行政院國家科學委員會補助專題研究計畫年度報告

臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫

精簡報告

- 計畫類別:整合型計畫
- 計畫編號: NSC98-2625-M-492-011
- 執行期間: 98年11月1日至99年12月31日
- 執行機構及系所:財團法人國家實驗研究院地震工程研究中心、交通部 中央氣象局氣象預報中心、交通部中央氣象局氣象科技研究 中心、國立臺灣大學大氣科學系暨研究所、國立臺灣大學建 築與城鄉研究所、國立臺灣大學生物環境系統工程學系暨研 究所、國立臺灣師範大學地理學系(所)、國立臺灣師範大學 地球科學系(所)、國立中央大學水文與海洋科學研究所、國 立成功大學水利及海洋工程學系(所)、國立高雄海洋科技大 學、中央研究院環境變遷研究中心

計畫主持人:林李耀研究員

- 共同主持人:紀水上副局長、賈新興課長、盧孟明研究員、許晃雄教授、 周仲島教授、陳亮全教授、童慶斌教授、洪致文助理教授、 翁叔平副教授、陳正達教授、隋中興教授、游保杉教授、陳 昭銘副教授、周佳研究員、林傳堯助研究員、劉紹臣特聘研 究員、陳永明副研究員、于宜強助研究員、陳韻如助研究員、 江申助研究員
- 協同研究人員:鄭兆尊副研究員、吳宜昭助研究員、朱容練助研究員 博士後研究員:卓盈旻博士、Dr. Sahana Paul、劉哲欣博士、陳世偉博士、 魏曉萍博士

成果報告類型:

中華民國99年11月

摘 要

本計畫以建構氣候變遷跨領域研究與應用整合平台、落實研發成果於跨部會調適政策之應 用、建立臺灣氣候變遷之未來推估、強化臺灣區域氣候研究重點特色為整體目標,進行區域氣候 變遷分析與情境推估、降尺度技術發展以及極端氣候變異與災害衝擊評估等工作。本計畫為三年 計畫之第一年,完整成果報告第一章為計劃簡介,第二章至第五章為各分組工作之重要工作項目 與成果,第六章為第二年度工作重點與預期成果,各章重點摘錄如下:

第二章台灣及東亞區域氣候變遷趨勢分析 (TEAM 1):重要工作項目為 (1) 台灣觀測資料均 一化與網格化、(2) 台灣氣候變遷/變異分析、(3) 東亞地區氣候變遷/變異分析、(4) 西北太平洋 颱風氣候變遷/變異研究、(5) IPCC AR4 模式資料分析與評估 TEAM1。此章根據資料分析、研究 與文獻彙整,進行台灣與東亞區域氣候之氣候變遷與氣候變異訊號之描述與確認,作為本報告之 氣候變遷科學基礎。

第三章**降尺度技術發展 (TEAM 2)**:本計畫第二工作小組之主要任務,一方面以發展臺灣地 區氣候變遷降尺度技術,另一方面依據現有能力與技術產製適用於台灣地區之降尺度結果以提供 下游使用,執行重點有 (1) 降尺度策略研擬、(2) 統計降尺度技術發展與推估資料產製、(3) 動力 降尺度技術發展。此章之產出之 25km 統計降尺度推估結果已提供 TEAM3 以及水利署團隊使用。

第四章極端氣候變異與災害衝擊評估 (TEAM 3):第三工作小組之主要任務為進行極端氣候 變異分析與下游災害衝擊評估,第一年度以氣象、水文與災害關係建立及評估方法建立為主,計 畫第一年執行重點有 (1) 極端降雨變異與災害衝擊分析、(2) 洪災衝擊評估方法建立、(3) 極端乾 旱事件評估方法建立、(4) 水資源系統衝擊評估方法建立。TEAM 3 將進一步結合模式推估結果於 下年度進行衝擊評估分析。

第五章**氣候變遷研究平台與資訊服務 (計畫辦公室)**,計畫辦公室推動工作包括 (1) 國際交流 與合作、(2) 國際研討會與成果發表會、(3) 部會合作與整合應用、(4) 氣候變遷資訊平台建置、 (5) 觀測資料收集與彙整、(6) 出版氣候變遷科學報告與辦理記者會。

第六章為**第二年度工作重點與預期成果**,第二年計畫的重點為更高解析度資料的分析與推估 結果的產出,同時利用推估結果進行衝擊分析,持續加強各工作小組之整合,並具體產出推估資 料與衝擊評估結果以提供外界與下游應用端參考。

第二章 台灣及東亞區域氣候變遷趨勢分析

TEAM1 第一年重要成果摘要

台灣與東亞區域氣候屬於全球氣候變遷與氣候變異系統之一部分,本章節為第一工作小 組 (TEAM 1)針對台灣及東亞區域氣候變遷與氣候變異分析之第一年度成果,以臺灣及東亞 /西北太平洋地區的氣候變遷/變異之研究為主要工作項目,計畫第一年重要成果如下(1) 台 灣觀測資料均一化與網格化; (2)台灣氣候變遷/變異分析; (3)東亞地區氣候變遷/變異分析; (4) 西北太平洋颱風氣候變遷/變異研究; (5) IPCC AR4 模式資料分析與評估。相關重點成果摘要 如下:

(1) 資料均一化與網格化

- 氣候變遷研究需要長期且可靠之資料藉以分析長期變遷趨勢,本研究收集相關公部門 之長期觀測資料,包括中央氣象局、經濟部水利署、農田水利會與臺灣電力公司等單 位所屬雨量站資料,進行資料均一化的工作。進行資料均一化之資料如下,所有測站 分布見圖2.6.1:
 - ◆ 中央氣象局32個綜觀氣象站,1897~2009年共113年的日與時雨量資料
 - ◆ 中央氣象局401個自動雨量站,1987~2009年共23年的時雨量資料
 - ◆ 非中央氣象局雨量測站676個測站,1900~2009年共110年的日雨量資料
 - ◆ 非中央氣象局雨量測站323個測站,1950~2009年共60年的時雨量資料
- 由於資料分屬不同單位,資料蒐集不易,加上資料儲存格式與代碼定義也有所不同, 是本計畫資料均一化過程中,頗為耗時與耗力的部分,今年度已建立資料品質測試與 相關性分析方法,以利進行資料之補遺與刪除。
- 台灣目前缺乏高解析之降雨網格資料,導致氣象資料應用上之限制,本計畫第一年已 完成測站月降兩資料網格化的技術建立,根據上述資料(未完全均一化)建立空間解析 度1Km x 1Km 的月降兩網格資料,命名為 TCCIP_precip.monthly_v1 降水資料第一版 已完成,並且對此一產品進行交叉驗證以及初步分析的工作。
- 針對 TCCIP 計畫產出之網格點資料(TCCIP_precip.monthly_v1)和日本 APHRODITE 降水資料(0.25x0.25 度, V1003R1 版)降水氣候場和聖嬰冷暖相位情況下台灣降水的 變化趨勢,整體來說 TCCIP precip.monthly v1 降水資料比日本 APHRODITE 降水資

料更能夠凸顯出局部地區空間分布上的差異。(圖 2.6.5)

