

# 氣候變遷應用服務能力發展計畫(1/4)

## Climate Change Application Service Capacity

### Development Project(1/4)

主管單位：交通部 計畫編號：103-1502-02-08-01

程家平

Jia-ping Cheng

中央氣象局氣象科技研究中心

#### 摘要

中央氣象局執掌全國氣象、海象監測和預報業務，長期致力於氣象觀測技術、科技研究、預報服務等領域之發展。近年來為因應氣候變遷的衝擊及滿足各界對氣候與氣候變遷應用服務之需求，亟需發展氣候變遷分析與推估技術、開發氣候與氣候變遷資訊推廣及應用服務能力與建立氣候風險評估應用方法。本計畫預計以 4 年的時間，整備及分析長期氣候資料，發展氣候資訊應用服務能力，及推廣氣候知識與資訊應用服務，以達到因應氣候變遷，強化氣象災防，支援國家氣象風險管理與氣候變遷調適應用為目標。

關鍵詞：氣候變遷、氣候風險、推估技術。

#### Abstract

Central Weather Bureau in charge of the national meteorological, marine Meteorology monitoring and forecasting services, long-term commitment to the development of meteorological technology, scientific research, and other areas of forecasting services. In recent years, to cope with the impact of climate change and to meet all the needs of climate and climate change applications, the need analysis and development of climate change Collocation technology, the development of climate and climate change, promotion and application of IT service capabilities with the establishment of Climate Risk Assessment Method . The plan is expected in four years time, the entire preparation and analysis of long-term climate data, the development of climate information application services capabilities, and the promotion of climate knowledge and information application services to meet due to climate change, strengthen meteorological disaster prevention, support for the National Weather Risk Management and climate change adaptation for the target

application.

Keywords : Climate change, climate risk, projection technology.

## 一、前言

中央氣象局職掌我國氣象業務，其範圍涵蓋了氣象、海象、地震以及和氣象有關的天文業務，並長期致力於「提昇氣象預報能力」、「加強人力培育及國際交流合作」、「強化為民服務，提升氣象服務品質」等工作。由於氣象局過去在氣候，方面所投入相關工作重點主要是在短期氣候(月、季、半年)預報技術與作業系統之建置及資訊之提供。而為配合國家氣候變遷調適政策及行動計畫，各應用領域對氣候測報資訊於相關領域決策的殷切需求，氣象局經檢討認為過去在氣候變遷的分析、推估與實際調適決策應用能力方面仍缺少適當的資源以投入發展，因此尚無法達到充分支援政府建立氣候變遷風險管理與調適運作的目標。本計畫期望於未來4年(103-106年)間，透過「發展臺灣氣候變遷分析與推估之技術能力」及「開拓氣候資訊應用服務」2個方面，拓展氣候科研及應用能力，綜整本土氣候變遷分析及區域氣候變遷推估資訊，以達到強化氣象災防，支援國家氣象風險管理與氣候變遷調適應用之計畫目標，預期可避免或減少因氣候導致之天然災害所造成的損失，進而創造氣候資訊應用的經濟效益。

## 二、計畫主要內容

本4年計畫有「發展臺灣氣候變遷分析與推估技術能力」及「開拓氣候資訊應用服務價值」2個面向，並分「臺灣長期氣候資料整集、處理及分析」、「發展臺灣氣候變遷分析與推估技術」、「建立氣候資訊應用服務基礎」、「推廣氣候知識與資訊應用服務」4大項目執行，工作內容包括：

### (一)、臺灣長期氣候資料整集、處理及分析

- 1、臺灣歷史氣候資料數位化。
- 2、臺灣長期氣候資料均一化與網格化。
- 3、強化臺灣長期氣候資料查詢功能。
- 4、建立臺灣本地氣候長期監測系統。

### (二)、發展臺灣氣候變遷分析與推估技術

- 1、發展臺灣與全球氣候變遷關聯性之分析方法。
- 2、運用 IPCC 與國科會氣候變遷大型計畫成果建立在地化氣候變遷推估資訊。
- 3、發展各應用領域之氣候風險評估方法。

