



氣象署機器學習天氣預報模型之應用與開發

劉正欽、楊榮瑜、洪語澤、林宜霖、陳郁涵、沙聖浩、凌文海、
徐驊、陳得松、連國淵、陳新淦、蕭玲鳳、張保亮

A7 人工智慧之氣象應用 (A7-5)

115.09.02



四十不惑·科研領航

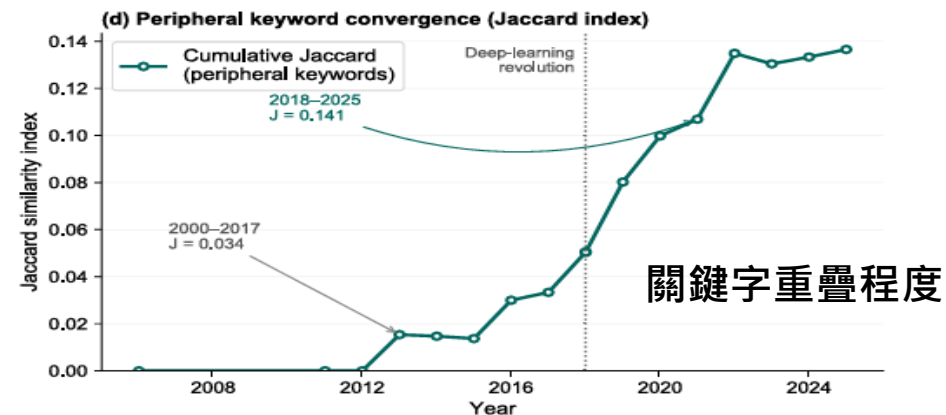
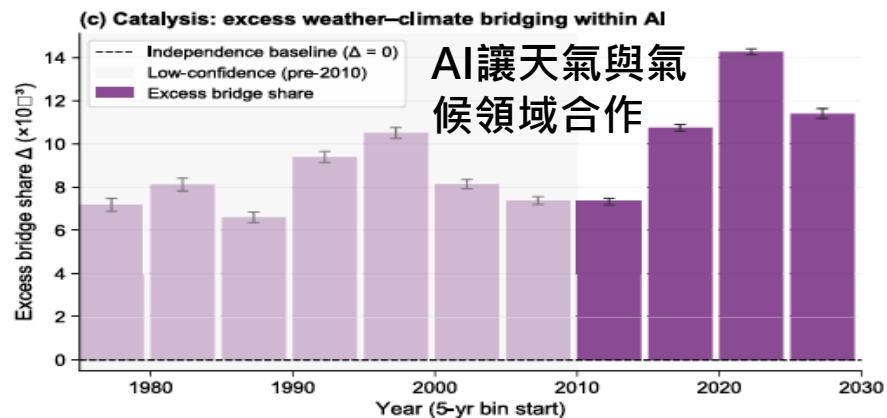
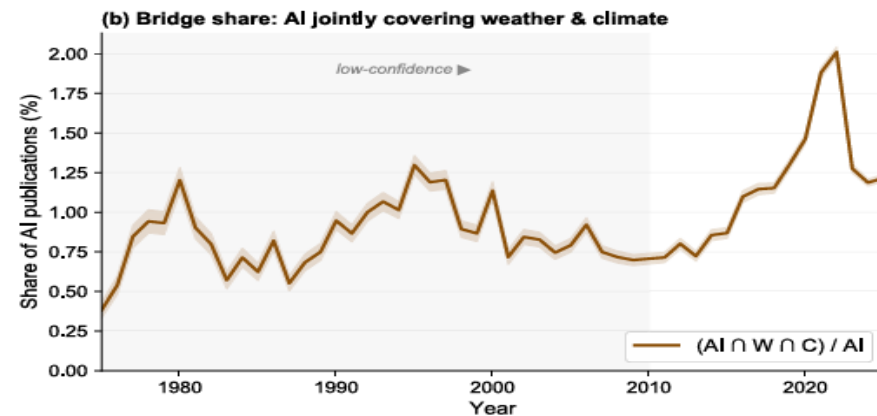
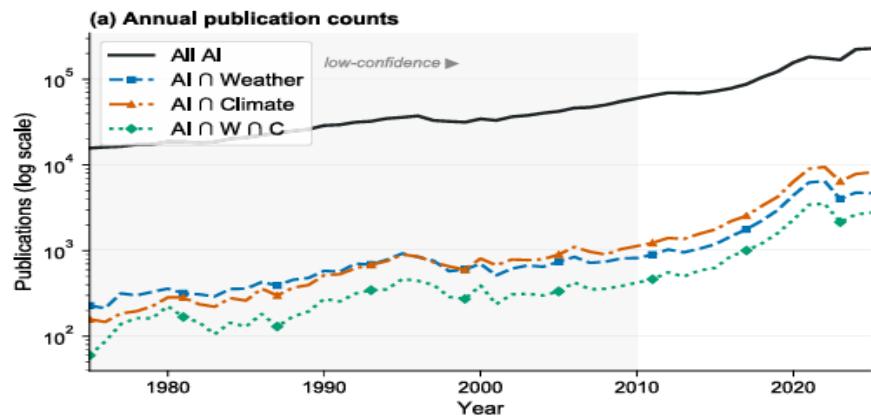
目錄

