

MPAS全球模式於東亞冬季季風之模擬研究

徐理寰 陳淡容 黃麗蓉 朱容練 吳佳純 江宙君 于宜強
國家災害防救科技中心

摘要

本研究針對東亞冬季季風進行模擬與分析，評估模式長期氣候特徵以及寒潮時綜觀尺度特徵的預報表現，強化對寒害預警天氣資訊的了解。本論文利用跨尺度預測模式(Model for Prediction Across Scales, MPAS)進行2011至2020年冬季(12、1、2月)的45天後報實驗。月平均模擬結果校驗顯示，模式在溫度、降雨氣候值上的偏差分別約為-4%及9%。而從Gerrity Skill Score (GSS)技術得分分析氣候三分法的結果來看，模式在台灣附近地面溫度具有預報能力，而降雨預報呈現較大區域變異性，以12月台灣西南部、1月全台、2月台灣東南部較具有預報能力，校驗機率預報的結果則顯示模式在氣候上偏低及偏高的機率預報較有可信度。進一步分析模式中影響寒潮的阻塞高壓指標(blocking index)預報表現，結果顯示MPAS能合理模擬出過去阻塞高壓之發生頻率、發生位置及持續的時間。綜合上述評估結果，MPAS在月預報尺度上，對於過去東亞冬季季風的氣候特徵以及較極端的天氣個案模擬皆具有一定程度的可信度。

關鍵字：東亞冬季季風、寒潮、MPAS

一、前言

東亞及台灣在冬季的氣候被東亞冬季季風(East Asian Winter Monsoon)所主導，其氣候特徵包含盤踞於歐亞大陸地面上的西伯利亞冷高壓、位於亞洲太平洋面上的阿留申暖低壓，以及伴隨著低對流層顯著的東北風。在中對流層則存在一明顯的東亞主槽，以及相對應在高對流層的東亞噴流(Jhun and Lee 2004; Chan and Li 2004; Chang et al. 2006; Wang et al. 2010; Wang and Lu 2017; Gong et al. 2014; Li et al. 2020)。在年際變化的特徵上，過去研究顯示東亞冬季近地面溫度存在兩種顯著特徵(Wang et al. 2010; Wu et al. 2011; Lee et al. 2013; Wang and Lu 2017)，一種是東亞主槽位置較偏西，主要冷空氣及高壓位在東亞北部約60°N的中西伯利亞一帶，冷空氣強度迅速向南遞減，稱為northern mode。第二種為southern mode，特徵為東亞主槽加深，高壓位在蒙古一帶，冷空氣可南下至40°N以南，甚至達到南中國海。

影響東亞冬季季風環流配置的因素包含阻塞高壓(Blocking)位置及北極振盪(Arctic oscillation, AO)，歐洲或太平洋發生阻塞高壓常會影響到西伯利亞高壓及東亞主槽及冷空氣的配置(Takaya and Nakamura 2005, 2013; Wang et al. 2010; Liu et al. 2014)。北極振盪指數也可以做為一個判斷西伯利亞高壓強度的指標(Wu and Wang 2002; Jeong and Ho 2005; Chen et al. 2005; Chen and Kang 2006; Chen and Li 2007; Song and Wu 2017)，極區冷空氣南下至中緯度地區時，可能使西伯利亞高壓增強以及東亞主槽加深。除此以外，過去也有許多研究指出聖嬰-南方振盪(El Niño-

southern Oscillation, ENSO)及季內振盪(Madden-Julian oscillation, MJO)皆是影響東亞冬季季風的因子之一(Wang et al. 2000; Wang and He 2012; Lee et al. 2013; Jeong et al. 2005, 2008)。

當西伯利亞高壓向南延伸、東亞主槽加深，東北風加強帶來冷平流(Ding 1990; Gong and Ho 2004; Jeong et al. 2006; Song et al. 2016)時，常會使台灣發生寒害事件，根據交通部中央氣象局定義，當台北測站日最低溫受大陸冷氣團影響達到10°C以下時稱為「寒流」。寒流天氣型態對於台灣農漁業會造成不同的災害衝擊，因此強化對低溫寒害的知識，以及研究可應用於寒害衝擊的災害管理資訊成為面對此種致災型天氣的重要議題(陳等2020)。