### (三)、建立氣候資訊服務基礎

- 1、收集與分析先進國家氣象機構之氣候資訊應用服務相關作為。
- 2、建立臺灣之氣候資訊運應用服務架構及機制。

3、建立氣候資訊應用服務系統。

#### (四)、推廣氣候知識與資訊應用服務

1、支持政府各機關氣候變遷調適行動。

2、推動跨領域合作，提供應用導向的氣候資訊服務。

3、推廣氣候通識、變遷認知及應用知識。

本計畫可提供政府各機關氣候變遷調適所需的應用資訊，以降低氣候變遷之衝擊程度，期能有助於國內民間產業與政府單位建立氣候風險評估及管理的機制。

### 三、計畫主要成果

#### (一)、臺灣長期氣候資料整集、處理及分析

1.氣象測站站況及相關資訊整集與分析方面的重要成果：

- (1) 完成挑選分析氣溫的目標測站，並針對所選目標站完成站況初步整理。
- (2) 完成目標測站氣溫時資料齊備率統計功能。
- (3) 完成氣溫時資料 QC 檢核參考氣候統計量與 QC 檢核表。
- (4) 完成氣溫資料均一化統計樣本採樣均一性分析。
- (5) 完成客觀分析工具建置，並分別以採用單一測站資訊的簡易內插補遺法，及採用空間統計關係的克利金插補法，完成 3 項時資料補遺設計並分析比較其優劣。克利金方法完成之補遺資料，具有更高的資料補遺客觀性。
- (6) 完成以網格化可信度分析，說明本計畫所使用的插補工具的適用性。
- (7) 完成測站氣候資料整集分析系統趨型建置，並完成氣候資料監測網頁所需資料與繪圖工具建置。

2.在高解析網格化資料產製方面的重要成果：

- (1) 完成溫度資料高解析網格化方法回顧。
- (2) 完成測站溫度觀測值遮蔽測站實驗，以進行高解析網格化資料不確定性分析。
- (3) 完成 GPU Computing 加速運算效率應用評估。
- (4) 完成應用通用克利金法分區遮蔽測站實驗，改善網格化策略之可行性。
- (5) 完成本計畫所需之網格化資料產製程序設計(使用克利金法)。

- (6) 完成產製城鄉尺度應用所需的高解析網格化資料(使用時空採樣均一的測站氣溫資料)。

### 3.在臺灣長期氣候統計與分析方面的重要成果：

- (1) 完成雨量頻率分析流程建置，並完成連續 24 小時及 48 小時累積雨量的頻率初步分析。
- (2) 完成 23 個人工測站的 30 年氣候值統計量，包含 18 個氣象要素。
- (3) 完成 10 個百年測站的長期氣候趨勢變化圖，包含描述平均態的 18 個氣象要素變量，及描述極端現象的 17 個氣象要素變量。
- (4) 完成臺灣氣候變化統計報告統計圖表資料重製及延長統計期間。
- (5) 完成測站長期溫度時間序列資料均一性檢測方法評估。

### 4.在建置臺灣氣候資料查詢功能及本地氣候監測系統方面的

重要成果有：

- (1) 建置臺灣氣候資料查詢暨監測網站雛型。
- (2) 完成氣象局測站站況資訊展示網頁雛型。
- (3) 完成臺灣地區常用氣候查詢資料介面。
- (4) 完成臺灣氣候分析資料及報告展示網頁設計建置。

5.完成澎湖、臺東、彭佳嶼、蘭嶼、高雄、阿里山、宜蘭、大武、新竹、嘉義、成功、日月潭、玉山、淡水、竹子湖、鞍部與東吉島氣象站等氣壓、溫度、濕度、風速、風向與日照時數等 6 項氣象時資料登打。約完成資料登打筆數 10,048,108 筆。

## (二)、發展臺灣氣候變遷分析與推估技術

### 1.發展臺灣與全球氣候變遷關聯性之分析方法

- (1) 完成荷蘭、挪威、瑞士、澳洲和日本 5 個國家氣象局出版的國家氣候變遷科學報告的蒐集研讀和整理。

### 2.運用 IPCC 與國科會氣候變遷大型計畫成果建立在地化氣候變遷推估資訊

- (1) 臺灣氣候變異分析的成果有：
  - a 完成臺灣 6 個長期測站 1911~2013 年溫度、雨量、雨日、日最高溫度、日最低溫度、相對濕度、日照時數的全年和季節長期變異趨勢分析。
  - b 完成臺灣 21 個測站 1951~2013 年溫度、雨量、雨日、日最高溫度、日最低溫度、相對濕度、日照時數的全年和季節長期變異趨勢分析。

