

出國報告(出國類別：參與研討會)

# 出席「亞太經合會氣候中心」舉辦之 「亞太經合會氣候中心研討會」報告

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：陳孟詩科長

派赴國家：中國大陸

出國期間：103年10月26日至10月30日

報告日期：104年1月20日

## 摘 要

職本次出國主要目的在參與由「亞太經合會氣候中心」所舉辦的「亞太經合會氣候中心研討會」，會議主題為「極端氣候與水文災害管理：科學預測及緊急準備」，整合亞太地區各國組織的傑出科學家及經理人，討論面臨水文災害時實際可進行的調適策略，期待能發揮亞太經合會經濟體的最大氣候資訊效益，並對致力於回應氣候變異與變遷的挑戰能有貢獻。

職認為在無法參加世界氣象組織正式活動的困境下，我國仍應善盡地球公民的責任，遵循全球氣候服務框架的架構，在現有良好的觀測監測基礎上，持續發展中央氣象局自己的氣候模式。透過氣候模式的發展，不但可以培養專業人才，進一步使用模式短期氣候預測或是氣候變遷推估的資料，在國內積極推動與各部會如水利署、農委會等的合作，提供政策規劃或防災調適的參考，讓氣象資訊真正落實於各應用領域，更要多方尋求國際合作的機會，藉由提供模式資料參與國際合作計畫，在國際研討會上增加臺灣能見度，展現我國氣象知識軟實力，以提升國際地位。

# 目 次

摘 要 .....	i
目 次 .....	ii
一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、心得與建議.....	13
附錄.....	16

## 一、目的

亞太經合會氣候中心 (APCC) 為亞太經合會 (APEC) 所成立的氣候中心。亞太經合會氣候中心的宗旨在為亞太經合會經濟體建立一個制度化的溝通管道，有效的交流區域氣候預報訊息，用以實現亞太經合會的理想：透過增強區域繁榮的經濟機會，減少經濟損失，保護人民生命財產安全。亞太經合會氣候中心每年固定舉行研討會，目的在交換最新知識與經驗、討論未來在氣候預報及應用的合作，並提供對氣候預報發展與研究活動的建議方向及準則。

我國為亞太經合會的正式會員國，中央氣象局固定每月提供動力模式預報資料參與亞太經合會氣候中心的多模式系集預報系統。參與會議可透過制度化的平台，與世界上先進國家及中心交流、溝通及交換氣候預報訊息，並加強國際合作，也能獲得國際上在氣候預報方面較新的研究，發展與應用趨勢。此外亞太經合會是我國以正式會員身分參與的國際組織，參與亞太經合會氣候中心的會議可顯示我國參與國際事務的積極性與對國際事務的重視。

職此次出國的主要目的在於參與 APCC (APEC Climate Center，亞太經合會氣候中心) 舉辦的「亞太經合會氣候中心研討會」，以了解先進國家目前於氣候預報技術、應用與服務的最新進展，嘗試尋求合作機會，並汲取成功經驗，做為氣象局未來開展氣候服務業務之參考。

## 二、過程

本次研討會在中國大陸南京市舉行，由亞太經合會氣候中心及南京信息工程大學共同主辦，時間為 10 月 27 日到 29 日，議程安排如附錄一。本次會議主題為「極端氣候與水文災害管理：科學預測及緊急準備」，約有將近 50 多位氣候科學、災害管理及相關領域的學者專家出席 (參與人員見附錄二)，希望能加強區域氣候科學合作，以應付因氣候變遷而加劇的天氣及氣候相關災害。

聯合國秘書長潘基文在 2014 年 9 月 23 日的紐約聯合國氣候高峰會中，特別強調在全球水資源、能源、氣候變遷領域需要國際合作，此研討會亦整合亞太地區各國組織的傑出科學家及經理人，討論面臨水文災害時實際可進行的調適策略，期待能發揮亞太經合會經濟體的

最大氣候資訊效益，並對致力於回應氣候變異與變遷的挑戰能有貢獻。

## (一)、第一天

10月27日「亞太經合會氣候中心研討會」正式開始。首位演講者為世界銀行資深顧問 David Rogers 博士，題目是「衝擊預測與預警服務」，他以2013年侵襲菲律賓的海燕颱風為例，雖然此次颱風強度及路徑預報相當準確，但卻仍然造成人民生命財產的巨大損失，原因在於人們無法將氣象預報轉譯為衝擊影響。第2個例子為2013年6月印度 Uttarakhand 地區降下相當於正常值3.75倍雨量所造成的水災，當時氣象預報已知會有豪大雨發生，但人們不了解所謂的豪大雨指的是短時極端強降雨。即使如中國大陸具備比菲律賓及印度更好的政府機制，但在菲特颱風侵襲上海時仍然造成8億9千萬人民幣的損失，原因是颱風登陸時正好是上班交通尖峰時間，民眾被塞在車陣中動彈不得；雖然氣象預報準確，預警系統高度發展，但預警時間太晚，災害資訊不足以轉譯為影響程度。換句話說，只有氣象預報準確是不夠的，我們必須把氣象預報資訊轉換為災害衝擊預警，建立風險地圖，甚至納入保險機制；不只告訴民眾天氣會是什麼樣子，更要讓他們知道天氣會造成什麼影響，例如，時雨量100毫米相當於房子會淹多少公分。防災應變機制的建立需要氣象水文機關、災害風險管理、媒體、民眾等各單位通力合作，建立有效的夥伴關係，共享資料，並善用智慧型手機等高科技迅速傳達訊息，促使人民採取行動，以減少災害損失。

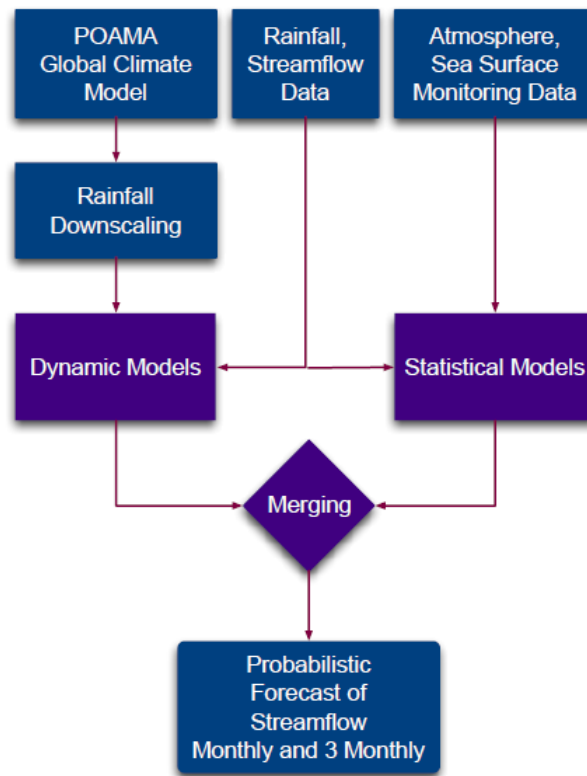
第2個專題演講為世界氣象組織 (WMO) 水文事務 (CHy) 副總裁 Zhiyu Liu 介紹優先任務。他提及世界氣象組織的長期發展目標為提供天氣、氣候及水文等環境相關議題專業知識與國際合作，其下設6個區域 (亞洲為第2區, RAI) 及8個事務機關 (如 CBS、CHy……)，同時有10個計畫 (如 WWW、WCP……)。水文事務的活動包括水、氣候及風險管理，如水災/旱災管理、延伸水文預測。2012-2015年 WMO 的優先任務包括全球氣候服務框架 (GFCS)、能力建構 (Capacity Building)、整合全球觀測系統/資訊系統 (WIGOS/WIS)、降低災害風險 (disaster risk reduction) 及航空氣象 (aeronautical meteorology)。GFCS 的優先領域為農業、健康、水及降低災害風險，在 GFCS 架構下的國家氣象服務分為4個等級，分別為基礎 (氣候觀測、資料管理、與使用者互動)、必要 (基礎級加上提供季節展望、氣候監測)、完整 (必要級加上特定氣候產品、10年氣候預測、長期氣候推估) 及進階 (完整級加上客製化氣候產品、氣候

