



中央氣象署 TGFS 全球預報系統 第 2 版更新之評估與測試

鄧雯心, 趙子瑩, 林宗翰, 黃子茂, 連國淵
中央氣象署科技發展組

2024/09/04

(另外感謝：蕭玲鳳, 汪鳳如, 林昌鴻, 陳郁涵, 沙聖浩)

TGFS 改版

- TGFS v1 2023 年 9 月上線
- TGFS v1.1 2024 年 4 月 (模式物理修改/RO bug fix/產品輸出)
- **TGFS v2 預計 2024 年底**
- 預計改版項目：
 - 將 GSI 資料同化系統的基礎版本由 15.1 版升級至 16.3 及調整同化方法
 - 將模式水平解析度由 25 公里提升至 13 公里
 - 新增使用 NCEP 於今年新釋出的觀測資料
- 以下將介紹 TGFS v2 的更新內容，並透過各類單元測試實驗 (同化系統版本及同化技術、模式解析度、新增觀測資料) 結果，展示目前的整體測試情況。

氣象署 TGFS v1 與 NCEP GFS v15 主要差異



	NCEP GFS v15	CWA TGFS v1
Global grid setting	Deterministic: C768L64 (13 km) / Ensemble: C384L64 (25 km) (zonal tile arrangement)	Deterministic: C384L64 (25 km) / Ensemble: C192L64 (50 km) (Taiwan-centric tile arrangement)
Nested tile	N/A	Taiwan-nested tile (4.8 km; forecast-only; initialized from global DA analysis)
Ensemble		32 + 32 (12-h time-lagged forecast)
Cloud		Global: CWA modified New SAS (Lin et al. 2022; based on Kwon and Hong 2017) Nested: CWA modified New Tiedtke
Land		Updated land-use, soil type (from WRF/MODIS), vegetation fraction (from EUMETSAT) Land model updates (based on NCEP GFS v16)
Gravity wave drag scheme		Fix a bug associated with air density
Assimilated observations	NCEP observation	NCEP observation – those not publicly available on NOAA NOMADS + CWA-processed conventional data (early run only) + CWA-processed COSMIC-2 RO + CWA-processed Himawari-8 AHI
RO assimilation	Error specified using absolute values	Error specified using fractional values

相對於 NCEP GFS 的主要不足處：

- 1) Lower resolution (25 vs. 13 km)
- 2) Fewer ensemble members (32(+32) vs. 80)
- 3) Fewer observations assimilated

氣象署 TGFS v2 更新 (參照NCEP GFS v16)



	CWA TGFS v1.1	CWA TGFS v2
Global grid setting	Deterministic: C384L64 (25 km) / Ensemble: C192L64 (50 km)	Deterministic: C768L64 (13 km) / Ensemble: C384L64 (25 km)
Nested tile	Taiwan-nested tile (4.8 km)	Taiwan-nested tile (2.9 km)
Version update	GSI v15.3 BUFR library v11.5 CRTM v2.3.0 + CRTM cloud table	GSI v16.3.12 BUFR library v11.7 CRTM v2.4.0.3 + GFDL cloud table Add met_guess variable for CRTM: qr, qs, and qg
Deterministic DA- overall	-	+ Revised thinning box and observation error for scatterometry Winds from satellite + New variational QC + Assimilate aircraft data with Hilbert curve applied
Deterministic DA - radiance	-	+ Inter-channel error correlation for IASI and CrIS radiances over sea surface and land + Assimilate antenna-corrected (SDR) instead of antenna temperature (TDR) data from the AMSU-A, the MHS, and the ATMS + Revised all-sky framework by including precipitation-affected AMSU-A and ATMS radiances and cloud fraction from the forecast model
Deterministic DA - NSST	-	+ Revision for NSST assimilation (AVHRR radiances and in-situ observations)

氣象署 TGFS v2 更新 (參照NCEP GFS v16)



	CWA TGFS v1.1	CWA TGFS v2
Ensemble DA	EnSRF	LETKF with modulated ensemble (model space localization and linearized observation operator)
Assimilated observations	NCEP observation	NCEP observation + <u>NCEP new released observation (from Jun. 2024)</u> + Assimilate AMSU-A CH14 and ATMS CH15 without bias correction + AMSUA, MHS, IASI (Metop-C) + AHI (Himawari-8, Himawari-9) + ABI (g16, g18) + AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C) + OMI (aura), OMPS (npp, n20)



Especially thanks to
Dr. Kleist !! (NCEP EMC)

■ TGFS v2 尚未與 NCEP GFS v16 同步更新的主要項目：

- Model vertical layers change from L64 to L127 (model top 55km to 80km)
- Updated Forecast Model version and NetCDF forecast output (instead of NEMSIO format)
- Assimilate NOAA-N21 data (ATMS, CrIS), SEVIRI-M11
- Implement 4-Dimensional Incremental Analysis Update (4D-IAU) technique

項目列表

- **TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新**
 - Ensemble DA: LETKF modulated-ensemble
 - Deterministic DA: Inter-channel correlated observation error
- **TGFS v2 - 新增同化觀測資料**
 - 同化額外衛星資料: AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)
 - 同化同步衛星資料: AHI (Himawari-8, ch8-9, land and sea) + ABI(g16, ch8)
 - 同化衛星輻射計資料: AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)
 - 同化臭氧資料: OMI (aura) + OMPS (npp, n20)
- **TGFS v2 - 提升模式解析度**
- **TGFS v2 - 整合測試結果**

