

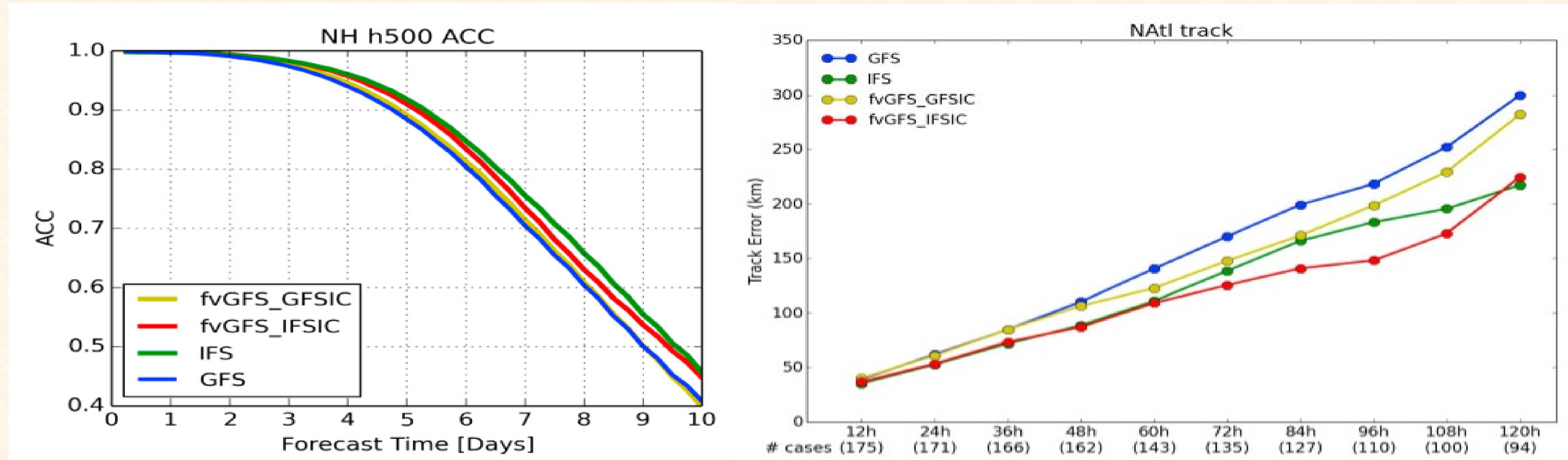
評估TGFS模式西北太平洋颱風路徑預報表現及對流參數化方案測試

沙聖浩^{1,3} 陳郁涵^{1,3} 林昌鴻¹ 蕭玲鳳¹ 黃清勇² 郭鴻基³

¹中央氣象署科技發展組 ²國立中央大學大氣科學系 ³國立臺灣大學大氣科學

Chen, Y.H; Sha, S.H; Lin, C.H; Hsiao, L.F; Huang, C.Y; Kuo, H.C. Performance Evaluation of TGFS Typhoon Track Forecasts over the Western North Pacific with Sensitivity Tests on Cumulus Parameterization. *Atmosphere*. 2024, 15, x(2024/9/3 , accepted)

2024/9/4



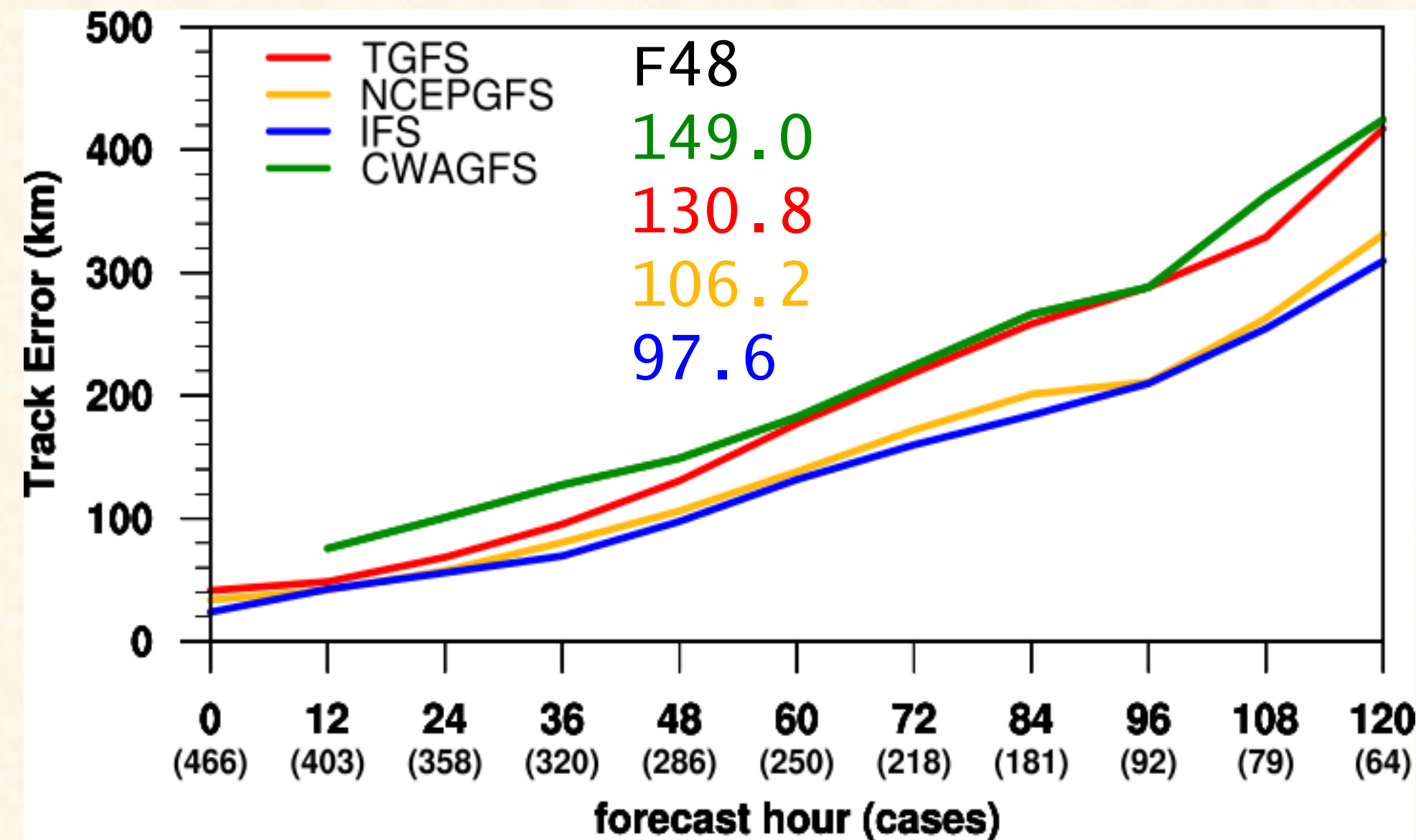
Chen, J.H.; Lin, S.J.; Magnusson, L.; Bender, M.; Chen, X.; Zhou, L.; Xiang, B.; Rees, S.; Morin, M.; Harris, L. Advancements in hurricane prediction with NOAA's next-generation forecast system. *Geophys. Res. Lett.* 2019, 46, 4495–4501.

