



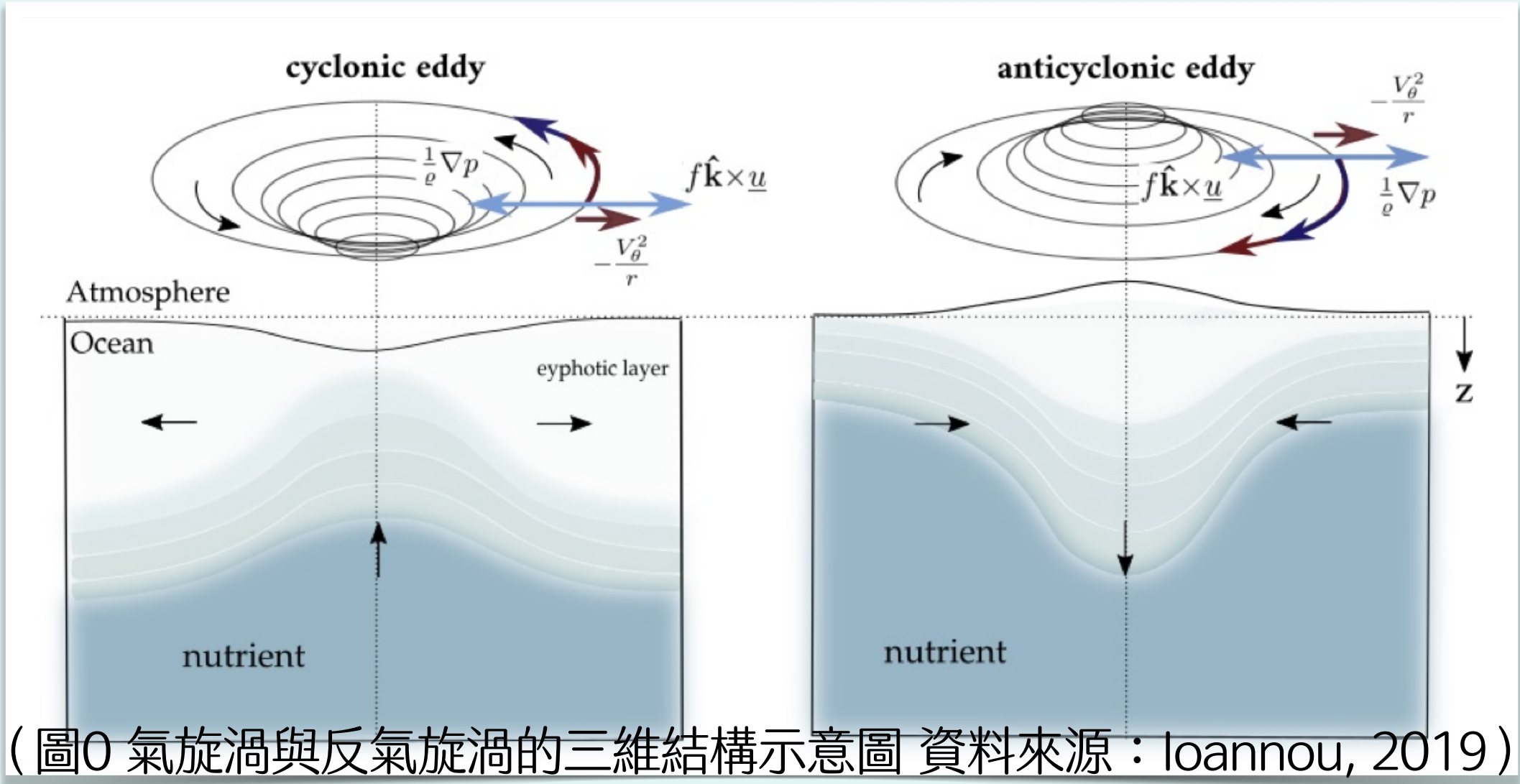
海氣交互作用下颱風滯留對中尺度 冷渦的水溫特徵與能量交換機制

摘要

本研究主要在探討颱風與其所生成的冷渦之間的相互關係，透過視覺化的海溫動態圖檔可以明顯觀察到颱風在移動時對周圍海溫產生的影響，運用颱風移動時的經緯度座標資料和海溫數據繪製出水平與垂直的海溫比較折線圖，以利後續進行觀察。針對颱風移動時所產生的冷渦進行熱傳導數值的計算，觀察熱傳導值與冷渦形狀和颱風移動路徑的關聯性。最後經由美國大氣海洋總署的大數據資料庫取得葉綠素a的資料，觀察冷渦形成後是否真的有帶動營養鹽上湧，產生潛力魚場。

研究動機

新聞播報近幾年台灣漁獲量下降的問題，直接影響了漁民的生計同時也會對消費者產生供不應求的情況，若我們能提前預測可能產生漁場的位置，便能使漁民在捕魚時有較明確的目標和較穩定的漁獲量。過去參加演講時聽學者提到北半球的颱風呈逆時針旋轉，受科氏力影響，表層海水向外擴散，引發湧升流將較底層的冷海水帶至上層，同時營養鹽向上傳輸，當營養鹽向上傳輸時，便有機會產生數週至數月的漁場。台灣東部在黑潮流經時會產生冷渦、暖渦，而渦漩主要受季風、地形影響，台灣東北附近的渦漩形成則另外受到了黑潮的影響。

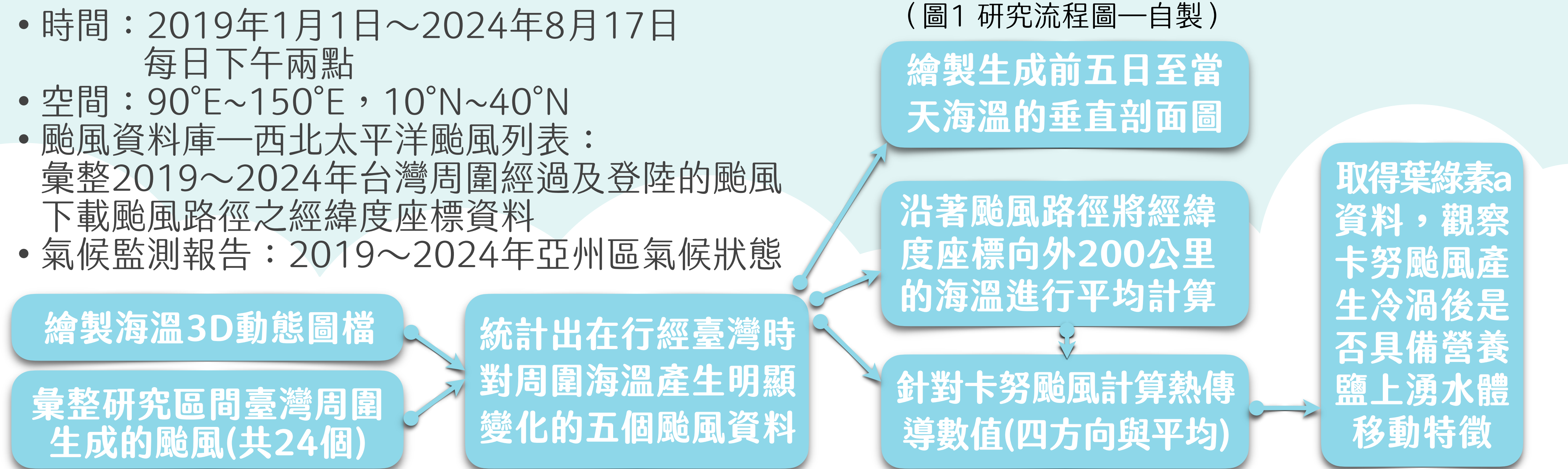


研究目的

- 使用Python將大數據視覺化，觀察颱風移動時對周圍海溫所造成的影響
- 繪製颱風生成位置前五日至生成當天的垂直海溫變化圖，與當時的氣候現象進行比對，觀察颱風生成位置的水溫變化與是否受到當時的氣候條件影響
- 繪製颱風移動時的海溫變化趨勢圖，與颱風移動路徑及時間進行比對，觀察颱風在移動或產生滯留時，對周圍海溫所產生的影響
- 針對卡努颱風計算其冷渦向四方(東、西、南、北)和平均的熱傳導數值，與其颱風路徑和冷渦的關聯性
- 繪製葉綠素a動態圖檔，觀察卡努颱風的冷渦發生後，是否真的有帶動營養鹽上湧，進而由衛星影像水色中觀察到葉綠素a的濃度有明顯增高的趨勢