(2) 台灣氣候變遷/變異分析

- 針對台灣地區長期氣候變化趨勢之研究結果,一方面蒐集與彙整過去已發表之台灣相關氣候研究文獻外,更針對特定變數(如降雨、溫度、風、極端氣候以及颱風等),進行台灣地區氣候變遷分析研究,分析測站以台北、台中、台南、恆春、花蓮、台東6個百年測站(1911~2009)為主。
- 台灣年總雨量的百年變化趨勢並不明顯(圖 2.4.2a)。在降兩日數(日兩量≧0.1 mm)的
 變化方面,研究顯示年度總降兩日數不論是在100年、50年與30年則是有明顯下降的趨勢(如圖 2.4.3a)。
- 溫度上升趨勢,以台灣年平均溫(6個平地測站平均),1911~2009年的一百年間上升了

 1.4℃,增溫幅度相當於 0.14℃/十年。近 30年的增溫速率明顯加快,增溫幅度為 0.29℃/

 十年,是百年趨勢值的 2 倍。(圖 2.4.6a)另外根據中央氣象局出版之「1897-2008臺灣
 氣候變化統計報告」 顯示,近百年來全臺平均氣溫,考量都會區與山區之平均上升
 幅度為 0.8℃。
- 暴雨分析部分,從 100 年的線性變化趨勢來看豪雨和大豪雨日數的變化趨勢都不顯著,但是近 50、30 年則有明顯增多的趨勢。臺灣大豪兩日數有以大約 10-20 年為一期的年代際變化現象(圖 2.4.9)。
- 在颱風研究部分,本計畫定義出距離台灣海岸線約 300 公里的「影響台灣颱風」範圍邊界(圖 2.4.11),進行颱風個數與路徑分析。結果顯示,從 11 年移動平均可以看到在 1960-1990 年颱風個數並沒有明顯的上升或減少趨勢,至 1990 年以後才出現上升,表示影響台灣的颱風於最近 20 年有增加的趨勢(圖 2.4.12)。此外,颱風個數出現明顯的 年代際變化,1970-1990 年期間影響台灣的颱風以輕颱較多,中颱與強颱都較少;而 2000 年之後輕颱個數沒有明顯變化,中颱與強颱則是都有增加趨勢。
- 每水位上升部分,台灣測站為自 1955 年後海平面上升速率比較,在 1993-2003 年間 驗潮儀所測得海平面上升速率為 5.7 公厘/年,略高於衛星所測得的 5.3 公厘/年,與西 太平洋其它區域性海平面上升速率相近,而遠大於全球平均值 3.1 公厘/年(表 2.4.6)。 原因可能是年際(如聖嬰現象)與年代際變化影響,近幾十年東太平洋海平面持續下 降,西太平洋海平面持續上升所造成,鄰近海域(如南海)海平面變化,都可能是造 成臺灣地區海平面高度變化較為劇烈的原因。
- 其他相關研究內容,可參考 2.4.5 節極端氣候變異特徵-颱風部分。另外極端氣候資訊 如連續不降雨日、極端溫度以及強風等,亦於該節中有詳細描述。

- (3) 東亞地區氣候變遷/變異分析
 - 夏季東亞區域的溫度大多呈現上升趨勢,僅於中國華北部分區域有略微下降,其應 與人為排放溫室氣體與懸浮氣膠有關。低緯度地區增溫多在每10年0.1°C以上,高 緯度地區的增溫幅度較低緯度為大,與大多數研究之結果一致(如圖2.1.7)。至於東亞 地區夏季降水的變化趨勢則是較不顯著。
 - 東亞夏季季風以盛行風的強度來看減弱。雖然降水總量的趨勢有所不同,且受年代 際變化的影響大,但極端降水的頻率與強度,在多數區域皆有增加的情形。
 - 在年代際變化的部分,本研究回顧了 1950 年代初期、1970 年代的氣候瞬變、1993/1994 年前後影響東亞地區之大尺度環流與降水變化,重製並驗證東亞地區大尺度環流空間 分布的主要特徵。例如以 1977-78 為分界來呈現此分界前後各十五年之降水量差異, 長江流域降水量於 1970 年代後期以後增加,尤其中游一帶增加逾 30%。反之,華北 與華南兩區域的降水量減少,於近海岸的區域減少的比例較大(如圖 2.1.4 與 2.1.5)。 而與冬季季風強度有關的阿留申低壓,亦於 1976-1977 年間有相位的變化(如圖 2.2.3)。
 - 在東亞冬季季風的部分,結果顯示東亞冬季季風受到各種時間尺度的氣候現象所影響,年際變化所扮演的角色是相當重要,也受到年代際變化影響,因此在氣候變遷 整體增溫的趨勢下,年際與年代際變化是不可忽視的因素。
- (4) 西北太平洋颱風氣候變遷/變異研究
 - 年際變化

西北太平洋熱帶氣旋活動的年際變化與聖嬰-南方振盪(ENSO)的狀態有顯著 的關係。科學界關於 ENSO 影響熱帶氣旋平均生成位置有較具共識,但 ENSO 影響 西北太平洋熱帶氣旋生成頻率是否有影響,則有不一致的看法。在路徑方面,日本/ 韓國半島及中南半島分別易受熱帶氣旋侵襲,中國東南沿海相對較不易受熱帶氣旋 侵襲;而反聖嬰年的秋季及隔年的初夏,中國東南沿海有熱帶氣旋登陸的機會較高, 鄰近的台灣也一樣較易受到熱帶氣旋的威脅。在聖嬰事件的颱風季,相較於反聖嬰 年,**聖嬰年間的熱帶氣旋都較強,也有較長的生命期**。

● 年代/年代際變化

根據現有的颱風觀測資料顯示,西北太平洋的年熱帶氣旋個數具有年代際的變異(圖 2.3.6),在強度方面雖然 Webster 等(2005)強調從 1970 年起,在西北太平洋地區強度 屬 Saffir-Simpson scale 等級四與五(vmax ≥ 59 m s-1) 的熱帶氣旋明顯地增加。但相 關研究顯示近期西北太平洋強烈熱帶氣旋個數與強度的增加 (特別是 1970 年以後) 是否反應全球暖化,目前學界並沒有一致的共識。另外,西北太平洋熱帶氣旋的路 徑也有顯著的年代/年代際變化。自 2000 年起熱帶氣旋路徑有一突然的改變,因而 接近臺灣附近的熱帶氣旋也急劇增加(圖 2.3.9)。

● 颱風強度與與氣候變遷

目前的研究顯示西北太平洋的熱帶氣旋活動,包括生成個數、強度、登陸個數...等 並無統計上明顯的與全球暖化趨勢有關。但依據模式推估未來在二十一世紀溫室氣 體排放情境下的變化,全球颱風的總數量可能會減少,但是颱風的強度可能會增加 (Zhao et al. 2009, Knutson et al. 2010)。針對西北太平洋熱帶氣旋生成頻率的變化, 推估未來將減少者較推估將增加或者不變者多。至於未來熱帶氣旋的強度(如最大 風速或相關降兩)將如何變化,仍存有很高的不確定性,這和各模式的推估相當分 歧有關

(5) IPCC AR4 模式資料分析與評估(TEAM1 與 TEAM2 之整合研究)

