

出國報告（出國類別：出席氣象國際會議）

出席第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會

服務機關：交通部中央氣象局氣象衛星中心

姓名職稱：陳嘉榮 副主任

派赴國家：美國

出國期間：97 年 2 月 24 日至 3 月 1 日

報告日期：97 年 5 月 27 日

## 出席第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會

### 摘 要

本次研討會的主要目的在於討論「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」期間釋放探空地點之選取與雷達觀測之掃瞄策略。會中決議 5 月 15 日至 6 月 25 日實驗期間之探空地點為台北板橋、花蓮、馬公、屏東、綠島、台中、恆春、六龜、東沙及臺灣海峽南部之船舶。各探空站每日進行 4 次探空觀測，當有梅雨鋒面接近臺灣時則展開每日 8 次探空觀測之密集觀測期(Intensive Observing Period; IOP)，另將擇定連續 7 日期間作為廣泛觀測期(Extensive Observing Period; EOP)，亦進行每日 8 次探空觀測。期能收集實驗期間臺灣及臨近地區之大氣各高度層之溫度、溼熱、及風場資訊，作為研判梅雨鋒面強度演變之重要依據。至於雷達觀測之掃瞄策略部分，則以體積掃瞄(volume scan)為主，以求取都卜勒風場，供數值預報模式初始場之用。當有雷雨胞個體密集出現時，則可採取垂直上下重複掃瞄方式，以求取雷雨胞內部之 3 維結構特徵，供了解雲內部物理及動力過程之用。

## 目 次

一、目的	1
二、過程	3
三、心得	12
四、建議	14

## 一、目的

近年來全球溫度上升，暖化現象明顯，世界各地天然災害頻仍，台灣地區由颱風、豪雨所造成之氣象災害更是屢見不鮮。過去 10 年間台灣超大豪雨發生區域南移、降雨強度增強且區域集中，如 93 年 7 月 2 至 4 日敏督利颱風北移後於 72 小時間降雨達 1,375 毫米(72 水災)、94 年梅雨期 6 月 12 至 14 日 72 小時間累積雨量亦達 1,750 毫米(612 水災)，此兩災害性天氣雖事前疏導使民眾傷亡數少，但超大豪雨仍分別造成許多設備、財物之損失。有鑑於豪雨所引致之災害十分嚴重，行政院前蘇院長與災害防救委員會皆先後指示本局要持續強化預報能力，而對這些由西南氣流所引致之超大豪雨，由於氣流上游之南海北部以及台灣海峽洋面上，地面及高空氣象資料諸如西南氣流的風向風速以及相伴隨之水氣和溫度等資料嚴重缺乏，導致降雨量預報有較大的不確定性，本局因此規劃「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗計畫」(本計畫英文簡稱 SoWMEX-2008)，冀能透過加強觀測與預報實驗，提升對豪(大)雨系統之監測與預報能力。

於 5 月 15 日至 7 月 15 日期間針對西南氣流和豪雨天氣系統於南海北部、巴士海峽、以及台灣海峽進行密集氣象觀測，以深入瞭解西南氣流的結構、發展與降雨特徵，另外引用高解析度中尺度數值模式，發展導入即時監測氣象資料之同化技術，進行中尺度對流系統之模擬與預報，以達到改進豪雨預報的目的。

本計畫亦受國內外氣象學家之重視與支持，國內學者將透過相關大學與國科會之支助來參與，美國亦斥資約 100 萬美元，支持其科學家來台參與並提供移動式剖風儀、移動式高精密度雙偏極雷達、雨滴譜儀等高科技觀測儀器，進行中尺度對流系統降雨過程之密集監測和精準定量降雨估計。美方參與實驗之對應計畫名稱爲「地形影響季風降雨實驗」(英文簡稱 TiMREX)。在此同時間美、日等國皆在西北太平洋臺灣鄰近進行密集觀測實驗計畫，使觀測資料涵蓋區域大幅擴增，將更有利於促進對西南氣流和豪雨天氣系統之了解。