研究設備
研究方法

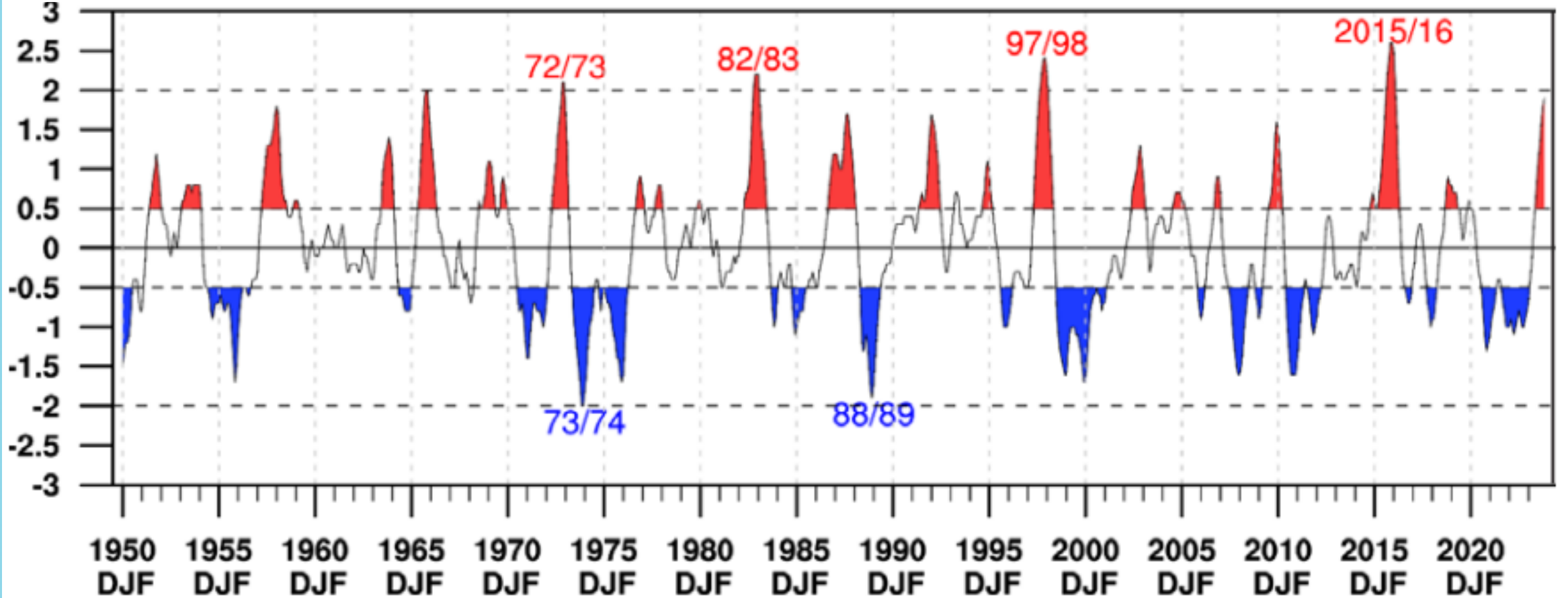
- 硬體：筆記型電腦
- 軟體：Spyder.Word.Excel
- 數據資料：國海院NODASS圖臺
- 數據資料：交通部中央氣象署



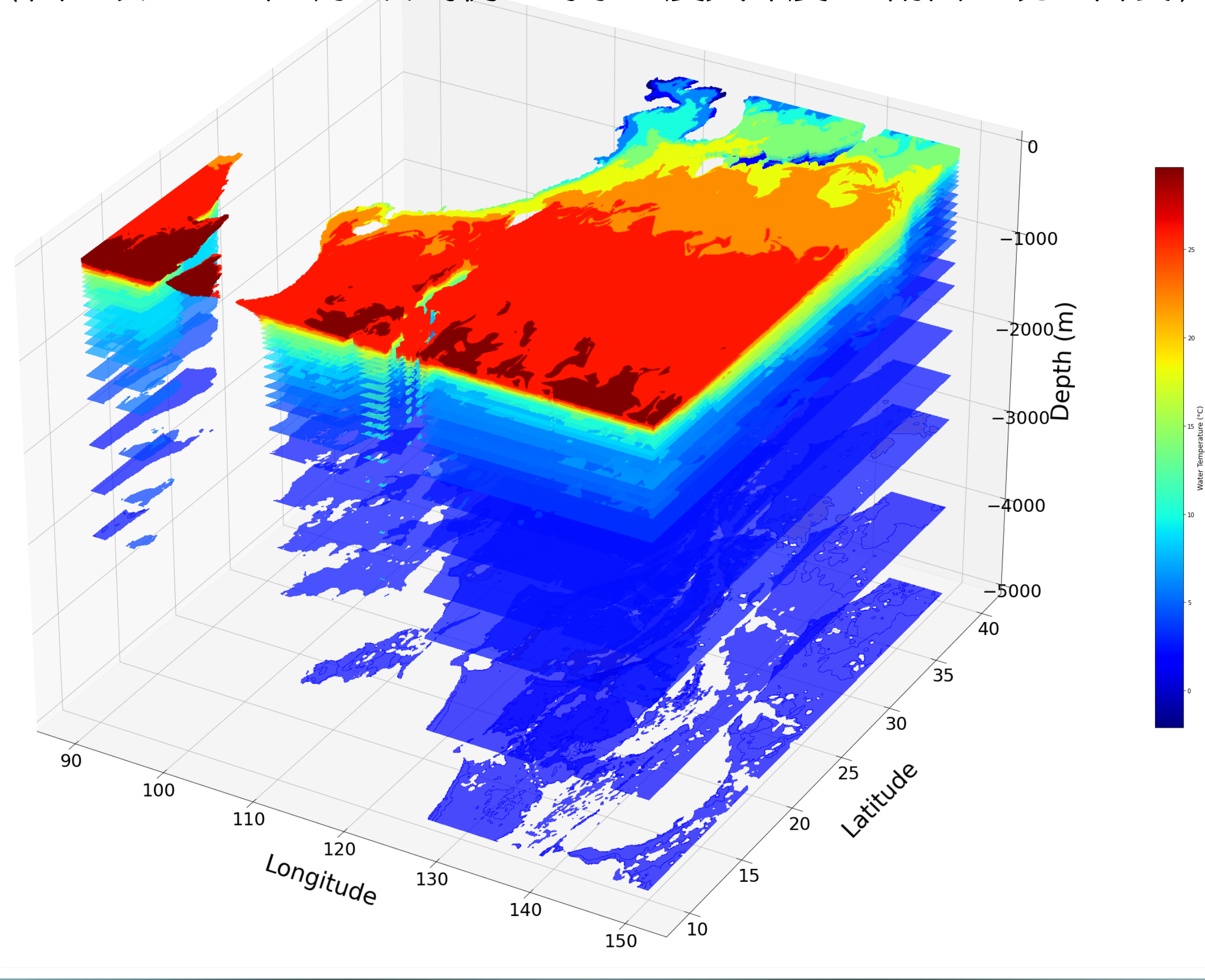
(表1 2019年至2024年8月17日颱風統計圖，共24個—自製)

年份	颱風1	颱風2	颱風3	颱風4	颱風5	颱風6
2019	丹娜絲	利奇馬	白鹿	米塔		
2020	黃蜂	哈格比	米克拉	巴威	閃電	
2021	彩雲	烟花	盧碧	璨樹	圓規	
2022	軒嵐諾	梅花	尼莎			
2023	瑪娃	杜蘇芮	卡努	蘇拉	海葵	小犬
2024	凱米					

(圖4 1951年至2023年的海洋聖嬰指標時序圖資料來源：交通部中央氣象署氣候年報)



(圖3 以2020年7月1日為例，海水溫度與深度3D剖面呈現—自製)



