



NCEP GFS / 氣象署TGFS 垂直層數之敏感度測試研究

陳郁涵^{1,2} 沙聖浩^{1,2} 連國淵¹ 蕭玲鳳¹ 郭鴻基²

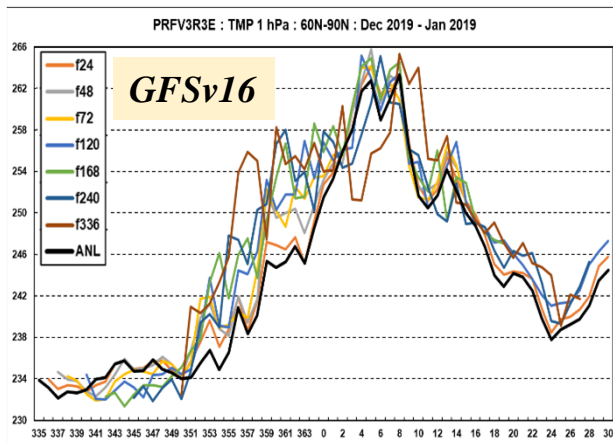
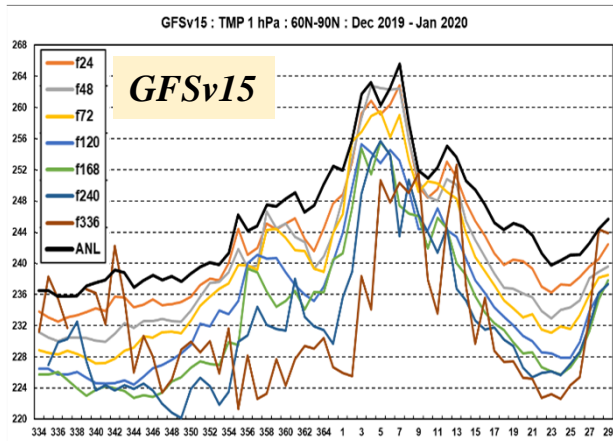
¹中央氣象署科技發展組 ²國立臺灣大學大氣科學系

大綱

- GFS V16 更新說明
- 實驗設計 (垂直層數L127, L97, L64)
- GFS V16 垂直層數敏感度測試結果
- CWA TGFS 和 GFS V16 預報比較 (相同初始場/解析度)
- 結論

GFS V16更新說明

Improved 1-hPa Temperatures 60N-90N Dec 2019 – Jan 2020



- **GFS V16**相較前一版模式可改善平流層預報表現。

- 模式更新項目：

Model resolution:

Increased vertical layers from 64 to 127 & raised model top from 55 km to 80 km

Physics updates:

PBL/turbulence:

Replaced K-EDMF with sa-TKE-EDMF.

Revised background diffusivity as a stability dependent function.

GWD:

Added a parameterization for subgrid scale nonstationary gravity-wave drag.

Radiation:

Updated calculation of solar radiation absorption by water clouds; Updated cloud overlap assumptions.

Microphysics:

Updated GFDL microphysics scheme for computing ice cloud effective radius.

Noah LSM:

Revised ground heat flux calculation over snow covered surface; Introduced vegetation impact on surface energy budget over urban area.

Coupling to Wave

One-way coupling of atmospheric model with Global Wave Model (WaveWatch III).

Coupling to GLDAS

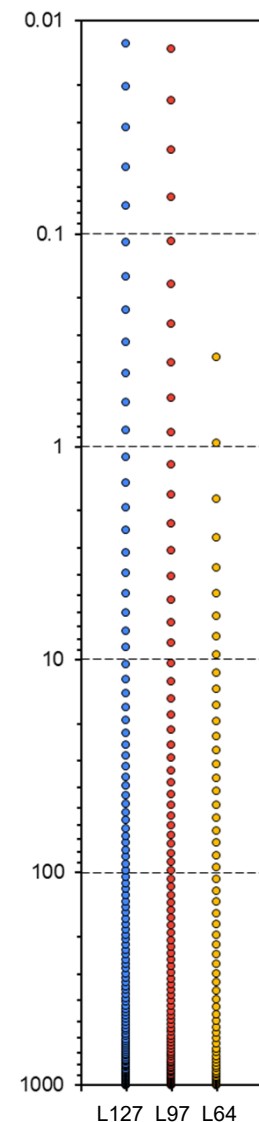
Spin up land states using CPC Gauge precipitation in the GDAS 00Z cycle.

