



AR6 TaiESM1 海洋動力降尺度 資料生產履歷



2025 年 8 月 20 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 TaiESM1 海洋動力降尺度資料生產履歷

1. 資料紀錄

2025.08(上架)

2. 產製目的

為了將 TaiESM1 全球氣候模式結果，轉換為能細緻表現臺灣周遭複雜海洋動力過程的高解析度區域海洋資料，以利理解與評估區域氣候變化影響，透過動力降尺度方法，建立高解析度臺灣周遭的三維海洋資料，可提供海洋科學、氣候變遷、漁業資源管理、海岸工程、再生、以及海洋防災等領域的使用者，進行未來海洋環境變化的評估、衝擊研究與決策規劃之使用。

全球暖化程度通常是利用現有的溫室氣體排放情境的氣候模擬資料進行評估，如本資料組即是以 AR6 TaiESM1 資料作為原始資料，但亦有部分國家或大型計畫對特定增溫幅度進行氣候模擬 (如日本 d4PDF 資料，Ishii et al., 2020)。一方面可以簡化複雜的排放情境，避免在氣候情境與時段的抉擇上有所困擾，提供各級決策者及資料應用者以不同暖化溫度 (1.5°C、2°C、3°C、4°C) 作為各階段的氣候變遷評估與研究 (王等人, 2020, 2021)，詳細參考下表 1，年份代表 20 年氣候時段的第 10 年，是 20 年全球平均溫度首次超過各個溫度門檻值的年份，並非指單一年份溫度達標。空白表示該模式模擬的全球平均溫度相較於工業革命前 1850-1900 年的增溫未達到該門檻值。

表 1、TaiESM1 全球暖化程度(GWLs)時間表

模式名稱	情境	1.5°C	2°C	3°C	4°C
TaiESM1	SSP2-4.5	2031	2043	2068	
	SSP5-8.5	2028	2036	2052	2067

3. 資料來源

- 氣候模式資料

使用 TCCIP 計畫所產製的 TaiESM1 海洋月資料與 TaiESM1-WRF 日資料。TaiESM1 海洋變數包含三維海洋流速、溫度、鹽度、海平面高度，空間解析度為 100 公里。TaiESM1-WRF 變數包含 10 米的風速分量、2 米高的氣溫 (T2) 與比濕 (q2)、平均海平面氣壓、降水量，以及短波與長波輻射通量，空間解析度為 25 公里。降尺度模式範圍為 96°E-156°E, 5°N-49°N，參考歷史基期時段為 1985-2014 年，推估時段為 2015~2074 年，情境挑選 SSP2-4.5 和 SSP5-8.5 兩組情境 (詳見表 2)，

表 2、模式資料列表

模式名稱	情境	時間長度	時間解析度	變數
TaiESM1	歷史基期	1985-2014	月	三維海洋流速、 溫度、 鹽度、 海平面高度
	SSP2-4.5	2015-2074		
	SSP5-8.5			
TaiESM1-WRF	歷史基期	1985-2014	日	10 米的風速分量、 2 米高的氣溫與比濕、 平均海平面氣壓、 降水量、 短波與長波輻射通量
	SSP2-4.5	2015-2074		
	SSP5-8.5			

4. 產製流程

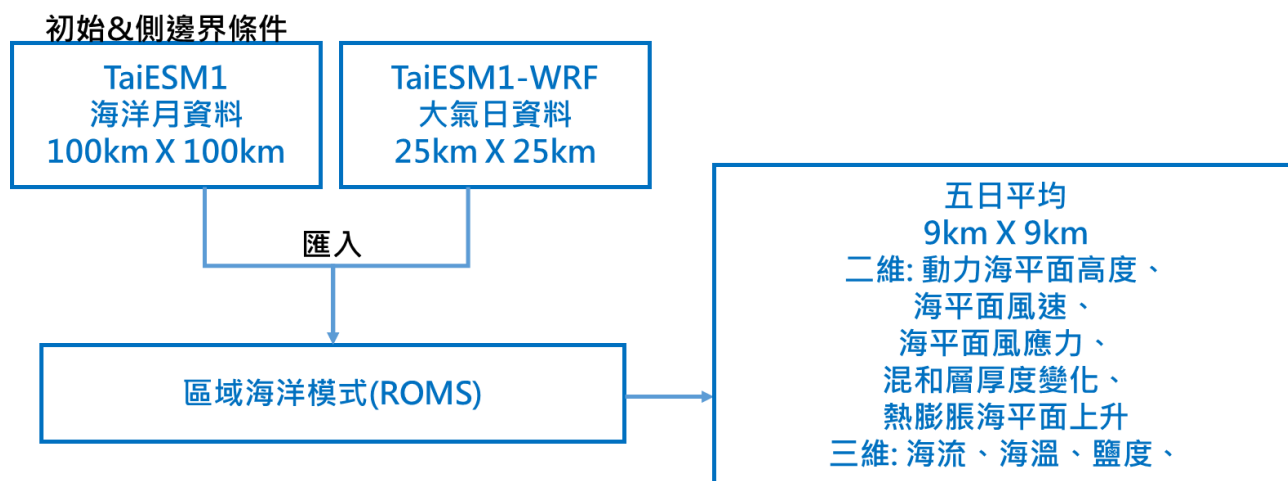


圖 1、AR6 TaiESM1 海洋動力降尺度資料產製流程圖

- 文字敘述：

步驟一、

將 TaiESM1 全球海洋月資料切出西太平洋地區(96°E-156°E, 5°N -49°N)，作為 Regional Ocean Modeling System (ROMS)初始與側邊界場，同時將 TaiESM1-WRF 的輸出換算出大氣場驅動海洋的熱通量與動量通量。模擬由 1983 年的資料開始進行模式暖機(spin up)兩年，資料產製從 1985 年開始至 2074 年。