本實驗計畫除本局人力外亦結合國內外氣象學者，希望經由高科技的觀測儀

器與密集的時、空觀測，增進對颱風和梅雨季西南氣流引發豪雨現象過程及物理機制的瞭解，驗證本局現行劇烈天氣監測預報系統之產品的合理性，並據以研討改進，以提高其在豪雨定量降雨預報之實用性，提升防災及減災的能力。計畫的整體目標設定如下：

- (一) 在預報作業方面：透過實驗過程獲取完整的高時空密度資料驗證「劇烈天氣監測預報子系統」各項技術的適用性，以改進梅雨季或颱風所引發之西南氣流豪大雨之定量降水估計及定量降水預報之能力及準確度。
- (二) 在防災方面：進行水資源、防洪等跨領域合作，提升防災及減災之能力。
- (三) 在科學目的方面：瞭解西南氣流引發中尺度對流系統的動力及熱力過程及其形成、維持、成長的物理機制，探討複雜地形與海陸邊界所引發的局部環流對於豪大雨天氣系統的影響等，從而發展新監測、診斷及預報的概念及技術。
- (四) 在學術科技交流方面：經由與國內、外學術研究機構共同合作及協助，提升本局豪雨預報技術之能力。
- (五) 在國際能見度方面：本國際合作實驗計畫中我國為主導並將成為實驗所得資料之資料管制中心，透過資料處理及建立資料分享機制，達到提升我國國際能見度，加強國際參與之目的。

為使本局「2008年西南氣流豪雨觀測及預報實驗計畫」與美方「地形影響季風降雨實驗計畫」在觀測策略方面有必要進行整體性規劃並取得共識，同時滿足彼此針對豪雨之觀測作業與科學目的。因此，職奉派陪同本局辛江霖局長及林雨我技正(辛局長及林雨我技正之旅費由美方支付)參與2月25日至28日在美國科羅拉多州波得市(Boulder)國家大氣研究中心(National Center for Atmospheric Research; NCAR)之第5次「2008年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會，與美方科學家及作業人員共同會商與探空及雷達觀測相關之各項策略議題。

## 二、過程

職此次與辛局長及林雨我技正赴美國科羅拉多州波得市參加第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會行程、地點及簡要內容如下表：

日期	地點與簡要內容
97. 02. 24	台北→美國科羅拉多州波得市
97. 02. 25	美國國家大氣研究中心，參加第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會-探空觀測策略小組會議，就探空觀測地點選取及觀測頻率進行討論。
97. 02. 26	參訪美國國家大氣研究中心各主要研究實驗室，聽取業務簡報。
97. 02. 27	美國國家大氣研究中心，參加第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會-雷達觀測策略小組會議，就移動式雷達觀測地點選取及雷達掃描方式進行討論。
97. 02. 28	參訪美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)地球系統研究實驗室全球系統組(ESRL/GSD)，聽取業務簡報。
97. 02. 29	由波得市返程
97. 03. 01	抵達台北

研討會過程及內容說明如下：

第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會在美國科羅拉多州波得市國家大氣研究中心舉行，2 月 25 日之主題為探空觀測相關事項之討論。與會者除本局人員及國家大氣研究中心科學家外亦包含台美學術界之科學家等 40 餘人。首先進行實驗各工作項目的籌備進度，接著討論以下事項：(1)例行作業及臨時性探空站設置地點與進行探空觀測之頻率；(2)釋放探空之人力之充足

