

行政院所屬各機關出國報告
(出國類別：國際會議)

赴新加坡參加「第六次世界氣象組織國際季風研討會」

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：陳雲蘭 技正

派赴國家：新加坡

出國期間：106 年 11 月 12 日至 11 月 18 日

報告日期：107 年 1 月 31 日

摘 要

世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)每四年召開一次國際季風研討會(The International Workshop on Monsoons, IWM)，定期對當時所瞭解的季風科學及重要相關議題進行完整的回顧，並藉由這個研討會來聚集水文氣象作業專家與季風相關研究學者共同討論，提供研發人員、測報實務作業人員、與季風預報產品後端使用者的經驗交流平台，以促進季風科學的發展與科研成果的有效應用。第 6 次國際季風研討會(IWM-VI)於 106 年 11 月 13 至 11 月 17 日在新加坡舉辦，出國人員投遞一份有關熱帶季內振盪(Madden Julian Oscillation, MJO)對東亞降水影響的研究報告，獲大會接受與會並給予邀請函。

參與國際季風研討會的主要目的，是希望藉由專家報告及研究討論來更深入瞭解國際目前對季風科學的認識與對測報技術的應用，並關注仍待探究的重要議題。與此同時，把握機會發表我國在氣候測報技術研發的論文成果，並與各國水文氣象作業專家、研究學者進行互動研討，以期增進氣象測報技術發展，並提升我國在國際氣象同行之間的參與能見度。

世界氣象組織近幾次所舉辦的國際季風研討會將季風議題擴展為所有與預報極端降水、颱風、乾旱等高影響天氣的全時間尺度聯合議題。可以說現在的國際季風研討會已為天氣與氣候搭起協同合作的橋樑。現今推行國際季風研討會的組織團隊是天氣與氣候專家的合作，研討會的內容設計是跨尺度專家的對話平台，更是各國測報實務人員與科研人員的國際交流管道，建議持續把握可以參加的機會、積極鼓勵同仁整理工作成果來與國際交流。此外，本次研討會有 2 個邀請報告介紹衛星觀測資料在極端降水問題的研究，WMO 目前也有一個正在發起的相關實驗計畫，名為「作業性極端天氣與氣候太空監測」(Operational Space-based Weather and Climate Extremes Monitoring, SWCEM)，規劃要從 2018 年推出一個 2 年的示範計畫(SWCEM Demonstration Project)來監測西太平洋和東南亞地區的極端降水事件。衛星資料在氣候的應用愈來愈受到重視，建議鼓勵同仁多關注 WMO 對於此類重要計畫的推動。

目 次

摘 要	2
目 次	3
一、 目的.....	4
二、 過程.....	5
三、 心得與建議.....	12
四、 參考文獻.....	13
附錄 1：英文縮寫名稱對照表	
附錄 2：第六次世界氣象組織國際季風研討會邀請函	
附錄 3：第六次世界氣象組織國際季風研討會議程	
附錄 4：參加第六次世界氣象組織國際季風研討會發表論文摘要	

一、目的

中央氣象局(以下簡稱氣象局)為掌握國際最新的氣象測報技術，並提高區域性天氣與氣候預報的作業能力，需要把握各種機會來與各國氣象單位、學研機構保持有效的互動，以期獲得國際最新的發展動態與訊息。職本次奉准出國參加由世界氣象組織(WMO, 本文各英文縮寫名稱對照請見附錄 1)於 106 年 11 月 13 至 11 月 17 日在新加坡舉辦的第 6 次國際季風研討會(IWM-VI)，經由投遞一份有關熱帶季內振盪(Madden Julian Oscillation, MJO)對東亞降水影響的研究報告，獲大會接受與會並給予邀請函(附錄 2)，該論文報告題目為：Defining the MJO in cold season for its influence on East Asian weather。參與國際季風研討會的主要目的，是希望藉由專家報告及研究討論更深入瞭解國際目前對季風科學的認識與對測報技術的應用，並關注仍待探究的重要議題。與此同時，把握機會發表我國在氣候測報技術研發的論文成果，並與各國水文氣象作業專家、研究學者進行互動研討，以期增進氣象測報技術發展，並提升我國在國際氣象同行之間的參與能見度。

二、過程

此國際季風研討會是世界氣象組織(WMO)世界天氣研究計畫(World Weather Research Programme, WWRP)季風委員會(Monsoon Panel)每四年召開一次的研討會議，其目的是為了定期對當時所瞭解的季風科學與重要相關議題做一次完整的回顧，並藉由這個研討會來聚集水文氣象作業專家、季風相關研究學者共同討論，提供研發人員、測報實務作業人員、季風預報產品後端使用者交流經驗與想法的平台，以達成促進季風科學的發展與科研成果的有效應用。

