

經費來源：☐ 01 當年度公務預算 ☒ 02 委託補助計畫

機密(E)：☐ 是 ☒ 否

出國類別：☐ A 考察/訪問 ☐ B 學術會議/研討會  
☒ C 進修/研究 ☐ D 工作會議

## 移地研究-2024 危害黑客松

## 2024 nextGEMS Hazard Hackathon

### 出國報告書

單位名稱：國家災害防救科技中心 氣候變遷組

出國人姓名職稱：陳昭安 專案助理研究員

出國地點：荷蘭瓦赫寧恩

出國日期：民國 113 年 10 月 13 日至 113 年 10 月 20 日

報告日期：民國 113 年 12 月 17 日

## 摘 要

本次移地研究為參與歐盟 nextGEMS 計畫舉辦之危害黑客松 Hazard Hackathon，主要目的為首次利用全球高解析度風暴解析模式 ICON 與 IFS 的 30 年模擬資料進行分析，研究主題包括超高解析度資料數據處理、火災天氣、都市熱浪、極端溫度事件、能源生產議題與極端降雨事件。危害黑客松 Hazard Hackathon 集合使用者對於最新 nextGEMS 模擬結果進行協作分析、交流研究想法與建立新的發展方向。本次移地研究以西北太平洋颱風為研究主題，進行與臺灣氣候影響驅動因子相關之東亞季風降雨特徵、颱風活動、颱風相關極端降雨分析，並與各國與會專家進行高解析度模式模擬與極端事件相關研究之意見交流。

## 目 次

1. 目的.....	1
2. 移地研究紀要.....	1
3. 移地研究成果及建議.....	2
4. 出國效益.....	7

## 1.目的

nextGEMS 是一個由歐盟資助的歐洲研究合作計畫，結合 14 個歐洲國家專業資源來開發兩個下一代可解析風暴的地球系統模式，並朝向作為「地球數位孿生」的原型。因為超級電腦的運算技術進展，使得模擬技術與效率得以大幅躍進，有效減少傳統氣候模式中的系統性和長期存在的錯誤。透過利用超高水平解析度的設定(3 公里)，風暴解析模式能夠更準確地呈現帶來強降雨的深對流與大氣風暴環流，地形對大氣的影響、海洋渦旋對海洋熱量傳述、冰蓋活動與冰層裂縫。透過改善模式模擬使其更為貼近真實狀況，來協助科學家對於未來在全球與區域尺度的氣候、天氣與極端事件變化有更佳理解與可靠量化數據。nextGEMS 計畫執行項目之一是透過舉辦 nextGEMS 黑客松，集合使用者對於最新 nextGEMS 模擬結果進行協作分析、交流研究想法與建立新的發展方向。

本次移地研究參與危害黑客松，同時與中研院環境變遷研究中心的荒金匠博士、梁信謙研究人員，以及臺灣大學海洋中心曾琬鈴專案助理研究員組隊參加。利用全球高解析度風暴解析模式 ICON 與 IFS 的 30 年模擬資料，以西北太平洋颱風為研究主題，進行與臺灣氣候影響驅動因子相關之東亞季風降雨特徵、颱風活動、颱風相關極端降雨分析，以下簡述此次為期一週的移地研究相關初步成果與心得。

## 2.移地研究紀要

本次危害黑客松 Hazard Hackathon 為首次利用全球高解析度風暴解析模式 ICON 與 IFS 的 30 年模擬資料進行分析，匯聚了來自歐洲、北美和東亞超過 80 位科學家、研究人員及學生，針對超高解析度資料數據處理、火災天氣、都市熱浪、極端溫度事件、能源生產

議題與極端降雨事件...等主題，以小組方式進行研究分析與討論，並促進合作與交流。

本次移地研究於 2024 年 10 月 14 日至 18 日在荷蘭瓦赫寧恩大學，參與為期一週的 Hazard Hackathon 研究，於 10 月 13 日晚上由臺北出發，10 月 14 日清晨抵達荷蘭史基浦機場，並於當日上午抵達瓦赫寧恩大學。為期一週期間，研究活動包含主辦單位提供的模式介紹、資料架構與分析操作說明、主題小組討論、資料處理分析與最後的成果說明，並於 10 月 19 日上午搭機離開荷蘭，於 10 月 20 日清晨抵達臺灣。