(from Fanglin Yang, EMC)

實驗設計

- 本研究在氣象署建置**NCEP GFS V16.3.7**，進行模式**垂直層數**之敏感度測試，評估預報表現。
- 模式垂直層數由L64分別增加為L97和L127(GFS V16設定)，模式層頂由55公里增至80公里，考量高層資料完整性，以GFS分析場為初始場進行預報。
- 以相同初始場、相同水平/垂直解析度，比較GFS V16和TGFS的預報表現。

實驗名稱	V16_768_L127	V16_768_L97	V16_768_L64	TGFS_768_L64 (TGFS V2)
全球模式	NCEP GFS V16			CWA TGFS
水平解析度	C768T (約13公里)			C768T (約13公里)
垂直層數	127	97	64	64
模式頂高	80公里		55公里	55公里
初始場	NCEP GFS 分析場			NCEP GFS 分析場
初始時間	2025.01.01 00Z – 01.15 00Z (15 dtgs)			2025.01.01 00Z – 01.15 00Z (15 dtgs)
預報時長	120小時			120小時

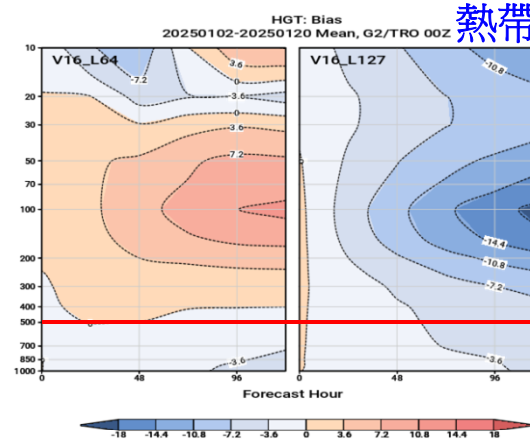


GFS V16垂直層數測試: HGT

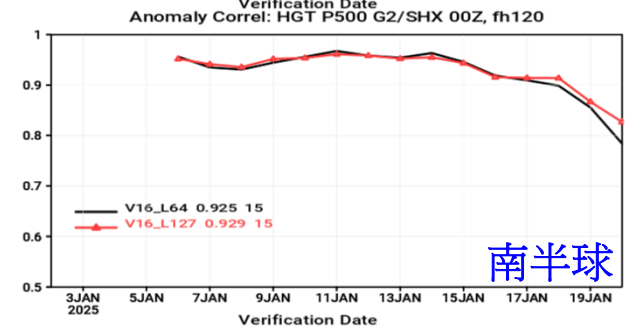
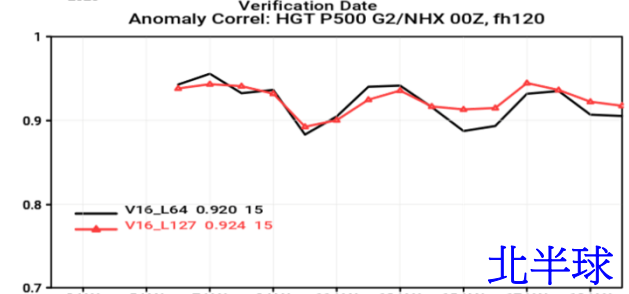
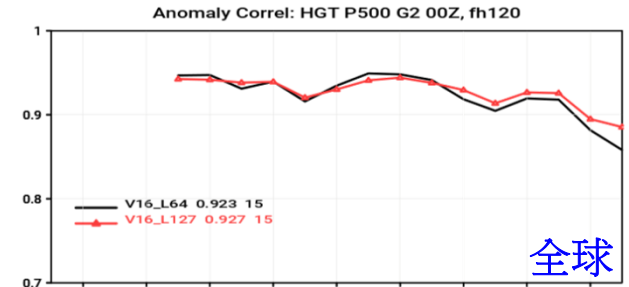
L127 vs. L64 校驗 score card