此研討會自1995年在印尼的峇里島首次舉辦，其後依序分別在印度新德里(2000年)、大陸杭州(2004年)、北京(2008年)、澳門(2013年)等地舉辦，此次是第六次，地點移至新加坡，與會者約有150名。協助辦理第六次研討會議的單位包括新加坡氣象局、香港中文大學環境、能源及可持續發展研究所(The Institute of Environment, Energy and Sustainability (IEES) at the Chinese University of Hong Kong)，世界氣候研究計畫(World Climate Research Programme, WCRP)的全球能量與水循環組(The Global Energy and Water Exchanges, GEWEX)以及氣候變化及可預報度組(Climate Variability and Predictability, CLIVAR)聯合季風工作組(GEWEX-CLIVAR Monsoons Panel)、熱帶季內振盪任務專案組(Madden-Julian Oscillation Task Force)、次季節暨季節指導組(Subseasonal to Seasonal Steering Group)、海洋大陸年科學指導委員會(Years of Maritime Continent Scientific Steering Committee)、以及The World Scientific Publishing Company。由協辦的單位可看出世界氣象組織(WMO)的世界天氣研究計劃(WWRP)與世界氣候研究計畫(WCRP)的密切合作。

世界氣象組織季風委員會(Monsoon Panel)主席張智北教授是享譽國際的卓越科學家，自第三次國際季風研討會以來，連續4屆擔任本研討會國際組織委員會主席，統籌大會的舉行，不只促進天氣與氣候專家的合作，也將季風研討議題從過去較為侷限的定位擴展為所有與預報極端降水、颱風、乾旱等高影響天氣的全時間尺度聯合議題，促進了跨尺度專家的交流與合作，並且也推動將每一次研討會所邀請的論文報告經同行專家審查後集結成專書出版。該專書名稱為：The Global Monsoon System: Research and Forecast。除了第1冊(2004年第三次研討會)是以WMO的技術文件(WMO TD 1266)在2005年出刊外，第2

冊(2008年第四次研討會)及第3冊(2011年第五次研討會)分別在2011年及2016年由The World Scientific Publishing Company 出版，屬於該出版公司”World Scientific Series on Asia-Pacific Weather and Climate”叢書系列。張教授連續多年在氣象科學界的貢獻獲得相當高的評價及讚譽，他在美國加州蒙特羅市海軍研究院任教多年，目前為該校特聘名譽教授。氣象局在過去30年推動的氣象現代化發展，張教授是最主要的協助者。除了建議氣象局應重視科技發展和科技人才的培訓，張教授也時常鼓勵氣象局同仁參與國際活動，此次職即在張教授協助下，得以參與由世界氣象組織主辦的國際季風研討會。職此次出國經費除由氣象局提供外，亦得到國立臺灣大學所執行科技部計畫的協助支應。

本研討會於106年11月13日至17日共舉行5天，職出國時間為106年11月12日至18日。除了參加研討會外，並無安排其他行程。行程摘要如表一。

日期	地點	工作摘要
106年11月12日	臺北-新加坡	赴新加坡
106年11月13日至17日	新加坡	參與「Sixth WMO International Workshop on Monsoons」研討會議，並發表張貼論文報告。
106年11月18日	新加坡-臺北	返回臺北

表一：出國行程摘要

本研討會共5天的詳細議程如附錄3，除了各地專家提供以口頭型式或張貼論文型式發表研究提供研討之外，另有安排4個主題的訓練課程，雖然這是WMO提供給氣象水文作業預報員的教育訓練機會，部分與會科學家們也深感興趣。以下對參與此研討會的過程，以(一)研討內容(二)訓練課程(三)發表張貼論文等3個方面分節報告。

(一) 研討內容

本次研討會共設計有4大科學主題，分別為：(1)區域季風與氣候(Regional Monsoon and Climate)、(2)中尺度與高影響天氣(Mesoscale and High Impact Weather)、(3)季內變化與次季節暨月季預報(Intraseasonal Variability and S2S Prediction)、(4)數值模擬(Modeling)。根據大會整理的論文集，本研討會共收錄38篇邀請論文報告、46篇口頭報告及85篇張貼論文。簡易議程表可見於附錄3.1，邀請論文報告名冊清單可見於附

錄 3.2。邀請論文的報告時間僅為 20 分鐘、其他獲接受的口頭報告更只有 12 分鐘，考驗報告者的簡報技巧與聽講者的專注程度。

第 1 天(11 月 13 日)的研討從區域季風與氣候的科學主題開始，由大會特別邀請報告的專家們提供各區域季風的重要研究回顧，包含印度季風、東亞季風、南亞季風、美洲季風、中非季風、澳洲季風。來自各區域關心季風議題的人，除了自己所在的地區外，也可以聽聽世界其他季風區所關心的議題。有些是大尺度的共同問題，有些則是區域性的特徵。其中王斌教授從主模態的角度討論亞洲季風的年際變化機制及模式可預報度。大陸的青年學者王林博士給了東亞冬季風的研究回顧，他分別從年際變化、年代際變化、季內變化等 3 個重要時間尺度來分別整理目前科研的認識，報告相當精彩。在年際變化的問題中提到常見研究的做法是使用季風指標，也指出利用主要模態來討論的方式。最後提到一些研究是從次季節來看年際變化的問題，王博士對於此部分的解說所引用的論文之一正是本局盧孟明主任研究員與張智北教授的合作研究(2009)成果。在年代際變化方面，在略提早期的研究之後，王博士介紹了近 2 年科學家對此問題的探討重心之一是海冰對東亞季風的可能衝擊及影響機制，提到要解釋其中連結，大氣的阻塞行為可能是重要的因素。在季內變化方面，王博士摘錄出近 2 年的相關研究，說明東亞冬季環流與氣溫變化存在明顯季內變化訊號，強調此現象可能源自受到來自歐亞大陸透過低頻羅士培波的影響，當氣流來到南海及西北太平洋時，海氣的交互作用也可能促發海溫的季內變化。短短 20 分鐘，王博士對東亞冬季風的整理令我印象深刻。

