

評估CWA TGFS修改項目在NCEP GFS V16之預報表現

沙聖浩^{1,2} 陳郁涵^{1,2} 林昌鴻¹ 蕭玲鳳¹ 連國淵¹ 黃清勇³ 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 ³國立中央大學大氣科學系

2025/09/03

TGFS與NCEP GFS v15設定比較

項目	中央氣象署TGFS_v1.X(v1.1, v1.5)	NCEP GFS v15
決定性預報(解析度)	全球: C384TL64(25公里)以臺灣為中心	C768L64(13公里)
深積雲參數化	全球: CWA modified New SAS	scale- & aerosol-aware mass-flux deep convective scheme
淺積雲參數化	scale- & aerosol-aware mass-flux shallow convective scheme	scale- & aerosol-aware mass-flux
雲微物理參數化	GFDL	GFDL
邊界層參數化	hybrid EDMF PBL scheme	hybrid EDMF PBL scheme
重力波拖曳方案修正	Fix a bug associated with air density	-
植被覆蓋率	歐洲氣象衛星開發組織(EUMETSAT) 2017至2021年資料	NESDIS/NOAA NOAA-7, 9, 11, 6, 118衛星 1982至2005年(24年)資料
植物種類	2010年MODIS地表氣候資料	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets
土壤種類	2010年MODIS地表氣候資料	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets
都市水氣傳送及熱傳導	NCEP GFS v16 NOAH地表模式	NCEP GFS v15 NOAH地表模式
冰雪覆蓋土壤熱傳導	NCEP GFS v16 NOAH地表模式	NCEP GFSv15 NOAH地表模式

NCEP GFS v16設定

項目	中央氣象署TGFS_v1.X(v1.1, v1.5)	NCEP GFS V16(v16.3.7, 2022年)
決定性預報(解析度)	全球: C384TL64(25公里)以臺灣為中心	C768L127 (13 km)
模式高度	55 km	80 km
wave model 耦合	X	One-way coupling of atmospheric model with Global Wave Model
深積雲參數化	全球: CWA modified New SAS	Scale- & aerosol-aware mass-flux deep convective scheme
淺積雲參數化	scale- & aerosol-aware mass-flux shallow convective scheme	scale- & aerosol-aware mass-flux shallow convective scheme
雲微物理參數化	GFDL	GFDL + Updated GFDL microphysics scheme for computing ice cloud effective radius
邊界層參數化	hybrid EDMF PBL scheme	sa-TKE-EDM
重力波拖曳方案修正	Fix a bug associated with air density	Added a parameterization for subgrid scale nonstationary gravity-wave drag
植被覆蓋率	歐洲氣象衛星開發組織(EUMETSAT) 2017至2021年資料	NESDIS/NOAA NOAA-7, 9, 11, 6, 118衛星 1982至2005年(24年)資料
植物種類	2010年MODIS地表氣候資料	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets
土壤種類	2010年MODIS地表氣候資料	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets

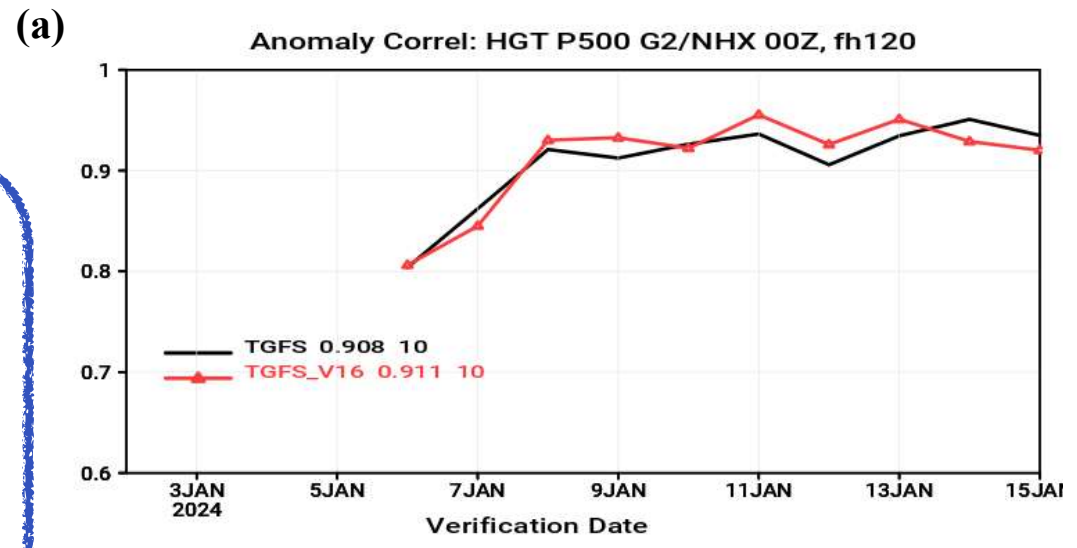
NCEP GFS v16表現

Against ERA5 2024/01/01- 01/15

▲▲▲ V16 is better than TGFS(99.9%,99%,95%)

