

獵風者號海表面風速資料於TGFS全球模式中的 同化評估

黃子茂¹、連國淵¹、林敬傑²、葉文豪³

¹中央氣象署科技發展組

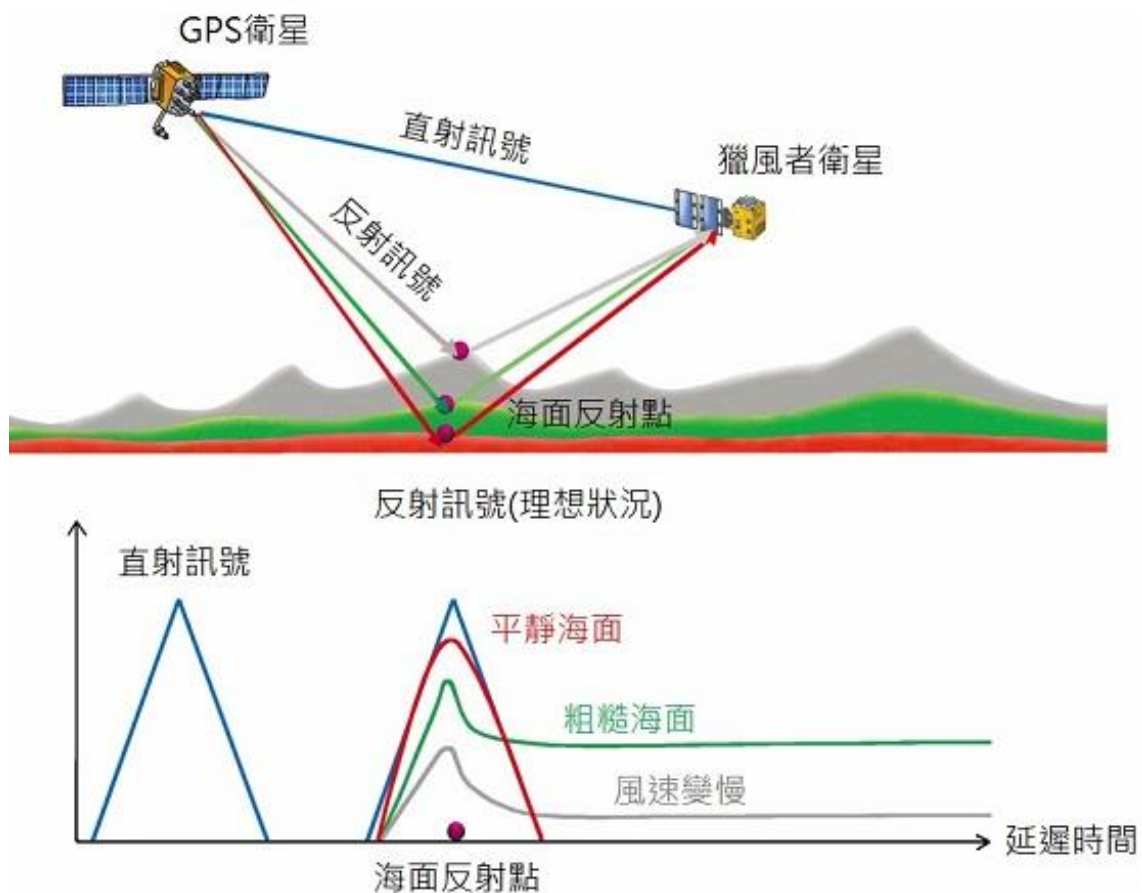
²中央氣象署臺灣科學資料處理中心 (TACC)

³國家太空中心

2026/09/03

115 年天氣分析與預報研討會

獵風者號資料觀測原理及資料演進時程



取自國家實驗研究院-科普講堂

(<https://www.niar.org.tw/xscience/cont?xsmsid=01148638629329404252&sid=0J042351288089004097>)

- 獵風者號(TRITON)於2023年10月發射升空，為我國自主設計及製造之人造衛星，藉由接收海表面反射及散射的GNSS訊號反演出海表面(10 m)風速資料。
- 2024年5月，TACC及國家太空中心團隊提供第一版的獵風者號海表面風速觀測資料，由於GNSS-R觀測之海表面風速資料在高風速區有較大的偏差值，故第一版只提供0~20 m/s的低風速資料。
- 2025年8月，TACC及國家太空中心團隊提供第二版的獵風者號資料，除了提供0~20 m/s的低風速資料之外，額外提供一組包含大於20m/s風速的資料。
- 現今，獵風者號每日可以提供太平洋、大西洋及印度洋熱帶地區約1萬多筆的海表面風速觀測資料，其中約有80%的資料符合全球模式TGFS資料同化的作業時程。

獵風者號資料版本差異



版號	描述	風速 區間 (m/s)	qc flag	反演使用的鏡面反射 點specular point (SP) 格點數		
v1.0 (2024年5月釋出)	藉由半年的獵風者號資料與ERA5資料建立v1.0的geophysical model function (GMF)，以此反演出海表面風速	0 – 20	no qc flag	1*1	3*5	13*21
v2.0 regular data (2025年8月釋出)	藉由一年多的獵風者號資料與ERA5資料建立v2.0的GMF，以此反演出海表面風速	0 – 20	0 : too far from GMF, the quality is bad 1 : retrieval by v1.0 GMF 2 : retrieval by v2.0 GMF 3 : quality too bad to be retrieved	1*1	3*5	13*21
v2.0 high wind (2025年8月釋出)	利用獵風者號資料與高解析度模式建立包含高風速資料的GMF，以此反演出海表面風速	0 – 40	0 : too far from GMF, the quality is bad 2 : retrieval by v2.0 GMF 3 : quality too bad to be retrieved	1*1	3*5	13*21

