

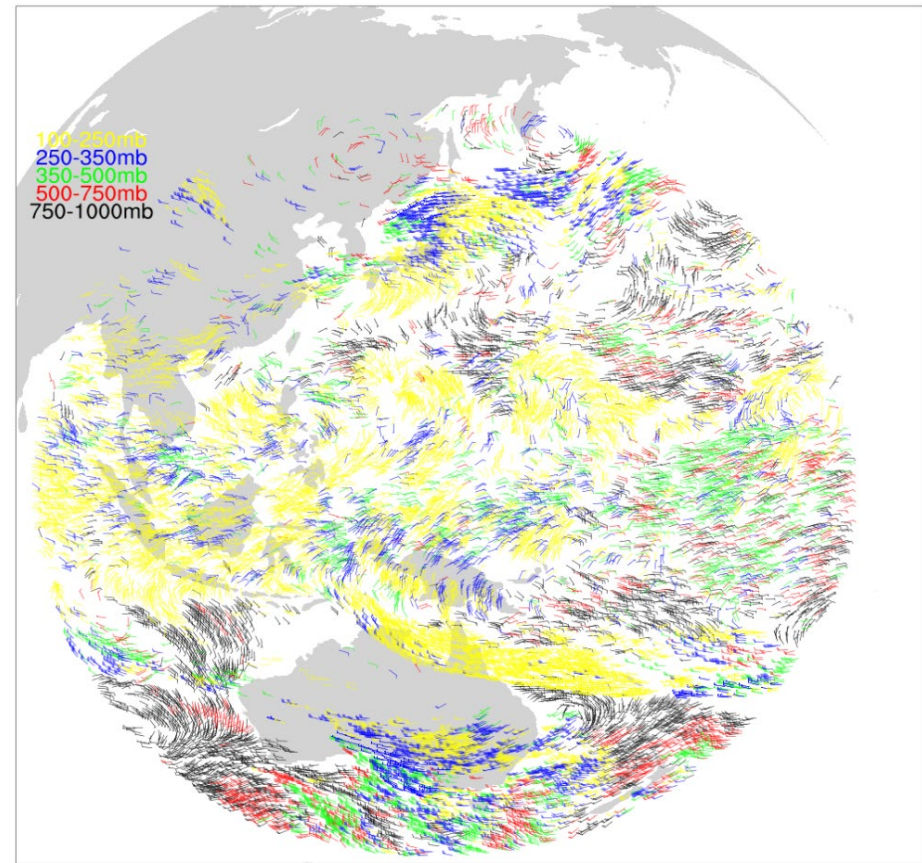
# 應用WRF FDDA同化衛星風以 改善數值模式颱風預報之研究

謝佳宏、陳得松、蕭玲鳳、葉天降

中央氣象局

# About AMVs(Atmospheric motion vectors)

- \* 向日葵8號衛星
- \* JWA(日本氣象協會)
- \* 得自紅外線及水氣頻道、以及少量來自可見光頻道


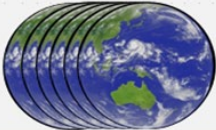
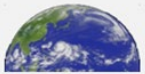





# Himawari-8與MTSAT的差異

**解析度提高 4 倍**

MTSAT VIS 1KM IR 4KM	→	Himawari 8/9 VIS 0.5 ~ 1 KM IR 2KM
----------------------------	---	--

**觀測頻率增加 3 倍**

 Full disk 每天24次	 Full disk 每10分鐘1次
 北半球 每天24次	 日本地區 每2.5分鐘1次
 南半球 每天8次	 颱風 每2.5分鐘1次

**觀測頻道數目增加 3 倍**

<b>可見光</b>	MTSAT 1 個頻道 (黑白雲圖)	→	Himawari 8/9 3 個頻道 (可合成真實色彩)
<b>短波紅外線</b>	0	→	3 個頻道
<b>紅外線</b>	4 個頻道	→	10 個頻道
	共 5 個頻道		共 16 個頻道

	MTSAT-2 波長範圍	HIMAWARI-8 波長範圍	
可見光	0.55-0.80	1	0.45-0.49
		2	0.50-0.53
		3	0.63-0.67
近紅外		4	0.85-0.87
		5	1.60-1.62
		6	2.25-2.27
短波紅外	3.5-4.0	7	3.79-4.01
紅外 (水氣頻道)	6.5-7.0	8	6.0-6.37
		9	6.89-7.01
		10	7.32-7.49
長波紅外 (紅外窗區)	10.3-11.3 11.5-12.5	11	8.34-8.66
		12	9.52-9.70
		13	10.2-10.5
		14	11.1-11.3
		15	12.2-12.5
		16	13.2-13.4