- 本研究嘗試評估 IPCC AR4 24 個全球模式對於東亞夏、冬二季季風模擬的表現,分析結果可作為 TEAM2 統計降尺度之不確定性分析參考。
- 梅雨季部分:雖然 GCM 模式無法看到觀測的明顯雨帶,但有些模式如 MPIM-echam5、MRI-cgcm3、MIROC-hi、MIROC-med 以及 UKMO-hadcm3 可以模 擬出強度中等的兩帶(圖 2.7.2)。然而梅雨季雨帶的季節移行無法被 24 個 GCM 所模 擬出來。如果考慮梅雨季降水在 60E-160E 的緯向平均,我們可以發現大部分的模 式低估 0-30N,高估 30-50N 的降水,大部分模式可以模擬到 100-160E 緯向平均的 降水,某些模式如 UKMO-hadcm3、MRI、IPSL、MPIM-echam5 與觀測有很高的一 致性(圖 2.7.4)。
- 夏季部分,溫度的模擬大部分模式模擬得不錯,但夏季降水模擬的表現較不一致,, CCCMA-t47、CSIRO-mk3.0、CSIRO-mk3.5、CNRM、MIUB-echo、NCAR-pcm1、 INM-cm3 等模式對於南中國海、菲律賓海高變化的區域模擬地非常好。評估 5-25N 平均的經向平均降水,除 MPIM-echam5 表現良好外,大部分模式有低估的表現, 東亞夏季季風區域的降水 GCM 普遍低估。
- 冬季部分,冬季平均降水的配置顯示,幾乎所有模式與觀測資料有良好的相關性, 所有 GCM 對於平均溫度也模擬地非常好。模式對於北方的平均海平面氣壓場高 估,但 UKMO-hadgm1 與 MRI-cgcm2 的結果與觀測值較接近。在冬季風方面顯示多 數模式可以模擬出東北風,但風速的強度有時於觀測不符。MPIM-echam5、 UKMO-hadgm1 與觀測結果較接近。
- 根據東夏季季風指數之模擬分析結果顯示,很難找到一個模式適用所有變數,但 MPI-echam5 似乎是其中表現最好的一個。此外,GISS 與 IAP-fgoal 在大部分狀況 都表現不好。因此在做未來推估與考慮不確定的系集平均時,可以進一步評估 GISS 與 IAP-fgoal 對結果的影響。



圖 2.6.1 1960-2009 年所有測站的位置分佈 (共 2584 站), 紅色圓點:氣象局自動站 (395 站); 藍色圓點:水利署測站 (1020 站); 綠色圓點:農業測站 (1118 站); 金色圓點:氣象局局屬測站+民航局測站+空軍測站 (51 站)



圖 2.6.5 日本 APHRODITE 降水資料 (V1003R1版) (下面4張圖) 和本研究的高 解析度降水資料 (TCCIP_precip.monthly_v1) (上面4張圖),在不同季節的降水氣 候場 (由左至右為,春季:3~5月、夏季:6~8月、秋季:9~11月、冬季:12、 1、2月) (單位:mm/day) (圖中紅色圈圈的地方表示兩組資料差異比較大的地 方)



圖 2.4.2 臺灣年總雨量之時間序列與變化趨勢。(a)1911-2009 年臺灣年總雨量, 年總雨量是根據臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮和臺東6個測站的總雨量平均, 黑線表示 11 年滑動平均的勻滑結果,黃線為 100 年廻歸線,綠線為 50 年廻歸線, 紫線為 30 年廻歸線,實線表示線性變化趨勢通過了 95%的信心度檢定,虛線則 表示未通過檢定。根據各廻歸線斜率計算的變化趨勢標示於圖左上角,1980-1999 年氣候基期的年總雨量數值標示在圖右下角



圖 2.4.3 同圖 2.4.2,但為臺灣年總降雨日數 (日雨量≧0.1mm)



圖 2.4.6 臺灣年平均溫度之時間序列與變化趨勢。 (a) 1911-2009 年臺灣年平均 溫度,是臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮和臺東 6 個測站溫度的平均,黑線表示 11 年滑動平均的勻滑結果,黃線為 100 年廻歸線,綠線為 50 年廻歸線,紫線為 30 年廻歸線,實線表示線性變化趨勢通過了 95%的信心度檢定,虛線則表示未 通過檢定。根據各廻歸線斜率計算的變化趨勢標示於圖左上角,1980-1999 年氣 候基期的年平均溫度標示在圖右下角



圖 2.4.9 統計 1911-2009 年以臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮和臺東6 個測站總
 體為代表的臺灣地區 (a) 豪雨 (日雨量≧130mm) 、 (b) 大豪雨 (日雨量
 ≧200mm) 日數。黑線表示 11 年滑動平均的勻滑結果,黃線為 100 年廻歸線,

綠線為 50 年廻歸線,紫線為 30 年廻歸線,實線表示線性變化趨勢通過了 95% 的信心度檢定,虛線則表示未通過檢定,根據各廻歸線斜率計算的變化趨勢標示 於圖左上角



圖 2.4.11 1970-2007 年西北太平洋颱風頻率分佈圖,即以經緯 1 度的網格統計 每個格區內觀察到的颱風個數,每個颱風在每個網格內不重複計算



圖 2.4.12 1961-2009 年每年「影響臺灣颱風」的個數。黑線表示 11 年滑動平均 的勻滑結果,藍線為 50 年廻歸線,綠線為 30 年廻歸線,實線表示線性變化趨勢 通過了 95%的信心度檢定,虛線則表示未通過檢定,根據各廻歸線斜率計算的變 化趨勢標示於圖左上角

	1993~2003	1961~2003	1955~2003	Entire periods
Hong Kong (HK)	4.0	2.1	0.2	0.6 (1951~2006)
Kaohsiung (KS)	7.3	4.9	3.4	1.9 (1949~2006)
Xiamen (XM)	7.8	2.7	2.3	2.3 (1955~2003)
Penghu (PH)	17.1	4.3	11.0	10.5 (1956~2006)
Keelung (KL)	-0.34	0.8	0.5	0.8 (1948~2006)
Kanmen (KM)	2.0	1.7	-	1.4 (1960~2007)
NASE (NS)	4.3	0.4	-	-0.1 (1959~2007)
NAHA (NH)	3.5	2.51	-	3.4 (1968~2007)
Mean (tide gauges)	5.7	2.4	3.5	
Mean (altimetry)	5.3			5.0 (1993~2007)
Global (IPCC, 2007)	3.1	1.8		

表 2.4.6 驗潮儀資料、衛星資料及全球平均海平面上升速率比較



圖 2.1.7 1958~2009 夏季 (JJA) 表面氣溫長期線性趨勢,粗實線為 () 值等值線, 填色部分通過 95%統計顯著檢定,單位為°C/10 年 (資料: NCEP Reanalysis I)



圖 2.1.4 105~125°E 緯向平均雨量距平百分比,且為九年移動平均 (資料:CRU)



圖 2.1.5 1978~1992 與 1963~1977 夏季 (JJA) 降水量之差異,相對於 1963~1992 之整體平均換算為百分比



圖 2.2.3 利用海平面氣壓做區域平均(40°-60°N,70°-120°E),所求得阿留申低壓 距平時間序列,其數值為標準化後之結果。藍色曲線為阿留申低壓之時間序列, 綠色直線為趨勢線,紅色曲線為藍色曲線做 11 年滑動平均之結果。各年份皆為 DJF 之平均,以該年 JF 為年份



JTWC WNP Annual TC Num(bar) Mean(Blue) & 7 Year Running Mean (Red)

圖 2.3.6 1961 年至 2009 年每年西北太平洋生成的熱帶氣旋個數。最上圖為全部 的熱帶氣旋個數,第二至第五排分別為依強度分類得之熱帶低壓、熱帶風暴、颱 風及超級颱風的個數。圖中藍線為歷年平均值,紅線為7年滑動平均值



(2009)