獵風者號資料版本差異



v1.0

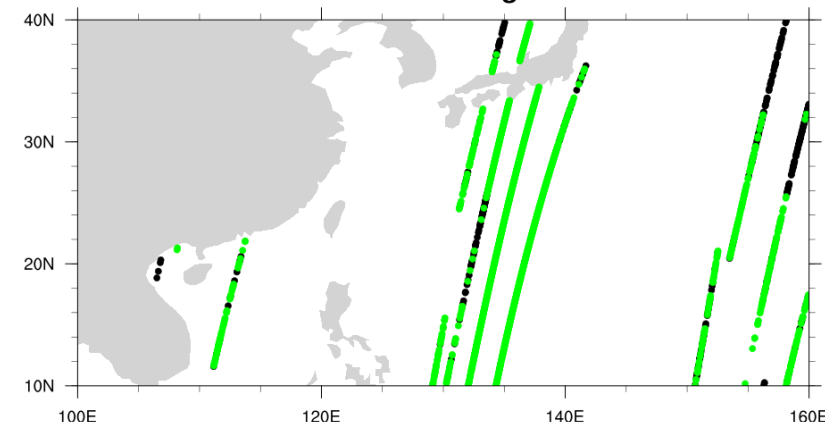
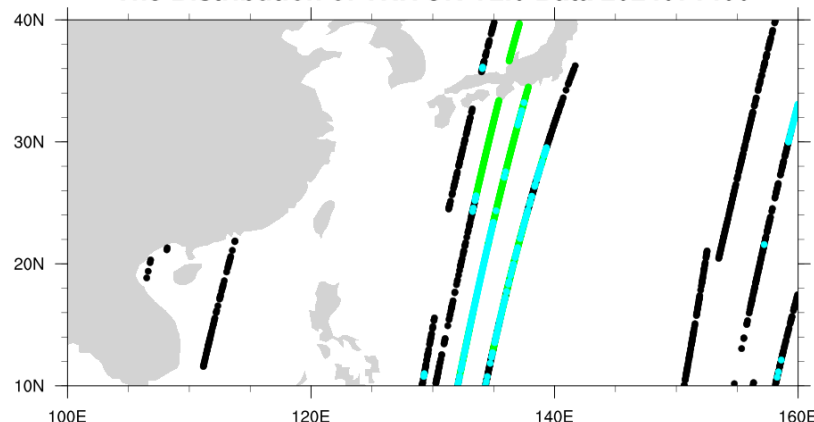
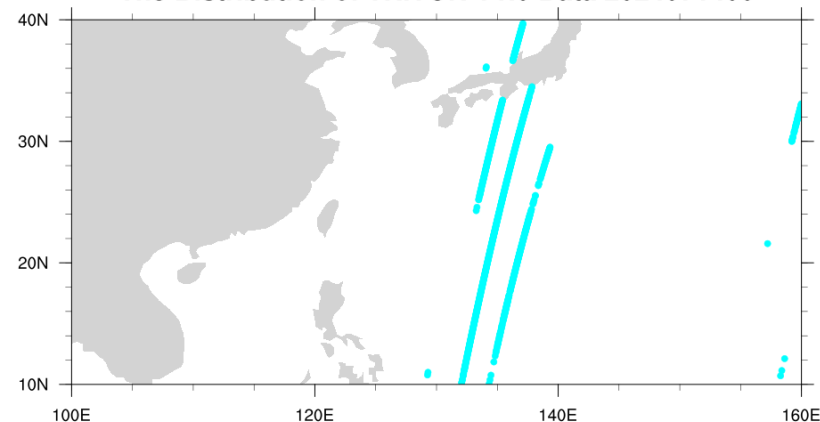
v2.0 regular data

v2.0 high wind

The Distribution of TRITON V1.0 Data 2024071400

The Distribution of TRITON V2.0 Data 2024071400

The Distribution of TRITON V2.0 High Wind Data 2024071400



● flag:0,3 (bad quality) ● flag:1 (v1.0) ● flag:2 (v2.0)

● flag:0,3 (bad quality) ● flag:1 (v1.0) ● flag:2 (v2.0)

Wind speed (gust)