# WRF FDDA(Nudging)

Method of nudging model towards observations or analysis

- \* Don't need Error covariance, it's cheap.
- \* Be used for Dynamical initialization (pre-forecast period)

Observation

Model

$$\frac{\partial q\mu}{\partial t}(x, y, z, t) = F_q(x, y, z, t)$$

Forcing term

Nudging strength

Weighting

# AMVs thinning & QC

- \* `RT_fdda_reformat_obsnud.pl`
- \* WRF官方提供
- \* Perl程式檔案
- \* 將 `little_r` 檔案轉為 FDDA 可以使用的格式

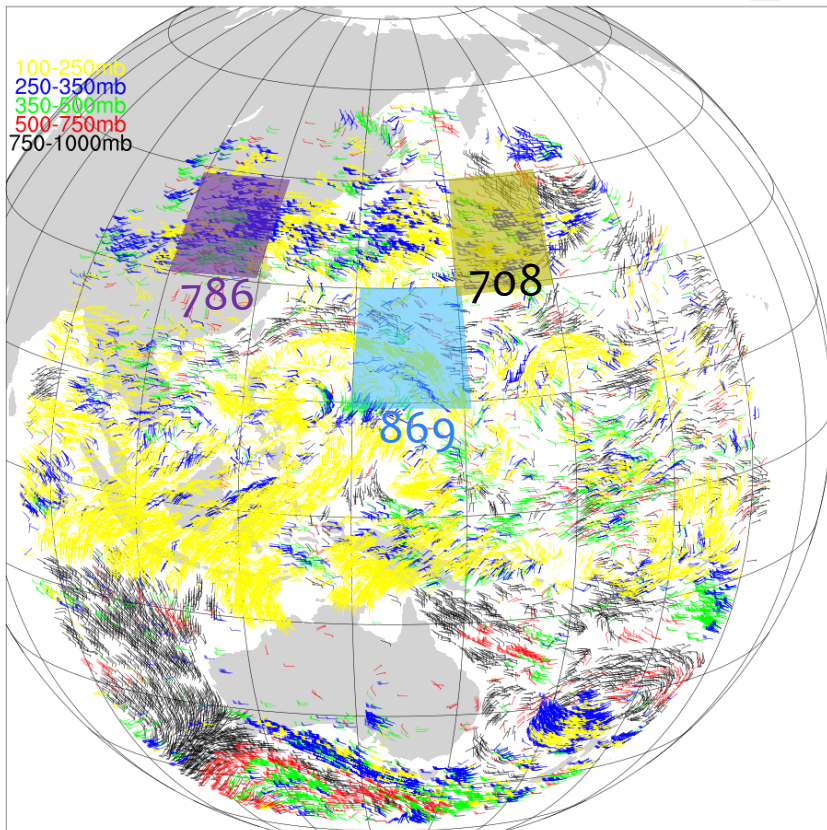
# AMVs thinning & QC

RT\_fdda\_reformat\_obsnud.pl

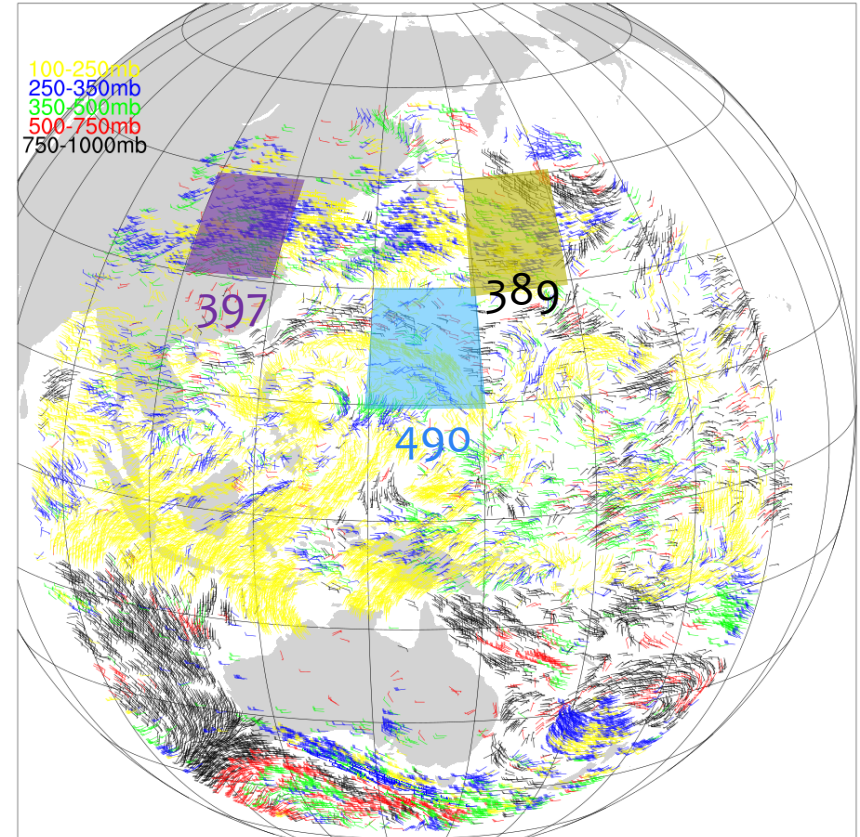
18091313\_Ir H8 AMVs



18091313 H8 AMVs

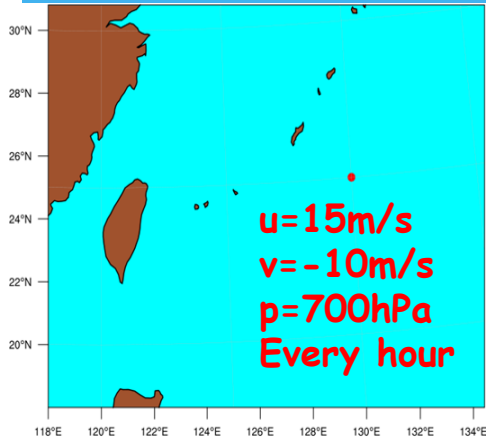


31920 筆



17304 筆

# Nudging strength 敏感度測試



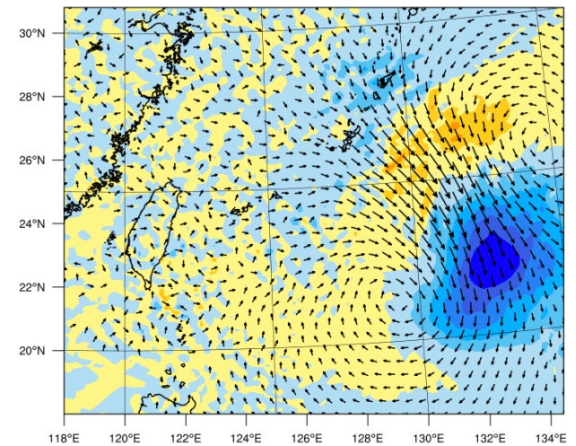
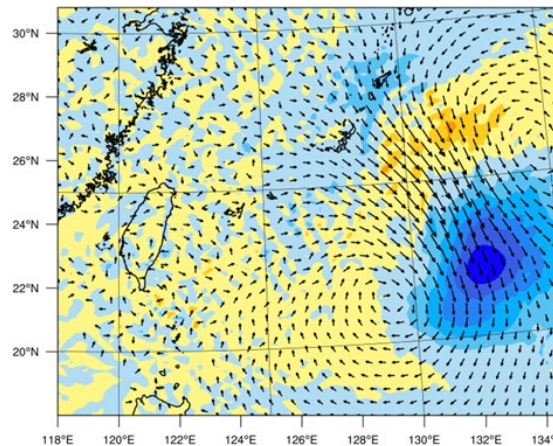
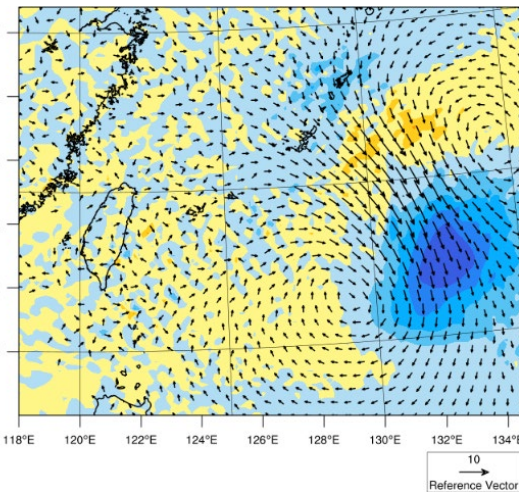
$6 \cdot 10^{-4}$