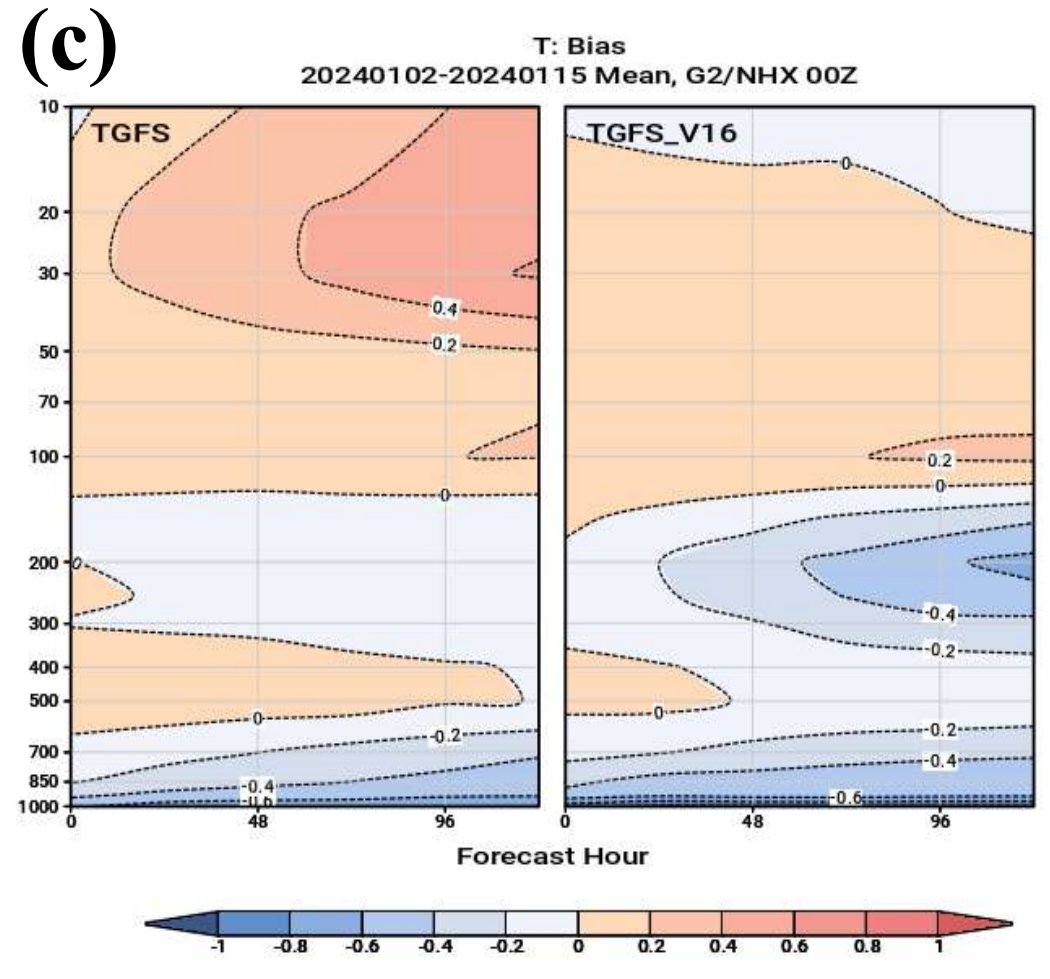
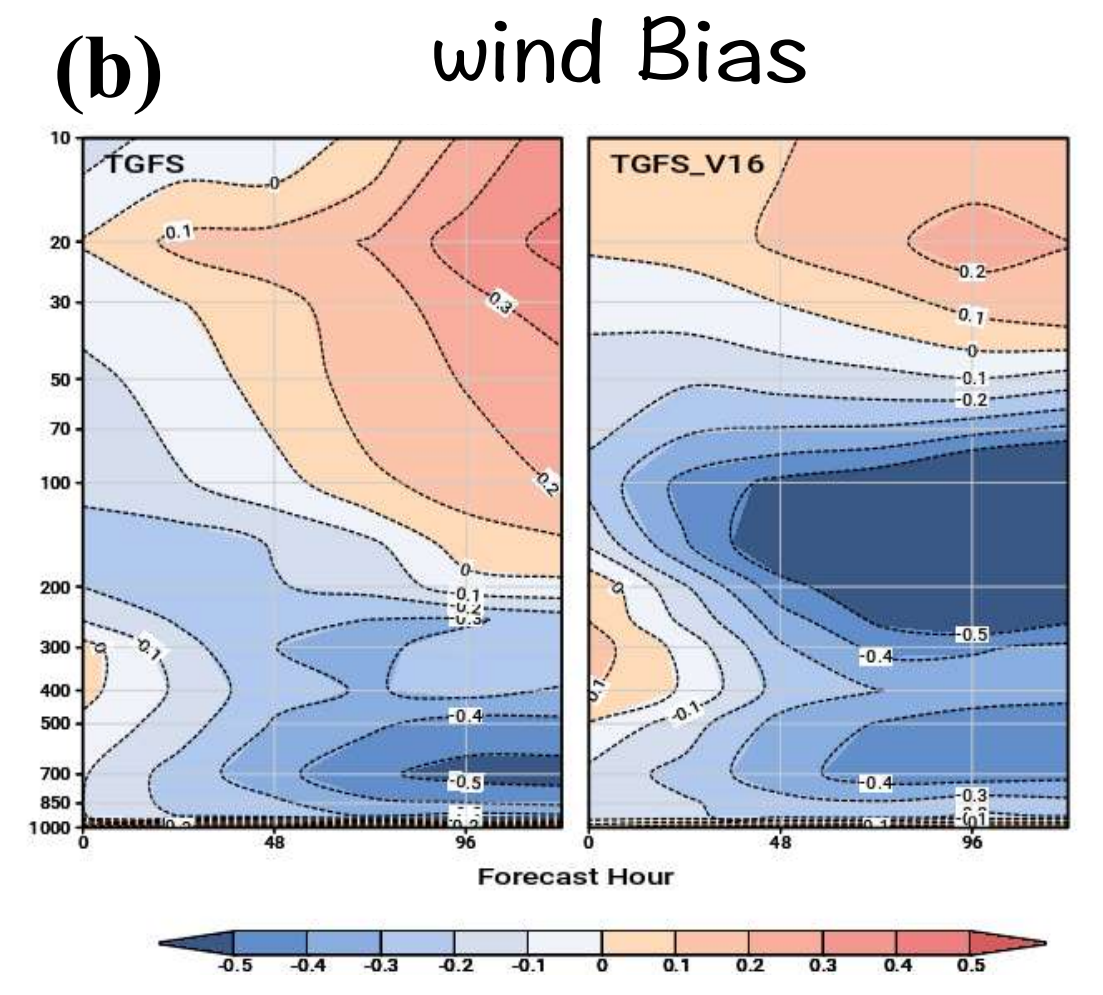
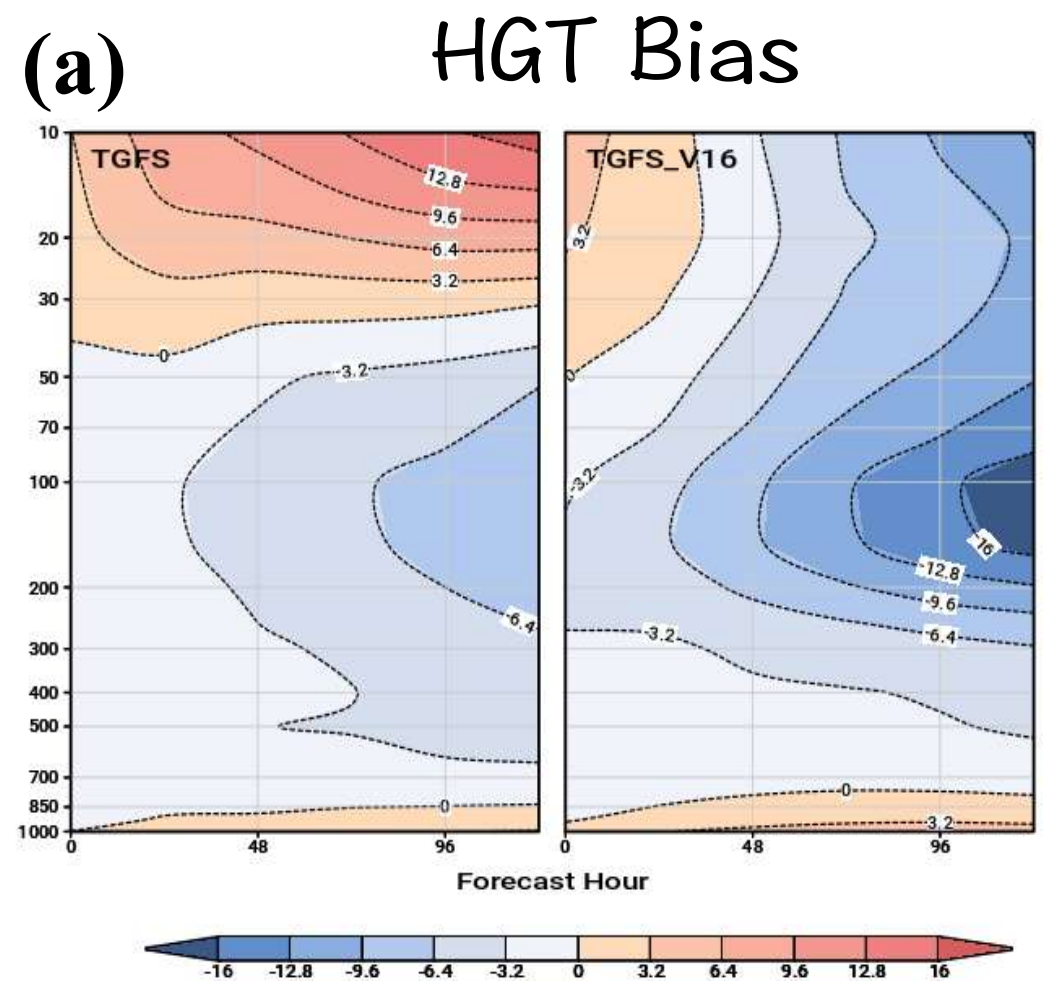
▼▼▼ V16 is worse than TGFS(99.9%,99%,95%)

		Globe			N. Hemisphere			S. Hemisphere			Tropics		
		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	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	250hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		500hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		850hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Temp	250hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		500hPa	▲	○	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		850hPa	○	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	U-Wind	250hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		500hPa	▲	○	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		850hPa	▲	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○
RMSE	Heights	10hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		20hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		50hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		100hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		200hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	10hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		20hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼
		50hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		100hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		200hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		500hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
	Temp	10hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		20hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		50hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
		100hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		200hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲	○	▲	▲
Temp	700hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	
	850hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	
	1000hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	
	1000hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	
	1000hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	
	1000hPa	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	○	▼	▼	



NCEP GFS V16 距平相關整體表現優秀，北半球平均為 0.911 略優於 TGFS 得分 0.908

高層溫度及 200 百帕高度以下向量風(Vector Wind)以NCEP GFS V16 優於TGFS



整體偏差的相位與TGFS一致。NCEP GFS v16與TGFS 互有優缺。

TMP Bias

NCEPGFSv16 納入地表資料更新(V16_LSA)

