

# MPAS準雙週預報於災害預警之應用

黃麗蓉 林冠伶 朱容練 徐理寰 林欣弘 于宜強

國家災害防救科技中心

## 摘要

為因應使用者對於不同尺度與類型的災害預警需求，本研究利用跨尺度預測模式(Model for Prediction Across Scales, 簡稱 MPAS)開發與強化使用者所需要之相關預警技術與產品。MPAS 模式全球網格解析度從 60 公里漸進至 15 公里，使用 FV3-GFS 0.5 度分析場作為初始資料進行每日四次模擬，並將模擬結果製作成不同的研判圖資，提供防災作業相關人員參考使用。其中 MPAS 模擬之未來 15 天內台灣地區每日降雨分布圖，已提供作為雙週水資源評估之參考。此外，亦針對乾旱及寒害預警需求，開發區域定量降雨與溫度預警產品，提供使用者參考使用。

從 MPAS 與全球預測系統(Global Forecast System, 簡稱 GFS)分析場 500hPa 高度場的比較結果顯示，MPAS 模式對大尺度系統的掌握具有良好的能力。而分析 2020 年 0519 梅雨及西南氣流事件的預報結果顯示，MPAS 在事件發生前 4 天即可穩定掌握梅雨鋒面的位置，且台灣處於不穩定度較大的區域，容易出現較大降雨。本研究透過上述的預報成效評估，了解 MPAS 全球模式的預報能力，未來將進一步應用 MPAS 全球模式的預報結果於月至季節預報，以強化水庫水資源評估的使用需求。

關鍵字：MPAS、災害預警、水資源、颱風、梅雨

## 一、前言

Model for Prediction Across Scales (MPAS)高解析度全球模式由美國大氣科學中心(NCAR)發展，模式中包含WRF ARW之物理參數化方法(Skamarock et al. 2012)。MPAS為非結構性的沃羅諾伊網格(Voronoi mesh)配置，能僅在特定區域提高解析度，且在改變網格解析度時可平滑的轉換，減少因數值方法所產生的誤差，因此可用較少的計算資源，得到該區域詳細的預報結果。

國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)，為滿足在全球暖化的極端氣候情境下，使用者對於不同類型與尺度的災害預警需求，透過建置 MPAS 全球模式，開發符合使用者需求的預警技術，以強化長期預報的預警應用。

## 二、MPAS 全球模式建置

災防科技中心自 2019 年 1 月起建置 MPAS 全球模式(版本為 5.1 版)，至 3 月正式上線作業，模式全球網格解析度從 60 公里漸進至 15 公里(網格設定如圖 1)，15 公里高解析度區域包含台灣及西北太平洋區域，雲物理模組使用 WSM6 參數法(Hong and Lim, 2006)，對流參數化方法使用 New Tiedtke 參數法(Zhang and Wang, 2016)。初始場使用 NCEP FV3-GFS

分析場資料，積分過程中無使用資料同化技術，每日進行四次實時模擬(00、06、12、18UTC)，每次預報 16 天。後續根據使用者需求，開發不同類型的研判圖資，提供防災作業相關人員參考使用。

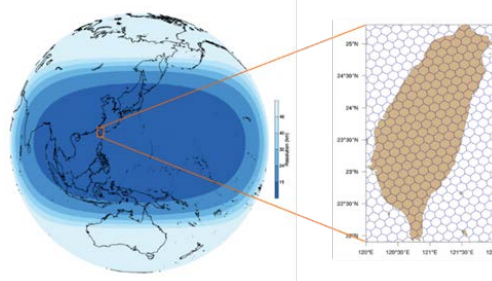


圖 1 災防科技中心 MPAS 全球模式網格設定，網格中心為北緯 20 度，東經 140 度。

## 三、MPAS 全球模式於災害預警之應用

災防科技中心的MPAS全球模式實時作業模組建置完成後，進一步將模式預報資料製作成不同的研判圖資供使用者參考，包含了未來兩週內台灣本島每日降雨分布(圖2)與全球及東亞地區不同氣壓層環流(圖3)模擬結果等產品圖資；其中MPAS模擬之每日降雨分布圖已提供作為雙週水資源評估之參考，而環流層場圖則提供災害預警之氣象研判參考使用。