- TGFS於2023年9月18日上線，作為中央氣象署新一代全球預報模式
- 評估上線後2022至2023年西北太平洋颱風路徑預報之表現

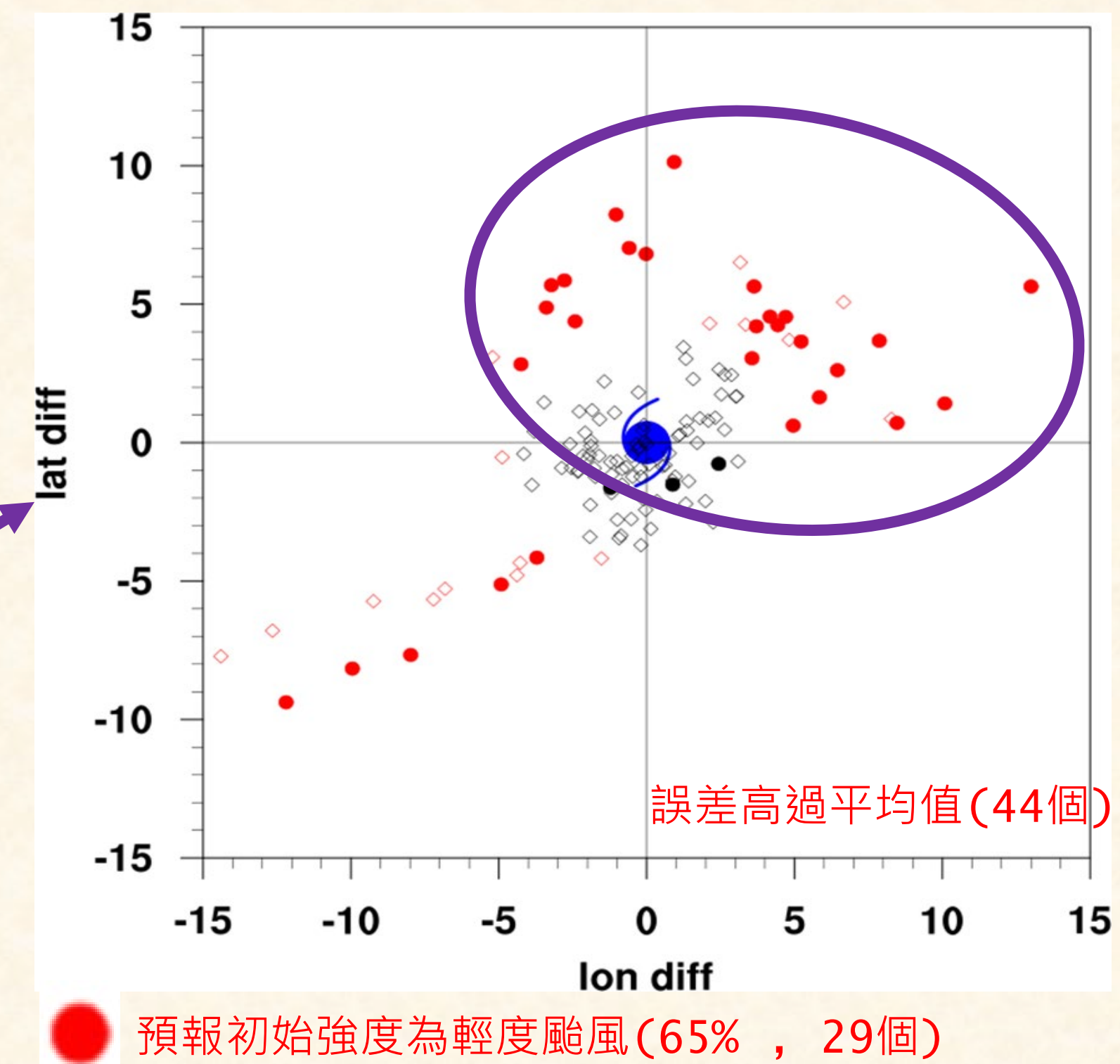
TGFS颱風路徑誤差表現

5

全球模式颱風路徑預報誤差



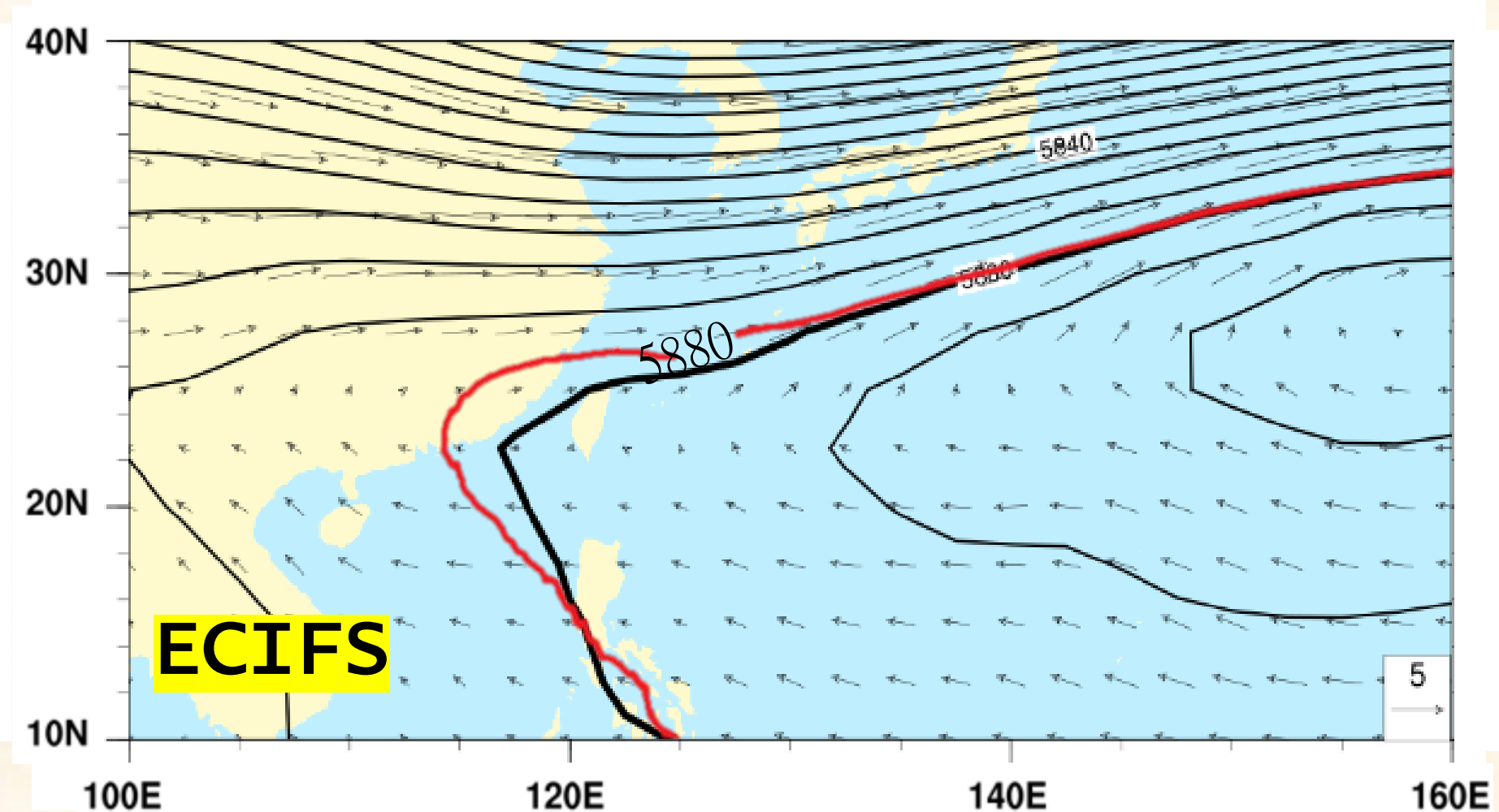
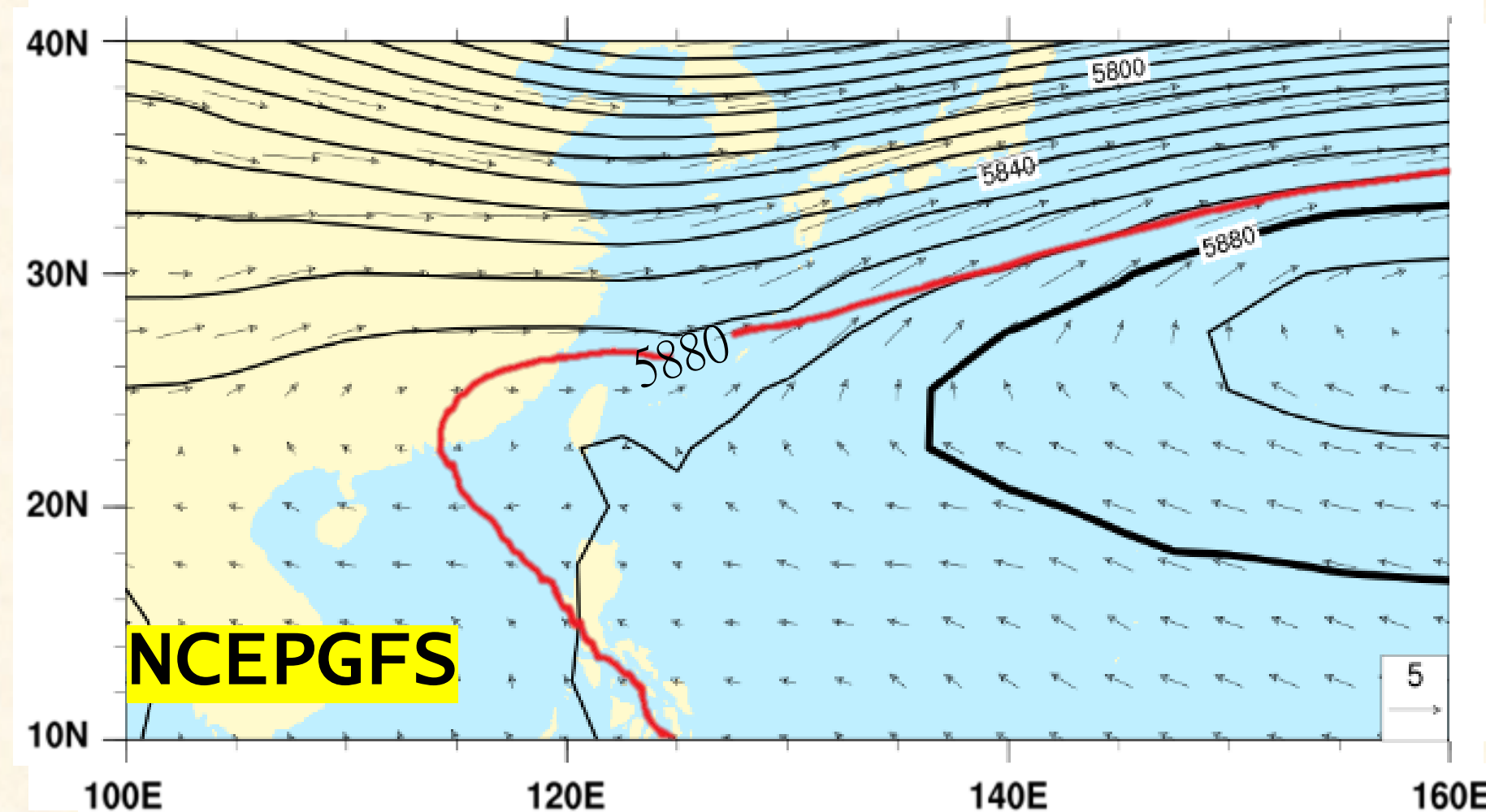
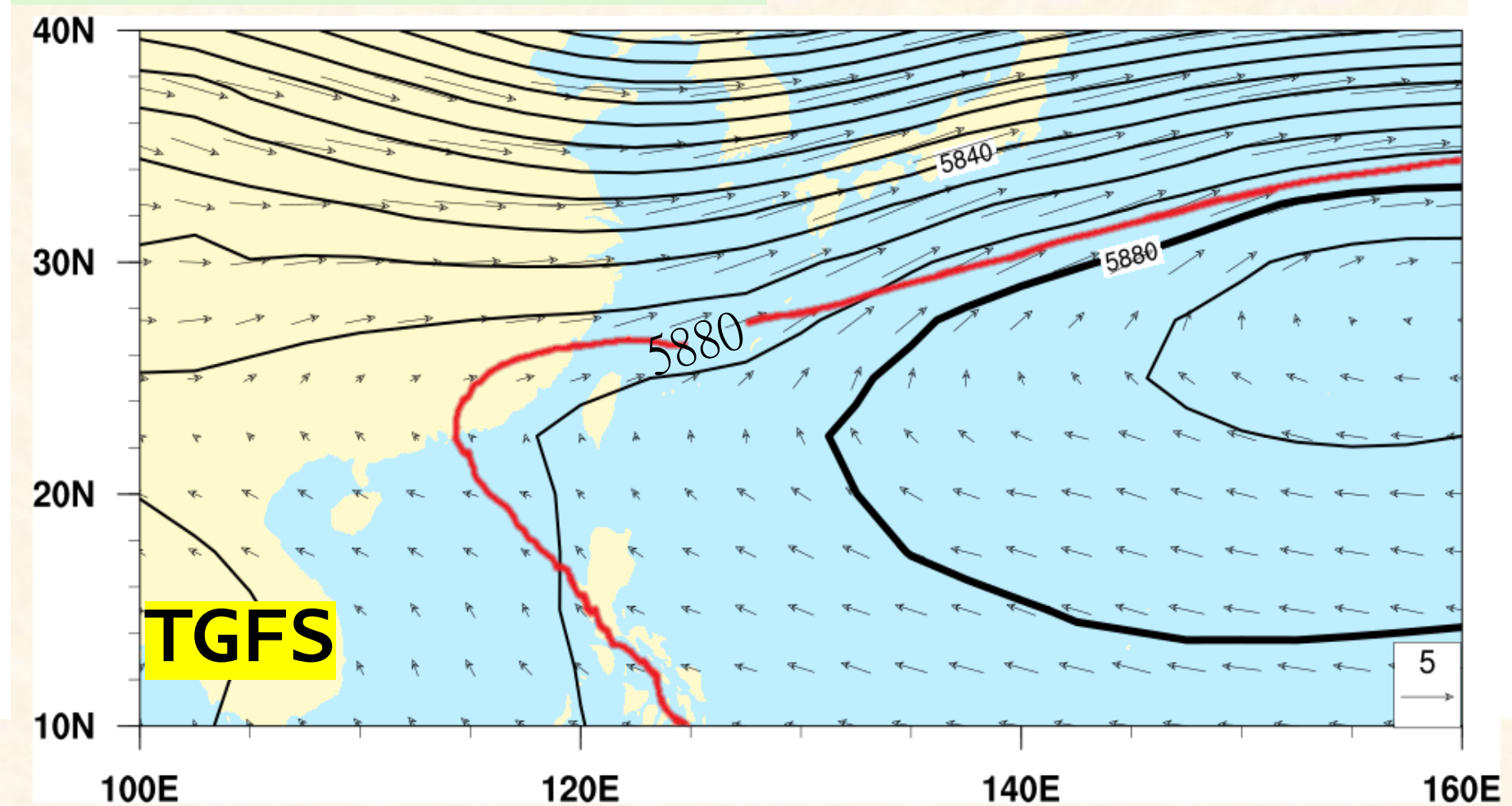
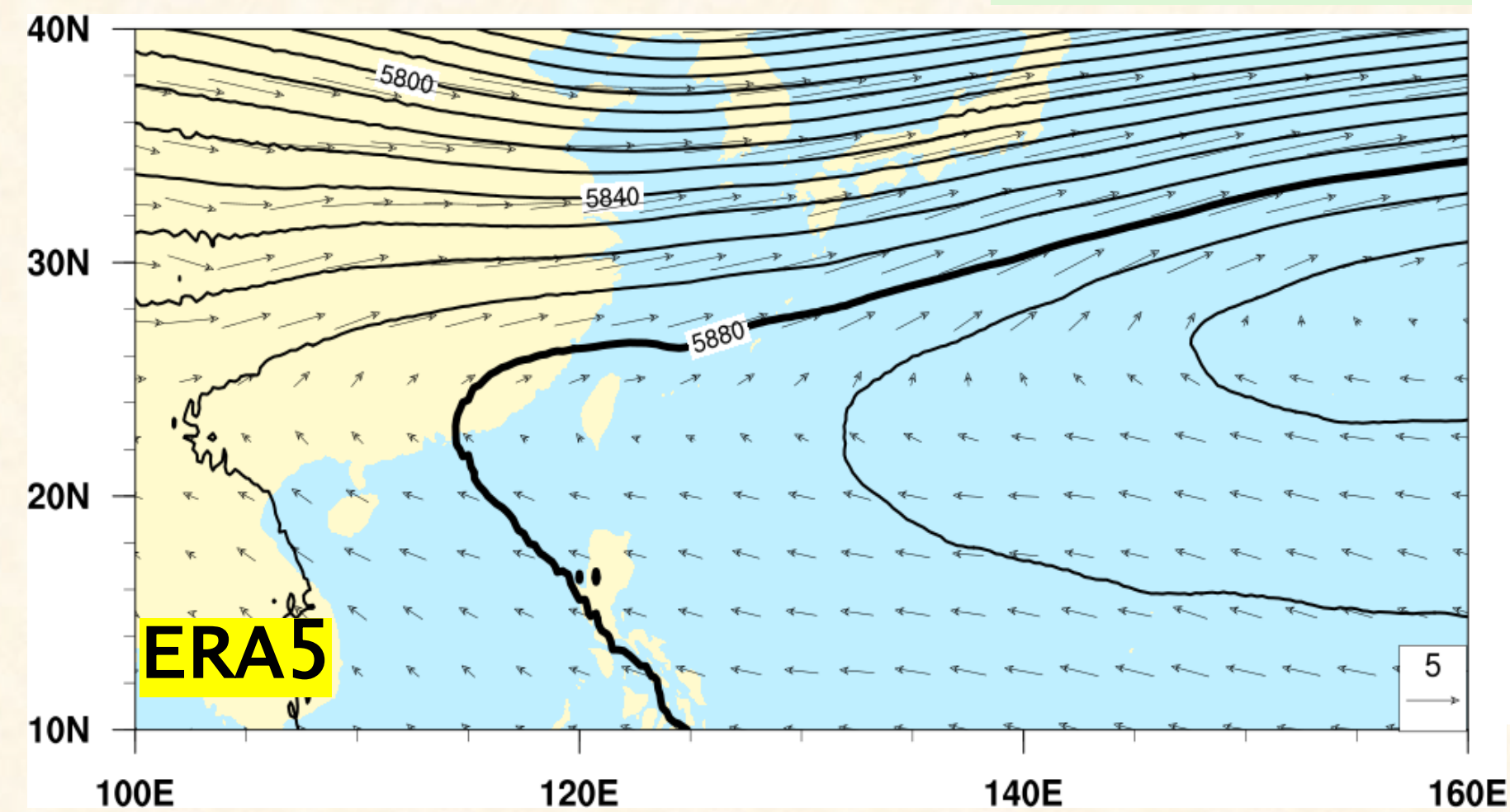
TGFS第120小時預報位置-最佳路徑颱風位置



