

學門規劃資料

大氣科學

行政院國家科學委員會

中華民國七十五年十二月出版

規 劃 委 員

召集人：簡來成（中央研究院物理研究所）
委員：蔡清彥（國立臺灣大學大氣科學系）
陳泰然（國立臺灣大學大氣科學系）
張隆男（國立中央大學大氣物理系）
洪秀雄（國立中央大學大氣物理系）
梁文傑（中央研究院物理研究所）
張能復（中央研究院物理研究所）
方力脩（中央氣象局）

學門規劃資料
Position Paper

M06

大氣科學

行政院國家科學委員會自然科學發展處
中華民國七十五年元月規劃

目 錄

摘要	1
壹、學門規劃之目的	3
貳、學門規劃資料之意義	4
參、大氣科學學門規劃之基本精神	5
肆、規劃情形	7
伍、國內大氣科學研究之特點	8
陸、重點發展方向規劃之參考指標	9
柒、擇定之重點發展方向	10
捌、重點發展方向擇定之原因及規劃內容	12
一、大尺度氣象	12
二、中尺度氣象	15
三、小尺度氣象	20
四、大氣物理	22
五、應用氣象與測計	25
玖、結 論	28
附 錄：查證訪問記錄	29

摘要

科學技術發展方案重要措施及執行要點之第三項：改善基礎及一般科學及研究之環境，由國家科學委員會主辦充實各基礎科學研究機構並建立其研究特色，集中研究人力重點推動基礎科學之科際研究計畫。

國家科學委員會為執行行政院交辦之科學技術發展方案，擬定未來科學技術發展方針，以為推動施政計畫之參考，乃有各學科學門規劃資料建立之籌議。

自然科學發展處於七十四年十月成立大氣科學學門規劃委員會，聘請有關學科專家擔任規劃及協調委員。經參考其他學門已訂定之規劃資料及大氣科學前已擬定之綜合大型研究計畫，並再經共同討論協調後，規劃委員會遂就重點發展方向擇定了如下的五項參考指標：(1)在大氣科學研究上之重要性；(2)在人才培育及科技界上的重要性；(3)與國內現有科技條件之配合；(4)與各單位未來發展之配合；(5)整合的可能。

學門規劃之基本精神為：(1)基於對國內狀況之了解；(2)以適於國內長期發展者或具有區域上重要學術研究價值者為規劃對象；(3)重點發展計畫及自由研究計畫並重；(4)重視部門領導人才之培養以有效推動中大型研究計畫；(5)配合國家整體科技之發展。依據上述參考指揮及基本精神，規劃委員會擬定五個大氣科學重點發展計畫如下：

一、大尺度氣象：以季風環流，短期、中期與長期的氣候變化為規劃重點。

二、中尺度氣象：

(一)中尺度氣象天氣部分：以中尺度天氣現象之診斷分析，與環境之交互作用及其伴隨之天氣現象為規劃重點。並嘗試引進雷達衛星技術在定量降水之估計。

(二)中尺度氣象動力部分：以建立資料庫，區域數值模式之模擬實驗，臺灣地區豪雨機制及系統結構之研究為規劃重點。

三、小尺度氣象：以大氣邊界層氣象、小尺度大氣紊流與擴散、氣懸膠與大氣化學等為規劃對象。

四、大氣物理：以臺灣地區大氣成分與垂直結構及其變化、臺灣地區降雨的微物理、特高頻雷達中氣層觀測實驗與太空電漿物理為規劃重點。

五、應用氣象與測計：着重航空、海洋、農業、水文、雷達、衛星氣象天氣預報及氣象測計之研製。

學門規劃雖分為五部分，彼此之間有相互關係，互相支援。此學門規劃資料之建立，乃是國科會推動科技整合程序之開端。規劃內涵係出於國內大氣科學界同仁的手筆，期望藉此規劃資料在大氣科學界造成共認，成為近年內大氣科學發展之參考，能羣策羣

力，使大氣科學研究能茁壯，不只能有助於國內作業單位提升作業技術，且能提升研究成果在國際學術地位。

壹、學門規劃之目的

隨著基礎科學與應用科學的進步，大氣科學的發展亦一日千里。尤其近年來雷達觀測技術的突破性發展，由影響記錄進步為數字化，使雷達觀測由定性而定量化，加上氣象衛星技術的引進，觀測儀器的自動化，已使大氣科學研究資料更精確，如何利用這些資料，研究大氣科學，以提升國內大氣科學研究水準，及探討國內的災變天氣，已為國內大氣科學研究同仁迫切要做的課題。

近年來，大氣科學界所培育的人才已學成，且陸續回到各機關學校服務，從事教學與研究工作。國內的研究學者亦有熱望，期羣策羣力、發揮團隊精神，規劃重點發展方向，共同推展大氣科學研究。期將來研究成果，能為作業單位採用，以減少災變天氣之損失，增進國民福祉；在學術上，不只以國內特殊的地理位置及其大氣現象研究成果聞名於學界，且大氣科學的基礎研究在國際學術界上，佔重要地位。

貳、學門規劃資料之意義

行政院國家科學委員會不只執行政院交辦之科學技術發展方案，且負責推展全國基礎科學的研究、應用技術的發展與引進。在這情況之下，國家科學委員會需負起策劃、協調、連繫及推動的工作。自然科學發展處，則負擔起基礎科學研究的籌劃與推動工作。

國內目前人力有限，即使將來培育大量的大氣科學人才，研究人力與美國等國家不能比。我們希望大氣科學的研究成果品質日漸提高，在世界大氣科學界能佔一席之地，並且研究成果能迎合國內的需要。全國的大氣科學研究活動能持續且有效的成長。各單位間要有連繫與合作，以免造成研究力量的分散與設備的重複或閒置。有鑑於此，我們希望經由嚴密的討論、分析與規劃，認清國內長期可行的重點發展方向。有了方向，即可從而設計、編列重點歸向研究計畫羣，加以有效的執行。首先要培養領導及主持人才，再由其推展中大型計畫，達成人才的臨界質量。如此進行，在有關學術界的認同，協助及配合之下，當可使學門規劃在進入中期即接近其原始的構想與目的。

學門規劃資料所擬定的大氣科學長期重點發展方向，僅是國科會對未來大氣科學推展工作之一。但對此外的自由研究計畫國科會亦同樣重視，對自由研究計畫的支持與對重點歸向計畫羣所投入的關切完全一樣。國科會對重點研究方向是否主動的規劃、協助、同時推展，期能達到臨界質量。

但對優良而富於學術價值的自由研究計畫，國科會亦是絕對的尊重與鼓勵，且保持著與支持重點計畫完全相同的熱忱，希望重點歸向研究計畫羣和自由研究計畫同時能發展，由此互相影響，使我國大氣科學研究能茁壯，且能在世界大氣科學學術界佔一重要地位。

參、大氣科學學門規劃之基本精神

一、基於國內現況的瞭解

七十四年四月至五月間，自然科學發展處邀請有關人員到各機關學校查證訪問，瞭解各單位的研究人員，儀器設備與研究現況，將來發展規劃情形，瞭解面臨的困難與問題（見附錄）彙集成參考資料，以為規劃之參考，以避免規劃內容與實際情況偏離天遠而無法達成計畫之完善執行。

二、規劃之對象為國內有多人有意願參與

目前已有學者從事研究項目，如中尺度氣象、豪雨、颱風等規劃研究，以加強其深度有意義的研究子題。並且有三位以上的學者有意願開發的研究領域，亦訂定為發展之對象。

三、適於國內長期發展及具有區域性特點之項目

大氣科學上重要且值得發展的學科項目甚多，國內有限的人力與物力勢難一一兼顧。原則上學門規劃資料所取之重點方向，必須為適於國內人力及資源發展上可實行者，或是此一重點發展方向因富於區域性之學術價值而可提供國際學術界參考者。重點發展方向是國科會長期發展所依循之途徑，然而由於各種主、客觀條件之變異或不確定，目前訂立之發展重點計畫，將來仍可修正。

四、有學術價值之基本研究

對於大氣科學基本研究，本身有學術價值，可能發現新的現象，發展新研究的方法。故對基本研究，國內學者有極高的興趣，具有意願規劃研究。

五、重點發展計畫及自由研究計畫並重

學門規劃希望能藉規劃與鼓勵，來整合分散之研究人力，建立臨界質量。但由於可規劃之項目甚多，所擬定之重點方向不可能涵蓋整個大氣科學界每位學者的研究領域，有鑑於此，國科會的態度乃是以同等的熱忱來支持未列入重點發展方向之優良計畫。

六、培養學門領導人才，有效推動中大型研究計畫

從重點導向計畫之執行，經各方交換意見後，可以逐漸形成重點歸向研究計畫羣及計畫主持人。再透過中大型計畫的推動，配合科技界的需求，如此施行，可望培養學門領導人才，始能達到人才的臨界質量。