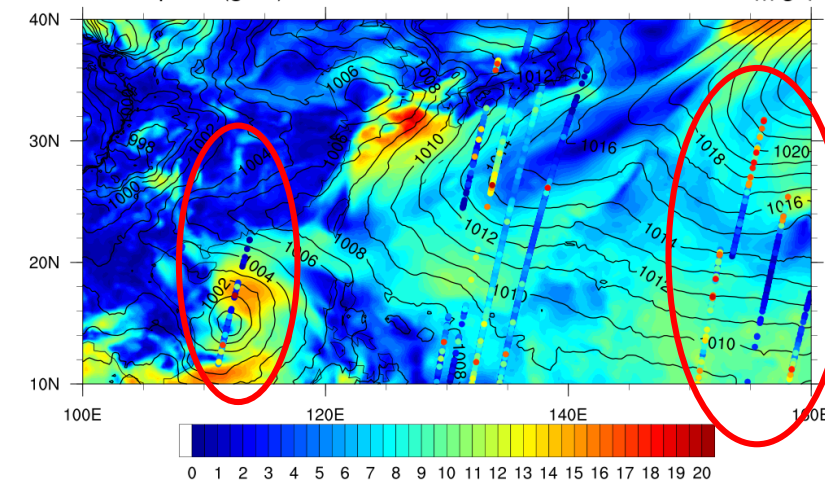
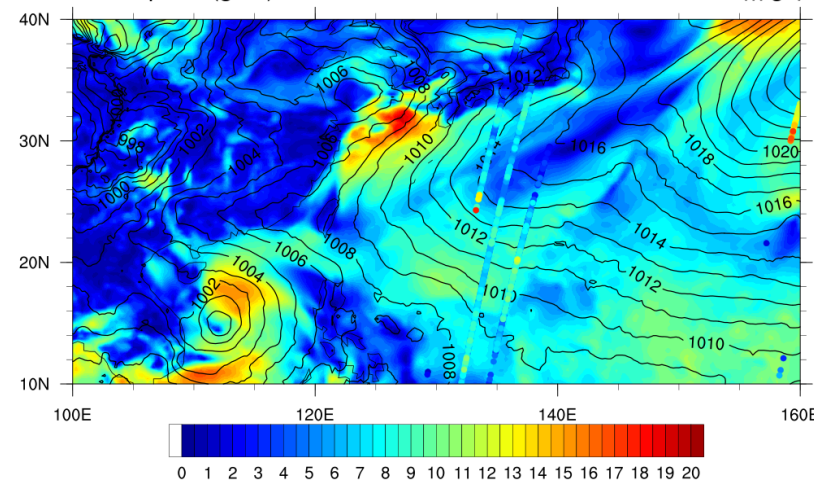
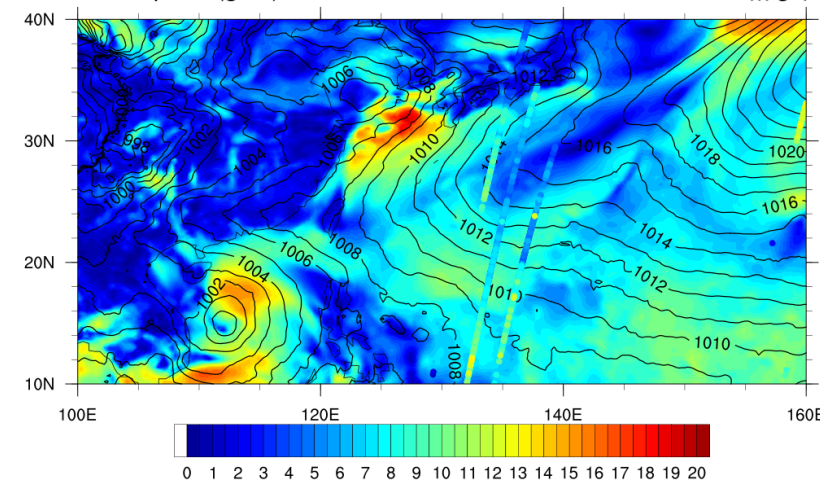
m s⁻¹

Wind speed (gust)

m s⁻¹

Wind speed (gust)

m s⁻¹



Wind Speed (m/s)

Wind Speed (m/s)

Wind Speed (m/s)

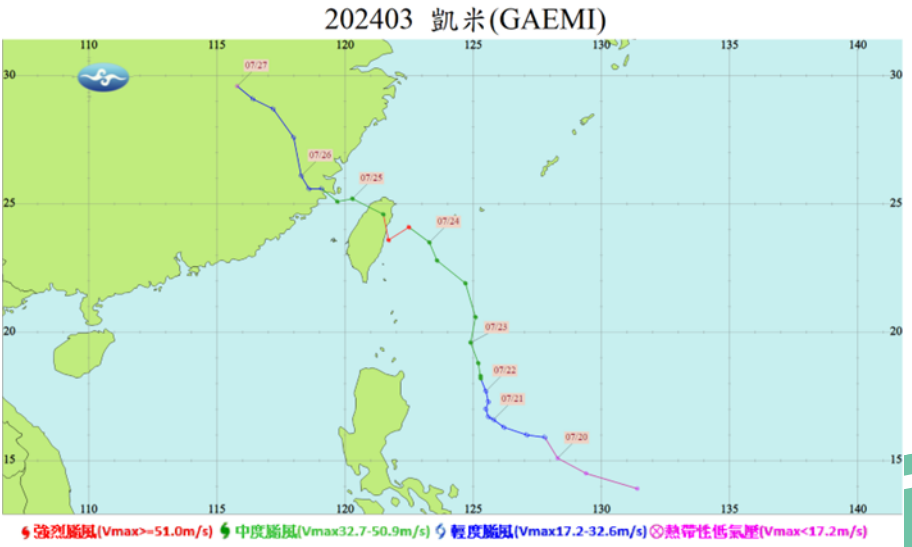
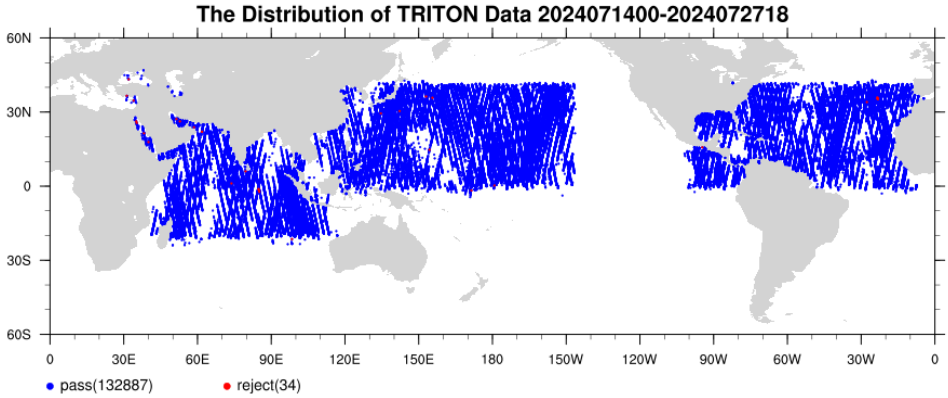
實驗設計

實驗期間：2024/07/14 00Z ~ 2024/07/27 18Z

期間主要系統：凱米颱風(2024/07/20 06Z ~ 2024/07/26 18Z)



