

期待日後能由技術輸入國轉而為技術輸出國，與其他先科技領先國有更多的互動，使政府近年來之科學投資產生更大效益。

## 第四節 氣象領域

### 一、領域概況

中央氣象局為國家氣象領域中綱計畫之唯一提出且為上層政府領導單位，同時也是氣象法規定之唯一提供公開災難天氣（如颱風）預報的法定專責單位，對於主導、整合、促進及提升我國氣象科技能力，強化氣象預報能力進而有效防災減災，具有重責大任。中央氣象局在「交通政策白皮書 - 氣象篇」中揭櫫的氣象業務發展三大主軸便是「觀測現代化」、「預報精緻化」與「服務多元化」。中央氣象局在「觀測現代化」的過程中，最顯著的成效包括完成全台「自動氣象、雨量站網」、「都卜勒氣象雷達網」、及更新「氣象衛星接收系統」。在此同時，與國內氣象學術單位合作，還引進了「地面GPS水汽反演」、「飛機投落送」及「雙偏極化氣象雷達」等觀測技術。「國家太空中心」於95年4月成功發射的「福爾摩沙三號衛星」，提供每天全球至少1,500點以上之溫濕度垂直探空資料，除可改善氣象分析場供學術研究，目前亦用於提升氣象模式初始場精確度，促進氣象局區域及全球模式預報能力。國科會（大氣科學學門及永續學門）協助大學引進「可移動式雙偏極化都卜勒氣象雷達」、加強「剖風儀」（wind profiler）觀測系統、及支助「2008 西南氣流觀測實驗計畫（SoWMEX或TiMREX）」及「颱風投落送飛機觀測計畫」。同時，國家實驗研究院也正籌備「國家颱洪研究中心」，全力促進及提升我國颱洪模式自主研發能力。國科會大氣科學學門於97年也推動、進行多項參與國際氣象實驗合作實驗計畫（如T-PARC的driftsonde高空飄球觀測）。這些

重要先進觀測及設備已為我國氣象領域重要資產，對提升國內氣象科技技術能力有很大的助益。國際合作計畫所帶來的直接效益（如福爾摩沙三號觀測，颱風投落送飛機觀測以及TiMREX西南氣流觀測實驗等）及間接效益（如增強我國氣象界的國際知名度及貢獻與回饋的聲譽）均具相當高的正面意義。

中央氣象局推動了前後共3期的「氣象業務全面電腦化計畫」，這是個以「數值天氣預報」為主軸、以「資料整合暨即時預報系統」為顯示標竿的計畫，計畫執行有三項特殊的成就：（一）提升一至七天傳統逐日天氣預報水準；（二）引進高效率資料整合與即時天氣預報系統；和（三）人才培育建立自主研發能力等。除了中期天氣預報領域之外，對於極短時天氣預報，乃至於氣候變異預報技術的發展都為推動重點，因此氣象局自91年度起開始執行「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展計畫」，主要分為「氣候分析與氣候數值預報模式研究發展與改進」、「天氣數值預報模式研究發展」、「統計預報作業系統研究發展」、「雷達氣象及即短時天氣監測預報」、「與國內大學之重點合作計畫」。這些計畫主要由「氣象資訊處理與開發」、「應用氣象研究計畫」及「氣象科技研究」等三項氣象領域須由中綱科技計畫來完成。氣象局已及早推展「都卜勒雷達資料應用於定量降水技術之研發」，逐步強化氣象科技發展策略，以嶄新預報模式及資料同化技術建立為主軸，確立本土模式國際化及國際模式本土化的發展策略，除符合國際化潮流，對國內氣象應用研發及防災能力的提升，提供美好的願景。