七、以配合國家整體科技中的一環

其學門規劃資料的建立，宜儘可能顧及大氣科學的重點發展方向與其他學科間之配合及相互影響，並兼顧與國家整體發展方向互相銜接，以求取最大實質效果及外界之贊助。

肆、規劃情形

- 一、七十二年二月廿三日請各單位主管召開國內大氣科學研究與發展方向座談會。各單位報告重要裝備及研究發展方向。
- 二、七十四年四月自然處聘請有關同仁至各單位訪問，調查研究設備與現況整理成基本資料（見附錄）。
- 三、七十四年十月廿三日召集規劃委員會議，商討規劃事項。
- 四、七十四年十一月八日召集國內研究人員，廣泛討論國內將來研究規劃之內容。
- 五、七十四年十一月十一日召集規劃委員會議，籌劃規劃分為：
 - (一)大尺度氣象；(二)中尺度氣象（包括天氣與動力）；(三)小尺度氣象；(四)大氣物理（包括高層大氣物理）；(五)應用氣象（包括大氣測計）等五個小組，再次邀請各小組有關之研究人員參與座談、規劃。
 - (一)大氣物理小組：張隆男（中大，召集人），陳哲俊、蘇信一、趙寄昆、林俊宏、林崇安、蔡偉雄、陳台琦、林松錦、陳世照（中大），柳中明（臺大）。
 - (二)大尺度氣象：蔡清彥（臺大，召集人），廖學鎰（中大），林和、吳明進、周仲島（臺大），王時鼎（氣象局）。
 - (三)中尺度氣象：陳泰然（臺大，召集人），廖學鎰、林松錦、陳台琦（中大），柳中明、俞家忠（臺大），劉廣英（空軍），陳文達（耶魯大學），吳宗堯、王時鼎、謝信良（氣象局）；洪秀雄（中大，召集人），張霧澤（中正），陳景森、江火明（中大），柯文雄（臺大），方力脩（氣象局）。
 - (四)小尺度氣象：梁文傑、張能復（中研院，召集人），黃榮鑑、曾忠一（中研院），林和、柯文雄、李慧梅（臺大），呂世宗、陳世照（中大），王金慶（中正），江旭程（淡江），黃光輝（環保局）。
 - (五)應用氣象：方力脩（氣象局，召集人），陳台琦（中大），柳中明（臺大），劉廣英（空軍），王時鼎、楊之遠（氣象局）。
 - 六、七十四年十二月九日、十五日就各小組之學門規劃資料，提出書面報告，共同討論後，提交召集人統一編寫。
 - 七、七十四年十二月廿四日編寫成定稿，即成為大氣科學計畫規劃之初稿，提呈參考。

伍、國內大氣科學研究之特點

大氣科學之研究，就對象而言，是區域性；探討其成因，受周圍環境所影響。故目前國內大氣科學之研究，雖著重臺灣及鄰近地區大氣現象，亦即小尺度與中尺度天氣現象之探討。研究之對象不只分析區域性大氣結構，並且要研究綜觀尺度大氣結構，以瞭解其交互作用、因果關係。

綜觀尺度之天氣現象，因為區域性之特徵，但其天氣之形成，受全球性大氣環流所影響。東亞地區綜觀尺度之氣象，為大氣環流之一節。探討其天氣現象之形成、變化等歷程，必須對大氣環流有所瞭解。欲對綜觀尺度天氣現象做有限地區之天氣預報，其邊界條件之資料，最好取自全球模式，隨時更新之。

臺灣地區位置特別，天氣受季風環流影響。季風環流的物理機制主要受到西藏高原的動力及熱力作用、大氣與海洋交互作用、波動間非線性交互作用、中低緯度交互作用、南北半球交互作用、對流層與平流層交互作用等的影響。這些課題探討不只可增進天氣現象瞭解，且可在學理上加以探討，在國際上提出此區域性天氣研究的報告。

臺灣地形特別，每年受到颱風、豪雨的侵襲，是為損失重大的災變天氣，探討其現象，增加其預報之準確度，減少災害的損失，是迫切的問題。至於災變天氣本身之學理研究，在學術上亦有重大的價值。

大氣邊界層與大氣紊流等之研究，為近年來受重視之研究對象；在應用上，發電廠空氣品質之評估、污染物之擴散等也運用到小尺度氣象的研究方法。

最近，在國科會的全力支援下，在國內設立特高頻雷達，是為全球性中氣層觀測計畫中重要的一站。

臺灣地區輻射熱與潛熱的研究，不只與大氣成分結構變化有關，與降水之微物理亦有密切的影響，更與太陽能開發有莫大的關係。

作業單位致力於測報工作轉移國內學術單位的研究成果，引進國外已發展的技術，以提昇作業水準。

總之，國內大氣科學研究，著重區域性大氣現象之研究，期以研究增進瞭解大氣現象，提供作業單位改進作業技術參考；並期以區域性大氣科學之研究，在世界大氣科學界佔一席之地；並且配合國際大氣科學的發展，加強理論及基本研究。

陸、重點發展方向規劃之參考指標

自然科學研究屬學術研究，大氣科學為自然科學的一支，故性質也一樣。所規劃的重點自宜大力支持，至於個人興趣及非任務導向的研究，亦應兼顧。因此，大氣科學長程持續性的發展，國內客觀環境需求的研究及基礎研究等皆不可忽略。以下五項是擬定大氣科學未來長程重點發展方向之主要參考指標：

一、在大氣科學上之重要性：

- (一) 在大氣科學研究上是否有深且廣的影響。
- (二) 在大氣科學上是否具有持續發展的學術價值。

二、在人才培育及科技界上的重要性：

- (一) 所培育之人才是否能為學術界或科技界相關的研究活動所吸收。
- (二) 其研究成果或過程是否能適當的援助科技界或其他學門之發展，而達到整合的目的。
　　。大氣科學研究成果，已為核能發電廠、火力發電廠環境評估所應用，更為風力發電風力機造址的重要依據。數值預報發展的方法，更為計算流體力學所採用。

三、與國內現有條件之配合性：

- (一) 目前是否有足夠及優良之研究人力及設備。
- (二) 與大多數研究人員的研究領域及興趣是否配合，以促使人才整合匯為團隊力量。

四、與各單位未來發展之配合性：

- (一) 未來是否有研究人力投入發展重點之可能。
- (二) 是否能配合各校擬定之發展重點，以使學門規劃之方向在實際執行上獲得最大助力
　　。

五、整合的可能性：

- (一) 各重點發展方向彼此在人力及設備上是否能互相配合，以產生實質相乘效果。
- (二) 與其他科學是否能互相磋商、支援以產生相輔相成之效果。

一、擇定之重點發展方向

一、大尺度氣象

(一)季風環流：包括東北季風環流、西南季風環流、梅雨季風環流。

(二)短期、中期與長期的氣候變化。

季風環流的物理機制，主要受到西藏高原的動力與熱力作用、大氣與海洋交互作用、波動間非線性交互作用、中低緯度的交互作用、南北半球交互作用、對流層與平流層交互作用等。研究季風環流，可增進物理機制的瞭解。

短期天氣變化，可認識全球性遙地相關型式，尤其是艾爾尼紐南方振盪的現象。中期預報方面，將配合中央氣象局全面業務電腦化作業，研究數值天氣預報模式之應用與改進。在長期預報方面，以發展遙地相關研究及統計預報方法為主。

二、中尺度氣象

分天氣與動力兩部分：

(一)中尺度氣象天氣部分

1. 中尺度現象結構之診斷分析，並探討大尺度環流與中尺度對流系統之交互作用。
2. 探討地形效應對中尺度現象，鋒面結構動力與颱風風場的交互作用。
3. 海洋與大氣交互作用在中尺度所扮演之角色。
4. 颱風運動結構強度變化及豪雨降水。
5. 臺灣低氣壓、鋒面系統、梅雨鋒面、東北季風、西南季風等所伴隨之天氣現象。
6. 雷達及衛星資料在定量降水估計。

臺灣地區災變天氣大都由中尺度天氣系統導致，目前對中尺度天氣現象缺乏瞭解，為增加預報能力，期減少中尺度天氣災變帶來的損失，對中尺度天氣現象有加強研究的必要。

(二)中尺度氣象動力部分

1. 資料庫的建立、客觀分析法之改進與應用、區域數值模式的模擬實驗。
2. 臺灣地區豪雨機制及系統結構之研究。

資料是大氣科學研究的基礎，分析中尺度現象需要充分高品質的資料以及正確客觀的分析方法，故首重資料庫之建立，客觀分析方法的選定。

探討豪雨機制及系統結構，包括大尺度與中尺度之交互作用、地形引發的中尺度天氣系統、降水風力對地形之影響、激流與豪雨間的關係。

三、小尺度氣象

- (一)大氣邊界層氣象。
- (二)小尺度大氣紊流與擴散現象研究。
- (三)氣懸膠研究。
- (四)大氣化學研究。

小尺度氣象之研究學理探討、儀器實驗、外場觀測、資料分析等各種不同研究方法，結合各機關的有限人力、儀器設備，進行實質的合作。

四、大氣物理

- (一)臺灣地區大氣成分與垂直結構及其變化。
- (二)臺灣地區降雨的微物理研究。
- (三)特高頻雷達之中氣層觀測實驗。
- (四)太空電漿物理研究。

大氣運動之原動力為太陽的熱源，故大氣輻射與潛熱的變化之研究是大氣物理研究之主題。大氣的長期變化受輻射熱能左右，而局部地區模式中最重要的問題，即掌握雲雨成長的微物理及釋放潛熱的動力機制。

高層大氣物理由於人造衛星及遙測技術的進步，獲得大量的觀測資料，有助於研究高層大氣之結構及其物理現象。尤其臺灣地理環境特殊，在中低緯度 VHF 雷達站為中氣層觀測計畫（MAP）中佔重要地位。