由於季風是一個跨時空尺度的問題，如同王博士所提，在氣候研究中，透過主模態是一個常見手段，如何尋找主模態亦是研究人員的考慮重點。Prof. Kyung-Ja Ha 是來自韓國的著名氣候專家，她的邀請報告介紹了用非線性的方法來分類主模態，主要使用一種分群演算法稱為自組織映射圖 Self-Organizing Map (SOM)法，這是屬於類神經一類的方法。SOM 近年在大氣科學界開始有一些應用，職也特別好奇這個工具的效果。Prof. Ha 研究夏季季風問題，在報告中說明他們使用季風環流指標，藉由 SOM 分群技術，找出東亞、西太平洋有 4 個模態，第 1 個模態的特徵可代表初夏的梅雨前期，第 2 個模態則反應 6 月中至 7 月底的環流特徵，此時，梅雨雨帶北抬，掛在增強的西北太平洋副高北緣，第 3 個及第 4 個模態反應的是後夏環流的特徵，一個被稱為西北太平洋副高模態，另一個則被稱為季風渦旋模態。透過這些主模態，科學家分別探討機制及可預報度。

區域季風與氣候的科學主題中，有幾個報告被安排在第 4 天(11 月 16 日)上午，李天明教授介紹了在聖嬰年時西北太平洋反氣旋距平的形成理論，另外海洋大陸區各尺度天氣變化現象是當前發熱的科學主題，海洋大陸區的對全球季風系統的重要性近年備受重視，主持海洋大陸年(YMC)計畫的 Prof. Kunio Yoneyama 介紹了計畫現況。臺灣學界在科技部支持下也參與了這個國際計畫，臺灣大學隋中興老師擔任「南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用」總計畫主持人，在大會中介紹相關工作，說明臺灣與國際團隊共同進行觀測、分享資料，並就南海-海洋大陸區水氣傳輸與對流的交互作用發展的合作研究。在此節中還有張智北教授的報告是介紹海洋大陸區降水預報的問題，主要討論 ENSO 的影響與地形的角色。報告中有提到東南亞國家區域預報論壇(ASEAN Climate Outlook Forums, ASEANCOF)也特別吸引職之注意。WMO 下有幾個區域預報論壇(The Regional Climate Outlook Forum)，在東亞方面有中、日、韓及蒙古輪流主辦的東亞區域預報論壇(East Asia Climate Outlook Forum, EASCOF)。目前臺灣並沒有參加這類的國際預報論壇。

中尺度與高影響天氣科學主題安排在第 2 天(11 月 14 日)，以及第 4 天下午(11 月 16 日)。研討的議題包含日變化、邊界層、颱風、暴雨、熱浪、龍捲風。此節主題有 2 個報告討論到臺灣天氣，其一是臺灣大學周仲島教授對於夏季北臺灣暴雨的研究，另一個是著名雷達專家 Prof. Michael M. Bell 介紹起因於颱風的極端降水研究，他在報告中以臺灣於莫拉克颱風期間的定量降水預報(QPF)圖說明相關問題。Prof. Bell 同時也是大會邀請的訓練課程講師，在 2017 年曾來氣象局訪問。在中尺度與高影響天氣科學主題下，有 2 個報告提到來自衛星觀測的雨量推估資料 TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission)，其中 Prof. Yukari N. Takayabu 介紹衛星觀測資料在極端降水問題的研究。在暖化議題下，科學家探討熱帶極端降水，透過衛星攜帶的測雨雷達可以有機會以 3 維的角度來檢視熱帶降水。衛星資料在氣候研究的應用愈來愈受到重視，最近在 WMO 就有一個正在發起的相關實驗計畫，名為「作業性極端天氣與氣候太空監測」(Operational Space-based Weather and Climate Extremes Monitoring, SWCEM)。WMO 對於這個 SWCEM 已規劃要從 2018 年推出一個 2 年的示範計畫(SWCEM Demonstration Project)，相關組織工作即將開始。根據了解，這個試驗計畫會在西太平洋和東南亞地區實行，以監測與降水有關的極端事件為主。極端降水包含過多的雨水或乾旱現象都是防災所需的重要資訊，對於 WMO 這個示範計畫的發展，氣象局也密切注意中。

季內變化與次季節暨月季預報(S2S)科學主題安排在第3天(11月15日)，共有8個邀請報告。由於熱帶季內振盪(MJO)是提供次季節可預報度最重要的物理參考來源，此節大部分的報告也圍繞在對於MJO的探討，包含MJO波動的移行、MJO的理論、MJO的模擬、預報與評估方法、海氣交互作用、以及中緯度波動對MJO的影響。

