

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

利用高解析度全球和區域氣候模式評估氣候變遷及其在國
家災害評估中的應用國際研討會
與
2026 年 CMIP 社群工作坊

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：
許晃雄 特聘研究員
鄭兆尊 副研究員
童裕翔 助研究員
陳昭安 專案副研究員
紀佳法 專案助研究員
周至中 專案助研究員
劉星妤 專案助研究員
趙品諭 專案佐理研究員

出國地點： 日本京都

出國日期： 民國 115 年 3 月 4 日至 115 年 3 月 14 日

報告日期： 民國 115 年 5 月 14 日



摘 要

本次參與日本先端(SENTNA)計畫主辦之利用高解析度全球與區域氣候模式評估氣候變遷及其在國家災害風險分析研討會(簡稱先端會議),共計發表三場口頭報告及三篇海報。藉此會議與長期友好合作之先端計畫研究團隊,以及國際間衝擊評估領域的專家共同交流,進行氣候資料模擬與研究議題討論,促進高解析度氣候模擬技術與實務應用之間的連結。會後對於高解析度模擬之資料共享與衝擊應用評估議題,安排臺日雙方進行未來合作方向討論。先端會議後,接著參與為期一週的CMIP耦合模式比較計畫社群工作坊。CMIP長期以來提供全球氣候變遷團隊與IPCC評估報告重要科學基礎,本次與會除發表一場口頭短講與五篇海報之計畫成果,會議回顧CMIP6氣候變遷研究進展,並收集未來第七次IPCC評估報告之相關資訊,包含多模式比對計畫CMIP7最新規劃方向與進展,未來暖化情境設定等,有助於掌握國際氣候模式發展與氣候研究趨勢,及早了解未來IPCC新一期評估報告所使用的資料架構與分析重點。同時透過此會與各國氣候科學學者交流,追蹤氣候模式與相關研究最新進展,不僅提供臺灣科研社群研究視野,更是與國際接軌的基礎。



目 次

1. 目的	1
2. 與會紀要	1
3. 先端會議重點摘要	7
4. CMIP 會議重點摘要	12
5. 出國效益及後續建議	16
附錄	18

1.目的

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫 (Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform, 以下簡稱 TCCIP) 與日本過去各期氣候變遷計畫以及本期先端 (SENTAN) 計畫, 長期維持友好合作關係。此次先端計畫以高解析度全球與區域氣候模式下的氣候變遷評估及其在災害風險分析中的應用為主題, 於 2026 年 3 月 5-6 日在日本京都大學宇治校區舉行會議 (以下簡稱先端會議)。目的在於促進高解析度氣候模擬技術與實務應用之間的連結, 特別是極端氣候事件的推估、不確定性分析, 以及動力與統計降尺度方法在國家級氣候風險與災害評估中的應用。本次與會, 除了與國際間氣候模式與衝擊評估領域的專家共同交流, 分享計畫相關工作成果, 並維繫雙邊計畫交流合作關係, 鞏固學術情誼。

CMIP 耦合模式比較計畫是歷次 IPCC 評估報告主要科學基礎, 本次 CMIP Community Workshop 2026 於 3 月 9 日至 3 月 13 日在日本京都舉行 (以下簡稱 CMIP 會議), 會議回顧 CMIP6 氣候變遷研究進展, 以及針對 CMIP7 實驗設計、模式發展與早期模擬方向, 規劃會議主軸。參與此會議有助於掌握國際氣候模式發展與氣候研究趨勢, 並及早了解未來 IPCC 新一期評估報告所使用的資料架構與分析重點。

2.與會紀要

2.1 先端計畫會議

本次會議除了臺灣團隊, 同時還有來自包含菲律賓、韓國、西班牙、挪威、英國、哥斯大黎加的講者一同與會。議程可分為五大主題重點, 包含: 1) 先端計畫簡介與進展: 高解析度大量系集實驗與區域動力降尺度; 2) 高解析度區域氣候推估: CORDEX 實驗介紹與區域氣候應用; 3) 熱帶氣旋與極端降雨: 熱帶氣旋及其帶來之極端降雨的長期趨勢、變化、未來推估與機制; 4) 區域與全球極端事件: 極端降

雨、大尺度環流與天氣系統與事件歸因；與 5) 暖化趨勢下的衝擊與災害研究。議程整體規劃反映出，氣候科學研究朝向高解析度模擬、跨領域整合以及實務應用導向發展的發展方向。

此次鄭兆尊副研究員、童裕翔助研究員、紀佳法專案助理研究員、陳昭安專案副研究員、周至中專案助理研究員、劉星妤專案助理研究員，以及中研院環變中心許晃雄特聘研究員共 7 人，將對高解析度資料產製、氣候分析研究、氣候變遷衝擊與調適，以及氣候資料應用相關工作成果，進行口頭報告與海報發表。

本次與會共計安排三場口頭及三篇海報於議程指定時段發表，並與現場與會學者進行成果交流討論。發表題目分別為：

- 鄭兆尊 (口頭發表)：Dynamical Downscaling of CMIP6 Climate projection for Taiwan，介紹 CMIP6 情境下的臺灣動力降尺度推估資料與初步分析成果 (如圖 1)。
- 陳昭安 (口頭發表)：Impacts of Local and Remote SST Warming on Tropical Cyclone, Precipitation and Circulation Changes in the Western North Pacific，探討局地與遠地海表溫度暖化對於西北太平洋地區的熱帶氣旋、降雨與環流變化之影響 (如圖 2)。
- 紀佳法 (口頭發表)：Climate Change Risk Assessment and Implementation: Collaboration Agreement with the Taiwan Ministry of Environment，介紹氣候變遷風險評估與落實成果 (如圖 3)。
- 童裕翔 (海報發表)：Evolution of Regional Heatwave Circulation Characteristics in Taiwan Under Warming Scenarios: An Event-Based Analysis，利用事件偵測方法探討暖化情境下臺灣區域熱浪環流特徵之演變 (如圖 4)。
- 劉星妤 (海報發表)：Climate Change Adaptation Platform: Development and Services，介紹氣候變遷調適應用平台之建置與服務成果，說明如何依據調適評估準則整合風險辨識圖台與調

適模擬器，並將氣候風險評估成果轉化為可理解且可應用之決策參考資訊，以支援調適規劃與跨部門討論（如圖 5）。

- 周至中（海報發表）：Bridging the Gap: High-Resolution Marine Climate Change Simulation and Fishery Application in Taiwan，分享團隊在串接高解析度海洋氣候變遷模擬與臺灣漁業應用之執行成果（如圖 6）。