圖 2.7.2 IPCC AR4 模式模擬東亞地區梅雨季降雨空間分佈圖



圖 2.7.4 模式梅雨季緯向平均降雨分佈圖

第三章 降尺度技術發展

TEAM2 第一年重要成果摘要

依據GCM模式結果進行氣候變遷下台灣地區降尺度分析與推估為本計畫第 二工作小組 (TEAM 2) 之主要任務,一方面以發展臺灣地區氣候變遷降尺度技 術,另一方面依據現有能力與技術產製適用於台灣地區之降尺度結果以提供下游 使用,本計畫主要為第三工作小組(TEAM3),計畫第一年執行重點有(1)降尺度 策略研擬、(2)統計降尺度技術發展與推估資料產製、(3)動力降尺度技術發展。 相關重點總結如下:

(1) 降尺度策略研擬

- 問題:針對氣候變遷之未來推估,台灣地形特殊且須符合下游應用端需求,故需氣候變遷高解析度資料與降尺度訊息,台灣過去不同的研究
 領域(如氣象、水文...等)有不同的結果,在資料詮釋與應用上有不一致
 的情形,彙整過去台灣地區降尺度研究成果後,歸納出四個問題:
 - 1. 使用的降尺度方法不同
 - 2. 研究基期與推估年份不同
 - 3. 選擇之推估情境不同
 - 4. 使用的 GCM 不同。
- 本計畫之推估成果將作為相關應用之主要參考依據,根據本團隊與相關使用者之討論,確認本計畫產出之推估變數、基期與推估年份定義如下:
 - 1. 降尺度變數分溫度與降雨兩種
 - 在氣候變遷分析與推估的比較基期為 1980~1999 共 20 年,推估年 代為近期 2020~2039 以及長期 2080~2099 兩區段。(如表 3.1.4)
- 有鑑於過去經驗,氣候變遷推估之統計降尺度與動力降尺度之訊號可 能相反,不同統計降尺度方法得出之訊號可能不同,甚至相反,產生 之結果,使用者不易應用,因此本計畫為因應下游使用者需求所採取 之動力與統計降尺度模擬策略,初步以結果均以不違背 GCM 大尺度 訊號(如冬季少兩、夏季多兩)為前提下,進行未來降兩和溫度之細部推

估,但仍發展相關降尺度方法,做為學術研究與不同方法之驗證比對。

(2) 統計降尺度技術發展與推估資料產製

- 統計降尺度方法發展
 - ◆ 完成多種統計降尺度模組比較(如 SVD、SDSM、BCSD、SVM 等), 經本計畫討論,為因應下游使用端需求,第一年以開發 BCSD(Bias Correction Statistical Downscaling,簡稱 BCSD)之降尺度產出為主 要推估結果。其他統計降尺度技術發展將於第二年與第三年開發。
 - ◆ 研究團隊利用 APHRODITE 降雨觀測網格資料(25Km X 25Km) 以及 CRU 溫度資料(50Km X 50Km)進行 24 個 GCM 東亞以及台灣 地區統計降尺度計算,第一年完已成 A1B 情境下台灣地區降雨和 溫度之推估結果。(另 A2 與 B1 情境正進行中將於第二年初完成產 製)
 - ◆ BCSD 的建立過程分成歷史驗證與未來推估二部份。驗證部份分成 每月、每季(春夏秋冬)進行技術評估。結果顯示,不論在降雨或是 溫度的歷史氣候值驗證上,BCSD 均表現出與觀測類似的空間分佈 與量值,適合應用於台灣地區更局部地區之氣候變遷推估。
- 統計降尺度結果
 - ◆ 根據降尺度推估結果 2020-2039 年降雨變化量,春、冬二季降雨有減少的趨勢;夏、秋二季則是有增多的趨勢,其中南部地區減少與 增多的變化幅度較大,此變化趨勢於 2080~2099 年乾濕季對比更加 明顯。(如圖 3.2.8)。
 - ◆ 根據降雨推估分析,此推估結果符合 IPCC AR4 對整體東亞地區的 趨勢分析,但更凸顯了台灣空間上的差異,在氣候變遷影響下此旱 勞愈趨不均的降雨趨勢對災害與水資源管理為一重要訊號。
 - ◆ 溫度方面,台灣地區 2020-2039 年也是呈現暖化的情形,平均增温 的幅度約一度左右,2080-2099 則是平均增温3度,北、中、南、 東四區在增溫的幅度上沒有明顯的差異性。(如表 3.2.4)
 - ◆ 此一部分結果已提供水利署氣候變遷計畫團隊(氣候變遷對水環境 之衝擊與調適計畫)之相關研究學者使用。
- 不確定性分析
 - ◆ 根據不確定性分析顯示,台灣地區模式推估的結果,夏季的推估較 冬季的推估結果各模式較有一致性,可信度相對較高。
 - ◆ 降尺度結果在降雨的部份,不確定性較高;溫度的推估具有較高之可信度。

- Team2 與 Team3 之界接流程建立
 - ◆ 完成統計降尺度月推估資料結合 TEAM3 之天氣衍生器(Weather Generator),繁衍日資料。
 - ◆ 完成 Team3 流域所需推估降雨和溫度空間點位(如流域對應之點位 資料)之界接,以提供下游應用。(如圖 3.1.2、圖 3.1.3)

(3) 動力降尺度技術發展

- 與日本氣候變動革新計劃(Kajushin Program)合作,取得 MRI/JMA 高解析度氣候模式資料,水平解析度 20 公里 X 20 公里。資料長度 1979~2003、2075~2099。(2015~2039 期間之模式資料將於第二階 段取得)
- 動力模式參數設定
 - ◆ 今年度已完成台灣地區劇烈降雨之推估模擬測試,產出結果為 WRF 模式單層 5 公里網格及雙層巢狀網格模式所做出的降尺度結果。
 - ◆ 經測試後,物理參數設定為:邊界層參數化採用 Yonsei University scheme、微物理參數化採用 WSM 6-class graupel scheme、積雲參 數化則不予考慮、近地表面過程的計算採用 Noah land surface module、表面層的計算則用 Monin-Obukhov surface layer scheme、 輻射的計算則採用 RRTM 長波輻射及 Dudhia 的短波輻射參數法。
 - ◆ 完成高解析度土地使用資料之合成,使 WRF 模式在一個較合理的 土地利用資料下進行更精確的模擬。參與合成資料為 1.WRF 模式 所提供的 USGS (此後簡稱 USGS 資料)、2.MODIS (此後簡稱 MODIS 資料),3.中鼎工程顧問公司的高解析度土地利用資料 (此 後簡稱之 CTCI 資料)。(如圖 3.3.6)
- 動力模式模擬方式評估與確認
 - 在模擬策略部份,為了避免執行降尺度所導致太大的氣候偏移,而 無法重現與全球模式相同的大尺度環流特徵,在此計畫中將採用波 譜調整(spectral nudging)的方法,以減少大尺度環流的氣候偏移。 (即以不違背大尺度環境場變化趨勢為原則)