- 背景
- 氣象署機器學習天氣預報模型之應用(系集)
- 氣象署機器學習天氣預報模型之開發
- 小結與挑戰
- 未來規劃



背景(1/5)

• AI/ML在天氣及氣候於科研發表的演進



背景(2/5)



有感預報

- 預報技術演進
- 精進劇烈天氣預警
- 邁向高解析智慧化
- AI時代來臨
- 氣象預報新時代
- 邁向鄉鎮預報 2.0



全域觀測

- 觀測自動化歷程
- 觀測守護防線
- 海洋觀測網
- 進階加值應用產品
- 打造天地海空監測網



數智融合

- 模式發展歷程與成果
- 氣象AI預報模型應用
- 次世代模式發展
- 合作夥伴關係拓展
- 引領氣象預報模式新世代



資訊赋能

- 奠定預報基石
- 高效算力聚根基
- 邁向氣象資料新生成
- 跨越專業鴻溝
- 共建資料生態



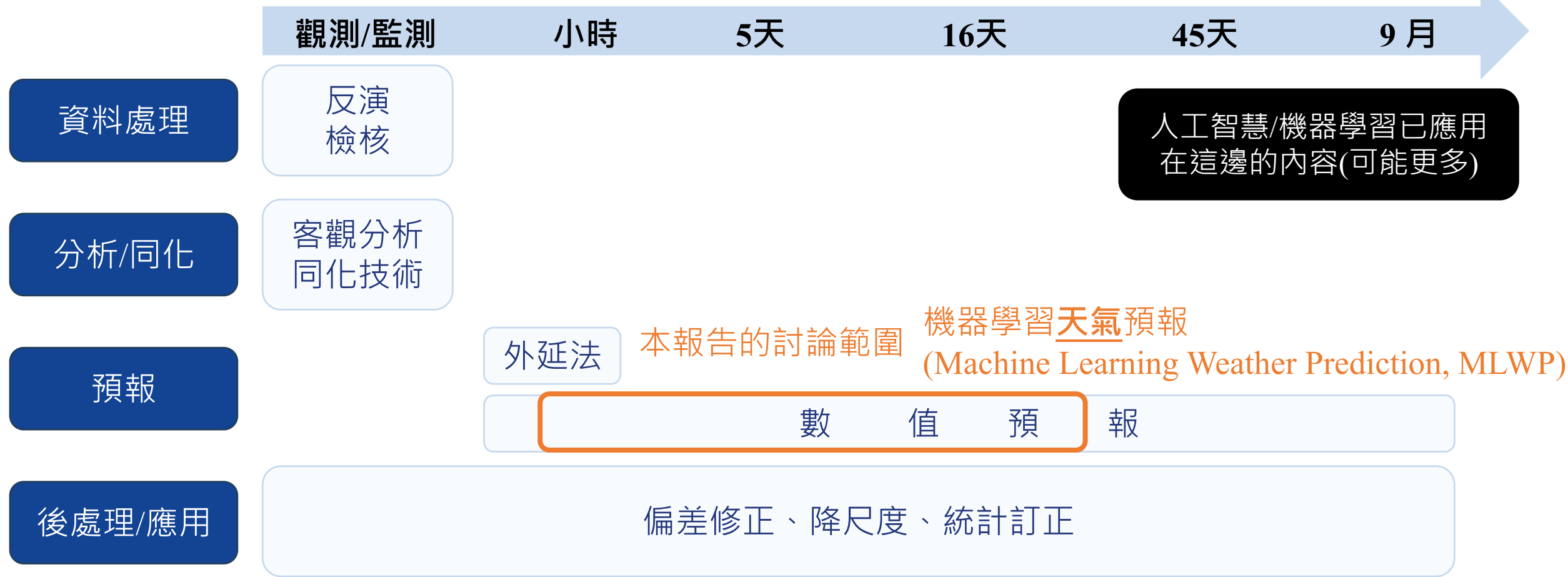
智慧海象

- 三十年海象科研演進
- 海象監測能力躍升
- 海象預警技術革新
- 海象服務跨域應用
- 強化海域安全與產業應用



氣候服務

- 國際氣候發展趨勢
- 氣候預測技術精進
- 氣候服務跨域應用
- 年際預測與AI創新
- 由科研實力邁向永續價值



背景(3/5)



機器學習天氣預報 (Machine Learning Weather Prediction, MLWP)

nature
Explore content | About the journal | Publish with us

nature > review articles > article

Review Article | Published: 02 September 2015

The quiet revolution of numerical weather prediction

[Peter Bauer](#) [Alan Thorpe](#) & [Gilbert Brunet](#)

Nature 525, 47–55 (2015) | [Cite this article](#)

Save article

65k Accesses | 2684 Citations | 1146 Altmetric | [Metrics](#)

Geosci. Model Dev., 11, 3999–4009, 2018
<https://doi.org/10.5194/gmd-11-3999-2018>
© Author(s) 2018. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Challenges and design choices for global weather and climate models based on machine learning

[Peter D. Dueben](#) and [Peter Bauer](#)

European Centre for Medium-range Weather Forecasts, Shinfield Rd, Reading, RG2 9AX, UK

Geoscientific Model Development Open Access EGU

Journal of the European Meteorological Society
Volume 1, December 2024, 100002

What if? Numerical weather prediction at the crossroads ☆

[Peter Bauer](#)

[Show more](#)