92至96年度氣象領域投入經費與人力如圖3-6-4-1。

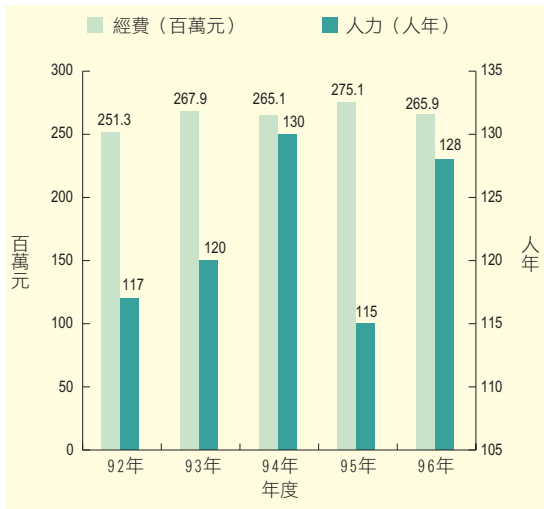


圖 3-6-4-1 氣象領域投入經費與人力

資料來源：年鑑工作小組整理自政府各部門統計資料。  
註：經費為預算數。

## 二、重要成果

### (一) 氣象領域氣象科技研究發展中程綱要計畫 (交通部中央氣象局)

群組：地球環境科技

天氣預報水準的提升取決於我們對大氣現況的掌握、大氣變化趨勢的瞭解，以及對天氣現象與大氣變化關係的認知，這些關鍵均需高科技的作業支持。氣象高科技化的結果，不僅可使預報準確度提高，同時也使氣象成為一高度專業化，必須集結大量不同專長的專業人員共同合作的工作。鑑於氣象的科技發展日新月異，我們更需密切注意此項科技之發展趨勢，針對各項問題不斷從事廣泛而深入之研究，開發或引進最新預報技術，以期進一步提升氣象科技水準。本計畫計有 3 項子計畫，分別是「氣象科技研究計畫」、「氣象資訊處理研究與開發計畫」、「應用氣象研究計畫」，其總目標為：1. 發展應用氣象研究，提高氣象科技水準；2. 提供氣象服務及提高氣象預報效能；3. 增進國際氣象科技交流；4. 培育氣象技術人才。以下提出兩項重要成果：

### 1. 氣象科技研究計畫

在「氣候分析與氣候數值預報模式研究發展與改進」方面，列舉重要的完成工作如下：

- (1) GFS 與 ECHAM5 兩組模式使用 CWB/OPGSST 與 NCEP/GFS 兩組海表面溫度 1981~2005 年全年 SMIP 積分。
- (2) NCEP/RSM 及 CWB/RSM 的多模組系集預報，以三分法機率預報為主進行全島平均及分區降水之機率預報：以美國國際氣候研究院 (IRI) 所提供的全球大氣季節預報之資料為背景場，在本局進行 NCEP-RSM 及 CWB-RSM 二區域氣候模式之 60 公里解析度的動力降尺度預報，用 2008 年 5 月為初始條件所預報未來 4 個月之月平均降水及二米溫度機率預報結果如表 3-6-4-1。
- (3) 引進 MOM2 海洋環流模式，完成海洋模式與大氣偶合之銜接測試。
- (4) GFS-opgsstv1.1, ECHAM-opgsstv1.1 等兩組系集模式兩組實驗之四季的台灣區域的溫度及降雨的四季預報，並測試模式誤差校正之後再進行降尺度的影響。

在「天氣數值預報模式研究發展」方面，完成新的 T240 作業系統之上現作業，該系統除了水平解析度提高至 60 公里外，還包括配合 IBM 電腦全球預報模式之優化、增納雲水預報變數、資料同化系統解析度之變動及背景場誤差統計之更新、雲微物理降水參數化取代大尺度降水參數化、更動雲量診斷參數式與輻射過程之雲垂直疊合假設等。

在「氣象科技合作發展」方面，分別在 6 月及 11 月舉辦「月與季預報論壇」研討會、5 月與 11 月分別辦理「天氣分析與預報研討會」及「海峽兩岸災變天氣預報作業研討會」。另外，參與國際之研討會計有「2008 年亞洲太平洋區域觀測與合作

實驗國際研討會」(12月於美國夏威夷)、「21st Pacific Science Congress」(6月於日本)、「Japan-Taiwan Joint Workshop for the EAMEX and MAHASRI」(12月於日本)、「APEC氣候網年度會議」(9月於韓國)。