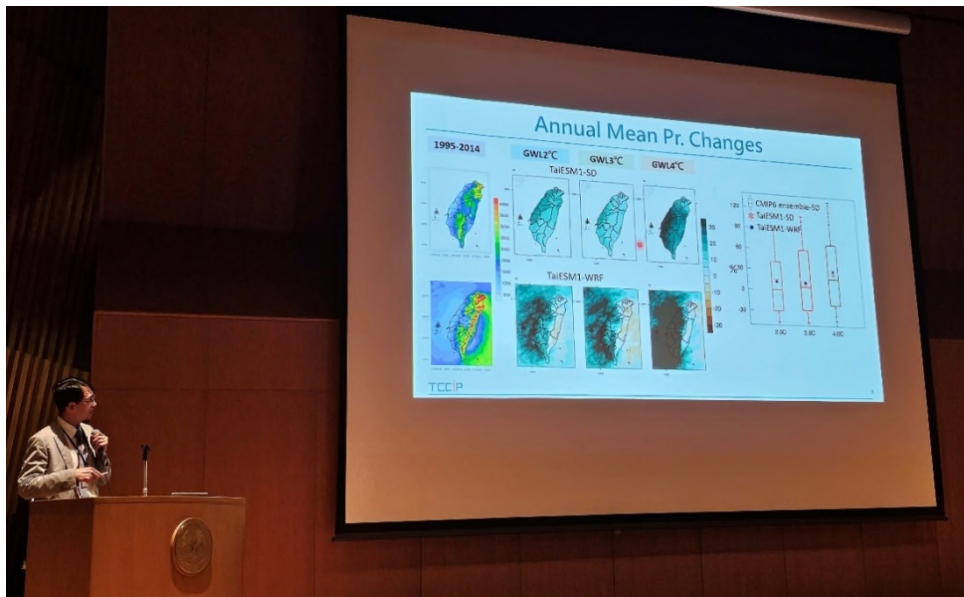


圖 1 鄭兆尊口頭發表

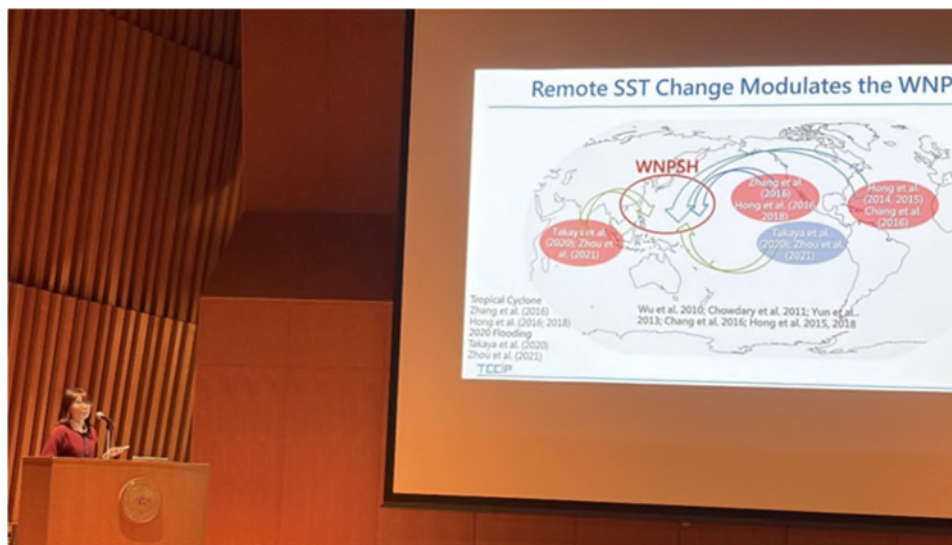


圖 2 陳昭安口頭發表

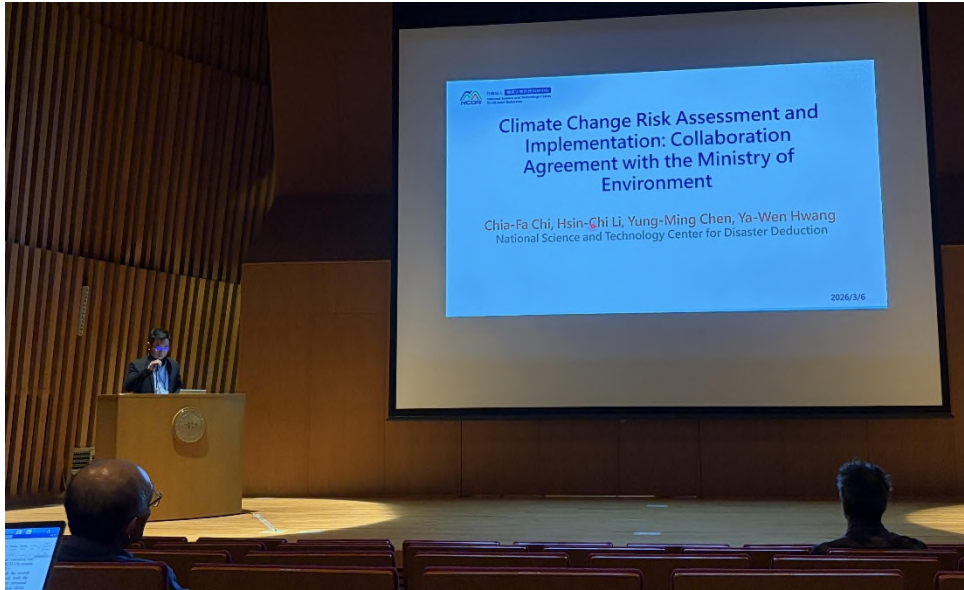


圖 3 紀佳法口頭發表

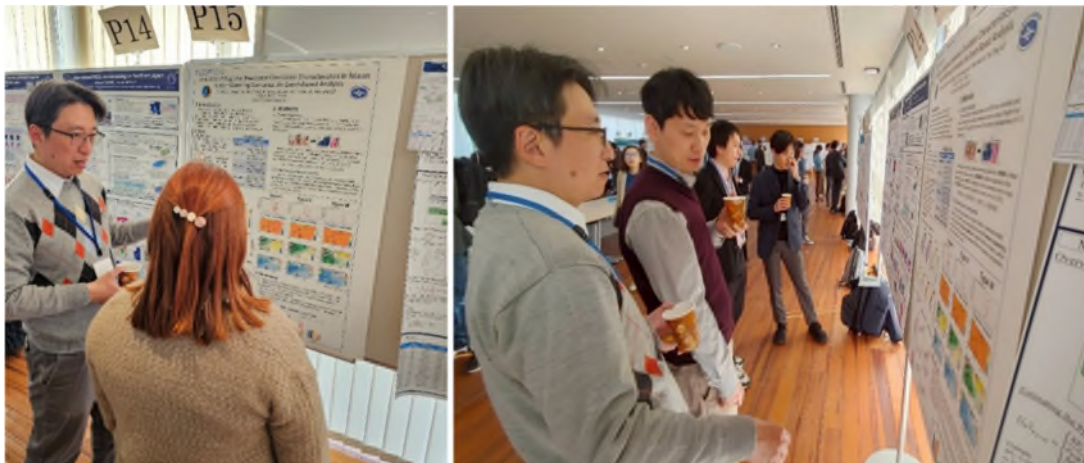


圖 4 童裕翔海報發表

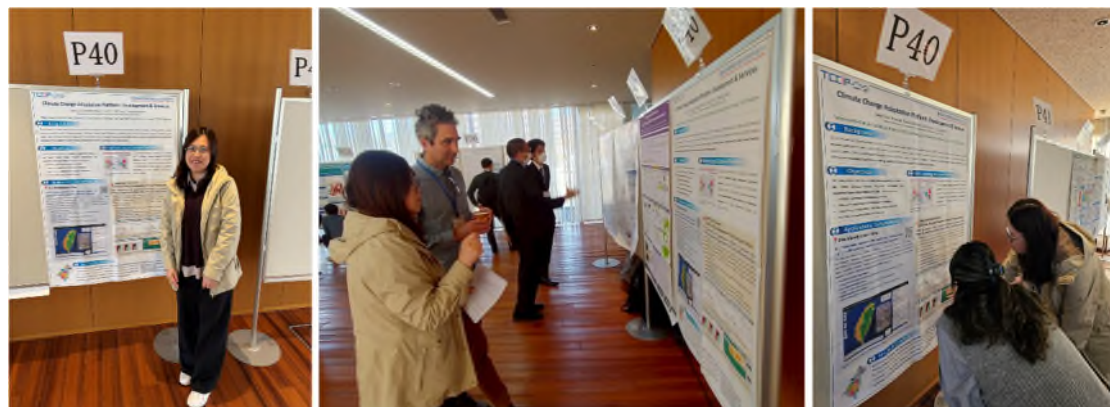


圖 5 劉星好海報發表

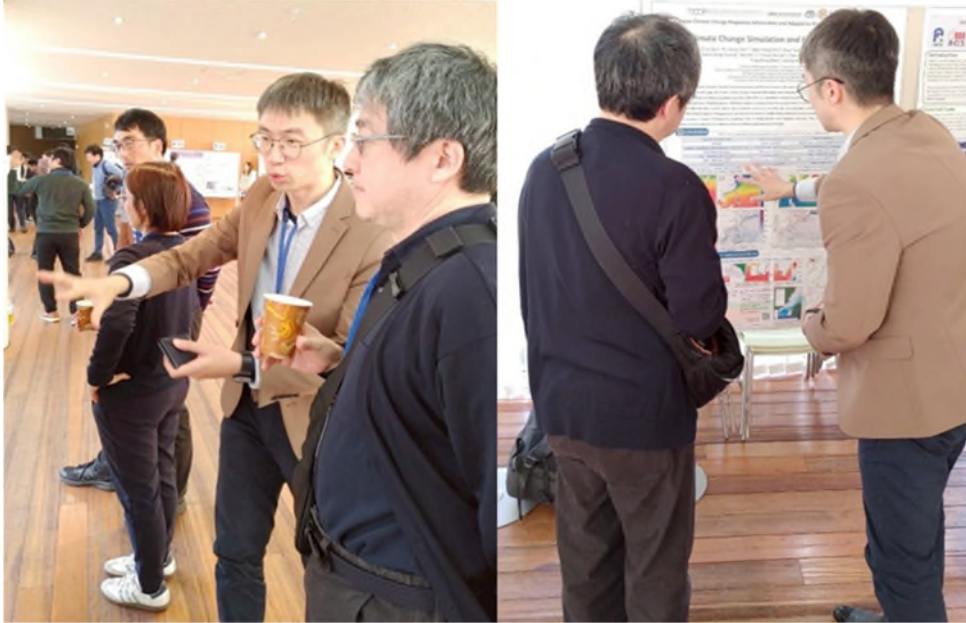


圖 6 周至中海報發表

2.2 CMIP 社群工作坊

本次 CMIP 會議由世界氣候研究計畫 (WCRP) 以及 CMIP 共同主辦，於日本京都國際會館舉行，此會場同時也是京都議定書簽署地點，在此舉辦會議特別具有氣候變遷議題的重要意義。本次會議現場與會人數超過 430 位，另有超過 200 位線上參與者，聚集全球氣候模式、氣候變遷與地球系統科學相關領域的研究人員與專家，共同討論 CMIP7、暖化情境設定及未來氣候研究發展方向。

此行 CMIP 會議由陳昭安專案副研究員、周至中專案助理研究員、趙品諭專案佐理研究員，以及中研院環變中心許晃雄特聘研究員與會，分享交流區域極端事件之氣候研究、氣候資料應用與衝擊評估研究進展。共計獲得 5 篇海報發表，其中海洋模擬資料應用於漁業推估成果，另外獲得大會口頭短講介紹的機會(如圖 7)。發表題目分別為：

- 周至中 (如圖 7)：
 - Ocean Climate Change Simulation and Fishery Application in Taiwan，分享高解析度海洋氣候變遷模擬與臺灣漁業應用成果。
 - TReAD: 40-year Taiwan Reanalysis Downscaling Dataset at 2 km，

介紹 2 公里解析度之 40 年臺灣歷史氣候重建資料

- 陳昭安 (如圖 8) :
 - Impacts of Local and Remote SST Warming on Tropical Cyclone, Precipitation and Circulation Changes in the Western North Pacific , 探討局地與遠地海表溫度之暖化分布，對於西北太平洋地區的熱帶氣旋、降雨與環流變化之影響。
 - Evaluating the Performance of CMIP6 and CMIP5 Models in Simulating Seasonal Extreme Precipitation over the Western North Pacific and East Asia , CMIP6 與 CMIP5 模式模擬西北太平洋與東亞季節性極端降雨之能力評估。
- 趙品諭 (如圖 9) : Event-Based Assessment of Extreme Precipitation over the East Asia Monsoon region under 2°C and 3°C Warming with TaiESM1 and TaiESM-WRF , 使用 TaiESM1 與 TaiESM-WRF 評估 2°C 與 3°C 暖化情境下東亞季風區極端降雨事件之變化。