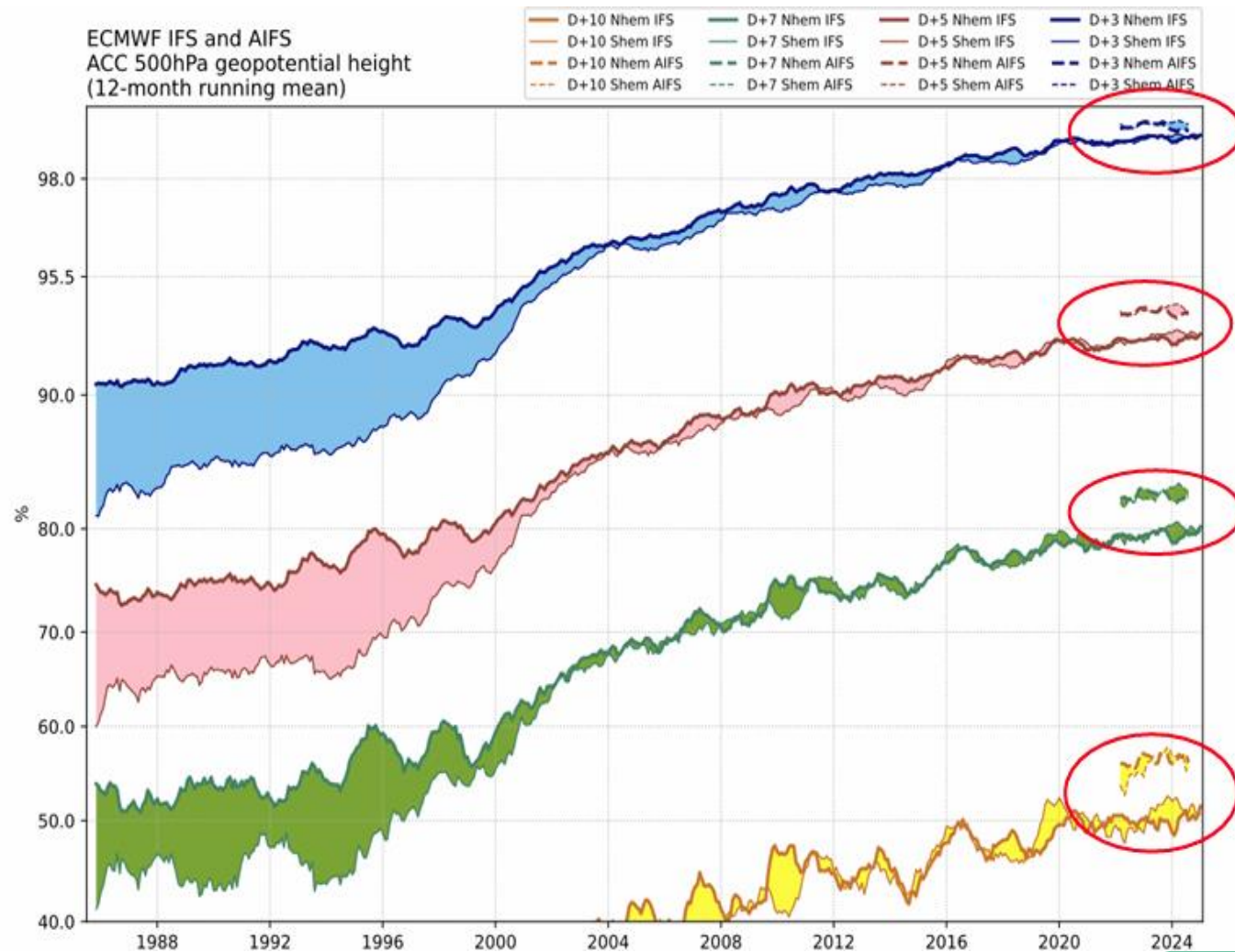
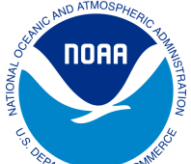
[+ Add to Mendeley](#) [Share](#) [Cite](#)

背景(4/5)

2021



2023



ECMWF Updates (UEF2026)

背景(5/5)

