

# 中央氣象局月季長期天氣展望之預報校驗

陳孟詩

中央氣象局氣象預報中心

## 摘要

本文依據世界氣象組織第485號報告之附件II-8—長期預報標準驗證系統之建議，分別針對中央氣象局每月月底所發布之季長期天氣展望（1999~2009年）及每週五所發布之月長期天氣展望（2005~2009年）進行預報校驗，藉此評估7天以上至3個月內的短期氣候預報能力。季長期天氣展望之校驗結果顯示，溫度預報準確率均超過五成五，雨量預報準確率亦達四成以上；無論是溫度或雨量之類別預報均有預報技術。雨量機率預報表現雖未優於氣候值，但預報能力有隨領先時間縮短而改善。月長期天氣展望之校驗結果則顯示，除了第2週的雨量類別預報外，準確率均在四成五以上，且均有預報技術；機率預報的技術得分除了第2週及1-4週雨量預報外明顯優於氣候值。無論是溫度或雨量預報，第1週的預報表現最好，其次為1-4週，第2週表現最差，顯示第2週預報仍有其困難度。

## 一、前言

世界上現行氣象預報的範圍，根據WMO之定義可分為0-2小時的即時預報、2-12小時的極短期天氣預報、12-72小時的短期天氣預報、72-240小時的中期天氣預報、10-30天的展期天氣預報、30天-2年的長期預報（包含月展望、90天展望、季展望），以及2年以上的氣候預報。其中公認較具可預報度者為7天以內之天氣預報及季預報，7天以內的預報主要參考天氣預報模式，季預報則參考短期氣候預報模式。隨著電腦科技的進步，現在各主要作業研究中心嘗試使用一組高解析度的海氣耦合系集預報模式同時進行天氣預報與短期氣候預報，並希望對於10-30天的展期天氣預報能力有所幫助，進而達到無縫隙預報（seamless forecast）的理想。

中央氣象局自1999年開始發布未來3個月的溫度／雨量機率預報，同時為配合世界潮流，於2005年再將未來3個月的旬預報改制為未來4週的週預報，迄今已有一段時間。由於預報產品除了一般社會大眾外，亦提供給水利、農業及防災等下游單位參考以協助其決策，因此有必要評估月季長期天氣展望的預報表現，使其更進一步了解現行短期氣候預報的能力所在。評估月季長期天氣展望的預報表現同時也可以幫助預報員了解預報行為是否有偏差，進而修正改善以提高預報能力。

本文第2節簡單描述校驗所使用的預報資料及分析方法，第3節針對校驗結果進行討論，第4節則提出結論與建議。

## 二、資料與分析方法

本文所分析的預報資料包括中央氣象局每月所發布的季長期天氣展望（1999~2009年）以及每週所發布的月長期天氣展望（2005~2009年），所使用之校驗方法主要依據世界氣象組織第485號報告之附件II-8—長期預報標準驗證系統（SVS for LRF, Standardised verification system for long-range forecasts, WMO, 2002）之建議，對於類別預報先依三分類（30%-40%-30%）製成列聯表（Contingency Table），再計算準確率（PC, Percent Correct）及技術得分（GSS, Gerrity Skill Score），對於機率預報則採用ROC curve（Relative Operating Characteristic）及Reliability diagram and frequency histogram，並計算技術得分（RPSS, Ranked Probability Skill Score）。關於校驗方法更進一步地詳細說明與意義可參閱JWGV (2004)。

## 三、校驗結果

### （一）、季長期天氣展望

整體而言，溫度預報準確率（PC）均超過五成五，雨量預報準確率亦達四成以上；無論是溫度或雨量之類別預報均有預報技術（GSS）。雨量機率預報（RPSS）表現雖未優於氣候值（30-40-30%），但預報能力有隨領先時間縮短而改善（圖1）。

進一步探討一個月預報的表現，分年來看（圖2），溫度預報準確率最高為2002年，最低為2000、2003-2004及2008年；雨量預報準確率最高為2004年，最低為2000-2001年。2000、2003年溫度類別預報無技術，2000-2001年雨量類別預報無技術。溫度機率預報表現均優於氣候值，雨量機率預報2002-2006及2009年表現優於氣候值。