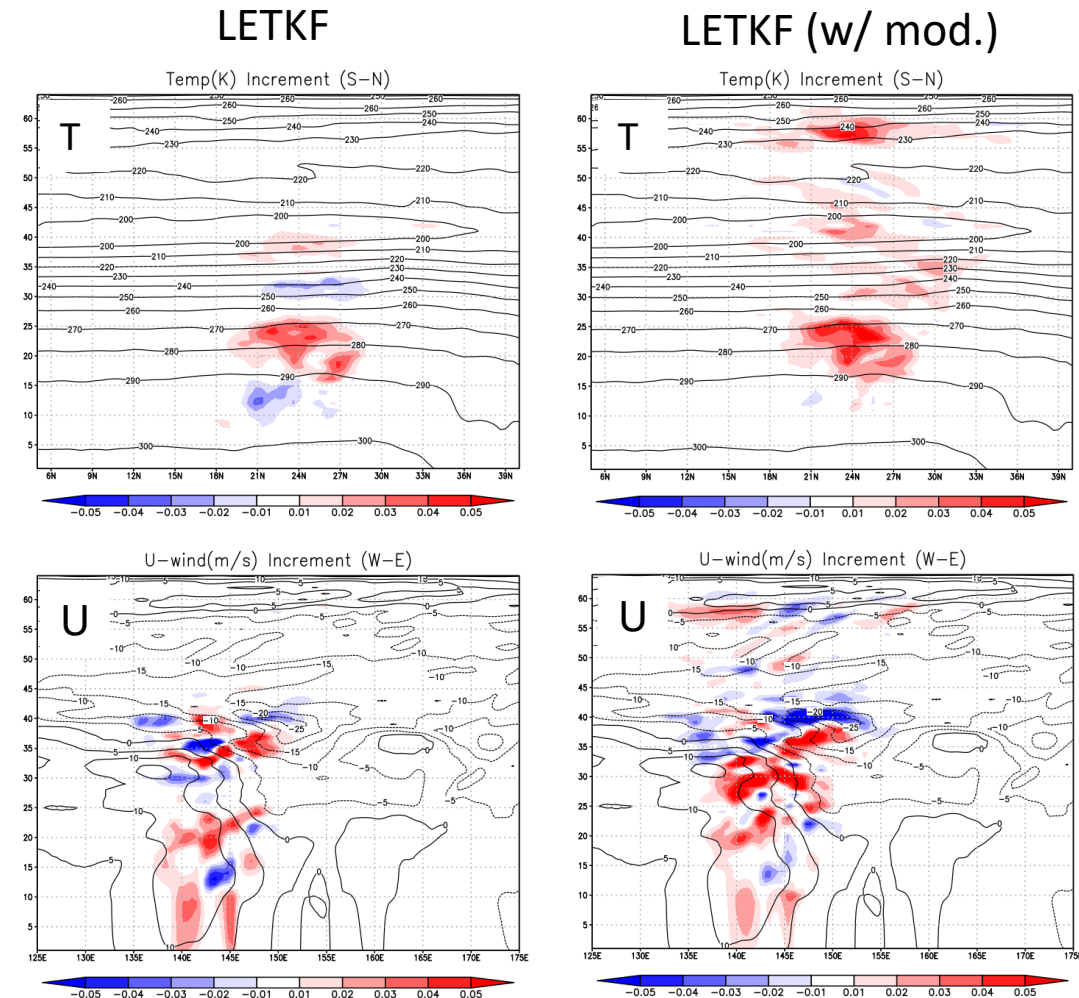
項目列表

- **TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新**
 - Ensemble DA: LETKF modulated-ensemble
 - Deterministic DA: Inter-channel correlated observation error
- **TGFS v2 - 新增同化觀測資料**
 - 同化額外衛星資料: AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)
 - 同化同步衛星資料: AHI (Himawari-8, ch8-9, land and sea) + ABI(g16, ch8)
 - 同化衛星輻射計資料: AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)
 - 同化臭氧資料: OMI (aura) + OMPS (npp, n20)
- **TGFS v2 - 提升模式解析度**
- **TGFS v2 - 整合測試結果**

TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新

- C384 + GSI v16.3.0 + LETKF modulated-ensemble (與單純使用 LETKF 的 CTRL 比較)
- 實驗期間 2021/10/06 00Z – 2021/11/05 00Z
 - 版本更新：GSI
 - Ensemble DA update：使用 LETKF modulated-ensemble
 - 將系集部分的同化方法由 EnSRF 改為使用 LETKF，並同時運用 modulated-ensemble 技術，達成在 LETKF 的模式空間垂直局地化，避免一般使用觀測空間垂直局地化對非局地觀測資料 (eg. 衛星輻射) 在垂直方向上因觀測位置無法明確定義而造成不理想的局地化計算。
 - 在系集平均垂直剖面的溫度及風場增量都有向上延伸的情形

2021-10-01 00Z



(111年天氣分析研討會,A2-36, 鄧雯心)

TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新

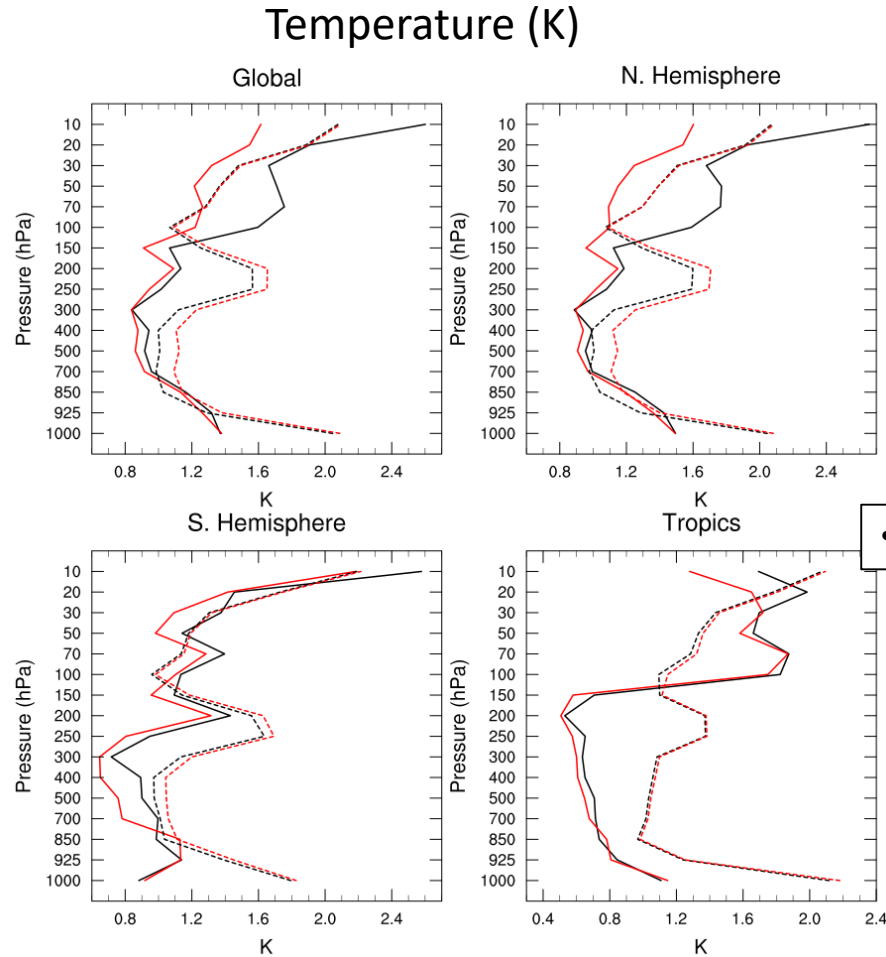
• 系集循環同化實驗 (ensemble DA)

- 探空觀測點校驗結果顯示在北半球 250 hPa 以上、南半球整層皆有改善
- 整體預報表現在各變數均有明顯改善



• 混成系集循環同化實驗 (hybrid DA)

- 整體預報表現僅為中性
- 使用此方法在系集循環同化實驗較混成同化實驗有更明顯改善，預期對系集的下游使用者會有較大影響



Instrument(s): Rawinsonde; Date:2021102500–2021110100

LETKF

LETKF + modulated ensemble

RMSE: solid; spread + observation error: dash

113天氣分析與預報研討會

• LETKF w/ mod. is better/worse than LETKF

		Globe		N. Hemisphere		S. Hemisphere		Tropics		N. American		Asia	
		Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3
Anomaly Correlation	Heights	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		1000hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Vector Wind	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		850hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Temp	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
700hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
850hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
U-Wind	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	850hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
MSLP	MSL	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	10hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	20hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	50hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
RMSE	Heights	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Vector Wind	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Temp	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
500hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
700hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	

