

中央氣象局「即時預報系統」的發展

陳來發

(中央氣象局預報中心副主任)

壹、前言

臺灣地理位置特殊，常因受到生命期較短且範圍較小而劇烈的所謂「中小尺度天氣系統」的影響，引發局部性豪雨，造成嚴重水災。交通部中央氣象局有鑒於氣象災害之防治，實有賴於準確的天氣預報，充分的預警時間，完善的預警傳遞系統以及有效的防災教育與宣導，因此近年來對於這四項工作之推展，不遺餘力。而目前與美國共同發展的「即時預報系統」(Nowcasting System)，即是藉由氣象資訊的即時整合與應用，增進預報技術，提高預報準確率，提早預警時間，減少氣象災害發生與損失的一套天氣預報作業系統，它是一種整合與分析氣象衛星、雷達、地面觀測、探空觀測等傳統及遙測資料以及數值天氣預報產品等的一套高效率電腦處理與人機交互作用之天氣預報系統，透過預報人員對工作站的有效使用，可在短時間內迅速獲得天氣分析及預報所需的各種資訊，不僅可以改進對為時短暫的區域性豪雨等劇烈天氣的預報能力，提早預警時間，並可同時使用於三天至七天的短期及中期天氣預報作業，因此，就作業觀而言，它是一套先進的預報系統(Forecast System)也是一套氣象資

訊即時整合與應用系統(Meteorological Data Integrotion and Application System)。

貳、中美合作共同發展計畫之推動與理念

近十年來，氣象科技先進國家皆把發展「即時預報系統」列為重點目標之一，中央氣象局為了發展此一系統，曾於民國七十八年度聘請國內、外的學者與專家，就世界上現有各種即時預報系統之發展現況作評估，並成立「即時預報系統規劃小組」，由預報中心、衛星中心、資訊中心及科技中心等作業與科技研究單位派員組成，積極著手進行籌劃工作，再經該小組之審慎分析及內部評估，認為美國預報系統實驗室(Forecast System Laboratory簡稱FSL)及其前身區域性觀測與預報計劃(PROFS)所發展的系統，具有最多的優點，其設計理念也與中央氣象局未來建立即時預報系統的目標及氣象科學、作業的基本考慮一致，而該實驗室擁有許多學識豐富的專家，不但可確保我系統的建立，也能順利達成技術轉移，且可避免國內自行發展所可能遭遇的龐大人力需求困難或逕行購置商用成品，導致受制廠家而無法獲知系統原始程式，阻礙科技

生根等缺憾，因此決定優先考慮與預報系統實驗室以技術合作方式發展之方案。

預報系統實驗室乃美國商業部國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, 簡稱 NOAA) 所屬環境研究實驗室 (Environmental Research Laboratories, 簡稱 ERL) 的一個機構，擁有百餘位氣象與電腦有關的科學家，負責研究發展預報系統及各種新的預報技術，在經歷十餘年的鑽研、試驗及不斷改進，其所發展成功的即時預報系統，已被公認為全世界最好、最先進的系統，並已在美國科羅拉多州丹佛市機場及當地氣象站展開即時預報作業，不但如此，此一系統也將是計畫中美國全國統一採用於各地預報單位的「九〇年代尖端天氣交互處理系統」(Advanced Weather Interactive Processing System for the 1990's, 簡稱 AWIPS-90) 的主要軟、硬體基本理念與架構。

在民七十八年底至七十九年初，中央氣象局與美國預報系統實驗室之間，曾有多次的相互訪問與技術討論，就雙方進行技術合作的可行性與合作方式交換意見，最後終獲結論；即由我國北美事務協調會 (CCNAA) 與美國在臺協會 (AIT) 於七十九年六月簽訂「中美氣象預報系統技術合作協議」(The Agreement for Technique Cooperation in Meteorology and Forecast Systems Development)，在此協議下，可依合作的實際工作需求和任務，逐年 (或分期

) 簽訂執行協定 (Implementing Arrangement)，由預報系統實驗室技術協助中央氣象局發展即時預報系統。依據此一架構，中央氣象局便可派員前往該實驗室，在該實驗室專家的協助下，將預報系統的軟體修改為中央氣象局所須要的，然後再建置於國內的系統上。此外該實驗室亦有義務訓練我國人員有關系統之應用及各種預報技術，如此，中央氣象局可真正擁有對該系統之建置、維護及發展之能力。不過在合作計畫進行期間，中央氣象局也有義務派員參加該實驗室作系統的改進發展，而且應維持三位人員與其共同發展新一代的內容。最重要的是；不論是工作的內容或進行的方式，皆需雙方共同認可，始為之。