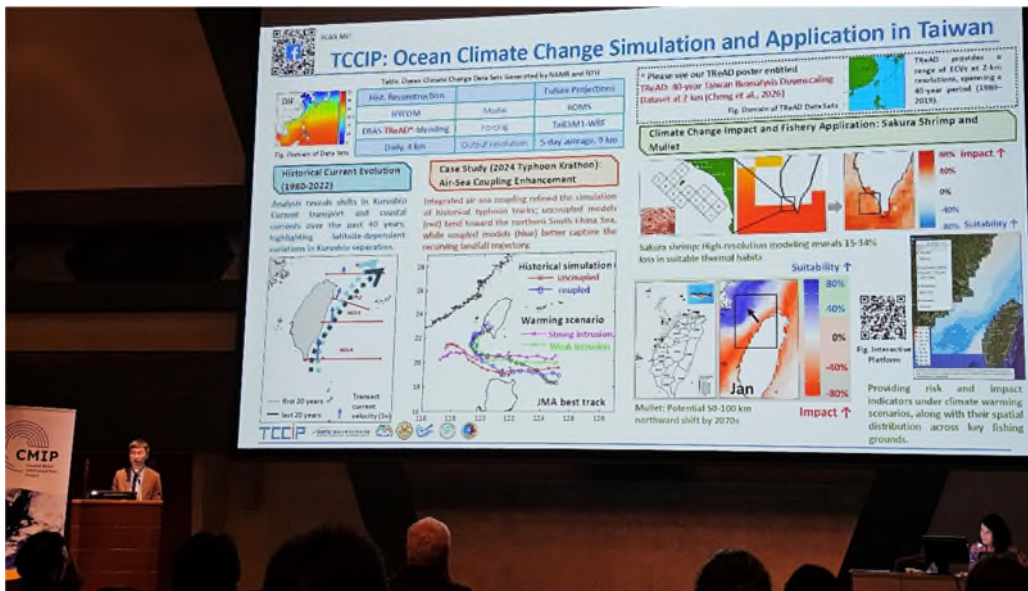


圖 7 周至中海報口頭短講與海報發表

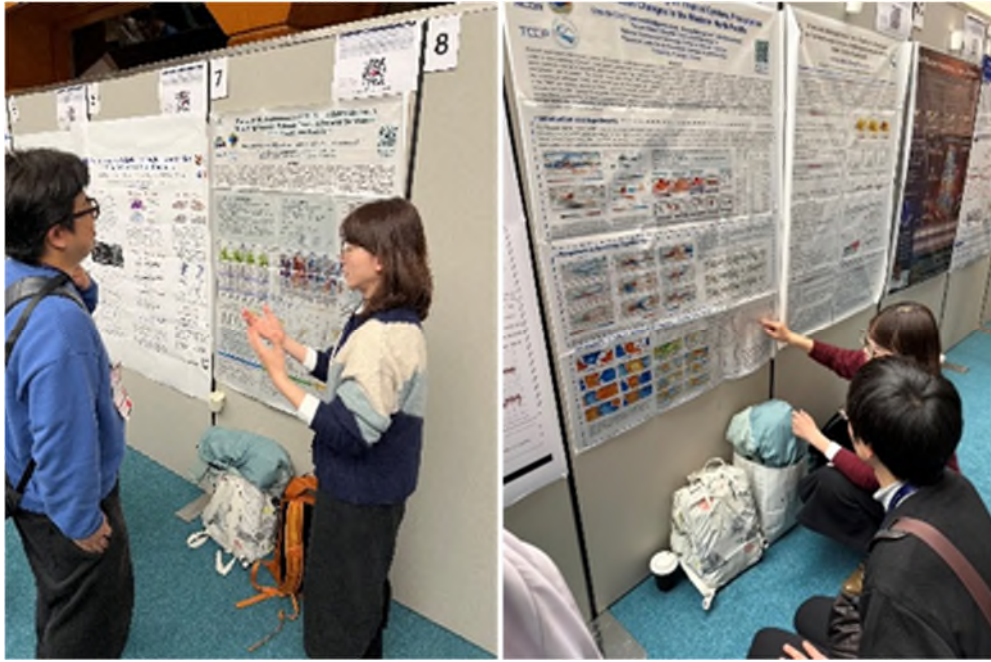


圖 8 陳昭安海報發表

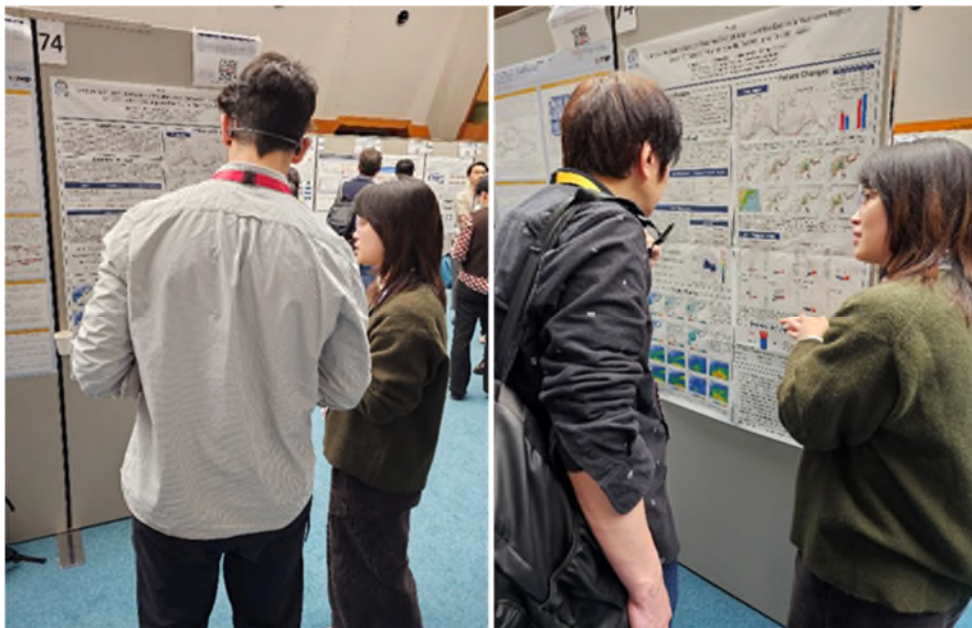


圖 9 趙品諭海報發表

3. 先端會議重點摘要

3.1 高解析度全球模式與區域模式系集模擬

日本的氣候變遷研究長期使用 MRI-AGCM 進行大量系集模擬 (d4PDF)，本次先端會議延續去年 5 月於筑波之雙邊計畫交流成果，



更新先端計畫於新版 d4PDF_v2 大量系集模擬的最新研發進度。

新版模式納入海氣耦合交互作用，提升東亞氣候模擬表現；高解析度區域海洋模擬可更細緻解析黑潮，並有助於探討海洋熱浪、海洋酸化及極端事件等區域氣候與海洋議題；系集模擬實驗設計可評估海溫變異性、氣候內部變異及年代際變化於暖化情境下所帶來的不確定性。本模擬實驗為日本當地的氣候變遷調適應用，投入更多高解析度動力降尺度(NHRCM)的系集模擬。除了全球模式，區域動力降尺度大氣與海洋模式之多種解析度資料，包含涵蓋臺灣區域之 20 公里、5 公里、2 公里區域模式，以及 10 公里與 2 公里海洋模式模擬。此外，新版 1 公里 NHRCM 模式亦持續朝向天氣預報模式發展，顯示高解析度氣候與天氣整合模擬技術的持續推進。

本次會議介紹 TCCIP 海洋團隊資料產製與漁業領域應用成果，展示國海院與臺大海研所發展之海洋歷史模擬與未來氣候推估資料，以及水試所協助進行資料測試與應用，評估氣候變遷對海洋漁業的潛在衝擊。同時，也分享 TCCIP 網頁 ARK (Adaptation Resources Kit) 互動圖台，展示不同漁種之氣候衝擊評估成果。交流過程中，與會者針對海洋模擬資料的優化方向與氣候機制分析進行討論，相關建議將作為後續計畫滾動調整與資料發展的重要參考，同時也與日本先端計畫海洋模擬團隊交流暖化下黑潮變化的可能機制與相關科學議題。會議交流相關討論與建議，也已於會後轉達給海洋資料產製團隊。

3.2 東南亞區域動力降尺度 (CORDEX-SEA)

Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX) 為 World Climate Research Programme (WCRP) 的一項計畫，透過一系列實驗評估區域氣候模式的表現，並以產製區域氣候推估資料為目標。相較於東亞區域降尺度 (CORDEX-EA)，東南亞區域的模擬則顯示出更多的跨區域合作，除了 CMIP6 區域氣候模擬資料到位，地區

性的極端氣候以及相關現象分析，都呈現出更多整合成果(圖 10)。雖然東南亞地區無論空間密度或時間長度，還是屬於氣候觀測資料不足區域。由於近年來衛星觀測累積許多觀測資料，加以 CORDEX-SEA 的 25km 解析度資料，各國都可以依此組資料為基底，發展自有特色更高解析度的資料應用，包含使用 WRF 進行都市 500m 解析度模擬或統計降尺度，可提供氣候變遷下極端氣候的調適應用。

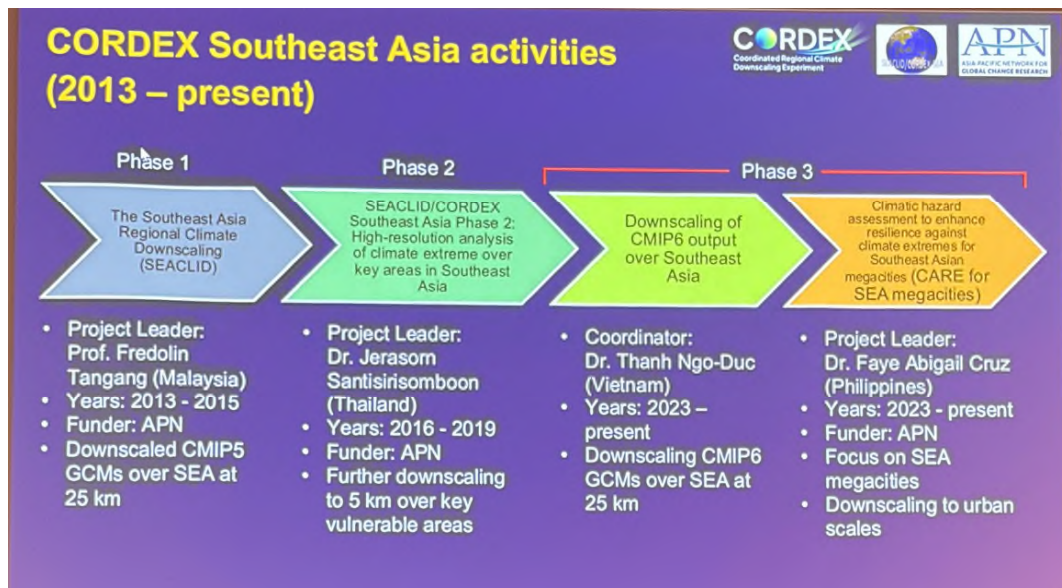


圖 10 CORDEX-SEA 各時期發展概述

3.3 極端事件與衝擊評估

極端事件主題探討近年全球高溫與極端降雨事件之成因，並透過事件歸因方法分析人為氣候變遷與自然變異之影響，顯示氣候變遷已對部分極端事件之發生機率與強度產生影響。進一步而言，研究亦關注複合型災害(compounding hazards)之議題，例如熱帶泥炭地區中洪水與野火之交互作用，指出在降雨季節變化、土地利用及水文條件影響下，兩者可能呈現循環或交替發生之現象。整體而言，上述研究顯示極端事件不僅受單一氣候因子影響，亦涉及多重氣候與環境條件之交互作用，凸顯複合災害於氣候風險評估中的重要性。