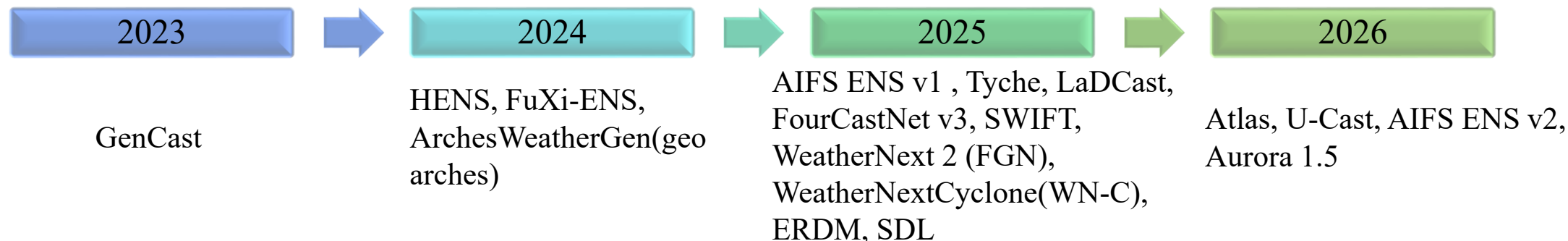
- 導入MLWP模型**應用**於業務需求
 - 決定性MLWP- Liu et al. (2024)已評估完成決定性MLWP之可用性，目前已將決定性MLWP搭配3種NWP初始場之颱風路徑產品提供給署內預報中心使用
 - 系集MLWP-近一年的評估重點，相較於決定性MLWP隨預報時間增加而愈平滑之問題，系集MLWP能夠降低此平滑現象

