



第40屆研討會

四十不惑，科研領航

中央氣象署40年科研成果與未來展望



科研領航，資訊賦能

資訊科技對氣象服務與作業之助益，暨未來展望

數值資訊組

- 奠定預報基石：高速運算電腦 (HPC) 的現在與未來。
- 跨越專業鴻溝：探索 AI Agent 與圖資的智慧轉譯。
- 共建資料生態：國家氣象資料平台 (AERIS) 的一站式服務。

—— 奠定預報基石 ——

高速運算電腦 (HPC) 的現在與未來





高速網路



- 200Gb/s HDR InfiniBand 核心交換器
- 高頻寬、低延遲、穩定的網路連接

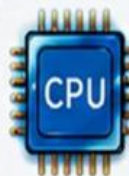
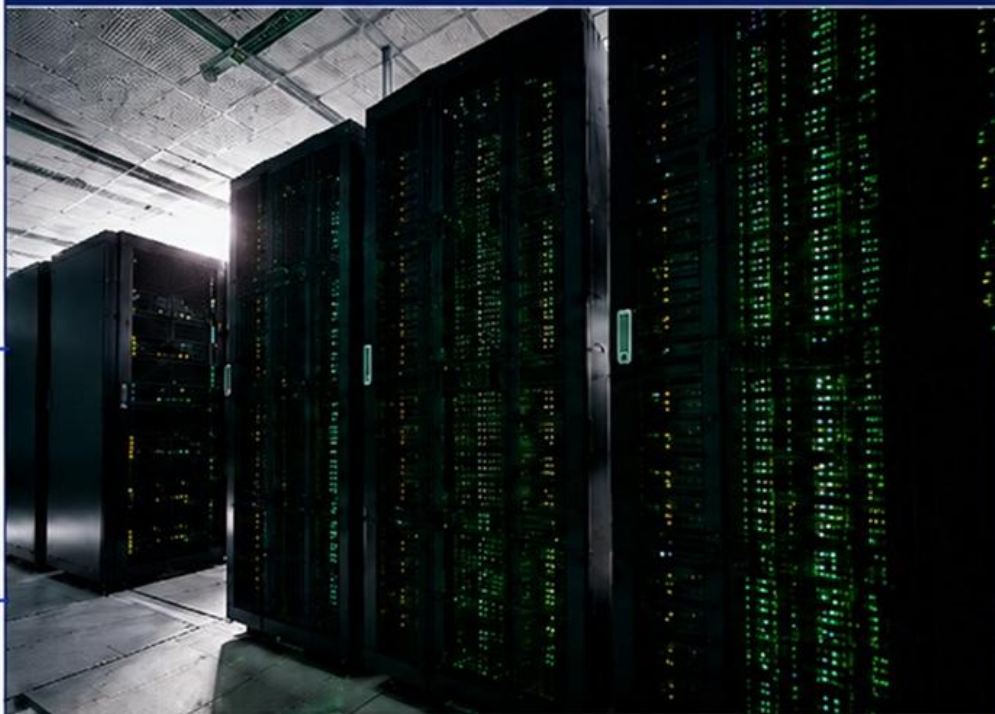
高速儲存設備