季內時間尺度變異度的主要特徵及機制仍然是東亞冬季季風的重要課題之一，本研究利用MPAS模式進行2011年至2020年冬季(12、1、2月)的45天後報實驗，分析模式長期氣候特徵以及綜觀尺度特徵的預報表現，評估模式對於東亞冬季季風季內尺度的預報能力，希望進一步強化對寒害預警天氣資訊的了解。第二節將介紹MPAS後報實驗設計及使用資料，第三節為模式校驗結果，最後為結論。

二、資料與方法

(一) 模式介紹與實驗設計

本研究使用Model for Prediction Across Scales (MPAS)全球模式v7.0(Skamarock et al. 2012; Klemp 2011)，進行2011至2020年冬季的後報實驗(hindcast experiment)。本研究設定全球均勻網格水平解析度30

公里，垂直55層，模式層頂設定為30公里。使用之物理過程包含New Tiedtke對流參數化法(Zhang and Wang 2017)、WSM6雲物理參數法(Hong and Lim 2006)、YSU邊界層參數法(Hong et al. 2006)、RRTMG長短波輻射參數法及NOAH地表模式(Iacono et al. 2008)。

後報實驗設計如圖1，以2011至2020年11、12、1月每月20至30(31)日00 UTC開始進行45天預報，模式初始場使用NCEP GFS分析場，並於預報每日00UTC利用NCEP CFSv2之預報海溫產品更新模式下邊界海溫資料。根據此實驗架構，可得到2011至2020年包含12、1、2月(後以DJF表示)整月之11或12組系集實驗資料，並可合成一組利用模式初始時間延遲法的系集平均。

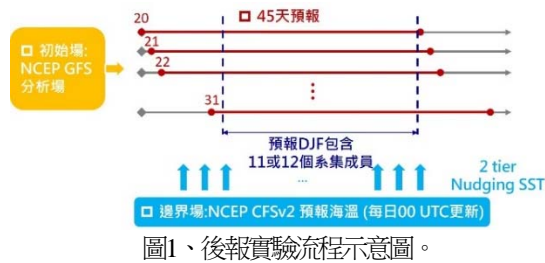


圖1、後報實驗流程示意圖。

(二) 觀測資料

本研究評估MPAS模式後報實驗資料(後續文章簡稱為MPAS)，在層場校驗部分，蒐集比對的分析資料來源為美國NCEP氣候預報系統(CFS) ver.2 (Saha et al. 2014)之等經緯度0.5度網格分析場資料，在雨量校驗部分則是採用Global Precipitation Measurement (GPM)衛星反演日降雨資料(Huffman et al. 2017)作為比對基準。後續文章皆簡稱為觀測值(OBS)。

由於MPAS、CFSv2及GPM資料解析度皆不相同，本研究首先將MPAS及GPM兩組資料重新投影(remapping)至0.5度網格解析度的CFSv2網格，再進行後續校驗。在後續校驗中，MPAS及CFS層場資料皆先將每日四筆(00、06、12、18 UTC)的資料平均為每日層場資料；MPAS及GPM的雨量則是以日雨量為單位，再依照目標校驗時間進行月平均或週平均的比較。而本研究的研究範圍則選取以東亞區域(5°S-55°N, 60°E-180°)為主。

三、校驗結果

(一) 氣候值與距平校驗

東亞冬季季風特徵如圖2(a,c,e)所示，DJF主要特徵包含高層200hPa的西風噴流及中層500hPa的東亞

主槽(圖2a)，低層的西伯利亞冷高壓及阿留申群島的暖低壓(圖2c)，而降雨主要在熱帶(-5°S至5°N)南海及西太平洋處(圖2e)。MPAS可模擬出此氣候特徵(圖2b,d,f)，模擬層場變數(U200, H500, SLP, U850, V850, T2M, RAIN)校驗結果顯示，大部分變數相關係數皆達到0.95以上，只有850hPa風場及降雨分別為0.871及0.898。兩米溫度場及降雨氣候偏差值分別為-4.06%及8.96%，顯示MPAS在東亞冬季模擬較偏冷濕。而在年際變異上，圖3顯示MPAS系集成員的層場變異度平均。整體來說MPAS可模擬出2011至2020年9年間DJF年際變異發生的位置及量值，主要變異度來源在中高層是噴流條及東亞主槽、低層是西伯利亞高壓、降雨則是集中在熱帶為主。