- ◆ 根據颱風個案進行模擬策測試結果顯示,波譜調整(spectral nudging)
 方法亦可修正颱風路徑飄移之問題。
- ◆ 模式評估模擬速度測試結果顯示,在測試的三種模擬策略中,以策 略A(即以WRF模式模擬3.5天,取最後3天資料作為降尺度預 報結果,而前12個小時視為WRF spin up時間)所消耗的計算資 源最少。(如表3.3.2)
- JMA/MRI 動力模式降尺度初步分析結果
 - ◆ 今年以1985年的JMA/MRI 高解析度模式進行 WRF 5km 空間降尺 度分析為初步測試
 - ◆ 在台灣四大分區的降雨評估中,WRF模式對於受到夏季季風及梅 雨鋒面之影響,平均降兩天數的模擬WRF 降尺度後的結果較 JMA/MRI模式結果較好。在冬季降雨天數之模擬結果中,WRF 模式與MRI模式在西部地區,皆有高估之現象,但WRF 降尺度後 的高估現象比MRI-JMA 模式來的明顯。
 - 對於降雨的空間分布情形來看,JMA/MRI模式在北部及南部山區 皆有模擬出降雨的極大值,WRF模式在進行動力降尺度後無論在 冬季或夏季,可以強化台灣地形與季風系統交互作用後的降雨型 態,一方面可修正MRI-JMA於台灣附近存在系統性誤差,另一方 面供更高空間解析度的降尺度結果其中含更為劇烈的降雨型態,此 部分與災害衝擊評估息息相關。(如圖 3.3.9)
- 高速叢集運算系統採購
 - ◆ 本次 HPC 機器採購,預計購買 96 個計算節點,每個節點 12 顆計 算核心,總計有 1152 顆運算處理器。另外,還包含了 144TB 的硬 碟儲存設備。(如圖 3.4.2)
 - 利用此運算系統,本計畫預計於 2011~2012 年間,完成 MRI-JMA 與 ECHAM5 全球環流模式之動力降尺度作業,其中包含 75 年之 極端降水個案模擬以及區域氣候模擬推估。(如圖 3.4.3)

\

表 3.1.4 計畫採用基期與推估年份說明列表

基期	推估	優點	缺點
溫度(1980-1999, 20yr) AR4, summary for policy maker	2020~2039 2080~2099	 温度與降雨基期年一致 推估年與基期年年數一致,較易從事日資料統 計與極端氣候指數之分 析,容易與AR4比較 基期降雨資料可信度較 高(GPCP 1979之後才有 全球Q.C.過之降雨資料) 	 1. 氣候值定義年數 較短,統計量較 少 2. 分析JMA模式資料 時, 体用推住在
降雨(1980-1999, 20yr) AR4, summary for policy maker	2020~2039 2080~2099		減少5年的資料量 (因JMA的年限為 2015~2039)



圖 3.2.8 MAM、JJA、SON、DJF 台灣降雨氣候變化 24 個模式平均(a)2020-2039, (b) 2080-2099。單位%

表 3.2.4 MAM、JJA、SON、DJF 平均溫度氣候變化台灣、台灣北部、台灣中部、 台灣南部、台灣東部之平均值。(a) 2020-2039 (b) 2080-2099

	. ,			
Average				
	MAM	JJA	SON	DJF
Taiwan	1.02	1.08	1.05	1.12
North Taiwa	1.04	1.06	1.06	1.16
Central Taiwan	1.02	1.09	1.05	1.13
South Taiwan	1.01	1.09	1.04	1.08
East Taiwan	1.02	1.07	1.05	1.12

(a)

(b)

Average						
	MAM	JJA	SON	DJF		
Taiwan	2.54	2.61	2.58	2.55		
North Taiwan	2.6	2.64	2.63	2.65		
Central Taiwan	2.56	2.63	2.59	2.57		
South Taiwan	2.46	2.56	2.51	2.41		
East Taiwan	2.53	2.6	2.57	2.53		



圖 3.1.2 統計降尺度資料界接流程示意圖



圖 3.1.3 Team2 動力降尺度(5公里×5公里)對應 Team3 流域之空間點位示意圖



圖 3.3.6 USGS、MODIS、CTCI 及本計畫中區域模式所採用之地表使用

表 3.3.1 三個城市的兩米溫度模擬與測站 3 個月溫度平均的 5 日平均均方根誤 差。斜線之前表示 5 公里解析度結果的誤差,之後則表示 1.66 公里解 析度結果的誤差。A 策略是以 WRF 模式模擬 3.5 天,取最後 3 天資料 作為降尺度預報結果;B 策略則模擬 4 天後取最後 3 天的結果做為降尺 度預報結果;C 策略只模擬 2 天取後 1 天的結果做為降尺度預報結果

domain 1/2	A.策略	B. 策略	C. 策略
Kaohsiung	2.536 / 2.174	2.490 / 2.240	2.504 / 2.172
Taichung	3.290 / 3.992	3.328 / 4.115	3.349 / 4.087
Taipei	3.763 / 3.691	3.826 / 3.729	3.813 / 3.764

(a)



圖 3.3.9 (a)~(c) 1985 年 1 月、3 月及 5 月的平均降雨分布圖。由左至由分別為 觀測的平均氣候值、WRF 模式及 MRI 模式



圖 3.4.2 系統規畫建置示意圖

動力降尺度之預計進度



圖 3.4.3 動力降尺度模擬進度規劃示意圖

第四章 極端氣候變異與災害衝擊評估

TEAM3 第一年重要成果摘要

本計畫第三工作小組 (TEAM 3) 之主要任務為進行極端氣候變異分析與下 游災害衝擊評估,第一年度以氣象、水文與災害關係建立及評估方法建立為主), 計畫第一年執行重點有(1) 極端降雨變異與災害衝擊分析、(2) 洪災衝擊評估方 法建立、(3) 極端乾旱事件評估方法建立、(4) 水資源系統衝擊評估方法建立。 相關重點總結如下:

(1) 極端降雨變異與災害衝擊分析

- 極端強降雨颱風與台灣洪災與坡地災害有密切關係,根據分析顯示2000 年發生極端強降雨颱風的頻率增加許多(周和陳,2010),進一步分析前20名極端強降雨颱風(表 4.1.1)之降雨與環流特徵顯示,極端強降雨颱風與三個因素有關:(1) 颱風移動的速度,分析極端颱風前二十名,颱風生命史的平均速度為17km/hr,低於1980-2009 年侵臺颱風平均生命史平均移速20.88km/hr(表 4.1.3)(2) 颱風侵臺期間受大尺度環流影響,前二十名的颱風中有十五場颱風個案南側環流結構與西南季風的水氣傳送產生相互作用,有利於季風對颱風的水氣輸送(圖 4.1.3)。 其餘5 場颱風個案(琳恩、納莉、象神、娜拉及貝絲颱風)。以上5 場颱風侵臺的季節則為10 月份以後,且均發生與東北季風共伴之情形。
 (3) 颱風內部環流激發強烈的中尺度對流。
- 氣候變遷在洪災方面之衝擊,具體表現為流域內降雨特性之改變,亦 即降雨之總雨量以及雨量之時間、空間分佈。本研究之目的為應用水 文學上之降兩頻率分析以及趨勢分析並對過去之降兩資料進行解析, 冀以降雨頻率及趨勢等指標之變化描述對象流域降雨特性之改變,以 提供未來進行流域治理或流域防減災規劃時之參考。
- 趨勢分析結果顯示過去氣候統計上全台河川在洪峰流量之推估有增加 趨勢加(圖 4.2.1),此將導致防洪硬體設施之設計基準提升,以及規劃 軟體面之防洪策略。
- 不同之資料期間將影響重現期距之計算。以大台北地區防洪計畫之兩百年重現期計算為例,1970-2009之40年資料計算所得之200年重現期48小時降雨量為1970-1989之200重現期48小時降雨量之1.5倍。而1990-2009之200年重現期48小時降雨量為1970-1989之200重現期48小時降雨量之3倍。