應用工具)。目前 WMO 會員國提供氣候服務 4 個等級的比例分別為 37%、30%、21% 及 13%，期待於 4 個 4 年後能提升比例至 3%、34%、39% 及 24%。他並提到延伸水文預測包括 1 周之內的暴洪預警及指引、1 個月之內的水災預報指引及水庫入流量預報、月以上的水量供應預報。最後提出了兩點建議：(1) 產製具有品質保證的整合氣候產品時，應該使用所有觀測資料，建立水和氣候服務的資料交換機制。(2) 區域氣候中心 (RCCs) 與區域氣候展望論壇 (RCOFs) 必須更嚴肅來看待水的議題 (目前在東亞有 2 個 RCC，分別為北京氣候中心及東京氣候中心；RCOF 則包括 FOCRAII、ASEANCOF、PICOF 等，也就是第 2 區域氣候監測評估及預報論壇、東協氣候展望論壇、太平洋島國氣候展望論壇)。

第 3 個專題演講為「暴洪預警及水庫管理的作業預報—氣候影響研究效益」，講者是美國水文研究中心管理主任 Konstantine Georgakakos 博士。他指出河水氾濫和暴洪的不同，前者發生需要的時間較長，後者發生需要的時間則較短；當地的資訊 (如雷達、雨量站) 對暴洪比較有價值，對河水氾濫則較不重要。所有天然災害中，暴洪造成較高的死亡率，然而世界上多數地區並沒有暴洪預警。因此他們開發暴洪預警的作業預報，利用 NESDIS 衛星資料處理短時暴洪，長時間的河水氾濫則使用 CMORPH 雨量資料，預報流程大致如下：首先利用 NCEP GFS 全球模式提供資料給 WRF 區域模式，產出溫度和雨量預報後，再輸入水文模式，產出逕流量供決策參考。

第 II 節的討論主題為氣候預測應用於水資源管理。首先由澳洲 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) 的 Bryson Bates 博士發表「從預測到情境分析」，他說明了預測 (prediction)、預報 (forecast)、推估 (projection)、情境 (scenario) 的區別：預測是指未來的特定狀態，預報是指未來最有可能發生的圖像，推估是指給定假設條件下未來有可能發生，情境則不保證未來一定會發生。他同時指出不確定性的來源，包括對自然變異的知識不完整、觀測資料的誤差、過度簡化的模式、參數化的調整等等。根據不確定性和可控制的程度，大致可以分為 4 種策略：不確定性低但控制度高時進行最佳控制、不確定性和控制度都高時進行調適管理、不確定性高但控制度低時進行情境規劃、不確定性和控制度都低時則不表示意見。他建議採取最顯著而非最好、即使沒有氣候變遷也不會後悔的策略，因此在不確定的情況下可以採取的行動包括準備而非預測、持續規劃及評估、事先評估社會政治的接受度等。

澳洲氣象局的 J. Lerat 博士發表「澳洲逕流季節預報服務」。澳洲氣象局的延伸期水文預測包括今明洪水預報、未來一週的流量預報、未來一個月至一年的季節展望 (<http://www.bom.gov.au/water/ssf/forecasts.shtml>) 以及未來十年的情境分析。逕流季節預報流程如下圖所示 (摘自 J. Lerat 博士的簡報)：



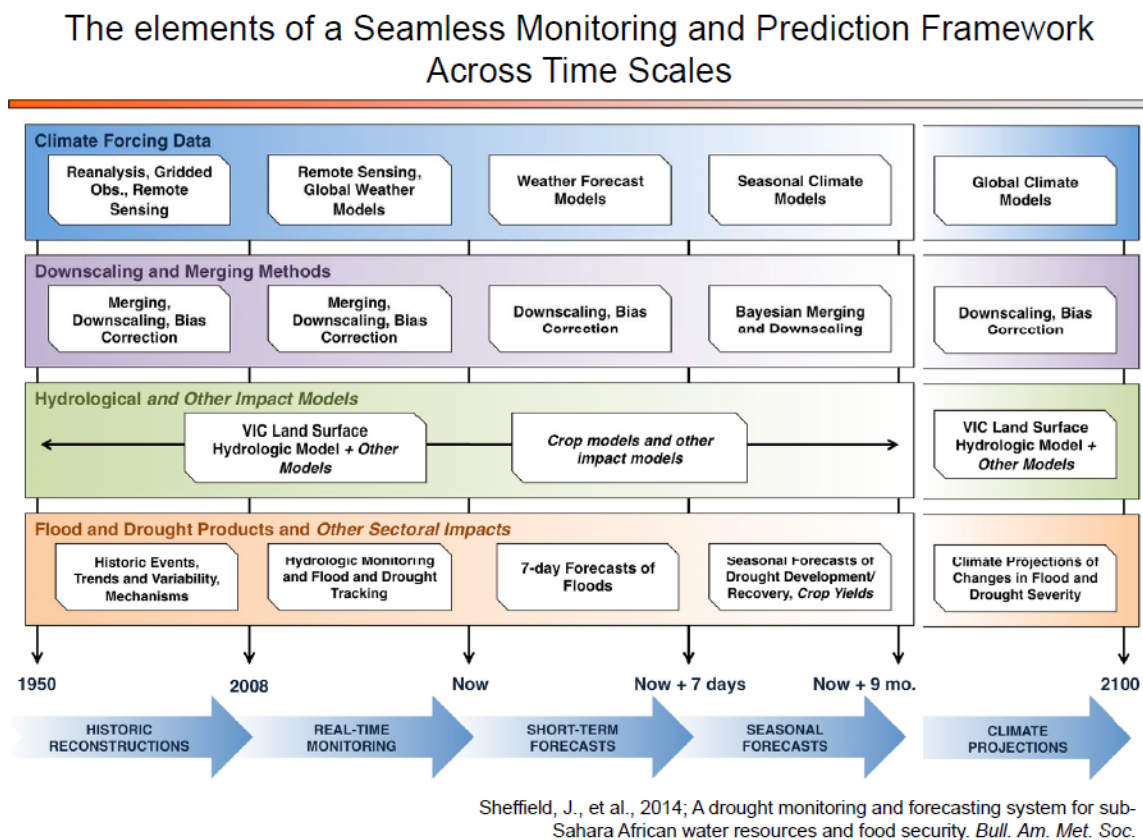
預報校驗採取交叉驗證的方式，同時計算不同技術得分 (CRPS、RMSE、RMSEP) 及命中率，發現 1 個月預報較 3 個月預報表現好，而且統計模式和動力模式可以互補對方的不足。他認為需建立研究發展聯盟，轉移研究成果至實際作業，並與使用者溝通預報不確定性與預報表現。

澳洲 CSIRO 的 QJ Wang 博士發表「使用氣候預報的逕流系集預報」，介紹 FoGSS (Forecast Guided Stochastic Scenarios) 模式，用來產出未來 12 個月每月的逕流系集預報。FoGSS 模式所需要的雨量預報來自於澳洲 POAMA 全球海氣耦合模式，但並不是直接使用模式輸出，而是經過模式後處理，他們稱之為 CBaM (Calibration, Bridging and Merging)，其中 Calibration 指的是將 POAMA 模式原始雨量預報利用 BJP (Bayesian joint probability) 方法產生校正過的雨量預報，Bridging 指的是將 POAMA 模式的海溫預報一樣利用 BJP 方法產生另一組雨量預報，之後再利用 BMA (Bayesian model averaging) 方法合併這兩組雨量預報 (也就是 Merging)。他認為 FoGSS 模式能充分表示雨量預報的不確定性、水文模擬的不確定性、逕流的持續、以及不確

