

出國報告（出國類別：赴大陸參加研討會）

## 赴中國大陸參加「浙江大學—臺灣大學 東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：張惠玲 課 長

林秉煜 課 長

陳白榆 技 佐

派赴國家/地區：中國大陸

出國期間：107年11月28日至107年12月1日

報告日期：108年2月1日

# 赴中國大陸參加「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」

## 摘 要

因全球暖化造成極端氣候事件頻發，臺灣與中國大陸浙江、福建、廣東等地區同處東亞季風區，專家學者深感有必要加強研究東亞季風極端氣候與天氣過程的發生機制，加強學術與預報實務之聯繫，以縮短研發與應用之差距。此次受臺灣大學邀請，以專家學者身份參加由臺灣大學與浙江大學共同舉辦之「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」，中央氣象局指派氣象衛星中心張惠玲課長、氣象預報中心林秉煜課長及氣象資訊中心陳白榆技佐於研討會中發表論文並進行交流。

張惠玲課長於會議中發表 1 篇論文，介紹利用中央氣象局發展的 WRF 系集預報系統，目的在於提供更具參考價值的颱風降雨預報產品，讓使用者藉由系集機率預報做出最佳化的決策，以得到最大的經濟效益；林秉煜課長於會議中發表 1 篇論文，介紹颱風路徑系集預報之探討，從過去的多模式權重平均概念到引進貝氏模型平均法(BMA)，期能為颱風路徑預報提供最佳指引；陳白榆技佐發表 1 篇論文，介紹透過先進的空間校驗技術，期待能全盤精確地檢視模式於各時段的預報表現，提供模式使用者詮釋預報結果及模式發展者改進模式的參考。

參與此次研討會，除了科學技術之分享、交流與研討外，同時也藉此建立彼此良好溝通管道，和增進兩岸專家學者合作契機。未來建議持續透學術單位的籌劃與邀請，齊集兩岸不同領域(特別是氣候與空汙領域)的專家學者進行學術研究與預報實務的研討與交流，以促進將研究成果導入實務應用中。

赴中國大陸參加「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣  
過程研討會」

目 錄

壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得及建議.....	8
肆、照片.....	10
附錄-論文摘要.....	12

## 壹、目的

從上世紀末開始全球變暖引起的氣候變化，對東亞地區季風產生深遠的影響。導致極端氣候事件頻發，季風與颱風豪大雨造成經濟和生命的損失。例如日本在今年六至十月已受 9 個颱風侵襲，七月上旬在颱風外圍環流和梅雨鋒面影響下發生的劇烈降雨造成將近 200 人死亡。臺灣與中國大陸浙江、福建、廣東等地區同處東亞季風區，兩岸專家學者深感有必要加強研究東亞季風極端氣候與天氣過程的發生機理，因此臺灣大學與浙江大學共同舉辦「浙江大學-臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」，並邀請臺灣季風、颱風、氣候與中尺度天氣系統模擬及預測之學者、業務單位專家共襄盛舉。此研討會內容包括東亞季風氣候特徵與天氣過程、南海與印太海域暖池對東亞天氣和氣候的影響、臺灣與浙江區域極端氣候及天氣的週、月、季、年際變化之預測。

張惠玲課長於會議中發表 1 篇論文「臺灣地區颱風系集降雨機率預報之評估、校正與經濟價值分析」，主要是針對臺灣地區的颱風，利用中央氣象局發展的 WRF(WRF Ensemble Prediction System,簡稱 WEPS)系集預報系統，進行定量降雨機率預報，除詳細評估其預報表現外，同時採用不同的機率校正方法進行預報偏差修正，以得到可信的颱風降雨預報及經濟價值分析，目的在於提供更具參考價值的颱風降雨預報產品，讓使用者藉由系集機率預報做出最佳化的決策，以得到最大的經濟效益。