## 2. 應用氣象研究計畫

在氣象資料處理方面，完成氣象站地面氣象觀測資料自動檢核系統新增線上回覆及氣候統計檢核兩項功能，強化作業程序之網頁化及資料品質控管之完備性，提升中央氣象局氣象站觀測資料之處理效率及品管作業。局屬氣象站、自動雨量站及各專用氣象站資料之蒐集、處理、儲存、

管理與供應，96年處理900萬筆。推動本組歷史氣候資料數位化，完成台北、台中、台南、台東、高雄、宜蘭、恆春及花蓮等氣象站1950年之前逐時雨量資料數位化、檢核及資料庫轉檔，得以提供更完整資料予以本局及學界分析台灣雨量氣候變化。另外，配合2008西南氣流觀測實驗計畫(SoWMEX)，負責整體計畫之「氣象資料管理供應及資訊系統之建置與維運」，以因應2008年實驗計畫之需求，依進度完成第一階段資料顯示系統之建置，且於兩次工作規劃會議對台、美科學家簡報工作方向及內容。加強氣象報表資料電子化作業，

表 3-6-4-1 動力區域氣候預報系統 (RCMs)

動力區域氣候預報系統 200805													
Pcp							T2M						
	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP		RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
Tai	Below	23.33%	16.67%	10.00%	46.67%	16.67%	Tai	Below	0.00%	33.33%	33.33%	30.00%	3.33%
	Normal	46.67%	36.67%	30.00%	36.67%	46.67%		Normal	13.33%	30.00%	56.67%	46.67%	50.00%
	Above	30.00%	46.67%	60.00%	16.67%	36.67%		Above	86.67%	36.67%	10.00%	23.33%	46.67%
N. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	N. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
	Below	26.67%	30.00%	23.33%	66.67%	6.67%		Below	6.67%	36.67%	40.00%	43.33%	13.33%
	Normal	53.33%	33.33%	36.67%	16.67%	50.00%		Normal	16.67%	50.00%	53.33%	43.33%	43.33%
	Above	20.00%	36.67%	40.00%	16.67%	43.33%	Above	76.67%	13.33%	6.67%	13.33%	43.33%	
C. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	C. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
	Below	26.67%	23.33%	13.33%	43.33%	40.00%		Below	0.00%	33.33%	30.00%	26.67%	23.33%
	Normal	30.00%	36.67%	30.00%	43.33%	23.33%		Normal	26.67%	30.00%	50.00%	40.00%	43.33%
	Above	43.33%	40.00%	56.67%	13.33%	36.67%	Above	73.33%	36.67%	20.00%	33.33%	33.33%	
S. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	S. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
	Below	10.00%	16.67%	0.00%	30.00%	13.33%		Below	0.00%	30.00%	20.00%	13.33%	6.67%
	Normal	50.00%	40.00%	40.00%	46.67%	40.00%		Normal	6.67%	26.67%	53.33%	43.33%	30.00%
	Above	40.00%	43.33%	60.00%	23.33%	46.67%	Above	93.33%	43.33%	26.67%	43.33%	63.33%	
E. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	E. Tai	RCMs	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP
	Below	20.00%	13.33%	20.00%	56.67%	16.67%		Below	0.00%	33.33%	40.00%	36.67%	3.33%
	Normal	43.33%	33.33%	20.00%	26.67%	50.00%		Normal	13.33%	33.33%	50.00%	46.67%	56.67%
	Above	36.67%	53.33%	60.00%	16.67%	33.33%	Above	86.67%	33.33%	10.00%	16.67%	40.00%	

資料來源：交通部中央氣象局氣象科技研究中心。

註：以2008年5月為初始條件所預報2008年5月~9月之月平均降水(Pcp)及二米溫度機率預報(T2M)，將台灣分為全島平均(Tai)、北台灣(N. Tai)、中台灣(C. Tai)、南台灣(S. Tai)及東台灣(E. Tai)，依三分法定義出高於正常(Above)、接近正常(Normal)及低於正常(Below)三類，每個月的30個預報樣本即依據氣候分類參考值計算出本次預報中各分類可能發生的機率，其中以紅色標示者為機率高於35%者。