定性的傳播，可以滿足水文機構的需求。

澳洲氣象局 Yuriy Kuleshov 博士發表「極端氣候季節預報：乾旱與水災」，首先介紹 ICCAI (International Climate Change Adaptation Initiative)，此為澳洲為周遭太平洋島國所進行的氣候變遷調適倡議。2009-2011 年進行 PCCSP (Pacific Climate Change Science Program) 及 PASAP (Pacific Adaptation Strategy Assistance Program) 計畫，幫助太平洋島國了解氣候變遷如何影響當地；2012-2013 年進行 PACCSAP (Pacific Australia Climate Change Science and Adaptation Planning) 計畫，聚焦於極端氣候。澳洲並發展網頁形式的工具，建置於太平洋季節氣候預報入口網站 (<http://www.bom.gov.au/climate/pacific/projects.shtml>)，幫助 15 個太平洋島國進行氣候變遷調適。他們有信心地認為，季節氣候預報是太平洋島國在面對氣候變遷時可以採取的有效調適方法。

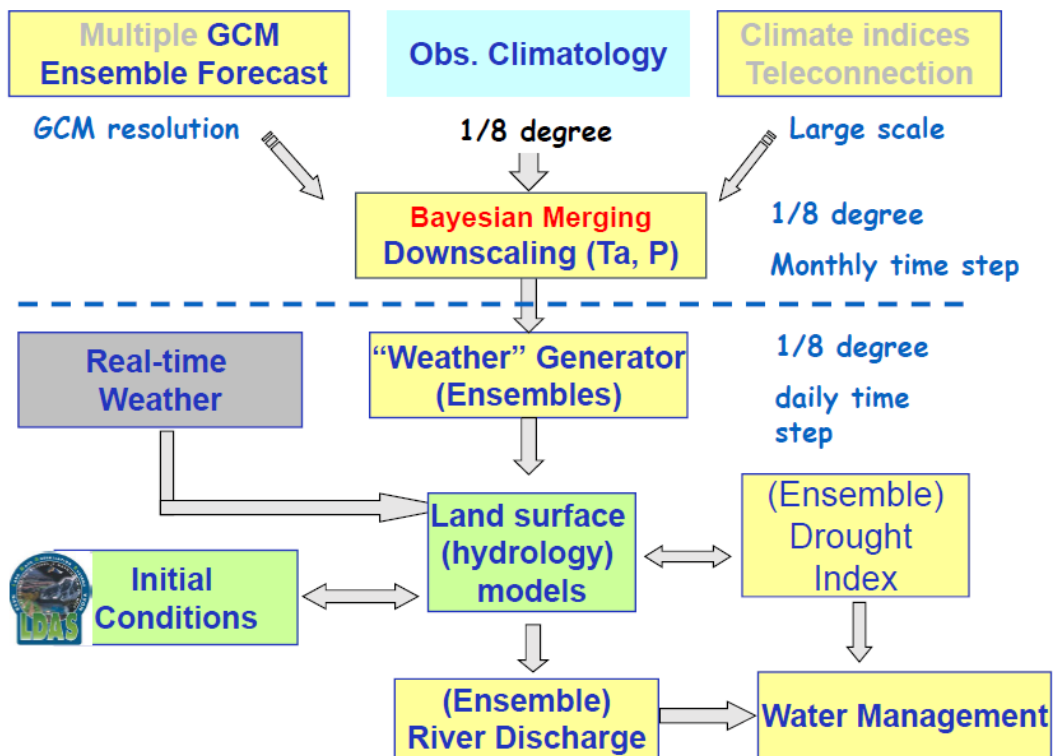
美國普林斯頓大學的 Eric Wood 博士發表「全球乾旱監測及預報的無縫隙架構」，他提出一個跨越不同時間尺度的乾旱監測預報無縫隙架構 (如下圖所示，摘自 Eric Wood 博士簡報)：



並發展一個水文監測預報系統 (如下圖所示，摘自 Eric Wood 博士簡報)：



## Development of a Hydrologic Monitoring and Prediction System



同時也介紹普林斯頓大學的非洲乾旱與洪水監測預報系統 (<http://stream.Princeton.edu>)。總結來說，他們建置了一個包括歷史分析、現況監測、季節預報、氣候變遷推估在內的架構，這個架構可以協助分析所有時間尺度的乾旱風險、評估季節預報技術以及水和糧食安全的影響。

韓國 Pukyong 大學的 Hi Ryon Byun 博士發表「可用水氣候值(Available Water Climatology) 及其應用」。他首先介紹 AW (Available Water) 指標計算方式，包括 AWRI (Available Water Resource Index)、LWI (Long term remained Water Index)、SWI (Short term remained Water Index)，之後比較 AWC 和 CPC (Classical Precipitation Climatology)的差異性，認為 AWC 比 CPC 更合理且有利，特別是在了解和減輕與水有關的災害方面。

## (二)、第二天

第 III 節討論主題為乾旱與水荒的風險管理。美國伊利諾大學的 Ximing Cai 博士發表「氣候變遷對農地及永續水的影響—全球觀點」。根據過去的研究，氣候變遷可能會減少全球的可

耕地，但卻有區域上的差別，例如非洲、南美、印度、歐洲可耕地會減少，但中國、美國、俄羅斯可耕地反而增加。對歐美國家而言，氣候變遷可能會對旱作造成影響，因此必須發展其他灌溉方式。過去 50 年造成 10 億美元損失的事件 70%以上是由極端氣候所引起。乾旱的特質可以分為 5 個面向來探討：時間長短、嚴重程度、重現期、平均強度以及最強強度。總結來說，氣候變遷對農業有混合的影響，可能造成區域農業重大的改變，但不確定性仍是最主要的考量因素。

美國華盛頓大學的 Dennis Lettenmaier 發表「美國乾旱趨勢」。他先說明乾旱的特性：持續時間較久、涵蓋區域較廣、造成損失較大，之後利用 SAD (Severity-Area-Duration) 分析歷史乾旱事件。他並介紹 flash drought，這項工作是由美國氣候預測中心的 Kingse Mo 博士進行。flash drought 可以分為 2 類：第 1 類是由溫度所引起，因氣溫高而造成蒸發增加，因而減少土壤濕度；第 2 類是由降雨所引起，因為雨量不足，土壤溼度下降，蒸發減少而造成可感熱增加，進而造成氣溫增加。美國北方較常出現第 1 類，而南方較常出現第 2 類。他認為氣候暖化可能會造成春天融化的雪水有減少的趨勢，但不一定會造成更嚴重的乾旱。

亞太經合會氣候中心的 Ilwon Jung 博士發表「整合 APCC 多模式季節預報支援南韓水庫的規劃與操作」。APCC 多模式系集預報涵蓋 10 個國家的 16 個模式資料，我國氣象局的氣候模式亦包含在其中，APCC 產品包括未來 6 個月的多模式系集預報以及 BSISO 季內預報。使用 APCC 產品於水文季節預報的挑戰包括：(1) 全球模式提供的月預報必須轉換為日資料給水文模式，(2) 必須修正全球模式的系統性誤差，(3) 全球模式的解析度太低，必須內插為高解析度資料供水文模式應用。為了改善水庫入流量可預報度，必須發展混合方法，以整合多模式系集預報和遙相關統計預報。

澳洲 CSIRO 的 Francis Chiew 博士發表「澳洲東南部乾旱及水荒：科學與管理」，他首先說明在氣候變遷和人口成長下水、食物、能源的關係。澳洲水文具備不同的特性：空間變異度大、蒸發量高、逕流量低且年際變化大……等，1997-2009 年澳洲東南部發生千年一遇的乾旱，造成經濟、環境和社會重大的影響。他認為乾旱及未來水資源減少的推估刺激了用水改革與調適，水資源規劃必須具備長遠的觀點，同時考慮水文氣候的變異與氣候變遷。