分月來看(圖略),溫度預報準確率最高為7月,最低為1月;雨量預報準確率最高為3、4、10月,最低為5、11月。1月溫度及9月雨量之類別預報無技術。溫度機率預報表現均優於氣候值,雨量機率預報3-4、6-7、10-12月表現優於氣候值。大致上而言,溫度預報之技術得分呈雙月振盪,雨量預報之技術得分則呈現季節振盪,尤其季節轉換時的雨量預報能力較差。

分區來看(圖略),溫度預報準確率最高為北部及南部,最低為東部;雨量預報準確率最高為北部,最低為東部,由此可知氣候預報對北部的掌握能力較好,東部較不易掌握。無論是溫度或雨量之類別預報,4個區域均有預報技術,但南部的雨量機率預報表現未優於氣候值。

由Reliability diagram來看(圖3),一個月前的高溫預報有低估的情形,而低溫預報則高估;換句話說,預報高溫的機率為40%,實際發生高溫的機率為60%,而預報低溫的機率為30%,實際發生低溫的機率只有10%,似乎反應目前氣溫暖化的趨勢。一個月前的雨量預報大致上而言是具有可信賴度的。由ROC curve可看出無論是一個月前溫度或雨量預報,高/低溫或多/少雨類別均較正常類別有預報技術。

## (二)、月長期天氣展望

類別預報的校驗結果顯示(圖4),除了第2週的雨量預報外,準確率(PC)均在四成五以上,且均有預報技術(GSS);機率預報的技術得分(RPSS)除了第2週及1-4週雨量預報外明顯優於氣候值(30-40-30%)。無論是溫度或雨量預報,第1週的預報表現最好,其次為1-4週,第2週表現最差,顯示第2週預報仍有其困難度。至於第2週雨量預報準確率不到四成的原因,在於預報正常類別的次數偏多(三個類別的預報比率約為4-91-5%)。舉例來說,預報心態若為多雨,機率的選擇多為10-50-40%、10-60-30%或20-50-30%,反之則選擇40-50-10%、30-60-10%或30-50-20%,再加上信心度不足,因此預報常落在正常類別,但實際降雨三個類別發生的比率約為35-33-32%,若降雨常發生在氣候正常範圍,準確率就會提高,反之準確率則會降低。換句話說,此機率預報無法忠實反應出真正類別,鑑別度不夠。

分年來看(圖5),近三年雨量預報除了1-4週準確率為上升趨勢外,第1、2週均為下降趨勢;機率預報技術得分多為持平。近三年溫度預報準確率除了第1週呈現上升趨勢外,第2週及1-4週均為下降趨勢;大致上而言,類別預報技術得分雖逐年下降,但機率預報技術得分卻緩慢上升。原因在於預報員

為了追求機率預報技術得分(RPSS),而犧牲了類別預報技術得分(GSS)。舉例來說,預報心態若是往正常至高溫方向,可以有20-40-40%及10-50-40%兩種選擇,但由於前者在實際狀況為正常時機率預報技術得分為負分,而後者無論是正常或高溫均為正分,因此會選擇10-50-40%做預報。如此一來預報多位於正常類別,由列聯表所計算出來的類別預報技術得分就不會太高。建議預報員除了追求高機率預報技術得分外,也需考慮是否能反應出真正的預報類別。

分季來看(圖略),第1、2週溫度預報及1-4週雨量預報冬半年表現較好,夏半年表現較差。第1週雨量預報準確率於秋季較差,第2週雨量預報表現則是上半年優於下半年,但1-4週溫度/雨量預報技術得分(RPSS)反而是下半年優於上半年。

分區來看(圖略),第1、2週溫度預報以北部表現較差、東部較好,但1-4週溫度預報表現東部反而不如中南部。第1週雨量預報以中部表現較好、東部較差,但1-4週雨量預報表現則剛好反之。綜合來說,北部溫度預報的表現較不理想。

由Reliability diagram來看(圖6及圖7),第1週溫度預報信心不足,第2週高溫預報則有低估的情形,1-4週高溫預報低估而低溫預報高估的表現與一個月前預報是一致的;雨量預報方面,除了1-4週少雨預報外均有低估的情形。ROC curve則顯示,高/低溫或多/少雨類別均較正常類別有預報技術,但1-4週溫度預報此差異較不明顯。