完成氣象站颱風報告表及雷霧報告表之線上編輯及表單電子化與自動化作業。

在農業氣象方面，定期上網發布農業氣象旬報及編印成冊，發布一周農業氣象預報供外界參考使用，並與各農業試驗所、農業改良場合作，整合 17 個農業站之農業氣象觀測資料，即時傳回中央氣象局建檔並提供預報作業參考，每旬處理約 60 站資料。另在嘉義站從事農業微氣象觀測並加強農業氣象應用研究透過與國外學者及農業試驗研究單位合作，從事農業微氣象之應用研究。開放農業氣候資料庫網頁查詢系統功能，擴大農業氣象資料服務面；辦理農業氣象站觀測人員來局參加講習，熟習觀測資料蒐集技巧及最新氣象知識。

在氣象資訊服務方面，執行窗口服務以簡化服務流程，並辦理氣象資訊專業服務合約之業務。配合颱風、梅雨及寒潮等季節性災害天氣，製作相關宣導短片於電視台播放，提醒民眾注意。處理各級政府機關、法院等公文協辦案件，民眾之氣象資料申購與參觀等服務業務。96 年與光遠科技股份有限公司合作，而經由該公司位於全台 14 處電子廣告屏幕上播放氣象資訊及氣象訊息教育短片，全面提升氣象服務的據點。另外，共受理政府機關與各級法院氣象案件及民眾申購氣象資料 7,978 件；接待機關團體及民眾參觀氣象作業計 109 場次，總計接待 4,717 人次。

### （二）氣象領域氣象防災科技研究發展中程綱要計畫書（交通部中央氣象局）

群組：地球環境科技

台灣地處副熱帶，常年有遭受颱風、豪雨、乾旱和寒潮等天然災害之虞，近 20 年來因上述氣象災變所造成的直接財物損失年平均達 174 億元以上。根據聯合國世界氣象組織的研究評估指出，正確的天氣預報配合健全的防災措施，可有效減輕 10%

到 30% 的災害損失，因此，如果做好氣象防災工作，平均一年可減少約 17 億以上的直接損失，這對於減少社會及經濟上的衝擊具有很大的貢獻。從整體防災的角度，氣象通常被定位為「上游」的資訊提供者，過去，本局已協助中央及地方政府等 14 單位建置即時天氣預報顯示系統，目前亦在積極協助更多的政府單位建置 QPESUMS 系統（警報決策支援系統），使氣象資訊能夠快速傳至各防災單位，而本防災計畫乃是以全面提升氣象科技水準，追求精緻化的氣象預報，期能減輕氣象災害所可能造成的損失為目標。

#### 1. 颱風投落送飛機觀測

本計畫之目的為提供侵台颱風分析與路徑預報的可貴資料，以提升颱風預報之準確度。96 年度的重要成果如下：

- （1）完成帕布、聖帕、韋帕及柯羅莎颱風等四次飛機觀測，累計的飛行時數達 22 個小時，並成功使用 73 具投落送，且所有觀測資料均已透過衛星電話回傳本局，並即時顯示於本局的作業系統中（圖 3-6-4-2）。

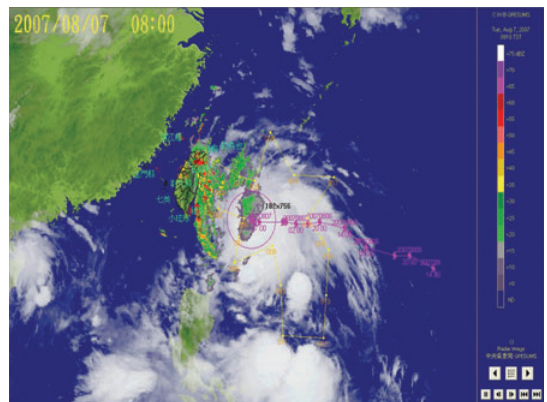


圖 3-6-4-2 中央氣象局 QPESUMS 系統即時顯示 8 月 7 日 00Z 桑美颱風路徑、衛星雲圖、雷達回波及飛機投落送觀測資料等資訊。

資料來源：交通部中央氣象局。



(2) 本局NFS模式使用投落送觀測資料的預報路徑結果顯示，前 72 小時的平均路徑誤差改進率約有 5%。

本計畫之完成除了提供預報員即時颱風資訊及改進颱風模式預報準確度之外，所有觀測資料也提供給國外氣象單位，對於促進國際科技交流，提升我國國際能見度有很大的幫助。其次，本計畫已成為世界氣象組織所規劃THORPEX實驗 2008 年亞洲觀測實驗的重要一環，將與東亞各國共同合作推動 THORPEX/PARC 實驗。