實驗名稱	CTL	TRITON	TRITON_HW
GSI 版本	TGFS v1.5		
模式解析度	TGFS - C384L64 (~25km)		
同化方法	hybrid 4DEnVar(32 members+32 time lag members C192)		
獵風者號海表面風速資料	X	v2.0 regular data	v2.0 high wind
獵風者號資料的觀測誤差	X	參考其他海表面風資料如船舶、衛星散射儀 (Advanced Scatterometer, ASCAT) 的設定，設為2.2 m/s	
獵風者號資料的QC條件(gross error check)	X	參考其他海表面風資料如船舶、衛星散射儀 (Advanced Scatterometer, ASCAT) 的設定，剔除觀測增量 (O-G) 大於8倍觀測誤差的觀測資料($ o-g /\delta_o > 8$, reject)	



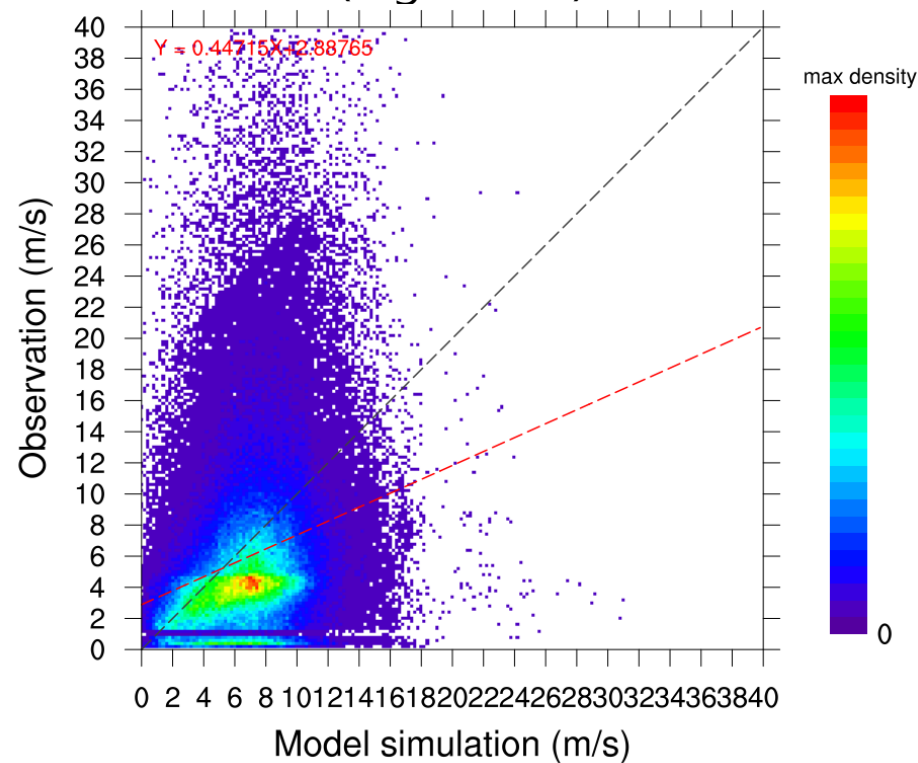
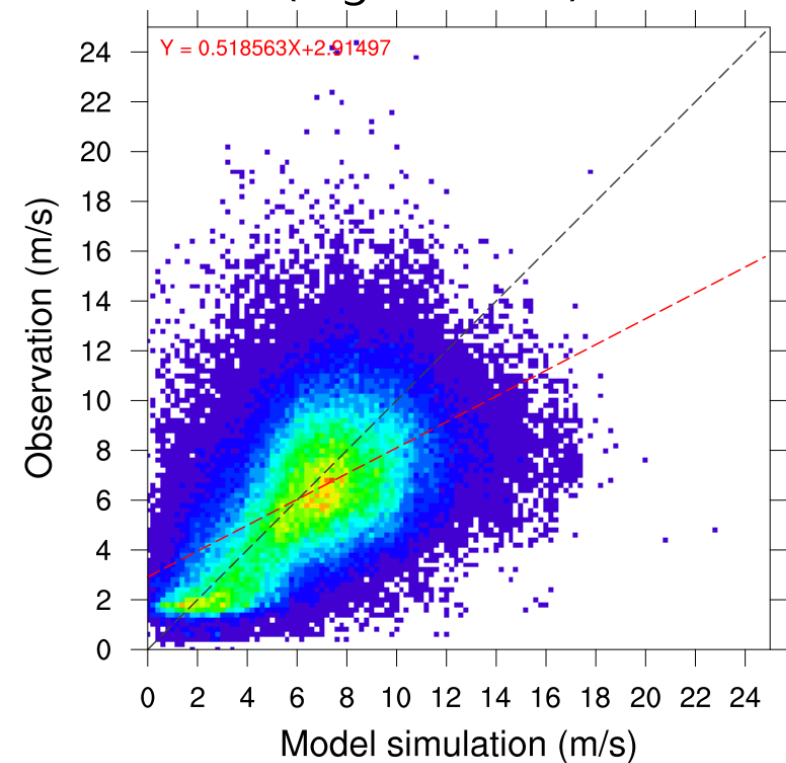
獵風者號資料分析