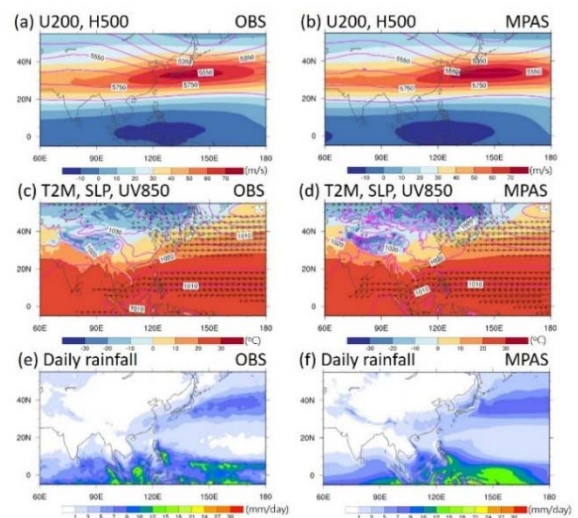


圖2、觀測(a,c,e)及MPAS(b,d,f)模擬2011至2020 DJF之氣候值。(a,b)200hPa東西向風場、500hPa高度場。(c,d)兩米溫度、海平面氣壓、850hPa風場。(e,f)平均日雨量。

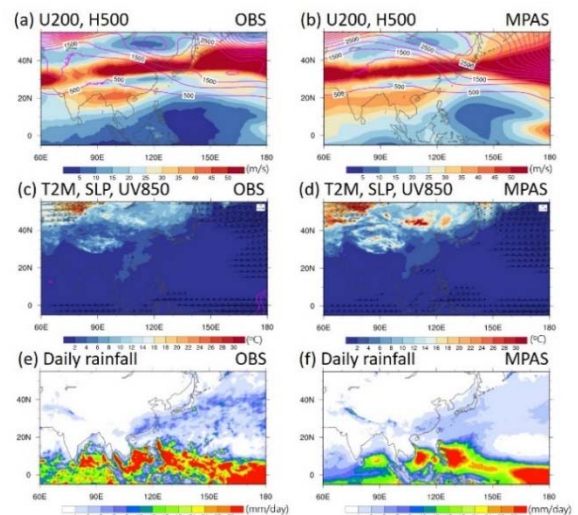


圖3、同圖2，但為年際變異度。

圖4分別顯示200hPa東西向風場距平、500hPa高度場距平、兩米溫度距平及平均日雨量距平的泰

圖校驗結果。其中實心圓為月平均，叉、十字、米字、方框分別為第一、二、三、四週平均。圖中標準差(半徑)及均方根誤差(綠色弧線)皆以觀測之標準差進行標準化(normalized)，角度為相關係數。模式相關係數整體趨勢來會隨著第一週至第四週的預報而減少，均方根誤差增加，但模式第三、四週平均無顯著差距，月平均相關係數跟第二週的預報結果接近。其中200hPa東西向風場距平、500hPa高度場距平、兩米溫度距平月平均相關係數約為0.5至0.6之間，以兩米溫度距平月平均相關係數最高。在日雨量距平的校驗上，月平均日雨量距平的相關係數約為0.4，略小於第一週結果，但標準差則是約落在0.5至0.6之間，大於第一週的結果。