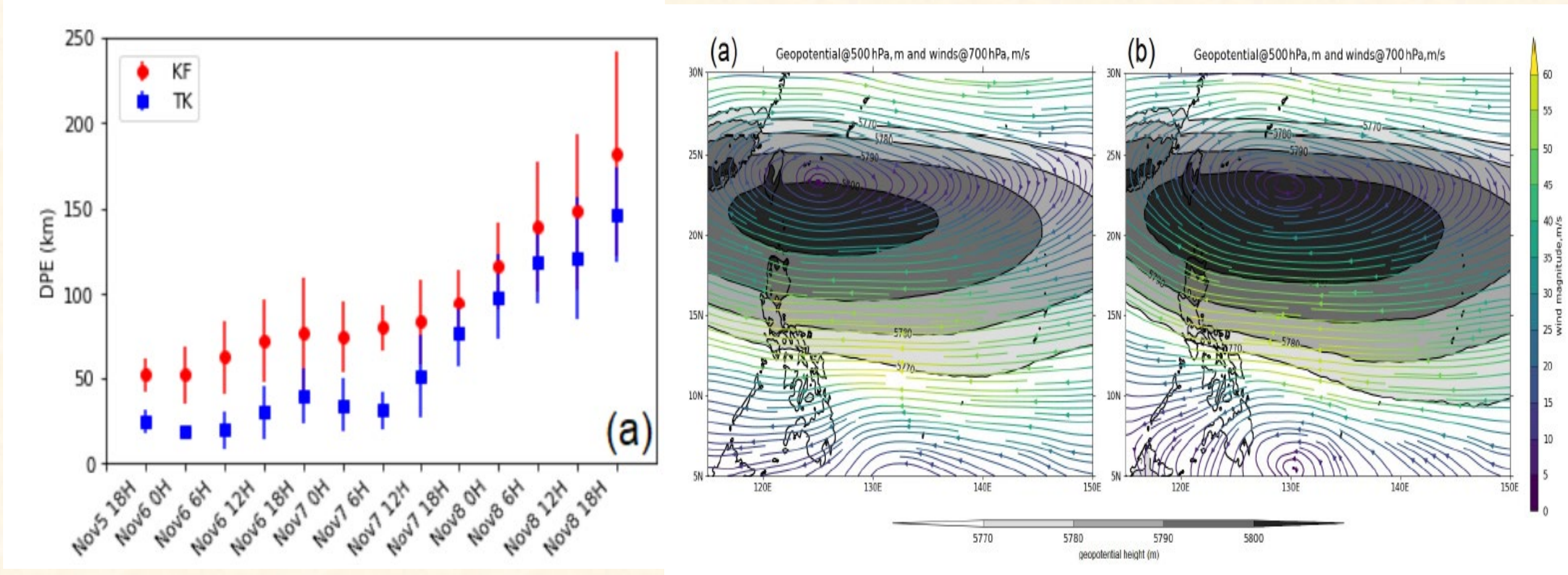
- 相較於CWAGFS，TGFS颱風路徑預報表現好，但仍與ECIFS和NCEPGFS全球模式相比有改善空間。
- TGFS第120小時，誤差大的預報多起始於輕度颱風，且相較最佳路徑有偏北或東北的位置偏差。

模式2022至2023年6至10月500重力位高度表現 6

500百帕重力位高度及風速風向



颱風路徑誤差較大之個案



Delfino, R.J.; Bagtasa, G.; Hodges, K.; Vidale, P.L. Sensitivity of simulating Typhoon Haiyan (2013) using WRF: The role of cumulus convection, surface flux parameterizations, spectral nudging, and initial and boundary conditions. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **2022**, *22*, 3285–3307.