淹水災害的發生與當地防洪特性、地理條件與降雨等因素有關,為了 突顯各地防洪特性與雨量關係,本計畫利用淹水警戒值代替防洪與地 理條件因子,由發現近十年的降雨強度超過淹水警戒條件的機率變高,雖然無法辨識是否與氣候變遷有關,但可以說明近十年潛在淹水 的威脅比 1989~1999 的十年升高。以相同的方式分析台灣地理分析的 北中南東四個分區(圖 4.6.8),淹水潛在威脅在台灣的西半部(包括北、 中、南區),超過當地淹水警戒的降雨強度出現的頻率有增加的趨勢, 不過東區則呈現些微下降的趨勢。

(2) 洪災衝擊評估方法建立

● 水文模式引進與評估

在洪災衝擊評估方法建立部分,本計畫應用日本國際水災害與風險管理 中心(ICHARM, International Centre for Water Hazard and Risk Management)所發展之 Integrated Flood Analysis System (IFAS)水文模 式,及水規所河川治理及環境營造規劃參考手冊中提出國內常用之 KW-GIUH 水文模式,配合前節極端降雨與災害衝擊變異分析之結果, 進行淡水河流域以及曾文溪流域之氣候變異下之設計河川流量改變衝 擊之評估

- IFAS 為國內首次引進之水文模式,經安裝測試後,進行淡水河與曾文 溪之颱風事件流量模擬測試(圖 4.3.7,圖 4.3.8),以作為後續 GCM 資料 模擬之參考。
- 本研究根據不同之時間期距所得之100年重現期設計雨型進行流量模擬,1970-1989年降雨資料所得之100年重現期設計雨型之降雨體積及最高時雨遠量均較1990-2009及1970-2009之降雨資料所得之100年重現期設計雨型為低。表4.3.4為以1979-1989之設計流量為基準之設計流量比較。由表中可知,不同降雨頻率分析之基期可能使設計流量増加最多達2.17倍,將來使用GCMs之未來推估降雨量進行頻率分析時,亦由可能產生如此結果,此結果在洪災之氣候變遷衝擊上應如何解讀,需進一步評估。
- (3) 極端乾旱事件評估方法建立
 - 本研究之目的為建立乾旱特性與不同指標之關係,其中包含雨量、河川流量、水庫入流量及供需水量等。本計畫彙整灌溉技術節水手冊、乾旱記錄簿及報章雜誌等相關資料,以彙集歷史乾旱事件,探討農業乾旱事件之特性,其次收集相關水文資料(雨量、流量、蓄水量及需水量),以提供建立農業乾旱事件與不同指標之關係,期望經由不同指標之建立,可提供未來氣候變遷下監測與預警乾旱現象。

- 完成歷史乾旱事件之彙集,石門地區3月與4月份發生乾旱比率最高, 其次為5月與7月(圖4.4.4),乾旱延時以2002年11月至2004年2月最長,約十六個月左右;嘉南地區11月份發生乾旱比率最高,其次為4 月與5月份(圖4.4.4),乾旱延時以1984年7月至1985年6月最長,約 十二個月左右。
- 乾旱事件與 SPI 關係探討,歷史發生乾旱事件之每月 SPI 平均值,一般均小於歷史未發生乾旱事件之每月 SPI 平均值 (圖 4.4.12),且下游地區歷史發生乾旱事件之 SPI 平均值均比上游地區低。因此,SPI 值可反應出區域之乾旱情況,且當地區發生乾旱事件時,下游地區乾旱嚴重度會高於上游地區。

(4)水資源系統衝擊評估方法建立

- 今年度研究以台灣北部之淡水河及南部之曾文溪流域為研究區域,利用 TEAM2之統計降尺度分析,根據流域範圍內的網格資料,進一步利用 氣候繁衍模式 (weather generation)產生流域內的日降雨量與日溫度, 並以GWLF模式評估其河川流量在氣候變遷衝擊下對豐枯水期的衝 擊。今年度本研究主要的工作如下:
 - ◆ 建立氣候變遷對流域豐枯水期衝擊評估方法
 - ◆應用高解析度的統計降尺度資料評估氣候變遷情境對流域各月份 流量變化
 - ◆ 分析採用單一雨量站與區域平均雨量站評估氣候變遷對流量影響 之差異
 - ◆ 分析不同氣候繁衍模式對豐枯水期流量衝擊之差異
- 全台豐枯水期降雨改變率
 - ◆ 分析結果顯示枯水期 (11~4 月) 在未來氣候變遷情境(A1B) 下降 兩比率皆是呈現減少的趨勢,全台枯水期間的平均月降雨變化的比 率約為-3%~-4%之間,而豐水期 (5~10 月) 則是呈現增加的趨勢, 全台的比率則是介於 3.6%~5.8%之間。
 - ◆ 以台灣的南北區域比較其降雨變化的比率的空間分佈,可知枯水期 期間南部區域相對北部地區其兩量減少的比率多,而豐水期則是以 東南部區域兩量增加的比率為較多。(圖 4.5.10)
 - ◆ 因此,在未來的 A1B 情境下南部地區的豐水期的降雨比率相對北部亦是增加較多,故未來在南部地區的枯水期更枯,豐水期則是更豐,因此氣候變遷對於南部地區的水資源衝擊可能更加極端。
- 氣候變遷對河川流量的衝擊影響
 - ◆ 在淡水河流域內的五條支流(北勢溪、南勢溪、三峽河、大漢溪和 基隆河),不論是使用單站雨量或是區域平均雨量的結果,淡水河

流域在豐水期的月平均流量皆為增加,尤其在七至九月間,比歷史 月平均流量最大增加14%。從每月的流量變化量可知,在南部和北 部的變化比例也稍有不同。曾文溪在氣候變遷下其豐水期流量呈現 增加的比例比淡水河平緩,大致平均分布在七至十一月,然而其枯 水期減少的量比淡水河高達將近兩倍,顯示氣候變遷於枯水期時在 南部造成的流量影響比北部更為嚴重。(圖 4.5.16)

淡水河流域和曾文溪二流域在氣候變遷下的於豐枯水期流量的變化,亦是與雨量呈現相同的變化趨勢,豐水期的流量增加,枯水期的流量減少。在豐水期的平均流量約增加3%至4%,但枯水期平均流量的改變率大許多約減少4%至16%。其中以曾文溪的枯水期改變量最為明顯。(圖 4.5.17)

排名	年份	名稱	降雨綜合指標	期間	強度	路徑	登陸與否
1	2009	莫拉克	0.91	08/06~08/09	中度	3	V
2	1996	賀伯	0.73	07/29~08/01	強烈	2	V
3	1987	琳恩	0.59	$10/22 \sim 10/27$	強烈	5	Х
4	2001	納莉	0.59	09/08~09/19	中度	特殊	V
5	2008	辛樂克	0.52	09/11~09/16	強烈	2	V
6	2005	海棠	0.50	07/16~07/20	強烈	3	V
7	2002	娜克莉	0.49	07/09~07/10	輕度	9	V
8	2004	敏督利	0.48	06/28~07/03	中度	6	V
9	2007	柯羅莎	0.46	$10/04 \sim 10/07$	強烈	2	V
10	2000	象神	0.44	10/30~11/01	中度	6	Х
11	1978	婀拉	0.42	10/11~10/14	中度	6	Х
12	1989	莎拉	0.41	09/08~09/13	強烈	3	V
13	2008	卡玫基	0.40	07/16~07/18	中度	2	V
14	2001	桃芝	0.39	07/28~07/31	中度	3	V
15	1973	娜拉	0.39	$10/07 \sim 10/10$	強烈	7	Х
16	1998	瑞伯	0.39	10/13~10/17	強烈	6	Х
17	2008	薔蜜	0.38	09/26~09/29	強烈	2	V
18	1990	楊希	0.37	$08/17 \sim 08/20$	中度	2	V
19	1974	貝絲	0.36	10/10~10/12	中度	5	Х
20	1992	寶莉	0.35	08/27~08/31	輕度	3	V