• HYBL w/mod. is better/worse than HYBL

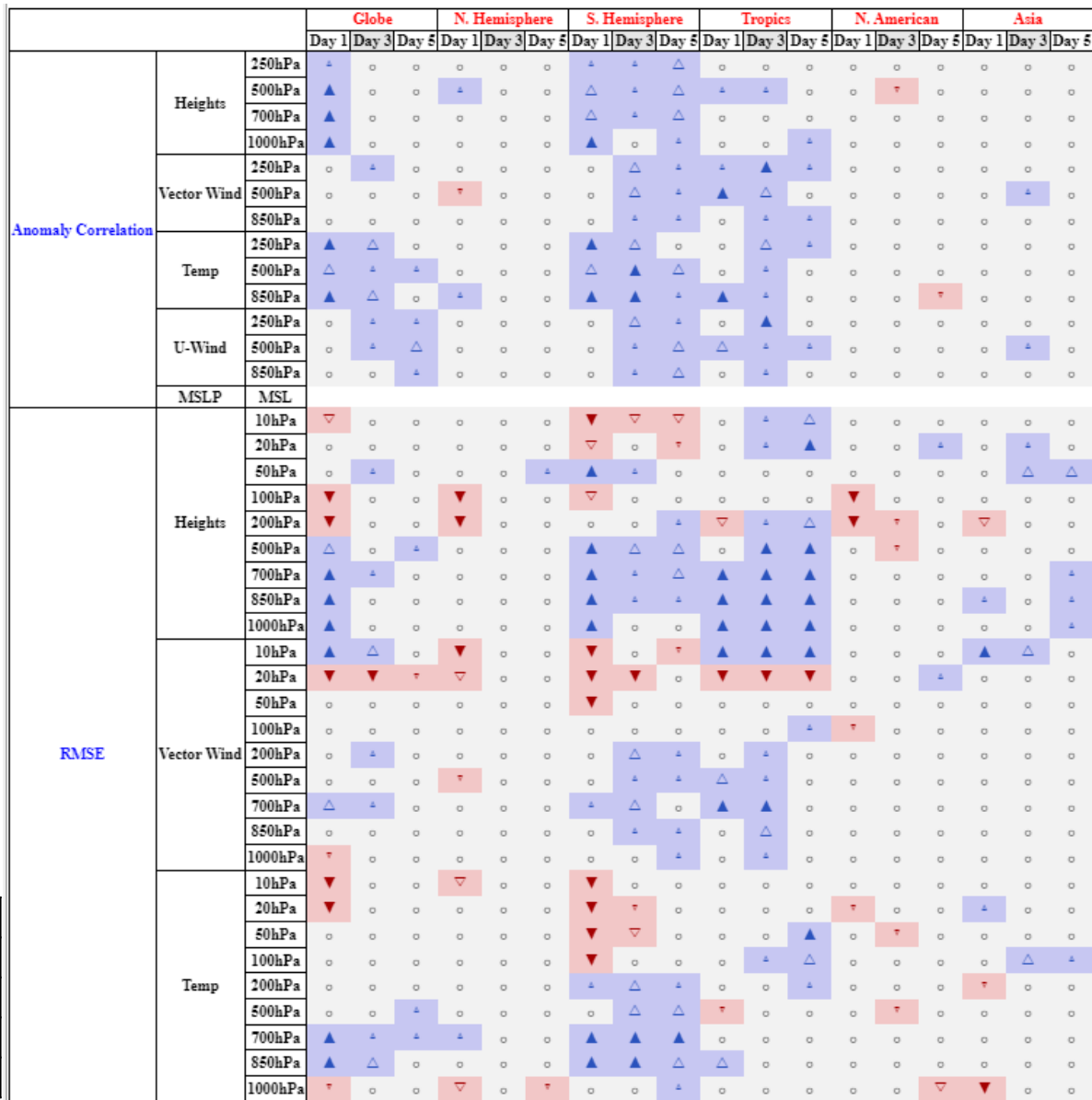
		Globe		N. Hemisphere		S. Hemisphere		Tropics		N. American		Asia	
		Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3	Day 1	Day 3
Anomaly Correlation	Heights	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		1000hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Vector Wind	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		850hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Temp	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
700hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
850hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
U-Wind	250hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	850hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
MSLP	MSL	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	10hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	20hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	50hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
RMSE	Heights	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Vector Wind	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Temp	100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
500hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
700hPa		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	

TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新

Score Card (verified against ERA5)

- C384 + GSI v16.3.7 + inter-channel correlated observation error (與使用 GSI v16.3.7 CTRL 比較)
- 實驗期間 2022/10/31 00Z – 2022/11/30 00Z
- 版本更新：GSI + BUFRLIB + CRTM + GFDL cloud table
- Deterministic DA update (overall +)：使用 Inter-channel correlated observation error
- 針對 IASI 及 CRIS 資料 (land & sea) 使用 inter-channel correlated observation error 的設定 (其他資料維持使用 inflated-R 的對角觀測誤差矩陣)，尤其在南半球及熱帶區域範圍的各個變數皆有明顯偏正面的效果。

▲	V16.3.7Rcov is better than CTRL at the 99.9% significance level
△	V16.3.7Rcov is better than CTRL at the 95% significance level
○	No statistically significant difference
▽	V16.3.7Rcov is worse than CTRL at the 95% significance level
▼	V16.3.7Rcov is worse than CTRL at the 99.9% significance level



TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新

- C384 + GSI v16.3.7 (與使用 GSI v15.1 比較)
- 實驗期間 2022/10/31 00Z – 2022/11/30 00Z
- 版本更新：GSI + BUFRLIB + CRTM + GFDL cloud table
- Deterministic DA update (overall + radiance + NSST)
- Ensemble DA update: LETKF modulated-ensemble
- 就整個同化版本及技術更新項目的部分，在使用同樣觀測設定的情況下，在納入所有與同化相關的更新細項後，與前一版本的結果做比較，可以看到更新後的整體預報表現大致為偏好的情形。

▲	V16.3.7 is better than V15.1 at the 99.9% significance level
△	V16.3.7 is better than V15.1 at the 95% significance level
○	No statistically significant difference
▽	V16.3.7 is worse than V15.1 at the 95% significance level
▼	V16.3.7 is worse than V15.1 at the 99.9% significance level

Score Card (verified against ERA5)

		Globe			N. Hemisphere			S. Hemisphere			Tropics			N. American			Asia			
		Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	
Anomaly Correlation	Heights	250hPa	○	△	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	△	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		700hPa	▲	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		1000hPa	▲	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	250hPa	○	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	○	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
	Temp	250hPa	▲	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
U-Wind	250hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	
	500hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	
MSLP	MSLP	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	MSLP	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
RMSE	Heights	10hPa	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	▲
		20hPa	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	▲
		50hPa	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	▲
		100hPa	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	▲
		200hPa	○	▲	△	▼	▼	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	▼	▼	○	▲	▲	▲
		500hPa	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
		700hPa	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
		850hPa	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
	Vector Wind	10hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		20hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		50hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		100hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		200hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
		500hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
	Temp	10hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		20hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○
		50hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
		100hPa	○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲
200hPa		○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲	
500hPa		○	▲	△	○	○	○	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	▲	