五、應用氣象與測計

- (一)航空、海洋、農業與水文氣象。
- (二)天氣預報。
- (三)雷達、衛星氣象。
- (四)氣象測計之研製。

大氣科學之研究之目的，提高氣象預報之準確度，以發展的預報方法，應用於日常作業之中，故數值天氣預報之作業化，長期預報等，都有助於天氣情況之掌握，防範災變天氣，減少災害損失，增進國民福祉。

大氣科學之應用於航空，以增進飛行安全；應用於其他方面，有助於給水防洪、灌溉水利等。

近年來，氣象衛星、氣象雷達技術之發展，更有助於天氣情況之分析與預報。引進發展衛星、雷達氣象技術更刻不容緩。

國內人工價格較廉，且儀器零件較國外便宜，天氣情況特殊，宜於研製特殊的大氣觀測儀器。

捌、重點發展方向擇定之原因及規劃內容

一、大尺度氣象

在大氣科學領域中，研究對象為綜觀尺度（尺度為一千公里）與行星尺度（尺度為一萬公里）大氣現象者稱為大尺度氣象學，大尺度氣象不但主宰氣候變化，而且提供基本流場影響中小尺度天氣擾動的移動與強度變化。因此，大尺度氣象學成為大氣科學的基礎，也是近六十年來的研究主流。由於資料的不足及其本身的複雜性，已往的研究受到很大的限制。但近年來地面及高空資料的大量增加，以及數值天氣預報與數值模擬的發展，使大尺度氣象學的研究有很大的進展。

臺灣地區位於歐亞大陸與太平洋之交界地區，又位於中、低緯度過渡地帶之副熱帶地區，其天氣與氣候的變化受到獨特的大尺度季風環流所控制。因此加強本地區獨特的大尺度季風環流研究，必能貢獻臺灣地區的天氣與氣候預報工作以及國際大氣科學學術界。

又青康藏高原面積廣大，是世界上地勢最高面積最廣的高原，不但影響中國大陸及臺灣地區的天氣與氣候，而且整個亞洲，以至全球環流都有影響。青康藏高原對大氣的作用，包括對氣流及天氣系統的阻擋與偏向作用，產生下流尾流區域的風切線輻合區，以及天氣擾動，由熱源引起的全球性熱力直接環流等。因此青康藏高原對大氣影響不但是東亞天氣的一個地方性問題，也是全球環流的世界性問題，所以青康藏高原動力及熱力效應的研究應該是我們的重點計畫，希望借此研究計畫能提高學術研究層次，也能改進臺灣地區的天氣與氣候預報。

所以，國內對大尺度氣象研究重點，應包括兩大項：季風環流與短期氣候變化。

(一)季風環流：影響我國天氣之季風，冬季為東北季風，夏季為西南季風及梅雨季風環流

。

1. 東北季風環流

在冬季，亞洲——太平洋地區的主要熱力直接環流，包括印尼、馬來亞及澳洲一帶的上升運動，由此上升運動地區向北至西伯利亞、蒙古地區的下降運動，向東至太平洋地區的下降運動，及向西的環流等；在低層大氣之主要環流系統則包括印尼、馬來亞及澳洲一帶的間熱帶輻合區，蒙古和中國大陸的地面高氣壓及東亞地區之東北季風；在中緯度中高對流層之主要環流系統則有行星波、綜觀尺度之波動等

。研究重點將在於這些大尺度東北季風環境的結構、時間變化、相互之關係，它們對中小尺度天氣擾動的影響，以及青康藏高原的影響等。

2. 西南季風環流

在夏季，亞洲、太平洋區域的主要熱力直接環流包括印度北部、西藏高原的南部的上升運動，由此上升運動向東、西、南、北四方輻散的氣流，在太平洋中部的下降運動等。在低層大氣之主要環流則包括西藏高原熱低壓、太平洋副熱帶高壓及東亞地區之西南季風；在高對流層則有西藏高壓、太平洋低壓槽等大尺度環流。研究重點將在於這些大尺度西南季風環流的結構、時間變化、相互關係，它們對颱風生成與移動的影響，以及青康藏高原影響等。

3. 梅雨季風環流

五、六月份是臺灣地區梅雨期間由冬季季風環流轉換為夏季季風環流的過渡時間。在此期間，熱力直接環流已具有夏季季風環流的特徵，在低層大氣的主要環流，也具有夏季季風環流之太平洋副熱帶高氣壓及西藏高原熱低壓等，但是冬季季風環流之蒙古高氣壓仍然存在（強度轉弱）。因此西南季風與東北季風在華南及臺灣地區輻合產生梅雨滯留性鋒面及低層噴射氣流等現象。研究重點將在於這些大尺度環流的結構、時間變化、相互關係，它們對梅雨中尺度系統的影響，以及青康藏高原的影響等。

(二) 短期氣候變化

近年來，短期氣候變化的研究成為大氣科學的熱門研究課題，這方面的研究使我們認識了許多全球性的遙地相關型式，其中對全球氣候影響最顯着的現象是艾爾尼紐／南方振盪（El Niño/Southern Oscillation, ENSO）的現象，此現象包括東太平洋南美海岸地區及中太平洋赤道地區，每隔幾年就有異常的海面增溫現象，這就是 El Niño。它將影響熱帶地區乃至於全球的氣候變化。El Niño 發生同時，南太平洋地面高壓減弱，而印尼澳洲一帶的地面低壓亦減弱。此外 El Niño 現象也造成中對流層所謂的太平洋—北美洲遙地相關型式（Pacific/North American Pattern, P~A）。這種伴隨的天氣型式的變化即是 Southern Oscillation。一般認為 El Niño 海洋現象的發生乃是受到中太平洋東風減弱的影響，而 Southern Oscillation 大氣現象的發生則是由受到海溫變化所引起的。因此，ENSO 乃是大尺度大氣—海洋交互作用的現象。

※研究目標與方法

對於前述研究對象，國內大尺度氣象研究目標應包括兩大主題：

(一) 增進物理機制的了解

季風環流的物理機制主要受到西藏高原的動力及熱力作用、大氣與海洋交互作用、波動間非線性交互作用、中低緯度交互作用、南北半球交互作用、對流層與平流層交互作用等的影響。

(二)發展中長期預報之方法

在中期預報方面，將以配合中央氣象局全面業務電腦化計畫研究數值天氣預報模式之應用與改進為主；在長期預報方面，則以發展遙地相關研究及統計預報方法為主。

針對研究對象及研究目標，所採取方法應包括：

(一)資料與天氣分析。

(二)數值模式。

(三)理論研究。

※應優先研究重點工作

(一)研究西藏高原動力及熱力效應對於各種季風環流的影響

西藏高原的動力效應包括對西風及西風擾動的阻擋與偏向作用，以及對下游區風切線與天氣擾動等系統生成與發展的影響等。而西藏高原的熱力效應則主要是對夏季與梅雨季全球性熱力直接環流及全球高低壓系統遙地相關型式的影響等。

(二)短期氣候變化之研究

包括遙地相關型式，ENSO 以及其與臺灣長期天氣變化之關係等之研究。

(三)引進研究用全球數值模式

將以美國國家大氣研究中心（NCAR）的氣候模式（Community Climate Model, CCM）為優先考慮對象。NCAR CCMOB 建立於一九八三年，其主要目的是提供一個中、長期預報研究及氣候模擬研究用的基本氣候模式。此模式主要是以歐洲中期預報中心（European Center for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF）的絕熱，無摩擦的波譜式為基礎，再加上輻射、潛熱釋放、垂直擴散、地表通量等物理參數，而垂直與時間方面則採用澳洲波譜模式的差分方法。此模式的優點在於可塑性很高，引進容易，而且已經有很多利用此模式的研究成果，我們對此模式之氣候特性有較深入的了解。

二、中尺度氣象

中尺度氣象系統通常指水平覆蓋範圍在二公里以上，二千公里以下之氣象系統，更細的方法還有許多種，最流行的分類，是定義水平涵蓋範圍在二至二十公里者稱為珈瑪中尺度，介於二十至二百公里者稱為貝他中尺度，而在二百公里至二千公里者稱為阿爾發中尺度。不過這只是為討論方便的命名法而已，並沒有學理上的依據，也沒有清晰的真實現象的支持。譬如，雷暴雨就包括由氣團性的對流胞（只覆蓋一至十公里見方）到所謂的中尺度對流複合體（覆蓋三、四十公里見方以上），而重力波也有自小山岳所造成的波長只有一、二公里至其他機制所引發的波長可達上萬公里者。

臺灣位於東亞陸地的外緣。東邊是浩瀚的太平洋，以溫暖的黑潮為界，黑潮帶寬約百公里；西邊隔著約一百五十公里寬的臺灣海峽，與歐亞大陸之主體遙遙相望；南邊是菲律賓與溫濕的南海；北面則是東海與日本。臺灣本島東西寬約百公里，南北長約四百公里。島上多山，除西南部有稍大的平原（最寬處也只有三十六公里）外，全是陡峭的山岳。尤其是平均高度超過三千公尺的中央山脈，由北而南將臺灣分成兩半，東部的地形較西部還陡峭，地形的高寬比有些地方甚至超過 0.1。此外，閩浙丘陵位於臺灣氣流的上游，寬約四百公里。