MJO是大範圍熱帶深對流結合中低緯度氣流變化的向東移行現象，大約以30至60天完成一個乾溼變化的循環。由於大尺度熱帶對流是趨動全球環流變化相當重要的熱源強迫力，MJO的移行即代表了此熱源強迫力在季節內時間尺度的移動變化，其將連動熱帶以外的大氣環流，並帶來對中高緯度天氣的影響。要運用這個自然波動帶來的天氣預報可參考資訊，需要了解MJO波動的傳播理論，並能以數值方式成功模擬及預測其形成與移動變化。不過，地球環境在包含大氣、海洋、陸地等多種變因之間的複雜交互作用下，即使一個似乎具備共有特徵的自然波動，往往還是會出現多種樣貌，因此這類科學探討常存在很大的挑戰性，需要不斷的驗證已知的理論並修正不足。對於次季節暨月季預報的短期氣候預報而言，MJO及ENSO這2個具準周期的自然波動是可提供預報參考的最重要的大氣海洋波動現象，科學家們經由過去幾個年代的研究努力，不只對此2個重要波動的理論達到一定程度的了解，也使其能被落實在預報實務應用上，只是改進不足的工作仍需持續進行。一般認為：目前對於ENSO的瞭解已達到比較成熟，數值模式也有預報技術，但對於MJO的預報則仍有很大的努力空間。此節的各項討論皆面向這些挑戰，其中有2位邀請報告者的研究工作特別吸引職的注意，一位是任教於紐約州立大學阿爾巴尼分校(University at Albany - State University of New York)大氣環境科學系的Prof. Paul Roundy，他在中緯度波動對MJO的影響有深入的研究，他的研究團隊也時常參與美國氣候預報中心(Climatic Prediction Center, CPC)的監測預報討論會，並熱心提供即時評論。另一位是任教於紐約石溪大學(Stony Brook University)的Prof. Hyemi Kim，她探討的問題是模式對於MJO的預報能力及需要突破的挑戰，這是所有致力於次季節預報的模式發展者關心的問題，氣象局亦然。這2位學者的報告內容及研究議題皆與氣象局目前發展次季節預報業務的相關工作有關，職也在會場把握機會向其請益。

數值模擬(Modeling)科學主題安排在第5天(11月17日)，在這節的第一個報告是談雲解析模式，大會邀請日本名古屋大學的Prof. Kazuhisa Tsuboki介紹了他們所發展的CReSS(Cloud Resolving Storm Simulator)雲解析風暴模式。對於降水或颱風這類高影

響天氣的探討，特別需要這種具有高解析模擬能力的模式。對於全球季風降水問題研究，也需要高解析模式，此節第 2 個報告邀請 Dr. Akio Kitoh 介紹日本氣象廳氣象研究所 (Meteorological Research Institute, MRI) 發展的高解析(20km, 60km)大氣環流模式 MRI-AGCMs。上述 2 個模式在國內都有使用者，師範大學王重傑老師團隊利用 CReSS 模式做了許多有關定量降水預報的評估及颱風降水相關的研究；而 MRI-AGCMs 的資料則常見用於對未來區域氣候變遷的推估。本節還有 2 個邀請報告學者是世界氣候研究計畫(WCRP)的 GEWEX-CLIVAR Monsoons Panel 季風工作組的重要成員，他們介紹了當前在氣候模擬問題的挑戰，並提出應對的努力方向及相關科學計畫。在前述的區域季風與氣候科學主題中，也有 3 位學者是 GEWEX-CLIVAR Monsoons Panel 季風工作組的重要成員。

(二) 訓練課程

本研討會另有安排 WMO 針對作業性季風研究與預報議題的 4 場訓練課程，這是特別為氣象水文作業單位預報員所設計，提供預報員了解季風預報相關的最新研究結果與發展技術。4 場訓練課程名稱可見於附錄 3.2，內容簡述如下：(1) 熱帶對流與季風對流，由 Prof. Richard Johnson 講授。(2) 使用 APCC CIT(CLIimate Information ToolKit)操作多模式統計降尺度預報，由 2 位亞太經濟合作會議氣候中心(APEC Climate Center, APCC)的同事講授。(3) 雷達氣象，由 Prof. Michael M. Bell 講授。(4) 包含 MJO 與熱帶波動的熱帶預報應用，由法國氣象局的 Mr. Thierry Lefort 講授。4 場課程安排於第 2 天及第 5 天下午，其中前 3 場與研討會同時間平行進行。在分身乏術下，職選擇仍以聽取研討會報告為主。季風對流與雷達氣象的講義有公告於網路上，職也將其資訊轉知局內同事，提供參考。職最感興趣並能全程參與的是第 4 場的熱帶預報應用，講師使用北卡羅來納大學氣候研究協力中心(North Carolina Institute for Climate Studies, NCICS)建置的 MJO 與熱帶波動監測網站 (<http://monitor.cicsnc.org/mjo/current/>) 產品圖，並以幾個設定的問題出發來引導思考。講師也介紹了 CPC 的全球熱帶危險災害與助益預報(Global Tropics Hazards and Benefits Outlook)，並邀請 APCC 負責夏季季內震盪預報計畫(Boreal summer intraseasonal oscillation, BSISO)預報的 Dr. Hae Jeong Kim 上台一起說明 MJO 與 BSISO 的差別。此課程談的是比較基礎的概念，有關提到的熱帶波動監測網站及相關產品，氣象局負責氣候監測業務的同事都已相當熟悉。