## 2. 都卜勒雷達資料應用於定量降水技術之研發

本計畫之目的是應用侵台颱風都卜勒雷達網觀測與QPESUMS資料，進一步提升颱風侵台期間之定量降雨預報準確度。96 年度的重要成果如下：

- (1) 依據颱風路徑予以分類，完成蒐集各雷達與 QPESUMS 資料。
- (2) 進行相關資料處理及完成颱風降雨特徵因子的探討和研發改善颱風定量降雨預報之方法。(圖 3-6-4-3)
- (3) 整合完成登陸颱風降雨預報知識庫。

本計畫除了完成颱風降雨統計氣候模式之外，所研發的技術也改良了此氣候模式對於雨量估計有高估現象的缺點，其次，

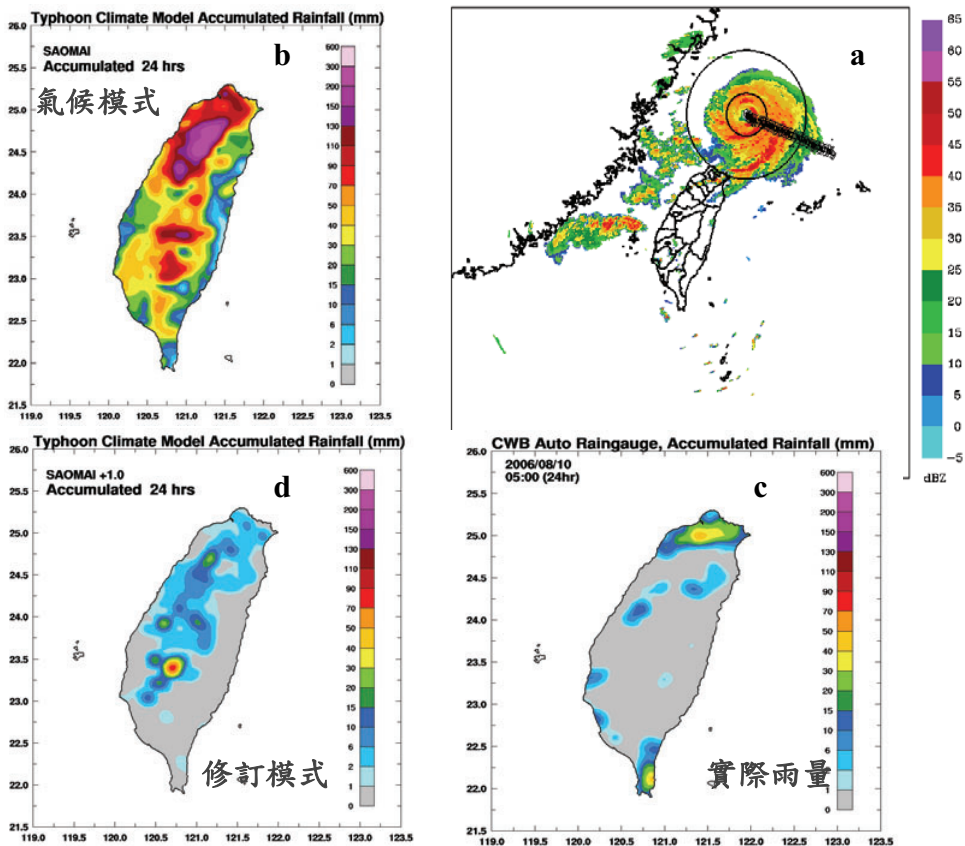


圖 3-6-4-3 利用都卜勒雷達資料改進定量降水估計，以桑美颱風為例，(a)桑美颱風之雷達回波圖，(b)颱風降雨統計氣候模式估計之雨量分佈圖，(c)實際觀測之雨量分佈圖，(d)颱風降雨統計修訂模式估計之雨量分佈圖，調整颱風中心位置（向外移）改善高估現象。

