

出國報告(出國類別：實習)

研習對流顯著天氣系統分析技術

服務機關：交通部民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：于守良 主任氣象員

吳國榮 預報員

派赴國家：美國

出國期間：102年05月11日~102年05月24日

報告日期：102年07月04日

列印

提要表

系統識別號：	C10201900					
計畫名稱：	研習對流顯著天氣系統分析技術					
報告名稱：	研習對流顯著天氣系統分析技術					
計畫主辦機關：	交通部民用航空局					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	于守良	交通部民用航空局飛航服務總臺	臺北航空氣象中心	主任氣象員	薦任(派)	
	吳國榮	交通部民用航空局飛航服務總臺	臺北航空氣象中心	預報員	薦任(派)	聯絡人 cckuocckuo@gmail.com
前往地區：	美國					
參訪機關：	美國航空氣象中心，美國航路管制中心(Kansas)，美國國家氣象局天氣預報辦公室(Pleasant Hill)					
出國類別：	實習					
出國期間：	民國102年05月11日 至 民國102年05月24日					
報告日期：	民國102年07月04日					
關鍵詞：	航空氣象，全球模式，對流顯著天氣系統，噴流					
報告書頁數：	22頁					
報告內容摘要：	<p>職於102年5月11至24日前往美國密蘇里州堪薩斯市之美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC)研習對流顯著天氣系統分析技術。AWC提供全世界及美國本土航空產業即時且正確的航空氣象資訊，並且為全球兩個國際航空氣象預報中心之一。由於AWC 受到美國國家海洋大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)和聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)的支持，持續提升其所屬人員的預報技術與各種觀測及預報工具，因此AWC在航空氣象預報工具、航空氣象技術支援、航空氣象協調作業和航空氣象預報效益方面均非常值得飛航服務總臺北航空氣象中心借鏡與學習，本報告除分項論述研習訓練心得外，並依據此次研習內容提出對流顯著天氣系統分析技術之建議。</p>					
電子全文檔：	C10201900_01.pdf					
出國報告審核表：	C10201900_A.doc					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						

目錄

壹、目的	2
貳、過程	3
參、心得	18
肆、建議	21

壹、目的

美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC)位於美國密蘇里(Missouri)州的堪薩斯市(Kansas City)，隸屬美國商業部(United States Department of Commerce)國家海洋大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)美國國家氣象局(National Weather Service)之國家環境預報中心(National Center for Environmental Prediction, NCEP)，其任務為負責提供即時、正確的航空氣象資訊，並與使用者及其他天氣服務單位密切合作，以增進飛航安全與效率，美國政府也致力於發展最新的航空氣象技術，藉由觀摩 AWC 作業可以增廣見聞，並且了解最新航空氣象技術的發展趨勢。

此次的研習過程主要是跟隨 AWC 席位作業人員隨班見習，除在 AWC 外並參訪美國氣象局預報辦公室(Weather Forecast Office,WFO)，及 WFO 派駐位於堪薩斯州的航路管制中心(Air Route Traffic Control Center Unit,ARTCC)之氣象服務席位(Center Weather Service Unit, CWSU)，如此可以更深入了解各個不同的氣象單位間如何分工提供不同的航空氣象產品及其運作的方式，了解在 AWC、WFO 與 CWSU 預報人員有何預報工具或作業系統可供應用，如何運用這些工具或系統進行高層顯著天氣預報、對流天氣預報、區域預報及終端機場預報等。雖然本訓練的目的主要以對流顯著天氣系統分析技術為主要課題，但在訓練研習過程中，同樣著重預報技術的研討與提升，也希望能收集 AWC 所使用的各種航空氣象預報作業系統之優缺點，作為臺北航空氣象中心未來在更新及建置系統時的參考。

貳、過程

一、 研習行程

102 年 5 月 11 日			搭乘長榮航空從桃園機場出發至舊金山，抵達舊金山已近黃昏於是在舊金山過夜，隔天早上搭乘美國航空經達拉斯至堪薩斯市。美國方面接待人員 James Henderson 協助辦理入住旅館。
		啓程	
102 年 5 月 12 日			
		研習	
102 年 5 月 13 日			依事先規劃課程研習訓練，主要是隨席位安排見習及講解，除在 AWC 外並參訪美國氣象局預報辦公室(Weather Forecast Office,WFO)，及參訪位於堪薩斯州的航路管制中心(Air Route Traffic Control Center Unit,ARTCC)，與 WFO 派駐在 ARTCC 的氣象服務席位。
102 年 5 月 22 日			
		返程	
102 年 5 月 23 日			搭乘美國航空國內線班機從堪薩斯市經達拉斯至舊金山機場，經在機場短暫停留後搭乘長榮航空回臺，於 5 月 24 日凌晨約 6 點順利抵達桃園機場。
102 年 5 月 24 日			