先端計畫於 2025 年成立極端事件歸因中心 (圖 11) 致力於評估

人為氣候變遷與自然氣候變異對極端天氣事件的影響，研究對象包含高溫、豪雨、乾旱及颱風等極端事件。其目標為透過科學方法，量化全球暖化對極端事件發生機率與強度變化的影響，進一步辨識人為暖化在特定事件中的可能貢獻，並期望在極端事件發生後，能於短時間內提供具科學基礎的分析結果，提升社會大眾對極端氣候與全球暖化關係的認識，促進科學資訊與政策實務之間的連結。

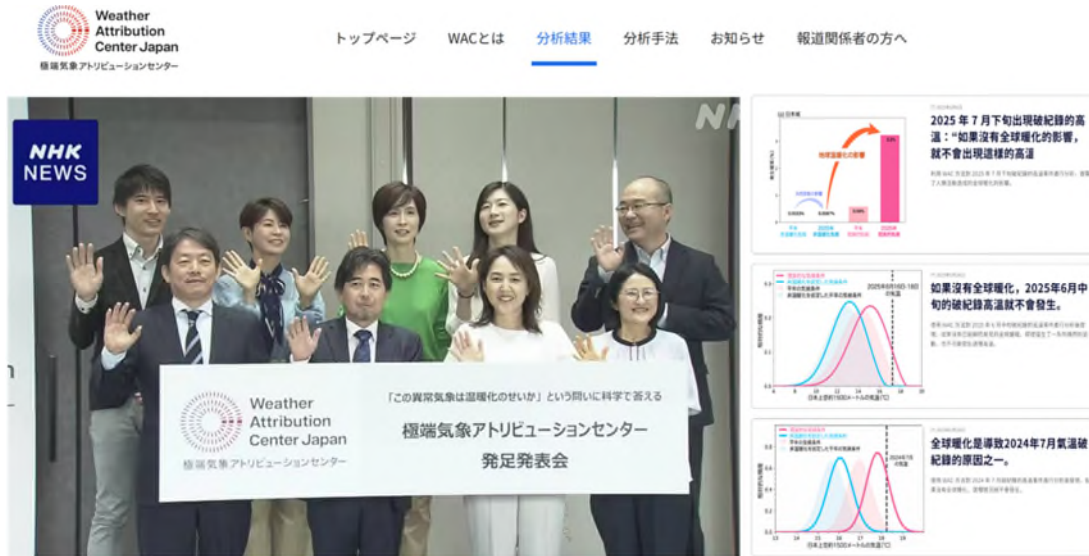


圖 11 極端事件歸因中心

在衝擊評估方面，議題涵蓋農業、水資源與都市災害，強調氣候變遷對人類活動與社會系統之影響，並指出透過整合人口與土地利用等社經資料，可強化風險評估，並作為調適規劃與決策之參考。其中，農業相關研究指出，不規則降雨與極端降雨事件增加，可能改變降雨時序與季節分布，進而干擾作物生長週期，並伴隨乾旱與濕熱事件之變化，對農業生產與風險管理構成潛在挑戰，亦強調在地知識(local knowledge)於氣候風險評估中的重要性，指出氣候與天氣經驗往往透過世代傳承累積，農民對氣候變化具備高感知能力，未來可透過將在地經驗與科學資料整合，提升風險評估與調適策略之適用性與可行性。

在衝擊應用主題議程，紀佳法助理研究員分享臺灣近年在氣候變遷調適應用方面之法規架構以及相關政策對國家調適行動計畫之規

範與實務推動現況，並介紹國家災害防救科技中心 (NCDR) 透過與環境部的雙邊合作協議，如何整合科研成果協助各級政府落實氣候風險評估與調適規劃工作。

在資料應用方面，相關研究介紹未來人口空間分布之推估方法，包含機器學習、空間統計模型及重力模型等，並比較不同方法在空間分布合理性與限制條件上的差異。其中，FuturePop 資料已發布於 WorldPop Data Hub，提供結合 SSP 情境之高解析度人口空間分布資料，可作為氣候變遷研究之參考資料來源之一。會議期間與 FuturePop 相關研究人員交流(圖 12)，討論其資料於氣候風險評估中之應用情形，並進一步探討其作為調適模擬器暴露度指標資料之應用潛力。整體而言，人口空間資料具作為暴露度分析之應用潛力，未來可先以測試與評估方式，逐步檢視其於氣候風險評估與調適應用之可行性。

綜整上述內容，相關研究顯示氣候風險具跨因子交互影響特性，凸顯於風險評估中納入氣候、環境與社經資料整合分析之重要性，並可作為未來計畫在提升資料整合能力、強化風險評估精度及發展調適應用工具等方面之參考方向。



圖 12 FuturePop 資料應用與交流

3.4 雙邊計畫交流會議

先端會議結束後，TCCIP 與先端計畫團隊另行安排會議，交流雙邊計畫執行進展與未來資料合作規劃。先端計畫執行之 d4PDF_V2 系集模擬，其資料涵蓋全球與區域模式多種解析度，並且範圍涵蓋臺灣

區域，對於臺灣進行氣候變遷分析與衝擊評估之應用，可提供大量且空間細緻之數據進行研究分析、衝擊領域模擬與不確定性評估。預計新版 d4PDF_V2 資料完成後將可提供 TCCIP 取得並應用於相關研究。



圖 13 TCCIP 與先端計畫雙邊交流會議

4. CMIP 會議重點摘要

歷次 IPCC 評估報告以來，CMIP 持續推動氣候模式發展，提供氣候分析研究數據與更新推估資訊，是氣候模式發展與比對的重要平台。預計下一階段 CMIP7 將於 2027 年夏季釋出，並於 2028 年夏季發布 IPCC 第七次評估報告。本次會議議題涵蓋歷史氣候長期訊號、現有對氣候變遷之理解，以及模式表現評估與人為作用在極端事件扮演的角色，到氣候系統反應回饋機制。其中特別著重於海表溫度與天氣型態變化、水循環與碳循環耦合系統、氣候臨界點、氣候推估不確定性等，以及氣候資料應用與評估等專題。

4.1 CMIP7 暖化情境設定

IPCC 評估報告所使用的氣候情境設計，隨 CMIP 發展逐步演進。

接下來的 CMIP7 排放情境設計，考慮社會發展與政策相關的各種可能性，涵蓋範圍從高排放到符合巴黎協定的極低排放路徑，並簡化情境名稱為高(H)、中(M)、低(L)排放類別(圖 14)。此外，本次 CMIP7 納入氣候可逆性概念，新增先超載再碳移除(overshoot) 情境軌跡，將有助於探討二氧化碳濃度降低後，氣候系統是否還能恢復原本氣候狀態，提供淨零與負排放相關議題的科學數據。

ScenarioMIP CMIP7 scenario set

Scenarios	SSP	Story	OS/CDR	Marker model
High (H)	SSP3	Highest emission	—	GCAM
High-to-Low (HL)	SSP5	No action; reversal around 2060		WITCH
Medium (M)	SSP2	Current policy	—	IMAGE
Medium-to-Low (ML)	SSP2	Current policy + reversal around 2050		COFFEE
Low (L)	SSP2	2 C	Low	MESSAGEix-G.
Low-to-Negative (LN)	SSP2	1.5 C with high overshoot	High	AIM
Very Low (VL)	SSP1	1.5C with low overshoot + sustainability	Low	REMIND-MAgPIE

- High: As high as plausible
- Three low scenarios: L, LN, VL
- Overshoot scenario: LN
- Medium: the world where current policies take us, not most likely, not best estimate.