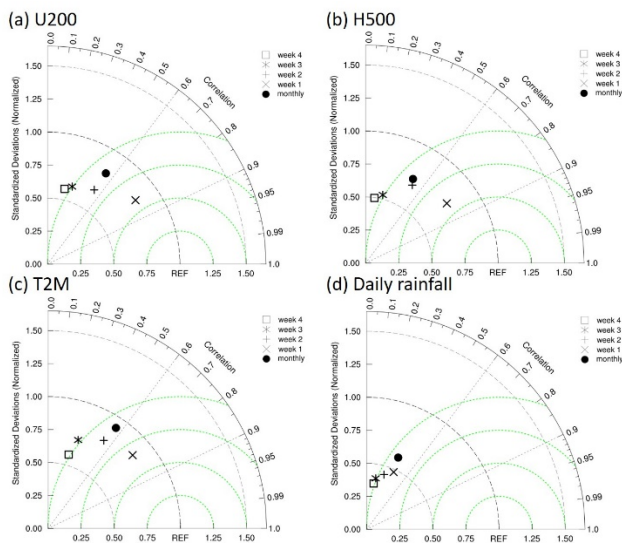


圖4、(a) 200 hPa東西方向風場距平、(b) 500 hPa高度場距平、(c) 兩米溫度距平及、(d) 平均日雨量距平之泰勒圖(Taylor diagram)。實心圓為月平均，叉、十字、米字、方框分別為第一、二、三、四週平均。

(二) 氣候三分法及機率預報校驗

本研究亦利用氣候三分法來評估後報實驗的兩米溫度及降雨結果，依照氣候平均值將結果分為三類，偏低、正常及偏高。本研究首先將空間中每一網格各年結果排序，選取樣本中排位33%及66%作為門檻值，設定低於33%門檻值為偏低、高於66%為偏高，之間為正常。利用Gerrity skill score (GSS, Gerrity 1992)檢驗MPAS後報實驗中氣候三分法的準確度及預報能力，對每一網格點上預報及觀測中偏低、正常、偏高發生機率以列聯表進行校驗，如下表1。

表1、氣候三分法列聯表。

氣候三分法 列聯表		觀測		
		偏低	正常	偏高
預報	偏低	P_{11}	P_{12}	P_{13}
	正常	P_{21}	P_{22}	P_{23}
	偏高	P_{31}	P_{32}	P_{33}

而GSS方程式則可寫為：

$$GSS = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 P_{ij} S_{ij}, \quad (1)$$

$$P_{ij} = n_{ij}/N, \quad (2)$$

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} 1.25 & -0.25 & -1 \\ -0.25 & 0.5 & -0.25 \\ -1 & -0.25 & 1.25 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

其中 P_{ij} 為發生機率， S_{ij} 為得分矩陣。技術得分 $GSS=1$ 時為完美預報， $GSS>0$ 時為有預報技術、 $GSS=0$ 時為無預報技術、 $GSS<0$ 時表示預報技術低於隨機預報。

GSS校驗兩米溫度及平均日雨量結果如圖5，在兩米溫度方面，東亞區域GSS大致上大於0(黃至紅色)，表示兩米溫度在氣候三分法上具有預報技術，可模擬出東亞區域溫度的年際變化。而在日雨量校驗方面(圖5b)，熱帶區域的GSS得分相較較高，1月全台灣附近皆有預報能力，但台灣附近在時間上有較大變異度，12月則是以台灣西南部、2月以台灣東南部較具有預報能力(圖略)。

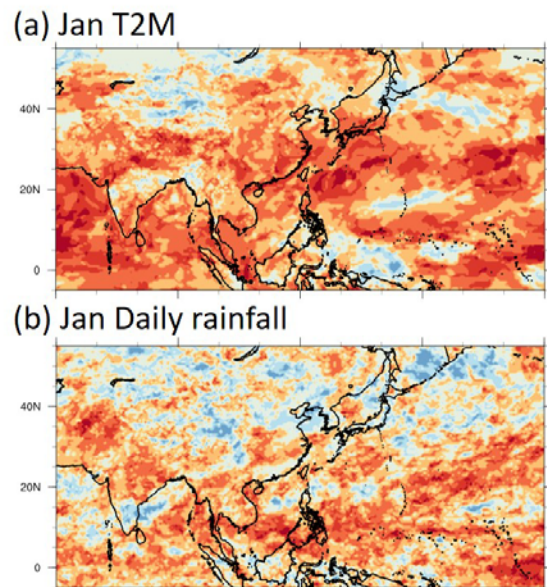


圖5、以1月為例，(a)兩米溫度GSS技術得分。(b)月平均日雨量GSS技術得分。

本研究亦利用Relative operating characteristic (ROC)曲線(Mason 1982; Harvey et al. 1992; Mason and Graham 1999; Wilks 2006)，校驗系集成員中溫度