項目列表

- TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新
 - Ensemble DA: LETKF modulated-ensemble
 - Deterministic DA: Inter-channel correlated observation error
- **TGFS v2 - 新增同化觀測資料**
 - 同化額外衛星資料: AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)
 - 同化同步衛星資料: AHI (Himawari-8, ch8-9, land and sea) + ABI(g16, ch8)
 - 同化衛星輻射計資料: AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)
 - 同化臭氧資料: OMI (aura) + OMPS (npp, n20)
- TGFS v2 - 提升模式解析度
- TGFS v2 - 整合測試結果

TGFS v2 - 新增同化觀測資料

■ C384 + GSI v16.3.7 (OSE, 與各自 CTRL 比較)

■ 實驗期間 2022/10/31 00Z – 2022/11/30 00Z

• 同化額外衛星資料：**AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)**

- 整體預報表現為中性
- 探空觀測點校驗顯示在 200 hPa 以下有些許改善

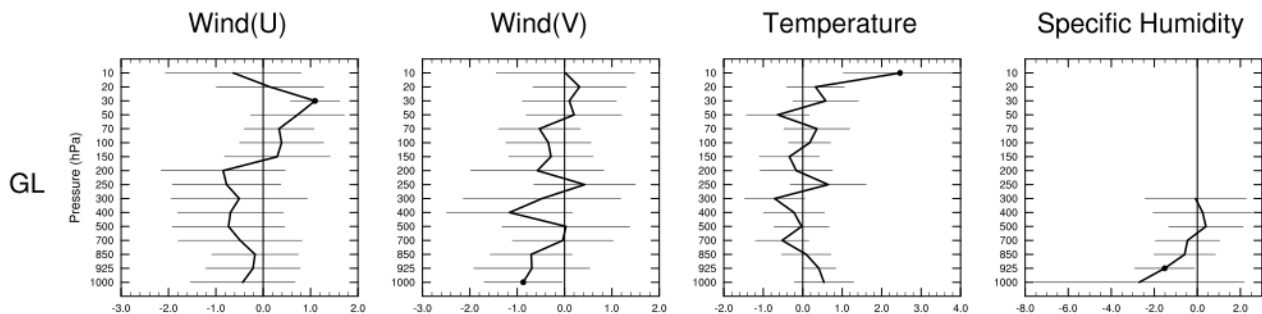
• 同化同步衛星資料：**AHI (Himawari-8, ch8-9, land and sea) + ABI(g16, ch8)**

- 整體在北半球高層高度場與溫度場有改善
- 探空觀測點校驗顯示對模式水氣場有改善效果，熱帶低層水氣場有 1-2% 改善；ATMS 衛星輻射觀測校驗顯示熱帶地區水氣頻道有 2-4% 之改善

• 同化衛星輻射計資料：**AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)**

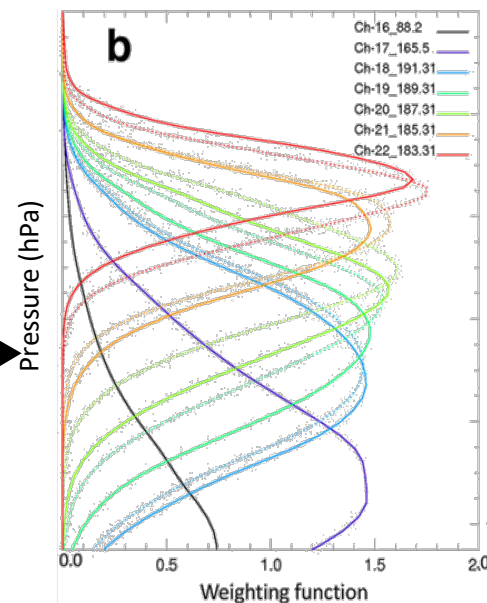
- 改善南半球及熱帶部分變數的整體預報表現
- 改善熱帶區域海表溫度過高問題 (lat=-20-20)

Instrument(s): Rawinsonde; Date:2022112000–2022113000

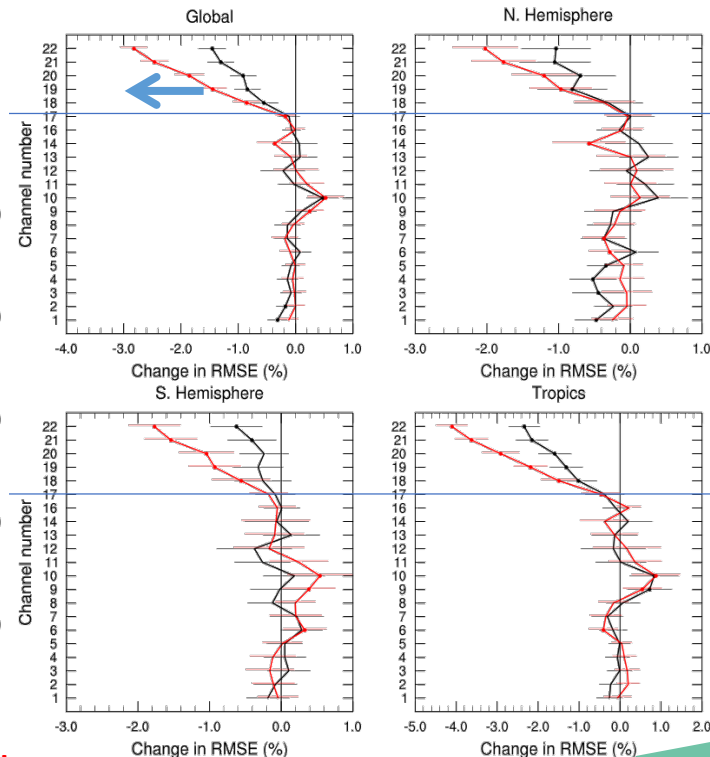


+ Metop-C 相較於CTRL同化改善

ATMS各頻道權重函數
隨高度之分布
水氣頻道#ch17-22



Instrument(s): atms_n20; Date: 2022101806-2022113000



+ ABI
+ AHI 相較於CTRL同化改善

TGFS v2 - 新增同化觀測資料

- C384 + GSI v16.3.12 (OSE , 與 CTRL 比較)
- 實驗期間 2024/06/11 00Z – 2024/07/14 00Z
- 同化臭氧資料 : **OMI (aura) + OMPS (npp, n20)**

