



AR6 動力降尺度 資料生產履歷



2026 年 6 月 15 日

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

AR6 動力降尺度資料生產履歷

1. 資料紀錄

2026.06(上架)

2. 產製目的

上游資料使用中研院環境變遷研究中心參與 IPCC 第六次耦合模式計畫 CMIP6 的 TaiESM1(Taiwan Earth System Model)全球氣候模式推估結果。為提升 TaiESM1 全球氣候推估資料在臺灣地區的應用，因此透過 WRF 區域模式進行動力降尺度(TaiESM-WRF)，以提高氣候推估資料到 3.5 公里的解析度。TaiESM-WRF 動力降尺度資料涵蓋 1980 至 2080 年的連續 100 年長期連續資料，包含歷史及多組 Shared Socioeconomic Pathways(SSP)排放情境的模擬資料，可提供不同暖化路徑下臺灣氣候變遷資訊，並進一步切分全球升溫 1.5°C、2°C、3°C 與 4°C 情境，作為衝擊評估基礎，未來可應用於防災、水資源管理、農業調適、都市規劃及氣候政策制定，提供臺灣未來調適與永續發展的重要科學依據。

3. 資料來源

針對中研院環境變遷研究中心所發展之全球氣候模式(TaiESM1)推估資料進行，未來推估有 4 組 SSP 的模擬資料，包括 SSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP3-7.0 與 SSP5-8.5。TaiESM1 係以 NCAR Community Earth System Model(CESM1.2.2; Hurrell et al., 2013)為基礎，新增多項物理參數化機制，包含深對流、雲微物理及相關大氣過程，進而發展之臺灣地球系統模式(Taiwan Earth System Model, TaiESM1)(Lee et al., 2020)。TaiESM1 整合大氣、海洋、陸地、冰雪及植被等氣候子系統，可模擬各子系統內部複雜的物理與化學過程，亦能描述各系統間之交互作用，具備完整地球系統模擬能力，其全球水平解析度約為 1.25 度。此外，TaiESM1 亦參與國際 Coupled Model Intercomparison Project(CMIP6)耦合模式比對計畫，提供長期歷史模擬與未來氣候推估資料，供全球氣候變遷研究社群使用，並作為 Intergovernmental Panel on Climate Change 第六次評估報告(AR6)之重要科學依據。

4. 產製流程

■ 區域模式模擬

1. 首先採用區域模式 WRF V3.8.1(Skamarock et al., 2008) 針對 Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment 實驗中所定義的東亞區域 <https://cordex.org/domains/region-7-east-asia/> 進行約 25 公里解析度之動力降尺度。側邊界條件使用 TaiESM1 每 6 小時的輸出資料，東亞模擬範圍如圖 1 粗黑線框所示，使用置換南北兩極之 Transverse Mercator Projection 地圖投影方式。模式頂層氣壓設定

為 30 hPa，垂直層數共 35 層，近地層垂直解析度約 100–200 公尺，高層約 400–500 公尺。模式物理參數化設定包括：輻射方案採用 RRTMG、微物理方案採用 Goddard 4-ice、積雲參數化採用 Kain-Fritsch、邊界層方案採用 Yonsei University scheme，地表模式則採用 Noah Land Surface Model 等。為了避免長期模擬導致大尺度環流與上游資料差異太大，模擬過程中使用了對應波長約 10 度的 spectral nudging 來維持大尺度環流的特徵，以維持區域氣候模擬之穩定性。模擬過程中考慮溫室氣體濃度、氣膠濃度以及土地利用(參考 CMIP6 實驗所採用的 LUH2 的土地利用變遷，Hurtt et al, 2020) 的逐年變化。