性；(3)租用飛機進行投落送探空(dropsonde)觀測之可能飛行路徑；(4)探空觀測資料品質管制；(5)探空與雷達觀測互相配合事宜。

2月25日之討論會所獲致之結論為：

1. 實驗期間之探空地點分別為台北板橋、花蓮、馬公、屏東、綠島、台中、恆春、六龜、東沙及臺灣海峽南部之船舶。在特殊觀測期(Special Observation Period；SOP)每日觀測4次，做為大氣環境背景場。當有梅雨鋒面接近臺灣或即將有持續性之西南氣流時，則展開每日8次探空觀測之密集觀測期(Intensive Observing Period；IOP)。IOP將在24小時前由實驗作業指揮中心宣布。另將在5月底至6月上旬擇定連續7日期間作為廣泛觀測期(Extensive Observing Period；EOP)，亦進行每日8次探空觀測。
2. 探空觀測站之人力，除例行探空作業單位(中央氣象局及空軍氣象聯隊)外，將徵召國內各大氣科學系之學生共同參與探空觀測，以滿足實驗所需作業人力。
3. 租用飛機進行投落送探空觀測部分，飛行時數約38小時，投落送探空共約200具。飛行路徑與投擲投落送探空方式大致分為3類。第1類(當鋒面位於台灣海峽中部時)，以穿梭鋒面前後之方式，取得鋒面前、後及內部之垂直溫度、溼度及風場資訊。第2類(當有旺盛西南氣流伴隨強對流雲系位於台灣海峽南部時)，以穿梭西南氣流前後之方式，取得對流雲系內及外部之垂直溫度、溼度及風場資訊。第3類(當鋒面由台灣海峽延伸至台灣東部海面時)，以飛越台灣海峽及台灣東部海面之方式，取得鋒面雲系內及外部之垂直溫度、溼度及風場資訊。
4. 探空觀測資料品質管制部分，將在實驗開始之前，針對固定式及移動式之不同探空系統進行觀測資料比對工作，探討其差異性及資料品質管制方法，以維持探空觀測資料之正確性及可用性。
5. 探空與雷達觀測互相配合部分，在IOP及EOP期間雷達執行速度方位顯示(velocity azimuth display, VAD)之功能，取得雷達站上方之風速垂直剖面，可與

附近之探空站風速資料進行比對。

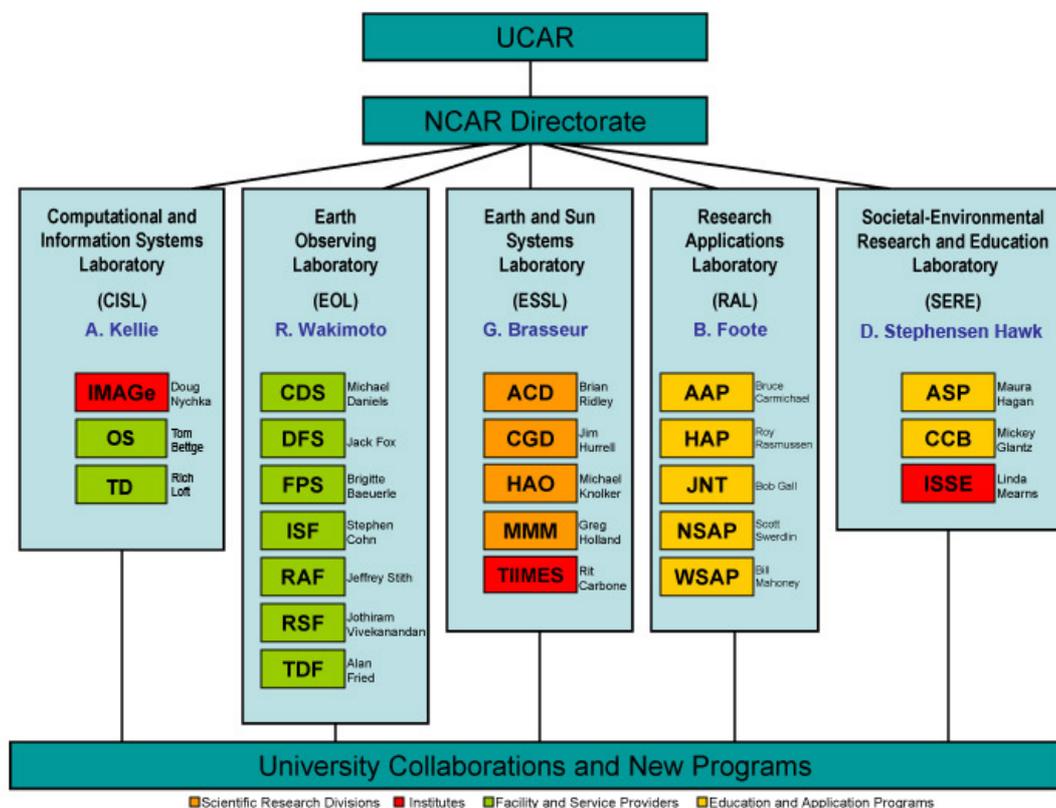
第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會於 2 月 27 日之主題為雷達觀測相關事項之討論。基本上 NCAR 之 S-Pol 雷達已籌備就緒，即將啓運至台灣，S-Pol 雷達之拆卸與組裝人員調配，實地觀測操作人員之輪值班表亦已大致議定。至於 S-Pol 雷達觀測之掃瞄策略部分，則以體積掃瞄(volume scan)為主，以求取都卜勒風場，供數值預報模式初始場之用。當有雷雨胞個體密集出現時，則可採取垂直上下重複掃瞄方式，以求取雷雨胞內部之 3 維結構特徵，供了解雲內部物理及動力過程之用。至於中央大學的移動式雷達 TEAM-R 及日本雷達與 S-Pol 雷達彼此配合的掃瞄觀測策略將再進一步協商。