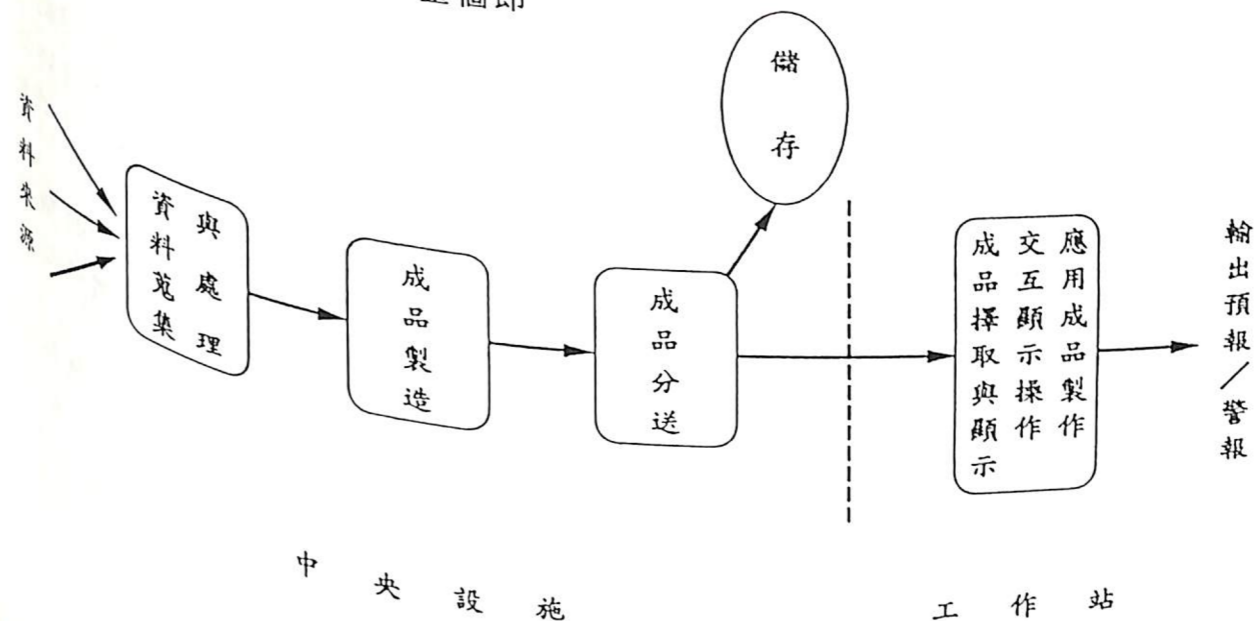
參、合作發展計畫之組織與實施
中美氣象預報系統技術合作協定經簽署後，實際負責執行的單位即中央氣象局與美國預報系統實驗室，其組織與管理架構依此二單位而建立，中央氣象局局長 (兼第二期全面業務副局長) 與預報系統實驗室主任 (兼案計畫主持人，下轄即時預報組) 負責與美方計畫經理聯繫協商，國內各技術部門派員支援，技術協則秉承小組協商之決定，在執行時則由小組商討並轉陳總負責人裁決，由協調員以下則由雙方派出優秀的技術人員參與共同合作發展之實際任務。

時承包廠商亦應派員支援。在合作計畫的初期，發展之重心在美國，而今硬體購置以及基本架構軟體刪改完成，發展重心已移入國內，因此規劃小組任務已於今年八月再行改組為即時預報小組，其下成立工作小組，全力推動系統發展及技術協調之工作。並分五組人力分別進行 (一) 中央主機。(二) 成品製作與各工作站。(三) 系統管理及行政支援。(四) 產品應用等各項技術發展與行政支援工作。

肆、系統功能設計

根據前面所述，即時預報系統設計的目標已非常明確，其重點主要是透過各種不同氣象資料 (包括基本觀測資料、網格點資料及影像資料等) 的整合，減少人為的預報步驟，不論在時間或空間上皆能對中小尺度天氣系統作更精細的描述，以達到適時發布正確的氣象預報及警報。為了達到此一目的，整個即

時預報系統可依其功能區分為兩大子系統，即 (一) 中央設施 (Central Facility) 子系統；其主要功能有 1. 系統管理 (System Management)，2. 資料蒐集 (Data Acquisition)，3. 資料庫管理 (Data Base Management)，4. 時序控制 (scheduling)，5. 系統狀況監控 (System Status Monitoring)，6. 成品製作 (Product Generation)，7. 成品送出 (Product Distribution) 及 8. 消除與儲存 (Purging and Archiving) 等八項。(二) 為工作站 (Workstation) 子系統，其功能有 1. 成品選擇與顯示 (Product Selection and Display)，2. 與中央設施之互通 (Communication with Central Facility)，3. 氣象應用功能 (Meteorological Applications) 及 4. 天氣預報與警報之對外傳遞 (Dissemination of Forecasts and Warnings)。有關主要系統功能流程如圖一。