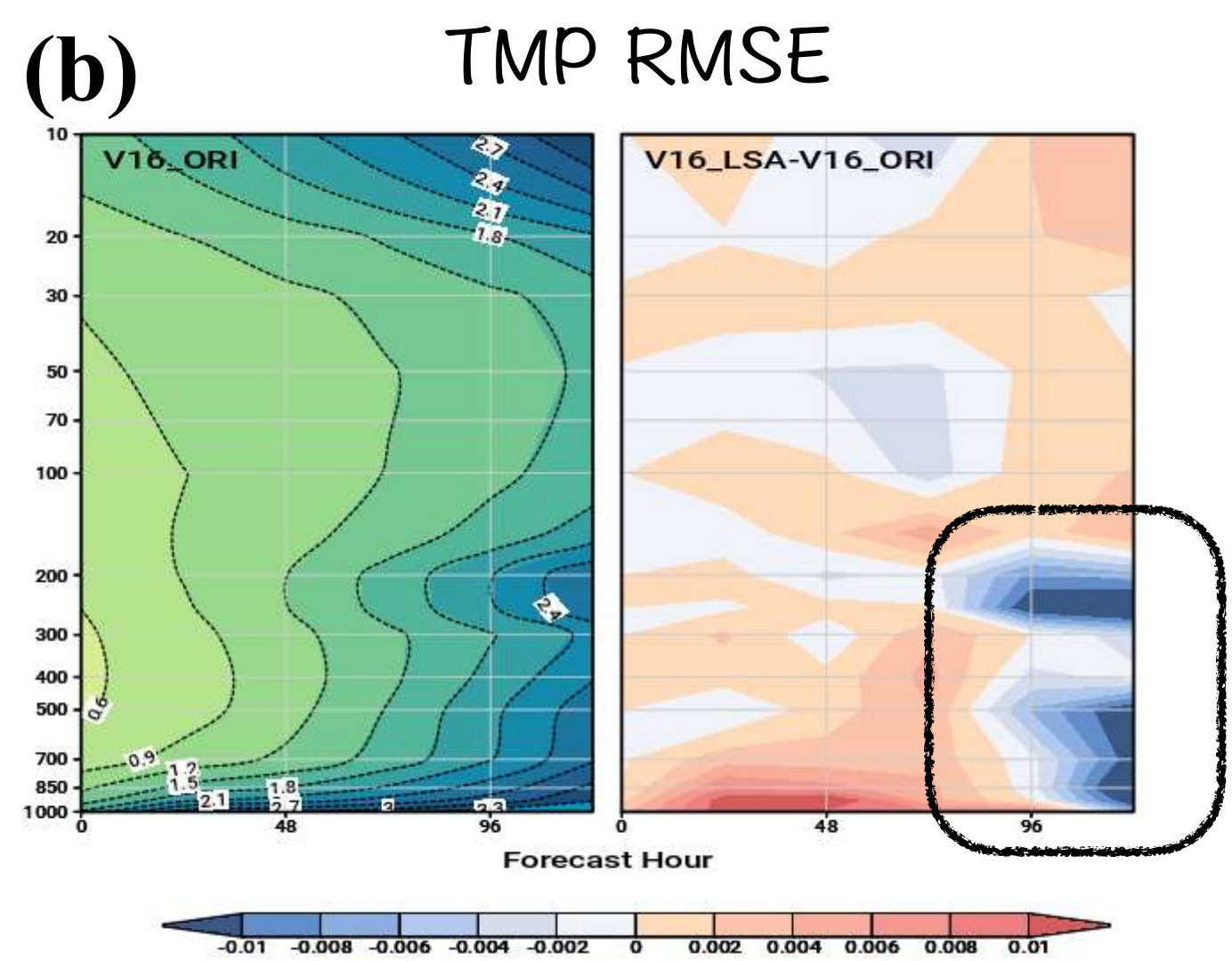
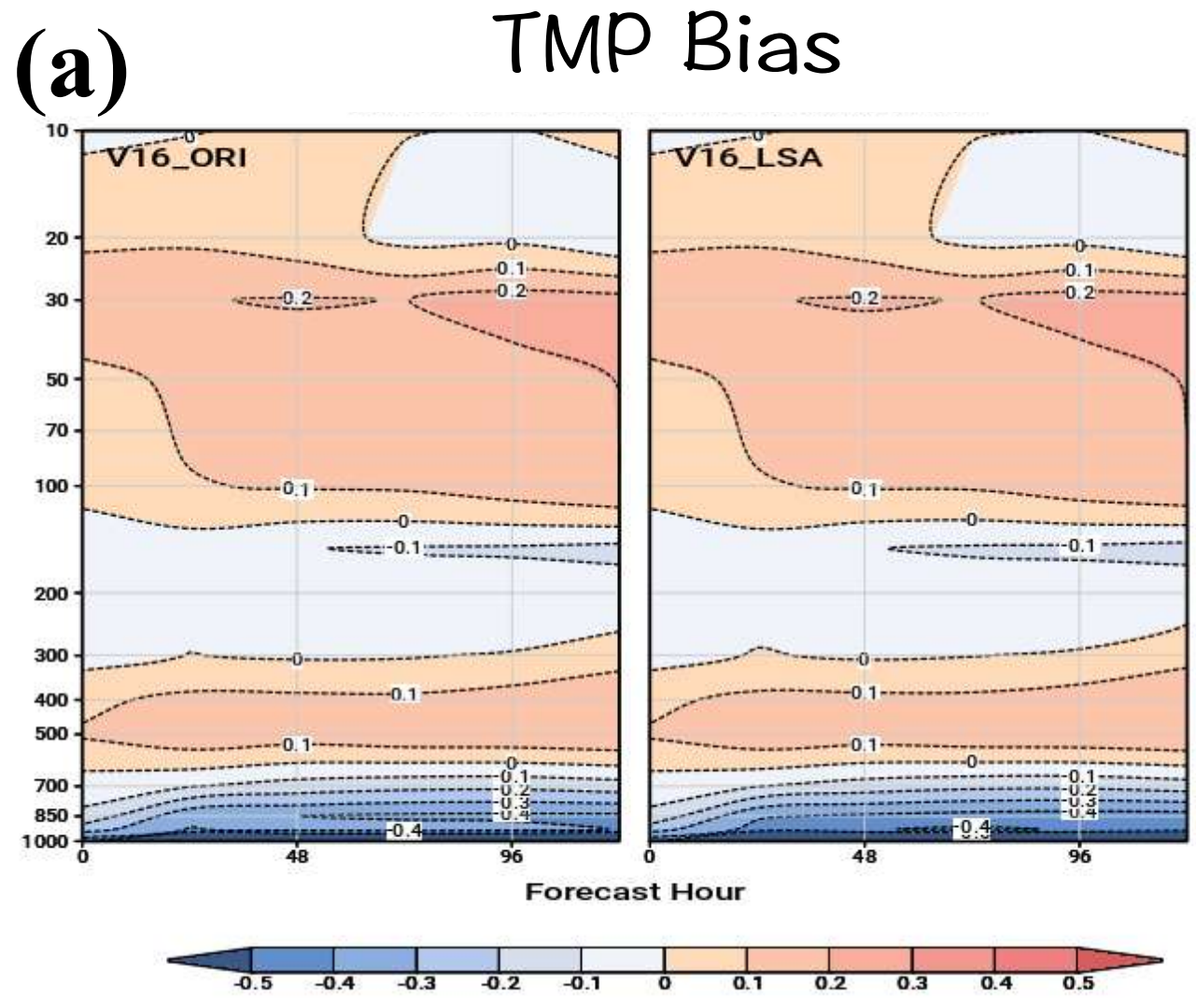
項目	V16_ORI	V16_LSA
植被覆蓋率	NESDIS/NOAA NOAA-7, 9, 11, 6, 118衛星 1982至2005年(24年)資料	歐洲氣象衛星開發組織(EUMETSAT) 2017至2021年資料
植物種類	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets	2010年MODIS地表氣候資料
土壤種類	2002 IGBP MODIS 0.03 degree data sets	2010年MODIS地表氣候資料

Against ERA5 2024/01/01- 01/15

▲▲▲ V16_LSA is better than V16_ORI(99.9%,99%,95%)

▼▼▼ V16_LSA is worse than V16_ORI(99.9%,99%,95%)