及降雨預報出現偏低、正常、偏高的機率，圖6以1月結果為例，其中命中率(命中數/(命中+漏報))為縱軸、誤報率(誤報/(誤報+正確拒絕))為橫軸，截斷門檻值(cut-off threshold)設定為0.1至0.9。結果顯示，溫度及降雨預報在1月皆具有預報技術(ROC技術得分大於0.5)，以溫度的鑑別能力較高(ROC技術得分較高)。而系集系統中預報事件又以偏高及偏低機率的發生較有鑑別能力，正常機率的預報技術較差(接近對角線，表示命中率及誤報率接近)，整體來說，DJF校驗結果皆相似(圖略)。同樣以1月為例，進一步用reliability diagram (Hsu and Murphy 1986; Hamill 1997; Wilks 2006)(圖7)校驗系統中預報溫度及降雨機率的可信度，圖7橫軸為不同預報機率，縱軸為觀測事件發生的頻率。分析結果顯示，系集系統中預報偏高及偏低機率的可信度較好(曲線靠近對角線，表示預報機率接近觀測發生頻率)，預報正常機率的可信度較差；而預報較高機率事件時，雨量比溫度更容易發生過度預報的情形，機率高於觀測發生頻率；而在預報較低機率的事件時，雨量比溫度更容易發生不足預報，預報機率低於觀測發生頻率，整體來說12月及2月也有相似的結果(圖略)。

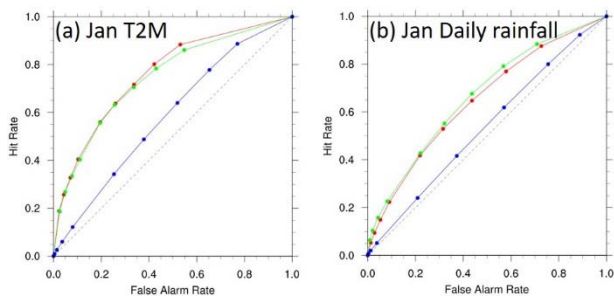


圖6、以1月為例，(a)兩米溫度機率預報，及(b)平均日雨量機率預報的ROC曲線。其中綠、藍、紅線分別為預報偏低、正常、及偏高的機率。

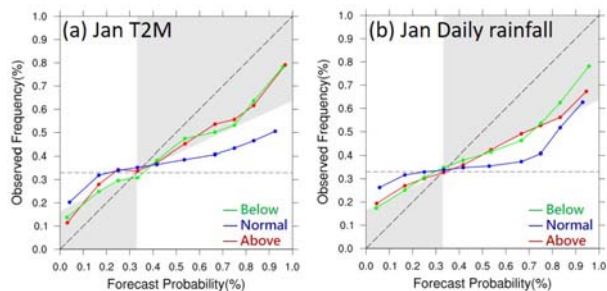


圖7、同圖6，但為reliability diagram。

(三) 冬季阻塞高壓指標特徵

分析過去2011至2020年9年中的阻塞高壓指標(Blocking index, Lejenas and Okland 1983; Tibaldi and Molteni 1990)的模擬結果，太平洋發生阻塞高壓時，

容易使西伯利亞高壓南下，對於台灣可能會造成寒潮的災害事件。初步分析MPAS 11-12年至19-20年9年DJF模擬結果顯示，MPAS月預報結果中不同經度出現阻塞高壓的頻率(紅色)與觀測(黑色)相當一致，顯示MPAS能模擬出氣候上阻塞高壓出現的特徵，在太平洋(約150°E-150°W)及大西洋(約30°W-30°E)有最大發生的頻率。