另外，有關實驗期間作業指揮中心之運作方式及資料管理部分亦在 2 月 27 日之討論會中進行初步研商。原則上，作業指揮中心每日上及下午個召開一次會議，討論天氣狀況及展望，決定密集觀測期之展開時間，及加放探空之地點及飛機投落送之飛行及投擲方式。觀測資料收集及管理方式，則參考 NCAR 之經驗，在中央氣象局建立資料庫，並以網頁方式顯示觀測資料收集狀態，供參與實驗人員隨時參閱。

2 月 26 日及 2 月 28 日分別參訪美國國家大氣研究中心各主要研究實驗室及美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)地球系統研究實驗室全球系統組(ESRL/GSD)之行程及照片如下所述。

(一) 2月26日上午9時參訪 NCAR 總部及各主要研究實驗室

NCAR(The National Center for Atmospheric Research)組織圖



Dr. Timothy Killeen  
NCAR 主任



Dr. Larry Winter  
NCAR 副主任

會見 NCAR 的主任 Dr. Timothy Killeen 及副主任 Dr. Larry Winter，就本局與 NCAR 間目前正在進行的合作協議及未來可能進行的合作方向廣泛交換意見，雙方洽談氣氛融洽。據了解，Dr.

Timothy Killeen 除擔任 NCAR 的主任外，同時也是美國地球物理聯盟(American Geophysical Union)的主席，在我們參訪期間獲悉其已被正式任命將於今年 7 月 1 日接任美國國家科學基金會(National Science Foundation；NSF)主管地球科學方面的副主委。由於 Dr. Timothy Killeen 非常支持即將於今年舉行之西南氣流實驗計

畫(SoWMEX)，不但投注相當的經費並同意將所屬世界上最先進的雙偏極化雷達(S-Pol)首度搬移至亞洲的台灣使用，顯示其對於我國氣象界科技水準的重視，更相信在其更上一層樓後，對台美雙方在氣象上，甚至其他科學領域的合作與技術交流會有更大的幫助。