表 4.1.1 臺灣地區極端降雨颱風排名及颱風基本資料

表 4.1.3	臺灣地區極端降雨颱風排名及颱風移動速度	(移速單位:km/hr)

排名	年份	名稱	期間	降雨綜合指標	移動速度 (生命期)	移動速度 (近臺灣)
1	2009	莫拉克	08/06~08/09	0.91	15	11
2	1996	賀伯	07/29~08/01	0.73	19	23
3	1987	琳恩	$10/22 \sim 10/27$	0.59	16	5
4	2001	納莉	09/08~09/19	0.59	9	12
5	2008	辛樂克	09/11~09/16	0.52	17	10
6	2005	海棠	07/16~07/20	0.50	21	15
7	2002	娜克莉	07/09~07/10	0.49	13	16
8	2004	敏督利	06/28~07/03	0.48	15	15
9	2007	柯羅莎	$10/04 \sim 10/07$	0.46	14	21
10	2000	象神	10/30~11/01	0.44	21	33
11	1978	婀拉	$10/11 \sim 10/14$	0.42	22	13
12	1989	莎拉	09/08~09/13	0.41	18	14
13	2008	卡玫基	07/16~07/18	0.40	14	17
14	2001	桃芝	07/28~07/31	0.39	15	15
15	1973	娜拉	$10/07 \sim 10/10$	0.39	13	14
16	1998	瑞伯	$10/13 \sim 10/17$	0.39	29	25
17	2008	薔蜜	09/26~09/29	0.38	21	18
18	1990	楊希	$08/17 \sim \! 08/20$	0.37	16	16
19	1974	貝絲	$10/10 \sim 10/12$	0.36	21	
20	1992	寶莉	08/27~08/31	0.35	11	11

註1: 近臺灣表示颱風中心有進入119~125E、21~26N範圍中。

註2:---表該颱風中心沒進入近臺灣範圍。



圖 4.1.3 颱風侵襲颱風期間東亞地區環流與水氣傳送 (Flux) 情形, (a) 2009 莫拉克、(b) 1996 賀伯、(c) 2008 辛樂克、(d) 2005 海棠、(e) 2002 納克莉、(f) 2004 敏督利、(g) 2007 科羅莎、(h) 1989 莎拉、(i) 2008 卡玫基、(j) 2001 桃芝、(k) 1973 娜拉、(l) 1998 瑞伯、(m) 2008 薔蜜、(n) 1990 楊希、(o) 1992 寶莉





圖 4.2.1 洪峰流量五年、十年、五十年、百年、兩百年重現期之雨量深度及延時圖



圖 4.6.8 1989~2009 臺灣地區分區日降雨量超過淹水警戒值發生機率(a)北區、(b)中區、(c)南區、(d)東區,藍線為當年發生平均機率變化,紅線為前十年與後十年之平均值,黑色虛線為一次回歸趨勢線





圖 4.3.8 曾文溪流域-莫拉克颱風



圖 4.4.4 1973-2009 年石門地區歷史乾旱 月份



圖 4.4.5 1980-2004 年嘉南地區歷史乾旱 月份



圖 4.4.12 1980-2004 年曾文上游地區歷史發生與未發生乾旱事件之月平均值



圖 4.5.10 24 個 GCM 模式降尺度後豐枯水期平均降雨變化的比率



























圖 4.5.16 單站雨量模擬流量與區域平均雨量模擬流量在氣候變遷下的流量變化量



圖 4.5.17 流域豐枯水期於氣候變遷下的流量改變率

第五章 氣候變遷研究平台與資訊服務

計畫辦公室推動業務重要成果彙整

除了三個工作小組分別負責區域氣候變遷研究與推估分析、降尺度技術發展及極端氣候變異 與災害衝擊分析之外,本計畫之計畫辦公室成立於國家災害防救科技中心,負責計畫之協調運作 與資源分配,同時扮演資料整合與建構資訊平台的角色;資訊傳遞與資料服務亦為本計畫重要的 工作任務之一。

國際合作是本計畫之重要工作項目之一,本計畫除使用 IPCC AR4 之模式資料外,藉由與日本氣候變動革新計劃(Kakushin Program)之合作,取得日本 JMA/MRT 20km 高解析度氣候模式資料,其推估結果可直接或經由降尺度使用於本地氣候分析與推估建立使用,同時藉由合作分享雙方在氣候變遷科學及衝擊研究之成果與經驗。本年度的成果發表研討會,更邀請日本革新計畫研究人員來訪,分享其研究進展。除了 IPCC AR4 的 24 組模式資料及日本 JMA/MRI 高解析度模式資料之外,長期而穩定的觀測資料為重要的參考依據,臺灣地區測站資料均一化及後續的觀測資料網格化為本計畫第一工作組 (TEAM 1) 之重要基礎工作;由計畫辦公室協助進行國內資料的蒐集與彙整,除了利於 TEAM 1 資料均一化及網格化的工作,且有助於國內長期氣候觀測資料之建置。

本計畫提供資訊傳遞與資料服務的途徑,包括:(1) 建置氣候變遷資訊平台,將相關研究所 得之資料及資訊系統化的置於平台上,提供使用者瀏覽與使用;(2) 參與跨部會的氣候變遷議題 討論與整合應用,進行資料產製與使用者之間的雙向溝通,提供符合資料服務對象所需之資料與 資訊。此外,本年度計畫辦公室應國科會自然處之要求今年度辦理「氣候變遷科學報告暨記者 會」,呈現本計畫及國內氣候變遷相關研究之階段性成果。以下分節說明各項工作之推動狀況。

第六章 第二年度工作重點與預期成果

6.1 第二年計畫推動說明

第一年已建立研究平台與計畫成果網站、資料收集與整合、發展相關技術與評估方法,並建 立此計畫與國內下游應用端之合作關係,第二年計畫的重點為更高解析度資料的分析與推估結果 的產出,同時利用推估結果進行衝擊分析,第二年度將持續加強各工作小組之整合,並具體產出 推估資料與衝擊評估結果以提供外界與下游應用端參考,第二年相關推動工作重點說明如下:

6.2 計畫辦公室

- 一、持續更新與維護「臺灣氣候變遷分析與資料服務平台」網站內容與服務功能,並辦理國 內成果發表會以及資訊平台使用者說明會
- 二、辦理第二屆國際研討會,預計邀請日本以外之國外學者進行科學技術交流
- 三、推動氣候變遷國際參與及國際合作,除日本團隊外,目前與韓國APCC、澳洲已有初步 接觸
- 四、持續與相關部會推動之氣候變遷計畫之互動,並強化科學資料之整合應用,如國科會「氣 候變遷調適科技計畫」,水利署「氣候變遷對水環境之衝擊與調適計畫」,經建會之「氣 候變遷國家調適政策綱領與行動方案」,氣象局「氣候推估與應用服務能力發展計畫」