(三) 張貼論文發表

職參與此次研討會的論文題目為：Defining the MJO in cold season for its influence on East Asian weather(附錄 4)，隋中興教授與張智北教授為共同作者。職選擇在此會議以張貼論文的方式發表，不過大會另有提供論文張貼者可選擇是否上台以 2.5 分鐘介紹研究工作。雖然知道只能用一頁短講是一個挑戰，職還是報名把握了這個磨練機會。大會安排張貼論文的專屬討論時間為第 3 天及第 4 天的下午議程的最後一節，期間駐足觀看職所貼海報並進行討論的大約有 10 人，包含學者及氣象作業單位人員，其中在與新加坡氣象局所屬氣候研究中心(Centre for Climate Research Singapore, CCRS)資深主力科學家 Dr. Bertrand Timbal 的討論過程，也發展出對未來可能合作的想法。藉由多次向不同人的介紹及回答各式的詢問，職也逐步改進表達方式使說明清楚。整個過程覺得很充實，一些提問也帶來想法的刺激。

職發表的研究工作主要是討論描述 MJO 所用的指標，目前廣受使用的是一種被設計可在全年各季通用的簡稱為 RMM(Real-time Multivariate MJO)的即時多變數熱帶季內振盪指數指標，職研究 MJO 對冬季東亞降水的影響，發現全年通用的 RMM 指標雖然可描述 MJO 在熱帶的移行，但對於在熱帶之外與 MJO 相關的降水或環流變化的辨識力有所不足。由於與 MJO 相關的降水或環流在冬季有明顯的南北不對稱特徵，我們在論文中提出使用奇異值分解(Singular Value Decompositio, SVD)方法在 2 維資料求取冬季對流-環流耦合模態，如此做出的 MJO 指標可更佳的描述究 MJO 對冬季東亞降水的影響。以一個量化的結果做為說明，過去在資料分析及理論研究已指出 MJO 進行至印度洋至海洋大陸為溼相位時，相關環流配置將帶來有利東亞降水的條件。如果使用 RMM 指標來辨識溼相位，估計出東亞降水正距平的機率約為 5-7 成，而且個案之間的差異分布在較大範圍。而如果使用 SVD 指標，則估計出的東亞降水正距平機率可穩定達到 7 成以上。

三、心得與建議

天氣與氣候在過去很長的時間被視為兩個可獨立討論的議題，季風也常被定義是一個月以上的季節特徵或更長時期的變化。大約在近十年左右，長、短期天氣無縫預報的需求及氣象科技的進步，促進次季節預報的能力發展，也為天氣與氣候搭起橋樑。世界氣象組織近幾次所舉辦的國際季風研討會也扮演搭建橋樑的角色，將季風議題從以前較為侷限的定位擴展為所有與預報極端降水、颱風、乾旱等高影響天氣的全時間尺度聯合議題。我們關心季風區域的降水與氣溫變化，特別是高影響性的極端天氣與氣候事件，這些成因可以是中尺度、綜觀尺度、次季節尺度、月季尺度、甚至更長期的氣候變遷問題的共同作用或相互影響。現今推行國際季風研討會的組織團隊是天氣與氣候專家的合作，研討會的內容設計是跨尺度專家的對話平台，更是各國測報實務人員與科研人員的國際交流管道，建議持續把握參加此類研討會的機會。在此次會議，職不只增廣見聞，也藉由研究成果與大家技術交流，同時主動向國際專家攀談請益，過程中所受到的鼓舞都令人深覺必須再更加努力，在專業上更精進。

最後，整理 3 項建議如下：

1. 世界氣象組織國際季風研討會是各國測報實務人員與科研人員的國際交流管道，建議持續把握參加機會。
2. 建議積極鼓勵氣象局同仁整理工作成果進行國際交流。
3. 本次研討會有 2 個邀請報告介紹衛星觀測資料在極端降水問題的研究，WMO 目前也有一個正在發起的相關實驗計畫，名為「作業性極端天氣與氣候太空監測」，規劃要從 2018 年推出一個 2 年的示範計畫監測在西太平洋和東南亞地區的極端降水事件。衛星資料在氣候的應用愈來愈受到重視，建議鼓勵氣象局同仁多關注 WMO 對於此類重要計畫的推動。

四、參考文獻

- Chang, C.-P., N.-C. Lau, R. H. Johnson, and M. Jiao, 2011: Bridging weather and climate in research and forecasts of the global monsoon system. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 92, 369 – 373.
- Chang, C.-P., H.-C. Kuo, N.-C. Lau, R. H. Johnson, B. Wang, and M. C Wheeler, 2016: *The Global Monsoon System: Research and Forecast*. 3rd ed. World Scientific Series on Asia-Pacific Weather and Climate, Vol. 9, World Scientific, 385 pp.
- Lu, M. M., and C. P. Chang, 2009: Unusual Late-Season Cold Surges during the 2005 Asian Winter Monsoon: Roles of Atlantic Blocking and the Central Asian Anticyclone. *J. Climate*, 22, 5205-5217.