$$\frac{\partial q\mu}{\partial t}(x, y, z, t) = F_q(x, y, z, t) + \mu \underbrace{G_q}_{\text{Nudging strength}} \frac{\sum_{i=1}^N W_q^2(i, x, y, z, t) [q_o(i) - q_m(x_i, y_i, z_i, t)]}{\sum_{i=1}^N W_q(i, x, y, z, t)}$$

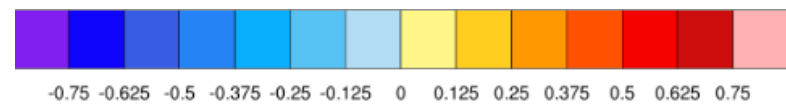
Nudging strength

$1.2 \cdot 10^{-3}$

$2.4 \cdot 10^{-3}$



obs\_coef\_wind 可讓使用者決定觀測風對模式風給予多強的force



# 統計

Obs : u=15m/s、v=-10m/s

u風速 (700hPa)	第0小時	第1小時	第2小時	第3小時	第4小時	第5小時
CTL	10.7346m/s	10.2663m/s	9.81963m/s	9.79587m/s	9.79568m/s	10.5945m/s
Fdda $6*10^{-4}$	-	11.7062m/s	13.5637m/s	14.0523m/s	14.1502m/s	14.6973m/s
Fdda $1.2*10^{-3}$	-	12.9202m/s	14.2476m/s	14.4863m/s	14.4165m/s	14.8408m/s
Fdda $2.4*10^{-3}$	-	14.3147m/s	14.5509m/s	14.7077m/s	14.5841m/s	14.8639m/s
Fdda $6*10^{-3}$	-	13.7002m/s	13.8981m/s	46.8981m/s	-33.5295m/s	-
v風速 (700hPa)	第0小時	第1小時	第2小時	第3小時	第4小時	第5小時
CTL	-6.77769m/s	-6.5586m/s	-6.23865m/s	-5.99846m/s	-5.31761m/s	-5.33614m/s
Fdda $6*10^{-4}$	-	-7.52101m/s	-9.31248m/s	-9.55678m/s	-9.23695m/s	-9.33467m/s
Fdda $1.2*10^{-3}$	-	-8.49036m/s	-9.72148m/s	-9.70071m/s	-9.49734m/s	-9.52559m/s
Fdda $2.4*10^{-3}$	-	-9.58368m/s	-9.77427m/s	-9.75383m/s	-9.66277m/s	-9.61587m/s
Fdda $6*10^{-3}$	-	-8.98309m/s	-9.02599m/s	-36.8857m/s	60.939m/s	-