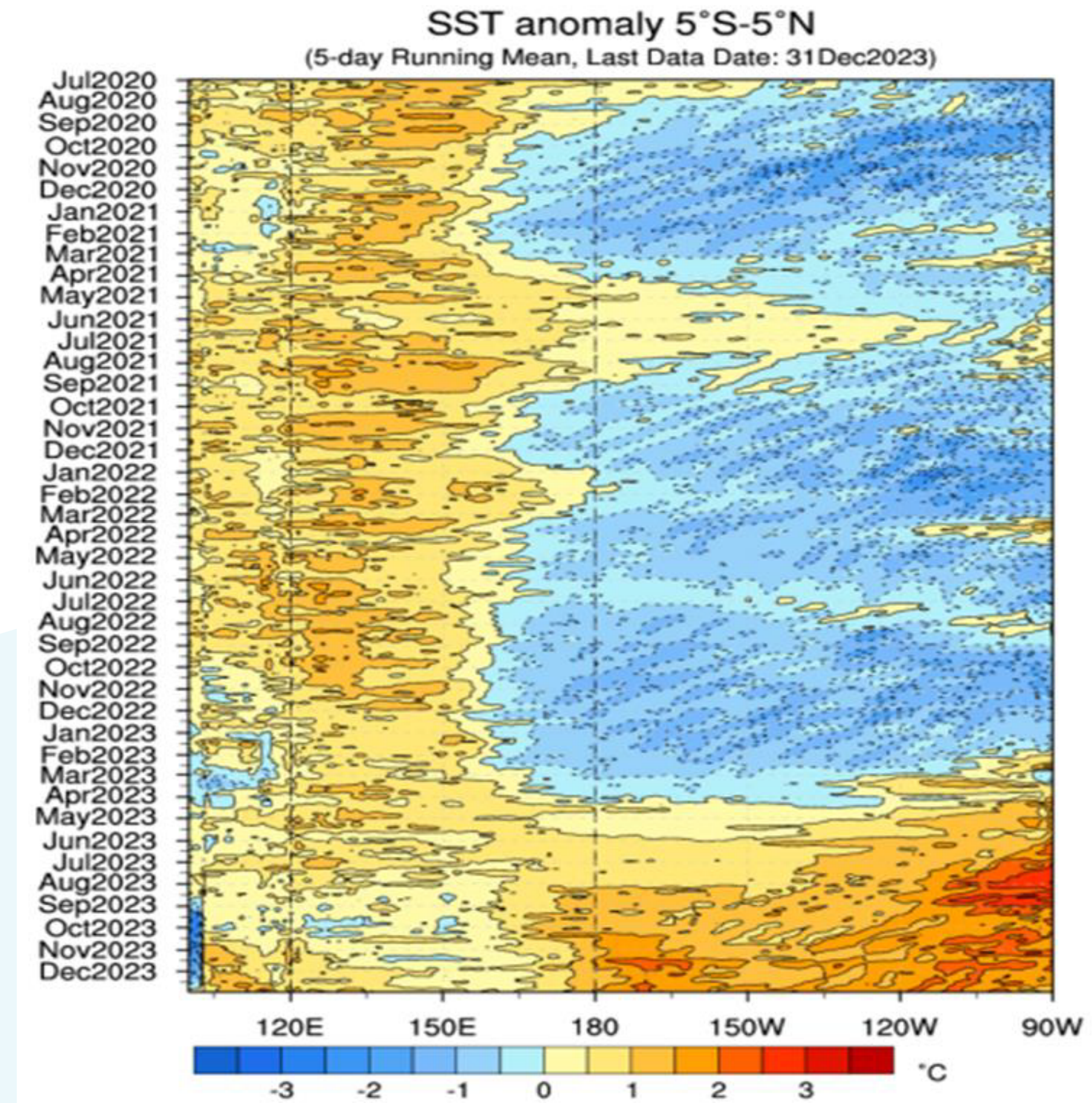
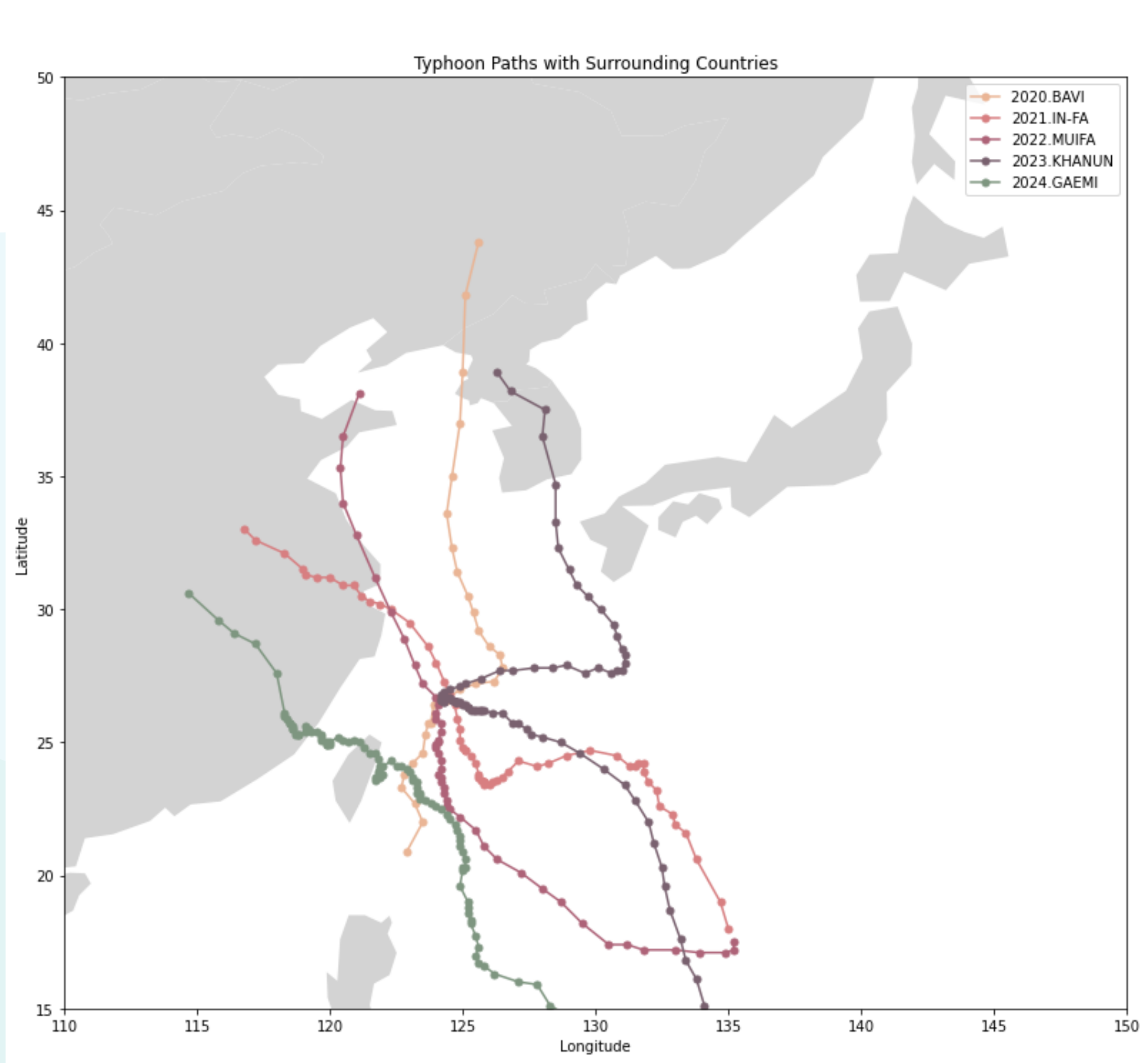