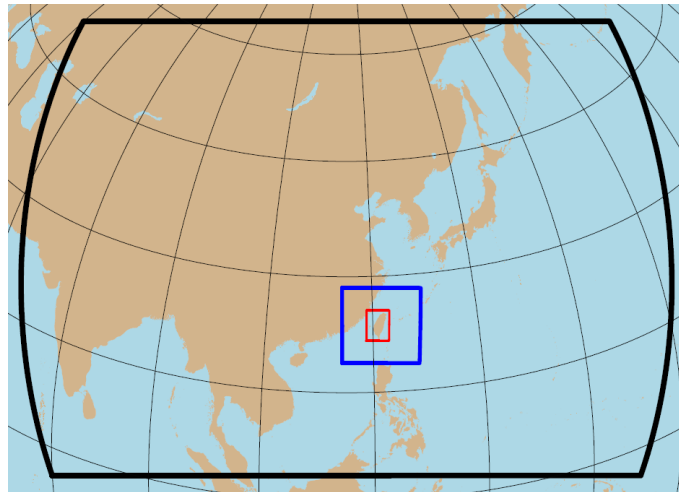


圖 1 黑粗線標示東亞地區降尺度模擬範圍，藍色框線區為臺灣地區降尺度模擬範圍。

2. 臺灣地區 3.5 公里降尺度模擬，是以前述東亞區域降尺度每 3 小時輸出結果作為驅動資料，並利用 WRF 所提供之 nest down 程式產製高解析度模擬所需之初始與邊界條件。繼續使用對應波長約 10 度的 spectral nudging，另因解析度提升至 3.5 公里，模擬過程中無須再啟用積雲參數化。模擬過程中依舊考慮溫室氣體濃度(作用在長波輻射上)與氣膠濃度(作用在短波輻射上) 的逐年變化，土地利用維持不變與現今資料相同。
3. 0.05 度資料是由 3.5 公里的 WRF 原始網格資料透過雙線性內插到 TCCIP 的 0.05 度網格而得之。因地面溫度與氣壓資料與地形高度有很大的關係，由 3.5 公里網格內插到 0.05 度網格因地形高度的不同需要對地面氣溫與氣壓再做過高度修正。將 3.5 公里往個的地形高度經過雙線性內插到 0.05 度網格後，計算其與 TCCIP 0.05 度網格的地形高度差異，再搭配產製 TCCIP 網格化溫度資料所用到的地表溫度隨高度遞減的降溫率(楊與翁 2024)去修正溫度差與氣壓差異。

■ 全球暖化程度

從四組 SSP 取出不同全球暖化程度(Global Warming Level, GWL)至 1.5°C、2°C、3°C 及 4°C 的年份如表 1 所示。

表 1、歷史與未來推估情境於 20 年平均達升溫情境的區間年分

基期	1995-2014			
升溫情境	1.5°C	2°C	3°C	4°C
SSP1-2.6	2018-2037	2031-2050		
SSP2-4.5	2022-2041	2034-2053	2059-2078	
SSP3-7.0	2024-2043	2034-2053	2052-2071	2072-2091
SSP5-8.5	2019-2038	2027-2046	2043-2062	2058-2077

5. 資料不確定性

本資料尚無不確定性分析。

6. 參考文獻

- Lee, W.-L., Wang, Y.-C., Shiu, C.-J., Tsai, I., Tu, C.-Y., Lan, Y.-Y., Chen, J.-P., Pan, H.-L., and Hsu, H.-H.: Taiwan Earth System Model Version 1: description and evaluation of mean state, *Geosci. Model Dev.*, 13, 3887–3904, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-3887-2020>, 2020.
- Hurrell, J. W., Holland, M. M., Gent, P. R., Ghan, S., Kay, J. E., Kushner, P. J., Lamarque, J.-F., Large, W. G., Lawrence, D., Lindsay, K., Lipscomb, W. H., Long, M. C., Mahowald, N., Marsh, D. R., Neale, R. B., Rasch, P., Vavrus, S., Vertenstein, M., Bader, D., Collins, W. D., Hack, J. J., Kiehl, J., and Marshall, S.: The community Earth system model: A framework for collaborative research, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 94, 1319–1360, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00121>, 2013.
- Hurt, G. C., Chini, L., Sahajpal, R., Frolking, S., Bodirsky, B. L., Calvin, K., Doelman, J. C., Fisk, J., Fujimori, S., Klein Goldewijk, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Heinemann, A., Humpenöder, F., Jungclaus, J., Kaplan, J. O., Kennedy, J., Krisztin, T., Lawrence, D., Lawrence, P., Ma, L., Mertz, O., Pongratz, J., Popp, A., Poulter, B., Riahi, K., Shevliakova, E., Stehfest, E., Thornton, P., Tubiello, F. N., van Vuuren, D. P., and Zhang, X.: Harmonization of global land use change and management for the period 850–2100 (LUH2) for CMIP6, *Geosci. Model Dev.*, 13, 5425–5464, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-5425-2020>, 2020.
- Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, M. G. Duda, X.-Y. Huang, W. Wang, and J. G. Powers, 2008: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. *NCAR Tech. Note NCAR/TN-475+STR*, 113 pp.
[doi:10.5065/D68S4MVH](https://doi.org/10.5065/D68S4MVH)
- 楊承道、翁叔平（民 113 年 1 月 12 日）。網格化觀測溫度 V2 版資料生產履歷。取自臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台：
https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/data_profile/20220706114121.pdf

7.發表文章

待發表

8.文件引用

鄭兆尊、劉曉薇、林士堯（民 115 年 6 月 15 日）。AR6 動力降尺度資料生產履歷。取自臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台：
https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/km_publish_data_profile_one.aspx?dp_id=20260513155116