資料來源：交通部中央氣象局。

在實際作業應用上，更提供了重要警戒區域，對於防災應用上有很大的幫助。

### 3. 月、季定量降水預報技術之研發與應用

本計畫之目的是要建立一個結合本局短期氣候預報模式與其他預報模式產品的台灣特定區域月與季降水預報及分析系統，另外要協助本局積極參與 APEC 主導之氣候預報相關活動。96 年度的重要成果如下：

- (1) 完成預報系統之建置（圖 3-6-4-4），並進行實驗性預報：在每月 15 日以前，完成未來六個月東亞與台灣的降雨數值模擬。
- (2) 完成 1981~2006 年期間不同季節降雨分布的歷史模擬預報，並就模擬預報的結果，發展極端氣候降雨事件的機率預報技術。

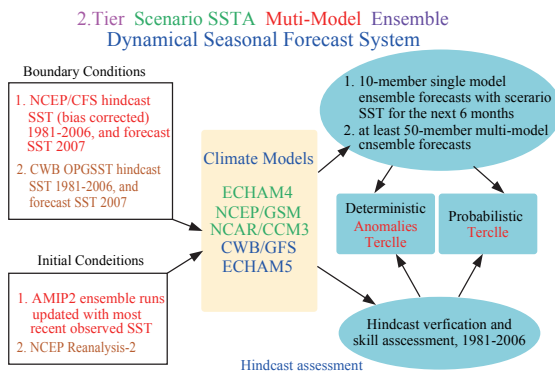


圖 3-6-4-4 二階段、多假想海溫、多重模式系集動力預報系統以及驗證、評估、誤差修正方法架構示意圖。

資料來源：交通部中央氣象局。

- (3) 針對月、季降雨預報事件的發生與否，評估預報系統的潛在經濟效益。
- (4) 以人員互訪及參與交流活動等方式，與 APEC 氣候中心建立合作關係。
- (5) 本計畫之相關預報模式產品包括台灣特定區域之月與季降水預報及分析，均放置於 (<http://apple.geos.ntnu.edu.tw/~web>) 上供本局參考。

本計畫可在兩個季節以前，提供多模式的動力客觀降水預報，做為氣象局月 - 季降水預報與水資源單位乾旱預警的參考，另外月季時間尺度的降雨預報，目前已經是世界各個主要氣象預報作業中心在中長期預報工作的重點，近年來許多研究顯示，短期氣候預報的預報技術發展逐漸成熟，預報的特性也見有掌握，而這些預報的結果具有相當大的潛在社會經濟價值，有利政府與民間能在重大自然氣候變動（如旱澇與極端冷熱）發生前，儘早採取相關的因應措施，對於政府在未來施政上，相關決策的評估與制定將會有所幫助。

### 三、潛在影響與展望

中央氣象局在經過多年來的設備現代化、氣象技術發展、人員專業能力訓練，天氣預報已具一定水準，亦緊密融入民眾日常生活之中。惟伴隨國內經濟民生的蓬勃發展，任何氣象災害所引發的損失規模逐年增加，遂使防災相關技術之發展與建置，成為未來業務拓展的重點。97 年對非典型的卡玫基颱風伴隨之中尺度對流系統所引發之豪大雨的預報能力不足及若干嚴重誤差，顯露氣象局被各界檢討的業務改進重點，以及亟待進一步提升的中小尺度的天氣預報能力。正確的气象資訊，在重大工程執行上、海陸空交通的操作與管理上、以及個人日常行動規劃上，不只是提供方便性，也可以提高社會的整體生產力，對於繁忙的現代化社會，其實質經濟效益應該與防災功能的效益相當。除了傳統的劇烈天氣（如：豪雨、颱風）預報技術，仍在持續改進之外，預測災難天氣發生須具良好掌控能力，在當前國家社會對此議題高度期待的氛圍下，民眾對要求安全家園的渴望下，中央氣象局必須深入短期氣象預報作業的技術發展的核心。此預報技術在旱災預警、水資源調配、能源運用、工商保險運轉規劃均有潛在可觀的助益，