圖一 主要系統功能流程圖

伍、責任區分與人力需求

根據雙方簽署之協議，中央氣象局即時預報系統中央設施的發展，係由中央氣象局負責，預報系統實驗室則提供原始程式，現有設備、專業知識及經驗之協助，而工作站的發展，則是由預報系統實驗室負責帶領其所屬工作站發展小組成員及中央氣象局指派參與人員，共同開發。至於系統的建置、測試及評估，則仍屬中央氣象局主導的任務。其他如系統的先期規劃研究，系統文件撰寫及人員訓練等工作，則由預報系統實驗室為主，中央氣象局配合執行。

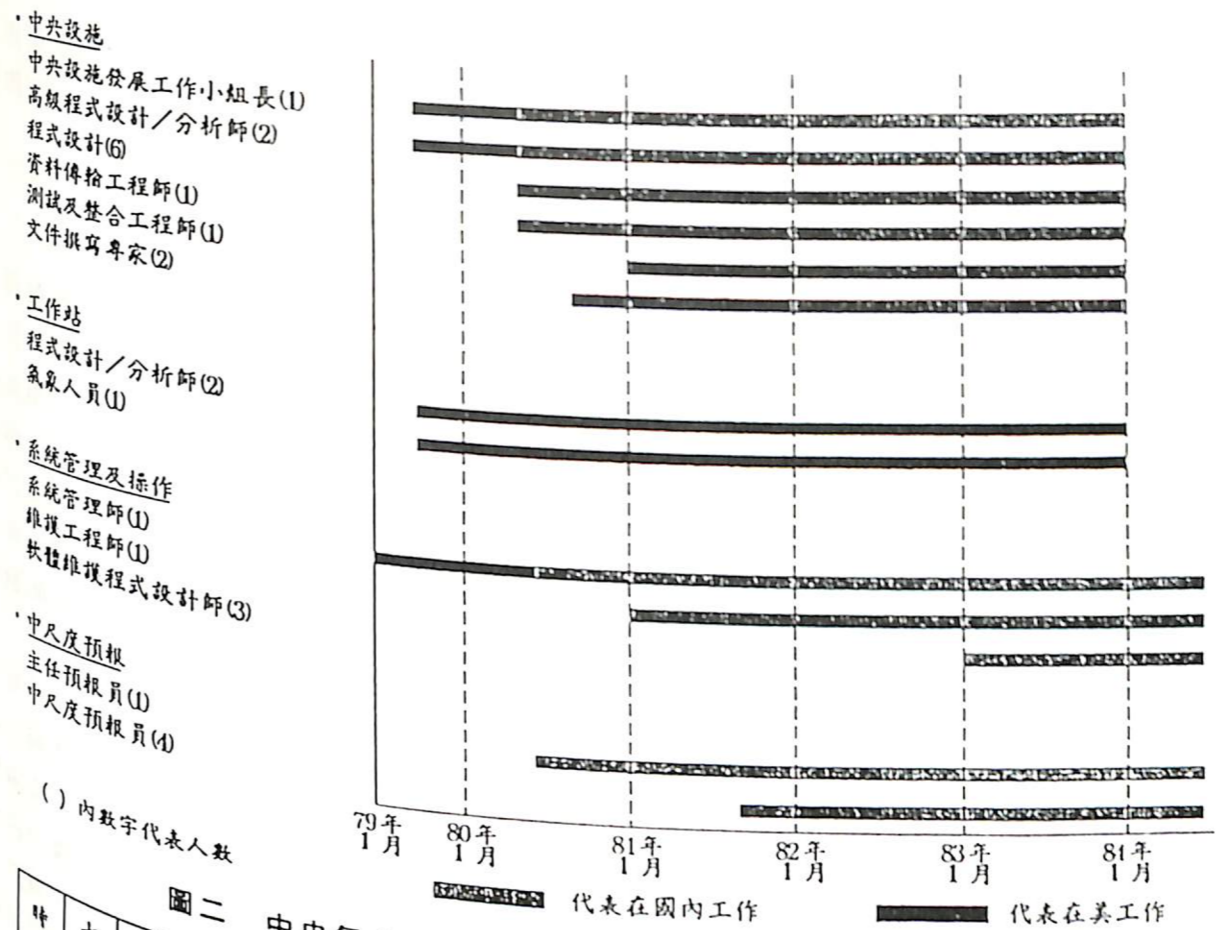
依照前述責任區分，每次執行協定都將在其所附的工作說明書(Statement of Work)中詳列工作項目、執行期限、雙方的人力需求、驗收文件項目及預算的安排等，而為了做最有效的人力規劃及人才培育，中央氣象局對於該系統發展所需人力的評估，在整個將近五年的合作計劃期間，共需約八十個人年，其人力分配計畫如圖二，這人力尚未包括一部分局內衛星、雷達、數值天氣預報、高空觀測、地面觀測與自動雨量觀測以及落雷系統等各種資料蒐集的配合工作所需、計畫進行中短期赴國外接受訓練、解決問題、進度評審及決策溝通等之人力在內，可見中央氣象局在此一計畫的進行中，人力需求的壓力委實沉重，不得不尋求各種可能的突破，以爲因應。