林秉煜課長於會議中發表 1 篇論文「颱風路徑系集預報之探討」，從過去的多模式權重平均概念到引進貝氏模型平均法(BMA)，逐漸發展成多模式/系集預報權重的概念，貝式模型平均法乃藉由產製各個模式成員預報誤差機率密度函數(Probability density function)，運用最大似然法則(Maximum Likelihood) 進行權重整合，以取得最佳預報準確度的路徑預報，期能為颱風路徑預報提供最佳指引。

陳白榆技佐於會議中發表 1 篇論文「空間校驗技術與區域模式降水預報之診斷與評估」，介紹透過先進的空間校驗技術，提供預報場與觀測場於特徵差異上更具意義的診斷資訊，如：預報能力隨不同空間尺度的變化情形、預報與觀測場所涵蓋的面積大小、系統分布位置及強度誤差等，此方

法尤其對評估高解析度的預報模式表現更為重要，期待能全盤精確地檢視模式於各時段的預報表現，提供模式使用者詮釋預報結果及模式發展者改進模式的參考。

參加此研討會之主要目的在於加強學術與預報實務之聯繫，進行經驗分享及成果交流，互相觀摩建立良好的溝通交流參訪活動的過程中，能了解中國大陸在月、季尺度之長期預報發展經驗與技術；以及在短期小尺度降雨預報、監測、預警等實務經驗及技術。若能截長補短精進臺灣未來的氣候預報技術，強化雙方彼此溝通的管道，並透過學術研討的過程，共同研擬對短期天氣預報及氣候難題的解決方案，將可提升中央氣象局氣候預報服務的能量及面向。

## 貳、過程

2018 年「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」行程含往返全程共 4 天，張等 3 員於 11 月 28 日自臺北出發，於晚間抵達浙江蕭山機場，搭乘接駁車前往杭州酒店；11 月 29 日、30 日參加研討會及發表論文，於 30 日下午參觀浙江大學玉泉校區；並分別於 12 月 1 日(張惠玲課長及林秉煜課長)與 2 日(陳白榆技佐)自浙江返回臺灣。

日期	地點	工作記要
107 年 11 月 28 日	臺灣-浙江 杭州	張員、林員及陳員 3 人搭機前往浙江杭州。
107 年 11 月 29-30 日	浙江杭州	參與「浙江大學-臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」，參觀浙江大學玉泉校區
107 年 12 月 1 日	浙江杭州- 臺灣	張惠玲課長與林秉煜課長自杭州蕭山機場搭機返回臺灣

107 年 12 月 2 日	浙江杭州- 臺灣	陳白榆技佐自杭州蕭山機場搭機返回臺灣
----------------	-------------	--------------------

該研討會由浙江大學大氣科學系教授李小凡主持，並在中國氣象學會理事、浙江大學大氣科學系系主任曹龍及臺灣大學隋中興教授致詞後展開；會中兩岸的專家學者針對各種研究議題輪流進行報告。

在此次研討會中論文內容十分豐富，我方發表 8 篇，陸方發表 10 篇報告：含括颱風、大氣化學、中尺度天氣系統及氣候之研究及多面向議題，報告人及報告題目詳列如下：

報告人	單位	報 告 題 目
隋中興	臺灣大學大氣科學系	2016 年冬季印太暖池區季內變動的分析與模擬
翟國慶	浙江大學大氣科學系教授	東部沿海山地對流發生研究
周仲島	臺灣大學大氣科學系	暖季雪山北麓的對流活動與臺北暴雨
趙坤	南京大學大氣科學院教授	Polarimetric radar observations of bow echo formation following the merger of squall line and isolated convective cell
楊明仁	臺灣大學大氣科學系	The study of inland eyewall reconstruction of Typhoon Finapi (2010) using numerical experiments and vorticity budget analyses.
賈曉靜	浙江大學大氣科學系教授	The interannual variability and predictability of the spring precipitation over China.
林岩鑾	清華大學地學中心副教	Community Integrated Earth System Model(CIESM): description and preliminary results.