討論內容：

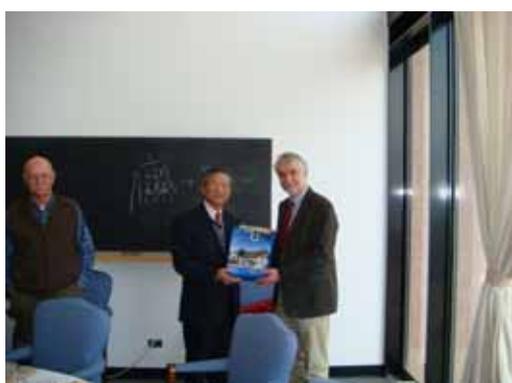
- 1、NCAR 近年來與本局的合作計畫，包括 WRF 模式、資料同化及福衛 3 號 GPS 資料反演等技術的引進。
- 2、NCAR 正積極籌劃未來 5 年的發展計畫，本局亦將提出未來的第 5 期計畫，兩單位可藉由加強交流聯繫，把各自的發展方向提供彼此參考。



辛局長與 NCAR 的主任 Dr. Timothy Killeen 及副主任 Dr. Larry Winter 會面(1)



辛局長與 NCAR 的主任 Dr. Timothy Killeen 及副主任 Dr. Larry Winter 會面(2)



辛局長與 NCAR 的主任 Dr. Timothy Killeen 合影



辛局長與 NCAR 的副主任 Dr. Larry Winter 合影



辛局長與 UCAR 主席 Dr. Rick Anthes 會面



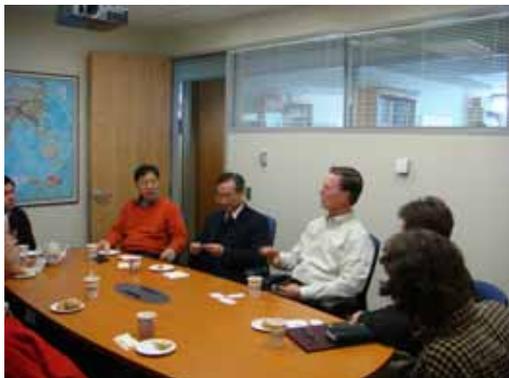
辛局長與 UCAR 主席 Dr. Rick Anthes 及相關人員合影



辛局長聽取 NCAR/EOL(Earth Observation Laboratory)的業務簡報



辛局長與 NCAR/EOL 主管 Dr. Roger Wakimoto 合影



辛局長聽取 NCAR/RAL 相關業務報告



辛局長與 NCAR/RAL 副主管 Dr. Rich Wagoner 等人合影

隨同辛局長參觀 NCAR/autonowcaster 系統，該系統將在 2008 年北京奧運中參與氣象預報工作



聽取 NCAR/autonowcaster 系統設計負責人 Dr. Jim Wilson 的簡報。



聽取 NCAR/autonowcaster 子系統設計負責人 Dr. Jenny Sun 的說明。



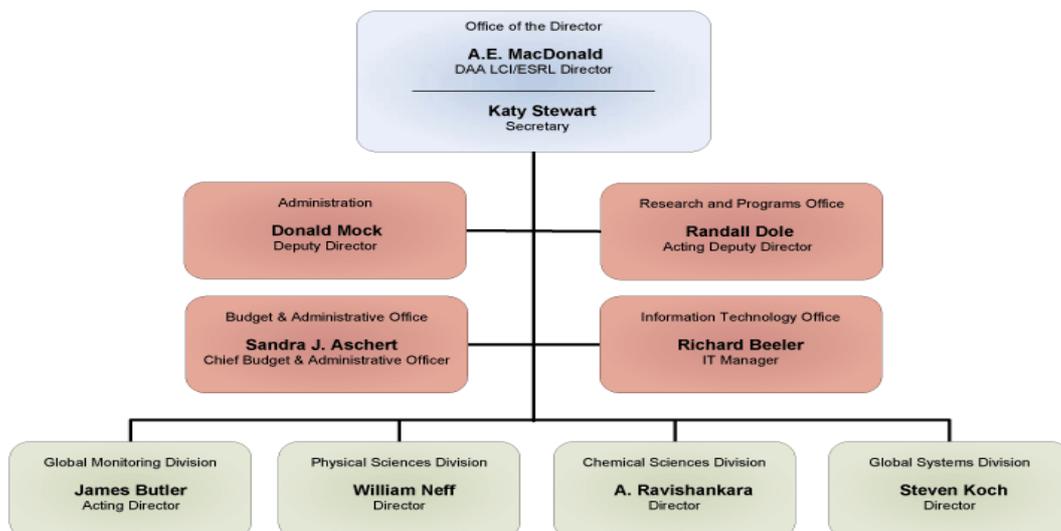
辛局長與 NCAR/autonowcaster 系統設計負責人 Dr. Jim Wilson 合影。