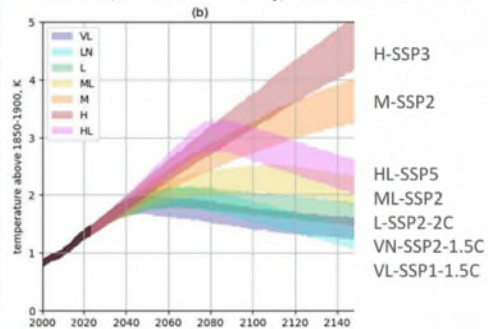


圖 14 CMIP7 暖化情境設定

4.2 CMIP7 多模式比較實驗

下一階段 CMIP7 根據比對實驗目的可分為三類: 1) 基礎情境模擬包括工業革命以來的歷史氣候模擬與未來排放情境推估，建立一致的氣候背景資訊與未來推估比對，提供 IPCC 評估報告與相關衝擊評估; 2) 機制研究與歸因方面，透過不同外部或內部氣候作用規劃多模式比對，例如氣膠、土地利用等，拓展對氣候變化影響因素與不確定性的理解; 3) 專題與區域過程類別，利用高解析度模式比對、區域氣候、氣候臨界點、碳移除、野火與漁業等議題，探討極端事件、氣候衝擊與碳循環等影響。

4.3 CORDEX 區域降尺度

CMIP 會議更新 CORDEX 最新發展近況，包括回應 IPCC AR6 的成果發布、AR7 的模擬規劃，以及與公里尺度模式社群的合作。其中針對提供 IPCC AR7 WGI 的 Assessment Fast Track (AFT) 與 Rapid Evaluation Framework (REF)，CORDEX 已啟動相關模擬，並以高排放情境優先模擬，包含濃度驅動與排放驅動的模擬，且強調模式社群使用 High-to-Low (HL) 情境，以回應 IPCC AR7 中定義的超出情境 (overshoot) 概念。本次 CMIP 會議也透過工作坊方式，讓模式資料使用者討論分析應用上的困境與需求。工作坊依照不同地區進行分組討論，並針對各區域中主要天氣系統的模式表現及需求進行探討，以提供模式開發者模擬上或建立資料文件上建議。

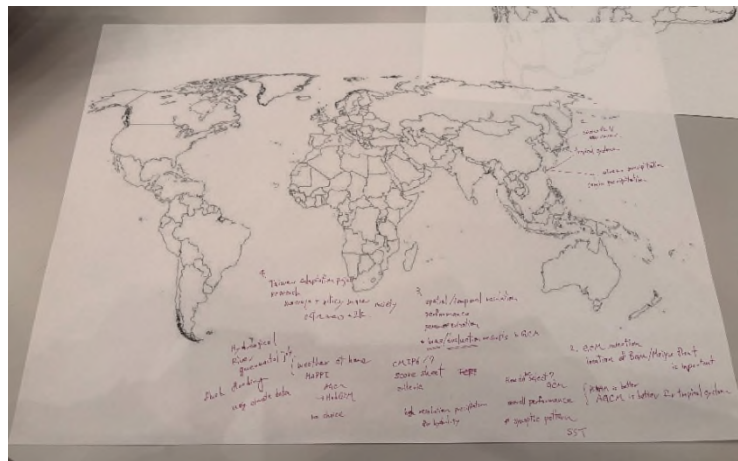


圖 15 CORDEX 工作坊分組討論東亞小組討論筆記

4.4 極端氣候事件

在極端事件主題議程，本次會議發表計畫成果，透過比較氣候模式 TaiESM1 與區域動力降尺度 TaiESM1-WRF 中極端降水事件的特性差異，了解區域動力降尺度資料在東亞季風區極端降水模擬的重要性以及模式與觀測結果間的偏差。海報發表期間，來自英國、德國、日本與美國學者，也針對極端降水事件在時間與空間上的分布變化進行探討，例如針對更小時間尺度的分析結果、空間分布變化的可能原



因，以及模式偏差的影響程度等提供建議，讓此研究後續有更完整且深入的探討。

極端氣候事件不只是本次工作坊的主要議程之一，各項議程也廣泛納入極端事件的研究探討。例如在 GPEX 的工作坊中，探討了氣候模式中降水變數的不確定性如何影響極端降水分析結果，也強調了全球南方、小島嶼國家等觀測降水資料的缺失在評估模式偏差時的問題，進而影響極端降水趨勢的可信賴度。這些問題皆回應到應用端急需準確極端降水推估的需求，但在模式開發端仍具挑戰性，因此分析時需要更留意應用端的需求來作出合適的資料選擇。

由於極端事件在氣候的自然變異下，其變化難以歸因於人為貢獻，因此在模式社群中發展了以大量模式系集分析極端事件歸因的子計畫。另外，極端事件的分析結果在應用端受到高度關注，因此凸顯了高時空解析度的資料需求，以及建立氣候模式資料從上游產製至下游衝擊分析的系統性方法論。

4.5 海洋、漁業應用與其他會議交流重點

本次會議發表之海洋氣候模擬與漁業應用成果，與會者針對海洋模式偏差修正、漁獲模式應用與驗證等議題交換意見。會中亦與 FishMIP 團隊建立初步交流，後續將結合海洋大學與水試所團隊，進一步交流漁業衝擊評估與模式應用經驗，作為未來國際合作與應用發展參考。FishMIP (Fisheries and Marine Ecosystem Model Intercomparison Project) 為國際海洋漁業與生態模式比較計畫，主要透過整合全球與區域海洋生態模式，評估氣候變遷對海洋生物量、漁業資源與海洋生態系的影響。其研究涵蓋魚類生物量、食物鏈結構及漁業捕撈潛力變化，並使用 CMIP 地球系統模式資料與不同漁業壓力情境進行分析。

在 TReAD 歷史資料重建之海報成果發表，與會交流內容涵蓋歷

史極端事件表現、長期趨勢分析以及未來資料更新方向。相關成果除已發表於中心技術報告外，亦已投稿至 ESSD 國際期刊，後續將持續推動歷史風速等變遷分析工作。另針對 ERA6 更新後 TReAD 發展，以及高解析度區域再分析資料規劃進行討論，參考日本高解析度再分析資料發展經驗，作為未來資料產製與研究方向參考。

雖然人為氣候變遷訊號已逐漸從觀測資料中的自然變異背景中顯現，但氣候與地球系統模式在重現歷史觀測趨勢方面仍存在不少挑戰，特別是在臺灣、東亞與西北太平洋等區域尺度議題上。例如，人為氣膠可能透過改變北半球大尺度環流，進一步影響西北太平洋夏季風暴路徑與氣旋活動的區域性趨勢；此外，多數地球系統模式對熱帶太平洋海溫梯度的模擬亦與觀測存在明顯差異，可能進一步影響與聖嬰現象相關的區域氣候模擬與未來推估結果。

5. 出國效益及後續建議

本次參與先端會議，除了持續維繫雙邊計畫交流合作，同時藉此更新氣候科學研究之最新發展趨勢，包含高解析度氣候模擬、極端事件分析、複合型災害及衝擊評估等議題。透過與國際學者交流，瞭解氣候變遷對農業、水資源及社會系統之影響機制，並獲得人口空間資料(如 FuturePop)於暴露度分析之應用資訊，強化氣候風險評估之跨領域整合概念。此行會議中亦了解在地知識於氣候調適之重要性，顯示未來風險評估除科學資料外，仍需納入地方經驗，以提升分析結果之適用性與決策參考價值。整體而言，本次參與有助於拓展國際視野，並提升計畫於高解析度資料、氣候風險評估與調適應用之規劃能力。

此外，本次透過 CMIP 會議與各國頂尖氣候科學學者齊聚，追蹤氣候模式與相關研究最新進展，對於臺灣氣候模式的模擬及應用社群非常重要。TCCIP 提供區域降尺度資料以及氣候變遷科學分析結果於臺灣產官學使用，因此了解國際主要科學研討題目，並對齊模式模擬