諸多研究使用積雲參數化tiedtke方案，颱風路徑預報較好 (Delfino et al. 2022; Tiedtke, 1989; Bechtold et al. 2014) ，藉由使用New tiedtke方案改善TGFS颱風路徑誤差。

篩選標準：

- 1. 颱風個案DTG出現不可少於4DTG(一天)
- 2. 發展過程中颱風強度不減弱為熱帶性低氣壓
- 3. TGFS颱風預報路徑不登陸

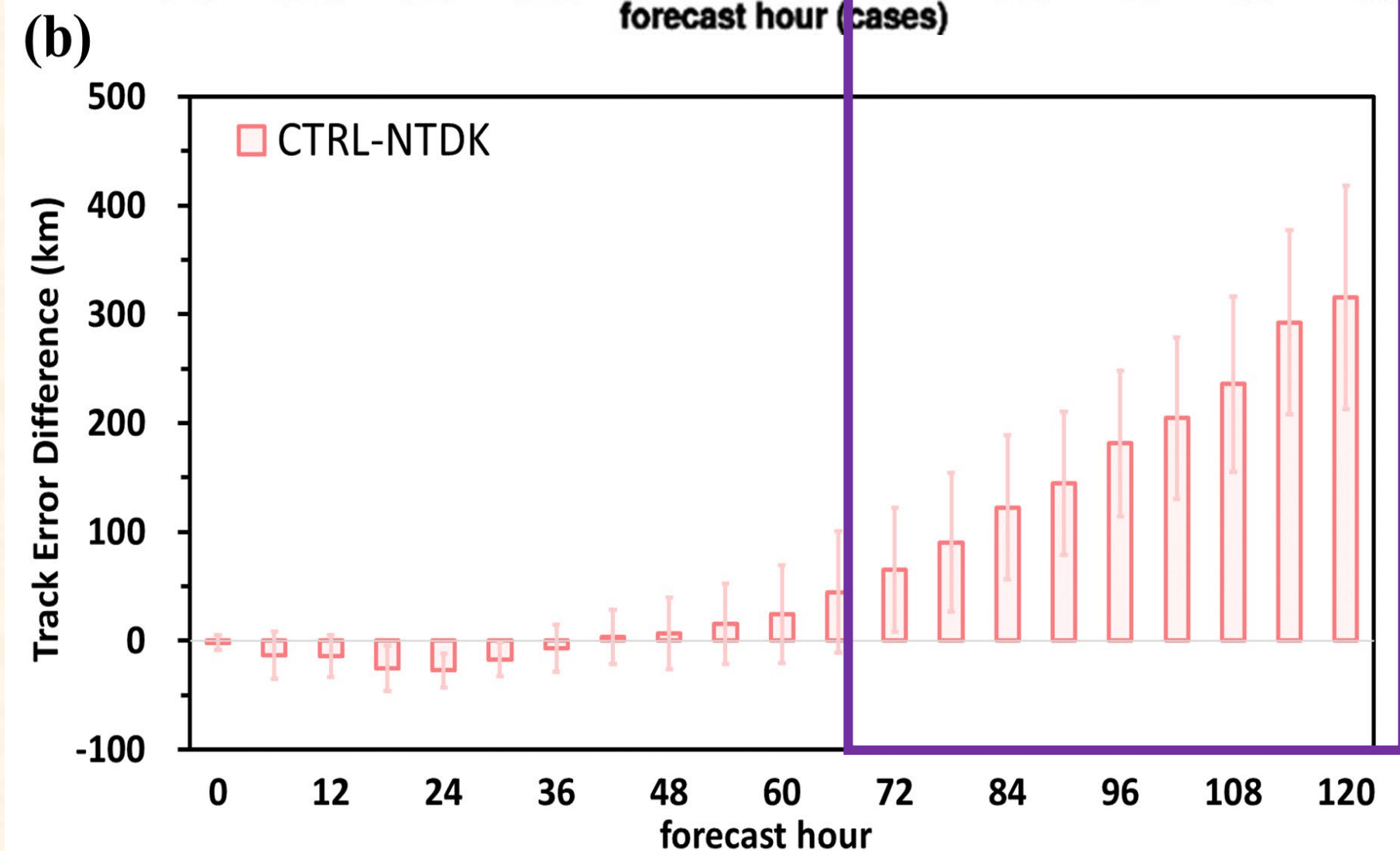
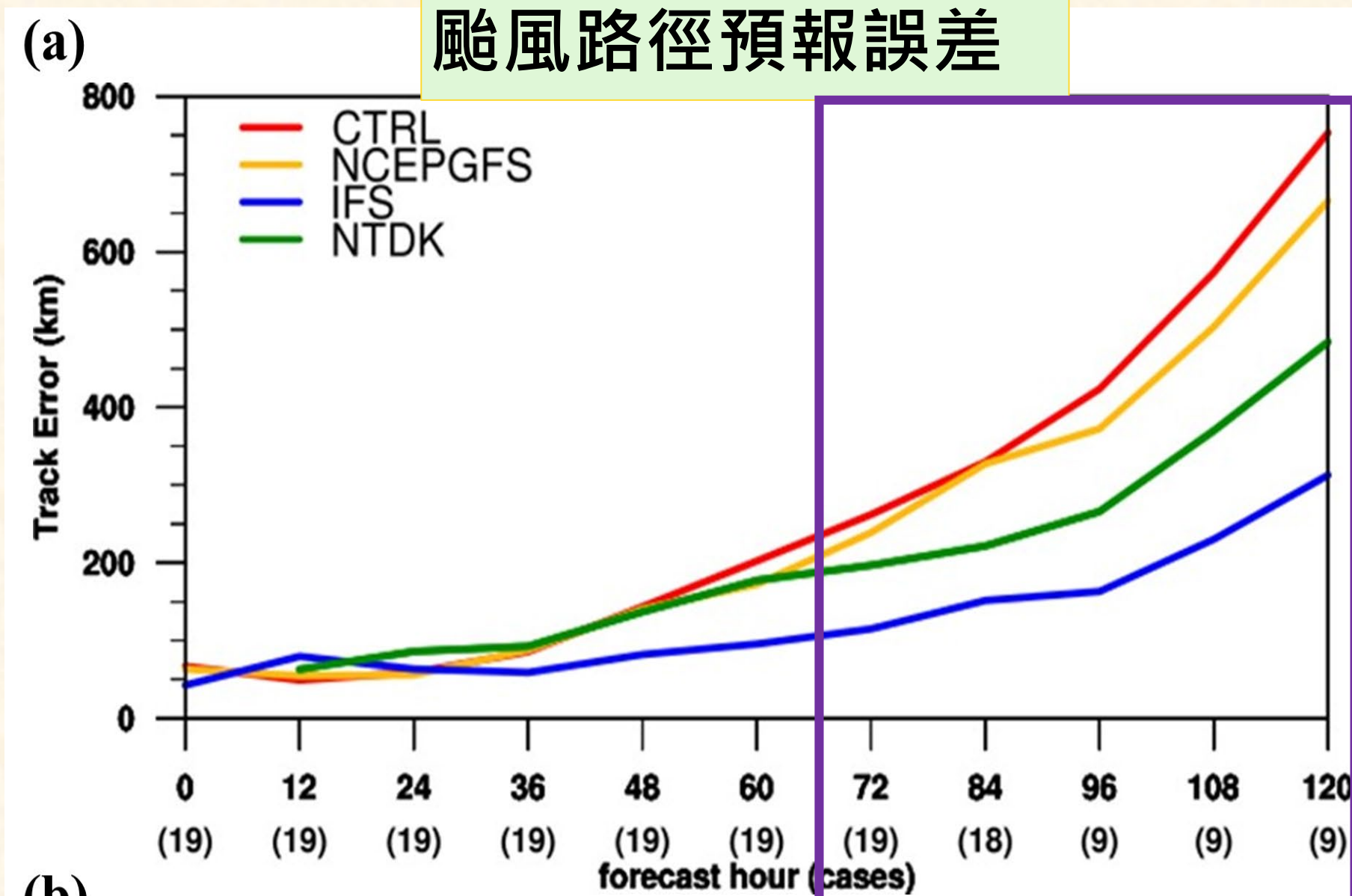
Typhoon cases	DTGs (mmddhh)
Doksuri (2023)	072100, 072106, 072112, 072118, 072200, 072206
Khanun (2023)	072718, 072806, 072812, 072818
Lan (2023)	080800, 080900, 080906, 080912
Bolaven (2023)	100806, 100812, 100818, 100900, 100906