- 積極**開發**區域MLWP模型
 - 區域MLWP

- 混合NWP與MLWP模型
 - AITWRF



氣象署機器學習天氣預報模型之應用(系集)

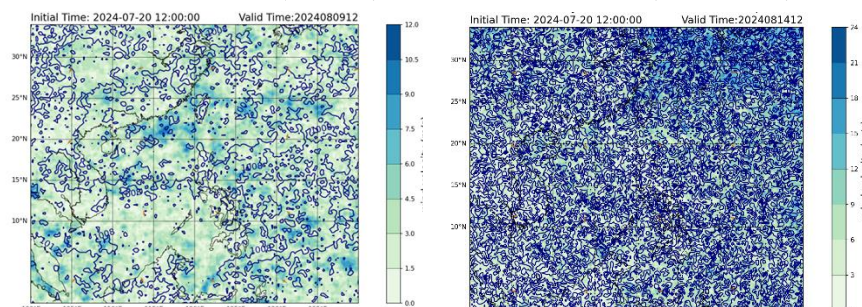


面臨多樣選擇的問題，將選擇簡化為開源及解析度0.25度的模型

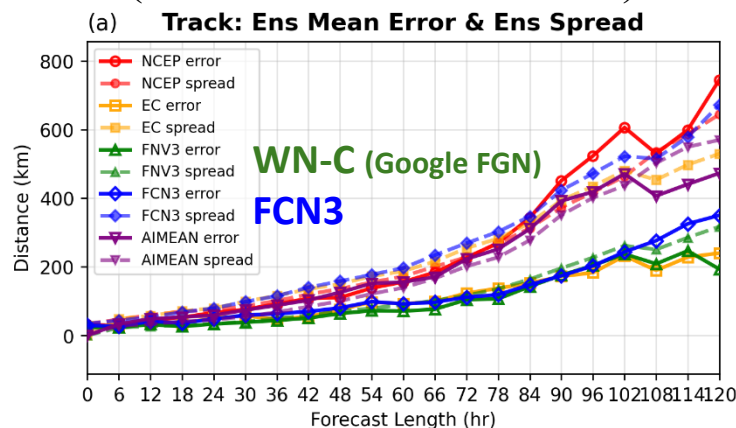
→ GenCast、AIFS ENS、**FourCastNet v3**、Atlas、WeatherNext 2、WeatherNextCyclone
FourCastNet v3 有機會可以同時應用在短、中、展期天氣甚至於次季節至季節預報

GenCast測試

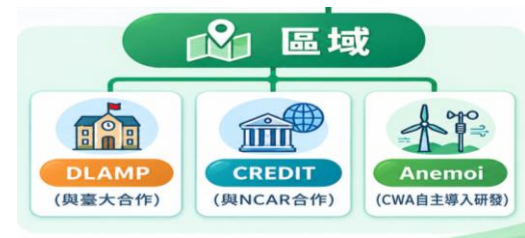
10米風速(色階)及海平面氣壓(等值線)



平均颱風路徑預報誤差及離散度 (2025 年 7 月，7 個颱風)