總儲存量：10PB



- 並行檔案系統 (Parallel File System)
- 高速存取、大容量、資料備援保護

高速運算電腦



CPU
10PFlops
5,760節點



GPU
2PFlops
192 張
NVIDIA A100

★ 台積電7奈米 ARM架構晶片 ★

冷卻設備



- 高效能冷卻系統 (水冷/氣冷)
- 精準溫控、節能運行、穩定可靠

機電設備



- 穩定電力供應與備援 (UPS/發電機)
- 電力監控與環境安全保護



氣象決定性及系集系統



全球決定性系統



全球系集系統



區域決定性系統



區域系集系統



颱風決定性系統



季後向化與融合系統



氣候系統



波浪系統



海流系統

氣象署 高速運算電腦



GPU 應用



AI 影像辨識系統



AI 降尺度預報系統



資料導向預報系統



AI 強化數值模式



跨領域 AI 預測系統



能源與環境預報系統

高速運算電腦 主權AI



以資料、算力、模型
三大基礎，
打造氣象主權AI能力

整合高速運算、在地模型研發與
新園區建設，形成永續發展之
核心能力。

1 模型

本國 MLWP 模式研發



自主研發



本國資料



資料同化



精準預報



2 算力

建置第7-9代高速運算電腦



GPU/CPU



高速互連



高效能運算

第7代
114~116年



第8代
117~119年



第9代
120~122年



3 資料中心

建置新竹氣象科技園區



現代化機房



高效冷卻系統



綠能永續環境





為確保本署算力服務供應穩定，並銜接下一世代GPU的效能需求，於114年至122年分期建置85 PFlops算力，支援本署氣象作業及AI測報技術研發。

算力發展路線圖





資料中心

建置新竹氣象科技園區

117年底完工



現代化機房



高效冷卻系統



綠能永續環境



建置地點： 新竹氣象站現址(新竹縣竹北市)



時程規劃

114-115年

規劃設計及初期建置，
包含設計、發包作業與基礎施工。

116-117年

營建及主要機電設備安裝、
系統整合與測試運轉。



打造高效、穩定、永續的氣象運算核心基地

支援未來氣象作業、科學研究與 AI 應用發展





LLM 的定位與邊界 (能與不能)

■ 能 (LLM 的強項：轉譯與自動化溝通)

- **摘要解讀**：提取格點預報重點與劇烈天氣時空點。
- **格式轉換**：將 JSON/XML 快速轉為流暢報導與警示。
- **流程自動化**：定時且自動化生成標準氣象通報。
- **語言轉譯**：將專業術語通俗化，適合不同受眾。

■ 不能 (LLM 的局限：計算與物理約束)

- **無取代數值模擬**：缺乏物理與力學計算能力，無法自主預測。
- **無法保證正確性**：可能產生「幻覺」，極需人工嚴格把關。
- **無法處理原生矩陣**：格點處理效率低，需傳統程式降維萃取。

NWP 資訊的分眾轉譯 (依對象與需求)

核心邏輯：資料 (Data) → 預處理 (Pipeline) → **LLM 轉譯 (Insight)** → 特定受眾 (Action)

■ 防災與決策單位 (風險與動態處置)

依據簡易預處理與閾值判定，產出即時警示：

範例：「雨量將達 200mm，北部山區請預先疏散。」

■ 一般民眾 (生活情境與行為指引)

將複雜專業術語轉化為直觀生活指南：

範例：「風強雨大且路段易積水，建議改搭大眾運輸。」

■ 特定情境需求 (客製化決策)

- **戶外活動**：結合露營、登山等彈性，提供特定地點時窗建議。
- **產業營運**：針對物流、農業等排程，提供防風防雨建議。



為何選登山做 TA ？

(1) 高解析 NWP 的極致價值體現

■ 微氣候顯著 (地形效應劇烈)

傳統粗網格模式難以模擬複雜地形 (如背風沉降、谷風循環) 。而**高解析 NWP (1-3 公里)**是預測山區風雨的唯一工具。

■ 安全與風險極高

山區氣候瞬息萬變，容錯率極低。精準天氣預報不再只是日常參考，而是**攸關生命的決策基準 (撤退或前進)**。

(2) 登山實務營運與決策需求

■ 高度時空敏感

山友需要的是「**定時定點的精準特徵預報**」(如品田山斷崖時段風雨)，而非大範圍且模糊的區域降雨機率。

■ 情境化決策 (Contextual Action)