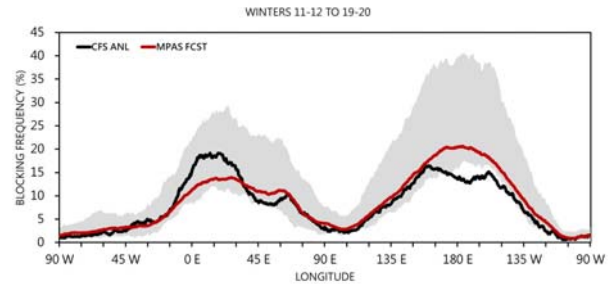


圖8、2011至2020年阻塞高壓指標隨經度之發生頻率分布，紅色為MPAS模擬結果，黑色為觀測，陰影為系集成員中最大值及最小值。

四、結論

本研究利用MPAS全球模式，針對東亞冬季季風進行45天後報實驗，並評估模式長期氣候特徵以及寒潮時綜觀尺度特徵的預報表現。分析時間為2011至2020年冬季(12、1、2月，DJF)，分析範圍以東亞區域(5°S-55°N, 60°E-180°)為主。研究目的在於評估了解模式長期預報對東亞東季季風的掌握程度，以及強化對東亞寒害預警天氣特徵的認識。

模擬氣候值及距平的校驗結果顯示，模式大致上可掌握2011至2020年DJF的氣候值特徵及年際變異發生的位置，在月平均溫度、降雨氣候值上的偏差值分別約為-4%及9%。進一步以氣候三分法計算模式中兩米溫度及降雨發生偏低、正常、偏高的機率，從Gerrity Skill Score (GSS)技術得分的結果來看，模式在台灣附近地面溫度具有預報能力，而降雨預報呈現較大區域變異性，以12月台灣西南部、1月全台、2月台灣東南部較具有預報能力，利用ROC及reliability diagram校驗機率預報的結果則顯示模式在氣候上偏低及偏高的機率預報較有鑑別度及可信度。而分析綜觀尺度的阻塞高壓指標(blocking index)的預報表現，顯示MPAS亦能合理模擬出過去阻塞高壓之發生頻率、發生位置。