中國北京師範大學的 Qian Ye 博士發表「從整合風險治理的觀點談中國旱災因應策略」，

首先說明乾旱沒有普遍的定義，有氣象乾旱、生態乾旱、水文乾旱、農業乾旱、社經乾旱等，中國每兩年就有一次乾旱發生而造成農業的損失。風險必須考慮天災(hazard)、暴露度(exposure)、脆弱度(vulnerability)。在乾旱風險治理上政府必須扮演中心角色，學習與乾旱共處，尋求創新科技與探索機會，為決策者提供更好的科學工具，並善用知識以處理日益複雜的世界。

第 IV 節討論主題為「極端水文的改變：洪水與颱風」。美國華盛頓大學的 Eric Salathé 博士發表「發展氣候情境和管理工具以降低未來水災風險的脆弱度」。在氣候變遷下每上升 1°C，全球極端事件就會增加 7.5%；全球氣候變遷包括溫度上升、極端降雨、風暴改變、海平面上升，分別會造成積雪減少、流量高峰、暴潮以及氾濫。對美國西北部而言，大氣河和強降雨清楚地反應了氣候變遷，流域的河水流量增加，河水氾濫也顯示重大的影響，而這些變化是可以被管理的。

日本京都大學的 Nobuhito Mori 博士發表「考慮氣候變遷的颱風及暴潮影響評估」，首先介紹 2012-2017 年的 Sousei 計畫，此計畫共有 4 個子計畫：子計畫 A 探討氣候變異與氣候變遷、整合預測系統，子計畫 B 包括長期推估與大尺度變化，子計畫 C 為機率氣候推估、產生標準氣候情境的風險資訊，子計畫 D 為講者所參與的自然災害、水資源及生態影響評估，關鍵議題包括產生準確度高的極端機率密度函數，以及提出調適和減緩的哲理。評估與颱風有關的災害影響所採取的步驟如下：首先選擇使用全球氣候模式，發現 CMIP5 模式對颱風模擬能力仍然有限，不足以進行區域評估，因此必須進行動力降尺度方法，根據情境設計全球暖化實驗，可以了解在不同情境特別是最差情境下大氣的反應，除此之外也發展隨機統計模式增加颱風個案數，以模擬暴潮機率。Sousei 計畫的國際合作對象包括臺灣 TCCIP 計畫、泰國、英國 SuperGEN 計畫、韓國 KEI 計畫，以及西班牙。

中國氣象局的 Lian-shou Chen 博士發表「伴隨颱風強降雨的研究回顧」，說明影響颱風降雨有 3 個因子：(1) 環境影響，包括東北貿易風、垂直風切、西風槽、水氣供應、季風潮、氣溶膠效應以及噴流，(2) 內部結構影響，包括雲物理和中尺度渦旋，(3) 地面作用力，包括海岸以及邊界層傳輸。

亞太經合會氣候中心的 Sunkwon Yoon 博士發表「在不同聖嬰時韓國漢江流域的水文氣

象變化及水災風險評估」，研究發現漢江夏季降雨及逕流量在中太平洋聖嬰年會比東太平洋聖嬰年增加；颱風引起的降雨在東太平洋聖嬰年減少，但中太平洋聖嬰年增加。他設計了一個水災風險整合指標 (Integrated flood Risk Index)，包含水文、社經與生態因子，在中太平洋聖嬰時此指標有增加的趨勢。指標同時可以用來發展在氣候改變下的季節水文估計，以穩定水源供應並管理水災風險。

韓國 Gyeongsang 大學的 Taesam Lee 博士發表「極端水文氣象的隨機分析與模擬」，介紹使用統計降尺度方法將日雨量轉換為時雨量，以評估氣候變遷下極端水文氣象的影響，同時也說明如何使用非穩態震盪取樣 (Nonstationary Oscillation Resampling) 方法進行極端水文氣象的長期與中期預測。

日本 JAMSTEC (Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology) 的 Swadhin Behara 博士發表「連結極端逕流量的氣候變化」，提到先分析在不同逕流量時的大氣環流狀態，確認氣候變化的模態，之後使用 JAMSTEC 的氣候預測結果，進行減緩災害管理。他並以日本和南非合作的 SATREPS 計畫為例，將區域模式和疾病傳播模式整合為疾病預測模式，最後發展為預警系統。

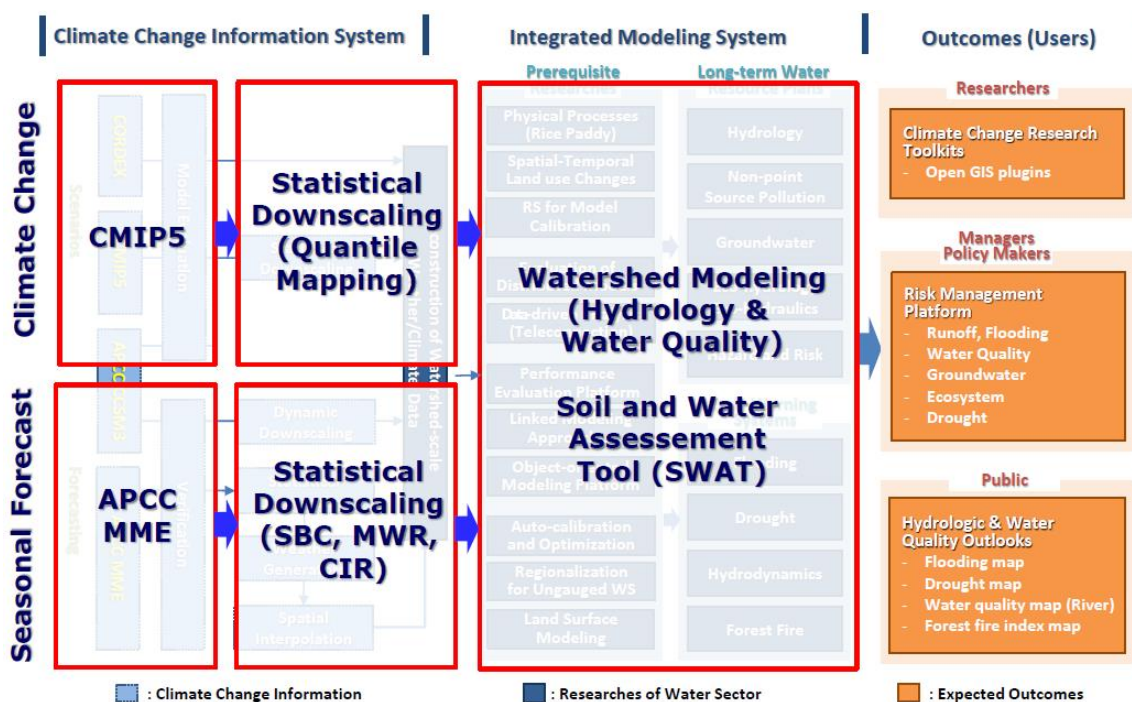
### (三)、第三天

第 V 節討論主題為「氣候對水質的影響」。美國波特蘭州立大學的 Heejun Chang 博士發表「氣候變遷對美國西北部逕流溫度的影響」，他先說明影響水質的因素包括水溫、營養素、沉積物等，其中又以水溫最重要，對流、傳導、太陽輻射和長波輻射都會影響水溫。利用氣候的歷史及未來資料，加上植被資料，透過水文模式可以產出日逕流量，再進一步利用溫度迴歸模式，就可以得到日逕流溫度。換句話說，逕流日最高溫與日最高氣溫和日逕流量有高度相關。由於流量改變，美國西北部夏季逕流溫度較春季增加，氣候變遷會進一步改變熱區的時空分布，河岸植被會降低小河流的逕流溫度，但對主要河流的逕流溫度影響有限。

南澳水公司的 Leon van der Linden 博士發表「對何調適? 氣候變遷對澳洲及臺灣水庫水質的直接影響推估」，他認為氣候變遷對水質的潛在影響包括溫度上升對集水區的生化影響、