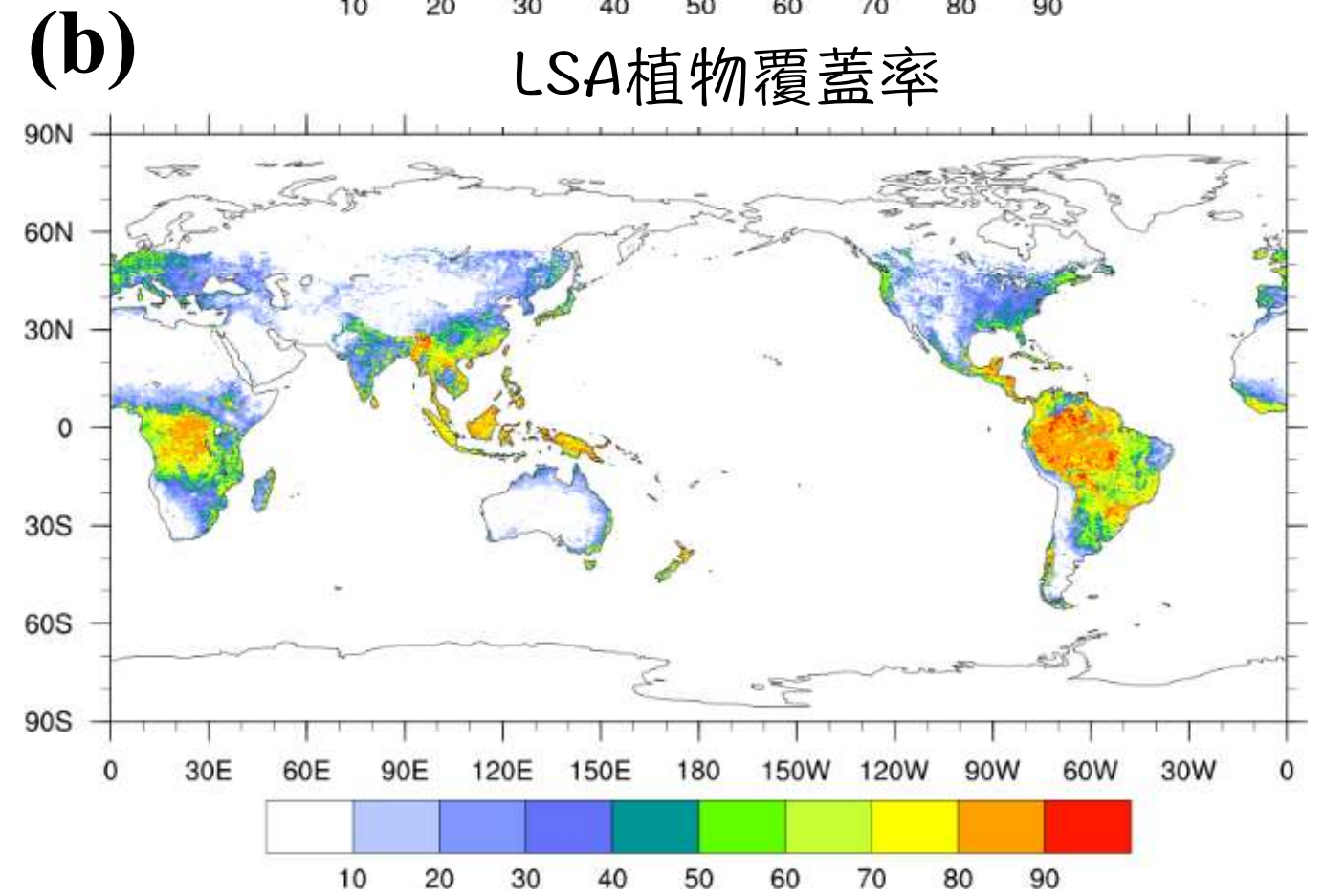
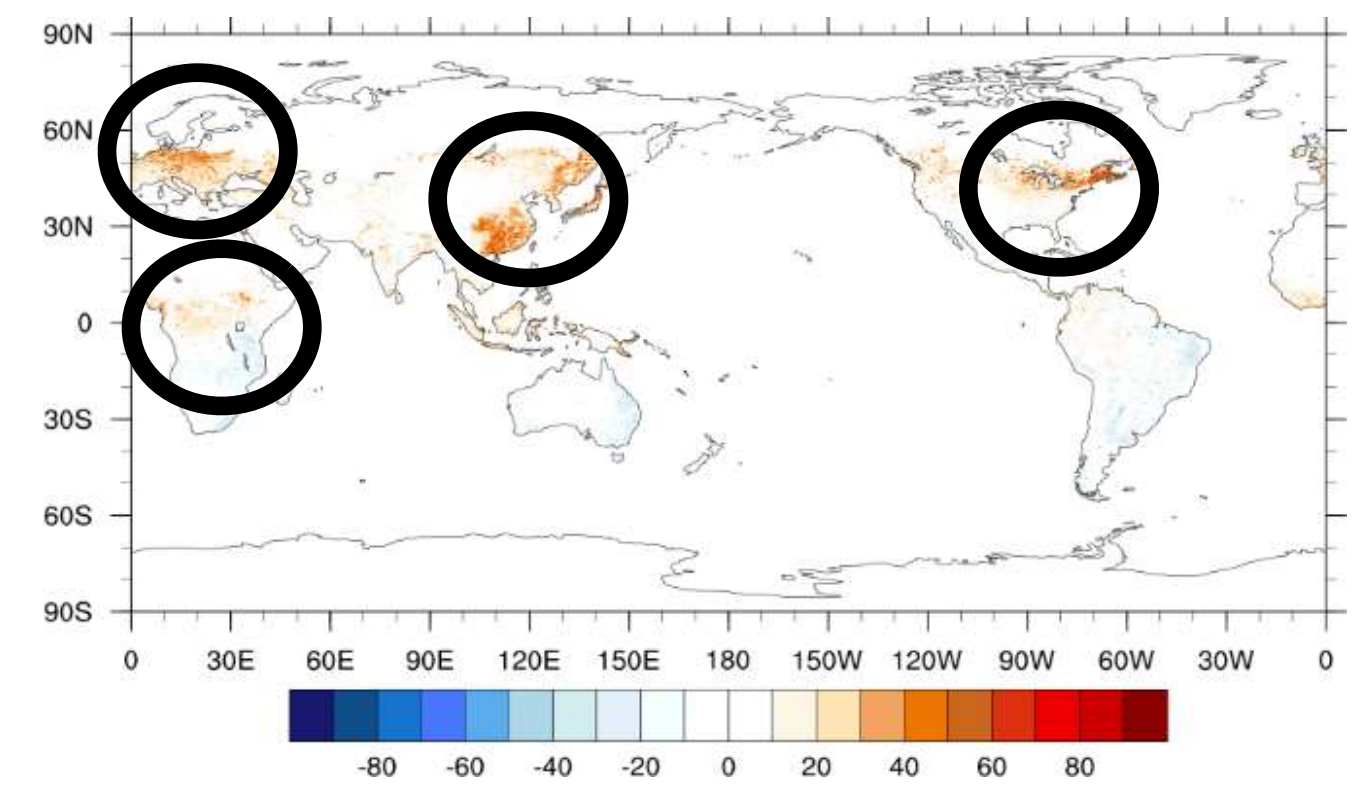
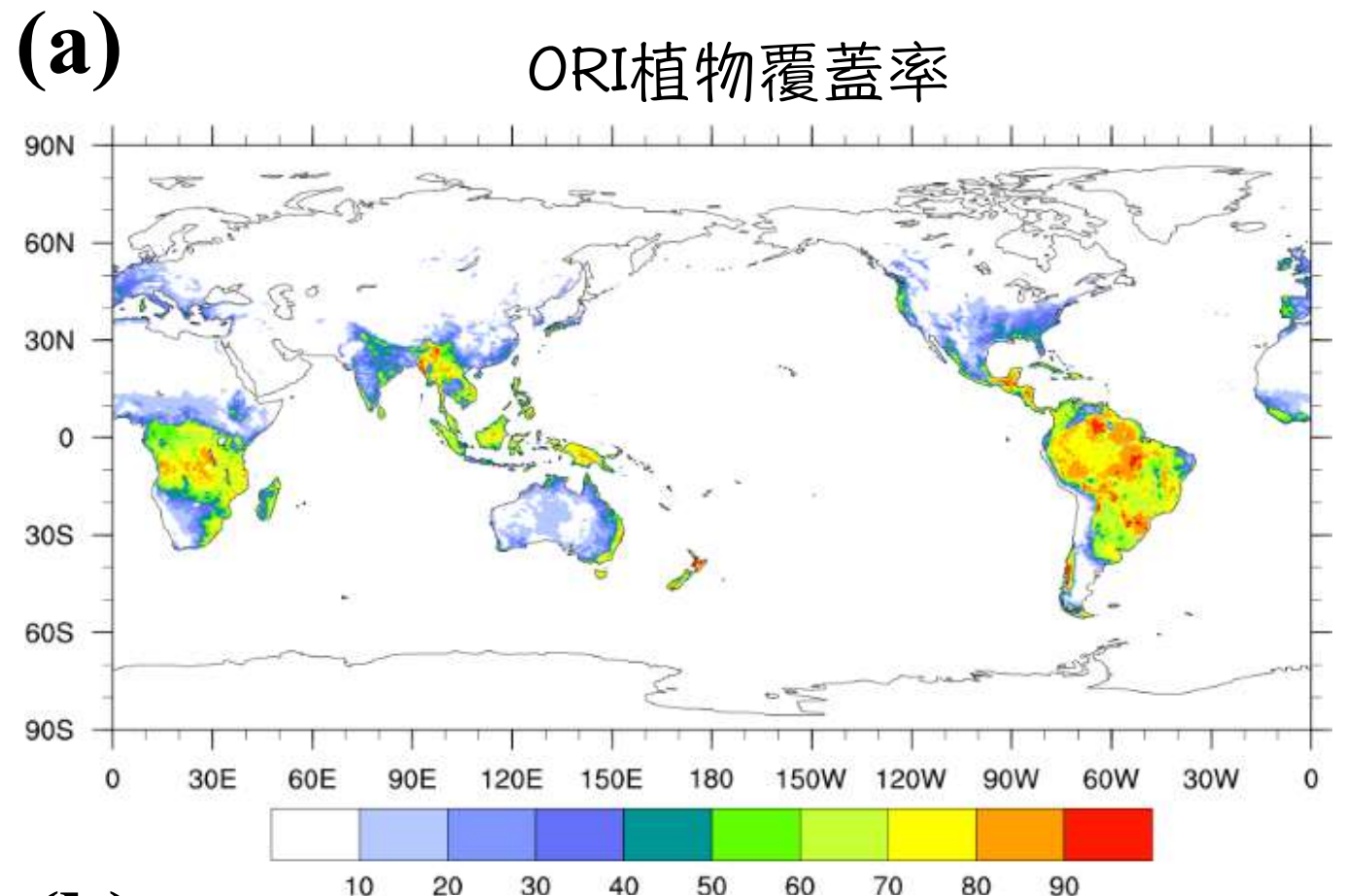
		Globe			N. Hemisphere			S. Hemisphere			Tropics		
		Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5	Day 1	Day 3	Day 5
Anomaly Correlation	Heights	250hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		700hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		1000hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	250hPa	○	○	○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