該技術之初期建置工作雖已完成雛形及實踐，但需進一步精進及改善其預報能力，期以建立有效預報系統與實質作業。值此重要關鍵時刻，應與國科會國研院所成立「國家颱風研究中心」密切合作，協同促進及提升我國颱風模式自主發展能力，並冀能將研究成果落實於預報作業應用。現代化氣象作業之基礎有賴科技整合，氣象局除應藉由技術引進與增進本身的研究發展，亦應加強與國內外研究及作業單位密切合作，以維持高品質的氣象作業水準。展望未來，氣象科技研究可以下列 5 項目標為發展的方向：（一）持續其長期氣象科技發展策略，與國際及國內研發單位密切合作，以達到氣象研發能量之最佳化與最大化；（二）建立、使用及強化既有的或新進的氣象觀測網以達到掌握大氣資訊的能力極限；（三）充分整合國內外合作單外，達到自主發展模式及資料同化技術，協助開發其下游產業應用價值；（四）推動跨領域如水文、河川及氣象領域之科技整合，強化災難天氣（颱風）預測能力；（五）持續探討全球及區域氣候變異例如全球暖化之氣候變遷對我國的影響，特別是極端降水事件與短期季節降水量的預測，提供水資源規劃的重要依據。

## 第五節 海洋領域

### 一、領域概況

海洋領域的研究與技術發展，主要由國家科學委員會及交通部推動，政府其他部會，如內政部、經濟部、國防部、環保署、海岸巡防署等，亦在其他領域內編列經費推動海洋相關研究與科技發展。而行政院研考會與海洋推動委員會，亦在海洋研究與技術發展的政策及法律上有所規劃與研究。依我國現況，未來需求及國際情勢，本領域規劃的策略有三：（一）海洋基本資訊的整建；（二）近岸海域空間利

用與災防；（三）海洋資源的永續利用。其中策略（一）海洋基本資訊的整建為上游基礎研究，資訊的完整度代表著我國海洋探測及後續資料整合能力。我國探測能力近年來已漸從點擴及至面，並從近岸擴及至大洋，如中央氣象局即時海況測報能力系統的建置，內政部大陸礁層計畫下，對台灣海域全面性的測繪及國科會國家實驗研究院大洋海氣觀測浮標的成功施放及量測等，皆代表著我國量測的能量日漸茁壯。國內許多海洋相關單位目前都已建有良好的資料庫，提供民眾參閱，唯軟硬體建設上皆需更多投入，例如，全國目前仍無統一的資料庫及資料管理辦法，「國家實驗研究院海洋科技研究中心」目前雖在努力建構網絡式海洋聯合資料目錄，但整合工作仍有許多努力空間。策略（二）的近岸海域空間利用與災防的工作正在積極展開中，如交通部運輸研究所港研中心正在研發水下自動化監測作業技術改善水下工程作業安全，又親水與生態的觀念逐漸取代過去經濟取向的海岸工程，沿台灣四周的岸基波、流即時量測雷達監測網正在建立中，而配套的各類海洋數值模式，其預報精準度亦在改進中。即時海況資料的提供可使航行船隻或岸邊戲水人士的安全增加，唯如何鼓勵民眾廣泛使用此類資料，仍待更進一步的努力。策略（三）海洋資源的永續利用發展，基本上仍需努力，如休閒漁業及海上休憩觀光的发展，又如各式再生海洋能源，如風、浪、流、潮等的研究發展方向的決定，海床下能源的探勘及開採合宜性的評估，深層水的研發及利用等，仍有許多努力空間。近年政府已較往昔更加投入相關應用，如風能已逐漸開發，海底冰晶甲烷的探測已進行數年，相信海洋能源能逐步取代部份傳統能源。政府若能積極投入海洋科研及海洋政策的制訂與宣導，將能提升民間投資海洋產業的意願，進而逐漸促使我國真正成為一親海