圖 1 移地研究首日模式與資料介紹。

### 3.移地研究成果及建議

#### 3.1 資料格式介紹

研究活動首日下午進行模式與實驗設定說明、資料格式與資料處理工具介紹。其中主要介紹了兩個概念，分別為階層輸出 (Hierarchical Output)與 HEALPix 網格 (Hierarchical Equal Area isoLatitude Pixelation)。階層輸出是一種將球面數據以不同解析度進行分層表示的方法，以 zoom 0-12 表示不同階層，對應由低至高的不同空間解析度，方便由全球範圍至局部範圍的不同分析目的使

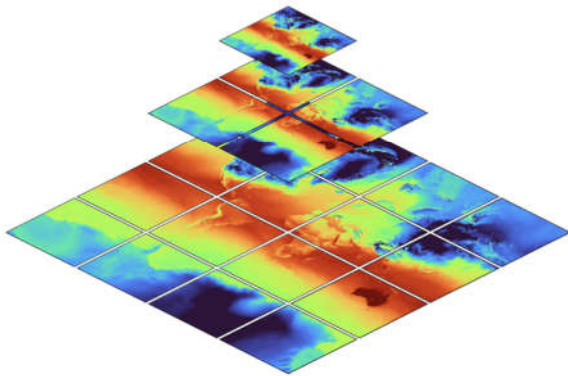
用。使用者能根據分析需求選擇適當層級的數據，避免不必要的高解析度運算，節省計算資源和儲存空間。

HEALPix 網格是一種球面像素化技術，將球面分割為等面積的網格單元，以等緯度排列。其優點為避免球面座標系統導致的面積偏差，確保在能量與其他變數收支平衡的分析結果更加準確和一致。同時 HEALPix 支援階層輸出的數據資料結構，可與階層輸出無縫結合，能使不同層級的網格可以彈性調整選用，滿足多尺度數據處理需求。

在階層輸出與 HEALPix 這兩個主要的資料架構設計之下，使得本次活動的高解析度氣候模擬資料能夠更有效率地操作，提供給不同目的的使用者進行資料檢視與分析研究。

**(a) 階層輸出 (Hierarchical output)**

以zoom 0-12 表示不同階層，對應不同空間解析度，方便不同分析目的使用



**(b) HEALPix網格輸出**

為支援階層輸出之等面積、同緯度之四邊形網格將球面像素化

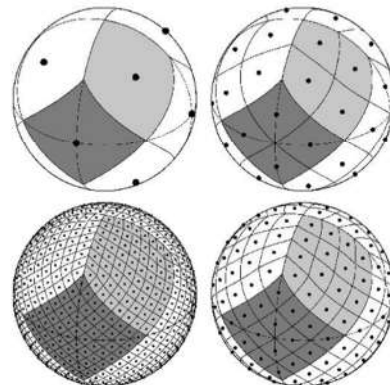


圖 2 資料格式說明

### 3.2 颱風活動分析

在小組討論期間我們與來自英國 University of Reading 的 Dr. Alex Baker 共同討論如何評估模式在颱風活動表現，並於活動最後交流彼此在分析過程遇到的問題與研究發現(圖 3)。Dr. Alex Baker 針對全球颱風活動進行整體評估與推估變化的分析，而我們團隊則是以西北太平洋颱風為研究主題。





圖 3 此次研究團隊與 Dr. Alex Baker 進行小組討論。

透過與觀測資料比對，初步評估模式在西北太平洋地區的歷史氣候模擬表現(圖 4 左)可見，觀測資料顯示之颱風個數在氣候平均的月份分布(紅色折線)，由 4 月開始逐漸增加至 7-9 月，隨後逐漸減少至 12 月。模式(綠色折線代表 IFS，藍色折線代表 ICON) 雖然略有高估或低估的情況，整體而言在颱風發生的峰值月份(7-9 月)大致上與觀測的季節分布相符，其中又以 IFS 表現較接近觀測。在未來推估方面顯示，IFS 颱風數量在 6-8 月颱風活動的高峰月份有微幅增加，而 ICON 則顯示在 10 月有較明顯變化。