整體表現為中性，但700 百帕高度以下溫度表現稍差。

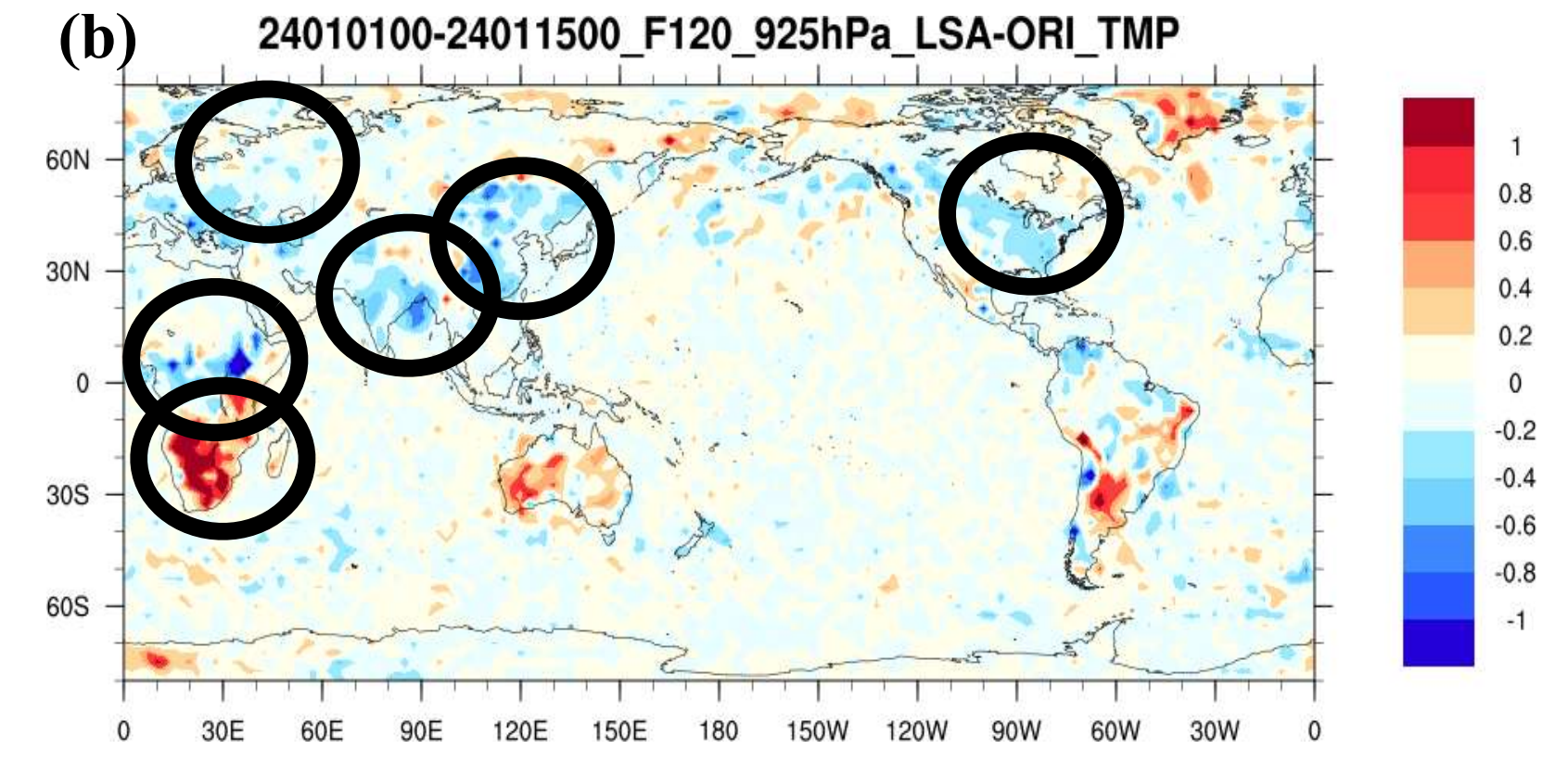
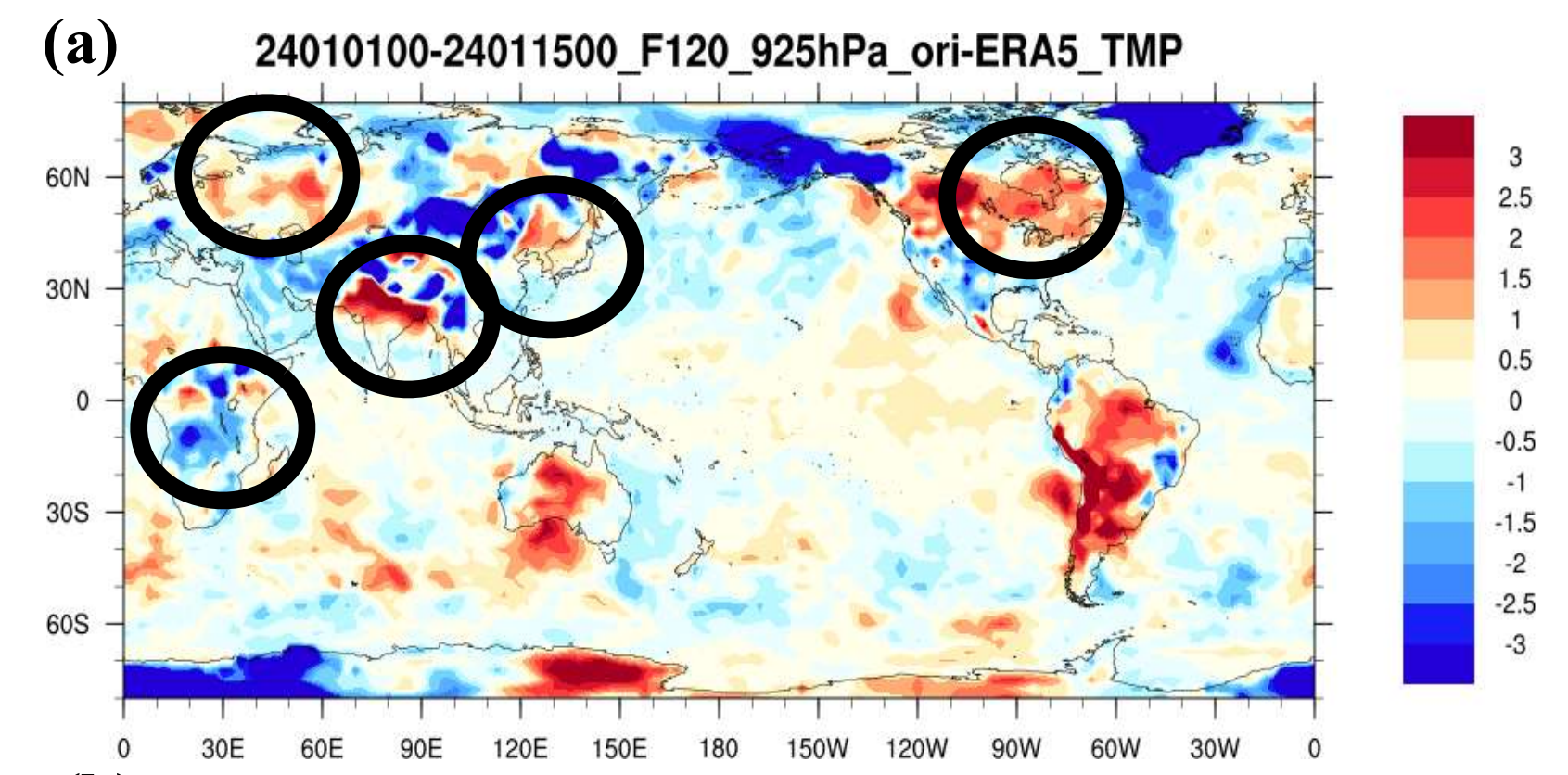
預報初期V16_LSA均方根誤差大，但隨預報時間均方根誤差逐漸減少，表現開始優於V16_ORI。

NCEPGFSv16納入地表資料更新(V16_LSA)



北半球LSA整體植物覆蓋率高

V16_LSA在部分區域偏差改善，隨預報時間明顯。



V16_LSA納入CWA modified New SAS(V16_cloud)