積雲參數化敏感度測試實驗設定

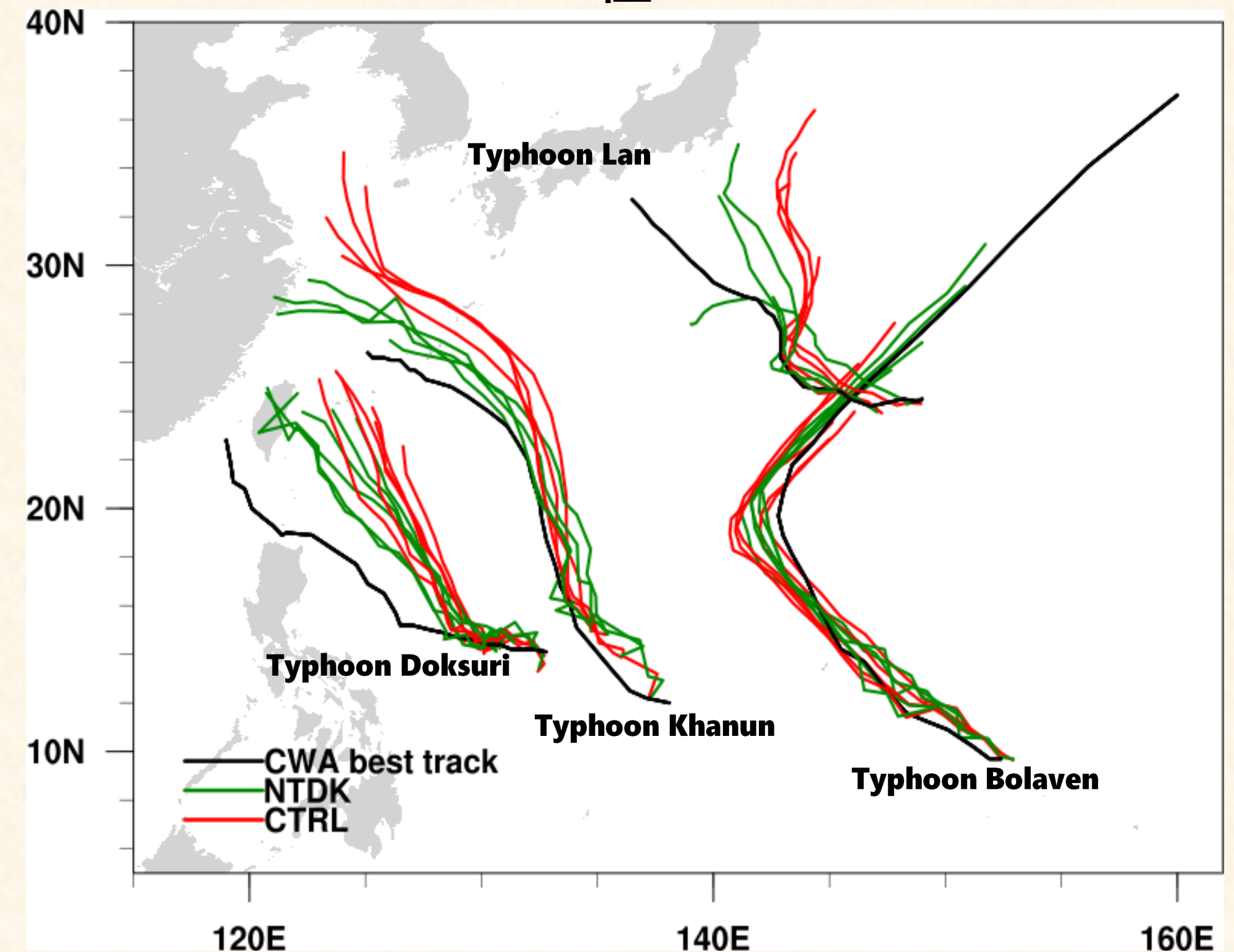
實驗名稱	CTRL	NTDK
深積雲參數化方案	CWA modified new simplified Arakawa-Schubert scheme (NSAS)	New Tiedtke scheme

CTRL VS NTDK表現

9



篩選後19個DTG NTDK與CTRL颱風路徑

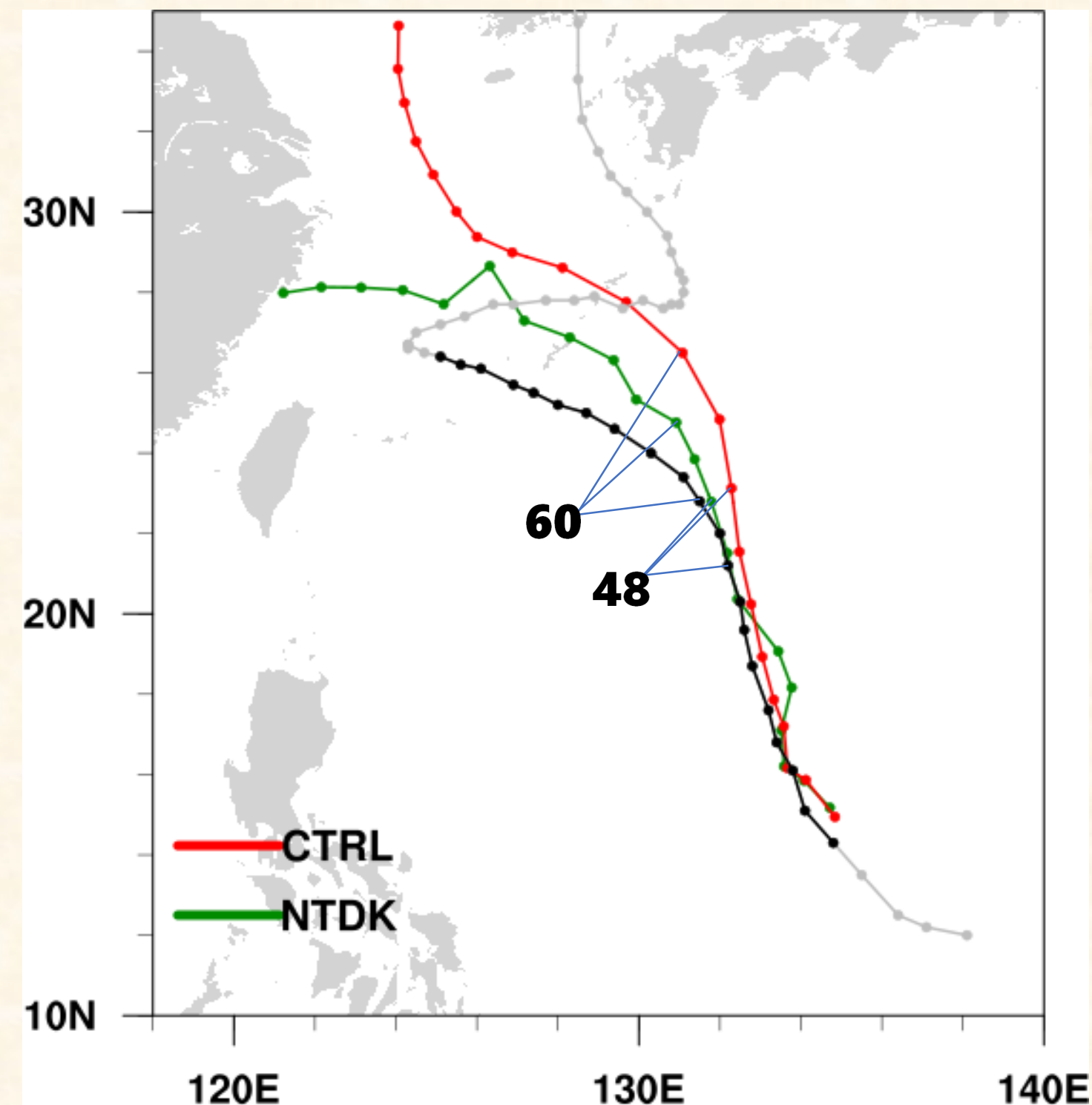


分類	颱風(月份)
西行	Doksuri (7), Khanun (7), Lan (8)
東行	Bolaven (10)

個案分析-卡努颱風(7-8月颱風:西行)