辛局長與 NCAR/autonowcaster 子系統設計負責人 Dr. Jenny Sun 合影。

(二) 2 月 28 日上午 9 時參訪美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)地球系統研究實驗室全球系統組(ESRL/GSD)

### NOAA Earth System Research Laboratory



28 January 2008

隨同辛局長參訪 NOAA/ESRL/GSD，會見 NOAA/ESRL 主管 Dr. Sandy McDonald。  
談論事項：

- 1、簡介 ESRL 開發之 SOS(Science On a Sphere)系統，並討論其在科普教育方面的功能。
- 2、說明日本氣象廳(JMA)及歐洲展期天氣預報中心(ECMWF)都在致力於整合全球與區域模式，因此 ESRL 在模式發展方面的新趨勢，也將整合全球及區域模式，並將其解析度提高，此方向可作為本局未來施政規劃的參考。



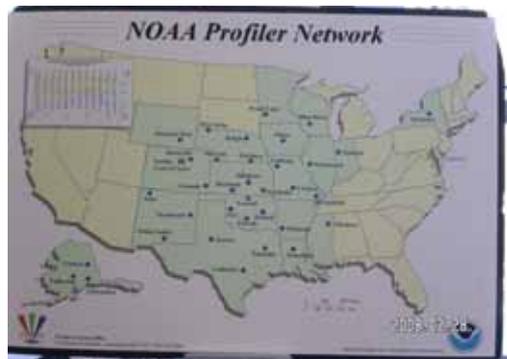
辛局長與 NOAA/ESRL 的主管 Dr. Sandy McDonald 合影



辛局長與 NOAA/ESRL/GSD 成員討論與本局有關之模式資料同化及全球模式相關議題



NOAA/ESRL 所設置剖風儀模型



NOAA/ESRL 在全美各地設置剖風儀地點



美國國家氣象局設置於 NOAA/ESRL 的作業辦公室，負責丹佛市及波得郡地區的天氣預報。



參觀 NCAR/EOL/RAF 飛機觀測設備



NCAR/EOL/RAF 所屬之 Gulfstream-5 型觀測飛機外觀



Gulfstream-5 型觀測飛機腹下方裝設之水滴粒子觀測設備



Gulfstream-5 型觀測飛機腹下方裝設之迷你全天式日射儀(與成人手指相比較)



Gulfstream-5 型觀測飛機腹下方裝設之其他觀測儀器



Gulfstream-5 型觀測飛機機翼下方裝設之雲物理觀測儀器



Gulfstream-5 型觀測飛機機艙內所裝設之 GPS 觀測儀器



NCAR/EOL/RAF 所屬之 C-130 型大型觀測及颱風偵測飛機外觀

### 三、心得

目前中央氣象局在豪大雨的潛勢預報（是否會發生）方面已有接近 70% 的準確率，但是在定點定量的降雨預報方面仍須努力。學者之最新研究顯示，受限於觀測資料之時間與空間之密度不足及作業中 5 至 9 公里之動力數值天氣預報模式水平解析度不夠（無法解析台灣地區之複雜地形），使氣象學界無法充分了解及掌握對生命史短暫之豪雨天氣系統的生成與發展之機制，進而影響到國內外預報作業單位對豪雨天氣系統的預報技術之改進及其效能。現階段國內預報作業單位對豪雨系統（24 小時累積雨量超過 130 毫米）之預報發布時間約為前 1~2 小時，預報區域準確率則約為 20%，而目前歐美先進國家引用較高解析度之數值預報模式與較完整之觀測資料時，其豪雨定量預報區域準確率也僅達 30% 左右。透過此次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗計畫」以高科技的觀測儀器於海上、陸上及空中對西南氣流豪雨系統進行密集觀測、預報及校驗，將對導致豪雨之中尺度對流系統之成因及相關之降水機制有更進一步之了解，未來將可進而將豪雨預報區域準確率提升至 30%，對豪雨系統之預報發布時間較目前可提前約 1 小時（即 2~3 小時前），而與先進國家並駕齊驅。