另外，臺灣位於北緯 22° 間至 25° 間，除夏季有來自赤道地區的天氣系統，如颱風外，其他季節天氣系統主要來自西方及西北方。因此對臺灣而言，局部地區的天氣主要受北緯 20° 至 30° 間天氣系統的影響。在這個緯度下，變形半徑遠比中、高緯度大，天氣系統比較傾向輻合輻散形式，亦即非地轉性。

由上所論可知，不論是本區地形所引發或影響，或大尺度系統變化所激發出來的天氣系統，主要屬於中尺度。而由實際的體驗，我們也都知道臺灣地區造成災害的劇烈天氣也多數屬於中尺度。目前對於中尺度天氣現象缺乏瞭解為增進預報能力，減少中尺度災變天氣帶來的災害，需加強中尺度氣象方面的研究。

而像臺灣的地理條件，如位居北緯 20° 至 30° ，四面環海以及山脈陡峭等，在世界其他地方並不多見，因此我們有獨特的中尺度現象，如臺灣低壓、颱風過山、海陸風、梅雨末期的豪雨、鋒面遇山等等。我們認為如果國科會把研究重點放在這些獨特的天氣系統，不但對了解本區的天氣之結構，探討其形成原因，應用研究完成後，可將研究成果移植於作業系統，乃至於改進天氣預報，有利民生、經濟之外，就學術的眼光，也比較容易創新與突破，在國際的學術舞台上佔一席之地。

因此，在中尺度動力方面，我們於近期內應先着手下列研究：

(一) 資料庫的建立、資料分析與區域數值模式的模擬實驗

中尺度系統不只覆蓋的水平範圍小，其生命期也短，通常在數分鐘至數小時。仔細分析大氣動能的結果顯示在一分鐘到一天的週期範圍，並沒有突出的波譜，這表示中尺度系統都是相當瞬變而分散的。此外，中尺度現象並沒有統一的運動平衡式可以代表，可能每種現象的優勢因素都不相同。因此分析中尺度天氣系統的資料，不但在時間和空間上都要比大尺度的遠為密集，以提供所需的時間、空間解析度，而且在品質上也要遠為優良，因為較難以簡單的動力方式彌補。這也意謂資料分析應儘量用客觀方式，以免為主觀成見所限。

可見分析中尺度現象需要充分的、高品質的資料，以及正確的客觀分析方法。當這些要求無法完全滿足，而其改善也有困難時，則必須靠數值模擬實驗的結果來補充。

綜上所述理由，資料與分析方面的優先研究應規劃如下：

1. 資料庫的建立

目前國內作業單位錄存的電碼資料，除了磁帶儲存編碼不經濟外，資料常常太零亂以至於以電腦直接分析時會遭遇相當困擾。而氣象雷達與衛星資料除了不滿足中尺度氣象的時間解析度要求外，資料的儲存也未考慮到第二者研究的方便。

因此建立以學術研究為主的資料庫（類似 NCAR 資料庫），研究自原始資料的錄存，資料品質控制至資料管理的經濟有效方法。

2. 客觀分析法之改進與運用

由於中尺度氣象的研究歷史還很短，主要的原理並不清晰明顯，為了儘可能存真，天氣資料的分析應採用客觀方式，迴避主觀成見，中尺度現象與大尺度現象至少在力的平衡方面是有相當多的差異存在，這點共識必須建立。然而臺灣地區測站密度極不均勻，現有客觀分析法都或多或少有所困擾。

因此針對本地區中尺度天氣資料的客觀分析法的改進與發展國科會應予充分鼓勵與支持。

3. 區域數值模式的模擬實驗

利用動力學、數學與電腦的整合威力作模擬實驗，遠比設立測站作場外實驗為經濟。而且模擬實驗可以很方便的指出某氣象參數改變時大氣運動的相對反應；而場外實驗却必須花費龐大的人力、物力、財力等個案發生。尤其臺灣四面環海，海上設站困難，缺乏測站的廣大區域的資料，可用數值模式模擬的方式予以彌補。

因此數值模式之模擬實驗可彌補缺乏之資料，同時可以物理的原理與方法對有資料的地方加以檢定。

(二) 中尺度氣象動力研究

大尺度（或稱「綜觀」尺度）氣象的研究由於歷史悠久，基本的原理大致已瞭解透徹。近十年來國際上的研究重點，幾乎都放在行星尺度與中尺度上。尤其是後者，不但研究問題多，而且進展也相當可觀。國內多年從事有潛力參與及有興趣予中尺度氣象的人力，雖也有不少，但與外國（尤其美國）相比較仍遠為遜色，而且經費設備（包括電腦、圖書）也遠遠不及，如果國科會也在每一個可能的問題都予相等的投資，恐怕效果不彰。

因此我們認為國內目前主要支助在較具地方特色的中尺度天氣系統方面的研究。所謂特色，歸納的說就是由以下兩個因素所決定：①緯度在 20°N 與 30°N 之間，②中尺度地形之效應。而在這一類的問題上，大部分和臺灣地區的豪雨有關。故我們建議的短期內的努力目標為「臺灣地區豪雨機制及系統結構之探討」，包括以下之副子題：

1. 大尺度與中尺度之交互作用，包括鋒面結構到達低緯度地區後的變化；鋒面遭遇地形障礙後，其排列方向及結構上的變化；臺灣低壓的生成與發展；中尺度對流系統發生與發展之有利大尺度環境及其受與不受地形影響之比較。
2. 地形引發之中尺度系統，包括特定地點的降水問題（即為什麼固定某些地點發生豪雨的機率特別大）；氣流遇山引發重力波為豪雨之關係；海陸風與山谷風與豪雨之關係。
3. 不同降水系統從海上到陸上受地形之影響。
4. 颱風降水、風力及路徑受地形的影響。
5. 珀瑪中尺度對流系統與中高緯度類似系統之異同。
6. 激流與豪雨間的關係，包括低層激流與豪雨的因果關係；高、低層激流交互作用對豪雨之發生所扮演的角色。

(三) 中尺度天氣動力研究長期計畫

就長程的眼光而言，除了發展有創意的基本研究（包括原理、機制之探討與中尺度氣象之分析、實驗）外，應積極推動實驗與觀測設備之改善，軟體中心之設立等。國科會應該認識學術研究用的設備、資料品質的控制，以及操作程序上是和作業單位有所差異的，國科會也應讓各階層有關人士有這種認識。研究可歸納為下列二大項：

1. 軟、硬體之改進

(1) 成立模式庫

包括引進國外之優良電腦模式，或國人設計之模式，編寫手冊，以提供他人使用

◦

(2) 協調成立電子計算機中心

租用「研究專用」中、大型電子計算機，並提供硬、軟體之服務。

(3) 設置一至二部研究專用移動式都卜勒雷達。

可置於貴重儀器中心，此項設備可提供絕佳之中尺度三維觀測資料。

(4) 建立或委託建立自記式之中尺度觀測網，包括在海上建立浮標式自記測站。

(5) 爭取購置實驗飛機從事中尺度天氣之觀測，或洽借現有飛機，由國科會提供所需觀測儀器。

2. 基本原理機制之探討與分析：把注意力放在北緯 20° 至 30° 間。

(1) 颱風

尤其是在臺灣附近的颱風生成問題，包括資料分析、及模式與理論探討，雙颱風的問題也值得注意。

(2) 山後旋生的問題

除了加強瞭解中尺度山岳造成之旋生問題外，也應探討青康藏高原引起的中尺度旋生及與中尺度對流複合體的關係。

(3) 大尺度強制力造成中尺度對流系統之機制與後果。

(4) 其他有關中尺度動力之研究，包括山後重力波與亂流、颶線的生成與發展、鋒生與鋒面發展的機制與過程。

四 中尺度氣象天氣研究

誠如上文所述，臺灣地區災變天氣大都由中尺度大氣系統導致，目前對它們缺乏了解，為增加預報能力以減少其帶來的損失需加強中尺度氣象方面的研究。是故以臺灣地區之劇烈氣象災害為考慮研究對象之基礎。

中尺度氣象天氣之研究：

在學術上：對中尺度現象之研究，可增加了解災變天氣原因。

在應用上：在應用研究完成後，可將科學成果移植到氣象／天氣預報作業系統，以改進經驗。

在經濟上：改進預報可減少損失，相當於增加收益。

現今及未來中尺度研究均為大氣科學研究之重點，目前對於控制逐日天氣變化的綜觀尺度系統已相當了解，預報亦已進入科學化（動力／數值／自動）階段，但導致短期（二十四小時內）劇烈天氣（災害性）了解及預報能力有待建立。

大氣科學研究兼具基礎（學術）研究及應用之本質，其研究性質可區分為四個階段，即基礎研究、應用研究、技術發展及作業化。目前國內之支援單位，前兩階段主要由國科會，而後兩階段主要由各氣象作業單位來完成。因為目前在國際上大

家所面臨急切解決的氣象實際問題首推災變天氣，而災變天氣幾乎都是屬於中尺度現象，故中尺度氣象學可說為目前及未來大氣科學之重點方向，特別是我們臺灣地區各季節幾乎皆可能有災變天氣發生。因此，中尺度氣象方面的研究，基於學術及應用的考慮，可按學校方面及作業單位方面的認知辨認以下幾項子題研究重點：