- c 完成比較 6 個長期測站和 21 個測站的分析結果，瞭解臺灣氣候變遷的地區性差異。
- d 完成臺灣 20 個測站 1961~2013 年之全年、冬半年和夏半年的風向和風速氣候特徵、季節變化、長期變化趨勢和年代際變化特徵分析。
- e 依據分析結果，完成國科會「臺灣氣候變遷報告 2014」極端天氣變異分析之撰寫工作，和製作臺灣氣候變遷宣傳教材。

(2) IPCC/CMIP5 模式資料分析與評估的成果有：

- a 完成 50 個 IPCC/CMIP5 全球氣候模式資料於 20 世紀氣候模擬(historical 實驗)，和 4 個 21 世紀未來氣候模擬境況(RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.0 實驗) 9 個大氣場變數，和 1 個海洋場變數的月平均資料。
- b 完成國科會 TCCIP 計畫之 MRI-60KM，和 MRI-20KM 模式 20 世紀氣候模擬實驗，6 個大氣場變數的月平均資料蒐集。
- c 完成國科會 CCLIcs 計畫之 GFDL-HIRAM-c384 模式 20 世紀氣候模擬實驗，6 個大氣場變數的月平均資料蒐集。
- d 完成 50 個 IPCC/CMIP5、2 個 TCCIP 和 CCLIcs 計畫全球氣候模式資料對於臺灣梅雨季，及對於東亞區域環流模擬能力的分析。
- e 完成 50 個 IPCC/CMIP5 模式對於梅雨季氣候特徵模擬能力的評估，並挑選 22 個適用於推估臺灣未來氣候變遷的模式。
- f 完成 22 個 IPCC/CMIP5 全球氣候模式對於亞洲夏季季風區降雨，和環流場氣候平均狀態、季節變化和年際變化模擬能力的評量。

(3)氣候推估方法建立與未來氣候推估的成果有：

- a 完成代表臺灣梅雨季極端降雨發生頻率大尺度環流指數的建立。
- b 完成臺灣梅雨季極端降雨發生頻率統計降尺度推估方法的發展。

(三)、建立氣候資訊應用服務基礎

1. 執行「索羅門群島與吉里巴斯共和國合作氣象交流訪察」一案，中央氣象局呂國臣副主任、林大偉科長與中華民國氣象學會趙恭岳處長計 3 人，於 8 月 24 日~9 月 5 日訪察索吉兩國之氣象設施、氣象服務技術與當地部門氣象應用的需求，就中央氣象局對索吉兩國之氣象服務內容，深入瞭解並進行規劃。
2. 安排索羅門群島氣象局 (Mr. Max Noman Sitai 與 Mr.Gregory Runcy Auwakea) 及吉里巴斯共和國氣象局 (Mr. Thomas Ulutapu Zackious) 共 3 名學員，於 11 月 17 日至 12 月 1 日，來局參加「氣象與氣候課程訓練」，課程內容涵蓋氣象觀測、預報、觀測儀器維護與局外氣象相關單位參訪等，此項活動增進本局氣候服務的效益。