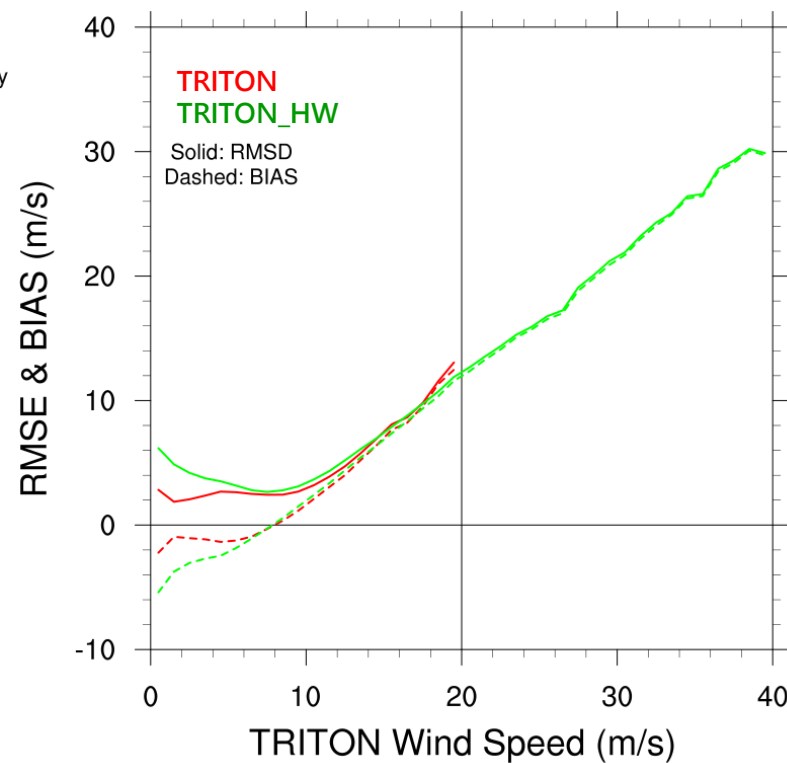
獵風者號觀測與模式背景場海表面風速的密度分布

TRITON
(regular data)

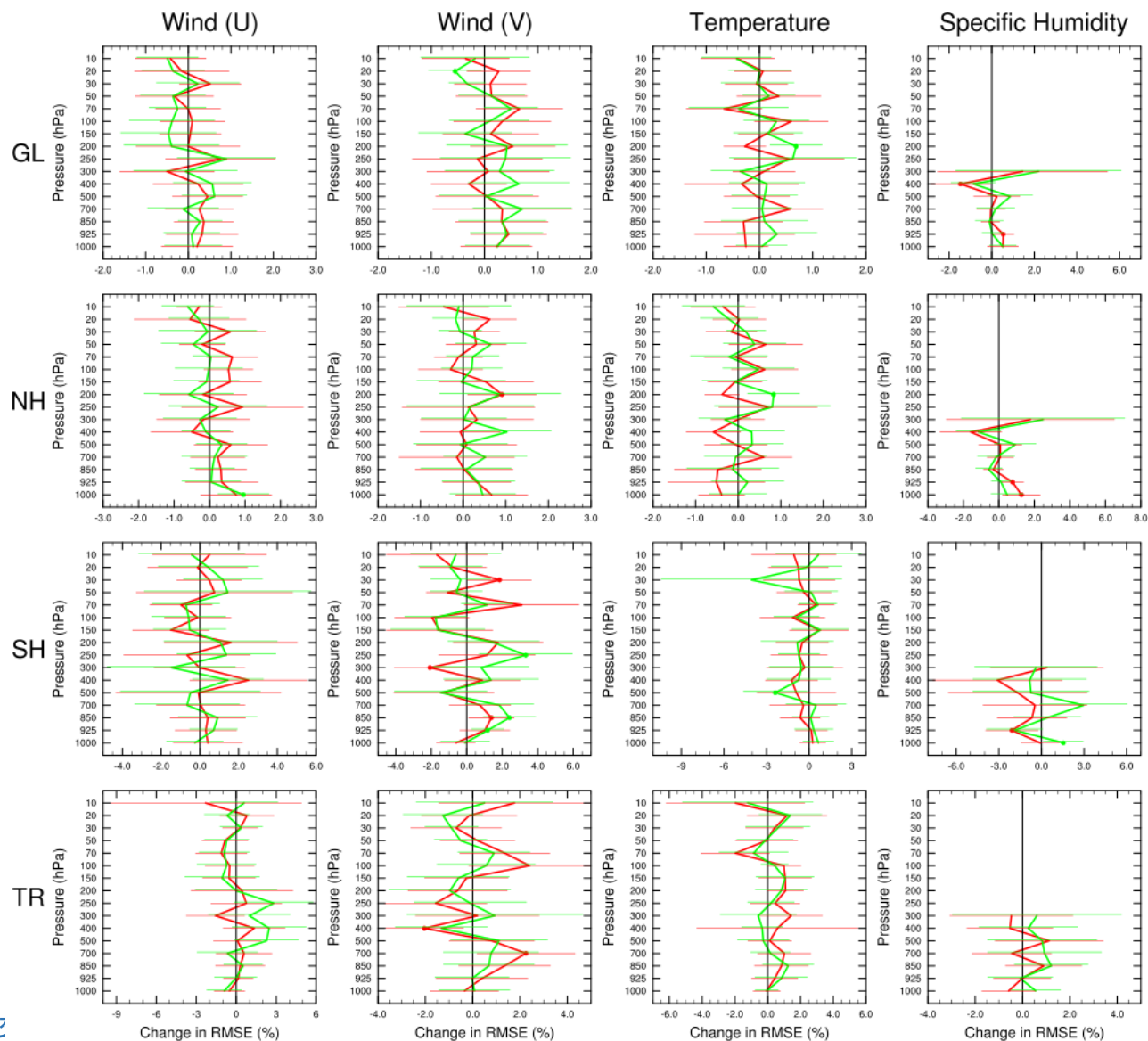
TRITON_HW
(high wind)



不同獵風者號風速與模式之間 (O-G)的BIAS及RMSE



實驗結果-探空觀測點校驗 (6hr)