## 四、結論與建議

本文依據世界氣象組織第485號報告之附件II-8—長期預報標準驗證系統之建議,分別針對中央氣象局每月月底所發布之季長期天氣展望(1999~2009年)及每週五所發布之月長期天氣展望(2005~2009年)進行預報校驗。

季長期天氣展望之校驗結果顯示,溫度預報準確率均超過五成五,雨量預報準確率亦達四成以上;無論是溫度或雨量之類別預報均有預報技術。雨量機率預報表現雖未優於氣候值,但預報能力有隨領先時間縮短而改善。大致上而言,溫度預報之技術得分呈雙月振盪,雨量預報之技術得分則呈現季節振盪,尤其季節轉換時的雨量預報能力較差。此外,預報對北部的掌握能力較好,東部較不易掌握。一個月前的高溫預報有低估的情形,而低溫預報則高估;一個月前的雨量預報大致上而言是具有可信賴度的。無論是一個月前溫度或雨量預報,高/低溫或多/少雨類別均較正常類別有預報技術。

月長期天氣展望之校驗結果則顯示,除了第2週的雨量類別預報外,準確率均在四成五以上,且

均有預報技術；機率預報的技術得分除了第2週及1-4週雨量預報外明顯優於氣候值。無論是溫度或雨量預報，第1週的預報表現最好，其次為1-4週，第2週表現最差，顯示第2週預報仍有其困難度。綜合來說，北部溫度預報的表現較不理想。此外，高／低溫或多／少雨類別均較正常類別有預報技術。

由於預報員為了追求機率預報技術得分（RPSS），常會犧牲類別預報技術得分（GSS），使得機率預報無法忠實反應出真正類別，鑑別度不夠。建議預報員除了追求高機率預報技術得分外，也需考慮是否能反應出真正的預報類別。

## 五、參考文獻

JWGV, 2004: Forecast verification – Issues, methods and FAQ.

[http://www.bom.gov.au/bmrc/wefor/staff/eee/verif/verif\\_web\\_page.html](http://www.bom.gov.au/bmrc/wefor/staff/eee/verif/verif_web_page.html)

WMO, 2002: Standardized verification system (SVS) for long-range forecasts (LRF). New attachment II-8 to the *Manual on the GPDS* (WMO-No. 485). Available online at

[http://www.bom.gov.au/wmo/lrfvs/Attachment\\_II-8.doc](http://www.bom.gov.au/wmo/lrfvs/Attachment_II-8.doc)

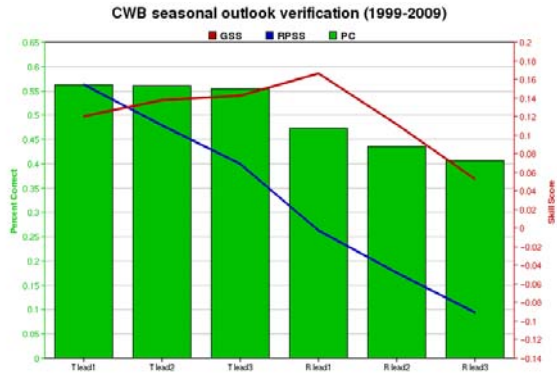


圖1、1999-2009年台灣月平均溫度 (T) 及累積雨量 (R) 類別預報準確率 (PC)、技術得分 (GSS) 及機率預報技術得分 (RPSS)。lead1、lead2、lead3分別表示1個月前預報、2個月前預報、3個月前預報。