校驗基準: GFS分析場

		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	▲	▲	○	○	○	○	○	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○
	U-Wind	250hPa	▲	○	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	▲	○	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○
850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
MSLP	MSL	▲	▲	○	○	▲	○	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	
RMSE	Heights	10hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		20hPa	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		50hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		100hPa	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		200hPa	▲	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		500hPa	△	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	700hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	▲	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		1000hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		10hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		20hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		50hPa	▲	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	Temp	700hPa	▲	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		850hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		1000hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		10hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		20hPa	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
		50hPa	▲	▲	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲



EMC Verification Scorecard	
Symbol Legend	
▲	V16_L127 is better than V16_L64 at the 99.9% significance level
△	V16_L127 is better than V16_L64 at the 99% significance level
▲	V16_L127 is better than V16_L64 at the 95% significance level
○	No statistically significant difference between V16_L127 and V16_L64
▼	V16_L127 is worse than V16_L64 at the 95% significance level
▽	V16_L127 is worse than V16_L64 at the 99% significance level
▽	V16_L127 is worse than V16_L64 at the 99.9% significance level
Not statistically relevant	
Start Date: 20250102	
End Date: 20250120	
t-value 95%:2.228 ; 99%:3.169 ; 99.9%:4.587	
ndays:19	

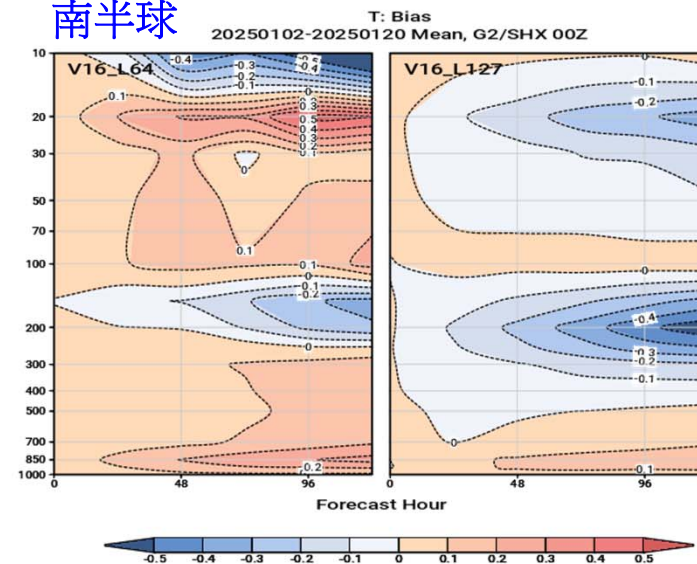


- **L127 整體表現優於 L64**，L127 模式高層加密有助於高層(100百帕以上)預報改善。

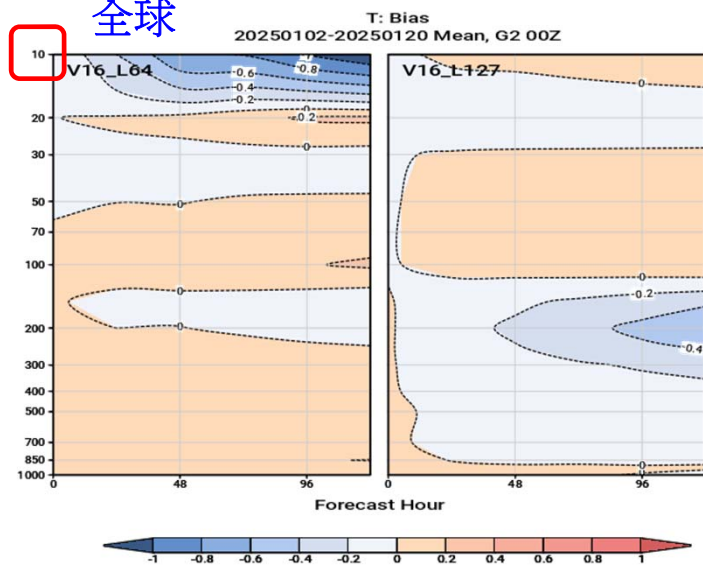
GFS V16垂直層數測試: TMP

- TMP Bias垂直分布特徵不同，L64高層10百帕冷偏差顯著，以下多為暖偏差。
- L127高層未有明顯溫度偏差，200百帕冷偏差較大。

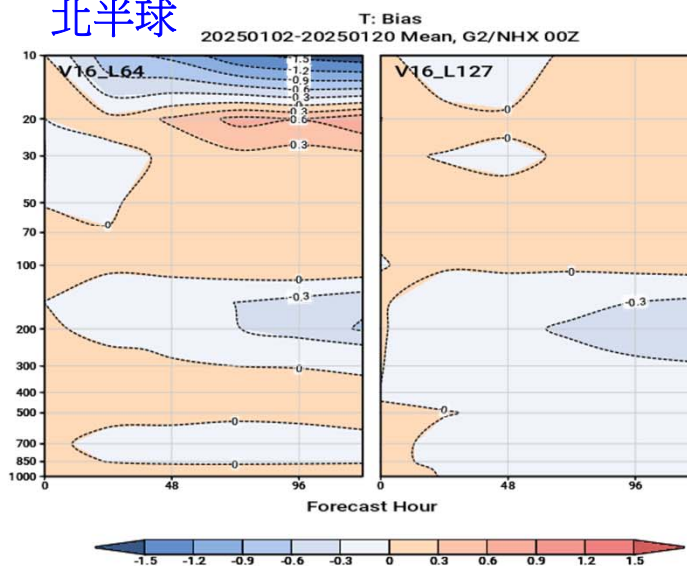
南半球



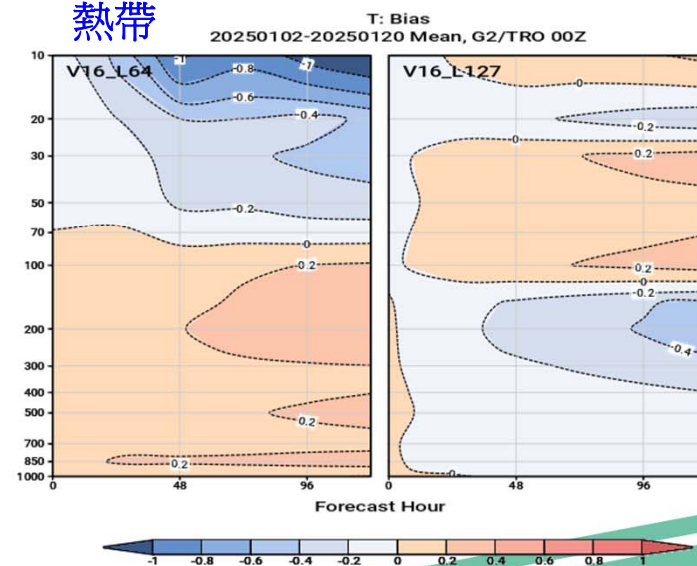
全球



北半球

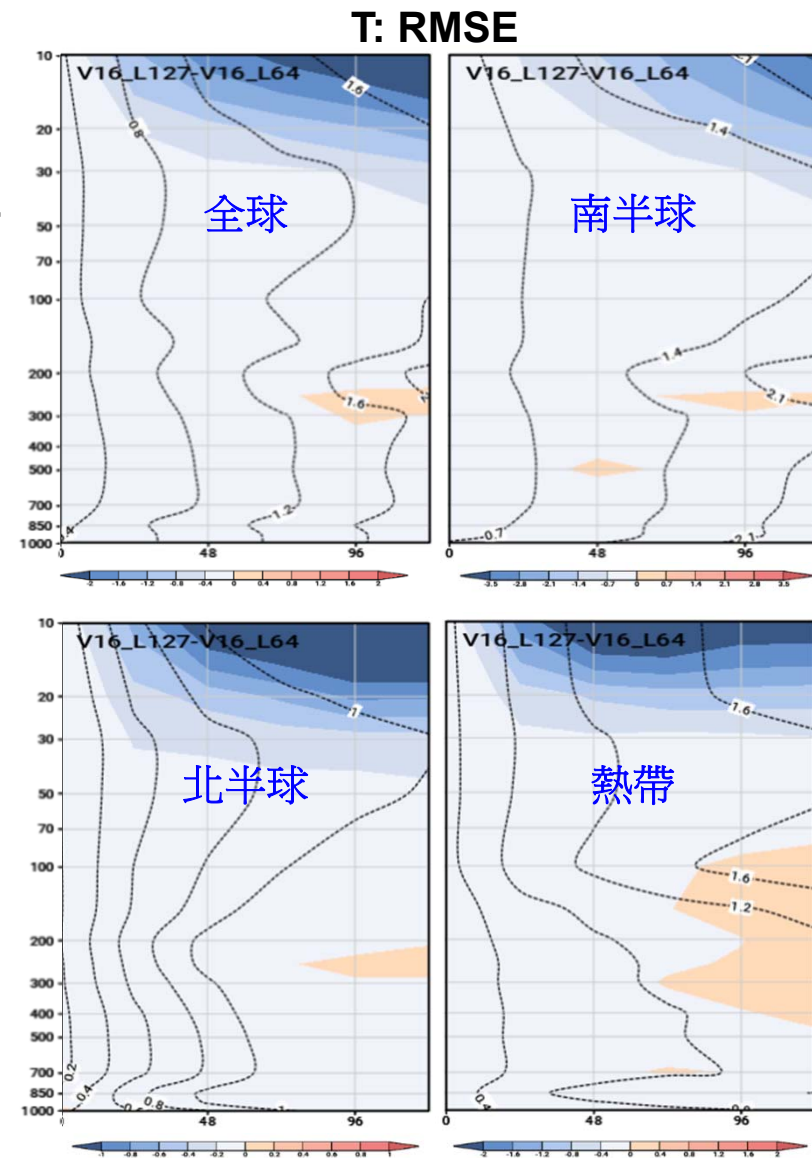
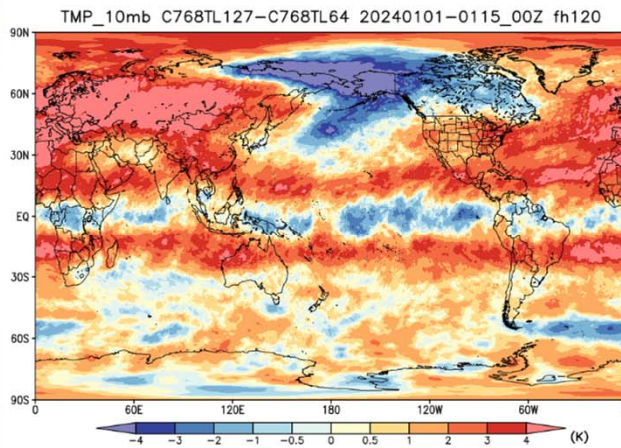
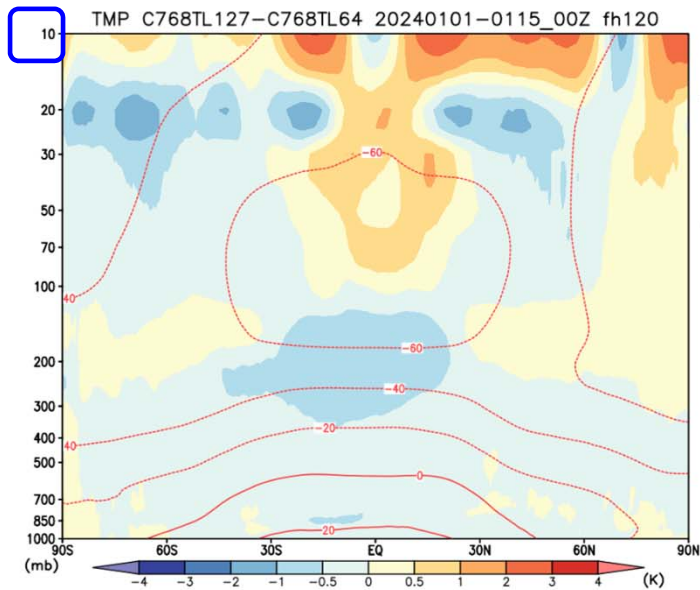