- 改善高層臭氧分布及溫度場暖偏差

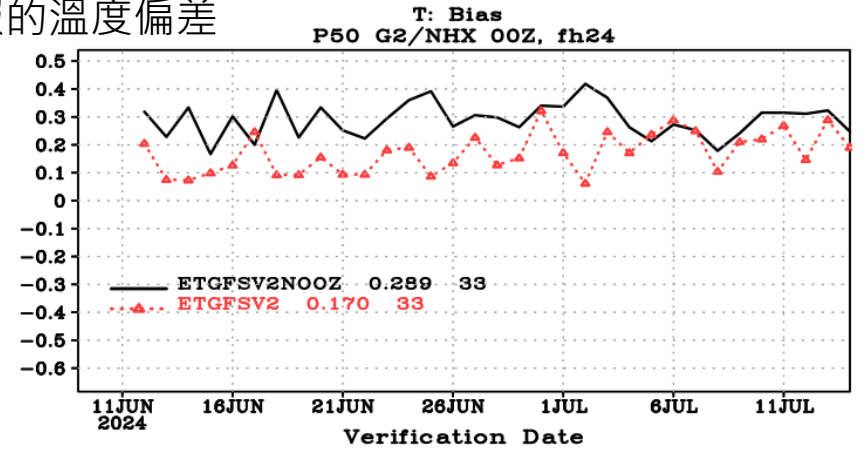
■ C384 + GSI v16.3.12 (與 OP 比較)

- 同化上述各項觀測，包含：
 - AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)
 - AHI (Himawari-8, Himawari-9) + ABI (g16, g18)
 - AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)
 - OMI (aura) + OMPS (npp, n20)
- 改善對流層整體預報表現，唯高層 (50 hPa 以上) 的溫度及高度場的 RMSE 有統計顯著的較大誤差，並且有相應的暖偏差 (bias)，但高度場 RMSE 隨時間有減小的趨勢。

2024/09/04

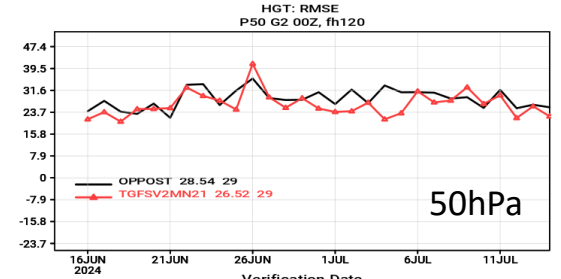
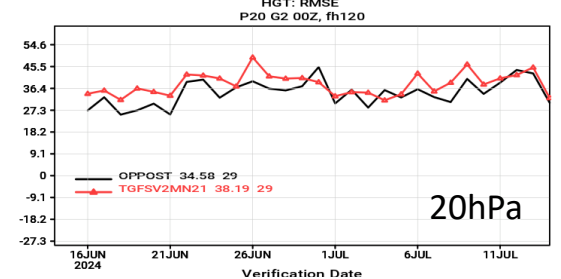
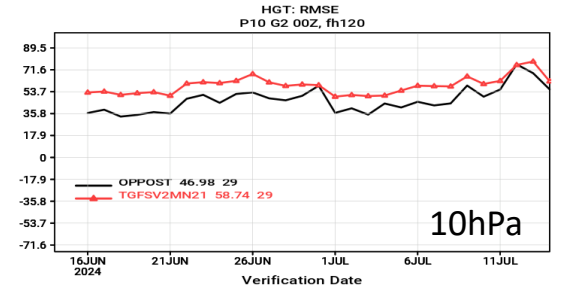
50 hPa 24h 預報的溫度偏差

沒有同化臭氧
有同化臭氧



C384 + GSI v16.3.12 is **better/worse** than OP (113年天氣分析研討會,A2-18,林宗翰)
Score Card (verified against EC IFS)

		Globe		N. Hemisphere			S. Hemisphere			Tropics			N. American			Asia				
		Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	
		▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	
Anomaly Correlation	Heights	250hPa	▲	▲	○	▲	○	○	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		700hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		1000hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	250hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Temp	250hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
U-Wind	500hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
MSLP	MSL	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
RMSE	Heights	10hPa	▼	▼	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		20hPa	▼	▼	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		50hPa	▼	▼	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		100hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	200hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		700hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		1000hPa	▲	▲	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Temp	10hPa	▼	▼	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20hPa	▼	▼	○	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
50hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
200hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
500hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
700hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	