步驟二、

ROMS 動力降尺度資料輸出後，將三維的海流與海水溫度鹽度進行垂直網格內插至臺灣周遭海域(20°N -30°N, 118°E -127°N)，自水面至 200 米深，每 5 米一筆資料。二維資料包含

海面風速、風應力、動力海平面高度以及混和層厚度變化（使用定義請參考 de Boyer Montégut et al., 2004）。此外，也進行熱膨脹修正得到熱膨脹海平面上升（thermosteric sea level rise）（詳細方法請參考 Chen et al. 2014）。

5. 資料不確定性

本資料誤差來源包含：

- 來自上游 TaiESM1 系統性偏差包含內在變率（ENSO、PDO、MJO、颱風年代際變化）以及情境不確定性
- ROMS 沒有放置潮汐分潮，可能缺乏內波能量的貢獻所造成誤差。
- 大氣熱通量與動量通量計算法參數化所造成的偏差。
- 網格與地形解析度所引起的偏差。

6. 參考文獻

Chen, C. L., Zuo, J. C., Chen, M. X., Gao, Z. G., & Shum, C. K. (2014). Sea level change under IPCC-A2 scenario in Bohai, Yellow, and East China Seas. *Water Science and Engineering*, 7(4), 446-456. Huang, J. H., Tseng, Y. H., & Kuo, Y. C. (2024). Projected Changes of Kuroshio in a Warming Climate. *Journal of Climate*, 37(24), 6475-6489.

de Boyer Montégut, C., Madec, G., Fischer, A. S., Lazar, A., & Iudicone, D. (2004). Mixed layer depth over the global ocean: An examination of profile data and a profile-based climatology. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C12).

7. 發表文章

待發表

8. 文件引用

郭怡君、周至中、林士堯（民 114 年 8 月 20 日）。AR6 TaiESM1 海洋動力降尺度資料生產履歷 (1.0 版)。[擷取日期]，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/20250821171511.pdf

9. 附錄

9.1 附錄一、區域海洋模式(ROMS) 簡介

區域海洋模式系統 (Regional Ocean Modeling System, ROMS) 常用於模擬特定海域對風力、潮汐或加熱等各種外力的反應。科學家藉此預測海洋狀況並理解複雜的海洋過程。ROMS 在科學界被廣泛應用，範圍包括沿海生態系統到預測洋流氣候等。

主要特點

ROMS 是一個開源模型，以其靈活性與高準確度著稱。以下是其特性：

- **原始方程式 (Primitive Equations)**：ROMS 採用一組基本的物理方程式來描述流體運動，包括動量、熱量與鹽度的守恆。
- **網格系統 (Grid System)**：ROMS 使用特定類型的網格來描繪海洋區域。水平網格為彎曲的正交網格，可依海岸線形狀調整；垂直網格則為「sigma level」，可依海底地形變化而調整，使得複雜的沿海區域與深海海溝能夠進行高解析度模擬。
- **自由水面 (Free Surface)**：與某些舊式模型不同，ROMS 擁有「自由水面」功能，能準確模擬海平面升降。
- **模組化設計 (Modular Design)**：ROMS 採高度模組化設計，可根據研究問題加入或移除不同組件。例如，研究人員可加入浮游生物生長、生物地球化學、沉積物運輸或海冰等模組，以探討各種海洋現象。

應用範圍

- **氣候研究 (Climate Studies)**：透過模擬海洋區域對溫度、風力變化的反應，ROMS 協助科學家理解氣候變遷對海洋環流與生態系統的影響。
- **生態系管理 (Ecosystem Management)**：利用 ROMS 中生化化的模組研究海洋中營養鹽、污染物與浮游幼體的運輸，這些資訊對漁業管理、海洋棲地保護及油污應對至關重要。
- **沿海災害 (Coastal Hazards)**：ROMS 可用於預測風暴潮與海嘯等沿海災害，為災害防備與沿岸規劃提供重要資訊。

參考文獻

https://en.wikipedia.org/wiki/Regional_Ocean_Modeling_System

<https://www.midatlanticrisa.org/data-tools/water-model-tool/items/roms.html#:~:text=The%20spatial%20resolution%20is%20based,based%20on%20model%20convergence%20requirements.>

<http://oceandatacenter.ucsc.edu/SeaGrant/ROMS%20model.html#:~:text=Regional%20Ocean%20Modelling%20System%20%2D%20ROMS,Ocean%2C%20centered%20around%20Monterey%20Bay.>