熱帶



GFS V16垂直層數測試: TMP

- L127能改善10百帕溫度預報，整體溫度高於L64 (太平洋和赤道除外)。
- TMP RMSE：
L127相較L64顯著減小，200百帕RMSE雖增加但不具顯著性。

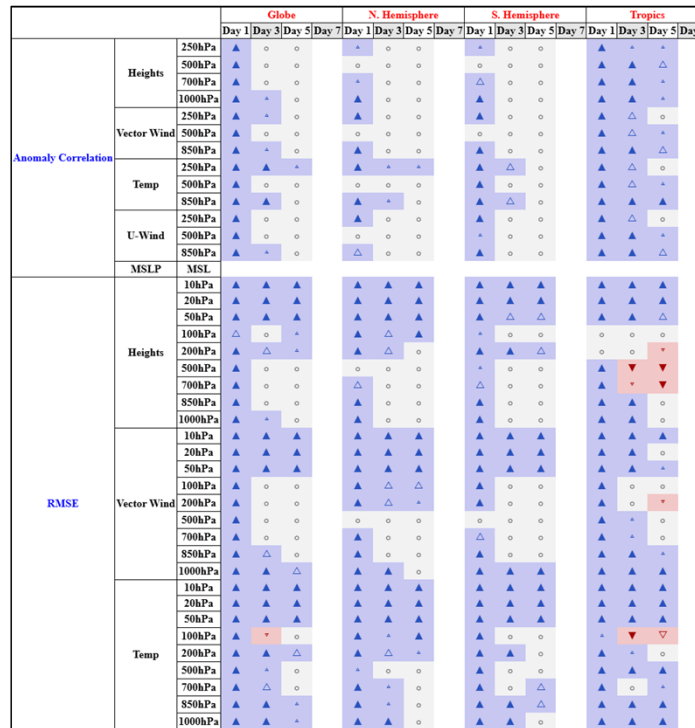


L97預報表現

實驗名稱	V16_768_L127	V16_768_L97	V16_768_L64
全球模式	NCEP GFS V16		
水平解析度	C768T (約13公里)		
垂直層數	127	97	64
模式層頂	80公里		55公里
初始場	NCEP GFS 分析場		
初始時間	2025.01.01 00Z – 01.15 00Z (15 dtgs)		
預報時長	120小時		

- L97 vs. L64:
提高垂直層數為L97、頂高為80公里，相較L64亦具有顯著預報改善。
- L127 vs. L97:
整體以L127表現較佳，但HGT ACC偏中性，L127熱帶中層HGT RMSE表現較差。