項目列表

- **TGFS v2 - 同化系統版本及技術更新**
 - Ensemble DA: LETKF modulated-ensemble
 - Deterministic DA: Inter-channel correlated observation error
- **TGFS v2 - 新增同化觀測資料**
 - 同化額外衛星資料: AMSUA, MHS, IASI (Metop-C)
 - 同化同步衛星資料: AHI (Himawari-8, ch8-9, land and sea) + ABI(g16, ch8)
 - 同化衛星輻射計資料: AVHRR (n18, n19, Metop-B, Metop-C)
 - 同化臭氧資料: OMI (aura) + OMPS (npp, n20)
- **TGFS v2 - 提升模式解析度**
- **TGFS v2 - 整合測試結果**

TGFS v2 - 提升模式解析度

■ **C384 + GSI v16.3.7** (與 **C768** 解析度結果比較)

■ 實驗期間 2023/07/01 00Z – 2023/07/25 00Z

• 水平解析度提升：

• C384: det. C384 (25 km)/ens. C192 (50 km)

• **C768: det. C768L64 (13 km)/ens. C384L64 (25 km)**

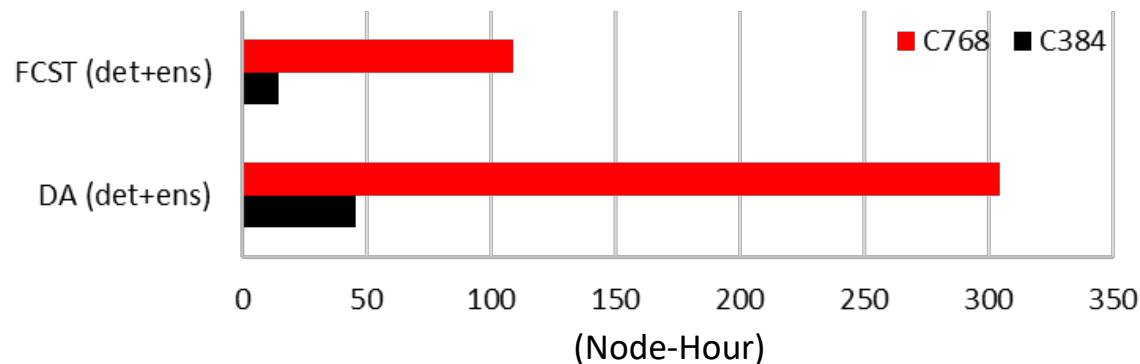
- 整體預報表現為中性，200 hPa以下皆偏好；
100 hPa以上有雖值不大但統計顯著的誤差增加

• 產品輸出檔案大小：C768 約為 C384 的 **4 倍**

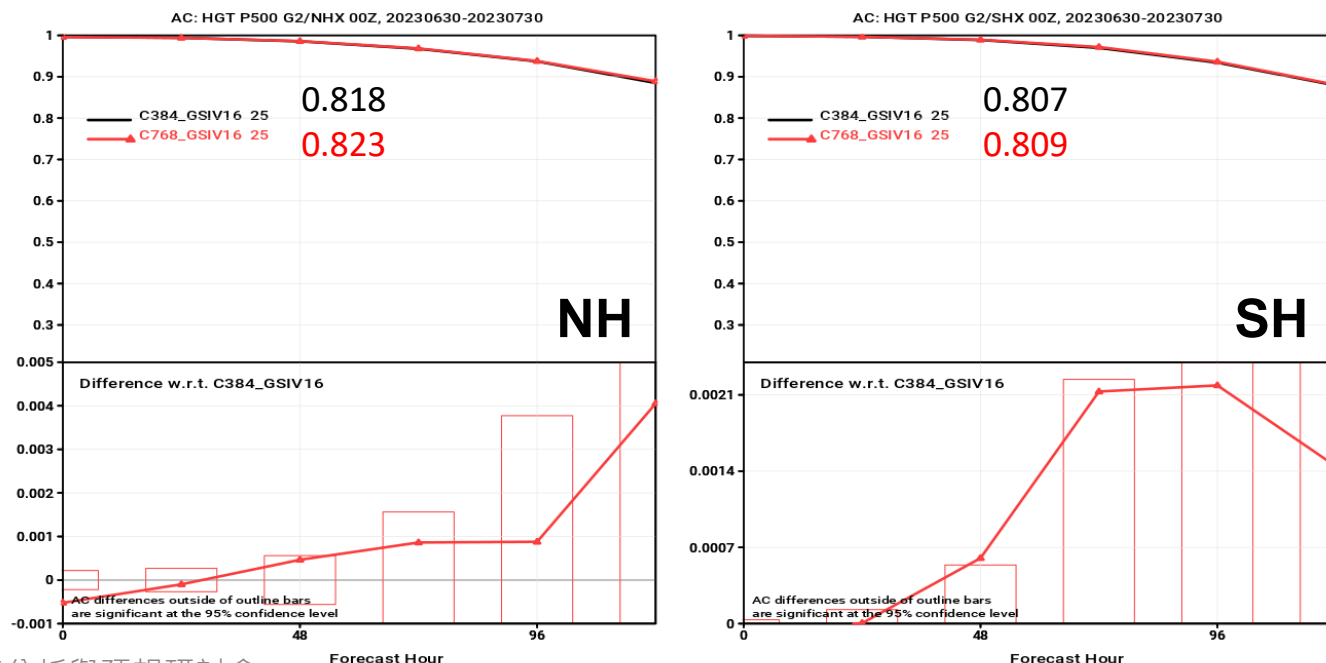
archive file size	C384	C768
deterministic/ensemble	22G/52G	79G/178G
con-current file size	C384	C768
deterministic/ensemble	35G/414G	132G/1.6T

1-day average

- 資料同化循環之平均運行 node-hour (同化+預報)
 - C768 約為 C384 的 **6-7 倍**



500 hPa AC 1-5 day fcst.