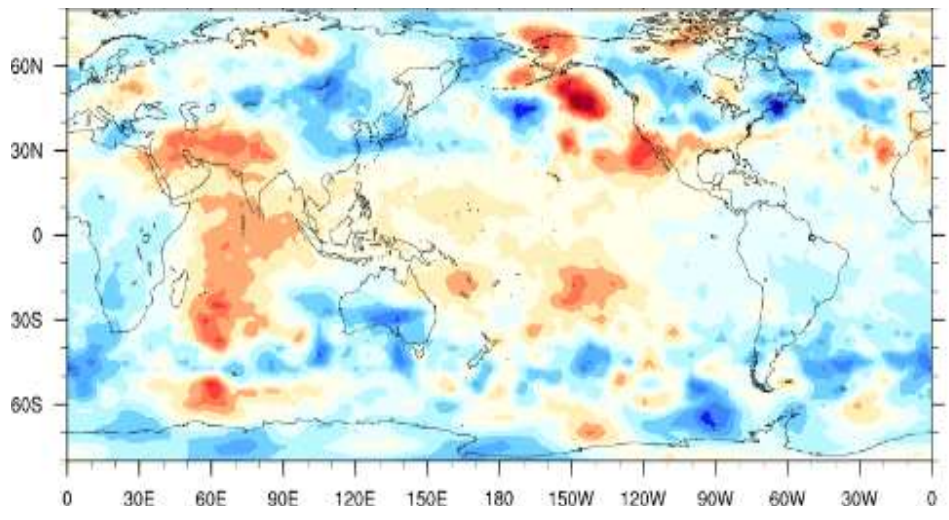
項目	V16_LSA	V16_cloud
深積雲參數化	Scale- & aerosol-aware mass-flux deep convective scheme	CWA modified New SAS

		Globe			N. Hemisphere			S. Hemisphere			Tropics			
		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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	250hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Temp	250hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	U-Wind	250hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
RMSE	Heights	10hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		20hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		50hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		100hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		200hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Vector Wind	700hPa	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		850hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		1000hPa	▼	▼	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		10hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		20hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
		50hPa	▼	▼	▼	○	○	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Temp	100hPa	▼	▼	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	200hPa	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	500hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	700hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	850hPa	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	1000hPa	▼	▼	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

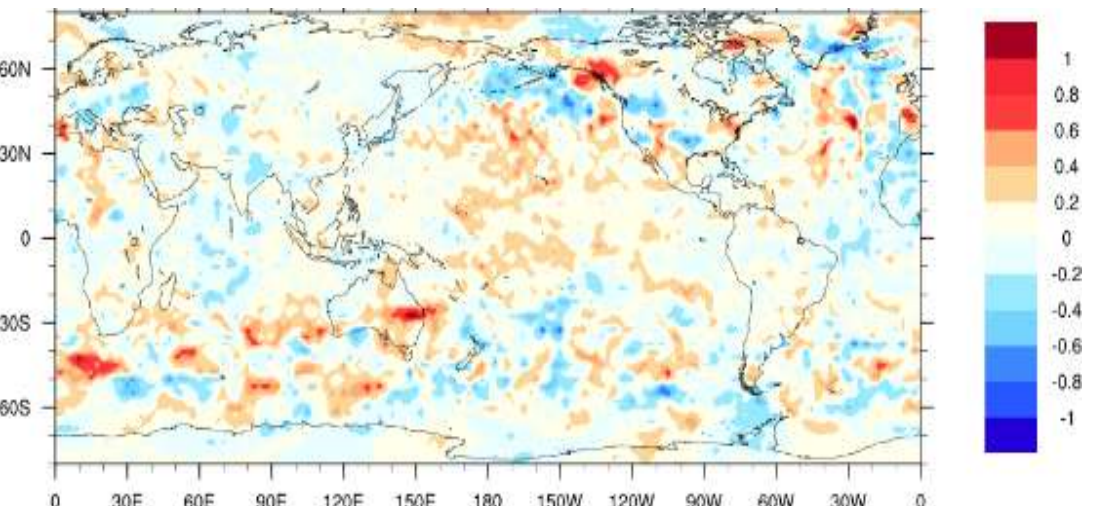
V16_cloud anomaly correlation coefficient 表現中性。