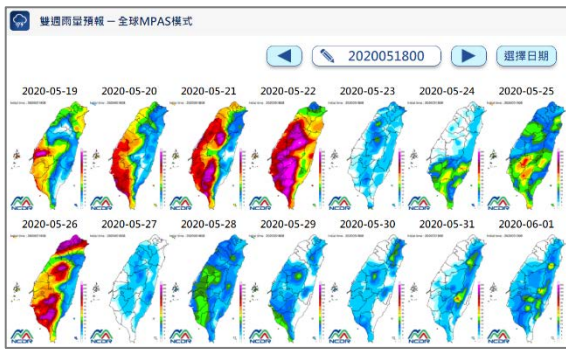


圖 2 MPAS 模擬之未來兩週每日降雨分布圖。

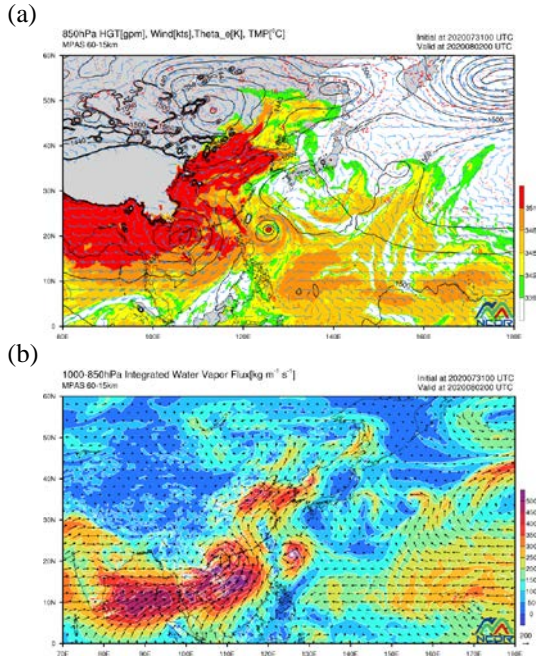


圖 3 MPAS 模擬之(a)850hPa 環流, (b)低層水氣通量。

除了颱風災害預警，災防科技中心亦利用850hPa南海西風的MPAS模擬時序變化結果，提供南海季風指標參考(圖4)。進一步，針對乾旱及寒害預警需求，開發區域定量降雨產品。針對乾旱預警，利用MPAS模式針對全台水庫，開發水庫集水區未來15天的定量降雨預報產品(圖5a)；而針對寒害預警需求，則開發全台各鄉鎮未來15天的溫度及定量降雨預報產品(圖5b)。上述各項產品圖資均已展示於「天氣與氣候監測網」，提供使用者參考使用。