圖5 近赤道海面溫度距平圖
資料來源：交通部中央氣象署氣候年報

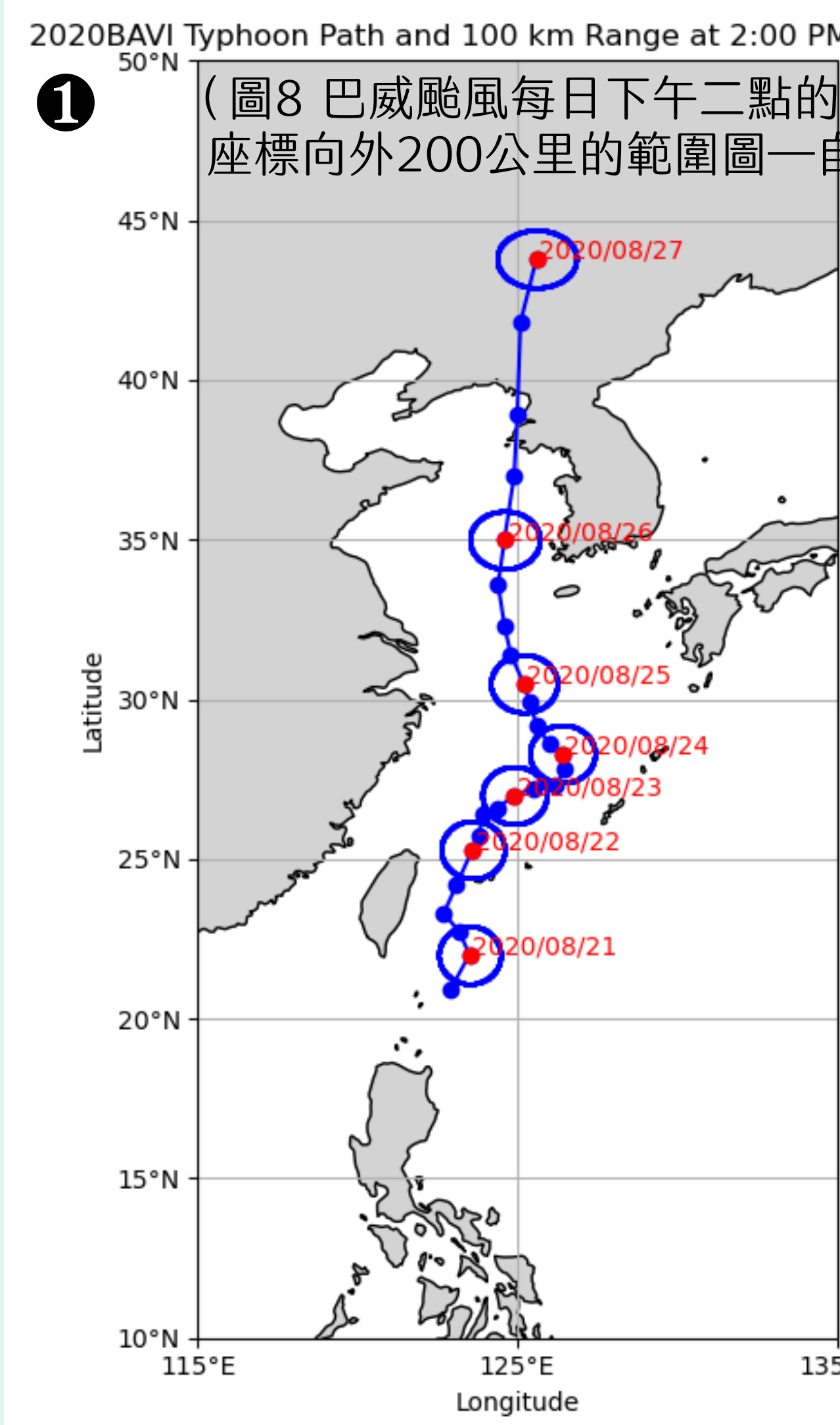


(圖6 颱風路徑圖，每6小時位置資料—自製)

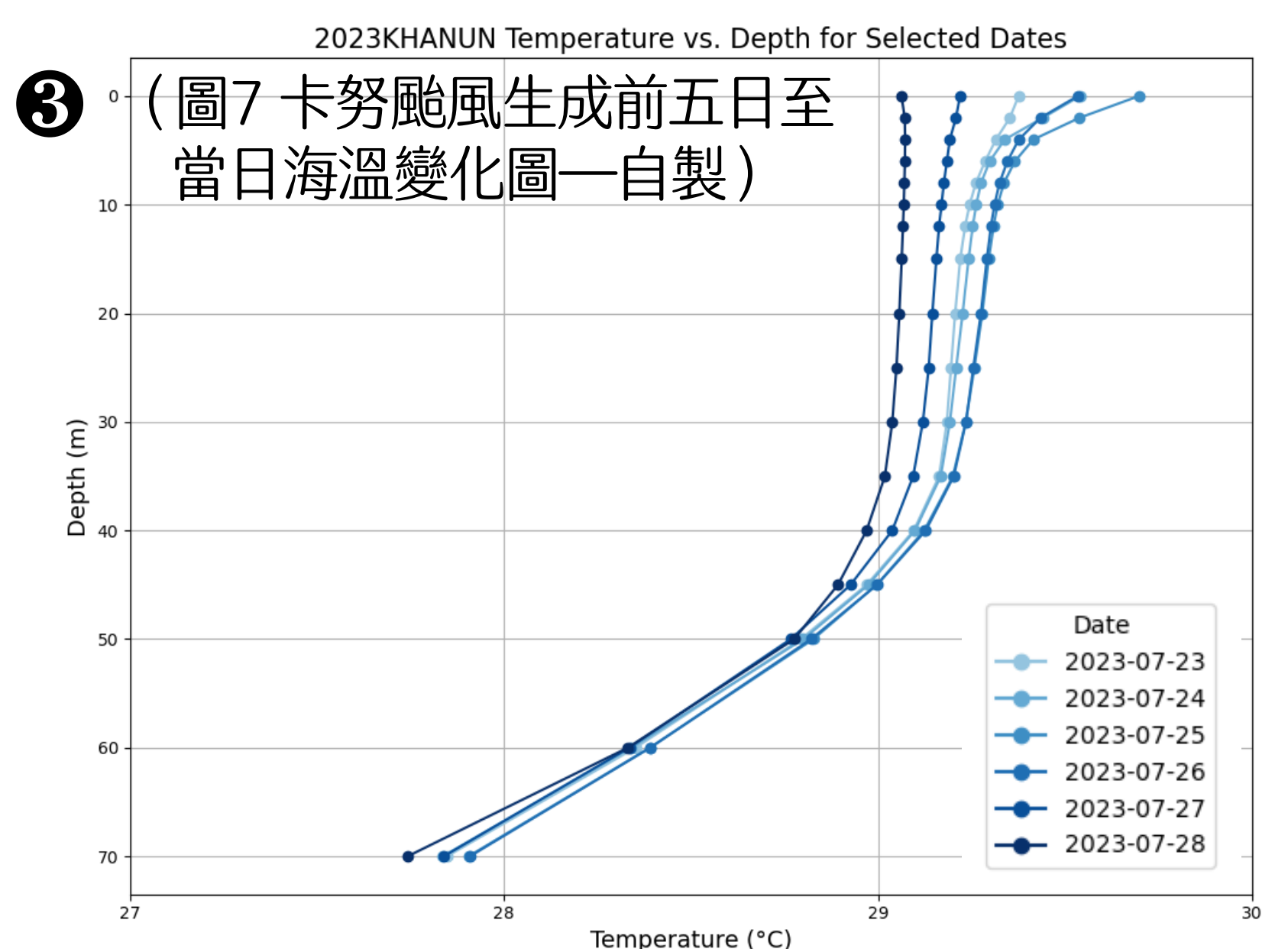
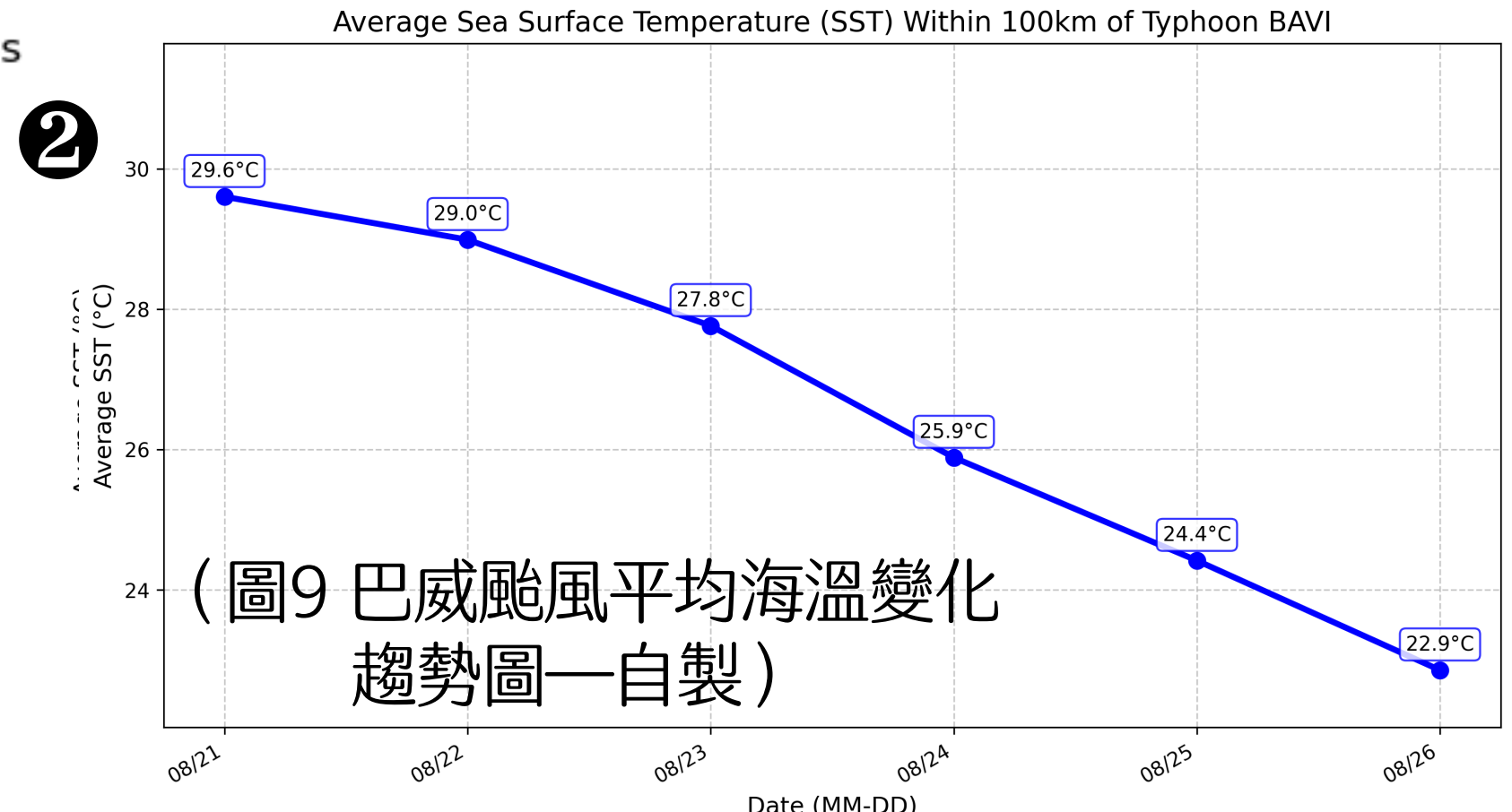
年份	颱風	生成	消散
2020	巴威	8/21	8/26
2021	烟花	7/17	7/26
2022	梅花	9/7	9/16
2023	卡努	7/27	8/10
2024	凱米	7/20	7/26