登山者更關心數據背後的**行為影響**，而非純粹的氣象數字：

🌧️ **降雨 / 濕度** → 判斷步道滑溜、溪水暴漲及裝備穿著。

💨 **風速 + 氣溫** → 估算風寒效應體感，評估失溫風險。



高解析 NWP 雖然資料精細，但對絕大多數山友來說，存在的障礙：



圖表複雜度

- 專業觀測圖表多：

高空風場、skew-T 縱軸剖面圖、降雨總量等值線



山友真實心聲：

「看了一堆色彩斑斕的等值線圖，我還是不知道明天路線能不能走...」



術語專業度

- 抽象氣象學概念：

溫度、相對溼度、累計降水、垂直風切



決策轉換瓶頸：

術語過於抽象，無法直接轉換為具體的登山與撤退決策。



空間對應難

- 格點與實際地形脫節：

格點座標 (Lat/Lon)、二維/三維地形圖



時空對應困難：

一般人極難將 NWP 網格精確對應到自己的「登山步道與鞍部稜線位置」。

資料處理與轉換機制

01 原始模式資料

↓
高解析氣象模式、雷達與地形資料，不直接交給 AI 猜。

02 路線對齊

↓
把 GPX、行程切成逐段節點，知道何時、何地、多高。

03 垂直換算

↓
依海拔、地形與時間修正氣溫、風、降雨與體感風險。

04 可用輸出

↓
形成逐段逐時的風險結論，供專家規則與 AI 介面使用。

 氣象署的核心貢獻：

把「模式資料」轉成「路線上的物理事實」

路線上的四大核心風險評估

失溫

低溫、降雨與強風共振，加劇風寒效應，使體感溫度急速惡化。

迷途

相對溼度過高與降水極易引發濃霧，遮蔽視線與路標，大幅增加迷途風險。

行動受限

強風、降雪造成視線不良與低溫，嚴重干擾地貌與路徑判讀。

溪水暴漲

根據累計降水，評估步道濕滑、溪水暴漲可能性。

先完成氣象判讀與登山風險規則，再轉成「下撤、加衣、延後出發、縮短路線」這類可執行建議。

整合多維度山區氣象資訊，轉化為直觀易讀的專業評估報表。

以多維度圖表並列呈現路線天氣變化，幫助使用者快速掌握重點風險與環境起伏。

提供溫度、降雨、風速、體感等關鍵數據與區間指標，滿足登山專家的評估需求。

版面結構高度清晰且資訊完整，方便一鍵匯出為 **PDF 報告**，利於內部團隊討論與安全決策。