6.3 臺灣與區域氣候變遷分析研究

一、資料均一化

(一) 與氣象局合作持續更新氣象局紙本數位化與校驗工作 (工作含日雨量與時雨量)

(二) 依據發展出校驗方法完成日雨量以及月雨量資料均一化

(三) 整理資料均一化後臺灣測站觀測資料之詳細清單,以供外界查詢與使用

二、資料網格化

- (一)目前已完成月雨量1km解析度之網格化資料之技術發展,第二年度將依據資料均一 化後結果,產製第二版之高解析月雨量網格化資料並定版公告
- (二) 產製月溫度高解析度網格化資料
- (三)發展日雨量高解析度網格化資料

三、臺灣氣候變遷/變異分析

- (一) 第二年強調資料均一化之後的重分析與日本模式資料的比對與校驗
- (二)利用資料均一化與網格化資料,進行臺灣四大分區、五大流域等空間特性之氣候變 異分析,並與第一年單一傳統測站之結果進行比對分析
- (三)進行本計畫定義之侵臺颱風範圍(海岸線外300Km)與中央氣象局發布警報之颱風進行比較分析,確認侵臺颱風之氣候變異特性,如侵臺個數、路徑分析、強度變異、 降雨特性…等
- (四)比較日本JMA/MRI高解析度模式資料與臺灣觀測資料之比對,分析其空間與時間之 差異性與可能之系統性誤差,作為分析、應用以及降尺度之參考
- (五)挑選並分析日本JMA/MRI模式資料中之劇烈降雨個案,如梅雨、颱風個案,一方面 進行氣候變遷趨勢分析,另一方面挑選之個案將提供TEAM2進行極端個案降尺度分 析,以及TEAM3之極端水文事件個案模擬

四、東亞氣候變遷/變異分析

- (一) 第二年度強化東亞/西北太平區域氣候研究與臺灣本地之關聯性研究
- (二)第一年度已完成相關季風指數之文獻彙整與重製,第二年度將依據東亞地區之氣候 變異特性,含氣候變遷、年代際與年際變化等訊號,建立與臺灣地區氣候變異特性 之關係,建立氣候變遷/變異衝擊下臺灣在不同時空間尺度可能受到的影響程度與機 制
- (三)建立西北太平洋颱風氣候變異與侵臺颱風氣候變異之關係,包含氣候變遷、年代際 與年際變化特性,以及颱風路徑、強度與降雨…等氣候變異特性,建立侵臺颱風受 大尺度環境影響之可能之物理機制或概念模型
- (四)依據第一年分析結果,建立IPCC AR4模式之大尺度特性與臺灣氣候變異之關係,此 結果可提供TEAM2之 SVD降尺度方法之應用參考,包含選擇模式與變數
- (五)分析日本JMA/MRI高解析度模式之氣候變遷特性,並針對颱風區域氣候等特性進行 分析

6.4 降尺度技術發展

一、統計降尺度發展

- (一) 完成IPCC AR4 之A2與B1情境之月雨量與月溫度臺灣網格降尺度
- (二)利用TEAM1產製之高解析度網格資料,產製1km x 1km之高解析度統計降尺度推估 資料
- (三)利用BSCD方法测試日資料之網格降尺度資料
- (四)利用BSCD方法测试测站降尺度推估
- (五)應用空間變數之SVD等統計降尺度方法進行雨量與溫度之推估,並與目前BSCD方 法進行比較
- (六)發展極端事件之統計降尺度評估技術
- (七) 有別於目前TEAM3使用之天氣衍生器(Weather Generator),發展並應用月到日之統 計降尺度方法

二、動力降尺度

- (一) 高效能運算機器(HPC)之安裝測試
- (二)進行日本20km高解析度模式之WRF 5km動力降尺度75年之動力降尺度,產製連續之時資料產出,並分析其結果
- (三)進行日本20km高解析度模式之極端降雨個案動力降尺度模擬,包含TEAM1選取之 颱風與梅雨個案,分別測試WRF 2Km以及CReSS 1km之模擬,產製極端個案之小時 資料產出,個案模擬結果將提供TEAM3進行水文模式之衝擊測試評估
- (四)進行ECHAM5模式之WRF 5km動力降尺度模擬之平行測試

6.5 極端氣候變異與災害衝擊評估

一、極端降雨與災害衝擊

(一)建立極端降雨與災害衝擊指標,並分析其氣候變遷/變異特性

(二)分析日本高解析模式資料對災害衝擊指標之未來變遷趨勢,推估未來可能之災害衝擊影響

二、洪災衝擊評估

- (一)與日本革新計劃下之京都大學防災研究所(DPRI)日本國際水災害與風險管理中心 (ICHARM)合作,引進並測設水文模式於臺灣本地之水文模擬,並交流與發展相關 應用技術
- (二)利用TEAM2產製之高時空間極端個案進行極端水文事件模擬,初步以淡水河、曾文 溪為完整模擬測試區域
- (三)分析日本JMA/MRI之高解析度模式之劇烈降雨頻率分析與氣候變遷特性,評估區域 淹水之可能衝擊

三、極端乾旱事件與災害衝擊分析

- (一)以石門上游、石門下游、曾文上游及嘉南下游4個區域為示範區,探討使用連續三個 月降雨量計算之SPI值與歷史乾旱關係
- (二)結合流量、蓄水量及需水量三個水文分量建立綜合乾旱指標,作為極端乾旱事件指標,提供未來在氣候變遷衝擊使得豐枯水期的降雨改變更加極端時,做為未來水資源因應氣候變遷衝擊之規劃參考

四、水資源系統之衝擊分析

- (一)依序第一年結果,利用TEAM2產製之A2,B1之月統計降尺度資料進行產製日降尺度,並進行淡水河、曾文溪流域之豐枯水期水文流量衝擊評估
- (二)利用TEAM2產製之連續高解析度日資料,進行極端水文事件模擬
- (三)進行IPCC AR4 24個HGC統計降尺度結果,進行氣候變遷下水文衝擊之不確性性分析,包含極端值、系集平均值與標準差分析…等

五、利用高解析度推估資料進行複合性災害衝擊評估方法建立

- (一)分析極端個案之氣候變遷可能對坡地災害之衝擊影響
- (二)以流域概念,發展評估方法測試氣候變遷推估資料之對洪災、坡地災害、水庫、區 域淹水可能之整體衝擊影響

6.6 預期成果

- 一、完成資料均一化與網格化階段性成果,提供高時空解析度資料以作為氣候變遷分析使用
- 二、進行東亞區域氣候變遷/變異與臺灣本地變遷/變異關係性研究,釐清不同時空間尺度對 臺灣之影響程度
- 三、完成日本高解析度模式之臺灣氣候變遷校驗與未來推估分析
- 四、完成IPCC AR4三個情境24個GCM之統計降尺度資料產製,並提供外界與下游應用端使用
- 五、進行JMA/MRI高解析度模式之動力降尺度模擬,成果將提供下游災害衝擊分析使用
- 六、利用極端事件與災害衝擊指標,配合氣候變遷推估資料進行未來可能之災害衝擊影響評估
- 七、完成淡水河、曾文溪流域之極端水文事件模擬,進行可能之衝擊影響評估
- 八、完成淡水河、曾文溪流域不同情境之豐枯水期流量衝擊評估
- 九、進行國際期刊投稿,預計在2011年底發表相關文章,以搭配IPCC AR5報告撰寫時程
- 十、進行第二年度成果報告