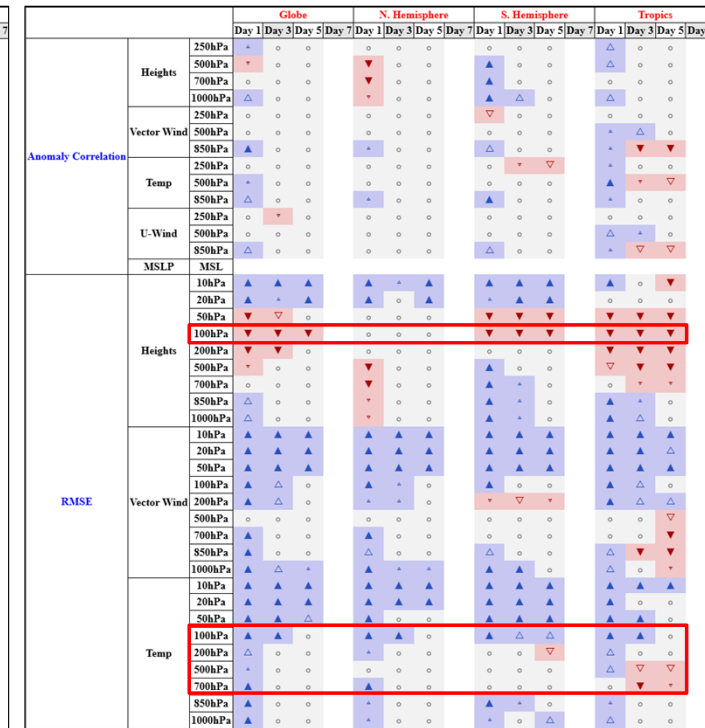
L97 vs. L64 校驗 score card



EMC Verification Scorecard	
Symbol Legend	
▲	V16_L97 is better than V16_L64 at the 99.9% significance level
△	V16_L97 is better than V16_L64 at the 99% significance level
△	V16_L97 is better than V16_L64 at the 95% significance level
○	No statistically significant difference between V16_L97 and V16_L64
○	V16_L97 is worse than V16_L64 at the 95% significance level
▼	V16_L97 is worse than V16_L64 at the 99% significance level
▽	V16_L97 is worse than V16_L64 at the 99.9% significance level
Not statistically relevant	
Start Date: 20250102	
End Date: 20250120	
t-value 95%:2.228 ; 99%:3.169 ; 99.9%:4.587	
ndays:19	