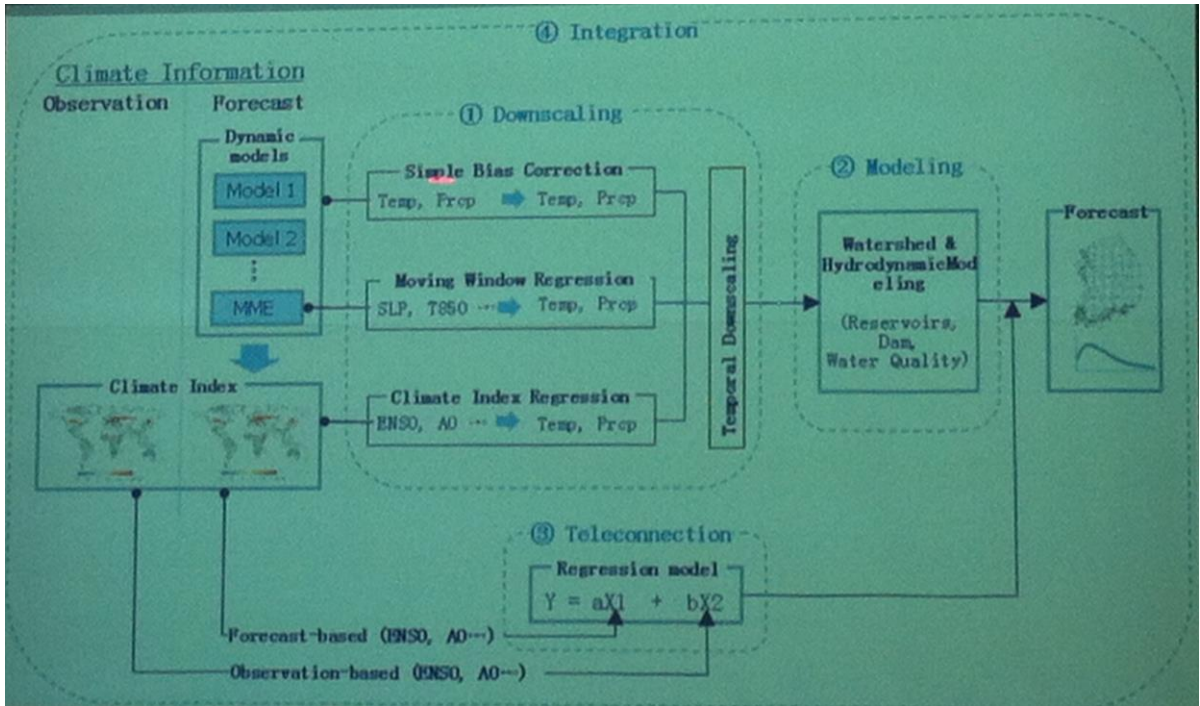
增加沉積物分層並釋放離子、藍藻增生，以及強降雨所造成的河流改變、沉積物/養分/病原/有機物的增加。氣候變遷影響評估的步驟為降尺度氣候推估→雨量模式→逕流模式→水庫水質模式→氣候影響推估，在這個過程中每個步驟都會產生不確定性。未來希望能進一步整合集水區模式，進行河岸入侵的即時預測，全面考慮氣候變遷情境（水質風險量化、提供長期規劃資訊），並採取系集模式的方法。

亞太經合會氣候中心的 Jaepil Cho 博士發表「整合氣候資訊進行水質管理」，他首先介紹亞太經合會氣候中心水部門的研究架構（摘自 Jaepil Cho 博士簡報）：