另一方面，本次研究亦比對西北太平洋颱風在不同強度等級的年平均分布(圖 4 右)。歷史氣候模擬的部分，IFS 明顯存在模擬過多的熱帶風暴(TS)的偏差；在低至中等強度的颱風(Cat1-Cat3)，IFS 與 ICON 兩個模式可呈現接近觀測的數量分布，其中以 IFS 表現較優異；而在 Cat-4 等級的颱風，IFS 的數量略為偏高。在未來推估方面，兩個模式呈現不同的變化。在 IFS 顯示 TS 與強度較強的颱風數

量增加，而 ICON 則顯示 Cat2-Cat3 等級的颱風數量增加，然而在 TS、Cat1 與 Cat4 的數量減少。整體而言，兩個高解析度模式可呈現西北太平洋地區颱風在氣候平均上，不同月份與強度的數量分布，未來推估的變化則存在模式之間的不確定性。

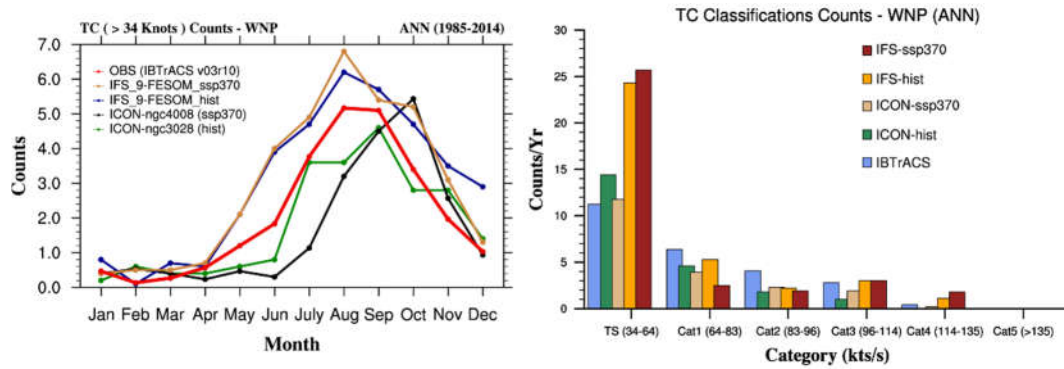


圖 4 觀測資料、IFS 與 ICON 模式在西北太平洋之颱風月平均個數與強度分布分析，以及模式暖化情境推估。

### 3.3 東亞颱風季極端降雨指標

解析極端降雨是高解析度模式優勢之一，本次參與黑客松活動，利用極端降雨指標單日最大降雨量 Rx1day 與五日最大降雨量 Rx5day，以 CMORPH 衛星觀測降雨為參考，初步檢驗 IFS、ICON 模式在模擬歷史基期 2010-2019 颱風季的空間分布表現，以及未來暖化情境 2040-2049 的推估。以 IFS 為例(圖 5)，在歷史基期方面，模式可大致掌握極端降雨指標的主要分布，在南海與臺灣東側北緯 10-20 度間的西北太平洋，有較強之 Rx1day 與 Rx5day 分布。然而模式在指標強度都有些微高估，並且在部分高值呈現類似颱風路徑的軌跡分布。在未來暖化情境推估方面，模式在 Rx1day 和 Rx5day 整體上皆顯示更強的極端降雨強度。