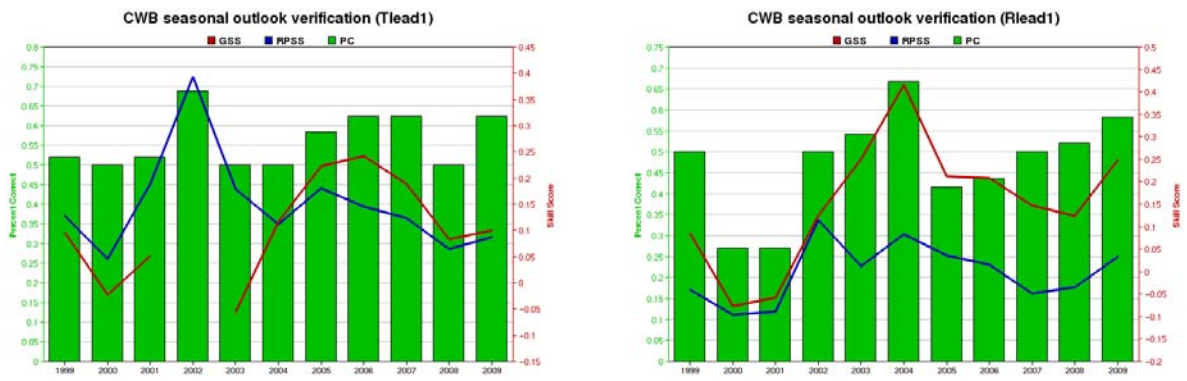


圖2、各年對台灣一個月前溫度 (左) 及雨量 (右) 預報的校驗。

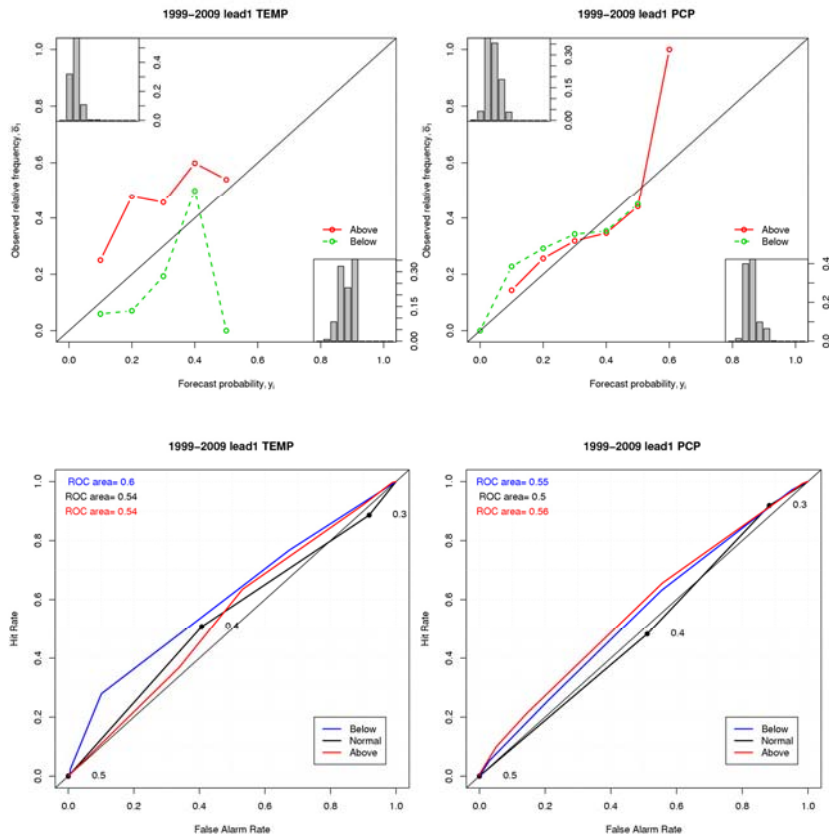


圖3、1999-2009年對台灣一個月前溫度 (左) 及雨量 (右) 機率預報的Reliability diagram (上) 及ROC curve (下)。

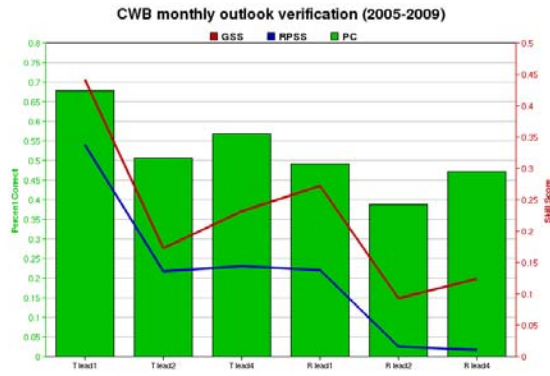


圖 4、2005-2009 年台灣週平均溫度 (T) 及累積雨量 (R) 決定性預報準確率 (PC)、技術得分 (GSS) 及機率預報技術得分 (RPSS)。lead1、lead2、lead4 分別表示第 1 週預報、第 2 週預報、1-4 週預報。