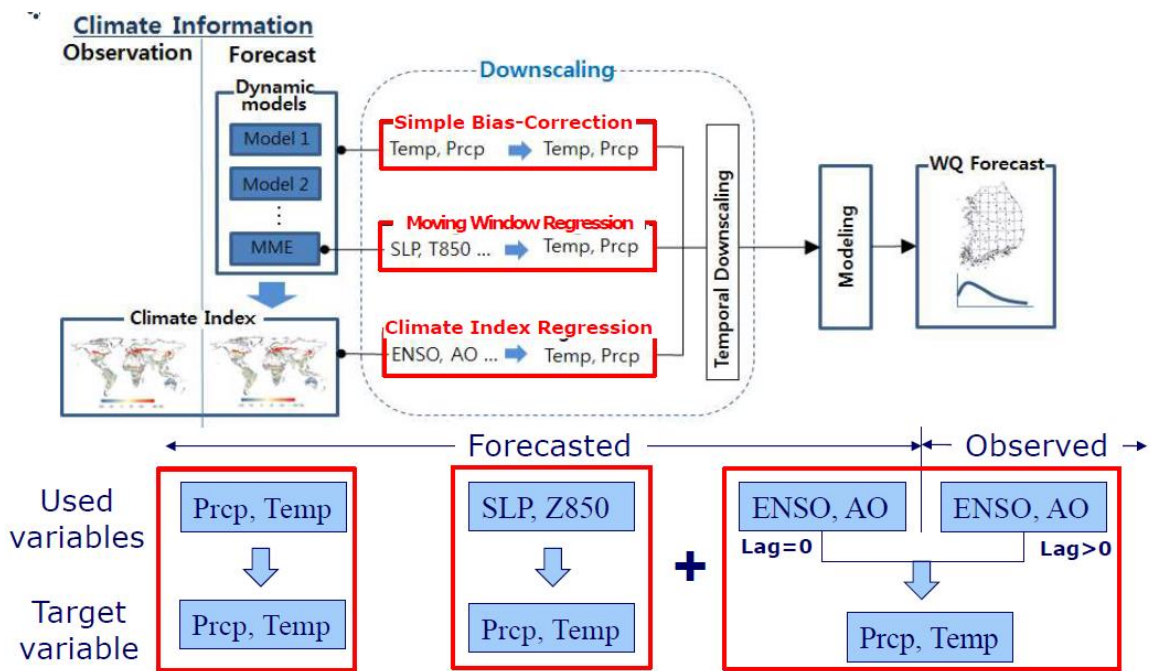


接著指出進行氣候變遷影響評估時，歷史時期必須考慮再現性，而未來推估必須考慮不確定性。之後他提到水質的季節預報，流程如下圖所示：

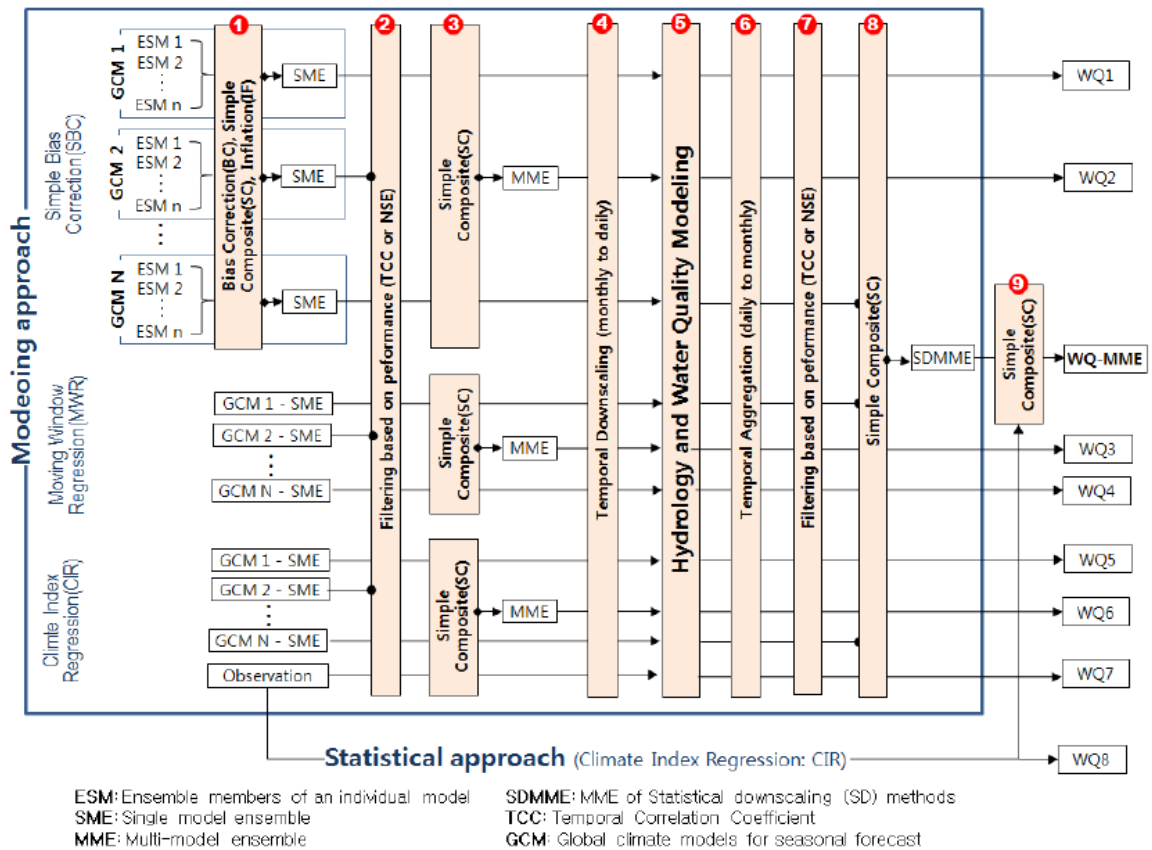




其中 ①、② 屬於動力方法，③ 屬於統計方法，並進一步說明統計降尺度預報如何進行 (摘自 Jaepil Cho 博士簡報)：



最後整合動力及統計方法 (如下圖，摘自 Jaepil Cho 博士簡報)：



降尺度的議題包括變數空間的一致性、時資料以及網格資料。

第 VI 節為總結與討論，每節的主持人帶領與會者再度回顧這三天所討論的議題。澳洲氣象局的 Yuriy Kuleshov 博士首先提及由觀測走向決策的全球觀測系統 (GEOS) 之水策略，說明了一連串改善水資源管理的目標，包括對水災和旱災的整備。水可以確保糧食、能源及健康安全、減少貧窮並維持生態及生物多樣性。水循環的觀測資料對於改善水資源管理和用水安全是很重要的，特別是在落後地區。

美國伊利諾大學的 Ximing Cai 博士認為我們必須從過去學習，知道正在進行的變化趨勢以及近未來的氣候預測，了解趨勢和變異，確認影響尺度，透過降尺度方法減少不確定性，將預測轉譯為支援決策資訊 (合併即時作業/中長期規劃與預測，將預測和經濟價值或環境後果連結)。他同時提到我們必須透過不同的方式，尋找不同問題的解答，以增加系統的彈性，並整合危機和風險管理 (是現在投資還是再觀望)；確認使用者需求，透過綜合平臺連結科學家與使用者，經由跨領域的努力，建立適當的機構以便於風險管理；根據強化資訊、新興科技/政策以及行為/需求改變，透過系統性動態的方法，對改變進行調適，並處理麻煩的決策問

題。

美國華盛頓大學的 Eric Salathé 博士綜整講者共同談到的主題，包括建立極端事件風險的未來情境以進行決策管理、利用時空降尺度方法將大尺度的氣候帶至家園尺度、分析大尺度因子對當地極端事件的影響，以改善氣候可預報度及氣候變遷指引。

美國波特蘭州立大學的 Heejun Chang 博士整理了幾個需要注意的重點，包括氣候資訊是有用的還是可用的，氣候影響評估必須跨越所有時空尺度，並考慮動力或統計模式的優缺點、不確定性以及非穩態，發展短期氣候、水與經濟的跨尺度整合模式，利用手機科技促進溝通，成為共同治理水的夥伴，以規劃調適策略。

在討論時間 Zhiyu Liu 副總裁希望能促進水文界和氣象界更多合作與互動，有聽眾提到在水文界的資料交換並不像氣象界這麼普遍，例如中國的資料對韓國而言非常重要，但卻無法取得；Zhiyu Liu 副總裁解釋 WMO 的政策是鼓勵各會員國共享資料，但也必須尊重各會員國對資料是否開放的政策。Eric Wood 博士提議 APCC 可以在亞太地區提出合作計畫，就像 ECMWF 在歐盟所扮演的角色一樣，QJ Wang 博士進一步建議在每年的年度研討會之間可以有一些小型會議，期待 APCC 在亞太地區佔有領導地位。Eric Wood 和 David Rogers 博士均提到在全球氣候服務框架 (GFCS) 的架構下，對水資源管理的應用層面而言，不只是能力建構，還需要核心教育，尤其是在低度開發國家，就像目前澳洲為太平洋島國所進行的調適計畫一樣。David Rogers 博士再次強調善用手機科技的重要性，才能發揮在地影響力，讓資訊傳播及溝通沒有限制。

本次會議相關資料可參考 [http://www.apcc21.org/eng/acts/pastsym/japcc0202\\_viw.jsp](http://www.apcc21.org/eng/acts/pastsym/japcc0202_viw.jsp)。

### 三、心得與建議

亞太經合會氣候中心每年舉辦「亞太經合會氣候中心研討會」暨「會員體工作小組會議」，各會員國每月提供動力模式預報資料參與亞太經合會氣候中心的多模式系集預報系統。參與會議可透過制度化的平台，與世界上先進國家及中心交流、溝通及交換氣候預報訊息，



並加強國際合作，也能獲得國際上在氣候預報方面較新的研究，發展與應用趨勢。今年該中心首度獨立舉辦「亞太經合會氣候中心研討會」，特別凸顯了該會議的科學性質，演講者均為該中心所邀請之不同領域的傑出專家學者，具有高度的學術地位。由議程的安排可發現，研討會不再是單純討論氣候相關議題，而是進一步使用氣候預測或氣候變遷推估資料，應用於水資源管理，並發展有效的預警機制、做好準備，期望能減少旱災或水災所造成民眾生命或財產的損失。換句話說，此研討會相當類似中央氣象局每年舉辦兩次的氣候論壇，嘗試集合氣象和不同領域的專家，互相溝通對話，增進彼此了解，共同努力，以發揮氣象資訊的最大價值，這也是目前世界氣象組織積極推動的全球氣候服務框架 5 大支柱中的使用者平台 (其他 4 個為觀測監測、研究模擬預測、氣候服務資訊系統及能力建構)。

我國雖然不是世界氣象組織的會員國，但在國內無論是交通部中央氣象局正在執行的 103-106 年「氣候變遷應用服務能力建構計畫」，或是科技部國家防災科技中心執行的第二期「臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫」(TCCIP II)，均符合全球氣候服務框架的內涵，跟得上世界發展的趨勢。由 APCC 早期致力於多模式系集預報系統的發展，到近期伸出觸角至應用服務層面，也可看出該中心的企圖心及定位走向的改變。在世界氣象組織的架構下，第二區區域中心包括中國大陸的北京氣候中心和日本的東京氣候中心，位於韓國的亞太經合會氣候中心在本次會議邀請相當多的澳洲及美國學者參與並尋求合作，相對的中、日學者並不多，為取得東亞地區領導地位而暗中較勁的意味不言而喻。

氣候議題在本質上需要跨國跨領域的合作方能事半功倍，我國因無法加入世界氣象組織，可獲得的資源及支援均不多，處境特別艱難。此次會議雖然沒有臺灣學者的報告，但日本 Nobuhito Mori 博士報告的 Sousei 計畫因與 TCCIP 計畫合作，以及澳洲的 Leon van der Linden 博士所屬的南澳水公司與成功大學教授合作研究新山水庫的水質問題，使得我國在會議上亦有能見度。職認為資料是一切的根基，所有科學研討會的研究論文發表都需要資料，無論是觀測或模式資料，由此可見資料開放與自行發展氣候模式的重要性。當我們具備自行發展氣候模式的能力，所產出的模式資料可以用來診斷分析，進而改進模式；可以學習澳洲 CSIRO QJ Wang 博士或亞太經合會氣候中心 Jaepil Cho 博士提及的方法，將全球尺度的氣候模式資料降尺度到縣市尺度的臺灣，提供更細緻的資訊；也可以進一步模式資料應用於其他領域，學習 Yuriy Kuleshov 博士提到澳洲氣象局所進行的 PCCSP、PASAP 及 PACCSAP 計畫，發展氣候服務資訊系統 (CSIS) 及建立使用者平台 (UIP)，發揮氣象資訊的價值；更可以加入多模式系集