設定不只提供臺灣科研社群研究視野，更是與國際接軌的基礎。

本次與會成員就先端會議與 CMIP 會議掌握之資訊，提出以下幾點建議：

- 以現在 TCCIP 單一模式的動力降尺度操作模式，對於未來推估缺乏模式不確定性資訊。未來在日方提供之系集模擬資料交換與成果交流，無論是資料產製、分析與應用面將可以有效提升可信度，同時解決外界對動力降尺度推估結果的疑慮。
- 強化資料整合應用：整合氣候、環境及社經資料(如人口、土地利用)，提升風險評估之完整性與精度，可嘗試評估導入高解析度人口資料(如 FuturePop)於暴露度分析之可行性。
- 深化複合型災害分析能力：參考國際研究，發展計畫之各領域等複合型災害之分析方法，納入跨因子交互影響機制，以提升風險評估之真實性。
- 發展調適應用與決策工具：結合風險評估成果，持續發展具情境分析與決策支援功能之調適工具(如風險與調適模擬工具)，強化實務應用價值。
- 納入在地知識與經驗：建立在地知識蒐集與應用機制，以農業為例，結合地方經驗，提升調適策略之可行性與落地性。
- 全球氣候模式與區域降尺度的發展與 TCCIP 的工作高度重疊，建議 WCRP 與 CMIP 社群的研討會議積極參加，並鼓勵長期深度參與各項模式比較計畫。



附錄：投稿摘要 (鄭兆尊)

Dynamical Downscaling of CMIP6 Climate projection for Taiwan

Chao-Tzuen Cheng

(National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR), Taiwan)

Dynamical downscaling is essential to retrieve high resolution local climate information from global climate projection of different anthropogenic warming scenarios. Two sets of global climate projection data, the CMIP6 TaiESM1 with 1-degree resolution and the HiRAM with 0.25-degree resolution, were downscaled in Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform (TCCIP) in order to provide climate change data service for Taiwan. TaiESM1 can provide projection data from 1980-2100 with wide spread emission scenarios from SSP1-2.6, 2-4.5, 3-7.0, and 5-8.5, but it underestimated the genesis of tropical cyclones of northwest Pacific a lot, therefore 16-member ensemble of HiRAM was used to provide the projection data of thousands tropical cyclones affecting Taiwan. Through examining the future changes in temperature and precipitation of Taiwan area of all CMIP6 multi-model ensemble, the results of TaiESM1 all fall within the $\pm 33\%$ likelihood range. Although the area-averaged results of the dynamical and statistical downscaling data of TaiESM1 are comparable, the former show more regional variation than the latter and was able to provide more spatial and temporal details. Regarding to the projection of tropical cyclones affecting Taiwan simulated by HiRAM, decreases in frequency and increases in intensity were found. Although the results are similar to what we found in earlier study, this ensemble data contains thousands of tropical cyclones can help to reduce the uncertainty of extreme event projection.



附錄：投稿摘要（童裕翔）

Evolution of Regional Heatwave Circulation Characteristics in Taiwan Under Warming Scenarios: An Event-Based Analysis

Yu-Shiang Tung

(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan)

Numerous studies have evaluated heatwaves using either historical or projected data; however, most rely on heatwave indices, while only a few assess heatwaves as complete events from onset to withdraw. An event-based approach is essential for identifying the atmospheric circulation patterns associated with these phenomena. At regional spatial scales (e.g., Township Levels, Urban Scales), understanding these circulation features can enhance forecast reliability, mitigate disaster impacts, and facilitate the formulation of climate change adaptation strategies. This study utilizes high-resolution dynamical downscaled data from Taiwan Climate Change projection and adaptation Information Platform (TCCIP), employing machine learning to detect individual heatwave events and clustering analysis to categorize consistent circulation characteristics. Furthermore, we evaluate how these circulation features of heatwave events change under various global warming levels.



附錄：投稿摘要(劉星妤)

Climate Change Adaptation Platform: Development & Services

LIU XING YU

(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan)

As the impacts of climate change continue to intensify, transforming climate risk assessment results into adaptation-related information to inform decision-making has become a prominent issue in climate governance. In the past, climate change information has primarily focused on risk identification and was not flexible enough to support users of diverse professional background in the evaluation and planning phase of adaptation.

This study aims to establish an “Adaptation Application” section centered on theoretical adaptation framework on the Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform (TCCIP). This application section is designed in accordance with the Climate Change Adaptation Assessment Guidelines issued by the Ministry of Environment (MOENV) in Taiwan by offering a clear and systematic processes of risk identification, impact analysis, and adaptation assessment. The section interface consists of modules including a risk identification map and an adaptation simulator. The risk identification interface integrates hazard and impact indicators related to climate change, providing query functions for different scenarios and indicators to facilitate understanding of spatial risk distribution and variation. The adaptation simulator applies quantitative simulation methods to calculate sector-specific risk indicators and illustrates differences in risk conditions before and after adaptation interventions, thereby supporting adaptation assessment and planning analysis.

Through understanding the adaptation framework and establishing its supporting tools, this study seeks to enhance the interpretability and applicability of climate risk information. It then allows scientists to better assist users in incorporating risk assessment results into adaptation planning and cross-sectoral discussions.



附錄：投稿摘要(紀佳法)

Climate Change Risk Assessment and Implementation: Collaboration

Agreement with the Taiwan Ministry of Environment

Chia-Fa Chi

(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan)

Taiwan Legislative Yuan passed the amendment renaming the “Greenhouse Gas Reduction and Management Act” to the “Climate Change Response Act” in 2023. The amendment added an “Adaptation Chapter”, aligning Taiwan climate governance with international trends and highlighting the growing importance of adaptation efforts. Furthermore, The Ministry of Environment officially announced the ‘Operational Guidelines for Climate Change Risk Assessment (OGCCRA)’ on July 16, 2025. The OGCCRA is based on the “Climate Change Adaptation Framework” developed under the Taiwan Climate Change Projection and Adaptation Knowledge Platform Project (TCCIP). Following OGCCRA release, the fourth phase of Central Climate Change Adaptation Action Plans and Local Adaptation Implementation Plans will be developed in accordance with the OGCCRA for the first time. The National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) through a bilateral cooperation agreement with the Ministry of Environment, continues to assist governments at all levels in aligning with the guidelines for climate risk assessment and adaptation planning. In this meeting, we will share Taiwan’s preparations for implementing policies and the key operational concepts following the OGCCRA announcement.



附錄：投稿摘要(趙品諭)

Event-Based Assessment of Extreme Precipitation over the East Asian Monsoon

Region under 2°C and 3°C Warming with TaiESM1 and TaiESM-WRF

Pin-Yu Chao¹, Chao-Tzuen Cheng¹, Shih-How Lo², Cheng-Ta Chen³

¹National Science and Technology Center for Disaster Reduction

²Academia Sinica

³National Taiwan Normal University

The East Asia monsoon region frequently experiences extreme precipitation driven by tropical cyclones, frontal systems, and monsoon activity, often causing floods and landslides. Rather than relying solely on extreme indices, event-based analysis can provide additional spatiotemporal insights for risk assessment and adaptation planning in the region. We compare extreme precipitation events from the climate projection of TaiESM1 and downscaled TaiESM1, TaiESM1-WRF, with observations and evaluate future projections under global warming. Extreme precipitation events are identified using the depth-first search algorithm with the 99.9th percentile as the extreme threshold. The detected extreme events usually cover a certain extent in time and space with large impact.

Both models project a significant increase in event frequency under 2°C and 3°C warming, with changes much larger than model biases. The largest increases occur from May to August, when model performance is generally better than in autumn and winter. In terms of the spatial distribution, event hotspots in TaiESM1-WRF and observations align closely with topography, whereas TaiESM1 shows a more widespread and inland distribution. Furthermore, changes in event magnitude are analyzed by quantifying the affecting area, duration, and mean rainfall intensity. Results indicate that TaiESM1 tends to simulate shorter, and weaker events with larger area, while TaiESM1-WRF shares more similarities with observations due to its smaller model bias. Overall, these results highlight the importance of using high-resolution, dynamically downscaled, and event-based methods to evaluate extreme precipitation changes.