	授	
盧孟明	臺灣大學大氣科學系	影響臺灣與菲律賓區域颱風累計動能季度預報研究
曹龍	浙江大學大氣科學系系主任	地球工程模擬研究
張惠玲	中央氣象局	臺灣地區颱風系集降雨機率預報之評估、校正與經濟價值分析
李衛軍	浙江大學大氣科學系副主任	大氣氣溶膠單顆粒研究
林秉煜	中央氣象局	颱風路徑系集預報之探討
朱珮君	浙江大學大氣科學系副教授	登陸颱風強對流雨帶分析
陳白榆	中央氣象局	空間校驗技術與區域模式降水預報之診斷與評估
舒守娟	浙江大學大氣科學系副教授	登陸熱帶氣旋降水研究
卓盈旻	中央氣象局	臺灣梅雨季東亞極端降雨機率的季節內尺度預報評估
黃道	浙江大學大氣科學系講師	大氣中甲苯二次有機氣溶膠的生成
李小凡	浙江大學大氣科學系教授	雲輻射過程對 2015 年登陸颱風”蘇迪勒”暴雨的影響

此次「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」涵蓋短延時、天氣、氣候、環境、氣候工程，具體而微地呈現臺灣、浙江、

清華、南京四所大學及中央氣象局作業單位的研究議題。

張惠玲課長於會議中發表 1 篇論文，介紹利用中央氣象局發展的 WRF 系集預報系統，進行定量降雨機率預報之評估、校正及經濟價值分析，目的在於提供更具參考價值的颱風降雨預報產品，讓使用者藉由系集機率預報做出最佳化的決策，以得到最大的經濟效益；林秉煜課長於會議中發表 1 篇論文，介紹颱風路徑系集預報之探討，從過去的多模式權重平均概念到引進貝氏模型平均法(BMA)，逐漸發展成多模式/系集預報權重的概念，期能為颱風路徑預報提供最佳指引；陳白榆技佐發表 1 篇論文，介紹透過先進的空間校驗技術，提供預報場與觀測場於特徵差異上更具意義的診斷資訊，期待能全盤精確地檢視模式於各時段的預報表現，提供模式使用者詮釋預報結果及模式發展者改進模式的參考。

清華大學地球科學系林岩鑾教授發表一個正在發展之氣候系統相關報告，講題是「CIESM 聯合地球系統模式發展與初步成果」，目前此聯合地球系統模式在超級電腦「神威太湖之光」上運算，並結合大氣、海洋、海冰、海浪、陸面 5 種模式，期望能有效改善熱帶降水及海洋低雲的模擬。另由南京大學大氣科學系趙坤教授發表的「一次弓形回波的觸發與形成機制」報告指出，目前中國華南地區幾乎都已經升級成雙偏極化雷達，透過雙偏極化雷達針對 2016 年 5 月颱風個案分析，分析其水象、冰象相態，搭配反演風場，認為部分弓形回波的形成，是來自於微雲物理過程造成的，並由其生成機制之探討，希望能提升對於劇烈天氣之預警效果。

### 叁、心得及建議

在這次研討會，可以發現相較於中國大陸的作業單位，中央氣象局過去在天氣尺度的預報與研究上，投入更多的時間與資源，也具有較先進的預報技術與豐富的研究成果，但在氣候與空汙領域目前仍屬積極發展階段；然而，中國大陸近幾年在氣候(特別是在地球工程系統)與空汙領域相對有明顯的進步。透過本次會議的學術交流，有助於我們進一步思考臺灣在氣候與空汙領域的強項、弱項、機會與所面臨的威脅，以有效擬定未來在這兩項領域的發展方向。