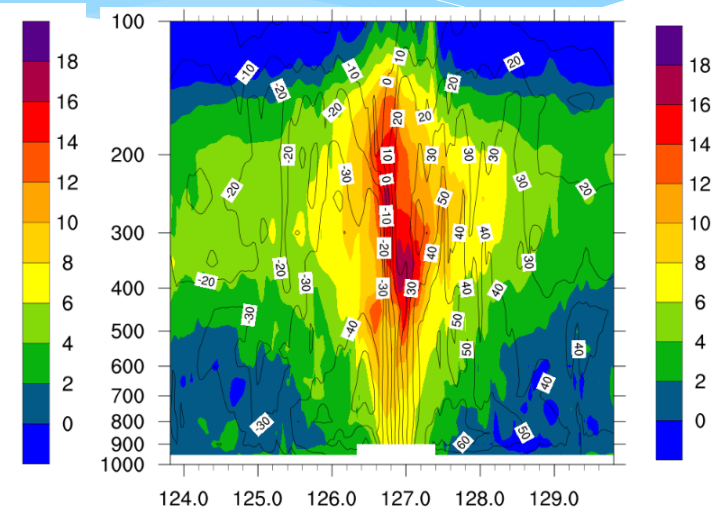
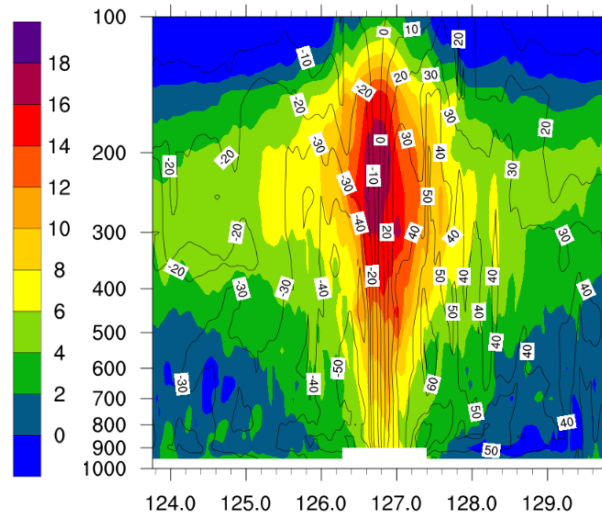
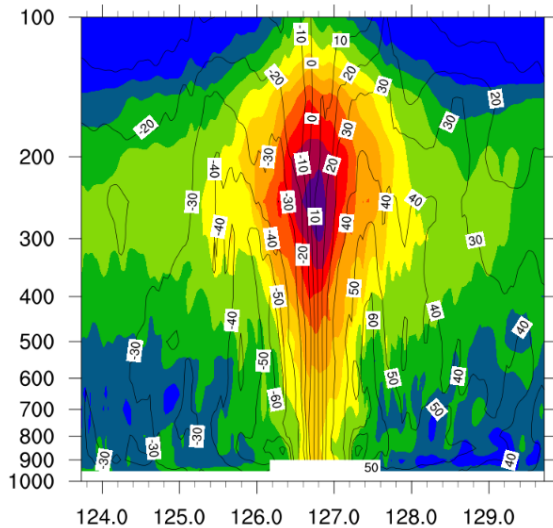
# Nudging strength real case test