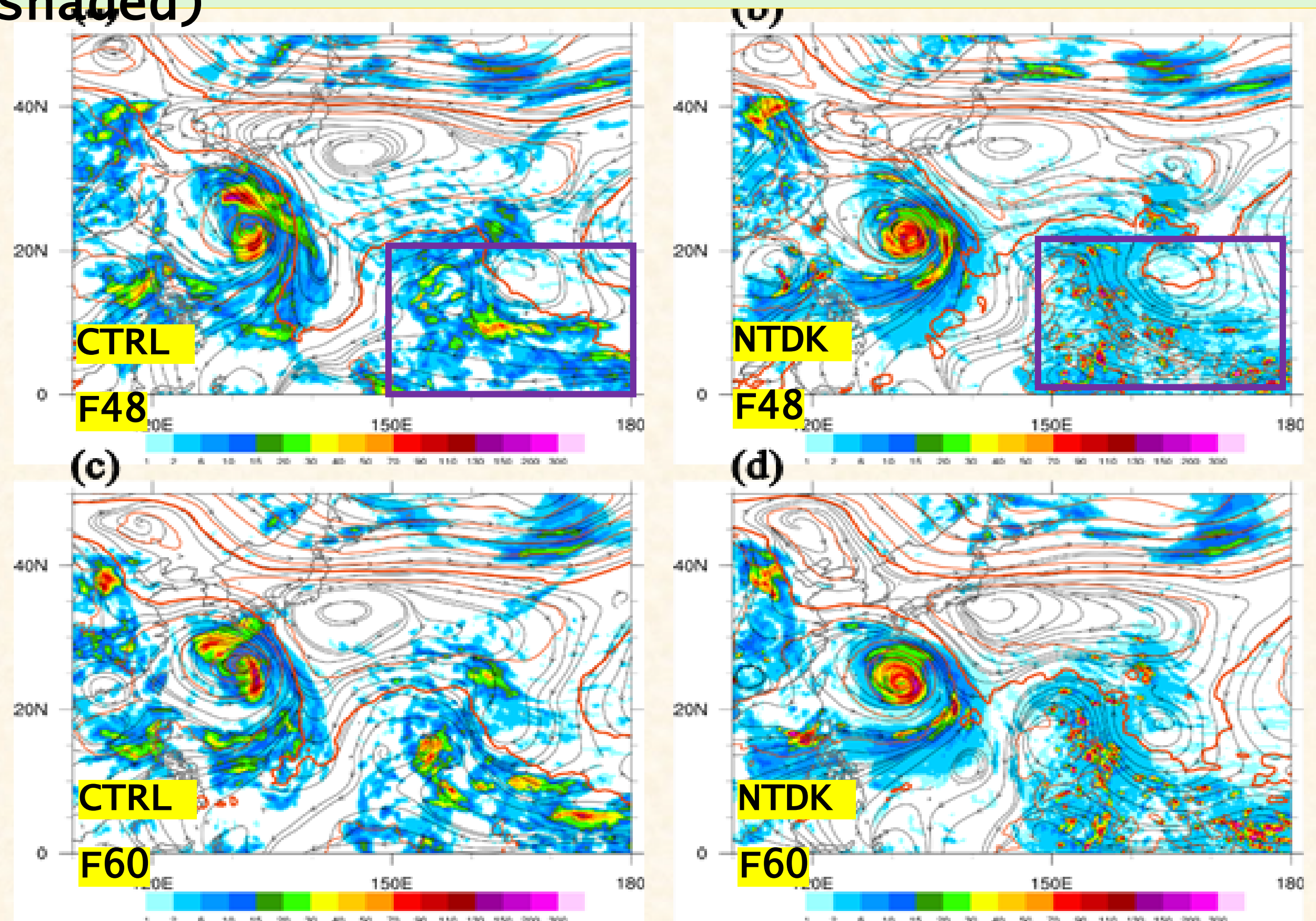
11

2023/07/28 18Z **NTDK**與**CTRL**颱風路徑



CTRL和**NTDK**實驗颱風移動速度皆高估，但**NTDK**颱風移動速度較慢且接近最佳路徑。

500百帕重力位高度(紅線)、流線場(黑箭頭)及累積降雨(shaded)



近熱帶(0-20°N、150-180°E)降水**CTRL**分布較廣極值較低(帶狀)、**NTDK**呈現較離散的對流簇極值較高、東風較強。

CTRL高壓範圍(5880線)分布較**NTDK**向南延伸，提供南風較強。

個案分析-卡努颱風(7-8月颱風:西行)

12

Vorticity Budget

Wu and Wang (2000)

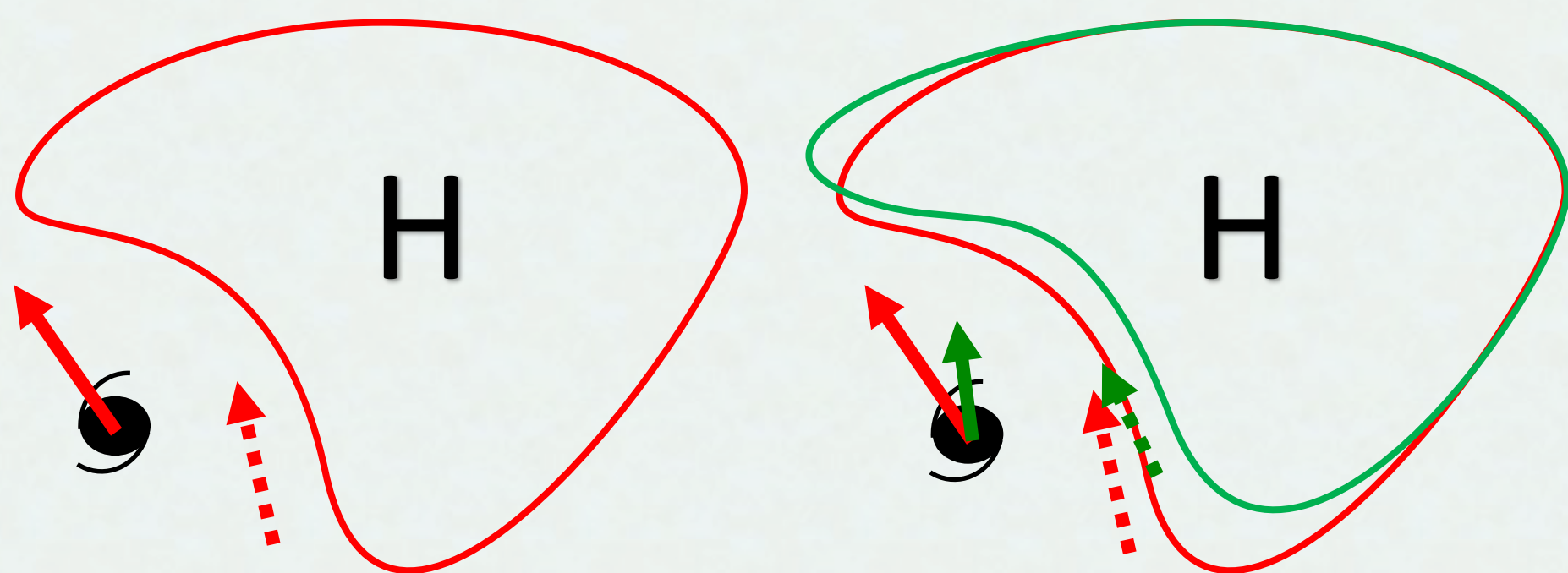
$$\frac{\partial}{\partial t}(\zeta + f) = \underbrace{-V \cdot \nabla(\zeta + f)}_{\text{水平平流}} + \underbrace{-w\zeta_z}_{\text{渦度拉伸}} + \underbrace{-(\zeta + f)(u_x + v_y)}_{\text{垂直平流}} + \underbrace{-(w_x v_z - w_y u_z)}_{\text{渦度傾斜}} + \underbrace{\frac{1}{\rho^2}(\rho_x p_y - \rho_y p_x)}_{\text{力管}}$$

颱風移動速度: $C_x = -\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_0}{\partial x}\right)_i \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_1}{\partial t}\right)_i}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_0}{\partial x}\right)_i^2}$, $C_y = -\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_0}{\partial y}\right)_i \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_1}{\partial t}\right)_i}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial \bar{\zeta}_0}{\partial y}\right)_i^2}$

