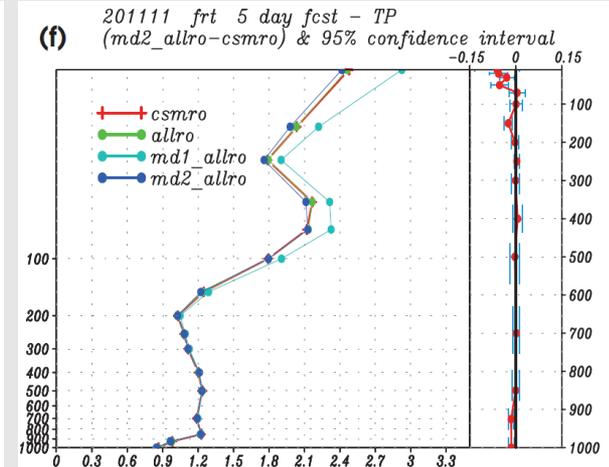
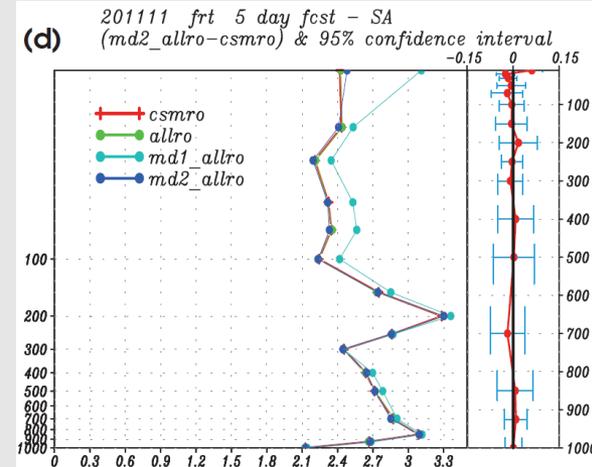
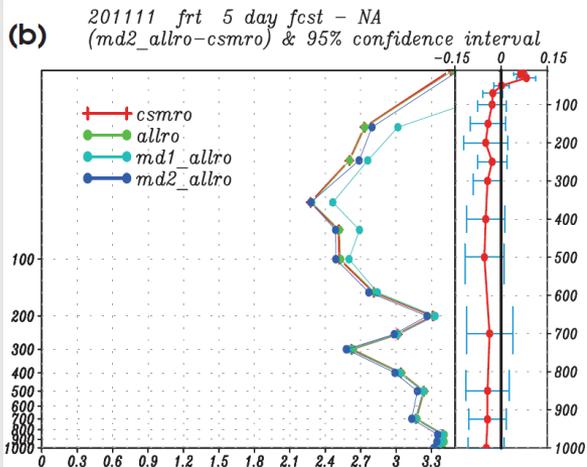
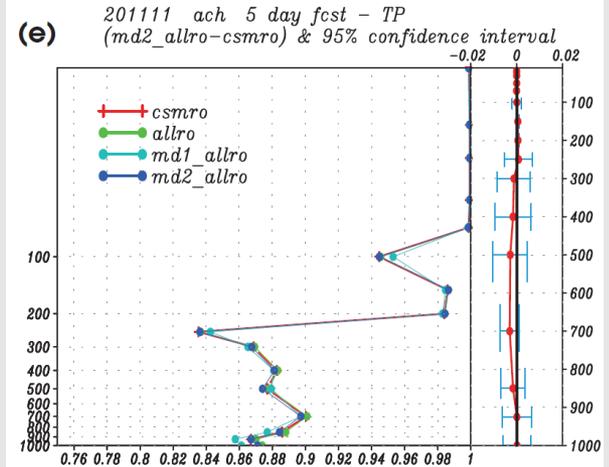
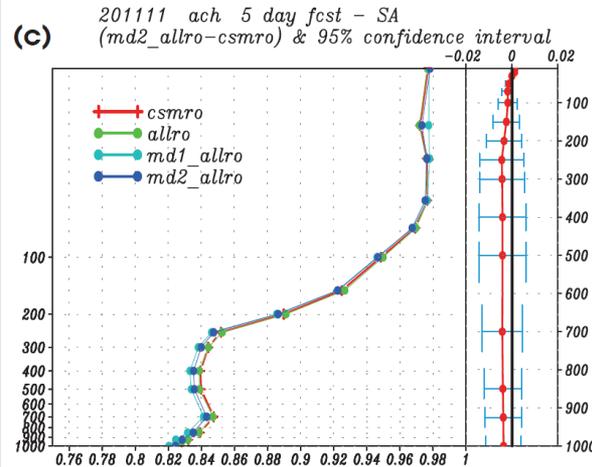
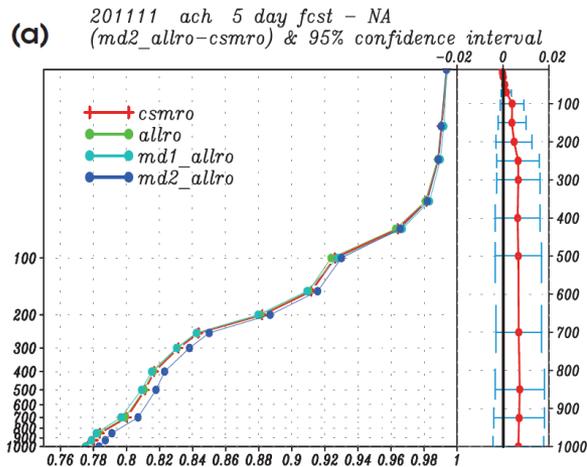
850 frt 5 day fctst - SA



場距平相關
500 hPa 高度

場方均根誤差
850 hPa 溫度

調整結果與實驗比較



結論



- 在北半球，由Student-t分布95%信賴區間檢驗差異顯著性。結果顯示，md2_allro 實驗相較於COSMIC 實驗在五天預報的重力位高度場AC score 與溫度場RMSE均有較佳的表現。
- 在南半球區域，使用md2觀測誤差同化ALLRO實驗的預報表現能夠提升到與COSMIC 實驗接近。
- 在福衛三號COSMIC衛星所接收到的資料日益減少之際，可將非福衛三號衛星所觀測的GPSRO 資料同化納入作業，則可彌補相對觀測數量較少的海洋地區所減少的GPSRO 觀測。