圖 5、各年台灣週平均溫度 (左) 及累積雨量 (右) 的決定性預報準確率 (PC)、技術得分 (GSS) 及機率預報技術得分 (RPSS)。上圖為第 1 週，中圖為第 2 週，下圖為 1-4 週。

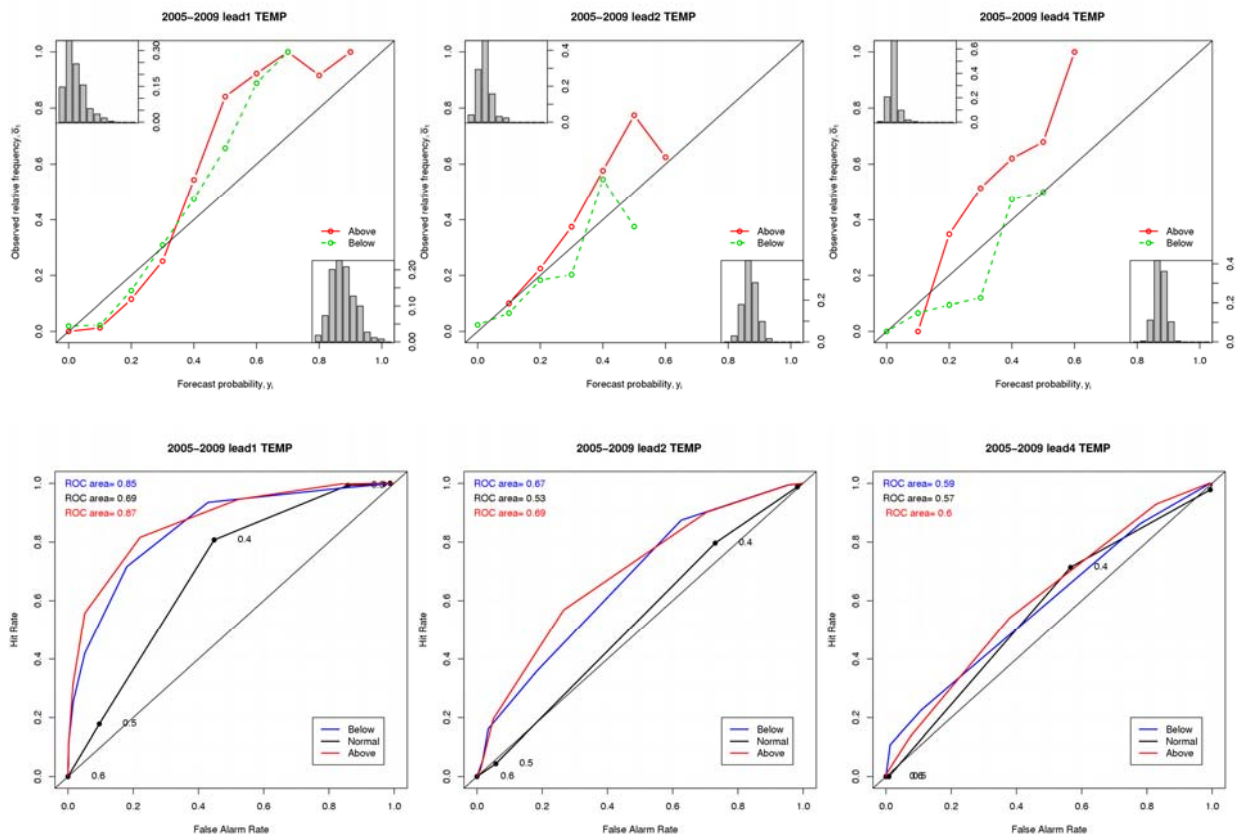


圖6、2005-2009年台灣週平均溫度機率預報的Reliability diagram（上）及ROC curve（下）。左圖為第1週，中圖為第2週，右圖為1-4週。