年份	生成位置	最大風速	氣候現象
2020	122.7,23.3	25 m/s	反聖嬰
2021	132.9,22.3	43 m/s	反聖嬰
2022	133.0,17.2	43 m/s	反聖嬰
2023	138.1,12.0	48 m/s	10月聖嬰
2024	127.8,15.9	53 m/s	正常年

(表2 五個颱風的統計表—自製)



① (圖8 巴威颱風每日下午二點的經緯度座標向外200公里的範圍圖—自製)



③ (圖7 卡努颱風生成前五日至當日海溫變化圖—自製)

①巴威颱風每日下午二點經緯度座標向外200公里的範圍圖

②巴威颱風平均海溫變化趨勢圖

③卡努颱風生成前五日至當日海溫變化圖

④熱傳導公式：

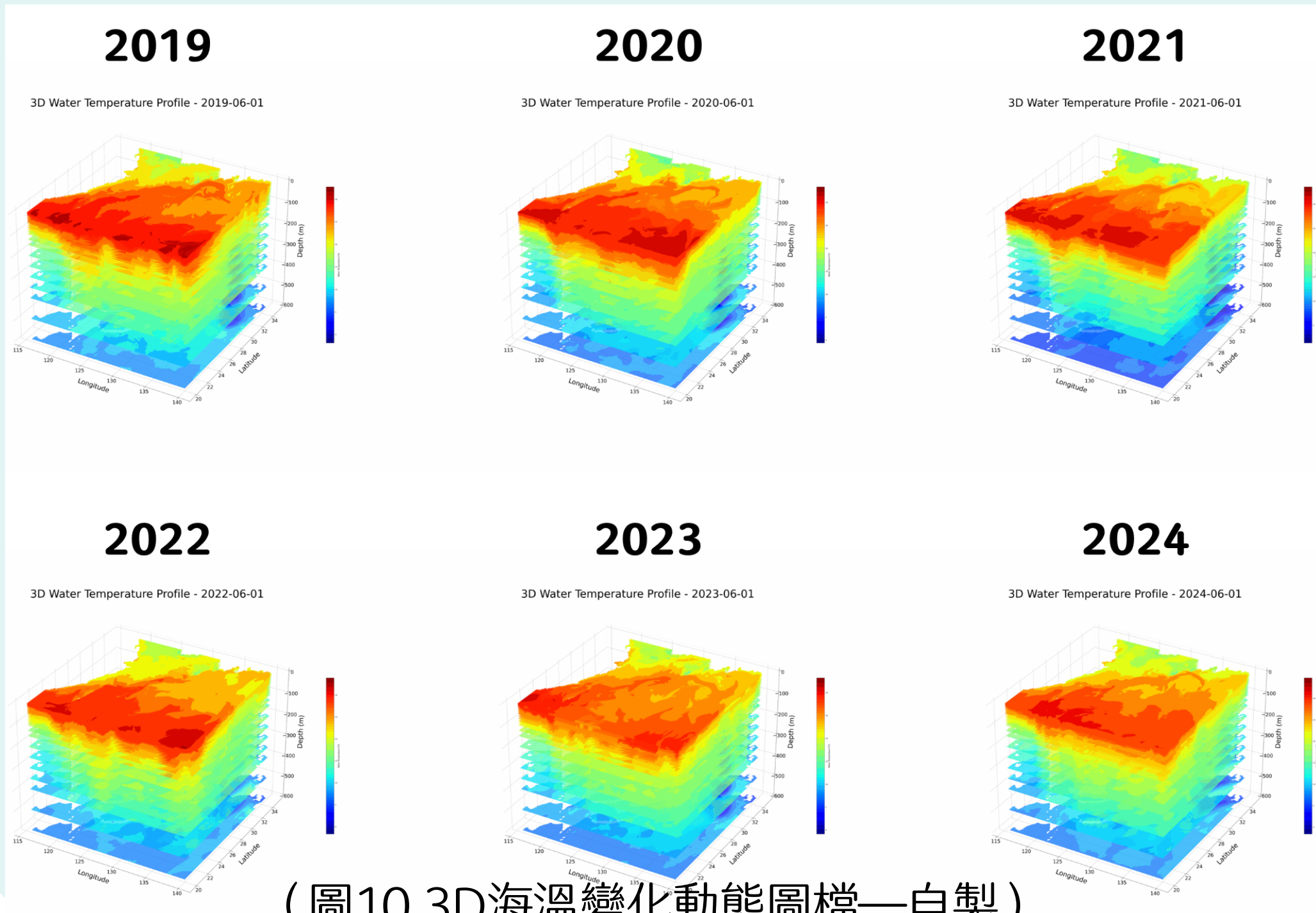
$$q = -r \times \frac{\Delta T}{\Delta n} \times A$$

- q：熱流，單位為 kJ/s 或 kJ/day
- r：熱傳導係數，單位為 kJ/(s·m·K)，指單位時間內通過單位面積的熱量，對應單位的溫度差
- ΔT：溫差，單位為 K 或 °C，某個時段的溫度變化
- Δn：距離梯度，單位為公尺 (m)
- A：面積，單位為平方公尺 (m²)，測量範圍的水平面積