Black : CTL
Red: TRITON
Green: TRITON_HW



負值代表相對CTL實驗有較好的表現

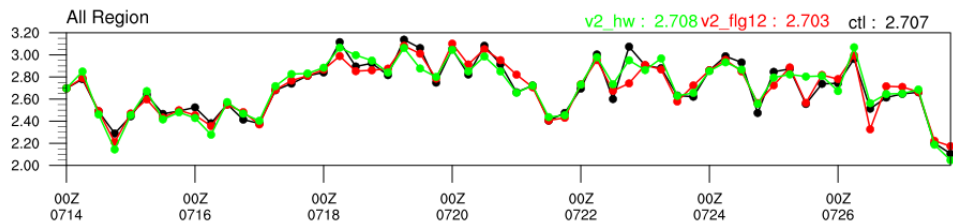
- 整體而言，同化獵風者號資料在探空資料點校驗上呈現中性表現。

實驗結果-船舶與浮標觀測點校驗 (6hr)

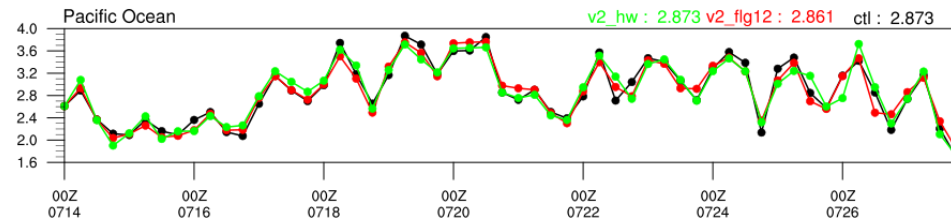
U (m/s)

TRITON_HW : 2.708 TRITON: 2.703 CTL : 2.707

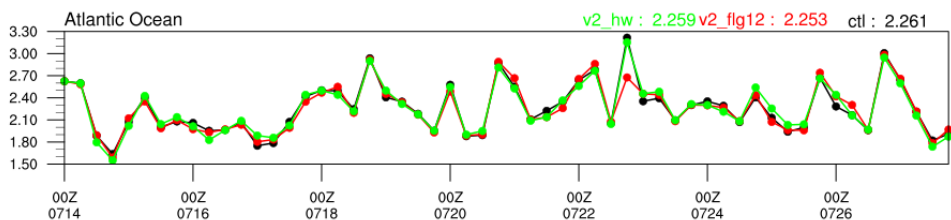
All
(1)+(2)+(3)



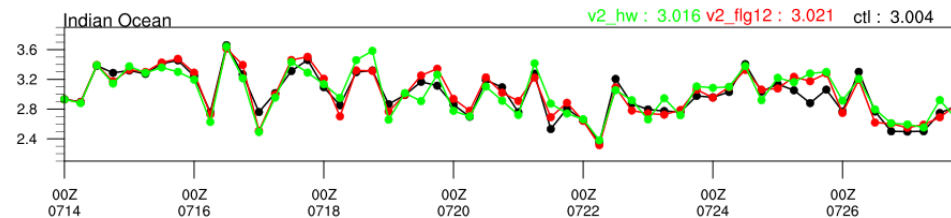
(1) Pacific



(2) Atlantic

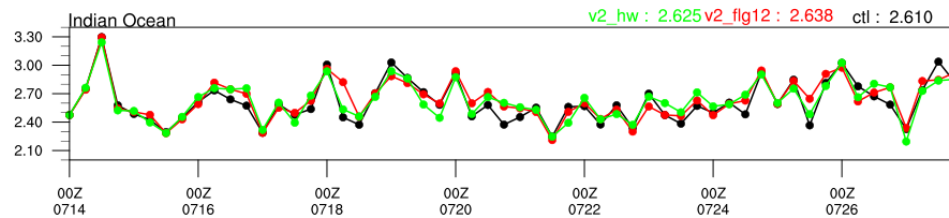
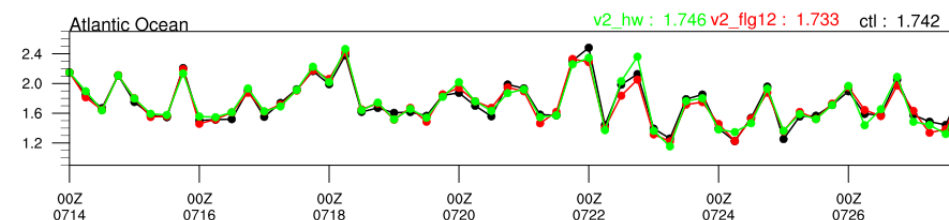
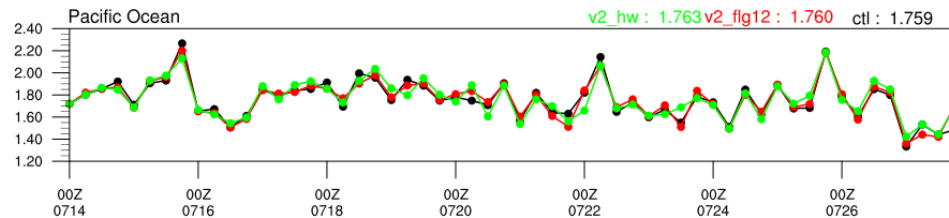
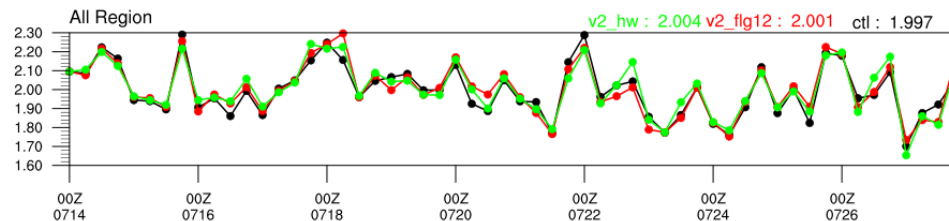