陸、計畫進度與預期效益

即時預報系統規劃與發展自七十八年九月開始進入實務階段至今，已完成了三個執行協定，其重要工作計有執行計畫書、協議簽署、系統的軟、硬體需求規格及訓練、硬體招標及中央設施的建置，並於今年六月底完成「示範型系統」(Demonstration System)，現正進行第四號執行協定，預計年底可完成一「雛型系統」(Prototype System)，此系統雖仍無法納入日常預報作業，但預計已可使用氣象局線上資料，進入系統操作，而初步的作業系統(Initial Operational System)則希望在民國八十一年底完成，在經過系統評估，以及中央設施的資料庫管理等工作，工作站軟體的修改與發展等工作，整個作業系統應可於民國八十三年度計畫完成時建置。另外系統操作及應用等人員的持續性訓練、系統文件的撰寫及應用等配合作業，將延續到八十四年六月，需配合新觀測技術所產生的資料及新觀測技術的開發成果，作必要的調適與改進，則整個系統始能更臻完善。(見表一)

就整個中美合作共同發展即時預報系統作業來看，其可預見的實質效益，可因下列三大項加以探討：

一、提昇氣象服務品質，減少氣象災害：透過即時預報系統的引進與作業，



圖二 中央氣象局即時預報系統發展我方人力需求評估

時間	項目	備註
七十九/五	完成執行計畫書	
七十九/六	簽署合作協議書	
七十九/十	完成中央設施硬體規格	
七十九/十一	開始發訂工作站規格	
八十/二	辦理硬體招標	
八十/五	中央設施硬體建置	
八十/六	完成示範型系統	
八十/十二	完成雛型系統	
八十一/一	完成作業化工作站計畫書	
八十一/六	完成作業化中央設施初步發展	
八十一/九	完成作業化系統初步建置	
八十二/二	完成初步作業化系統評估	
八十三/十二	完成中央設施系統改進工作	
八十三/十二	完成工作站系統改進工作	
八十四/六	持續性訓練、文件撰寫	
附註		1. 預報員支援作業系統不斷改進將持續進行 2. 計畫終止時間爲民國八十三年十二月

表一 中央氣象局即時預報系統發展預訂時程表

除可統合并快速提供國內相關單位所需氣象產品之外，更可進一步改進中央氣象局預報作業技術、減少人為疏失和作業時間，加強對中小尺度天氣系統的預報能力與時效，提高氣象服務品質，降低氣象災害的損失，增進人民福祉。

二、培育氣象科技人才，邁向氣象科技本土化目標：經由此一技術合作，可使我國氣象人員充分用美國現有先進科技環境與設備，吸取其專業知識與經驗，培育我國氣象科技人才，更藉此技術的引進及系統的建立，達到氣象科技在國內生根的目的。

三、加強中美氣象科技合作，推動科技國際化政策：自從我國退出聯合國後，隨之亦被排除在世界氣象組織門外，而此一技術合作計畫，為中美雙方氣象機構自斷交後，所進行的第一個正式官方合作計畫，將來中美雙方更可依據協議，繼續進行各種氣象科技交流合作，不論在技術或政治層面，皆為國際社會所矚目，因此，透過此一計畫，使我國擁有國際最先進的預報系統，不但得以促進中美氣象科技交流，增強我國氣象

科技水準，亦可從而提高我國在國際氣象界的聲望，奠定我國氣象科技國際化的基石。

柒、結語

中央氣象局即時預報系統的發展，由於局長蔡清彥博士的明智抉擇以及不斷的克服各種艱難困頓，才得以和美聯預報系統實驗室攜手踏出了共同合作發展的第一步，此外，也因為局內同仁的努力與配合，以及各層上級長官的鼎力支持與指導，在過去兩年來，都能順利地按預定進度執行。

目前，工作小組正按各系統功能分工積極進行中，為此一系統發展成功的重要關鍵時刻，中央氣象局參與此系統發展的成員，無不戰戰兢兢，戮力向前，期能以高昂的鬪志，衝破任何橫阻，達成現階段的任務，續而向另一個新里程碑邁進。我們也深信，一旦即時預報系統順利完成，納入作業後，對於氣象災的防治，必將有顯著助益。

(本文作者現任中央氣象局預報中心主任)