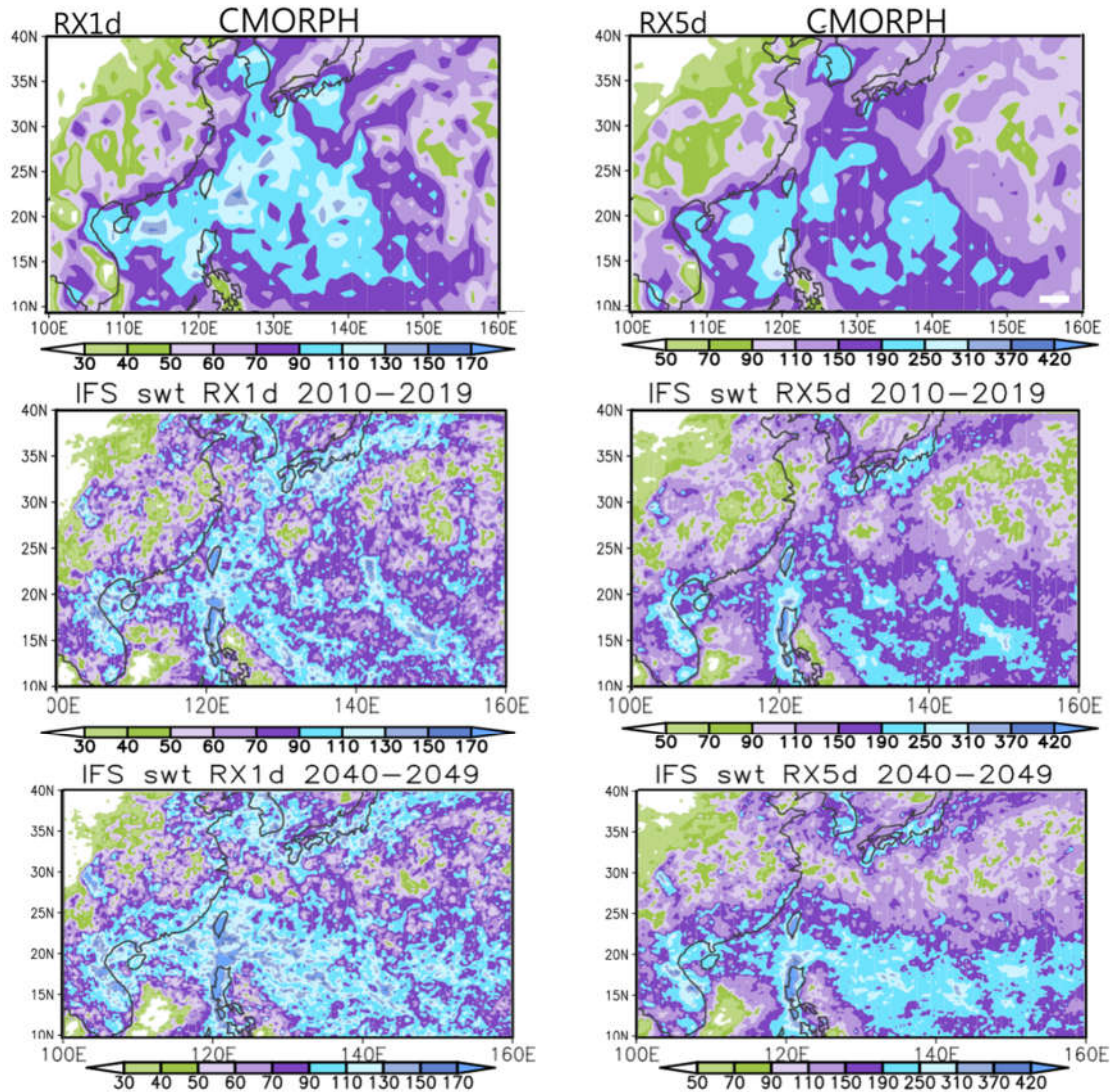


圖 5 觀測與 IFS 模式之 Rx1day 與 Rx5day 極端降雨指標，在 2010-2019 歷史基期評估與 2040-2049 未來推估分析。

### 3.4 東亞季風降雨循環與颱風降雨貢獻

在西北太平洋東亞季風的季節降雨循環方面(圖 6)，西北太平洋-東亞季風的季節降雨主要集中在梅雨季與颱風季，冬季是雨量最少的季節。春季降雨主要來自春季鋒面的貢獻，而秋季降雨則結合來自尚未完全退離至南方的熱帶對流以及北方開始南下的東北季風鋒面影響。其中在颱風季與秋雨季，總降雨量來自颱風降雨的貢獻約將近一半(圖 6)。模式評估顯示，IFS 與 ICON 二個模式皆僅部分掌握季節降雨循環的特徵。在 IFS 可大致呈現觀測由春雨至秋雨的季