結果討論

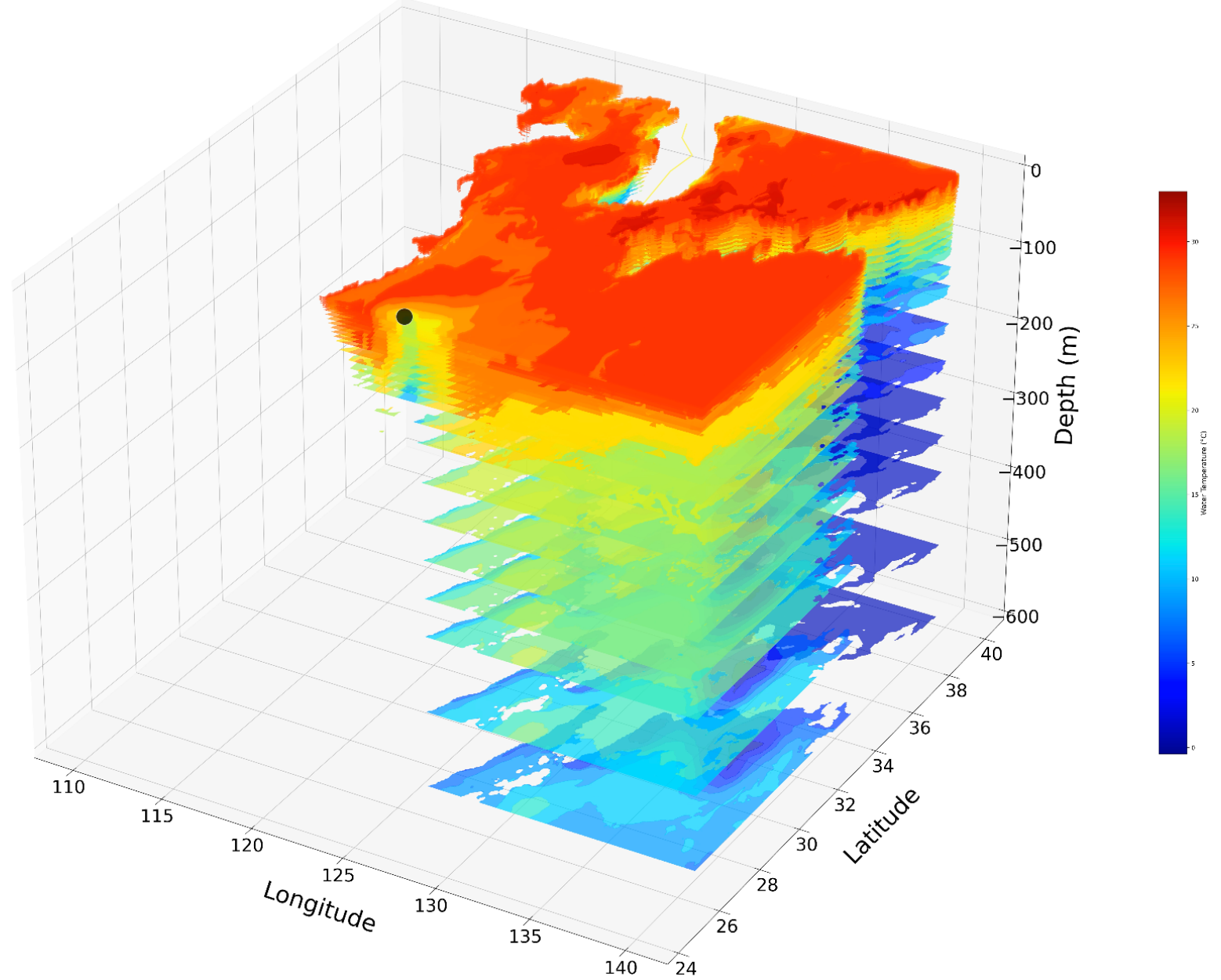
一、繪製 3D 海溫變化動態圖檔判斷冷渦

運用大數據視覺化工具，繪製2019年至2023年每年6月1日至10月30日的3D海溫變化動態圖檔（圖10）。這些3D視覺化動態圖檔能夠直觀呈現海水溫度的垂直變化和時間動態，透過逐日的變化圖表，我們可以更清楚地觀察到海洋表層和深層水溫的變化趨勢，以及季節性影響下不同海域的溫度波動。



(圖10 3D海溫變化動態圖檔—自製)

3D Water Temperature Profile - 2023-08-04
卡努颱風冷渦地區3D海溫剖面動態圖檔(圖片示意)—自製



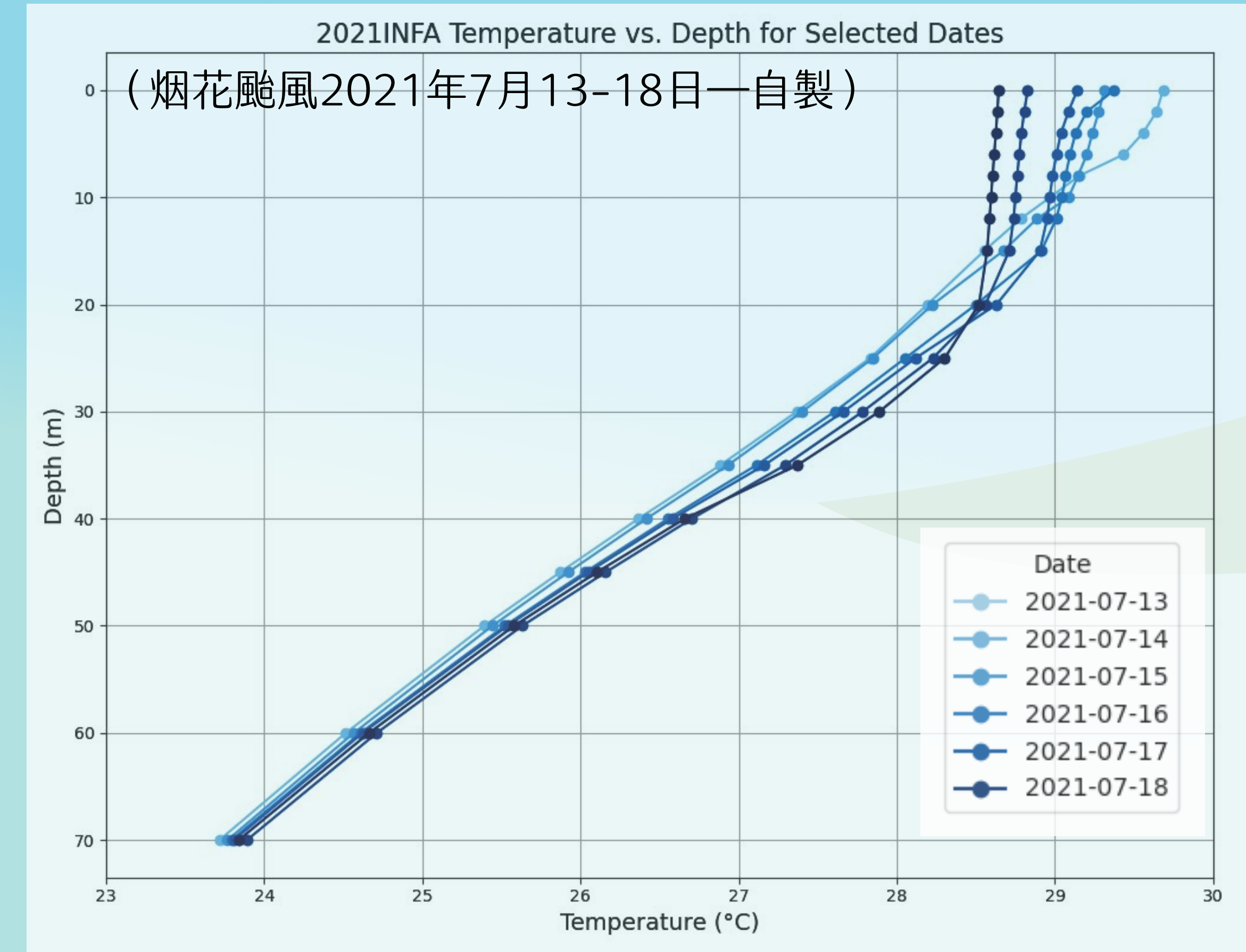
將時間間距和範圍縮小至我們所選取的五個颱風的颱風生命期間，便可從中觀察颱風的移動方向和海水的湧升情形。
2024年6月1日至8月17日的3D海溫變化動態圖檔

- 2019年6月1日至10月30日海溫變化動畫檔
- 2020年6月1日至10月30日海溫變化動畫檔
- 2021年6月1日至10月30日海溫變化動畫檔
- 2022年6月1日至10月30日海溫變化動畫檔
- 2023年6月1日至10月30日海溫變化動畫檔
- 2024年6月1日至8月17日海溫變化動畫檔