附錄 1：英文縮寫名稱對照表

英文縮寫	英文全名	中文名稱
APCC	APEC Climate Center	亞太經濟合作會議氣候中心
ASEANCOF	ASEAN Climate Outlook Forum	東南亞國家區域預報論壇
BSISO	Boreal summer intraseasonal oscillation	夏季季內震盪
CCRS	Centre for Climate Research Singapore	新加坡氣象局氣候研究中心
CLIVAR	Climate Variability and Predictability	氣候變化及可預報度
CPC	Climate Prediction Center	美國氣候預測中心
CReSS	Cloud Resolving Storm Simulator	雲解析風暴模式
ENSO	El Niño - Southern Oscillation	聖嬰現象
EASCOF	East Asia winter Climate Outlook Forum	東亞區域預報論壇
GEWEX	The Global Energy and Water Exchanges	全球能量與水循環
GTH	Global Tropics Hazards and Benefits Outlook	全球熱帶危險災害與助益預報
IWM	The International Workshop on Monsoons	國際季風研討會
MJO	Madden and Julian oscillation	熱帶季內振盪
MRI	Meteorological Research Institute	日本氣象廳氣象研究所
RMM	Real-time Multivariate MJO Index	即時多變數熱帶季內振盪指數
QPF	Quantitative Precipitation Forecast	定量降水預報
S2S	Subseasonal to Seasonal	次季節暨月季尺度季節
SOM	Self-Organizing Map	自組織映射圖
SVD	Singular Value Decomposition	奇異值分解
SWCEM	Operational Space-based Weather and Climate Extremes Monitoring	作業性極端天氣與氣候太空監測

英文縮寫	英文全名	中文名稱
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission	熱帶降雨測量任務
WMO	World Meteorological Organization	世界氣象組織
WWRP	World Weather Research Programme	世界天氣研究計畫
WCRP	World Climate Research Programm	世界氣候研究計畫
YMC	Years of Maritime Continent	海洋大陸年

附錄 2：第六次世界氣象組織國際季風研討會邀請函



Sixth WMO International Workshop on Monsoons (IWM-VI)

13-17 November 2017, Singapore

Invitation Letter

Dear (Dr./Mr/Ms.) Yun-Lan Chen,

We are pleased to welcome you to present your paper on MJO and East Asian Rainfall (Abstract 151), at the Sixth WMO International Workshop on Monsoons (IWM-VI), 13-17 November 2017, Singapore.

Appended below is important information for the preparation of your paper for presentation at the workshop.

Sincerely yours,

Chih-Pei Chang

Chair, IWM-VI International Organizing Committee

Distinguished Professor Emeritus

Naval Postgraduate School

Monterey, California, USA

• Poster sessions:

Poster Size: Each poster is provided with a 2.4 meter high by 1.2 meter wide poster board. Please prepare your poster with Vertical/Portrait format and a size close to A0 (841mm width x 1189mm height). Place your Title and Authors' names prominently at the top of your poster, followed by affiliation and e-mail.

Oral Summary Presentation: Please inform the IOC by email to wmo2017iwmvi@gmail.com by **5 October 2017** if you wish to give an oral summary of your poster. Each poster will have 2.5 minutes and include a single PowerPoint slide. The slide must be a simple outline or summary of your poster, not the poster itself.

附錄 3：第六次世界氣象組織國際季風研討會議程

附錄 3.1 簡易議程表

https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/documents/IWM-6Program_updated3oct2017.pdf