附錄：投稿摘要(陳昭安)

Evaluating the Performance of CMIP6 and CMIP5 Models in Simulating Seasonal Extreme Precipitation over the Western North Pacific and East Asia

Chao-An Chen¹, Huang-Hsiung Hsu², and Hsin-Chien Liang²

¹National Science and Technology Center for Disaster Reduction

²Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

The performance of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 models (CMIP6) in simulating the seasonal evolution and extreme precipitation indices in the western North Pacific and East Asia region (WNP-EA) is evaluated and compared with the results from Phase 5 (CMIP5). CMIP6 models better capture the seasonal northward migration of the rain band from spring to summer and simulate more intense precipitation, leading to higher skill score for the CMIP6 ensemble than for CMIP5. Compared with observations, the simple daily intensity (SDII), total rainfall occurrence (Totfq), and consecutive dry days (CDD) obtain higher spatial-pattern skill scores than extreme precipitation intensity (R99p). The CMIP6 ensemble mostly gains higher skill scores for extreme precipitation indices in the wet season, though improvements are limited during spring and fall. The probability distributions for maximum 1-day precipitation (RX1day), maximum 5-day precipitation (RX5day), and R99p in CMIP6 models demonstrate a more realistic shape and stronger intensity, indicating the improvement over CMIP5. However, the biased distributions remain, with overestimated (underestimated) occurrence for lighter (heavier) SDII and shorter (longer) duration CDD cases. The higher spatial-pattern skill scores for SDII, Totfq, and CDD are likely due to the offsetting effects between the aforementioned biases, implying further improvements are needed for correcting the deficiency in simulating the precipitation occurrence.



附錄：投稿摘要(陳昭安)

**Local and Remote SST Warming on Tropical Cyclone, Precipitation and
Circulation Changes in the Western North Pacific**

Chao-An Chen¹, Huang-Hsiung Hsu², Hsin-Chien Liang²,
Yu-Len Chen², Ping-Gin Chiu³, and Chia-Ying Tu²

¹National Science and Technology Center for Disaster Reduction

²Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

³University of Bergen, Norway

Rainfall associated with tropical cyclone (TC) activity contributes considerably to the wet season precipitation in the western North Pacific (WNP). In high-resolution AGCM simulations under a future warming scenario, a decreased precipitation and weakened TC activity, as well as enhanced anticyclonic circulation are projected in the WNP summer season. This study conducts a series of sensitivity experiments using a high-resolution AGCM to explore how local and remote SST warming under a warmer climate may affect the WNP TC activity, precipitation, and circulation. The results reveal that various SST warming patterns (e.g., in the global SST warming pattern, the tropical ocean belt, the Indian Ocean, tropical Atlantic, the subtropical northeast Pacific) and the increase of greenhouse gas concentration tend to weaken the TC activity, precipitation and monsoonal circulation. By contrast, SST warming in the WNP and eastern equatorial Pacific have opposite and mixed effects, respectively, and tend to weakly offset the dominant influences of remote ocean warming. These results indicate that the WNP, being the epicenter of the global teleconnection of divergent and rotational flow, is susceptible to the influence of SST warming in remote ocean basins. The remote forcing as projected in future scenarios would overwhelm the enhancing effect of local SST warming and weaken the circulation, convection, and TC activity in the WNP. These findings further the understanding of how the decreased TC activity, precipitation and enhanced subtropical high in the WNP may be easily triggered by remote SST warming as revealed in the AMIP-type simulations.



附錄：投稿摘要（周至中）

TReAD: 40-year Taiwan Reanalysis Downscaling Dataset at 2 km

Chao-Tzuen Cheng¹, Chihchung Chou¹, Ping-Yi Lin¹, Huang-Hsiung Hsu², Yung-Ming Chen¹,
Yu-Shiang Tung¹

¹ National Science and Technology Center for Disaster Reduction, Taiwan.

² Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, Taiwan

Abstract

There has been an increasing demand to reconstruct long-term gridded ECVs for climate-change impact and application studies, especially for the regions with highly complex topography like Taiwan. Furthermore, the need for climatic variables like wind speed, relative humidity, etc has been rapidly increasing for diverse application research mainly because sparsely distributed station-based observation data cannot fulfill the requirement. This paper introduces the Taiwan Reanalysis Downscaling data (TReAD) that re-forecasts a range of ECVs with 2-km resolution for Taiwan from 1980 to 2019. Based on the ECMWF's ERA5, TReAD was generated by dynamically downscaling simulations using the WRF model. Overall, TReAD shows a comparable long-term trend seen in the ground-based observation data while biases can still be seen mostly in mountainous regions. Moreover, the ranking of the six ECVs in terms of overall performance is atmospheric pressure, temperature, relative humidity, shortwave radiation, wind velocity and precipitation. As for reproducing extreme weather events such as typhoons, TReAD reasonably captured the temporal and spatial variability of precipitation observed for Morakot in 2009. To our knowledge, TReAD is the first high-resolution long-term historical climate reconstruction for Taiwan and has been applied in climate-related studies. For instance, TReAD has been found to be a valuable (higher weights) data source particularly in gauge-scarce areas when developing a multi-source precipitation product in the hydroclimatic field. What's more, the impact of typhoons on cloud forests has been assessed by using TReAD's wind velocity that could not be achieved using gauge-based observation data alone.



附錄：投稿摘要 (周至中)

Ocean Climate Change Simulation and Fishery Application in Taiwan

Yu-Heng Tseng², Yi-Chun Kuo², Pei-Hung Chen³, Chien-Pang Chin⁴, Chao-Tzuen Cheng¹, Hung-Yi Wu³, Jian-Ming Liao³, Ke-Yang Chang⁴, Chih-Hsien Chang⁴, Shih-Chang Chuang⁴, Yen-Wei Li¹, Hsiao-Wei Liu¹, Chao-An Chen¹, Yu-Shiang Tung¹, Chihchung Chou¹, Hsin-Chi Li¹, Yung-Ming Chen¹, Huang-Hsiung Hsu⁵

¹ National Science and Technology Center for Disaster Reduction, New Taipei City, Taiwan

² Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

³ Marine Industry and Engineering Research Center, National Academy of Marine Research, Kaohsiung, Taiwan

⁴ Fisheries Research Institute, Ministry of Agriculture, Keelung, Taiwan

⁵ Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, Taipei, Taiwan

Abstract

Climate change threatens Taiwan's marine ecosystems and fisheries, yet the coarse spatial resolution of global ocean datasets constrains localized impact assessments. To overcome this, the Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform Project (TCCIP) developed high-resolution (4–9 km) ocean climate projections for 1980–2080 through collaboration between academic and governmental research institutes. Using CMIP6 TaiESM1 outputs dynamically downscaled with the WRF model to generate local atmospheric forcing, subsequent Regional Ocean Modeling System (ROMS) simulations produced three-dimensional fields of sea temperature, currents, salinity, sea level height, and mixed layer depth. The dataset enables species-specific climate impact assessments, revealing spatial variability in high-temperature days for *Sergia lucens*, a northward shift in *Mugil cephalus* fishing grounds, and seasonal changes in suitable fishing days for *Portunus pelagicus*. Furthermore, 9 km resolution sea level projections could greatly improve coastal inundation risk evaluations. By addressing the long-standing limitation of low-resolution ocean data, this data set provides a robust basis for assessing shifts in fishing grounds, seasons, and ecosystem conditions under climate change. Continued cross-sectoral collaboration will be essential to refine projections, enhance impact models, and support adaptive management for Taiwan's fisheries and coastal communities.