9/2(三) A3-1 郭珮萱
9/2(三) A7-9 陳郁涵
9/2(三) A7-21 戴源里



氣象署機器學習天氣預報模型之開發

國際發展重點



全球尺度 MLWP 逐漸成熟
多個全球模型已具備接近傳統 NWP 的預報能力。



MLWP 框架成為發展主流
開放框架降低開發門檻，加速模型開發與技術移轉。



區域 MLWP 全面展開
各國氣象機構投入高解析度區域模型，強化在地服務與預警能力。

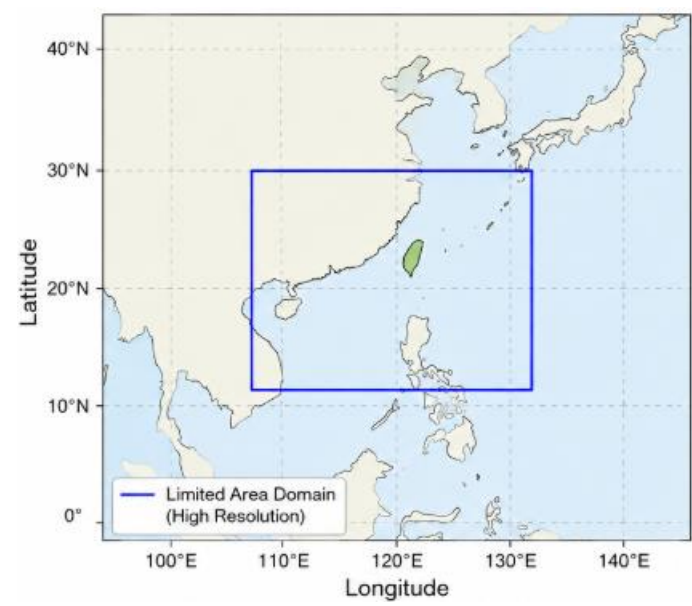
Bris, Aila, Neural LAM, HRRRCast, StormCast, Eagle-Nested....

有限區域(Limited Area)

需處理邊界更新

使用區域範圍資料

對應NWP→WRF

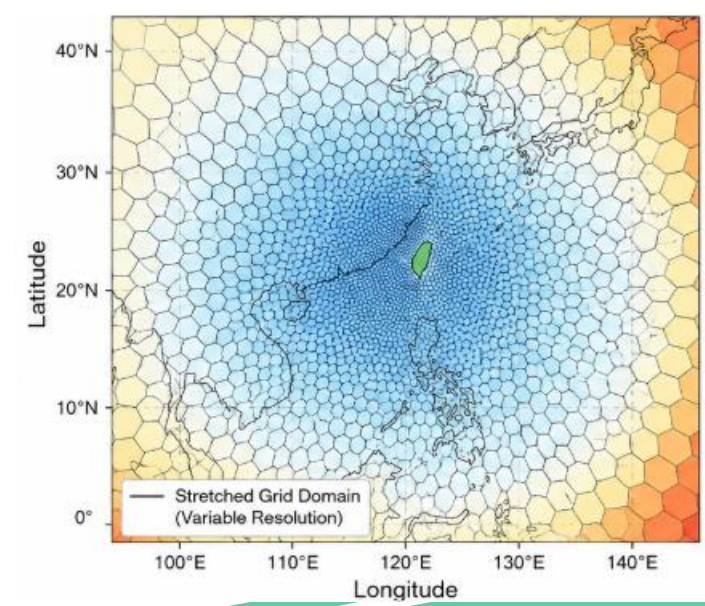


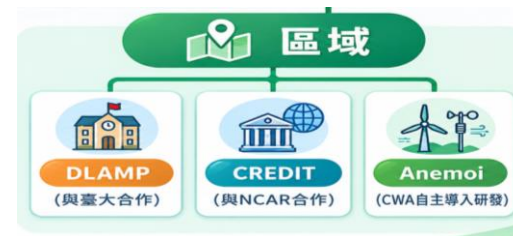
延伸/可變網格(Stretched Grid)