1. 學校及研究單位方面：

- (1) 中尺度現象結構之診斷分析。
- (2) 大尺度環流與中尺度對流系統之交互作用。
- (3) 地形效應在中尺度現象所扮演的角色。
- (4) 海洋與大氣交互作用在中尺度對流系統所扮演之角色。
- (5) 颱風及豪雨之定量降水預報研究 (QPF)。
- (6) 颱風風場與地形之交互作用。
- (7) 鋒面結構／動力及其地形之交互作用。

2. 作業單位方面：

- (1) 臺灣低壓之生成、發展及伴隨之天氣現象。
- (2) 鋒面系統及伴隨之天氣現象。
- (3) 春季非鋒面型之中尺度對流系統。
- (4) 東北季風及西南季風影響下之局部性豪雨。
- (5) 產生劇烈天氣現象之熱帶與中強度系統之交互作用。
- (6) 颱風之運動、結構、強度變化及其與地形之交互作用。
- (7) 雷達與衛星資料在定量降水估計、颱風位置確定及中尺度系統定性／定量分析方面之研究。
- (8) 兩鋒面及伴隨之劇烈天氣現象，例如：豪雨。

3. 為使中尺度氣象研究能順利進行，我們希望能夠配合：

- (1) 由國科會建議有關單位（例如：中央氣象局）在建立中尺度觀測網時，應考慮實作及研究上之需求，使缺合理描述中尺度現象。
- (2) 作業單位之雷達與衛星資料，建議能同時保存照相及數字化形式，以利研究。探空資料考慮減少時間間距。
- (3) 成立中尺度資料中心，並注重中尺度資料客觀分析之研究與發展。
- (4) 我國研究人力及研究經費均相當有限，將大部分人力、物力投資於某些重點方向應屬必要。在大氣科學方面之研究，應以對災變天氣增加了解此改進預報為重點當無疑問，而這些劇烈變天氣多屬中尺度氣象範疇，故中尺度氣象為今後我國天氣科學研究之重點方向亦可確定。

三、小尺度氣象

小尺度氣象之研究規劃，以理論探討、儀器實驗、外場觀測、資料分析等各種不同方法，選擇具有長期持續發展學術價值之專題，不只能提昇國內的研究水準並兼顧實際的需要，對國內經濟建設，國民福祉有所貢獻。

研究規劃：(一)大氣邊界層氣象，(二)小尺度大氣紊流與擴散現象，(三)氣懸膠，(四)大氣光化學等四部分。

(一)大氣邊界層氣象研究

1. 發展總集平均 (ensemble mean) 與大流渦 (large eddies) 兩種紊流動力學數值模式，研究非均勻性大氣邊界層 (inhomogeneous atmospheric boundary layer) 及過渡邊界層 (transition boundary layer flow) 等問題。該項研究結果，可以配合風洞內之實驗及外場觀測，建立簡易之非均勻性邊界層流之參數化方法 (K 值模式)。
2. 應用紅外線 (IR) 飛機遙測方法 (配合林務局已有之航照飛機設備) 求取臺灣地區、都市、陸地、海峽等表面溫度之分佈與變化特性。該項研究結果，對於地面差異加溫反應引發之邊界層流可提供最重要的基本數據資料。應可瞭解局部環流之驅動機制。
3. 發展臺灣地區局部氣流模式 (local flow model)，研究山脈地形、海陸交錯、都市效應等因素引起之局部氣流動力與熱力特性。模式發展之初期可直接引用臺灣地區已有之氣象地面觀測與探空觀測資料。在中期可引用1、2項之研究成果，在後期則需大型之外場觀測實驗計畫以為配合。

前三年之研究工作主要為發展紊流數學模式、紅外線遙測技術、局部氣流模式及蒐集已有之氣象觀測數據及風洞實驗。其成果為發展第一代模式。在第二個三年之分程研究，規劃及建立大型外場觀測實驗，擇定地區分年進行外場實驗，做為建立第二代模式之依據。第三個三年分程研究則建立完成第二代數學模式，並應用於模擬臺灣地區重要之邊界層氣象問題。

在第一期三年計畫中，各參與機構應分工負責建立實驗所需之研究設備。

(二)小尺度大氣紊流與擴散現象研究

1. 研究臨海或都市地區內邊界層 (internal boundary layer) 之發展對於紊流擴散之影響。其初期研究強調使用總集平均之紊流模式瞭解內邊界紊流結構對擴散作用的影響，並配合風洞內邊界層之模擬與擴散實驗，作理論與實驗之比較。在中期則進

行大規模之外場觀測實驗，建立完整之數值模式。該項研究成果可提供建立內邊界層內空氣品質模式，進行實際之應用。

2. 城市建築與街道產生之空氣動力效應對微尺度 ($< 1 \text{ km}$) 內擴散作用影響。主要由風洞模擬與外場追蹤劑擴散實驗比較配合，以建立國內適用之都市街道空氣污染擴散模式。
3. 大氣密度成層（穩定成層、中性及不穩定成層）及垂直風切效應對於熱昇流的影響。其研究內涵包括建立積分軌跡熱昇流模式（integral plume model），由逸效應的參數化，探討風切與密度成層效應對昇流之動力與熱力影響。在實驗方面可應用水工水槽之密度層流作模擬實驗，在外場實驗方面可選擇代表性之烟囱熱昇流，應用光達（lidar），紅外線之體照相，經緯儀觀測等技術進行觀測實驗，研究成果可建立臺灣地區烟囱熱昇流之應用公式，作為環境污染，影響評估之基本根據。
4. 研究區域性大氣之輸送與擴散現象，其空間之水平尺度為 50~100 公里，垂直尺度為大氣邊界層。該項研究可配合局部氣流模式之研究工作，建立輸送與擴散之模式。模式之類別包括網格尤拉模式，或軌跡蘭格侖基模式。實驗工作則可應用 SF 追蹤劑或放射性同位素追蹤劑之技術，分析氣懸性物質在大氣邊界層中之輸送軌跡與擴散參數，並與模式比較配合，並予改進。該研究成果對於區域空氣資料之管制，空氣污染總量規制之作業研究提供重要之依據。

研究方法：原則以數值模式研究與風洞水槽為主。

(三) 氣懸膠研究 (Aerosol Study)

1. 臺灣地區自然性與人為性氣懸膠、光學、及化學特性觀測分析研究。
2. 氣懸膠在近地層內移除作用研究，包括沈降（deposition）及雨洗（washout）過程之動力模擬及實驗研究。
3. 大氣濁度（turbidity）與氣懸膠光學特性關係之研究。

(四) 大氣光化學研究

1. 臺灣地區降水化學成分、酸鹼度之分析研究。
2. 光化學污染物 HC, NO, NO₂, O₃ 生成機制研究
3. 臺灣地區主要都市光化學污染物空氣品質分析與空氣品質模式之研究。

四、大氣物理

大氣物理包含的範圍很廣，以目前國內的人力，規劃將來的發展以大氣物理與高層大氣二部分為研究重點。

(一) 大氣物理

大氣物理最主要的兩個主流是大氣輻射及雲物理。由於驅動大氣運動的根本原因與機制是太陽輻射及潛熱。大氣的長期變化受輻射所左右，而局部地區模式中最重要的問題，是如何正確的掌握雲雨成長的微物理及釋放潛熱的動力機制。這方面的研究有助於解決數值動力模式中的一些瓶頸問題。

另一方面，由於人造衛星及遙測技術的發展，目前許多大氣參數的測定已逐漸可用遙測的方式求得，而地表的偵測，地球資源的開發，農林漁牧、軍事交通及環境保護方面的應用也普遍利用遙測技術。國內目前在這方面的研究發展相當重視，並由經濟部組成遙測小組（目前改屬農委會）全力推動。目前我們遭遇的困難是我們對臺灣地區大氣輻射的詳細情形並不十分瞭解。這是因為臺灣地區缺少有系統的觀測分析與長期的記錄。因此，本地區大氣的組成及其變化研究如何？大氣的垂直結構及其變化又是如何？所知極為有限，而使用國外的觀測資料或因緯度之不同，或地理環境之差異往往造成很大的誤差，却又不知如何修正。

基於上述原因，我們選擇第一個子題「臺灣地區大氣成分與垂直結構及其變化」做為三年內優先發展的一個重點，另一個優先發展的重點子題是「臺灣地區降雨的微物理研究」。

1. 臺灣地區大氣成分及垂直結構及其變化之測定

我們對臺灣地區大氣中組成物含量之分布及變化對大氣輻射之影響有正確認識，垂直大氣參數遙測方法有所突破，並進一步促進地表與海面遙測技術的發展及應用之推廣。其研究子題為：

- (1) 大氣中 CO_2 , H_2O , O_3 等含量之變化及其對大氣輻射之影響。
- (2) 垂直大氣參數遙測方法之研究。
- (3) 地表及海面溫度遙測技術發展及應用。

2. 臺灣地區降雨的微物理研究

這是一個長久困擾著大氣科學界的問題。地處溫帶與熱帶交界地方的臺灣地區，其降雨過程到底是冷雨還是暖雨過程？還是兩者都是？在依傍高山，面臨大海，又深受人為空氣污染影響下，臺灣地區的凝結核成分分布又如何呢？我們要做好豪雨預報