RMSE表現偏差，熱帶及中高層更為明顯。

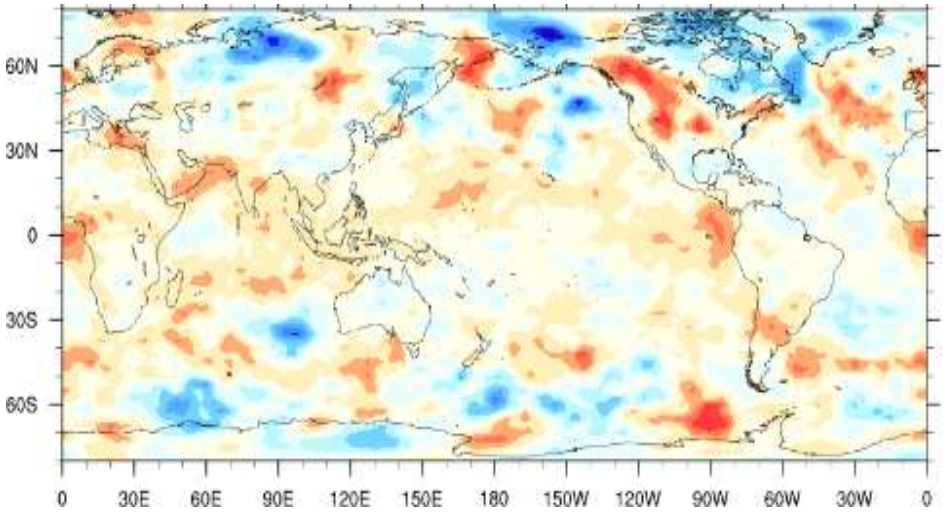
200hPa V16_LSA-ERA5 F120 TMP bias



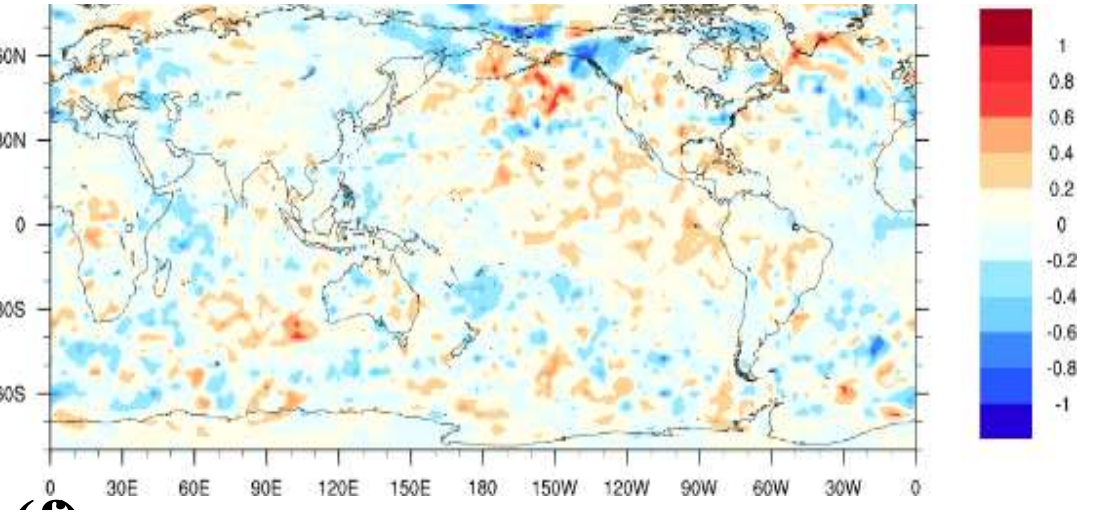
V16_cloud-V16_LSA F120 TMP bias



500hPa V16_LSA-ERA5 F120 TMP bias



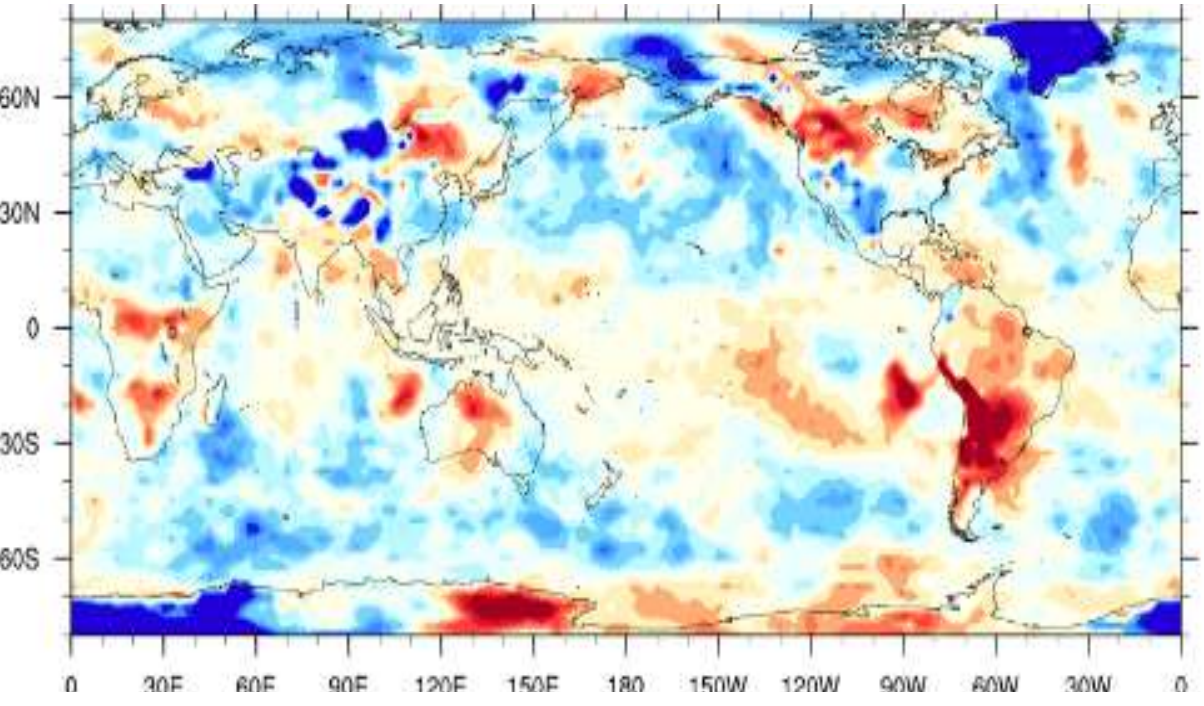
V16_cloud-V16_LSA F120 TMP bias



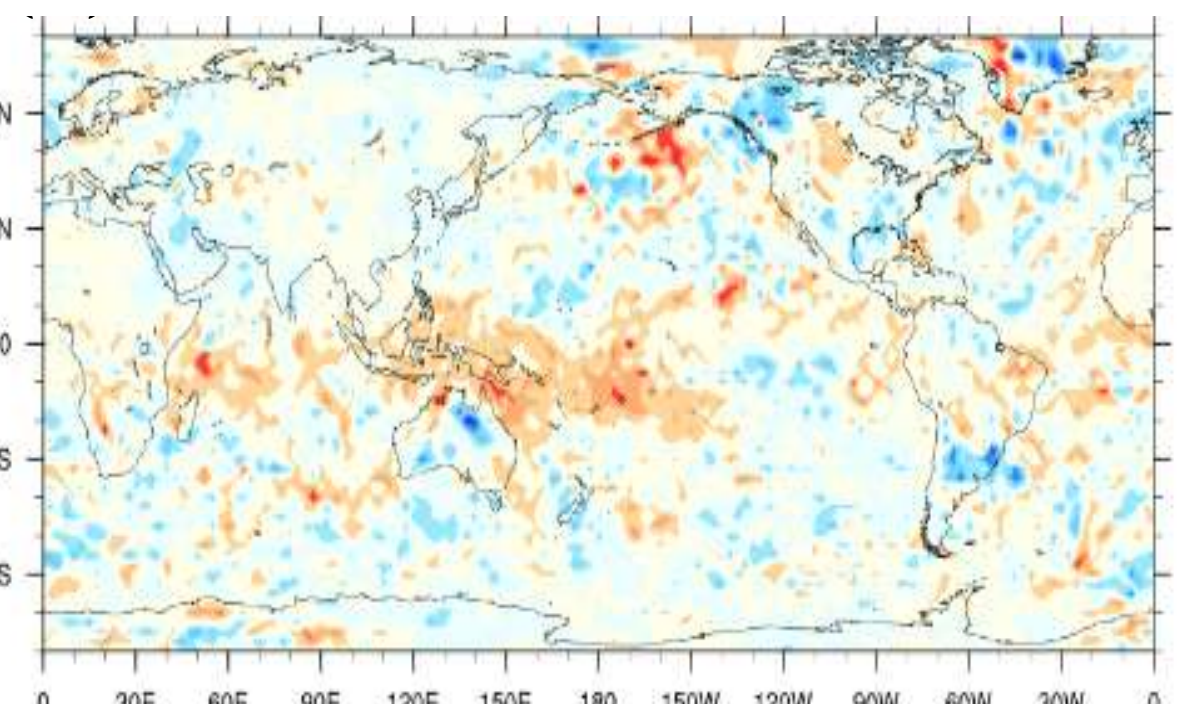
V16_LSA中高層熱帶為暖偏差，V16_cloud熱帶洋面暖偏差加劇。

V16_LSA納入CWA modified New SAS(V16_cloud)