節分布，然而在梅雨季北緯 20-50 度間，隨著時間往北發展的東北西南向的降雨分布，是觀測上很重要的特徵，IFS 模式並未正確呈現。在 ICON 雖然可略見梅雨季雨帶，然而其向北移動發展過度快速，相較於觀測，使得 ICON 模式顯示一個較為傾斜的分布。另一方面，在赤道至北緯 30 度間，ICON 顯示從冬季至秋雨季高估的降雨以及過於破碎的降雨分布。

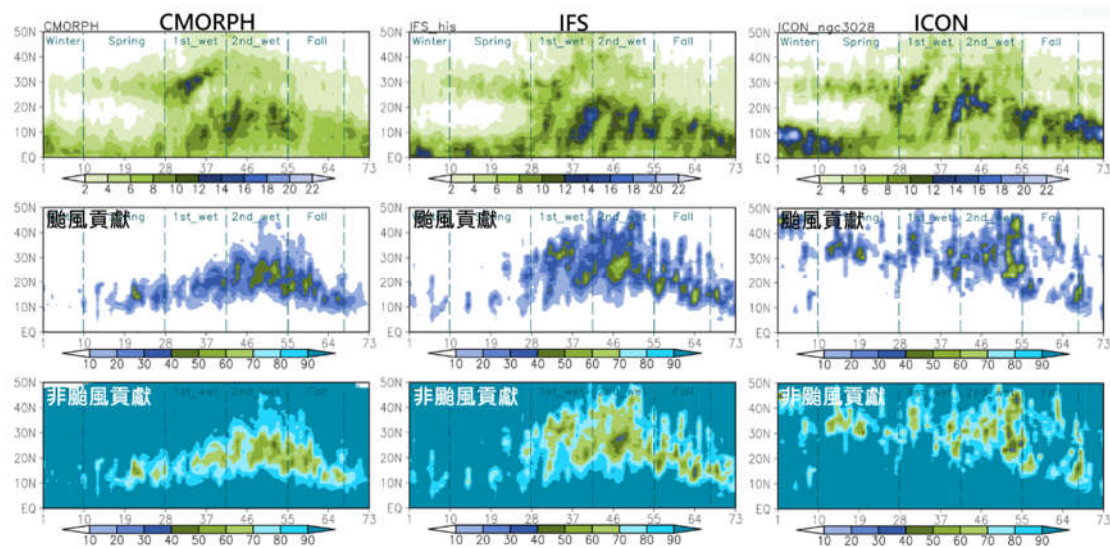


圖 6 觀測與模式之東亞季風降雨循環與颱風降雨貢獻。

綜合此次研究的初步評估結果，與觀測降雨的氣候特徵相比，整體而言，雖然 IFS 與 ICON 的高解析度模式架構已經具有解析風暴與極端降雨的能力，然而在氣候尺度的降雨分布特徵，仍有相當改善的空間。

#### 4. 出國效益

為期一週的移地研究期間，參與危害黑客松進行高解析度氣候模擬之西北太平洋颱風與東亞季風降雨的模式評估，了解目前 nextGEMS 歐盟計畫的高解析度模式發展以及處理大量高解析度資料，如何能針對不同需求能更有效率的進行資料總覽與資料前處

理，以及目前模式應用在各極端危害與氣候分析的初步評估。透過黑客松形式，除了能同時藉由不同領域的研究專家從多元觀點檢視模式表現與未來模擬推估結果，也有利於宣傳模式研發、資料產製與交流科研成果，是對於產製研發與使用者雙贏的創新方式。