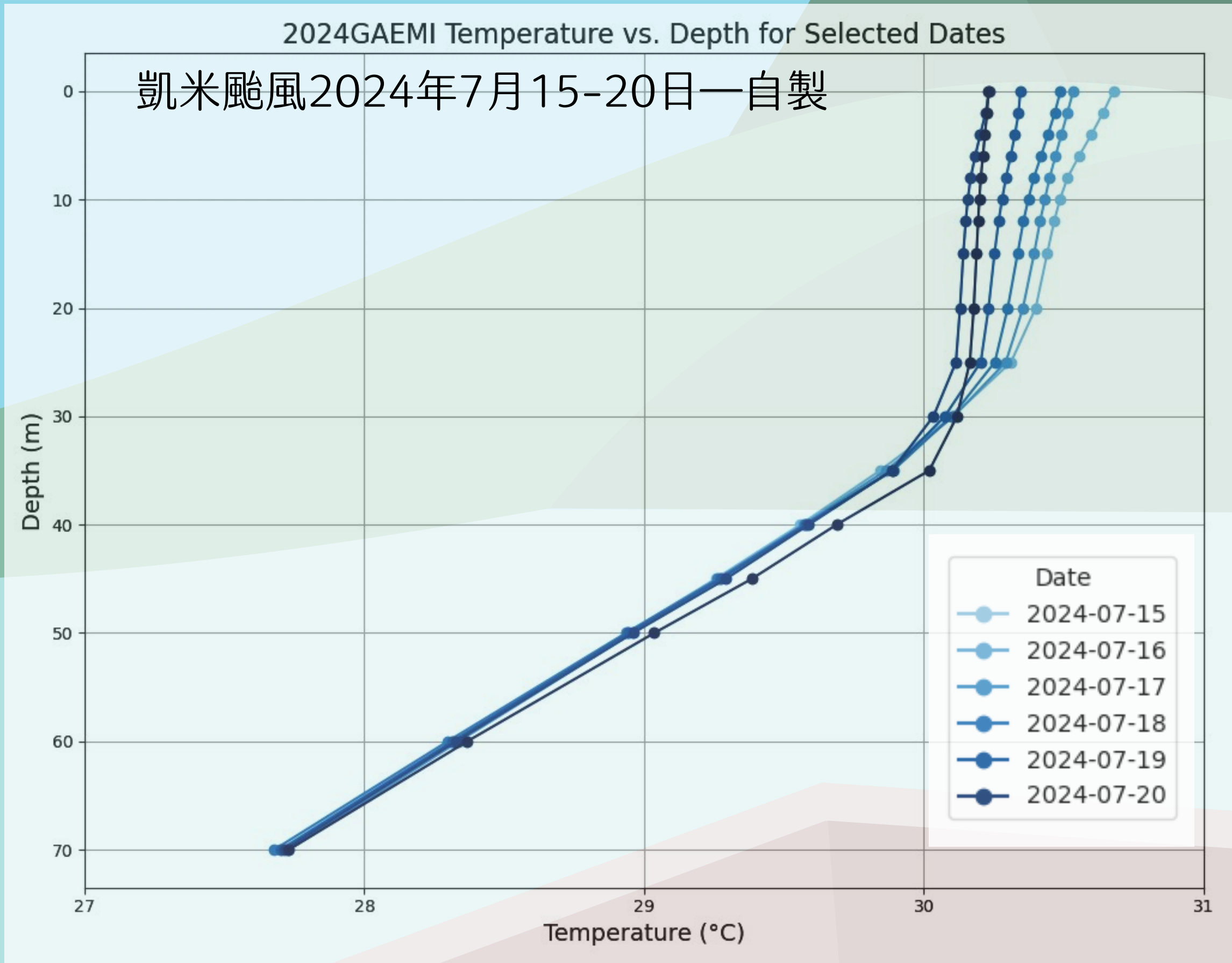
2020年巴威颱風的冷渦出現在較高緯度，接近韓國近海；2021年烟花颱風在台灣東北海域形成冷渦，導致中緯度地區海水溫度提前下降；2022年梅花颱風發生於強烈的反聖嬰年，當時北太平洋的海水溫度異常偏高；2023年卡努颱風形成了一個異常巨大的冷渦，在觀察其冷渦剖面時，能明顯的看出海水上湧的情形，影響持續時間更長；2024年凱米颱風並未形成明顯的冷渦。

二、不同氣候現象下颱風生成前五日至當日的海溫變化

海表溫度至生成當日皆呈現逐漸下降。不同的是，2021年的烟花颱風生成的海表溫度低於30度且有較薄的混合層，而2024年的凱米颱風不但在生成時有較厚的混合層，在生成時的海表溫度也高於烟花颱風，介於30度至31度之間。我們的結果發現生成於反聖嬰年的烟花颱風相較正常年的凱米颱風只需要較低的海溫和較薄的混合層就能夠生成颱風。

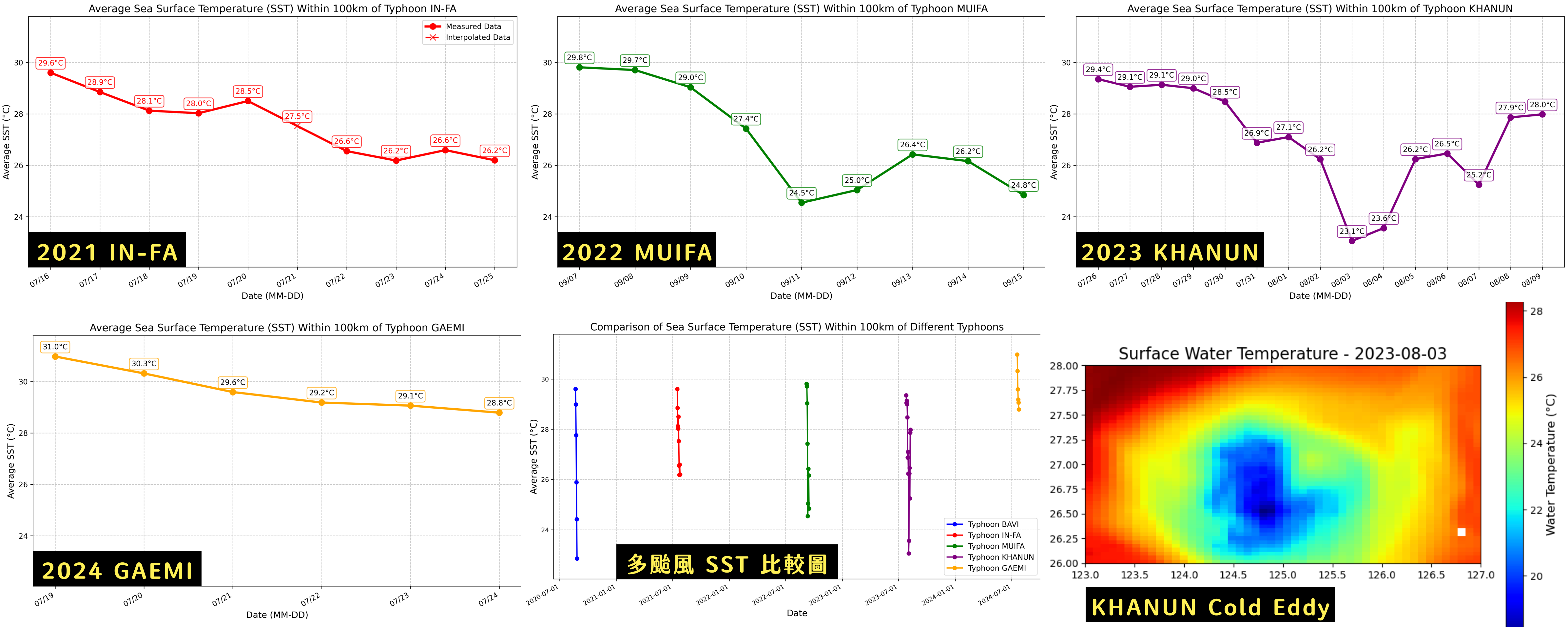


(烟花颱風2021年7月13-18日—自製)