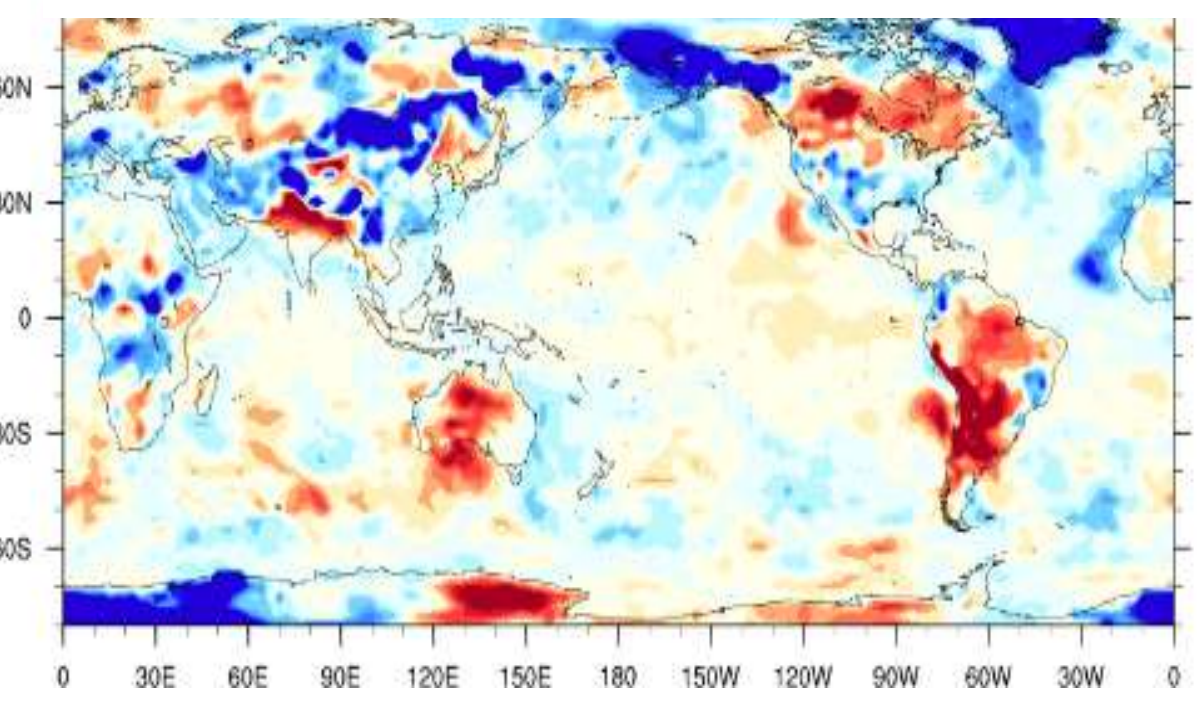
(850hPa V16_LSA-ERA5 F120 TMP bias



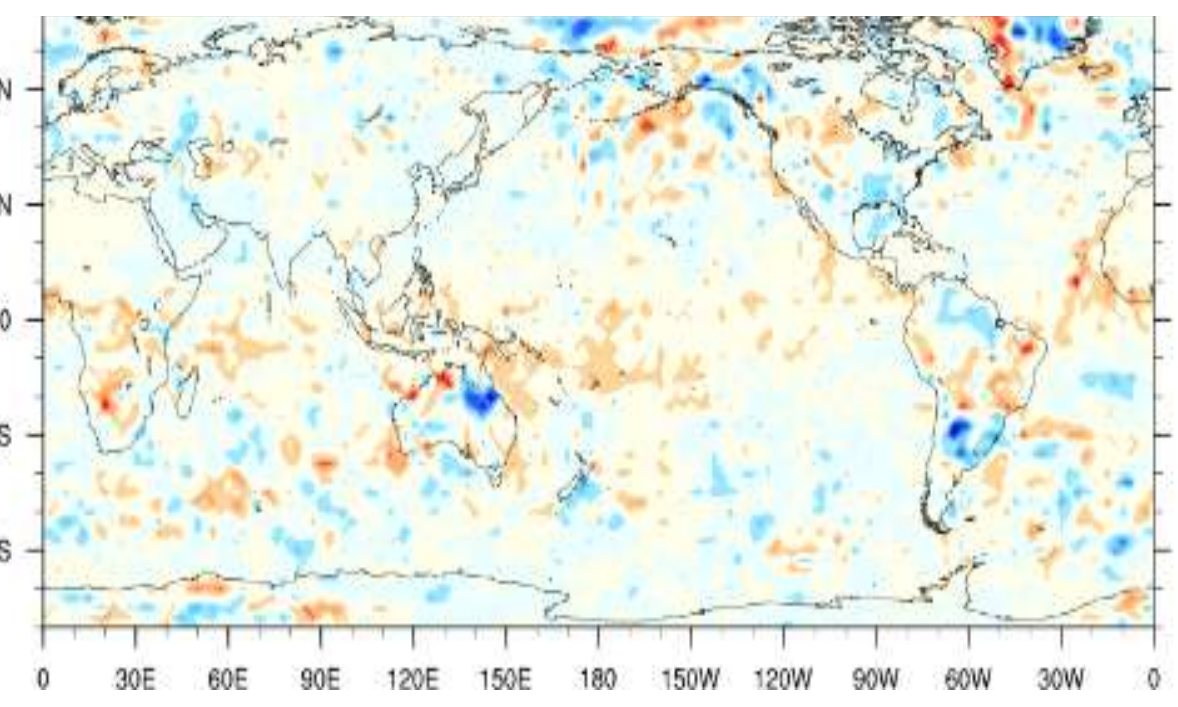
V16_cloud-V16_LSA F120 TMP bias



(925hPa V16_LSA-ERA5 F120 TMP bias

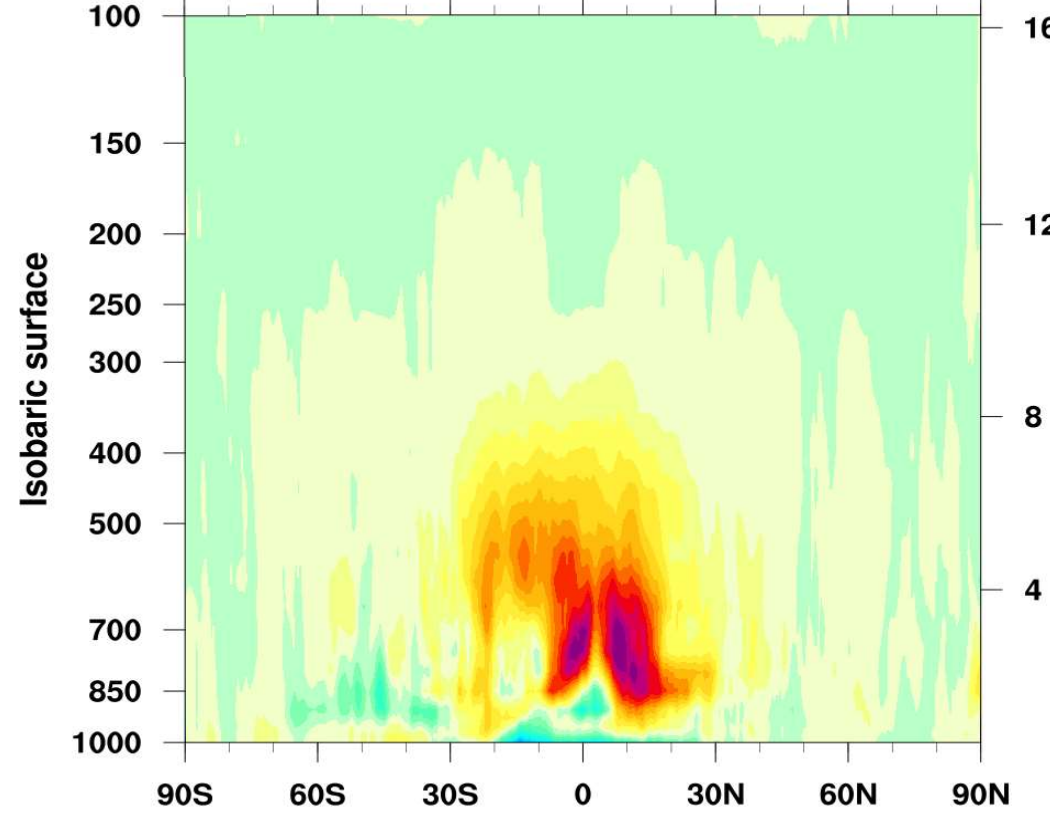


V16_cloud-V16_LSA F120 TMP bias



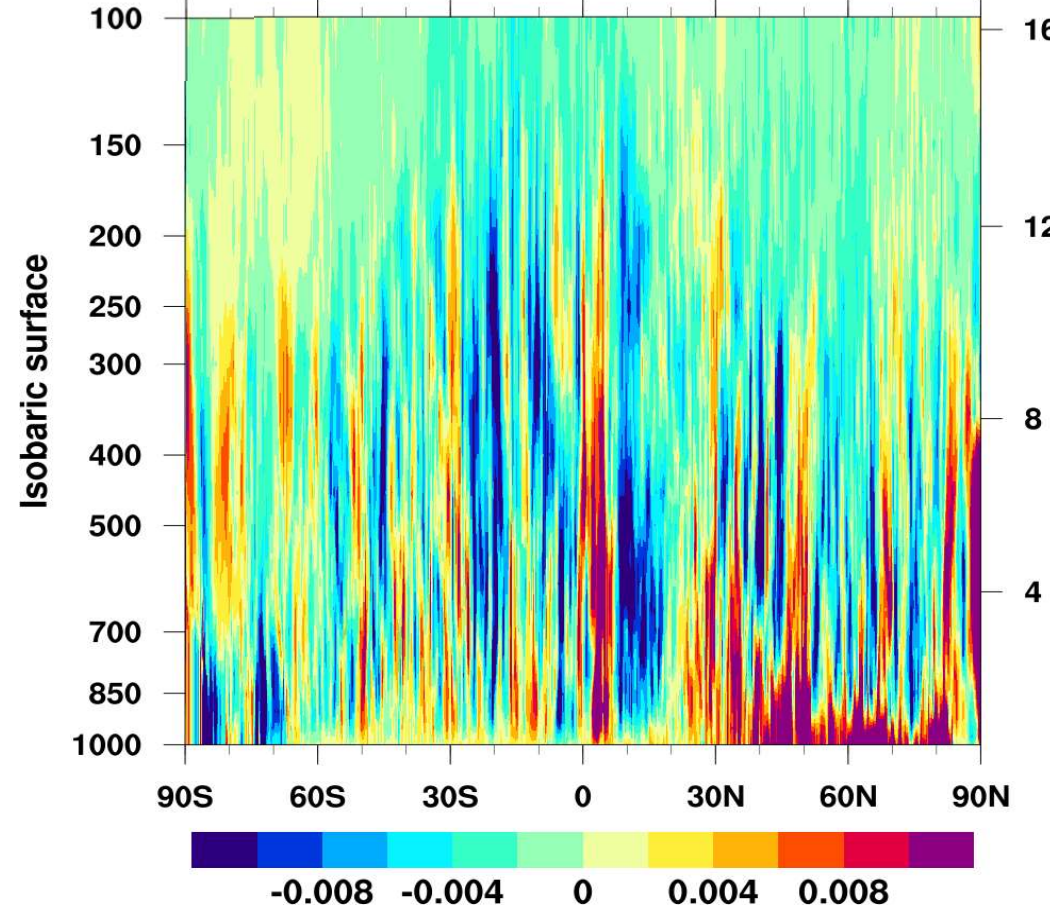
而在中低層V16_LSA熱帶整體仍為暖偏差，V16_cloud也讓暖偏差加劇。

(a) v16-TGFSOP_SpecificHumidity_AZ_F120_2024010100to2024011500



NCEP GFS V16 整體比濕大於TGFS，南北緯30度、850至500百帕之間尤其明顯。

(b) v16-TGFSOP_VVEL_AZ_F120_2024010100to2024011500



垂直速度在北緯0至10度之間較強、10至20度之間較弱，指出兩實驗熱帶對流區位置。

NCEP GFS V16 模式誤差特性與TGFS(或NCEP GFS V15)不同。

結論

- 作業表現上，TGFS使用更接近觀測之地表資料，雖模式解析度較NCEP GFS低，2024年低層溫度預報仍有較佳表現。
- 同樣使用TGFS作為初始場，NCEP GFS V16與TGFS距平相關表現中性，高層溫度及 200 百帕高度以下向量風略優於TGFS。再加入地表資料更新，可在較長時間積分後改善低層溫度RMSE。
- NCEP GFS V16誤差特性與TGFS不同，故過去氣象署優化之物理設定不完全適用，使用上需再多加評估。