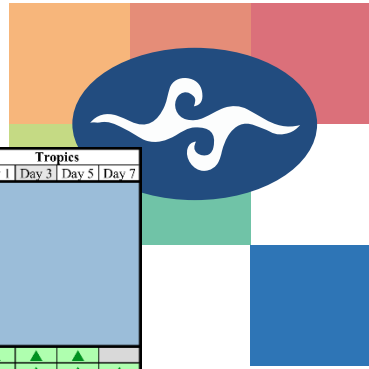


總結

- 氣象署自第 6 代 HPC 第 2 期硬體啟用起，已具備運行與 NCEP GFS 相同的 13 km 解析度全球模式的能力。為充分利用此 HPC 的效能，全球模式解析度的提升為相當重要的工作。
- 此次TGFS v2 的上線更新修改主要對應於 NCEP GFS v16 在資料同化部分的更新、水平解析度提升至 13 km (決定性預報)，以及新增同化 NCEP 於今年 6 月在公開網站釋出的多項重要觀測資料。
- 目前的整合測試結果顯示，綜觀校驗的 1-5 天預報在對流層大多呈現中性偏好的結果，但我們同時也發現此版本在高層有明顯的負面影響，目前推測與同化衛星資料在上層的偏差校正有關。後續將針對高層問題進行修正並提出 TGFS v2 之最終上線版本。

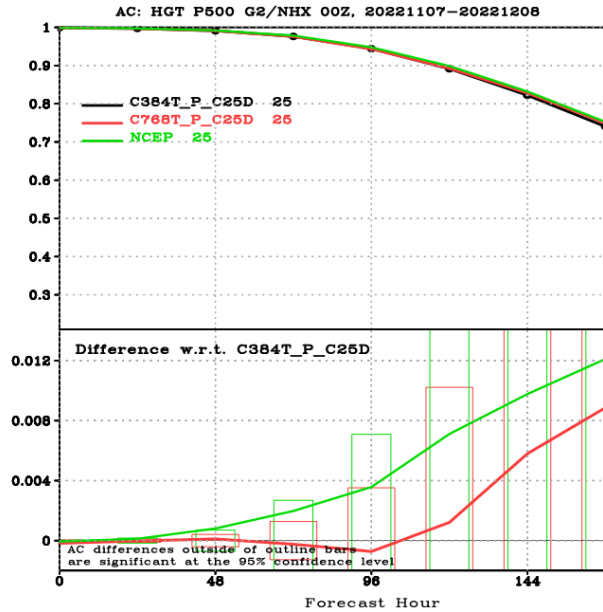
Thanks for your listening.

C768T 循環資料同化實驗結果 2022/11/07 – 2022/12/01

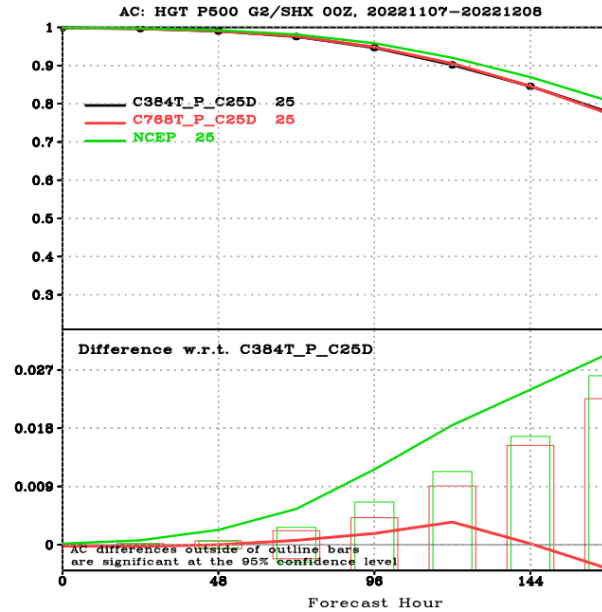


決定性 13 公里 / 系集 25 公里解析度

NH



SH



TGFS v1 (C384T; 25km)
 TGFS develop (C768T; 13km)
 NCEP GFS (C768; 13km)

		Globe				N. Hemisphere				S. Hemisphere				Tropics				
		Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	
Anomaly Correlation	Heights	250hPa																
		500hPa	▼											▼				
		700hPa	▼											▼				
		1000hPa					▲											
	Vector Wind	250hPa																
		500hPa																
		850hPa																
	Temp	250hPa	▼				▼				▼							
		500hPa					▼				▼							
		850hPa					▲				▲							
RMSE	Heights	10hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
		20hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
		50hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		500hPa																
		700hPa																
	Vector Wind	100hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
		200hPa		▲														
		500hPa																
	Temp	10hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
		20hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	
		50hPa	▼															
		100hPa																
		200hPa																
		500hPa																
		700hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
	Bias	Heights	10hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
			20hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
			50hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
100hPa			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
200hPa			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
500hPa			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
700hPa			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
Wind Speed		100hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		200hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		500hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
Temp	10hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		
	20hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		
	500hPa	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼		

▲	▼	99.9% significance level
▲	▼	99% significance level
▲	▼	95% significance level
□	□	Not statistically significant

■ C384 vs. C768 V15