二、 訓練過程

5 月 13 日(星期一)

Joe Bishop

AWC 簡介及歡迎會

安全保密簡報

空間介紹

教學資源

Steve Silberberg

GFS 簡介

模式參考場討論

預報-分析場差異討論

噴流預報

亂流預報

對流層頂預報

鋒面系統預報

對流預報

美方接待人員於九點之前至旅館與我們同行至 AWC，經辦理證件後進入 AWC 辦公室(圖一)，在大廳先進行短暫 AWC 介紹及致歡迎詞後，AWC 安全官 Joe Bishop 進行例行宣讀相關安全規定及說明，並簽署安全保密文件；離開 AWC 大廳後 Tim Mahony 帶領我們認識室內環境，相關人員及辦公室介紹，戶外儀器

設備架設及目的。

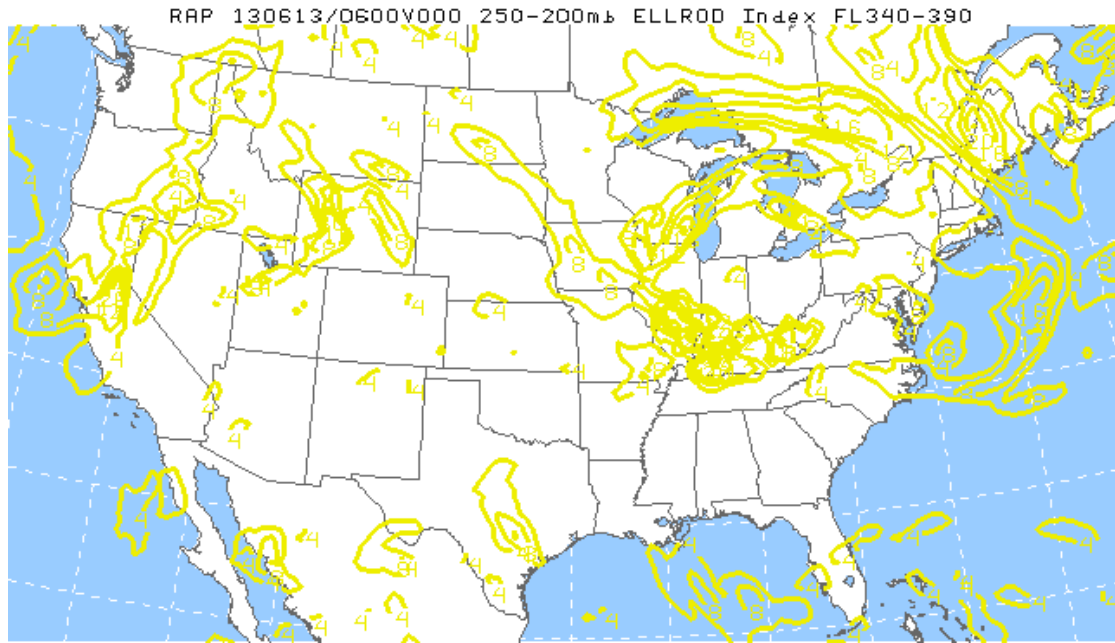


圖一 研習人員與美方接待人員於 AWC 辦公室前合影。

在 AWC 環境介紹之後，隨即由負責系統支援的 Steve Silberberg 博士介紹 AWC 全球預報模式(Global Forecast System,GFS)。從之後各席位預報員在進行預報時可知，預報員對 GFS 模式的依賴程度，幾乎所有預報產品須藉由 GFS 模式經預報員修正後產出，可見該模式為預報員所信賴倚重的重要工具。

GFS 模式為全球區域的波譜(Spectral)預報數值模式，每日執行 4 次預報(00Z、06Z、12Z 及 18Z)，模式預報時間及網格解析度分別為 8 天(192 小時)及 27 公里。數值模式輸出產品很多，其中與亂流有關的 Ellrod index(圖二)、與噴流相關之預報-分析場(error field,F-A)差異、與雷雨相關的 Richardson Number、與對流層頂高度相關的位渦度(Potential Vorticity,PV)、與鋒面系統有關的相當位溫(Equivalent Potential Temperature)、風場及水氣通量的輻合輻散及利用衛星反衍之溫度差判斷對流雲發展區域。

以上產品為預報人員提供參考及應用在實務預報工作上。模式預報一定會有誤差，數值模式預報結果，可以提供預報員天氣系統移動速度的參考，但值得注意的是，直接使用模式預報將會是一份危險的預報，但是完全不用數值模式則預報員將失去一樣重要的預報工具，預報員應憑藉其經驗及知識做適當修正，如此完成一份最終及最佳的預報。