預報計畫，促進國際合作以增加能見度，提升國際地位。有了模式資料就有無限發展的可能，因此本局應該持續投資人力物力於氣候模式發展，以加強國際競爭力。

綜合來說，在無法參加世界氣象組織正式活動的困境下，我國仍應善盡地球公民的責任，遵循全球氣候服務框架的架構，在現有良好的觀測監測基礎上，持續發展本局自己的氣候模式。透過氣候模式的發展，不但可以培養專業人才，進一步使用模式無論是短期氣候預測或是氣候變遷推估的資料，在國內積極推動與各部會如水利署、農委會等的合作，提供政策規劃或防災調適的參考，讓氣象資訊真正落實於各應用領域，更要多方尋求國際合作的機會，藉由提供模式資料參與國際合作計畫，在國際研討會上增加臺灣能見度，展現我國氣象知識軟實力，以提升國際地位。目前在有限的資源下，本局應儘速尋求大家的共識，擬定氣候發展的優先策略及目標，並制定行動方案，在模式發展方面加強與美國環境模擬中心 (NOAA/NCEP/EMC) 的合作，在監測預測方面加強與美國氣候預測中心 (NOAA/NCEP/CPC) 的合作。由於亞太經合會氣候中心 (APCC) 的發展方向逐漸由多模式系集預報系統走向氣候應用服務，本局未來可就氣候應用方面持續與該中心合作，同時尋求其他參與多模式系集預報之國際合作計畫 (如 S2S—subseasonal to seasonal prediction 計畫) 的機會，全面建構本局氣候專業能力，提升氣候服務能量。

## 附錄：

### 附錄一

October 27, 2014 (Monday)		APEC Climate Symposium 2014
08:00-09:00	<b>Registration</b>	
09:00-09:45	<b>Opening Ceremony</b>	<b>MC: Ms. Hannah Kim</b> (Head of External Affairs Department, APEC Climate Center/Korea)
09:00-09:05	Opening Remarks	<b>Dr. Chin-Seung Chung</b> (Director, APEC Climate Center/Korea)
09:05-09:10	Opening Remarks	<b>Prof. Jianqing Jiang</b> (President, Nanjing University of Information Science and Technology/China)
09:10-09:15	Video Congratulatory Address	<b>Dr. Alan Bollard</b> (Executive Director, APEC Secretariat/Singapore)
09:15-09:20	Congratulatory Address	<b>Mr. Sangchan Gu</b> (Consulate General of the Republic of Korea in Shanghai/Korea)
09:20-09:25	Congratulatory Address	<b>Prof. Lianchun Song</b> (Director, Nation Climate Center/China)
09:25-09:30	Congratulatory Address	<b>Prof. Bin Wang</b> (Chair, Department of Meteorology, University of Hawaii/USA)
09:30-09:45	<b>Commemorative Plaque Presentation and Photo Session</b>	
09:45-10:00	<b>Coffee Break</b>	
10:00-12:40	<b>Session I Keynote Presentations</b>	<b>Chair: Dr. Jinho Yoo</b> <b>Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
10:00-10:40	Impact Forecast and Warning Services	<b>Keynote</b> – Dr. David Rogers (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery/USA)
10:40-11:20	Priorities of the WMO Commission for Hydrology	<b>Keynote</b> – Dr. Zhiyu Liu (World Meteorological Organization/China)
11:20-12:00	Economics of Early Warning System	<b>Keynote</b> – Mr. Arjunapermal Subbiah (Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System/Thailand)
12:00-12:40	Operational Prediction for Flash Flood Warning and Reservoir Management – Utility for Climate Impact Studies	<b>Keynote</b> – Dr. Konstantine Georgakakos (Hydrologic Research Center/USA)
12:40-14:00	<b>Lunch / Location: Nanqi Hotel</b>	
14:00-18:30	<b>Session II Climate Forecasting for Water Management</b>	<b>Chair: Dr. Yuriy Kuleshov</b> <b>Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
14:00-14:30	From Prediction To Scenario Analysis: An Australian Perspective	Dr. Bryson Bates (Centre for Environment and Life Sciences, CSIRO/Australia)
14:30-15:00	Ensemble Forecasting Of Seasonal Streamflow Using Climate Forecasts as Inputs	Dr. Quan Jun Wang (Water for Healthy Country Flagship, CSIRO/Australia)
15:00-15:30	A Seasonal Streamflow Forecasting Service for Australia: Methods, Implementation and Way forward	Dr. Julien Lerat (Environment and Research – Forecast Systems, BOM/Australia)
15:30-15:45	<b>Coffee Break</b>	
15:45-16:15	Seasonal Forecasting of Climate Extremes: Droughts and Floods	Dr. Yuriy Kuleshov (National Climate Centre, BOM/Australia)
16:15-16:45	A Seamless Framework for the Global Monitoring and Prediction of Droughts	Prof. Eric Wood (Princeton University/USA)
16:45-17:15	The Available Water Climatology (AWC) and its Applications	Prof. Hi-Ryong Byun (Pukyong National University/Korea)
17:15-17:30	<b>Coffee Break</b>	
17:30-18:00	<b>Wrapping-up and Discussion</b>	
18:30-20:00	<b>Welcoming Reception hosted by NUIST / Location: Nanqi Hotel</b>	

<b>09:00-12:45</b>	<b>Session III Managing Risk from Droughts and Water Scarcity</b>	<b>Chair: Prof. Ximing Cai Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
09:00-09:30	Impact of Climate Change on Agricultural Land and Water Sustainability – A Global Projection	Prof. Ximing Cai (University of Illinois at Urbana-Champaign/USA)
09:30-10:00	U.S. Drought Trends	Prof. Dennis Lettenmaier (University of Washington/USA)
10:00-10:30	Cost-Effective Variety can Reduce Variety in Real World: Diversity in Water Infrastructure System	Prof. Heekyung Park (Korean Advanced Institute of Science and Technology/Korea)
<b>10:30-10:45</b>	<b>Coffee Break</b>	
10:45-11:15	Utilizing APCC multi model seasonal forecast to support planning and operation of dams in South Korea	Dr. Ilwon Jung (APEC Climate Center/Korea)
11:15-11:45	Droughts And Water Security in South-Eastern Australia: Science and Management	Dr. Francis Chiew (Land and Water - Black Mountain Christian Laboratory, CSIRO/Australia)
11:45-12:15	National Disaster Response Strategies for Droughts of China -From Integrated Risk Governance Perspectives	Dr. Qian Ye (Integrated Risk Governance Project/China)
<b>12:15-12:45</b>	<b>Wrapping-up and Discussion</b>	
<b>12:45-14:00</b>	<b>Lunch / Location: Nanqi Hotel</b>	
<b>14:00-18:00</b>	<b>Session IV Changes in Hydrological Extremes: Floods and Typhoons</b>	<b>Chair: Prof. Eric Salathé Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
14:00-14:30	Developing Climate Scenarios and Management Tools to Reduce Vulnerability to Future Flood Risk	Prof. Eric Salathé (University of Washington/USA)
14:30-15:00	Impact Assessment of Typhoon and Related Storm Surge Considering Climate Change	Dr. Nobuhito Mori (Disaster Prevention Research Institute/Japan)
15:00-15:30	A Review On Heavy Rainfall Out of Tropical Cyclone Envelope	Prof. Lian-shou Chen (Chinese Academy of Meteorological Sciences, CMA/China)
<b>15:30-15:45</b>	<b>Coffee break</b>	
15:45-16:15	Hydrometeorological Variability and its Integrated Flood Risk Assessment for the Korean Han River Basin during different El Niño Phases	Dr. Sunkwon Yoon (APEC Climate Center/Korea)
16:15-16:45	Temporal Downscaling of Hydrometeorological Variables for Mitigating the Impacts of Climate Change on Water Disasters	Prof. Taesam Lee (Gyeongsang National University/Korea)
16:45-17:15	Climate Variations Link to Extreme Streamflows	Dr. Swadhin Behera (Application Laboratory, JAMSTEC/Japan)
<b>17:15-17:30</b>	<b>Coffee break</b>	
<b>17:30-18:00</b>	<b>Wrapping-up and Discussion</b>	