參考文獻

- 陳淡容、于宜強、朱容練，2020：臺灣寒流的農漁業衝擊與低溫預警技術研究。災害防救科技與管理學刊，第9卷1期，13-24頁。
DOI:10.6149/JDM.202003_9(1).0002
- Chan, J.C.L. and C. Li, 2004: The east Asian winter monsoon. In: C.P. Chang (Ed.) East Asian Monsoon. Singapore: World Scientific Publishing Company Incorporated, pp. 54–106.
- Chang, C.-P., Z. Wang, H. Hendon, 2006: The Asian winter monsoon. In: The Asian Monsoon. Springer Praxis Books. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/3-540-37722-0_3
- Chen, W., S. Yang, and R. H. Huang, 2005: Relationship between stationary planetary wave activity and the East Asian winter monsoon. *J. Geophys. Res.*, **110**. doi: 10.1029/2004JD005669.
- . and L. Kang, 2006: Linkage between the Arctic Oscillation and winter climate over East Asia on the interannual timescale: Roles of quasistationary planetary waves. *Chinese J. Atmos. Sci.*, **30**, 863–870.
- . and T. Li, 2007: Modulation of Northern Hemisphere wintertime stationary planetary wave activity: East Asian climate relationships by the quasi-biennial oscillation. *J. Geophys. Res.*, **112**, doi: 10.1029/2007JD008611.
- Gerrity, J.P. Jr., 1992: A note on Gandin and Murphy's equitable skill score. *Mon. Wea. Rev.*, **120**, 2707–2712.
- Gong, H., L. Wang, W. Chen, R. Wu, K. Wei, and X. Cui, 2014: The climatology and interannual variability of the East Asian winter monsoon in CMIP5 models. *J. Climate*, **27**, 1659–1678.
- Hamill, T. M., 1997: Reliability diagrams for multicategory probabilistic forecasts. *Wea. Forecasting*, **12**, 736–741.
- Harvey, L. O., K. R. Hammond, C. M. Lusk, and E. F. Mross, 1992: The application of signal detection theory to weather forecasting behavior. *Mon. Wea. Rev.*, **120**, 863–883.
- Hong, S.-Y., and J. O. J. Lim, 2006: The WRF single-moment 6-class microphysics scheme (WSM6). *J. Korean Meteor. Soc.*, **42**, 129–151.
- , Y. Noh, and J. Dudhia, 2006: A new vertical diffusion package with an explicit treatment of entrainment processes. *Mon. Wea. Rev.*, **134**, 2318–2341.
- Hsu, W.-R., and A. H. Murphy, 1986: The attributes diagram: A geometrical framework for assessing the quality of probability forecasts. *Int. J. Forecasting*, **2**, 285–293.
- Huffman, G. J., and Coauthors, 2017: NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG). Algorithm Theoretical Basis Doc., version 5.1, 34 pp., https://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_ATBD_V5.1b.pdf.
- Iacono, M. J., J. S. Delamere, E. J. Mlawer, M. W. Shephard, S. A. Clough, and W. D. Collins, 2008: Radiative forcing by longlived greenhouse gases: Calculations with the AER radiative transfer models. *J. Geophys. Res.*, **113**, D13103, <https://doi.org/10.1029/2008JD009944>.
- Jeong, J.-H., and C.-H. Ho, 2005: Changes in occurrence of cold surges over East Asia in associated with Arctic oscillation. *Geophysical Research Letters*, **32**, L14704. doi: 10.1029/2005GL023024.
- , ——, B. M. Kim, and W. T. Kwon, 2005: Influence of the Madden-Julian Oscillation on wintertime surface air temperature and cold surges in East Asia. *J. Geophys. Res.*, **110**, doi:10.1029/2004JD005408.
- , B. M. Kim, C. H. Ho, and Y. H. Noh, 2008: Systematic variation in wintertime precipitation in East Asia by MJO-induced extratropical vertical motion. *J. Climate*, **21**, 788–801.
- Jhun, J.-G., and E.-J. Lee, 2004: A new East Asian winter monsoon index and associated characteristics of the winter monsoon. *J. Climate*, **17**, 711–726.
- Klemp, J. B., 2011: A terrain-following coordinate with smoothed coordinate surfaces. *Mon. Wea. Rev.*, **139**, 2163–2169.