，不但要掌握大中尺度天氣系統的變化，更要瞭解成雲降雨的物理過程。另一方面，降雨的微物理研究也是人造雨及天氣改造研究的基礎。國內即將有一部五公分氣象用都卜勒雷達的設置，對這個問題研究將提供有利的工具。其研究子題有六個：

- (1)臺灣地區冷雨及暖雨發生個案之背景調查。
- (2)多變數雷達 (Dual-parameter) 觀測雲滴、雨滴分布、雨滴終端速度、亮帶 (melting belt) 等。
- (3)普通雷達之觀測。
- (4)臺灣地區凝結核之成分及分布調查研究。
- (5)雲物理實驗、研究暖雨過程、除霧過程等。
- (6)理論研究與數值模擬。

(二)高層大氣

高層大氣的研究是今後十年我們必須加強研究的重點方向，其原因有四：

- (1)由於航空與太空科技的發展，人類生活的領域已不再拘限於地表甚或對流層，有關氣象、交通、電信、國防的需要都迫使我們非去研究高層大氣不可。
- (2)由於人造衛星及地面遙測技術的進步，使我們擁有大量的資料去研究高層大氣的結構及物理現象。
- (3)國內現有人力及設備能够充分配合，例如特高頻雷達的建立、地磁微脈動儀遙測影像處理系統，加上多年來國人分析衛星實地觀測資料的經驗，使我們有足够的能力去研究這些問題。
- (4)高層大氣的研究需要國際合作，且常涉及高度科技與國防機密問題，必須擁有自己的研究，並隨時與國外保持密切聯繫。

近三年內我們選擇了下列子題做為優先發展的重點：

1. 特高頻雷達之中層大氣觀測實驗

中壢雷達已經建造完成，它是亞洲中低緯度地區，唯一的 VHF 測站，在國際中層大氣觀測計畫 (MAP) 中，佔很重要的地位。我們除了國際合作交換資料進行MAP計畫之外，還可以自行研究下列諸問題：

- (1)臺灣北部地區高層大氣垂直結構之長期連續觀測。
- (2)重力波之產生消散及大氣能量之傳送。
- (3)大氣亂流產生之機制及消散。
- (4)對流層頂之長期連續觀測。
- (5)中低層偶合 (Coupling) 作用之研究。
- (6)電磁波在不同密度大氣中傳播之研究。

(7)惡劣天氣下，高層大氣擾動之產生與傳播機制。

2. 太空電漿物理之研究

太空科學的發展首先必須對太空環境有正確的認識。短期內國內發展太空科技尚無法做到發射火箭、衛星或太空船的程度，但我們可以由國外人造衛星或太空船所蒐集的資料加以研究，並配合理論的模擬與分析，或進一步參與國外太空船的實驗工作。目前可以進行的研究包括：

- (1)磁層及電離層的研究。
- (2)行星際震波的研究。
- (3)太陽風。
- (4)地磁微脈動。
- (5)磁場的偶合作用。
- (6)太空電漿模擬。

五、應用氣象與測計

目前國內的應用氣象研究，大部分由實作單位因業務之需要，而在研究推動，像中央氣象局偏重於一般天氣預報、漁業氣象、水文氣象及農業氣象；民航局及空軍氣象聯隊則偏重於航空氣象的研究；海軍氣象中心則偏重於海洋氣象的研究。學術機構也有人從事這方面之研究工作，但為數較少且與實作單位共同合作而研究者居多。

科學發展日新月異，氣象之理論及觀測技術的精進，也使得應用氣象有了長足的進步，因此研究之領域也愈深、愈廣，所需之氣象學理及技術層次愈高，樂觀的估計，日後除了實作單位仍會在推展業務的需求下繼續的研究外，學術單位將投入之人力亦會逐漸增加。

近代科學分工日細，氣象學一科，亦可視其理論研究取徑之異及其於人類各種活動上應用之別，而分門別類。如氣象學對於航空問題上的應用，有航空氣象學；對於有關給水、防洪、灌溉及水力發電等問題的應用，則有水文氣象學；其他如農業氣象學、醫事氣象學及天氣預報等皆是應用氣象研究之範圍。這些氣象應用科學之研究，可直接影響國計民生，如能做好這研究，一方面可促進氣象業務之推展，提高服務品質，另一方面可以防災，進而使經建之步伐能穩當的向前邁進，厚植國民福祉。

謹將規劃小組委員集思廣義所擬定應用氣象近年內國內亟待進行之研究內涵及其子題分述如下：

(一) 航空氣象

1. 低層風切之觀測及預報研究。
2. 山岳波及地形效應之觀測及預報研究。
3. 濃霧的生成預報及消除方法的研究。
4. 雷雨及其相關問題的研究。
5. 低雲幕的生成及預報的研究。
6. 破壞性風力及極端風速之研究。

(二) 海洋氣象

1. 海水倒灌與天氣系統的關係。
2. 暴潮與海浪的預報研究。
3. 颱風強度變化與海洋等特性之相關研究。
4. 海面特性與展期或長期天氣變化的關係，例如 ENSO 之研究。

(三) 農業氣象

1. 加強作物微氣象觀測。

2. 加強微氣候研究。
3. 加強農業氣象災害預防方法之研究。
4. 加強農作物產量預測之研究。
5. 將遙測技術與微氣象相結合，來研究（近）地面溫度及含水量，做作物災害之預防。

(四) 數值天氣預報

1. 利用中央氣象局所發展之數值天氣預報系統（包括全球、區域、中尺度及颱風路徑數值預報系統）之產品，做各類應用氣象之研究。
2. 模式輸出統計（MOS）方法的研究，以預測各類氣象應用問題。

(五) 長期（一年）天氣展望

1. 長期之月及季節展望的研究，以供決策制訂單位之參考。

(六) 傳統雷達氣象

1. 雷達資料的校正研究。
2. 長期觀測尋求降水結構及降水量關係式研究。
3. 降水系統之密集觀測及個案分析研究。
4. 降水結構移動方向、路徑等之研究。
5. 雷達資料流通的研究（包括照片存檔和磁帶書字格式統一及磁帶借用之研究）。

(七) 都普勒雷達氣象

1. 利用單一都普勒雷達在飛航安全及小尺度擾動之研究。
2. 用都普勒雷達資料對劇烈天氣之風場、壓力及溫度擾動場之研究，加強研究其動力特性。
3. 對中尺度各類天氣資料的蒐集及分析（單一及雙都普勒雷達）。
4. 都普勒雷達分析降雨系統內部動力結構，了解降雨核心之形成與移動之研究。

(八) 衛星氣象

1. 衛星遙測垂直大氣變數資料之應用（用於數值預報中，了解大氣垂直結構）。
2. 以衛星資料配合雷達資料，作雨量強度分布之估計研究，有助於估計降雨量、追蹤降雨核心（例如颱風之定位及強度分析）。
3. 衛星資料的蒐集及分析研究。
4. 應用雲物理之知識於天氣改造的研究，以作乾旱之防範與補救及消霧之用。

(九) 水文氣象

1. 臺灣地區雨量特性與分布之研究（例如各流域暴洪（flash flood）定量預報中所需之定量降水預報）。

(+)一般天氣預報

1. 改進展期天氣預報方法。
2. 高速公路上霧之預測研究。
3. 乾旱與短期氣候變化之研究。
4. 即時預報(Nowcasting)之研究。

(+)測計

測計是所有氣象上分析、預報、研究和應用的基礎，其重要性自不待言。臺灣處亞熱帶氣候、高溫多濕、鹽分也多，且多雷雨，常造成氣候儀器維護的困難，同時國外的儀器又不是針對這些氣象情況而製造，故其使用的情況很不理想。目前臺灣之輕工業已有自製氣象儀器之潛力，但目前政府或民間團體都還未帶動「氣象儀器自製」之風氣，每年都要花很多的經費購置各類外國製造的氣象儀器，如果我們不仰賴外人，培養國內儀器廠商來製作適用價廉之儀器，則定會替氣象測計開闢一條光明燦爛的里程，並能節省國幣，進而增進全民福祉。預期達成目標如下：

1. 配合儀器之進步，加強測計課程內容之研究。
2. 所有氣象儀器皆由氣象單位統一規格，作為廠商研製之標準。
3. 改進自記雨量計及溫度計(包括感應器及資料處理器)。
4. 改進日射計及風速計(包括感應器及資料處理器)。
5. 規劃設立都普勒雷達及研究用普通雷達各一部。
6. 氣象偵察飛機之籌設。

以上所規劃之工作，可由下列策略執行：

- (一) 加強學術機構與實作單位在應用氣象研究之合作。
- (二) 引進國外應用氣象研究之新方法、新理論。
- (三) 常相互交換研究意見及心得，避免重複浪費之投資，並相互引用優良之研究方法及成果，順利達成應用氣象之研究。
- (四) 能配合經建、厚植國防力量之應用研究優先(即列入近程目標)。
- (五) 做好過去未深入研究之應用氣象領域，由定性之研究邁入定量之研究。
- (六) 配合儀器之更新(如都普勒雷達等)，開拓新的應用氣象領域或方法。

總之，應用氣象之研究乃結合理論方法與技術之研究，牽涉甚廣，國科會應從各學術及實作單位多投入人力，從理論與技術雙管齊下，建立良好的應用氣象研究，革新吾國氣象業務，提高國際之研究聲譽。