Draft Oct 3, 2017 IWM-VI Overall Program Summary						
13 Nov (Mo)	14 Nov (Tu)	15 Nov (We)	16 Nov (Th)	17 Nov (Fr)	18(Sa)	19(Su)
0800- Registration 0900- Opening 1. Regional Monsoon(1) D.R. Sikka Memorial Lecture chair: Ajit Tyagi Sulochana Gadgil Group Photo	5. High-Impact Weather(1) chairs: Todd Lane Michael Bell Yali Luo Ben Jou	9. Intraseasonal & S2S (1) chairs: Daehyun Kim Charlotte DeMott Paul Roundy Xianan Jiang	13. Regional Monsoon(5) chairs: Tim Li Kunio Yoneyama Chih-Pei Chang 22. Y Takaya, C Matsukawa	17 Modeling & Climate Change(1) chairs: Kazuhisa Tsuboki Akio Kitoh 33. YS Lui, CY Tam et al 34. S Kusunoki 35. P Sarthi	CLIVAR/ GEWEX Monsoon Panel Meeting	Send-Off Ceremony JAMSTEC Research R.V. MIRAI
1020-1035 Break	1020-1035 Break	1020-1035 Break	1020-1035 Break	1020-1035 Break		at National University Singapore
2. Regional Monsoon(2) chairs: Bin Wang Kyung-Ja Ha Guoxiong Wu Aurel Moise	6. High-Impact Weather(2) chairs: Ming Xue Leila Carvalho Jean-Philippe Lafore Someshwar Das	10. Intraseasonal & S2S (2) chairs: Chidong Zhang Angel Adames Hyemi Kim Vincent Moron	14. Regional Monsoon(6) chairs: 23. S Chen, M Flatau et al 24. X Wen 25. A Singh, K Singh et al 26. V Dixit, D Maritsis et al 27. K Furtado, P Field et al 28. KC Wong	18 Modeling & Climate Change(2) chairs: 36. S Peatman, N Klingaman 37. R Ajayamohan, S Sandeep et al 38. B Timbal, K Lestari et al 39. T Ose 40. WT Chen, CM Wu 41. M Zuo, W Man et al	at Singapore Cruise Centre	
1215-1330 Lunch	1215-1330 Lunch	1215-1330 Lunch	1215-1330 Lunch	1215-1330 Lunch		
3. Regional Monsoon(3) chairs: BN Goswami André Lenouo Alice Grimm 1. Y Liu, X Chen et al	8. High-Impact Weather(3) chairs: Shigeo Yoden Kristen Rasmussen Brian Mapes 7. C Taylor, D Belušić et al	Short Course R Johnson Monsoon & Tropical Convection	11. Intraseasonal & S2S (3) chairs: 12. N Klingaman, C Demott 13. R Wu, C Xi 14. X Jiang, D Kim 15. K Johan, J Chan 16. V Misra, A Mishra et al	15. High-Impact Weather(5) chairs: Zhiyong Meng Yukari Takayabu Gabriel Lau (Ming Luo) 29. W Boos, M Diaz et al	19. Modeling & Climate Change(3) chairs: Annamalai, W Boos 42. T. Teja, K. Ashok etc 43. Y Xue, W Lau et al 44. TY Koh, R Fonseca 45. Y Zheng, X Yu et al	Short Course M Bell Radar Meteorology
1500-1515 Break	1500-1515 Break	1500-1515 Break	1500-1515 Break	1500-1515 Break	1215-1330 Break	
4. Regional Monsoon(4) chairs: Lin Wang 2. A Sengupta, S Nigam et al 3. V Pottapinjara, R Koll et al 4. F Guichard, J Barbier et al 5. C Zhu, B Liu et al 6. P Guhathakurta	8. High-Impact & Weather(4) chairs: 8. Y Luo, R Ma et al 9. K Hunt, A Turner et al 10. N Sun, T Zhou et al 11. S Joseph, A Sahai et al P1. Poster Summaries (2.5 min, 1 slide)	Short Course APCC Team: YY Lee, Jeong MME Downscaling	12. Intraseasonal & S2S (4) chairs: 17. CH Sui, PH Lin et al 18. W Zhang, J Gao et al 19. H Kim, Y Jeong 20. M Flatau, Sue Chen 21. Y Lim, SW Son et al P2. Poster Session Poster authors present	16. High-Impact Weather(6) chairs: 30. Y Kajikawa, T Yamaura et al 31. R Smith, G Kilroy et al 32. HC Kuo, YH Chen et al P3. Poster Session Poster authors present	20. Modeling & Climate Change(4) chairs: 46. P Terray, K. Sooraj GMMIP Team (Zhou, Turner, Kinter) Panel Discussion	Short Course T LeFort Tropical Forecasts
	MSS Reception			WGTM Monsoon Panel Meeting		
				CUHK/IEES Reception		
Blue italic: Reviews 20 minutes Presentation + 5 minutes Q&A & transition						
Black: Invited and Contributed Oral Papers 13 minutes Presentation + 3 minutes Q&A & transition Please see List of Invited Review and Oral Papers for titles of papers						

附錄 3.2 邀請論文報告名冊清單

https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/tmr/documents/IWM6InvitedReviews_7jul2017.pdf

IWM-VI invited reviews (As of 7 July 2017)

Regional Monsoon and Climate

1. Bin Wang (U Hawaii): Interannual Variability of the Asian Monsoon
2. Tim Li (U Hawaii): Western North Pacific Anomalous Anticyclone during El Nino: A Review on Various Theories
3. Lin Wang (IAP/CAS): East Asian Winter Monsoon
4. B. N. Goswami (IISER India): South Asian Monsoon
5. Alice Grimm (Fed U Parana, Brazil): South and North American Monsoon
6. Kyung-Ja Ha (Pusan National U): Interdecadal Variability of Global Monsoon
7. Aurel Moise (BOM Australia) and H. Annamalai (U Hawaii) Climate for the Australian Monsoon
8. Jean-Philippe Lafore (Météo-France): West African Monsoon
9. André Lenouo (U Douala, Cameroon), Winfried Pokam (U Yaoundé I, Cameroon), Appolinaire Vondou (U Yaoundé I), Serge Janicot (LOCEAN/IPSL, France), and François Mkankam (U Montagnes, Cameroon): Central African Monsoon
10. Kunio Yoneyama (JAMSTEC) and Chidong Zhang (PMEL): Years of Maritime Continent (YMC) Program

Mesoscale and High Impact Weather

1. Michael Bell (Colorado State U): Mesoscale/High Impact Weather Topics
2. Ben Jou (Pacific Science Assoc): Summer Monsoon Mesoscale Convection in Taiwan
3. Todd Lane (U Melbourne): Diurnally forced severe convection within the Australian Monsoon
4. Yali Luo (CAMS/CMA): Southern China Monsoon Rainfall Experiment (SCMREX)
5. Michael Reeder (Monash U): Mesoscale/High Impact Weather Topics
6. Kristen Rasmussen (Colorado State U): Mesoscale/High Impact Weather Topics
7. Ming Xue (Oklahoma U, CAPS): Mesoscale/High Impact Weather Topics
8. Brian Mapes (U Miami): A better view of upper-air soundings: conserved variable diagrams linear in mass, energy, and water
9. Leila Carvalho (UC Santa Barbara) and Maria Silva Dias (U Sao Paulo): Mesoscale and High Impact Weather in South American Monsoon
10. Yukari Takayabu (U Tokyo): Precipitation Observed From Space and Its Extremes
11. Zhiyong Meng (Peking U): Tropical Cyclone Tornadoes in Southern China