無需處理邊界更新

使用全球範圍資料

對應NWP→MPAS





氣象署機器學習天氣預報模型之開發



從模型自主研發到即時預報，逐步建立區域MLWP作業能力。預計明年DLAMP準平行作業



鏈結國際科研單位，實際參與MLWP開發，維持並強化國際能見度

1. 成為CREDIT開發協作人員
2. 應用CREDIT框架進行模型訓練及訓練策略實驗

9/2(三) A7-6 洪語澤、A7-8 楊榮瑜

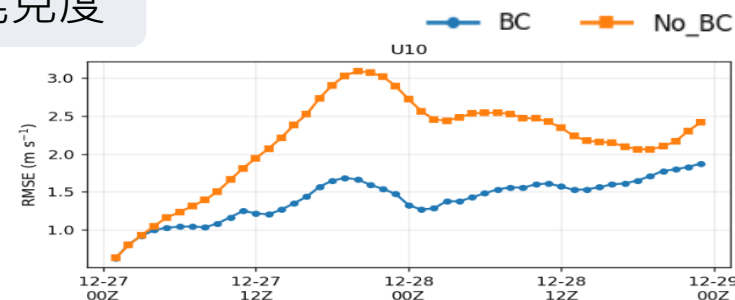


導入目前國際使用度最高之MLWP框架，拓展MLWP之發展廣度

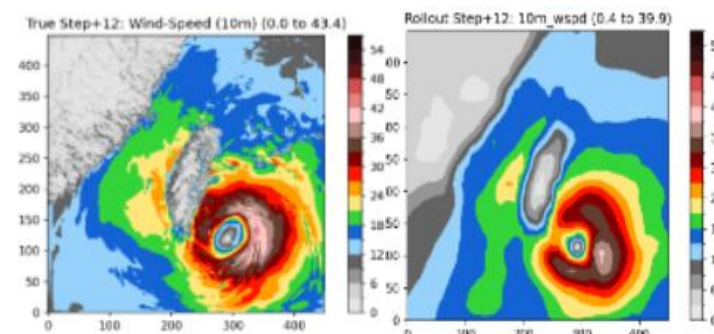
1. 成功導入Anemoi進行模型訓練，展現自主研發能力

9/2(三) A7-7 林宜霖

關鍵目標：研發臺灣區域MLWP模型，提升劇烈天氣預報能力

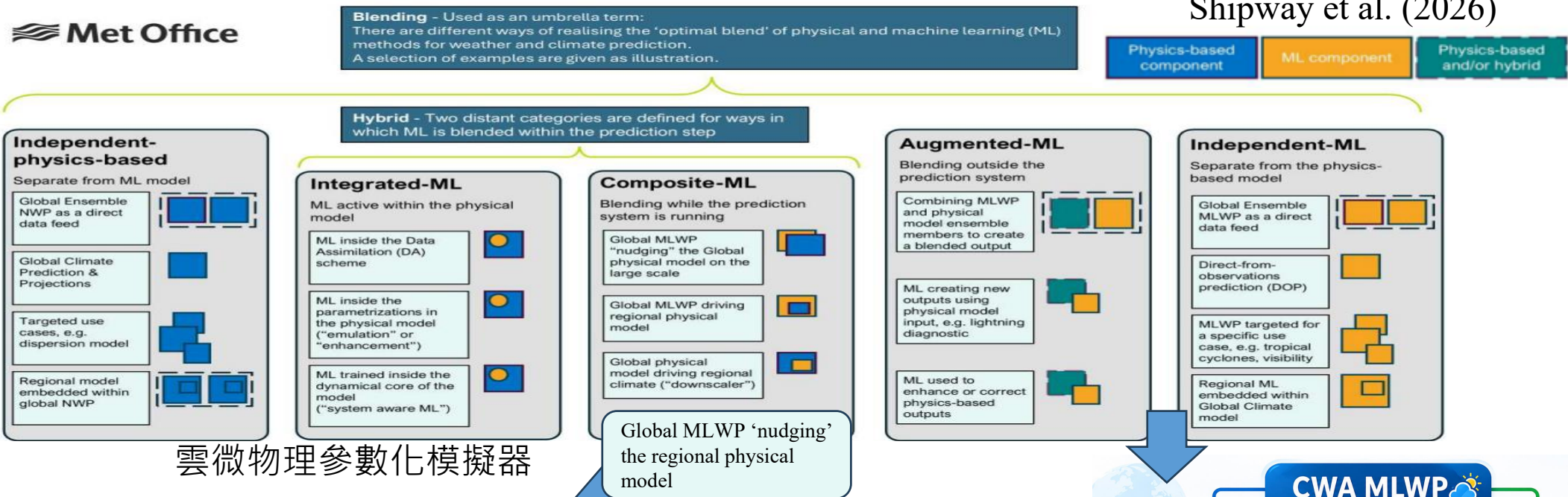


預報12小時

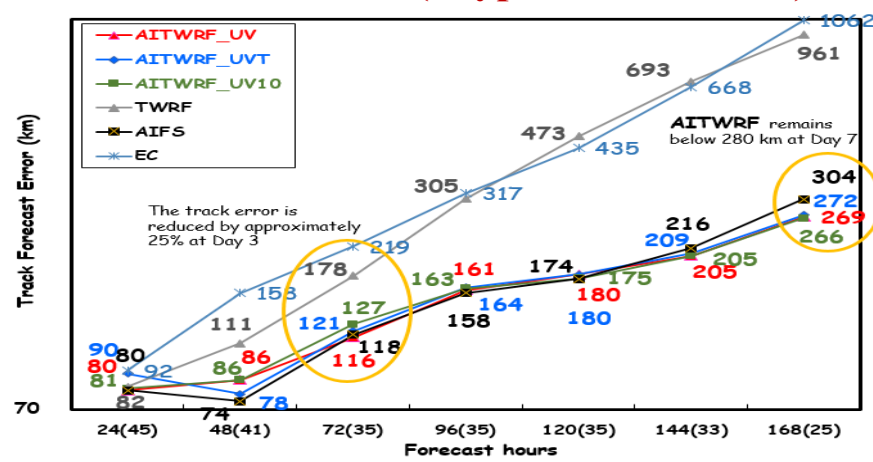


混合NWP與MLWP模型

Shipway et al. (2026)



2024、2025 (9 typhoons, 45 cases)



AITWRF