另一方面，豪雨預報區域準確率的提高也代表誤報率的降低，可減少過度預報對主管風災應變的內政部（消防署）、主管水災應變的經濟部（水利署）、主管土

石流災害應變的行政院農業委員會(水土保持局)等機關防災人員的過度動員問題，降低動員所需之人力與物質資源成本。由於預期豪雨預報發布時間可提前 1 小時，將使接收本局豪雨資訊之防救災機構有較充裕之前置作業及動員時間，進一步提升防災及減災之效能。

為使實驗計畫能圓滿達成所預定之科學與作業目的，必須針對各項觀測工具及項目進行周延的細部規劃，訂定確切的執行方式。於是在實驗進行之前便需召集各學術及作業單位進行與觀測策略相關之研討會，逐步確認探空及雷達等各項觀測工具的觀測時機、觀測方式及頻率等以滿足學術界及作業單位之不同需求。職此次所參與在美國 NCAR 所舉行之第 5 次「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」規劃研討會即為實驗展開前之系列性規劃研討會之一。在此次研討會中，職了解到美方學術與作業單位對本實驗之重視，並對探空及雷達觀測方式提出眾多構想，期能達成其不同之科學與作業目的。但因經費及人力受到限制，無法滿足眾多之需求，必須在研討會中進行各種觀測策略取捨之討論。最後在各自讓步的情況下，確認實驗期間之探空地點為台北板橋、花蓮、馬公、屏東、綠島、台中、恆春、六龜、東沙及臺灣海峽南部之船舶。各探空站每日進行 4 次探空觀測，當有梅雨鋒面接近臺灣時則展開每日 8 次探空觀測之密集觀測期，另擇定連續 7 日期間作為廣泛觀測期，亦進行每日 8 次探空觀測。期能收集實驗期間臺灣及臨近地區之大氣各高度層之溫度、溼熱、及風場資訊，作為研判梅雨鋒面強度演變之重要依據。至於雷達觀測之掃瞄策略部分，則以體積掃瞄為主，以求取都卜勒風場，供數值預報模式初始場之用。當有雷雨胞個體密集出現時，則可採取垂直上下重複掃瞄方式，以求取雷雨胞內部之 3 維結構特徵，供了解雲內部物理及動力過程之用。

在意見交換的過程中，職體會到欲科學實驗順利進行之難度，為達成預訂之科學與作業目的，除必須與各觀測項目相關之權責單位協調外，亦須與學術界人

士作充分溝通，事先告知預算面及執行面所將遭遇之困難，以免其所提出之觀測策略陳義過高，終將無法滿足其科學需求。由於即將參與實驗之各方人士之意見溝通順利，彼此取得充分之諒解，本次研討會才能獲致前述有關探空與雷達觀測策略之結論。

#### 四、建議

「2008 年西南氣流豪雨觀測及預報實驗」所預計達成之科學目的已受到台美雙方學術及作業單位之高度重視，參與者眾。所收集之珍貴資料將供國、內外學術研究之用，以瞭解西南氣流引發中尺度對流導致豪大雨的科學問題，對於提升我國國際能見度將有極大助益。本實驗之後將於國內外陸續舉辦一系列之學術及作業應用研討會，以探討各式資料分析及研究成果，供國內外氣象界參酌應用。為落實實驗之科學及作業應用目的，本局應積極派員參與各種資料分析成果研討會，並積極引進最新之豪雨預報技術，以提升本局豪雨預報水準，增進氣象防災及減災之效益。