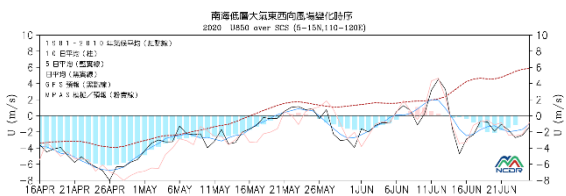


圖 4 南海低層大氣東西向風場變化時序，MPAS 模擬結果為粉紅色實線。

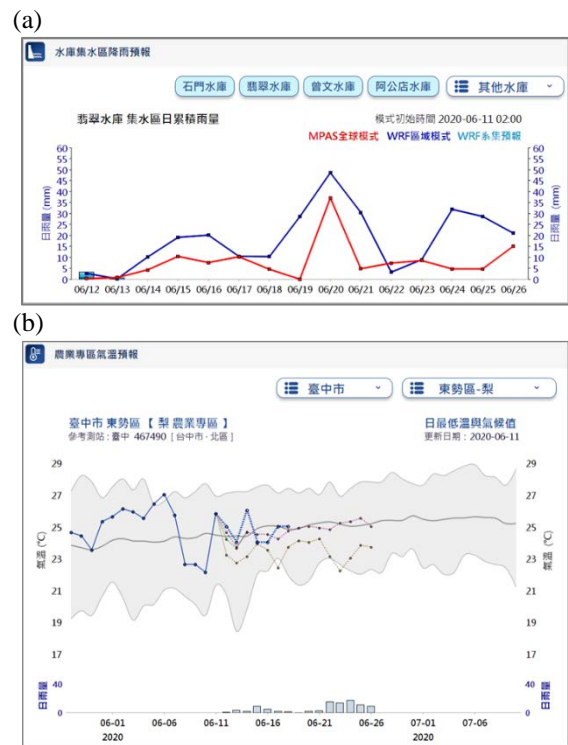
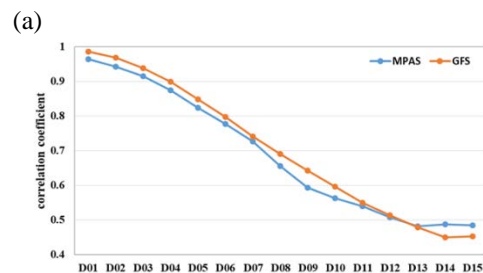


圖 5 (a)水庫集水區未來 15 天降雨預報產品，MPAS 模式結果為紅色線條。(b)農業專區鄉鎮未來 15 天溫度及降雨預報產品，MPAS 模式結果為紫色虛線。

#### 四、預報成效評估分析

為了解 MPAS 全球模式對大尺度系統的預報能力，本研究利用 GFS 1x1 度的分析場資料，針對 MPAS 全球模式中，網格解析度為 15 公里的區域(0-40°N, 100-160°E)，計算 2019 年 3-9 月每日 4 次實時模擬之海平面氣壓及 500hPa 高度場，相對於 GFS 分析場的相關係數，並與 GFS 模式預報的結果進行比較。分析結果顯示，MPAS 模式的預報結果在海平面氣壓場與 500hPa 高度場的表現上，與 GFS 模式的預報結果非常接近(圖 6a 及 b)；尤其在 500hPa 高度場的校驗結果中，MPAS 模式在前三天(D01-D03)的預報表現結果幾乎與 GFS 模式相當，且在 15 天的預報時段中，其相對於 GFS 分析場的相關係數皆維持在 0.6 以上，顯示 MPAS 模式對大尺度系統的掌握具有良好的能力。





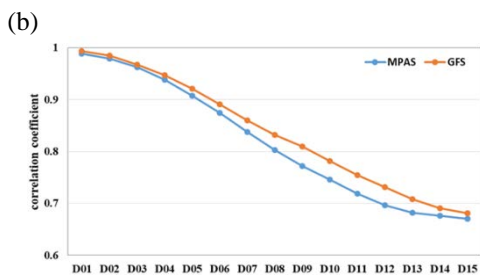


圖 6 2019 年 3-9 月，MPAS 及 GFS 模式模擬(a)海平面氣壓場，(b)500hPa 高度，相對於 GFS 分析場之平均相關係數隨預報時間的變化。

2020 年 5 月 19 日起梅雨鋒面在臺灣地區徘徊近一週，根據水利署與消防署等防災單位的災情統計資料顯示，此波梅雨鋒面影響期間，連續 6 天臺灣西半部苗栗以南各縣市均發生規模大小不一的積淹水災情共計 296 處，囊括了 77 鄉鎮區(陳等，2020)。圖 7 為 2020 年 5 月 19-24 日全台每日累積雨量分布圖，圖中顯示，日累積雨量最大值發生在 5 月 22 日。本研究針對累積降雨最大的 5 月 22 日，進一步分析 MPAS 對此個案的掌握能力。