玖、結論

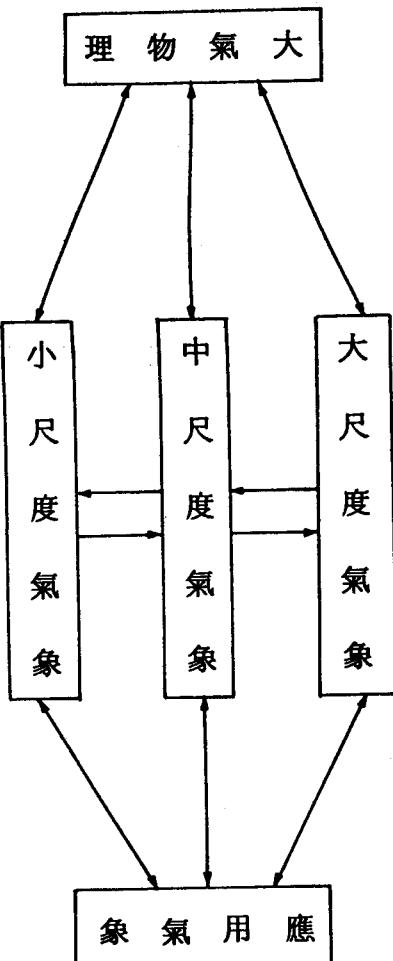
大氣科學學門規劃擬定了發展方向：

- 一、大尺度氣象研究。
- 二、中尺度氣象研究。
- 三、小尺度氣象研究。
- 四、大氣物理。
- 五、應用氣象。

以上五個重點研究發展方向，在基礎研究與應用上有其重要性，並且每個重點間有互相關係，彼此配合支援，有整合性如圖所示。

總之，大氣科學學門規劃，以大氣科學基本研究為出發點，配合各機關學校的設備與人力，就上列五個重點發展方向的研究內涵做有系統的發展。

前述五個重點方向並不可能涵蓋大氣科學每位學者的研究領域，鑑於此，國科會仍以相同的熱忱來支持未納入重點發展方向的優秀計畫，並隨時支援新開發、有發展潛力的研究領域。這樣，希望我國大氣科學的發展，不只能切合國內的需要，增進國民的福祉，在學術上亦能以我們特殊的環境，以區域性的大氣現象稱著於學術界；在基本研究上，亦能與先進國家頗頗。



附錄：查證訪問紀錄

一、國立臺灣大學大氣科學系

(一)目前狀況：

- 1.人員：現有員額十六名及副教授以上研究人員十名，研究工作相當積極。
- 2.研究：天氣學、數值天氣預報、應用氣象與遙測等皆有績效表現。
- 3.儀器：
 - (1)教學設備，可供學生實習用。
 - (2)微氣象觀測坪。
 - (3)二十五米鐵塔及其附屬設備。
 - (4)計算機 PDP MINC-23。
 - (5)高空探空儀、慢速風洞、雲物理觀測系統。

(二)規劃情形：

- 1.人員：下年度擬增聘二位回國任教研究。
- 2.研究：擬成立(1)大氣動力(2)天氣學(3)氣候學(4)大氣物理學(5)微氣象等五研究組，三年內執行二十五個研究專題。
- 3.儀器：
 - (1)接受氣象局贈予之探空設備。
 - (2)學校計算機中心未能支援研究需要，擬增購超迷你電腦，以利研究進行。

(三)困難及問題：

- 1.電腦使用上，目前學校設備不能滿足研究之需求，考慮添購超迷你型計算機。氣象局大型電腦裝置後，是否能抽出部分時間支援氣象研究。
- 2.國科會計畫逐年申請，請考慮二、三年為一期核准，以利大型計畫之推行。
- 3.國外發表論文之出版費。

(四)訪問意見：

- 1.大氣研究以計算機為主要工具。計算機資源是亟待解決問題。
- 2.配合國內大氣科學之發展，應儘速爭取成立博士班研究所。
- 3.依現有之人力，研究宜集中在大氣動力學、數值天氣預報及天氣學，進行重點發展。

二、國立中央大學大氣物理系

(一)目前狀況：

1. 人員：現有教授八名、副教授五名、講師三名、助教四名，副教授以上人員或參與研究。另有太空遙測中心人員支援研究。
2. 儀器：(1) VHF 雷達已啓用，10 cm 氣象雷達裝置中。
 - (2) 移動性探空儀、移動性地面測站二組。
 - (3) 頻譜分析儀。
 - (4) 學校計算機 CDC CYBER 170/720, VAX-750。
3. 研究：(1) 中尺度天氣系統、風暴、海陸風等之觀測分析與數值模擬。
 - (2) 對流層與中氣層之交互作用。
 - (3) 磁層與中氣層之擾動。
 - (4) 寶星遙測與太空科學。

(二) 規劃情形：

1. 人員：編制已滿額。需有技術人員操作 VHF 及氣象雷達，待爭取。
2. 儀器：(1) 移動性地面測站十組，以配合雷達觀測之中尺度研究。
 - (2) 配合中尺度研究，雷達自動處理、記錄數字化儀器 (RADAP)。
3. 研究：(1) 著重中尺度與綜觀尺度大氣之研究。
 - (2) 太空遙測之研究。
 - (3) VHF 雷達有關之研究。

(三) 困難及問題：

1. 大型儀器設備之操作與維護，缺乏技術人員。
2. 雖有 CYBER 170/720 及 VAX-750 電腦，仍不敷研究所需，希望氣象局能著重於氣象學術研究。
3. 中尺度大氣觀測地面移動測站約需五〇〇萬元，RADAP 需一、五〇〇元，經費無着落。
4. 行政機構之總務及會計作業，應配合研究工作之進行。
5. 消耗性器材如探空氣球經費無着落。

(四) 訪問意見：

1. 學校應成立 Workshop 以維護學校內之儀器。
2. 國家計算機中心，如美國之 NCAR (National Center of Atmospheric Research) 宜成立，以提供學術界需求。
3. VHF 雷達之下游研究工作應及早推動。

三、中正理工學院物理系氣象組

(一)目前狀況：

1. 人員：有關大氣科學研究人員八名。
2. 儀器：
 - (1) 傳統氣象儀器。
 - (2) 簡易氣象衛星接收裝備。
 - (3) 中山科學研究院 CYBER 730 終端機。
3. 研究：
 - (1) 雲圖分析及數位化。
 - (2) 颱風結構與運動。
 - (3) 大氣擴散。

(二)規劃情形：

1. 人員：擬聘大氣輻射、雷達氣象專才。
2. 儀器：
 - (1) 氣象資料接收傳真機。
 - (2) 近地層氣象觀測塔與觀測系統。
 - (3) 雲物理實驗。
3. 研究：
 - (1) 衛星資料分析研究。
 - (2) 大氣擴散。

(三)困難與問題：

1. 附屬於應用物理系，教學研究上均不方便。請獨立設系以利培訓軍中氣象人才。
2. 經費不足，設備無法獲得。
3. 人才聘請，請有關單位介聘。

(四)訪問意見：

1. 教學陣容相當整齊、設備尚好，够條件成立大氣科學系所，以爲三軍氣象技術人員訓練中心。
2. 危險天氣可列爲另一重點研究。
3. 傳真接收機爲教學研究所必需，應亟購置。

四、私立中國文化大學氣象系

(一)目前狀況：

1. 人員：專任副教授二名、助教二名。
2. 儀器：地面氣象觀測儀，六套自記雨量計。

3. 研究：
 - (1) 氣候資料統計分析。
 - (2) 配合大型防災計畫，豪雨測站規劃。

(二) 規劃情形：

1. 人員：編制四位教授，另二位待聘。
2. 儀器：
 - (1) 配合太陽能研究，將添購輻射儀器。
 - (2) 天氣圖傳真機。
3. 研究：
 - (1) 繼續現階段研究。
 - (2) 參與航空氣象研究。
 - (3) 亂流觀測分析。

(三) 困難與問題：

1. 名額依所開授學分所限，教學負擔太重。若能支援私立學校聘客座教授，可緩和此困難。
2. 支援私立大學專題研究與舉辦學術討會。

(四) 訪問意見：

1. 私立學校發展政策，教育部宜儘速決定，以確定發展方向。
2. 私立學校教員教學負擔太重，學校是否可解決。
3. 研究設備經費短缺，有待爭取。

五、中央研究院物理研究所大氣組

(一) 目前狀況：

1. 人員：專任研究六名，皆在所學之專長有所表現。助理人員約二十五名，皆由專題研究計畫聘用。
2. 儀器：
 - (1) 野外觀測系統，大氣擴散追跡氣偵測車。
 - (2) 低速大氣環境風洞，拖曳水槽。
 - (3) 流速與紊流量測系統。
 - (4) 壓力量測系統。
 - (5) Tracer gas 分析系統。
 - (6) 計算機 VAX-780 由資料所支援。
3. 研究：
 - (1) 邊界層氣象：模式與觀測實驗。
 - (2) 客觀分析與大氣現象模擬。
 - (3) 空氣污染。

(4)遙感探測資料分析。

(二)規劃情形：

- 1.人員：受編制限制，增加人員困難。
- 2.儀器：大件儀器已購置，小儀器配合研究需要採購。
- 3.研究：
 - (1)邊界層氣象：以風洞或水槽或觀測實驗與模式模擬研究大氣現象，如氣流遇障礙之層流與紊流模式、海陸風、風力能源評估。
 - (2)大氣現象模擬：引用新發展之數值方法發展，探討大氣現象。
 - (3)客觀分析：發展新方法做大氣觀測資料之分析，並發展資料初始化方法。
 - (4)空氣污染：以模式及觀測實驗方法進行。
 - (5)遙感探測資料分析：以衛星資料進行大氣參數化研究。