此次研討會浙江氣象台的樓副台長與首席預報員亦與會，雖然時間短暫，雙方的瞭解僅能有初步的認識，但亦針對颱風路徑系集預報探討的議題交換意見，中國大陸東南沿海地區與臺灣具有相近的地理環境、面臨相似的天氣事件，透過交流分享，可縮短摸索與嘗試時間。建議未來可持續透過學術單位的籌劃與邀請，齊集兩岸的專家學者進行學術研究與預報實務的研討及交流，以促進將研究成果導入實務應用中。

東亞季風區地區因氣候及地形條件相近，經常發生之天然災害也相似或相關，例如臺灣關注之颱風、劇烈降水及中小尺度天氣預報、長期天氣預報、氣候預報等議題，同時也是中國大陸關切的研究主題，若能透由合作交流，提升雙方在氣象科技與防災應用上的水準，當有助兩岸的民生福祉。

## 肆、照片



2018年「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」合影



2018年「浙江大學—臺灣大學東亞季風極端氣候與天氣過程研討會」浙江大學地球科學學院曹龍副院長致詞



臺灣大學隋中興教授演講



臺灣大學周仲島教授演講



臺灣大學楊明仁教授演講



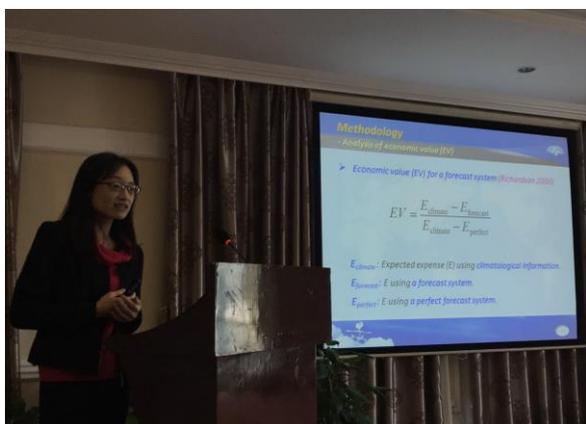
臺灣大學盧孟明教授演講



中央氣象局陳白榆技佐演講



中央氣象局卓盈旻助理研究員演講



中央氣象局張惠玲課長演講



中央氣象局林秉煜課長演講



浙江大學李小凡教授演講



參訪浙江大學校園，左起張惠玲課長、隋中興教授、卓盈旻、林秉煜課長

## 附錄-論文摘要

### 1. 張惠玲課長論文摘要

#### **Evaluation, Calibration and Economic Value Analysis of the 0-24h Probabilistic Quantitative Precipitation Forecasts (PQPFs) from WRF Ensemble Prediction System in Taiwan**

Hui-Ling Chang<sup>1</sup>, Kuan-Ju Chen<sup>1</sup>, Hochin Chang<sup>1</sup>, Chia-Jung Wu<sup>1</sup>, Yu-Jhen Liu<sup>1</sup>, Tsorung Wang<sup>1</sup>, Jing-Shan Hong<sup>1</sup>, and Shu-Chih Yang<sup>2</sup>

1. Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan

2. Department of Atmospheric Sciences, National Central University, Zhong-Li, Taiwan

#### **Abstract**

This study aims to develop probabilistic quantitative precipitation forecasts (PQPFs) associated with typhoons by utilizing WRF ensemble prediction system (WEPS) developed by Central Weather Bureau (CWB). The ultimate goal is to provide more valuable precipitation forecast products associated with typhoons based on the WEPS and help users optimize their decision making and obtain maximum economic benefit using the PQPFs.

Forecast evaluation results show that the ensemble spread can well represent the forecast uncertainties. The PQPFs have good discriminating ability but also obvious biases. The reliability and discrimination decrease with increasing precipitation thresholds. Verification results from different areas show that the reliability over plain areas is better than that over mountain areas, but the result of discrimination is just opposite. This result reflects that the PQPFs over mountain have better rainfall pattern but also more obvious wet bias than that over plain. The non-parametric Mann-Whitney test indicates that the better rainfall pattern over mountain area than over plain area is statistically significant.