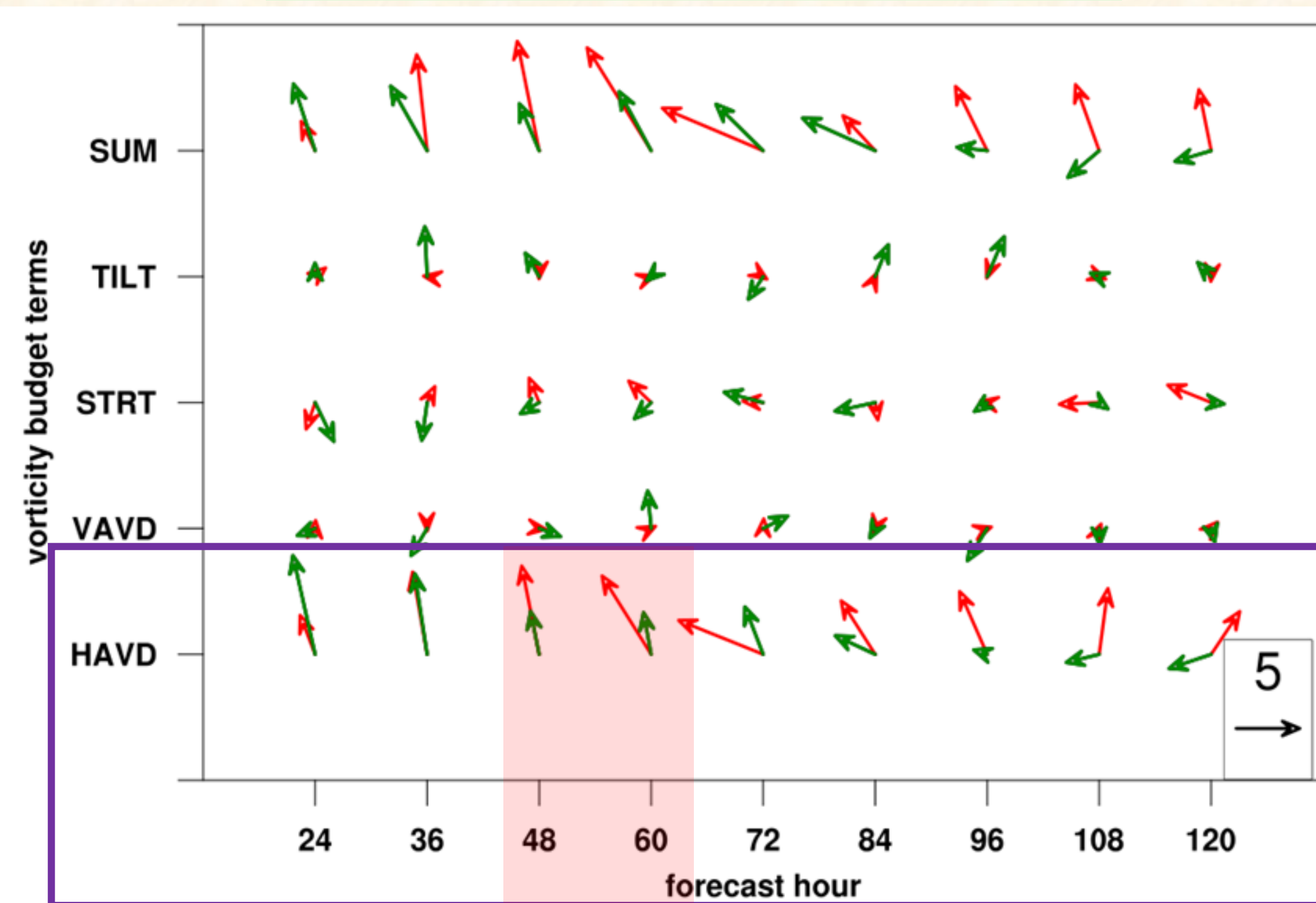
7, 8月 高壓中心約在35N
颱風相對高壓位於西南側

TGFS 高壓東退慢、範圍南延伸多，南風分量強

NTDK 高壓東退、範圍向南延伸少，南風分量小



NTDK與CTRL渦度收支影響颱風路徑各分量

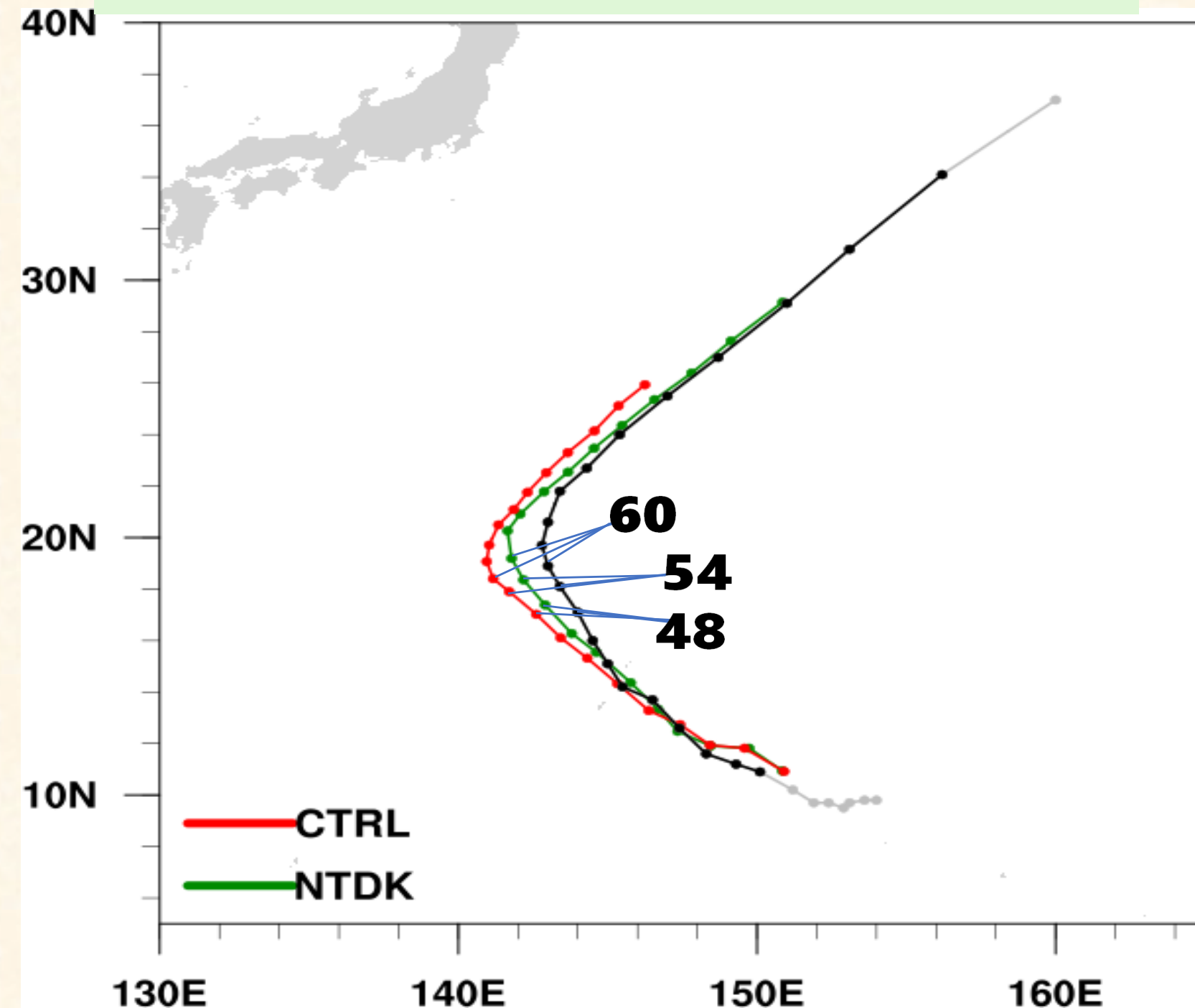


颱風移動速度由水平平流項主導，48小時NTDK水平平流項北向分量小、CTRL則較大。

個案分析-布拉萬颱風(10月颱風:東行)

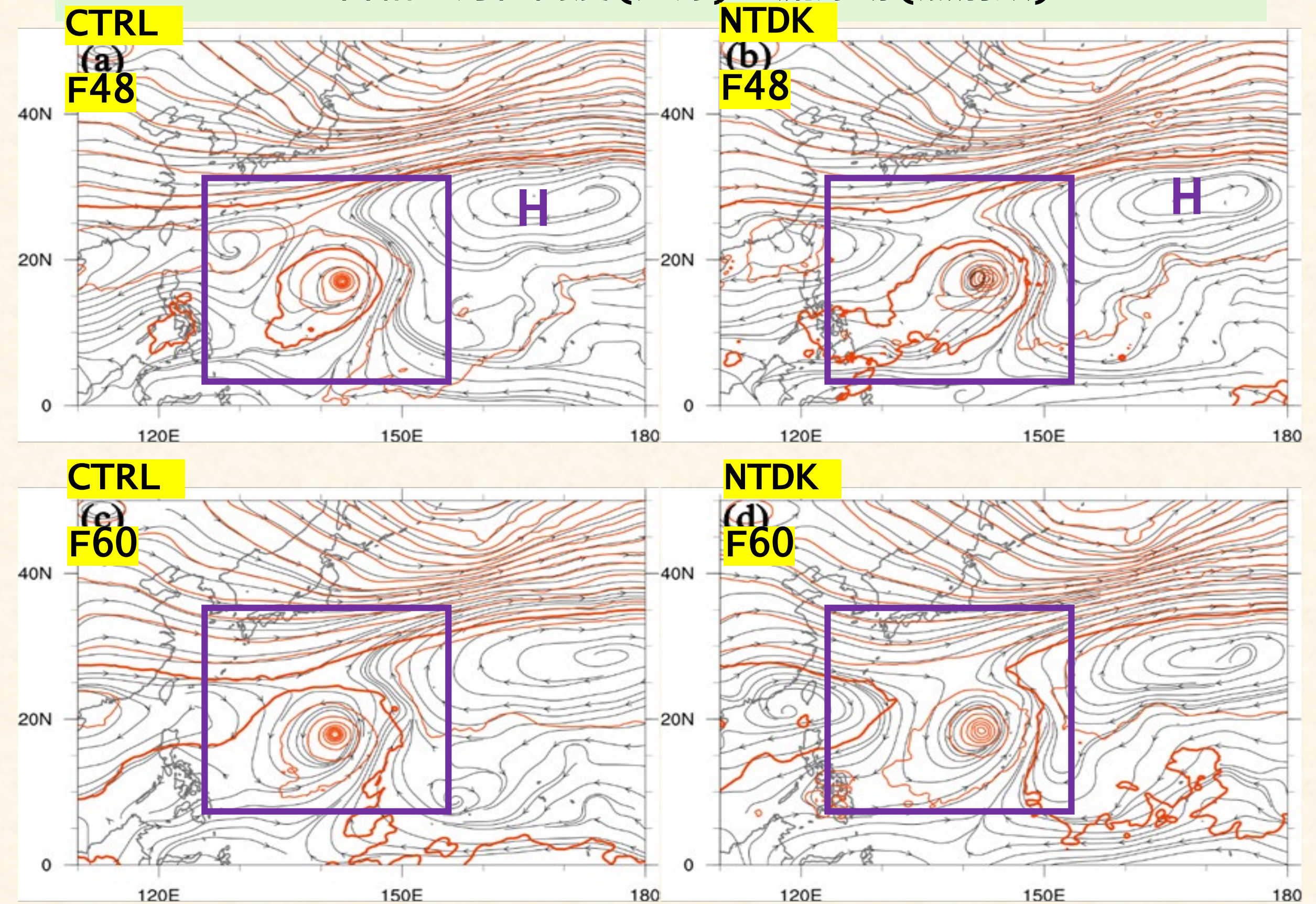
14

2023/10/09 00Z **NTDK**與**CTRL**颱風路徑



布拉萬颱風位在高壓**西側**，兩實驗颱風移動皆西偏於最佳路徑，**CTRL**高壓範圍(5880)東退慢，而**NTDK**高壓範圍東退快，颱風北上移動速度快、西偏分量少。