Intraseasonal Variability and S2S Prediction

1. Chidong Zhang (PMEL), Da Yang (UC Berkeley), Ángel Adames (GFDL/NOAA), Boualem Khouider (U Victoira), and Bin Wang (U Hawaii), A Review of Current MJO theories
2. Ángel Adames (GFDL/NOAA): MJO theory - Moisture Mode View
3. Xianan Jiang (UCLA) and Daehyun Kim (U Washington): Progress and Status of MJO Simulations and Process-Oriented Diagnostics

4. Daehyun Kim (U Washington): MJO Propagation across the Maritime Continent – Observations and Modeling
5. Hyemi Kim (SUNY Stonybrook) and Frédéric Vitart (ECMWF): MJO Prediction: Current Status and future challenges
6. Paul Roundy (SUNY Albany): Mid-Latitude Wave Influences on the MJO
7. Charlotte DeMott (Colorado State U) and Nick Klingaman (U Reading): Air-Sea Interactions in the MJO
8. Vincent Moron (U Aix-Marseille), Andrew Marshall (BOM Australia), A.K. Sahai (IITM, India), Harry Hendon (BOM Australia), and Rodrigo Bombardi (George Mason U): Monsoon Sub-Seasonal Prediction
9. Chih-Pei Chang (Naval Postgraduate Sch), Tim Li (U Hawaii), Song Yang (SYSU China): Weak predictability of wet season rainfall in western Maritime Continent

Modeling

1. Kazuhisa Tsuboki (U Nagoya): Monsoon and Tropical Convection in Cloud-Resolving Model Studies
2. Akio Kitoh, Hirokazu Endo, Ryo Mizuta, Hideaki Kawaim and Osamu Arakawa (MRI Japan): Future changes in global monsoon precipitation and their uncertainty: Results from high-resolution MRI-AGCM ensemble simulation with multi-SSTs and multi-physics
3. CLIVAR Working Group on Monsoons: Grand Challenges In Monsoon Modeling: Representation of Processes and Source of Model Errors
4. Tianjun Zhou (IAP/CAS), Andrew Turner (U Reading), and James Kinter III (George Mason U): Global Monsoons Model Inter-comparison Project (GMMIP)
5. Panel discussion of GMMIP

Monsoon Training Workshop for NMHS Forecasters

Mr. Thierry Lefort, Meteo-France, (2 sessions)

Exploitation of MJO and Equatorial wave products for operational analysis and forecasting of TC genesis and extreme events.

Dr. Yun-Young Lee and Ms. Daeun Jeong, APCC (2 sessions)

Multi-model ensemble seasonal prediction and regional downscaling using APCC's CLimate Information ToolKit (CLIK).

Prof. Richard Johnson, Colorado State University (2 sessions)

Tropical and monsoon convection.

Prof. Michael Bell, Colorado State University (2 sessions)

Radar meteorology: basics and new developments.

附錄 4：參加第六次世界氣象組織國際季風研討會發表論文摘要

Defining the MJO in cold season for its influence on East Asian weather

【91-P】 Yun-Lan Chen¹, Chung-Hsiung Sui¹, Chih-Pei Chang²

1. *Pacific Science Association*
2. *Department of Meteorology, Naval Postgraduate School, USA*

Correspondence E-mail Address: yunlan.chen@gmail.com

ABSTRACT

East Asia coastal region (EA) winter rainfall has been found modulated by MJO. Researchers used the all-season Real-time Multivariate MJO (RMM) index (Wheeler and Hendon, 2004) as the MJO proxy and found the EA rainfall probability is significantly enhanced in phase 2-3, when the MJO-related active convection center is located near the Indian Ocean (Jeong et al., 2008; Jia et al., 2011). Nevertheless, there still exist quite large spread condition in this MJO-EA rainfall relationship. A comparison between wet EA and dry EA cases in the same RMM phase shows the convection anomalies over Philippine Sea area might be crucial. This leads us to perform a systematic analysis to search for an MJO index that can describe more precisely the MJO influence on subtropical EA rainfall.

For this purpose, we use the same variables and the same data filtering approach as that in defining RMM index except that we use two-dimensional fields of OLR and zonal winds at 850hPa and 200 hPa within global tropics (30°N-30°S). We apply SVD to the variables for boreal winter data (December - March, 1979-2016) to derive two groups of singular vectors of 2-D spatial pattern of OLR and corresponding zonal wind fields at 850hPa and 200hPa. The two singular vectors and the corresponding expansion coefficients are used to describe the spatial-temporal variation of the MJO.

The results from the MJO phase composite analysis show winter rainfall response over subtropical East Asia is better captured by SVD index than RMM index. We also found EA wet phase can start before the tropical active convection appear over Indian Ocean, this finding is less noticed from previous studies. Our study reveals the East Asian rainfall is more related to dry condition over Philippine Sea highlights the important of the Western Pacific suppressed mode in the MJO-EA rainfall relationship. Our current results suggest that 2-D heating distribution over tropical Indo-Pacific warm pool might be crucial in determining the extratropical response to the MJO heating and the SVD index might help to present a more realistic and robust winter MJO-EA rainfall composite map.