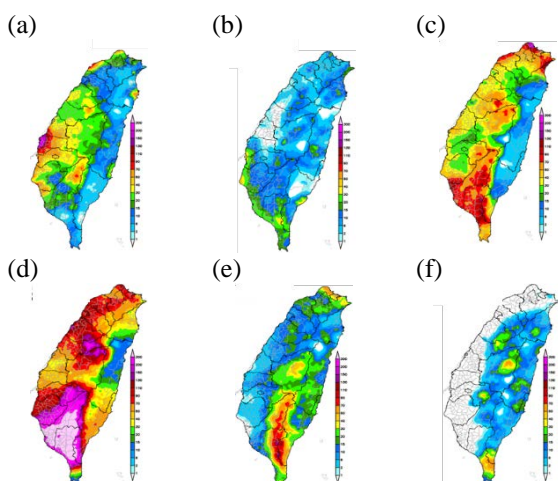


圖 7 2020 年 5 月(a)19 日，(b)20 日，(c)21 日，(d)22 日，(e)23 日，(f)24 日全台日累積雨量分布圖。

圖 8 為 5 月 22 日 00UTC 之中央氣象局地面天氣圖與 FV3-GFS 之 1000hPa 分析場，此時鋒面位於台灣中部地區，且西南氣流增強，移入型的強降雨造成南部沿海低窪地區的淹水災情。圖 9 為自 5 月 12 日 00UTC(事件發生前 10 日)開始至 5 月 21 日 00UTC(事件發生前 1 日)所模擬之 5 月 22 日 00UTC 之 1000hPa 環流場與鋒面位置。結果顯示，MPAS 模式約在事件發生 4 天前(18 日 00Z)開始穩定掌握梅雨鋒面的位置，且分析 850hPa 相當位溫及低層水氣通量的預報結果顯示(圖略)，MPAS 全球模式自事件發生前 4 天(18 日 00Z)，即穩定預報台灣於 5 月 22 日將處於不穩定度較大的區域，容易出現較大降雨。而由圖 10 的結果亦顯示，MPAS 模式自 18 日 00UTC 開始，所