校驗基準: GFS分析場

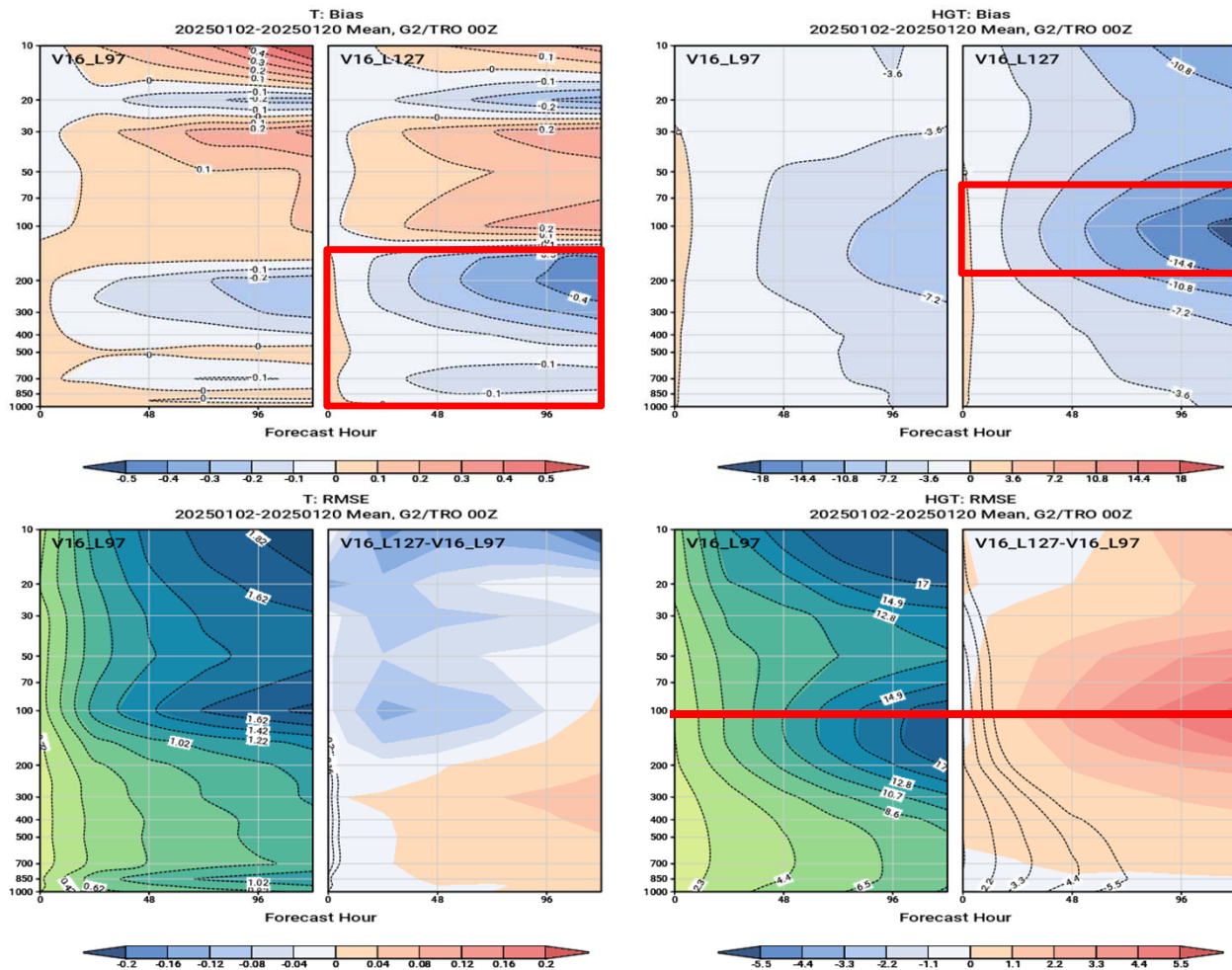
L127 vs. L97 校驗 score card



EMC Verification Scorecard	
Symbol Legend	
▲	V16_L127 is better than V16_L97 at the 99.9% significance level
△	V16_L127 is better than V16_L97 at the 99% significance level
△	V16_L127 is better than V16_L97 at the 95% significance level
○	No statistically significant difference between V16_L127 and V16_L97
○	V16_L127 is worse than V16_L97 at the 95% significance level
▼	V16_L127 is worse than V16_L97 at the 99% significance level
▽	V16_L127 is worse than V16_L97 at the 99.9% significance level
Not statistically relevant	
Start Date: 20250102	
End Date: 20250120	
t-value 95%:2.228 ; 99%:3.169 ; 99.9%:4.587	
ndays:19	

校驗基準: GFS分析場

L127 vs L97預報表現: 熱帶100百帕



- 模式在200百帕以下多為冷偏差，L127冷偏差較大，溫度RMSE較大，故HGT負偏差大，在100百帕有最大的RMSE。

- 預報時間比較：
 NODE_REQUIRE = 320
 OMP = 16

實驗名稱	預報五天耗時
V16_768_L64	1倍
V16_768_L97	約1.43倍
V16_768_L127	約1.97倍

結論

- 提升模式垂直解析度有利於改善模式預報表現。
- GFS V16物理更新適用L127垂直層設定，未必適合L64設定。
- CWA TGFS和NCEP GFS近年各自發展與更新，模式誤差特性漸顯差異。
- 考量運算資源不足，且TGFS未來發展策略著重於資料同化，目前暫未規劃TGFS垂直解析度提升。

ORI_noLSA L127 cmp L64

Against

NCEP

ORI_noLSA L127 cmp L64

LSA L127 cmp L64

Against

ERA5

ORI_noLSA L127 cmp L64

LSA L127 cmp L64