3. 蒐集整理澳洲氣候服務內容，含計畫名稱、經費期程與服務對象內容等，成果可供本局建構氣候服務框架參用。
4. 為氣候知識宣導與開發氣候資訊經濟價值，分別舉辦了以和漁業領域(6/16)和水資源管理領域(11/21)交流為目的的「短期氣候預測及應用論壇」，漁業論壇邀請國立臺灣海洋大學海洋科學與資源學院李明安院長、應用經濟研究所江福松教授、環境生物與漁業科學系呂學榮副教授、水產品產銷履歷驗證暨檢驗中心冉繁華主任、行政院農業委員會水產試驗所企劃資訊組曾振德組長、沿近海資源研究中心吳龍靜主任、行政院農業委員會漁業署與全國各地漁會漁業廣播電台等重要學者專家、主事者、從業人員與本局同仁共約 100 人參加，共同討論氣象資訊在漁業生產作業之需求及應用，了解各種漁業生產型態（遠洋捕撈業、沿近海捕撈業以及養殖漁業）的漁民在生產過程中如何運用氣象資訊，進一步了解每種不同生產型態的漁民，對氣象資訊的需求。水資源論壇邀請經濟部水利署北區水資源局陳肇成局長、綜合企劃組李友平組長、水文技術組簡昭群組長、水源經營組黃宏莆組長、財團法人農業工程研究中心簡傳彬組長、國立臺灣大學生物環境系統工程學系童慶斌教授、中央大學土木系水資源工程組吳瑞賢教授、水文與海洋研究所李明旭教授、中華經濟研究院與國家災害防救科技中心等重要學者專家、主事者、從業人員與本局同仁共約 100 人參加，會中與產官學界積極討論氣象與氣候資訊的加值應用與開發。
5. 於中華經濟研究院舉辦「農業氣象災害研討會」(11/14)，會中針對每位專家在特定農作物生產對氣象資訊的需求，及災害因應措施之研究進行演講與討論農作生產中如何有效運用氣象資訊，及預防氣象災害的產生，規劃具體有效的實施策略方案，會中約 15 人與會。
6. 於花蓮區農業改良場(10/15,52 人)、彰化縣二林鎮農會(7/16,112 人)、花蓮縣吉安鄉農會(10/15,140 人)與農業試驗所(8/28,57 人)等單位共同舉辦「氣象資訊服務服務在農業層面的應用與價值座談會」共 4 場，會中邀請多位農業研究人員進行氣象資訊在農作生產上運用案例上的演講，邀請參加座談會的對象主要以農業氣象觀測站人員、農業研究人員、農民及農政單位人員為主，面對面直接溝通以增進氣象與氣候資訊的服務。
7. 對於二林鎮農民，本次的抽樣調查份數共 256 份，根據調查結果，抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本共 77 份，因此最後實證估計所採用的樣本為 179 份，約佔總樣本比例為  $77/256=70\%$ 。本研究假設抽樣結果亦代表母體分布情況，因此扣除掉抗議性樣本、無法確定樣本，以及資料缺漏的無效樣本的比例後，願意出價的總戶數為  $6,021*70\%=4,215$   $6,021 * 70\% = 4,215$   $6,021 * 70\% = 4,215$  戶。配合每年的 WTP 區間為 4,408 元 ~ 5,986 元，可計算出二林鎮農糧作物應用氣象資訊所產生的經濟價值區間約為每年 1,858 萬~2,523 萬元（於 95% 信賴區間下的經濟價值區間分析）。

#### (四)、推廣氣候知識與資訊應用服務

1. 於臺灣中南部及花東地區 36 所國民小學舉辦「國小氣候變遷調適教育巡迴」，藉由巡迴各地國民小學的教育宣導活動，引導學生認識氣候變遷及調適，學習運用氣象資訊服務，充實災害防治相關知識。包括中南部地區 25 所、花東地區 11 所國民小學，共有 2,273 名學童參加，其中男生 1,198 人，女生 1,075 人。此次進行宣導的學校中，有 20 所屬於偏遠或原住民族地區國民小學，並包含 4 所環境敏感地區學校。
2. 完成國外 6 個先進國家(澳洲、美國、日本、英國、荷蘭、韓國)，共 12 個氣象與氣候作業單位或相關機關的氣候服務網站(包括澳洲氣象局、美國氣候預報中心、美國氣候計劃辦公室、日本氣象廳、英國氣象局、荷蘭氣象局、韓國氣象廳、美國環保署、美國航空及太空總署、美國海洋大氣總署 Climate.gov、美國國家氣候資料中心、聯合國氣候變遷學習夥伴關係 UN CC:Learn) 所提供的氣候應用服務及網頁服務調查，並完成本局氣候網頁的改版方向規劃。
3. 完成國外氣象作業單位及非氣象作業單位的氣候相關宣導產品蒐集整理，來源包括日本氣象廳、英國氣象局、美國氣候預報中心、美國氣候計劃辦公室、美國環保署、航空及太空總署、美國海洋及大氣總署、美國國家氣候資料中心、聯合國氣候變遷學習夥伴關係 UN CC:Learn、澳洲氣象局、荷蘭氣象局、英國皇家學會等單位，共 2 百多項宣導產品，包括書冊、單張、海報、影片、課程教案等等類型，分析其主題內容，做為氣候應用服務及知識宣導規劃參考，並完成本局氣候及氣候變遷相關宣導產品需求評估及宣導產品規劃。
4. 為加強各氣象站同仁氣候相關基礎知識、氣候(長期預報)預測產品及氣候應用之基本概念，並希望能促進各氣象站與地方政府或應用單位在氣候議題上的互動，於本(103)年 9 月 23 日於新竹氣象站、10 月 16 日於花蓮氣象站及 11 月 11 日於南區氣象中心，分 3 梯次辦理「中央氣象局 103 年度氣候業務基礎知識說明會」，總計 29 局屬測站、112 人參加。