Because the WEPS has obvious wet bias, we adopted Linear Regression (LR) and Artificial Neural Network (ANN) techniques to calibrate the PQPFs. Calibration results show that calibration effect of the LR and ANN methods are quite similar, but the ANN needs more computational resources and training samples to establish a stable calibration relationship. Economic value analysis shows that compared with deterministic ensemble forecast products, the probabilistic ensemble forecast can obviously offer more economic benefit to a wider range of users.

## II. 林秉煜課長論文摘要

### 颱風路徑系集預報之介紹

林秉煜

中央氣象局

#### 摘 要

近年來，颱風路徑預報作業參考多個數值模式之決定性預報及系集預報，並由後處理整合成更佳的指引產品，已為各氣象作業單位常用的方式。早期最基本之系集平均法JUNE，為參考日本氣象廳(JMA, Japan Meteorological Agency)、英國氣象局(UKMO, United Kingdom Meteorological Office)、美國環境預報中心(NCEP, National Centers for Environmental Prediction)及歐洲氣象中心(ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)等氣象單位之全球數值模式平均而成；近年更是逐漸由本局自有的數值模式TWRF(Typhoon Weather Research and Forecasting Model)取代UKMO為新的系集平均法的成員。

然而，利用(多)系集模式經校驗統計挑選成員再平均漸成為主流，例如Dong and Zhang (2016)提出之OBEST (Observation-Based Ensemble Subsetting Technique) 方法，係以系集成員之12小時預報誤差校驗，選取誤差較小的部分成員平均後得到另種路徑預報指引，實證上此方法在前3日所表現之路徑預報會較一般系集平均為佳。

氣象局目前作業接收來自國內外主要數值模式及其系集之路徑預報資料，如ECMWF、NCEP、JMA及本局全球與區域模式。各模式皆有其優點，例如ECMWF預報穩定度高、NCEP可提供每日4次預報、而本局區域模式TWRF的高解析度(3km)有利於颱風結構之模擬，因此如何整合不同模式之優點建立預報作業最佳的客觀指引，為提升颱風路徑預報準確度重要項目之一。

有鑑於此，近年來本局除了建立類似OBEST的方法之外，同時也引進貝氏模型平均法(Bayesian Model Averaging，以下簡稱BMA)，此方法乃藉由產製各個模式成員預報誤差機率密度函數(Probability density

function)，運用最大似然法則(Maximum Likelihood) 進行權重整合，以取得最佳預報準確度的路徑。本報告將探討本局颱風作業系集預報之進展及如何應用BMA方法於颱風路徑預報。

### III. 陳白榆技佐論文摘要

## 空間校驗技術於區域模式降水預報之診斷與評估

陳白榆

中央氣象局

### 摘 要

先進的空間校驗技術可提供預報場和觀測場於特徵差異上更具意義的診斷資訊，如：預報能力隨不同空間尺度的變化情形、預報與觀測場所涵蓋的面積大小、系統分布位置及強度誤差等，尤其對於評估高解析度的預報模式表現更為重要。本研究中使用鄰域技術得分 (Fractions Skill Score, FSS)、物件基礎診斷評估方法 (Method for Object-based Diagnostic Evaluation, MODE) 等空間校驗技術，比較氣象局5公里及3公里解析度的天氣研究與預報區域模式 (Weather Research and Forecasting Model, WRF) 定量降水預報 (Quantitative Precipitation Forecast, QPF) 誤差特性及預報能力。並評估3公里解析度WRF模式於2017年梅雨季及夏季午後對流等個案的降水預報特性。除了瞭解空間校驗技術於不同天氣系統降水事件之診斷能力外，亦期望能更全盤精確地檢視模式於各時段的預報表現，提供模式使用者詮釋預報結果及模式發展者改進模式的參考。