預報之 22 日全台降雨分布皆與實際觀測(圖 7d)接近。

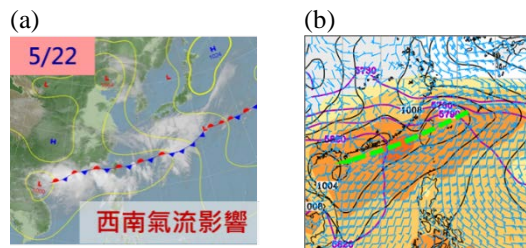


圖 8 2020 年 5 月 22 日 00UTC，(a)中央氣象局地面天氣圖，(b)FV3-GFS 1000hPa 分析場與鋒面位置(綠色虛線)。

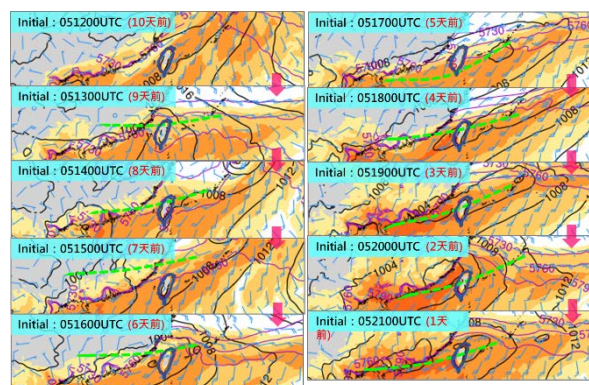


圖 9 MPAS 全球模式在不同初始時間，模擬 2020 年 5 月 22 日 00UTC 之 1000hPa 環流場與鋒面位置(綠色虛線)。

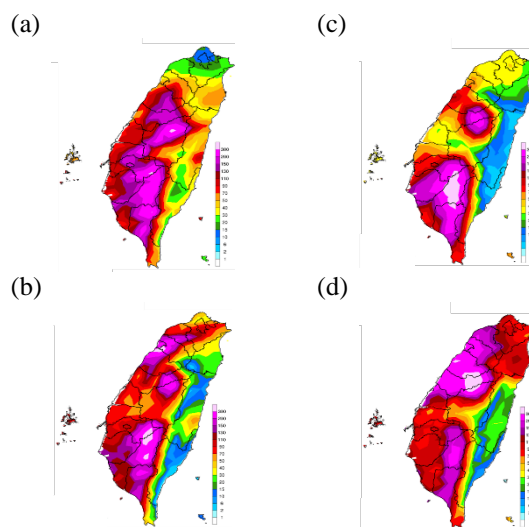


圖 10 MPAS 全球模式在不同初始時間，模擬 2020 年 5 月 22 日 00UTC 之 1000hPa 環流場與鋒面位置(綠色虛線)。

## 五、結論

防災科技中心為因應使用者對於不同尺度與類型的災害預警需求，自 2019 年 1 月起建置 MPAS 全

球模式，進行每日四次的準雙週實時模擬，並將模擬結果應用於颱風預警、季風監測、乾旱及寒害預警，藉此強化長期預報的預警應用。而透過對模擬結果的分析顯示，MPAS 模式對大尺度系統的掌握具有良好的能力，針對 2020 年 0519 梅雨及西南氣流事件，MPAS 模式在事件發生 4 天前即可穩定掌握此個案的訊號，對防災預警需求有實質的幫助。

數值天氣預報的極限主要來自於「初始資料」與「邊界條件」，初始資料主要影響 7-10 天內的預報結果，而 2 週以上的預報極限則由邊界條件控制。本研究使用 MPAS 全球模式進行準雙週模擬，正好介於上述兩個條件的影響時間之間，所面臨的預報挑戰性也相對較高，因此也有許多改進的空間。未來將透過更多的系統性與個案分析研究，期望能進一步提升 MPAS 準雙週預報在防災預警的可應用性。

## 六、參考文獻

- 陳淡容、廖信豪、吳宜昭、于宜強，2020：2020 年 5 月 19-24 日梅雨鋒面豪雨事件氣象分析。《國家災害防救科技中心電子報》，**108**。
- Hong, S.-Y., and J.-O. J. Lim, 2006: The WRF single-moment 6-class microphysics scheme (WSM6), *J. Korean Meteor. Soc.*, **42(2)**, 129-151.
- Skamarock, W. C., J. B. Klemp, M. G. Duda, L. D. Fowler, S.-H. Park, and T. D. Ringler, 2012: A multiscale nonhydrostatic atmospheric model using Centroidal Voronoi tessellations and C-grid staggering. *Mon. Wea. Rev.*, **140**, 3090–3105.
- Zhang, C., Y. Wang, and K. Hamilton, 2011: Improved Representation of Boundary Layer Clouds over the Southeast Pacific in ARW-WRF Using a Modified Tiedtke Cumulus Parameterization Scheme\*, *Mon. Wea. Rev.*, **139(11)**, 3489-3513.

# **Application of MPAS 14-Days Simulation on Disaster Warning**

**Li-Rung Hwang Kuan-Ling Lin Jung-Lien Chu Li-Huan Hsu Hsin-Hung Lin Yi-Chiang Yu**  
**National Science and Technology Center for Disaster Reduction**

## **Abstract**

This study aims to develop products of Model for Prediction Across Scales(MPAS) simulation to cope with disasters for drought and cold surge. The initial fields are based on Global Forecast System(GFS) Finite-Volume Cubed-Sphere Dynamic Core(FV3), which is derived by the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory(GFDL). The 14-days rainfall simulation has been used as the information in the meeting of drought operation. Some local information and figures extracted from MPAS simulation for disaster prevention are also demonstrated in the article. Moreover, the performance of MPAS simulation is also evaluated. When compared with the GFS analysis data for the field of geopotential height at 500hPa, the MPAS is capable of simulating the structure of large scale circulation system. The preliminary results reveal that the position of the Mei-Yu system in the 0519 case can be well-simulated 4 days earlier by the MPAS model. To support the requirement of water resources management, the predictability of MPAS on monthly to seasonal forecast will be discussed in the coming research.

Keyword: MPAS, Disaster Warning, Water Resources, Typhoon, Mei-Yu