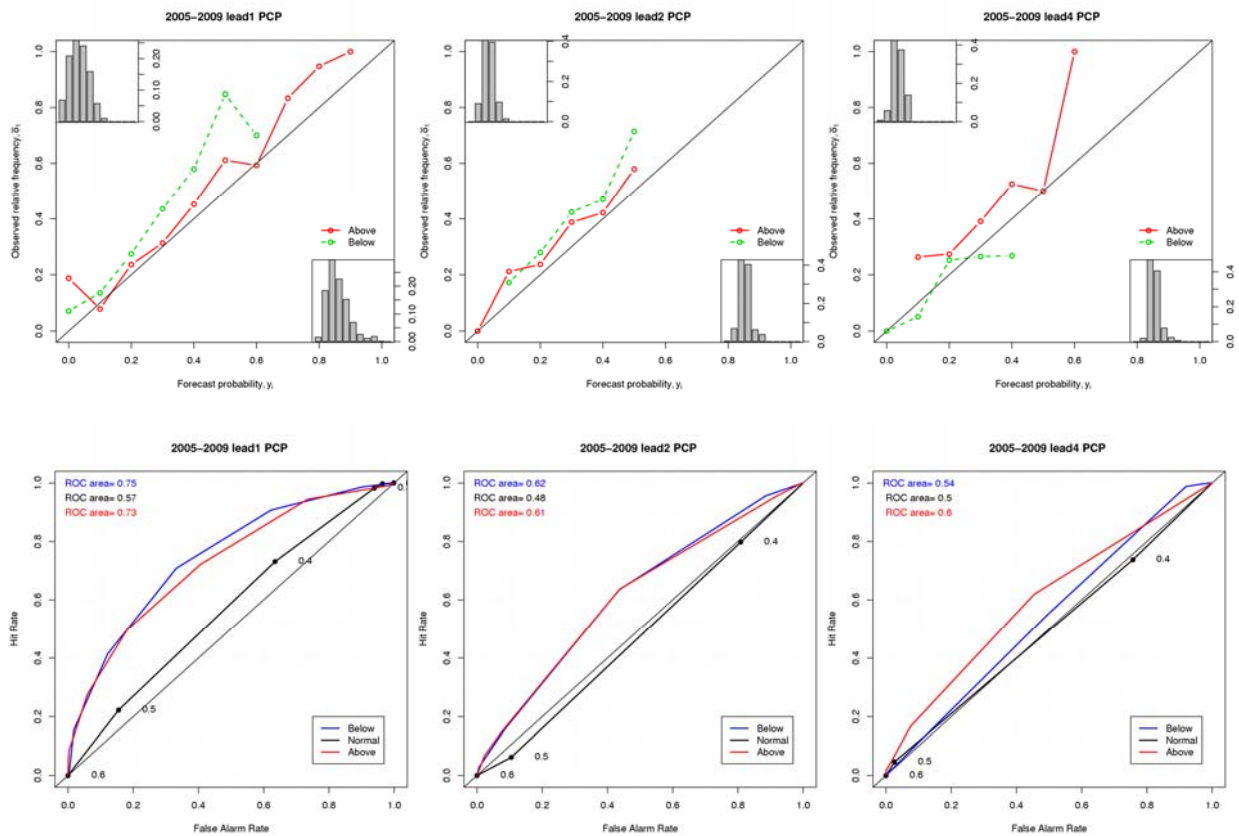


圖7、2005-2009年台灣週累積雨量機率預報的Reliability diagram（上）及ROC curve（下）。左圖為第1週，中圖為第2週，右圖為1-4週。



# Regional Climate Simulation on the 1998 South China Sea (SCS) Summer Monsoon with Local Mean Bias Correction

Pay-Liam Lin , Po-Lin Wu, Hann-Ming Henry Juang

Institute of Atmospheric Physics

National Central University

## Abstract

The regional climate models used to resolve the high resolution local circulation by dynamically downscaling from coarse resolution analysis may have large scale error. This error is mainly from the problem of mathematically ill-posed lateral boundary conditions. In this paper, we proposed a scheme, called “Local Mean Bias Correction (LMBC)”, to reduce this error. LMBC is a mean bias correction scheme in terms of mean in x direction and mean in y direction locally over the model domain, not entire domain mean. In spectral space, the local means are represented by zero wave number in x direction as ( $m=0$ ) with all wave number in y direction (all n) and zero wave number in y direction ( $n=0$ ) with all wave number in x direction (all m). The local mean perturbation can be removed to correct the local mean bias, where the perturbation is defined as the difference between regional field and base field from analysis.