- Lee, J. Y., S. S. Lee, B. Wang, K. J. Ha, and J. G. Jhun, 2013: Seasonal prediction and predictability of the Asian winter temperature variability. *Clim. Dyns.*, **41**, 573–587.
- Lejenas, H., and H. Okland, 1983: Characteristics of Northern Hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data. *Tellus*, **35A**, 350–362.
- Li, J., B. Wang, and Y.-M. Yang, 2020: Diagnostic Metrics for Evaluating Model Simulations of the East Asian Monsoon. *J. Climate*, **33**, 1777–1801.
- Liu, Y., L. Wang, W. Zhou, and W. Chen, 2014: Three Eurasian teleconnection patterns: Spatial structures, temporal variability, and associated winter climate anomalies. *Clim. Dyn.*, **42**, 2817–2839.
- Mason, S. J. 1982: A model for assessment of weather forecasts. *Aust. Meteor. Mag.*, **30**, 291–303.
- , and N. E. Graham, 1999: Conditional probabilities, relative operating characteristics, and relative operating levels. *Wea. Forecasting*, **14**, 713–725.
- Murphy, A. H., 1977: The value of climatological, categorical and probabilistic forecasts in the cost-loss ratio situation. *Mon. Wea. Rev.*, **105**, 803–816, doi:[https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1977\)105<0803:TVOCCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1977)105<0803:TVOCCA>2.0.CO;2).
- , 1993: What is a good forecast? An essay on the nature of goodness in weather forecasting. *Wea. Forecasting*, **8**, 281–293.
- Saha, S. and Coauthors, 2014: The NCEP Climate Forecast System Version 2. *J. Climate*, **27**, 2185–2208.
- Song L., and R. Wu, 2017: Processes for occurrence of strong cold events over Eastern China. *J. Climate*, **30**, 9247–9266.
- 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.
- Takaya, K. and H. Nakamura, 2005: Geographical dependence of upper-level blocking formation associated with intraseasonal amplification of the Siberian high. *J. Atmos. Sci.*, **62**, 4441–4449.
- , and —, 2013: Interannual variability of the East Asian winter monsoon and associated modulations of the planetary waves. *J. Climate*, **26**, 9445–9461.
- Tibaldi, S., and F. Molteni, 1990: On the operational predictability of blocking. *Tellus*, **42A**, 343–365.
- Wang, B., R. Wu, and X. Fu, 2000: Pacific–East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517–1536.
- , Z. Wu, C. P. Chang, J. Liu, J. Li, and T. Zhou, 2010: Another look at interannual-to-interdecadal variations of the East Asian winter monsoon: The northern and southern temperature modes. *J. Climate*, **23**, 1495–1512.
- Wang, H. J. and S. P. He, 2012: Weakening relationship between East Asian winter monsoon and ENSO after mid-1970s. *Chin. Sci. Bull.*, **57**, 3535–3540.
- Wang, L, and M.-M. Lu, 2017: The East Asian winter monsoon. In: Chang, CP, Kuo, HC, Lau, NC, Johnson, RH, Wang, B, Wheeler, M (eds) *The Global Monsoon System: Research and Forecast* (3rd ed). Singapore: World Scientific, 51–61.
- Wilks, D. S., 2006: *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 2nd ed. Academic Press, 627 pp.
- Wu, B., and J. Wang, 2002: Winter Arctic oscillation, Siberian high and East Asian winter monsoon. *Geophysical Research Letters*, **29**, 1897. doi:10.1029/2002GL015373.
- Wu, Z., J. Li, Z. Jiang, and J. H. He, 2011: Predictable climate dynamics of abnormal East Asian winter monsoon: Once-in-a-century snowstorms in 2007/2008 winter. *Clim. Dyns.*, **37**, 1661–1669.
- Zhang, C. and Y. Wang, 2017: Projected Future Changes of Tropical Cyclone Activity over the Western North and South Pacific in a 20-km-Mesh Regional Climate Model. *J. Climate*, **30**, 5923–5941.

Evaluating MPAS simulations of the East Asian winter monsoon

Li-Huan Hsu, Dan-Rong Chen, Li-Rung Hwang, Jung-Lien Chu, Chia-Chun Wu,

Chou-Chun Chiang, Yi-Chiang Yu

National Science and Technology Center for Disaster Reduction

Abstract

A series of hindcast experiments for East Asian winter monsoon are conducted with the Model for Prediction Across Scales (MPAS). Ensemble hindcast experiments of 45-days for December, January and February are made from 2011-2020. The model was initialized with NCEP GFS analysis and the lower boundary was updated daily with NCEP CFS forecast sea surface temperature. The MPAS simulated climatology shows a cold bias of 4% for monthly 2-m temperature and a positive bias of 9% for monthly rainfall over East Asian. The 3-category evaluation results show that the Gerrity Skill Scores (GSS) are positive (skillful) for 2-m temperature in the vicinity of Taiwan. For rainfall forecast, the GSS are positive in south-western Taiwan, whole Taiwan area, and south-eastern Taiwan in Dec, Jan, and Feb respectively. The evaluation results also indicate that MPAS is more reliable for above normal and below normal tercile in DJF probability outlooks. The blocking index analysis also indicate that MPAS has ability to reproduce the occurrence of blocking-high in frequency, location and duration time. In general, MPAS monthly simulations are capable to reproduce the climatology characteristics and the frequency of cold surge events in DJF over East Asian from 2011-2020.

Key word: East Asian winter monsoon, Cold surge, MPAS