#### 四、結論與建議

「氣候變遷應用服務能力發展計畫」目的為，建立我國氣候變遷資訊推廣與應用服務能力，計畫分別從整備臺灣長期氣候資料、開發氣候變遷資訊應用能力及推廣氣候應用服務等方面著手，初步成果能廣泛提供在地化氣候變遷分析與推估資訊，提昇國內民眾對氣候變遷之瞭解與認知。另外正積極提供政府各機關氣候變遷調適所需的應用資訊，以降低氣候變遷之衝擊程度，將有助於國內民間產業及政府單位建立氣候風險評估的機制。本計畫完成後，預期可提升國內對氣候變遷推估與氣候應用服務之相關研究，及推動跨領域整合應用，並藉由主辦或參與科學研討活動與發表論文的方式，提高臺灣於氣候議題的科學認知及作業技術之水準，同時對學術領域及服務應用均有相當的助益。

#### 參考文獻

- 陳正達、朱容練、許晃雄、盧孟明、隋中興、周佳、翁叔平、陳昭銘、林傳堯、鄭兆尊、吳宜昭、卓盈旻、陳重功、張雅茹、林士堯、林修立、童裕翔、楊承道，2014：臺灣氣候變遷推估研究。大氣科學。42。
- Zou, Y., J.-Y. Yu, T. Lee, M.-M. Lu, and S. T. Kim, 2014: CMIP5 Model Simulations of the Impacts of the Two Types of El Nino on US Winter Temperature, *J. Geophys. Res.*, DOI: 10.1002/2013JD021064.
- Park, H. , J.-Y. Yu, J.-W. Hwu, M.-M. Lu, and T. Gao, 2014: A Source of AGCM Bias in Simulating Western Pacific Subtropical High: Different Sensitivities to the Two Types of ENSO, *Mon.Wea.Rev.* (submitted)
- 韓宛容、盧孟明、徐堂家，2014：1961-2013 年期間台灣地區風向風速變化分析。103 年天氣分析研討會論文彙編，A3-24。
- 林正偉、盧孟明，2014：近 50 年(1961-2010)北半球阻塞高壓氣候特徵。103 年天氣分析研討會論文彙編，A3-2。
- 卓盈旻、盧孟明，2014：1951-2013 年臺灣氣候變化特徵。天氣分析與預報研討會論文摘要彙編，A3-13。
- 卓盈旻、盧孟明，2014：CMIP5 模式對臺灣梅雨季大尺度環流的模擬能力評量。天氣分析與預報研討會論文摘要彙編，A3-23。
- 卓盈旻、盧孟明，2014：全球氣候變遷對臺灣梅雨季極端降雨事件頻率影響之推估方法研究。海峽兩岸災害性天氣分析與預報研討會。
- Cho, Y.-M. and M.-M. Lu, 2014: An analysis of the extreme dry spells in Taiwan and its variations during the recent one hundred years. 2014 TCCIP International Workshop on Climate Change. 13-16 January 2014, National Dong Hwa University, Hualien (Taiwan), Poster.
- Lu, M.-M., Y.-M. Cho, Y.-C. Lin, and C.-T. Lee, 2014: Decadal-scale variations of extreme dry spells and rain events in Taiwan and their relationship with East Asian monsoon. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo (Japan), paper number: AS54-D5-AM2-CD-009 (Project: MOST 103-2621-M-492-001)
- Lu, M.-M. and Y.-M. Cho, 2014: Changes in the annual frequency of the extreme events of Taiwan Mei-yu approximated by a large-scale circulation index. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo (Japan), paper number: AS03-26-D2-PM2-EA-022 (Project: MOST 103-2621-M-492-001)
- 卓盈旻，2014：第二期台灣氣候變遷情境推估與資訊平台建置計畫-台灣地區氣候變遷特徵分析期末報告。
- 卓盈旻，2014：第二期台灣氣候變遷情境推估與資訊平台建置計畫-臺灣梅雨季極端降雨事件年發生率之推估方法期中報告。

陳雲蘭、陳品好、詹智雄、沈里音、馮智勇、劉家豪、林佑蓉：台灣自動氣象站  
氣溫資料補遺方法探討及網格化分析。天氣分析與預報研討會論文彙編，中  
央氣象局。