In this study, an attempt has been made to further improve on the regional climate simulation on the 1998 South China Sea (SCS) summer monsoon by LMBC. General speaking, this scheme has well-simulated circulation per-onset, onset, and after monsoon onset from the regional spectral model. The circulation errors during SCS summer monsoon onset can be corrected by this LMBC scheme, though the rainfall amount always underestimate than the observation, which may require model physics tuning. We also demonstrate the consistent results on different area domain choice, by shift the domain north, east, west, and south. This scheme reduces the systematic error and making the downscaling less dependent on the domain choice.

# How much do we know about decadal to multidecadal climate variability ?

## 關於年代際變化我們瞭解多少？

劉鵬<sup>1,2</sup>

隋中興<sup>1</sup>

國立中央大學水文和海洋科學研究所<sup>1</sup>

南京資訊工程大學氣象災害重點實驗室<sup>2</sup>

### 摘要

使用1880-2009年逐月的全球平均表面溫度資料，利用HHT (Hilbert-Huang Transform) 方法，找到了近百年的氣候變暖的趨勢。將SST (Sea Surface Temperature) 去掉此長期氣候變化的趨勢，然後再做EOF後發現，除了存在我們熟知的PDO/IPO (Pacific Decadal Oscillation /Inter-decadal Pacific Oscillation) 年代際變化信號外，還存在壹個60年週期的MDV (Multidecadal Variability)，此信號較強的SST區域是北太平洋和北大西洋，然後通過分時間段討論發現，上面兩地區的SST在近百年確實存在壹個-、+、-、+的模態。再利用NCEP-NCAR和ERA-40資料做去掉氣候變暖趨勢的Combined EOF後發現，除了PDO/IPO的信號外，同樣也存在MDV的信號，且兩套資料在MDV週期中-、+模態轉換的拐點分別是1979和1976/1977年。

關鍵字：年代際變化，SST，PDO/IPO，MDV

### 一、前言

對於長期的氣候變化而言，全球變暖[Wear, 2003]已是壹個不爭的事實，除此之外，年代際變化也是影響長期氣候變化的壹個重要因素。氣候學家也已經在SST (Sea Surface Temperature) 的長期變化中找到了壹些年代際變化的信號，在太平洋找到的模態有PDO/IPO (Pacific Decadal Oscillation /Inter-decadal Pacific Oscillation) [Mantua et al, 1997; Power et al, 1999]，此模態很像ENSO-like [Zhang et al, 1997]的特徵，還有根據北太平洋海平面氣壓 (SLP) 定義的指數NPI (North Pacific Index) [Trenberth and Hurrell, 1994; Deser et al., 2004]，最近幾年許多學者也發現北大西洋也存在著很強的年代際變化的信號，其中包括AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation) [Kushnir 1994; Delworth and Mann 2000]、AMV (Atlantic Multidecadal Variability) [Knight et al. 2006]、AMOC (Atlantic meridional overturning circulation) [Delworth et al. 1993; Dong and Sutton 2005; Danabasoglu 2008]。

使用1880-2009年逐月的全球平均表面溫度資

料，利用HHT (Hilbert-Huang Transform) 方法，也發現近百年的溫度變化是0.8K，而低頻信號的年代際變化為0.1K-0.15K/30年。因此可以說明，雖然全球變暖對於近百年的氣候變化時極為重要的，但是對於研究未來30年時間的氣候變化，年代際變化信號的影響也是不能忽略的。通過對去掉年變化的SST求方差發現，赤道東太平洋、北太平洋和北大西洋是年際和年代際變化最為顯著的地區，可能是影響全球年際和年代際變化的信號源地。

綜合眾多學者的研究發現，為了找到更為明確的年代際變化的信號，首先有必須排除全球變暖信號的影響，然後再根據太平洋和大西洋都可能是年代際變化的信號源地這個特點，並把二者結合到壹起考慮，壹定能發現壹些有意思的結果。

