

臺灣區域機器學習天氣預報模式之設計與初步驗證

洪語澤¹ 楊榮瑜¹ 劉正欽¹ 連國淵¹

¹中央氣象署科技發展組

¹Technology Development Division, Central Weather Administration

摘 要

近年來機器學習天氣預報 (Machine Learning Weather Prediction, MLWP) 快速發展，全球模式如 GraphCast、Pangu-Weather 等已展現優於傳統數值模式之預報能力。然而，目前多數 MLWP 系統仍以全球模式為主，針對高解析度區域預報及複雜地形之限制區域模式 (Limited Area Model, LAM) 研究仍相對有限。

本研究以 NCAR CREDIT/WxFormer 架構為基礎，建置適用於臺灣之區域 MLWP 模式。模式採用 CWA WRF 再分析資料(TAIwan Regional ReAnalysis, TARRA)進行訓練，並以 ERA5 提供大尺度環境資訊。不同於傳統區域數值模式僅於側邊界提供邊界條件，本研究採用 domain overlap 概念，使粗解析度大尺度場覆蓋整個模式區域，作為神經網路預報過程中的持續條件資訊 (conditioning)，以降低長時間預報之誤差累積，並提升未來與全球 MLWP 模式銜接之相容性。

模式內部預報變數之設計則兼顧臺灣複雜地形特性與未來全球 MLWP 驅動需求。三維預報變數包含風場、溫度及水氣等主要大氣狀態變數，垂直層配置著重於 700 hPa 以下之低層，以強化地形效應、邊界層及低層噴流等重要天氣系統之解析能力；地面變數則納入 2 公尺溫度、10 公尺風場、地面氣壓及整層可降水量等資訊，以完整描述近地層狀態。模式同時納入地形、陸海分布及太陽輻射等靜態與外部強迫因子，建立適合區域 MLWP 訓練之輸入架構。

目前已完成模式架構建置及初步訓練流程，並以一年 TARRA 資料進行驗證性訓練，主要目的為確認整體資料流程、模式架構及邊界設計之可行性。後續將擴充多年訓練資料，並進一步探討不同變數組合、邊界設定及訓練策略對模式預報能力之影響，作為發展臺灣高解析度區域 MLWP 模式之基礎。

關鍵字：機器學習天氣預報、區域模式、WxFormer、NCAR CREDIT、邊界條件