在「區域MLWP」真正成熟之前，AITWRF 混合系統可能是目前高解析度颱風預報的全方位解決方案

9/2(三) A7-11 陳得松



小結及挑戰

• 現況

- 本署已有應用、訓練及驗證MLWP模型基礎能力，並已建立研發流程。
- 現有運算資源已具備支持MLWP之研發。
 - 下一代(第7代)高速運算電腦採購流程進行中

• 挑戰

- 平滑化的現象明顯，仍是先天限制。
 - 使用L1(MAE)及L2(MSE)作為損失函數的宿命(Hassanzadeh et al. (2026) ; Selz et al. (2026); Magnusson (2026); Ding et al. (2026))
- 有限區域MLWP邊界處理策略，目前邊界不連續對預報之影響有待解決。
- 劇烈天氣、強對流及極端降雨等高影響天氣之預報能力，仍有提升空間。

未來規劃

- 持續投入DLAMP、CREDIT與Anemoi等發展，維持與國際MLWP社群接軌
- 針對有限區域MLWP邊界處理，嘗試整合全球與區域模式，以提升預報穩定性。
- 使用臺灣區域再分析資料訓練區域MLWP 9/3(四) A2-16 連國淵
9/3(四) A2-17 鄧雯心
- 推動混合NWP+AI策略( 數智融合
引領氣象預報
模式新世代)，發揮1+1大於2的優勢。