—— 共建資料生態 ——

一站式資料服務： 國家氣象資料平台

AERiS

Atmospheric Resources & Information Service



開創跨域共享

走向一站式跨域服務

A 署內使用者



提供研發與觀測預報
人員便利、直覺的
即時數據調取環境。

B 署外防救災與決策機關



對接環境部、消防署等
政府防救災與決策機關，
提供決策數據支持。

D 一般大眾與產業加值者



提供高品質開放數據，
驅動氣象加值產業
蓬勃發展。

橫向包容的氣象數據多維版圖

一站式取得核心氣象資料

串接氣象資料，包含預報、觀測、數值
預報、氣候、天氣警特報、地震海嘯及
天文等集中供應。



 **7類核心氣象資料** | 從即時預報到天文資訊，支援多元氣象服務應用



預報



觀測



數值預報



氣候



天氣警特報



地震海嘯



天文



OpenData 資料標準化與 API 規範化

符合 OAS 規範，提升資料流通與介接效率



API 符合 OAS 規範

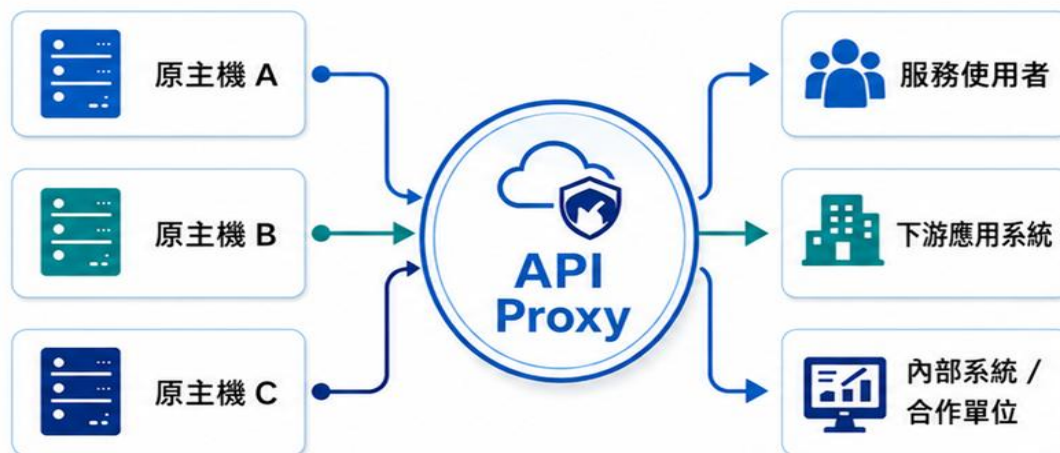
提升介接一致性、文件可讀性與系統整合效率



分散式「API 代理」高效供應技術

擺脫單點瓶頸的分散式傳輸架構

API 代理 (Proxy) 核心架構



- ✓ 不重建資料倉儲
- ✓ 不進行資料轉換
- ✓ 資料直接保留於原主機

- ✓ 各單位保持自主維運
- ✓ 避開集中式單點效能與網路頻寬瓶頸

超高流量供應規模



服務量能
52 TB / 月



未來結合
公有雲
分散傳輸



不占用本署
對外頻寬



強化大量數據
下行與供應頻寬

系統效能優化機制



導入資料快取
(Cache)



分網段服務



橫向擴充



提升回應效能、穩定供應並支撐高併發需求



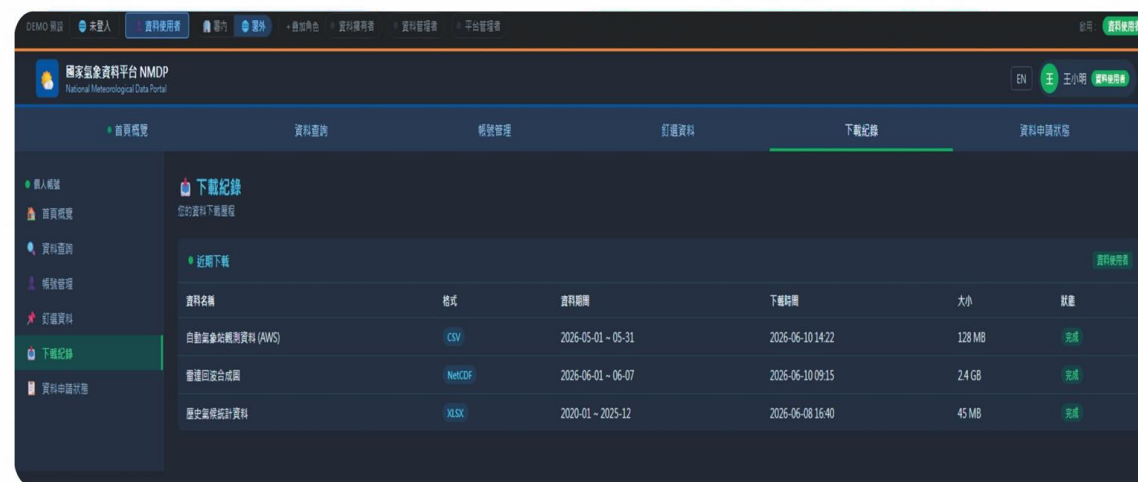
智慧櫃台語意導航 & 直覺 UI 整合

智慧櫃台語意導航

語意驅動型導航與低門檻使用者介面



符合大眾習慣的 UI/UX 設計





簡報結束，感謝您的聆聽與指導

THANK YOU