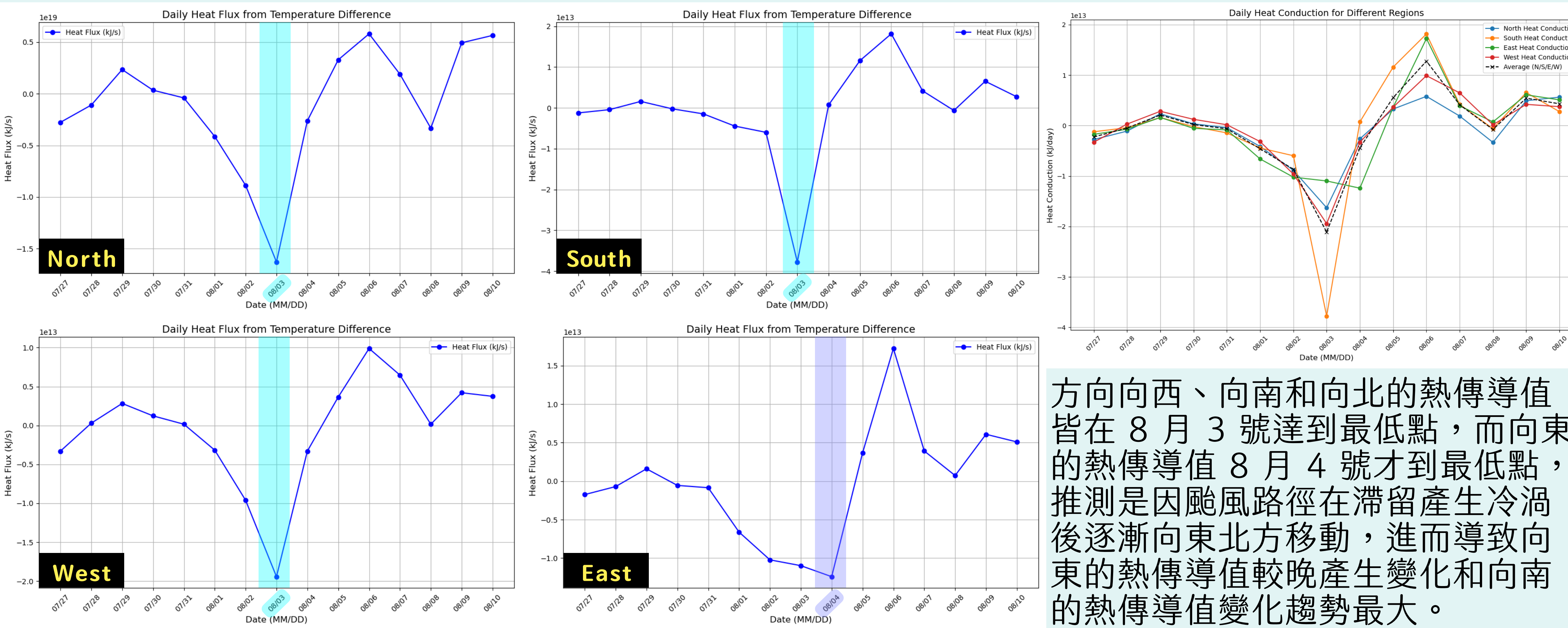


凱米颱風2024年7月15-20日—自製

三、颱風生命期間海表溫度時序圖(半徑100公里範圍) 四個颱風的海表溫度變化圖、多颱風SST比較圖、卡努颱風冷渦一自製



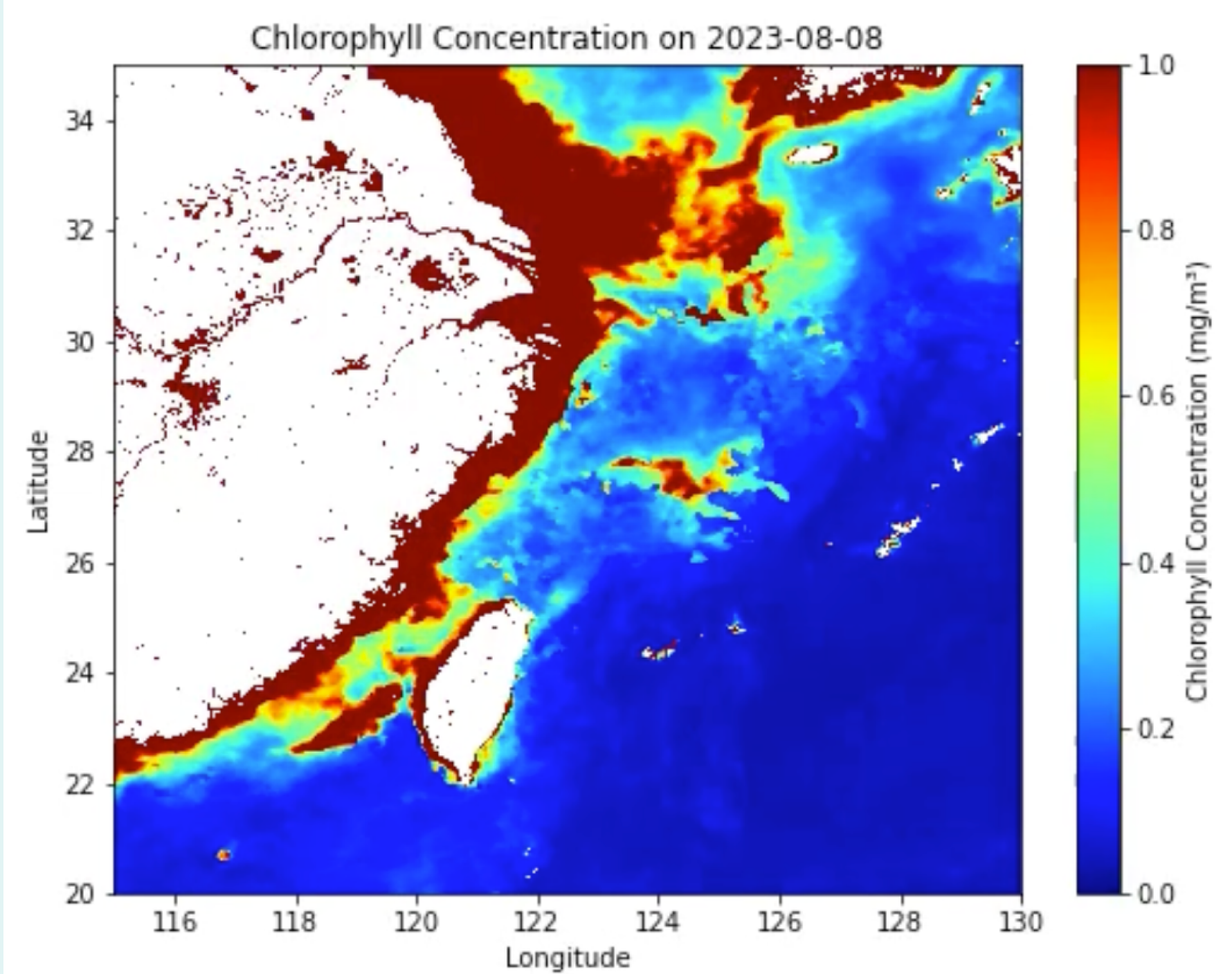
四、卡努颱風冷渦的熱傳導值 冷渦中心往四個方向的熱傳導折線圖、整體熱傳導數值比較圖一自製)



方向向西、向南和向北的熱傳導值皆在 8 月 3 號達到最低點，而向東的熱傳導值 8 月 4 號才到最低點，推測是因颱風路徑在滯留產生冷渦後逐漸向東北方移動，進而導致向東的熱傳導值較晚產生變化和向南的熱傳導值變化趨勢最大。

五、繪製葉綠素a變化動態圖檔

使用從美國大氣海洋總署的大數據資料庫取得葉綠素a的資料，時間為2023年7月26日至9月26日的葉綠素a視覺化動態圖檔，觀察在冷渦發生後，是否真的有帶動周邊海域營養鹽上湧的情形。



冷渦發生後 8 月 8 日出現高濃度葉綠素a，並持續至 9 月 22 日，這也證明了颱風所產生的冷渦確實能帶出漁場生態條件，並且**可維持一個半月**左右。

卡努颱風期間海水表面葉綠素a濃度日變化連續動畫圖一自製
範圍：東經115~130度、北緯20~35度。

結 論

(圖12 以2023年8月8日為例，海水表面葉綠素a濃度圖一自製)

- 一、颱風在冷渦位置引發強烈的上升流，有助於促進生態系統和漁場發展。
- 二、在正常年，颱風生成需要較厚的混合層和較高的海水溫度才得以驅動。
- 三、結合海溫趨勢與颱風路徑，我們可以推測冷渦與海溫之間的關連性。
- 四、分析冷渦的熱傳導模式可以幫助我們預測其未來移動方向。
- 五、颱風所產生的冷渦確實能使海底營養鹽上湧，產生潛力漁場。

參考文獻：

- 余嘉裕、花雲挺、涂建翊。熱帶太平洋地區大氣與海洋年際變異度研究：海溫、低層大氣與颱風。教育資料與研究。
- 解析70年全球海洋大數據，海水表面溫度上升超過1℃下，對全球海風及波高之間的相互影響分析（113-05-07）。國家科學及技術委員會。
- 颱風生成大遲到，一遇到台灣就轉彎，史上罕見異象、歷年慘重災情一次解密。聯合新聞網。
- 探索極端氣候－颱風的形成與發威（第11期2018年10月）。國立海洋科技博物館。
- 劉威廷（2024）。軒嵐諾颱風 2022 與卡努颱風 2023 冷水坑成因之能量通量分析。
- Emmanuel M. Vincent, Matthieu Lengaigne, Jérôme Vialard, Gurvan Madec, Nicolas C. Jourdain, Sébastien Masson(2012, May15) .Assessing the oceanic control on the amplitude of sea surface cooling induced by tropical cyclones
- 劉欣怡、戴仁華、張雅婷、楊益、唐存勇。西北太平洋長期海氣象觀測系統：莫拉菲(Molave)颱風個案探討。
- Xiangcheng Li, Xiaoping Cheng, Jianfang Fei, and Xiaogang Huang(2020,November15). A Numerical Study on the Role of Mesoscale Cold-Core Eddies in Modulating the Upper-Ocean Responses to Typhoon Trami (2018)
- Zhanhong Ma(2020,January1). A Study of the Interaction between Typhoon Francisco (2013) and a Cold-Core Eddy. Part I: Rapid Weakening
- Ioannou, A. (2019). "Dynamical evolution of intense mesoscale baroclinic eddies in connection with orographic wind forcing". PhD thesis. Sorbonne université.