(三)困難與問題：

- 1.技術人員：由學歷核定薪水，較優秀技術人員沒有高學歷薪水低，難以網羅。
- 2.助理人員：靠計畫聘用，流動性大。
- 3.研究計畫：逐年核定，難以做長期大型之研究。
- 4.會計核銷手續複雜：專題計畫內是否可編列少比例雜費，由主持人靈活運用，以利核銷。

(四)訪問意見：

- 1.以研究為主，設備經費均較他單位條件優厚，宜擴充員額編制，聘請優秀研究人員。
- 2.技術人員聘用，應建立合理人事制度。
- 3.助理研究人員待支援。
- 4.研究計畫宜隨到隨審，以爭取時效。

六、中央氣象局科技中心

(一)目前狀況：

- 1.人員：以日常作業為主，研究為輔。發展作業有關之研究，科技中心目前有二位專任約聘碩士級研究人員，其他研究人員皆由作業人員兼任。
- 2.儀器：
 - (1)測候站之地面犯測儀。探空站有完整之探空設備。
 - (2)雷達及衛星系統。
 - (3)小型電腦 VAX-750, GA, TI, DPP 等。
- 3.研究：以發展氣象業務有關之學術、技術為主。

- (1) NWP 。
- (2)颱風、豪雨、梅雨等。
- (3)中長程預報。
- (4)氣象雷達與衛星資料分析。

(二)規劃情形：

- 1.人員：擬增聘六名研究人員，已核定。
- 2.儀器：(1)建立北部雷達站。
 - (2)裝置 CDC CYBER 205 計算機。
 - (3)測站觀測儀器汰舊換新，自動化觀測儀。
- 3.研究：由科技中心負責推動局裡研究。

(三)困難及問題：

- 1.科技中心高級科技人員無編制僅約聘，面臨人力問題。
- 2.近年內設備與經費增加甚速，編制與待遇受限制，尤其電腦、電子與高級氣象專家之聘請，形成瓶頸。
- 3.資料庫未能建立，研究資料蒐集困難，宜成立 DATA BANK。
- 4.民用測站儀器設備不同，影響資料正確度，應建立儀器檢驗制度。
- 5.一九八八年後，世界各國氣象資料如衛星資料等都轉換成數字化宜及早準備，更新設備。

(四)訪問意見：

- 1.科技中心宜早日納入編制，以羅致人才。
- 2.調查十年內氣象專才之需求，以為學校訓練人才之參考。
- 3.建立氣象儀器檢驗制度，以確保觀測資料之正確性。
- 4.局內業務，國內外顧問與國內外學術機構配合，以擴大氣象研究層面。

七、民航局氣象中心

(一)目前狀況：

- 1.人員：編制作業人員三十名，利用作業輪班之餘，研究與作業有關之技術學理。
- 2.儀器：(1)主要配合航空氣象：雲幕儀。
 - (2)自動地面觀測系統。
 - (3)小型電腦及自動描圖儀。
- 3.研究：(1)強風、雷雨及對流雲系。

(2)雲幕與低雲，低能見度之客觀預報。

(二)規劃情形：

1. 人員：都普勒氣象雷達站成立後，要求增加十五人。
2. 儀器：積極籌措建立都普勒雷達。
3. 研究：(1)七十五年度進行颱風侵襲下之強風、冬季雷雨，航空氣象資料統計，南海對流雲族之預報、豪雨客觀預報及中正機場低雲幕等六項研究。
(2)配合都普勒雷達作業之研究，如低空風切等。

(三)困難及問題：

1. 民航局對氣象業務之研究發展經費節省，顯然氣象中心研究經費不足，有賴國科會支援。
2. 都普勒雷達即將作業，操作與下游研究人員待訓練以配合。
3. 國科會公文經交通部、民航局、總臺，才到氣象中心連絡費時。應可仿氣象局直接行文與會聯繫。

(四)訪問意見：

1. 應加強在職訓練與國內外進修，以提升作業與研究水準。
2. 本會對民航局行文，附本抄送氣象中心，以爭取時效。

八、空軍氣象聯隊

(一)目前狀況：

1. 人員：皆受過專業訓練，日常以作業為主要工作，業餘之暇倣與作業有關之研究，目前研究人員尚够支配。
2. 儀器：氣象雷達、高空探空儀、地面自動觀測系統等，日常例行測報皆有可信賴之資料紀錄。
3. 研究：(1)以飛行安全為主題：暴風劇烈天氣系統，雲幕能見度等。
(2)雷達、豪雨、雷雨。
(3)資料客觀分析。

(二)規劃情形：

1. 人員：限於人事編制，擴充困難。
2. 儀器：(1)綠島增加雷達站與探空站。
(2)採購 CDC CYBER 170/810 計算機，以為作業自動化之用。
(3)觀測儀器汰舊換新。

3.研究：(1)業務自動化、客觀化。

(2)轉移學術機關已發展之預報與分析技術，為作業之用。

(3)與學術機關、大學、氣象局合作，加深研究深度。

(4)颱風、中尺度模擬。

(三)困難及問題：

1.人事編制之限制，研究人力不足，可爭取約聘人員或專案計畫下請專任助理。

2.研究人員素質提高，甄選國防公費或國科會進修人員。訪問學人安排到隊裡指導。

3.自動化軟體：請氣象局支援已發展之軟體。

(四)訪問意見：

1.希望配合需要，規劃大型、長期、合作性計畫，以培養本單位之研究特色，提升研究水準。

2.鼓勵從業人員參與研究。

3.鼓勵參與國內外進修，以提高研究人員素質。

九、空軍通校氣象訓練班

(一)目前狀況：

1.人員：編制十六名，其中有碩士學位者五名。

2.儀器：傳統教學儀器無線電傳真機一部、經緯儀四部。

3.研究：(1)臺灣南部地區雷雨研究。

(2)中尺度 PBL 研究。

(二)規劃情形：

1.人員：擬增聘文職副教授以上職位一名，講師一名。

2.儀器：配合作業自動化，擬購置電腦 CYBER 810。

3.研究：(1)冬季大氣環流特性，東海邊界層之能量交換。

(2) PBL 擬與中央氣象局合作。

(3)衛星資料與下層大氣降水之相關。

(三)困難與問題：

1.學術期刊，由於經費關係，無法購置。

2.目前研究用租用成功大學電腦，經費困難。電腦設備待充實。

3.氣象資料（研究用）需向國外購買。經費無著落。

4.學術活動均在北部。請在南部召開學術會議或補辦參加。

(四)訪問意見：

- 1.研究重點應集中，如「冬季長期預報」可為一重點。
- 2.多與學術作業單位聯繫，索取所需之研究資料。
- 3.為提高教學與研究水準，鼓勵人員把握國內外進修之機會。

十、海軍氣象中心

(一)目前狀況：

- 1.人員：皆有經常作業的工作，一切研究工作均兼任。
- 2.儀器：地面氣象觀測系統、船上氣象觀測系統、天氣圖自動描圖儀等。
- 3.研究：
 - (1)以海象（風浪、長浪等）的研究及預報為主題。
 - (2)臺灣海峽作戰環境計畫研究。
 - (3)暴風之預報研究。

(二)規劃情形：

- 1.人員：人事編制名額限制嚴格，擴充困難。
- 2.儀器：
 - (1)增購海浪測定儀及船舶用高空探空測儀。
 - (2)採購電腦設施，以為自動化系統建立之用。
- 3.研究：
 - (1)海浪預報研究。
 - (2)研議海洋氣象觀測網之建設。

(三)困難及問題：

- 1.人事編制之限制，研究人力不足，盼爭取專案計畫下請專任助理。
- 2.海洋觀測站很少，資料之獲得有困難。
- 3.研究經費短少。

(四)訪問意見：

- 1.請國科會海洋研究船出海觀測作業時，准許海軍氣象中心研究人員搭船作海洋氣象及探空觀測，以利研究之執行。此種研究人員將以出差方式辦理，請研究經費核准時特別加以考慮。
- 2.海軍氣象中心研究目標在海洋氣象與海浪預報，是國內唯一以此種研究為目標的單位，此種研究值得鼓勵。但此種研究目前在臺灣附近海域缺乏有效觀測資料，因此，建立海洋氣象觀測網，加強海洋研究船上之海洋氣象及探空觀測是研究上的必需措施。

行政院國家科學委員會學門規畫資料

大 氣 科 學

發行人：劉兆玄

規劃者：行政院國家科學委員會自然科學發展處

執行編輯：行政院國家科學委員會編輯委員會

地址：臺北市廣州街二號

電話：(〇二)三六一四六八一

出版者：行政院國家科學委員會

地址：臺北市廣州街二號

電話：(〇二)三三一七二二一

印刷者：上海印刷廠股份有限公司

地址：臺北市臨沂街五號

電話：三二一〇八一一～三

中華民國七十五年十二月出版

Position Paper

ATMOSPHERIC SCIENCES

PUBLISHED BY
National Science Council
REPUBLIC OF CHINA
DECEMBER 1986