### 二、結論

由於近百年的全球變暖是最為顯著的，無論對地球表面溫度變化趨勢的影響，還是對其他氣候場變化趨勢的影響都是壹致且巨大的 [Chen et al. 2008a]，所以為了更好的尋找年代際變化的信號，因此將SST去



掉此長期氣候變化趨勢，然後再做EOF後發現，除了存在我們熟知的PDO/IPO年代際變化信號外，還存在壹個60年週期的MDV，此信號較強的SST區域是北太平洋和北大西洋，然後通過分時間段討論發現，上面兩地區的SST在近百年確實存在壹個-、+、-、+的模態[Latif et al. 2006]。再利用NCEP-NCAR和ERA-40資料做去掉氣候變化趨勢做Combined EOF後發現，除了PDO/IPO的信號外[Chen et al. 2008b]，同樣也存在MDV的信號，且兩套資料在MDV週期中-、+模態轉換的拐點分別是1979和1976/1977年。通過對氣候場的分析發現北大西洋的SST異常可能會導致的氣候場的異常，進而對通過風場的影響，使北太平洋的SST的異常在-、+位元相表現為不同區域的海溫異常[Wu et al. 2008]。

#### 參考文獻：

- Chen, J., A. D. Del Genio, B. E. Carlson, and M. G. Bosilovich, 2008a: The spatiotemporal structure of twentieth-century climate variations in observations and reanalyses. Part I: Long-term trend. *J. Climate*, **21**, 2611–2633.
- Chen, J., A. D. Del Genio, B. E. Carlson, and M. G. Bosilovich, 2008b: The spatiotemporal structure of twentieth-century climate variations in observations and reanalyses. Part II: Pacific pandecadal variability. *J. Climate*, **21**, 2611–2633.
- Danabasoglu, G., 2008: On multi-decadal variability of the Atlantic meridional overturning circulation in the Community Climate System Model version 3 (CCSM3). *J. Climate*, **21**, 5524–5544.
- Delworth, T. L., and M. E. Mann, 2000: Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere. *Climate Dyn.*, **16**, 661–676.
- Delworth, T. L., S. Manabe, and R. J. Stouffer, 1993: Interdecadal variations of the thermohaline circulation in a coupled ocean–atmosphere model. *J. Climate*, **6**, 1993–2011.
- Deser, C., A. S. Phillips, and J. W. Hurrell, 2004: Pacific Interdecadal climate variability: Linkages between the tropics and the north Pacific during boreal winter since 1900. *J. Climate*, **17**, 3109–3124.
- Dong, B., and R. T. Sutton, 2005: Mechanism of interdecadal thermohaline circulation variability in a coupled ocean–atmosphere GCM. *J. Climate*, **18**, 1117–1135.
- Knight, J. R., C. K. Folland, and A. A. Scaife, 2006: Climate impacts of the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L17706, doi:10.1029/2006GL026242.
- Kushnir, Y., 1994: Interdecadal variations in North Atlantic sea surface temperature and associated atmospheric conditions. *J. Climate*, **7**, 141–157.
- Latif, M., C.W. Böning, J. Willebrand, A. Biastoch, J. Dengg, N. Keenlyside, U. Schwegendieck, and G. Madec, 2006b: Is the thermohaline circulation changing? *J. Climate*, **18**, 4631–4637.
- Mantua, N.J., et al., 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, **78**, 1069–1079.
- Power, S., T. Casey, C. Folland, A. Colman, and V. Mehta, 1999: Interdecadal modulation of the impact of ENSO on Australia. *Climate Dyn.*, **15**, 319–324.
- Trenberth, K.E., and J.W. Hurrell, 1994: Decadal atmosphere–ocean variations in the Pacific. *Clim. Dyn.*, **9**, 303–319.
- Weart, S. R., 2003: *The Discovery of Global Warming*. Harvard University Press, 228 pp.
- Wu, L., C. Li, C. Yang, and S.-P. Xie, 2008: Global teleconnections in response to a shutdown of the Atlantic meridional overturning circulation. *J. Climate*, **21**, 3002–3019.