<b>09:00-12:45</b>	<b>Session V Climate Impacts on Water Quality</b>	<b>Chair: Prof. Heejun Chang Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
09:00-09:30	Impacts of Climate Change On Stream Temperature in the Pacific Northwest Of USA	Prof. Heejun Chang (Portland State University/USA)
09:30-10:00	Adapt to What? Projections of Direct Impacts of Climate Change on Surface Reservoir Water Quality in Australia and Taiwan	Dr. Leon van der Linden (Australian Water Quality Centre/Australia)
10:00-10:30	Climate Change Impacts on Agricultural Non-Point Source Pollution by Considering Uncertainty of CMIP5	Dr. Jaepil Cho (APEC Climate Center/Korea)
<b>10:30-10:45</b>	<b>Coffee Break</b>	
10:45-11:15	Extreme Hydroclimatic Events and Environmental Quality: Use-Inspired Characterization of Change, Thresholds and Transitions	Dr. Shaleen Jain (University of Maine/USA)
11:15-11:45	Heat Waves, Precipitation and Water related Disease Vector in Drought and Flood Prone Areas of West Bengal, India	Dr. Jyotish Basu (West Bengal State University/India)
11:45-12:15	The Taihu Eddy Flux Network: An Observational Program on Energy, Water, and Greenhouse Gas Fluxes of a Large Freshwater Lake	Prof. Xuhui Lee (Nanjing University of Information Science and Technology/China)
<b>12:15-12:45</b>	<b>Wrapping-up and Discussion</b>	
<b>12:45-14:00</b>	<b>Lunch / Location: Nanqi Hotel</b>	
<b>14:00-17:45</b>	<b>Session VI Wrap-up &amp; Panel Discussion</b>	<b>Chair: Prof. Bin Wang Rapporteur: Mr. Joseph Larsen</b>
14:00-14:20	Session II Wrap-up	Dr. Yuriy Kuleshov
14:20-14:40	Session III Wrap-up	Prof. Ximing Cai
14:40-15:00	Session IV Wrap-up	Prof. Eric Salathé
15:00-15:20	Session V Wrap-up	Prof. Heejun Chang
<b>15:20-15:35</b>	<b>Coffee Break</b>	
<b>15:35-17:45</b>	<b>Panel Discussion</b>	<b>Panelists:</b> Dr. David Rogers, Dr. Zhiyu Liu, Dr. Konstantine Georgakakos, Prof. Eric Wood, Dr. Quan Jun Wang
<b>17:45-18:00</b>	<b>Closing Remarks</b>	<b>Dr. Chin-Seung Chung</b>

## 附錄二

Number	Country	Affiliation	Title	Name
1	Australia	National Climate Centre - Bureau of Meteorology (BOM)	Dr.	Yuriy Kuleshov
2	Australia	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation/Australia (CSIRO)	Dr.	Bryson Bates
3	Australia	Water for Healthy Country Flagship, CSIRO	Dr.	Quan Jun Wang
4	Australia	Environment and Research – Forecast Systems, BOM	Dr.	Julien Lerat
5	Australia	The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)	Dr.	Francis Chiew
6	Australia	Australian Water Quality Centre	Dr.	Leon van der Linden
7	China	World Meteorological Organization (WMO)	Dr.	Zhiyu Liu
8	China	Chinese Academy of Meteorological Sciences (CAMS)	Dr.	Lianshou Chen
9	China	National Climate Center, China Meteorological Administration (NCC/CMA)	Prof.	Yihui Ding
10	China	National Climate Center, China Meteorological Administration (NCC/CMA)	Ms.	Qingchen Chao
11	China	Institute of Atmospheric Physics (IAP)	Prof.	Hui-Jun Wang
12	China	Nanjing University of Information Science and Technology	Prof.	Xuhui Lee
13	China	Nanjing University of Information Science and Technology	Prof.	Jianqing Jiang
14	China	Nanjing University of Information Science & Technology	Prof.	Jinzhong Min
15	China	Jiangsu Provincial Department of Education	Dr.	Zhaochen Zhang
16	China	Foreign Affairs Office of Jiangsu Provincial People's Government	Dr.	Yanmei Fang
17	Chinese Taipei	Central Weather Bureau (CWB)	Ms.	Meng-Shih Chen
18	India	West Bengal State University	Dr.	Jyotish Basu
19	Japan	Disaster Prevention Research Institute (DPRI)	Dr.	Nobuhito Mori
20	Japan	Atmosphere and Ocean Research Institute	Prof.	Kimoto Masahide
21	Japan	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)	Dr.	Swadhin Behera
22	Korea	Ministry of Foreign Affairs	Mr.	Sangchan Gu
23	Korea	Ministry of Foreign Affairs	Mr.	Heesang Kim
24	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Prof.	Hi-Ryong Byun
25	Korea	Geyongsang National University (GNU)	Prof.	Taesam Lee
26	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Mr.	Chang-Kyun Park
27	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Mr.	Sang-Hun Kwon
28	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Ms.	Ga-Byn Kim
29	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Ms.	Hee-Nae Kwon
30	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Ms.	Ji-in Kang
31	Korea	University of Seoul	Dr.	Jong-Suk Kim



32	Korea	Pukyong National University (PKNU)	Prof.	Jaiho Oh
33	Korea	Korean Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)	Prof.	Heekyung Park
34	Korea	Korea Maritime University (KMOU)	Prof.	Kihwan Lee
35	Korea	APEC Climate Center (APCC)	Dr.	Chin-Seung Chung
36	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Jinho Yoo
38	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Yoobin Yhang
39	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Ilwon Jung
40	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Jaepil Cho
41	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Sunkwon Yoon
42	Korea	APEC Climate Center	Dr.	Hongwei Yang
43	Korea	APEC Climate Center	Ms.	Hannah Kim
44	Korea	APEC Climate Center	Ms.	Sooyang Joo
45	Korea	APEC Climate Center	Mr.	Gyeongseok Jo
46	Korea	APEC Climate Center	Mr.	Joseph Larsen
47	USA	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)	Dr.	David Rogers
48	USA	Hydrologic Research Center (HRC)	Dr.	Konstantine Georgakakos
49	USA	Princeton University (Princeton)	Prof.	Eric Wood
50	USA	University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)	Prof.	Ximing Cai
51	USA	University of Washington (UW)	Prof.	Dennis Lettenmaier
52	USA	Integrated Risk Governance Project / International Human Dimensions Programme (IRGP/IHDP)	Dr.	Qian Ye
53	USA	University of Washington (UW)	Dr.	Eric Salathé
54	USA	Portland State University (PSU)	Prof.	Heejun Chang
55	USA	University of Maine	Dr.	Shaleen Jain
56	USA	I.M. Systems Group, Inc. (IMSG)	Dr.	Sean Lam
57	USA	I.M. Systems Group, Inc. (IMSG)	Dr.	Paul Chan
58	USA	International Pacific Research Center/University of Hawaii (IPRC/UH)	Prof.	Bin Wang
59	USA	Naval Postgraduate School	Prof.	Chi-Pei Chang