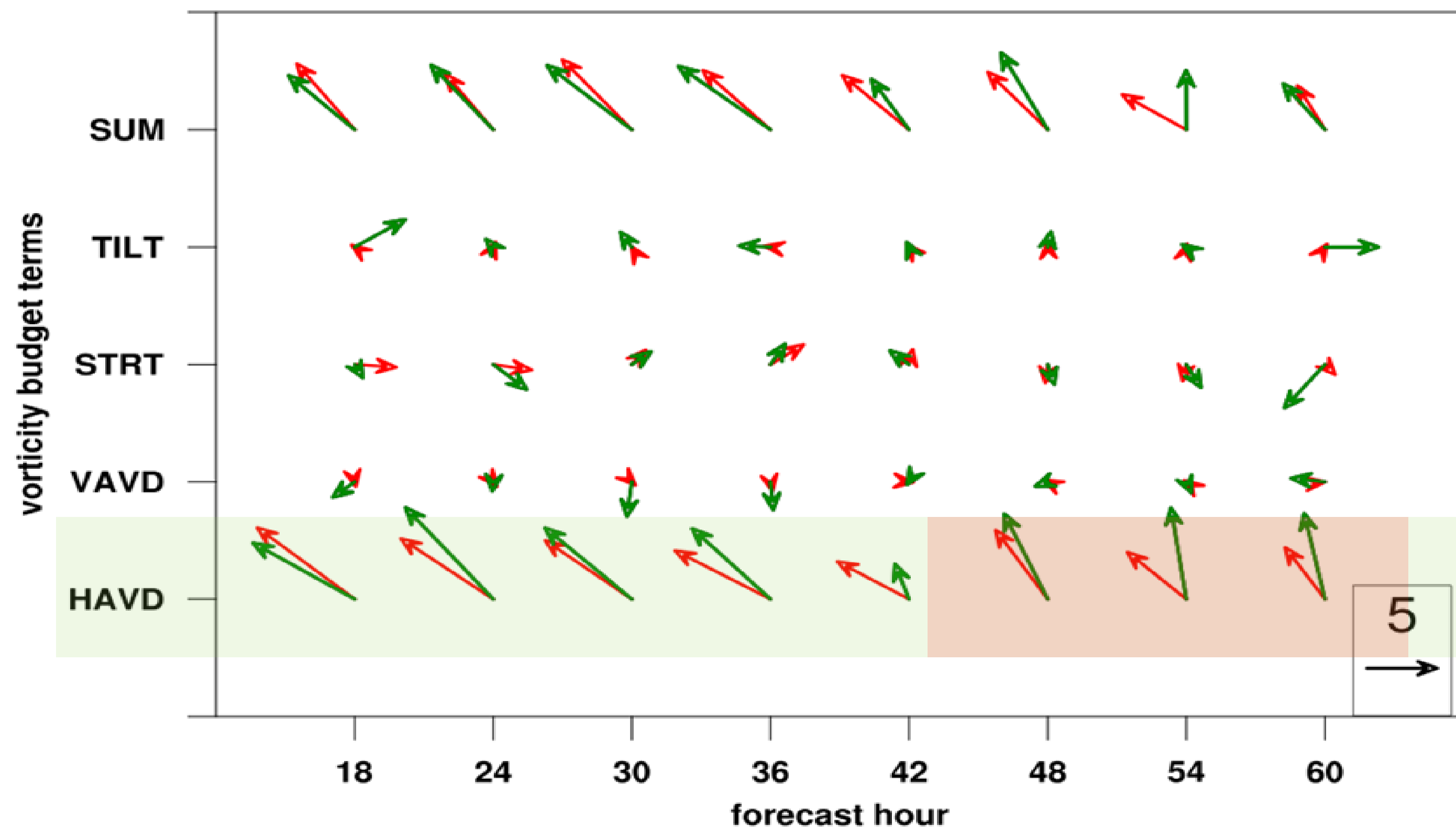
500百帕重力位高度(紅線)、流線場(黑箭頭)



個案分析-布拉萬颱風(10月颱風:東行)

15

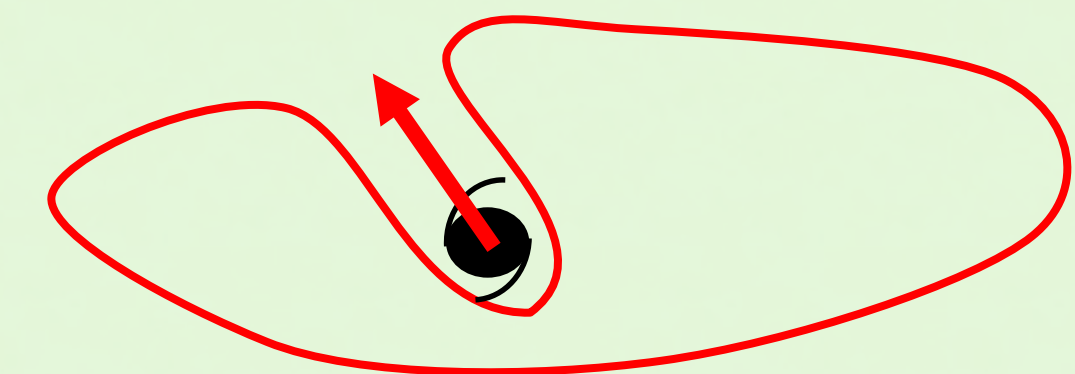
Vorticity Budget



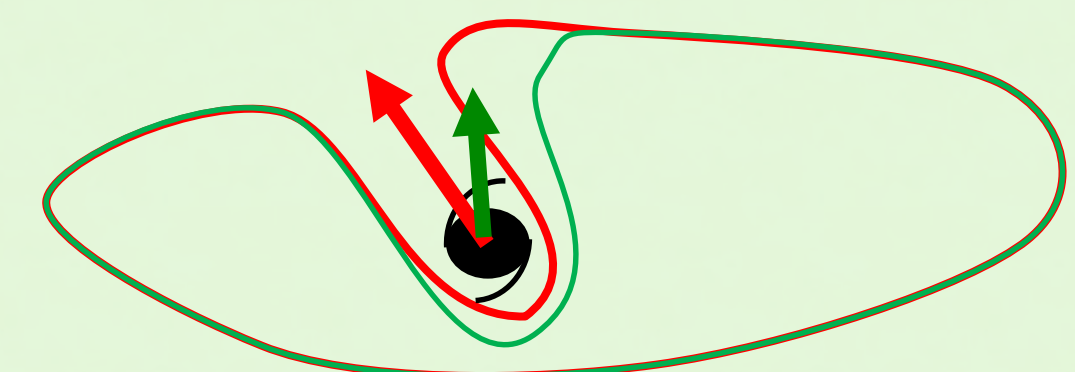
颱風移動速度由亦水平平流項主導，48小時NTDK水平平流項北向分量大、CTRL則較多向西。

10月高壓中心位置約在30N

CTRL高壓東退慢→颱風向西北移動

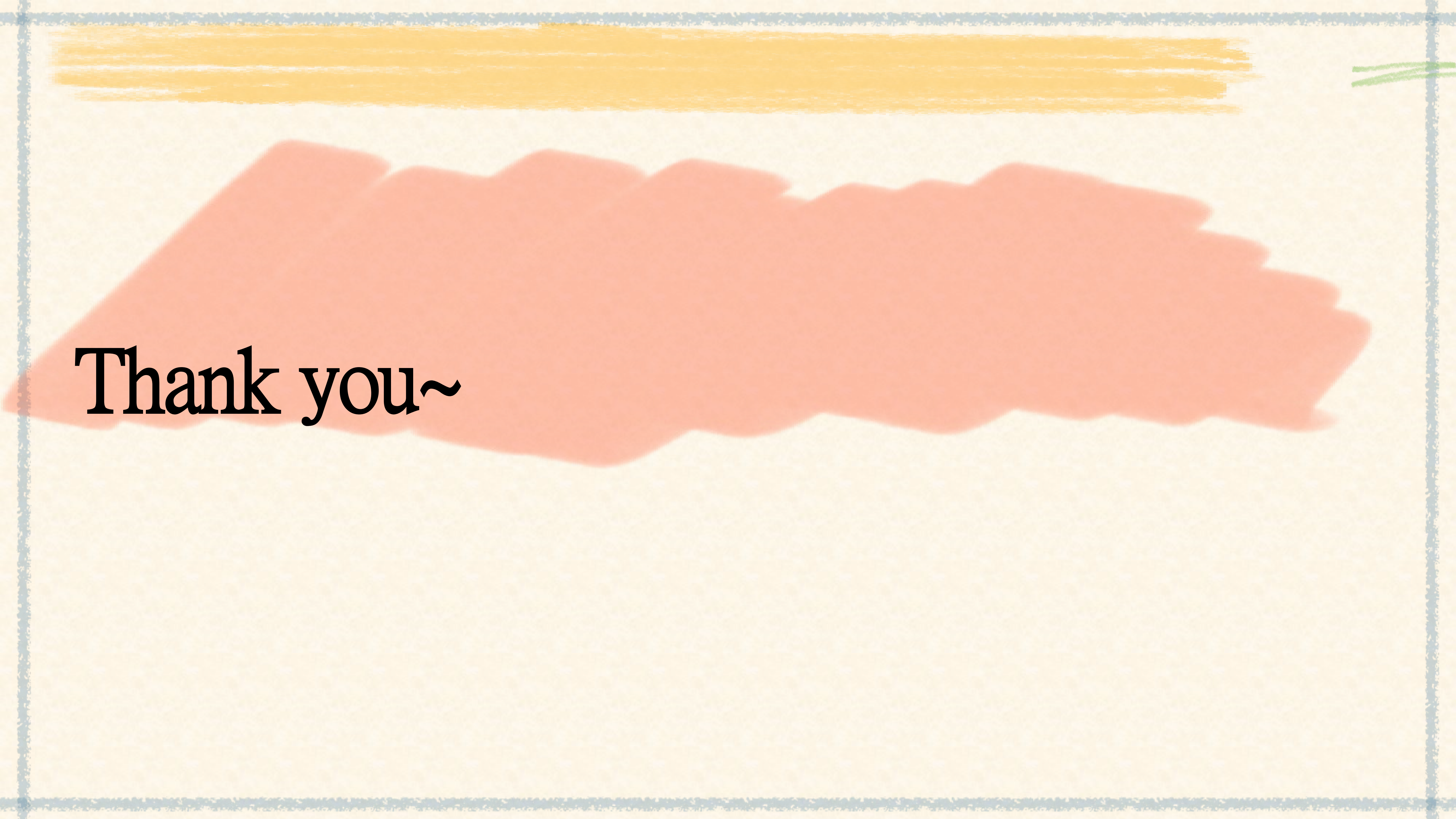


NTDK高壓東退→颱風向北移動分量大



後又受北方槽線牽引，轉向東北移動

1. 新一代全球模式TGFS相較CWAGFS在西北太平洋颱風路徑預報表現好。
2. TGFS 120小時颱風路徑誤差大的預報，多起始於輕度颱風，有著偏北及東北的位置偏差。
3. 針對起始為輕度颱風且誤差大的個案，使用NTDK參數化方案，分析的4個颱風路徑皆有明顯改善。
4. 透過使用不同積雲參數化方案，是改善颱風路徑預報的方法之一。
5. 此研究為初步測試，未來將會做更多個案分析。



Thank you~