(3) Indian Ocean



V (m/s)

TRITON_HW : 2.004 TRITON : 2.001 CTL : 1.997



(3) Indian Ocean

(1) Pacific

(2) Atlantic

實驗結果-GVER校驗結果 (against ERA5)



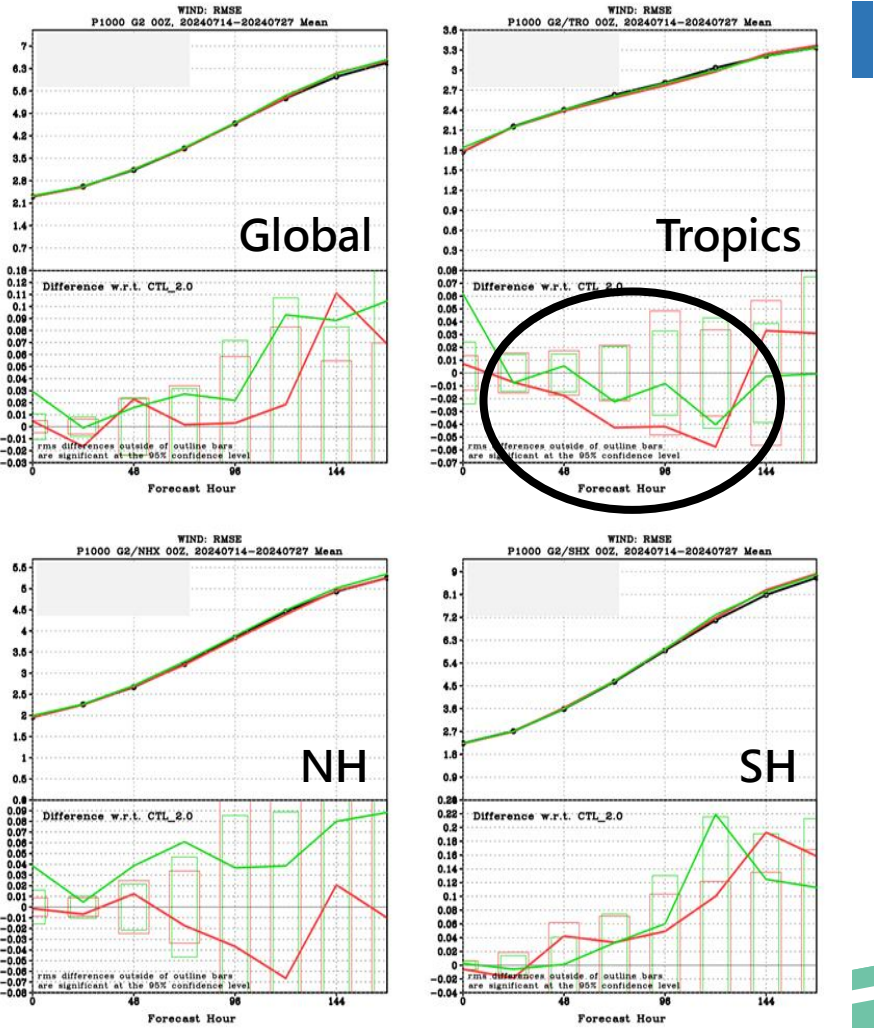
v2_flg12 is better/worse than ctl

v2_hw is better/worse than ctl

0-7 day forecast 1000-hPa wind RMSE
Black: CTL Red: TRITON Green: TRITON HW

		Globe				N. Hemisphere				S. Hemisphere				Tropics								
		Day	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	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																				
		850hPa																				
		1000hPa																				
	Vector Wind	10hPa																				
		20hPa																				
		50hPa																				
		100hPa																				
		200hPa																				
		500hPa																				
		700hPa																				
		850hPa																				
		1000hPa																				
	Temp	10hPa																				
		20hPa																				
		50hPa																				
		100hPa																				
		200hPa																				
		500hPa																				
		700hPa																				
		850hPa																				
		1000hPa																				

		Globe				N. Hemisphere				S. Hemisphere				Tropics								
		Day	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	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																				
		850hPa																				
		1000hPa																				
	Vector Wind	10hPa																				
		20hPa																				
		50hPa																				
		100hPa																				
		200hPa																				
		500hPa																				
		700hPa																				
		850hPa																				
		1000hPa																				
	Temp	10hPa																				
		20hPa																				
		50hPa																				
		100hPa																				
		200hPa																				
		500hPa																				
		700hPa																				
		850hPa																				
		1000hPa																				