Typhoon MANGKHUT :905hPa

nofdda 906hPa

fdda  $6 \cdot 10^{-4}$  908hPa

fdda  $2.4 \cdot 10^{-3}$  917hPa



# Real case

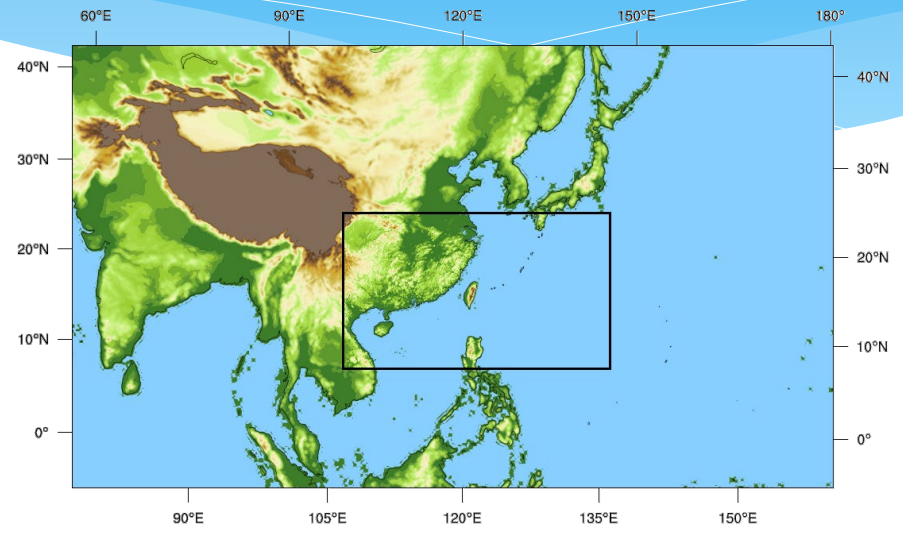
15/3km 52levels

- \* TWRF2.2

- \* Forecast for 120hr

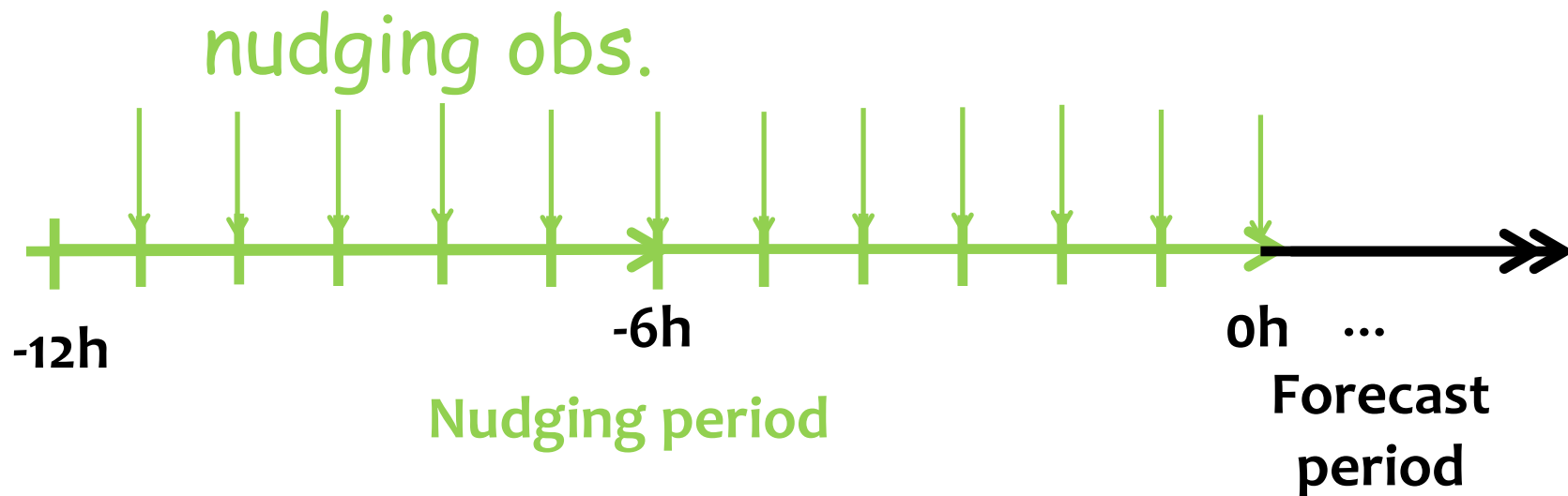
- \* 2017 TALIM ,

- 2018 PRAPIROON 、 MARIA 、 YAGI 、  
MANGKHUT 、 TRAMI



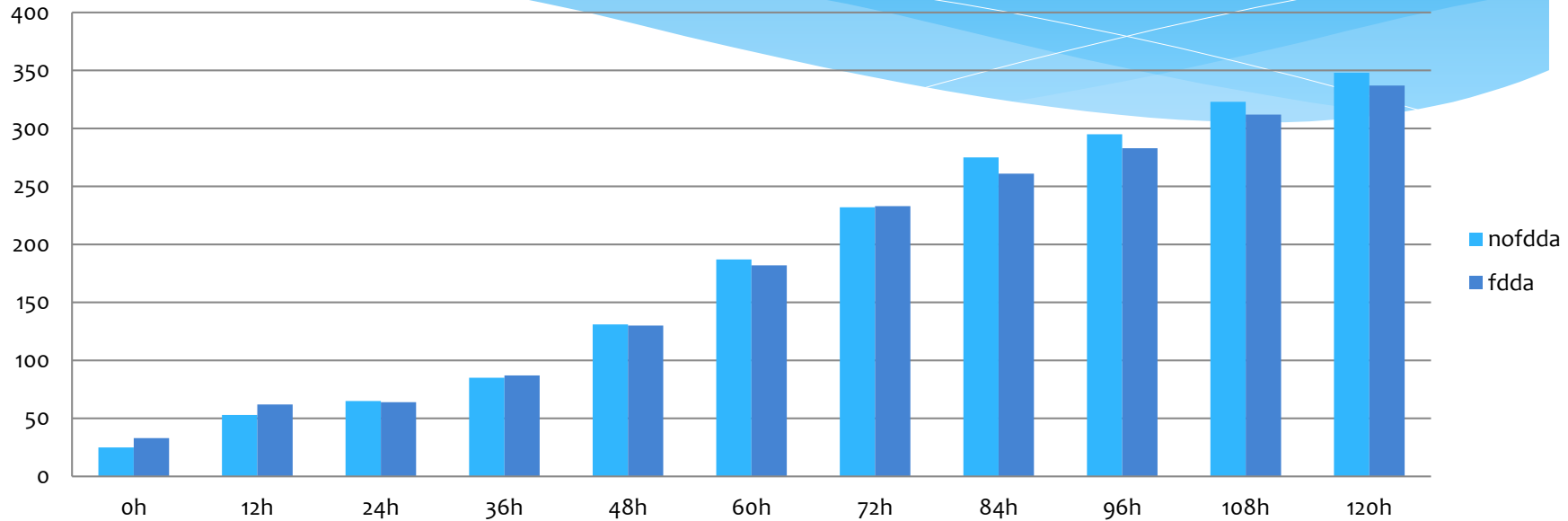
# WRF FDDA

- \* 在開始120小時 Major run之前，先進行兩個6小時partial cycling，在這裡每小時使用FDDA同化觀測資料



# Real case

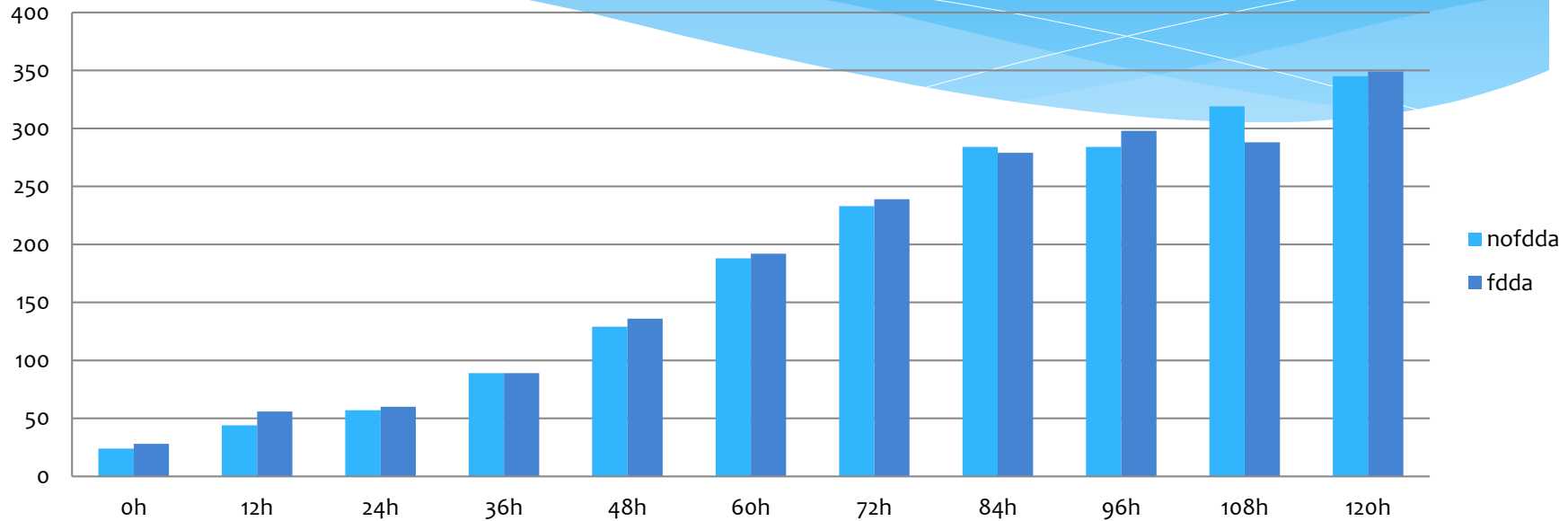
## Total track error do1



平均 (do1)	0h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96h	108h	120h
nofdda	25.	53.	65.	85.	131.	187.	232.	275.	295.	323.	348.
fdda	33.	62.	64.	87.	130.	182.	233.	261.	283.	312.	337.
	43	43	43	43	43	40	35	29	26	24	20

# Real case

## Total track error do2



平均 (do2)	0h	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96h	108h	120h
nofdda	24.	44.	57.	89.	129.	188.	233.	284.	284.	319.	345.
fdda	28.	56.	60.	89.	136.	192.	239.	279.	298.	288.	349.
	38	38	38	38	38	35	30	24	21	19	15

# Summary

- \* 調大FDDA Nudging strength會使模式更快趨近於觀測資料，然而也可能會造成模式的不穩定
- \* 在實際颱風個案測試中使用FDDA同化向日葵8號衛星風，可稍改進在Domain 1的路徑預報結果，Domain 2則呈現中性效應
- \* 未來將持續測試以FDDA同化雷達、福衛7號及投落送觀測資料



*Thanks for your attention!*