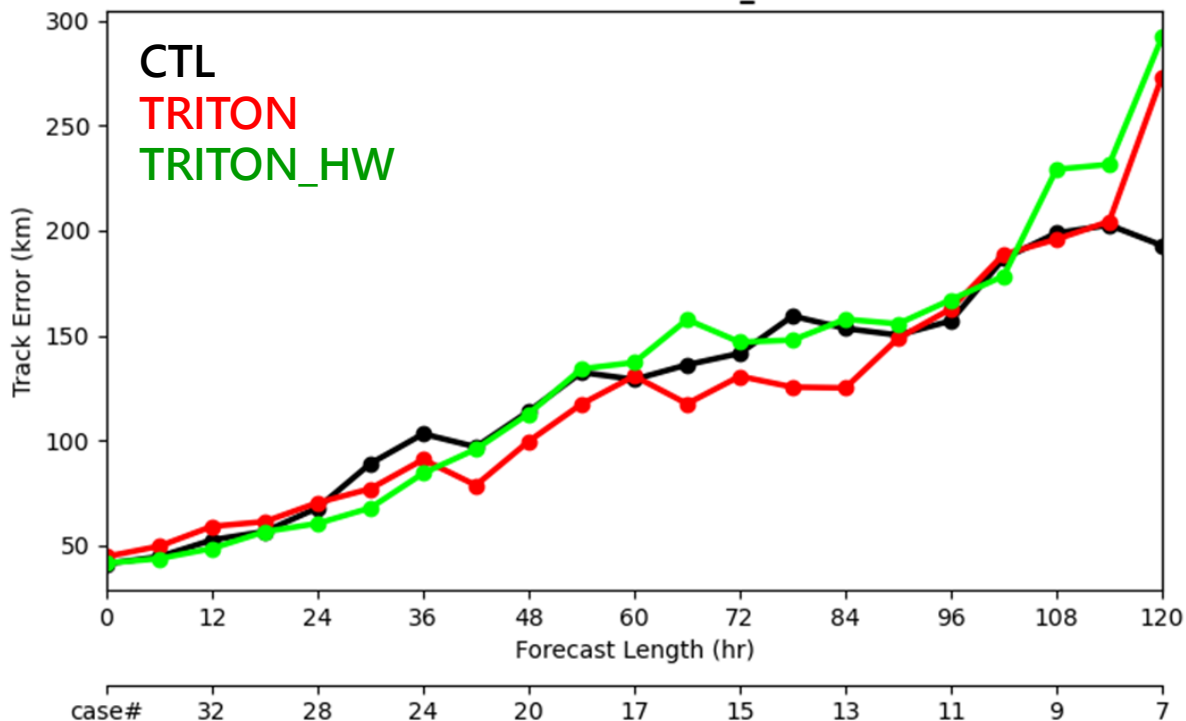


實驗結果－凱米颱風預報校驗



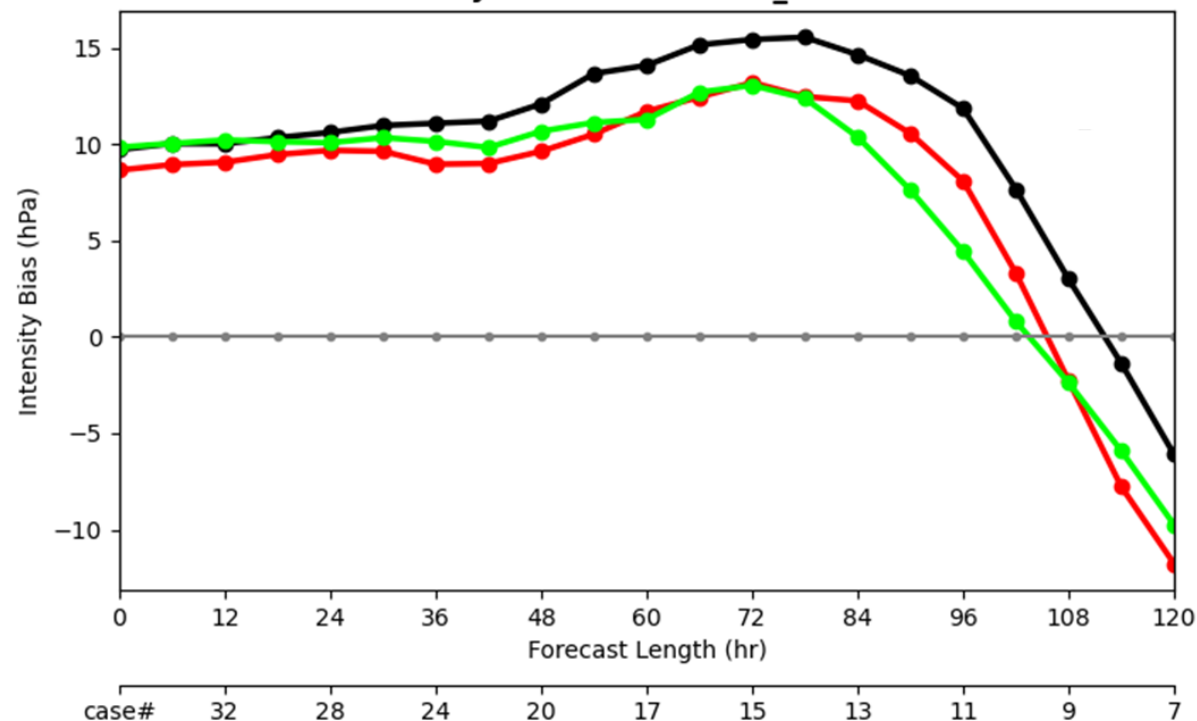
路徑誤差

Track Error in 24072006_24072618



中心最低氣壓誤差

Intensity Bias in 24072006_24072618



- 同化獵風者號資料可以改進凱米颱風的路徑及強度預報，其中又以TRITON實驗有較好的預報表現。然而獵風者號資料對於颱風預報之影響，需要更多的颱風個案進行評估驗證。

結論



- 自獵風者號發射及上線以來，每日可以提供大約1萬多筆的熱帶大洋地區的海表面風速資料，其中約有80%的資料可以符合TGFS作業的同化時程。
- 獵風者號資料在風速小於8 m/s時有著負偏差，此負偏差會隨著風速變大而轉為正偏差並持續增大，RMSE同時也隨著風速增加而變大。
- 模式層場校驗及觀測點校驗顯示，獵風者號海表面風速的regular data對於模式預報有些微的正面影響，並可以改進凱米颱風的路徑及中心最低氣壓的預報。
- 同化獵風者號的high speed資料可以改進凱米颱風的中心最低氣壓預報誤差，但層場校驗顯示其對模式預報帶來負面影響，並會增加凱米颱風48小時之後的路徑預報誤差。
- 本研究針對獵風者號資料在TGFS中進行初步的同化使用評估，未來若要在作業上使用，仍需要更長時間及更多颱風個案的預報實驗來進行使用上的評估。



Thanks for your listening