圖二 模式預報之 Ellrod Index。

5/14(星期二)

Ed Holicky(南半球顯著天氣席)

網路聊天室

Richard Douglass(北半球顯著天氣席)

工作站的設定

高空噴流預報

高空亂流預報

預報對流層頂

火山和熱帶氣旋定位

對流預報

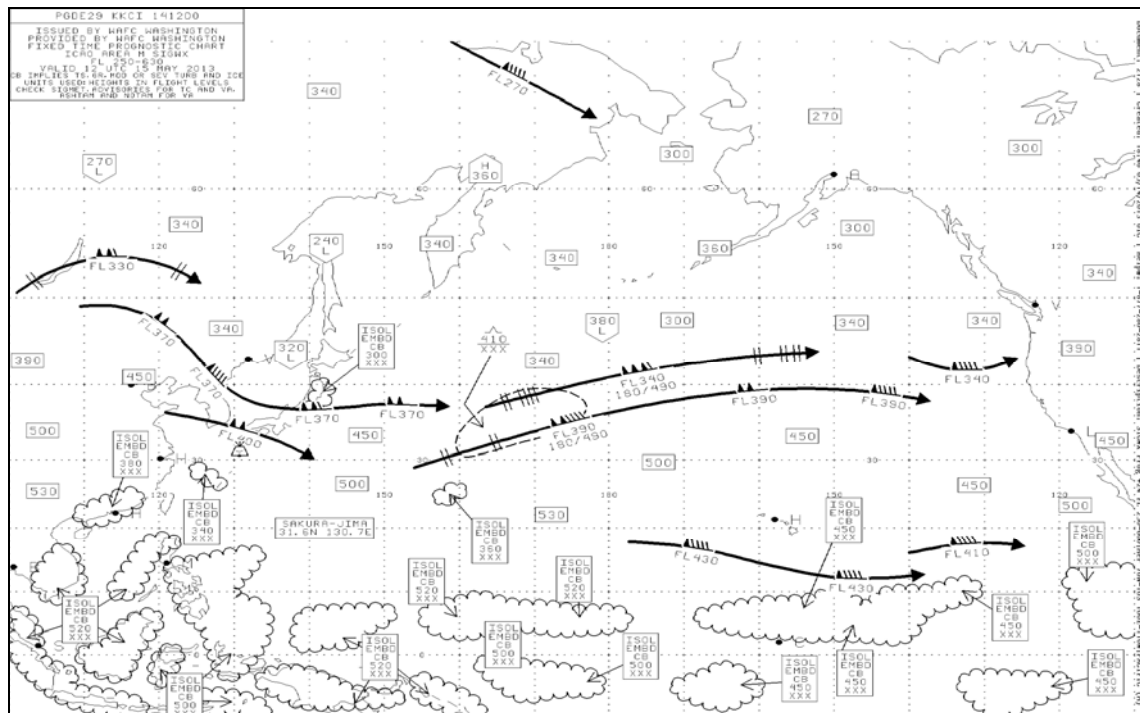
介紹中層顯著天氣圖

積冰預報

介紹 BUFR 及其使用

介紹特定圖表的協調作業

本日主要隨班見習北半球顯著天氣席，AWC 的南、北半球席負責為位於華盛頓之世界區域預報中心繪製全球高層顯著天氣圖（圖三），並且依照區域協議製作北大西洋之中層顯著天氣圖。主要產品為每 6 小時(0000, 0600, 1200 and 1800 UTC)製作一次預報有效時間約 18 小時的高層顯著天氣圖 SIGWX，高度範圍 25,000—63,000 呎，並經由華盛頓之世界天氣預報中心發佈。因製作產品的範圍相當廣大，在發佈前預報員會先與各國氣象單位包含倫敦預報中心、澳洲、紐西蘭、夏威夷、關島、台灣等地預報中心，在網路聊天室(chat room)作討論並依討論結論做適度修改，臺北航空氣象中心也是此網路聊天室的成員之一，每日均定時四次參與討論，並提供對台灣鄰近區域顯著天氣之看法。



圖三 席位見習期間製作之太平洋高層顯著天氣圖。

5/15(星期三)

Ted Hoffman(熱帶席)

工作站的設定

介紹各飛行情報區

介紹如何進行 SIGMETs 的發布和守視

介紹墨西哥灣地區預報

介紹加勒比地區預報

國內和國際預報員之間的協調

PIREPs 對警告和預報作業的影響

Amy Harless

SREF 系集預報簡報

熱帶席(Tropical Desk)必須針對墨西哥灣每日發佈兩次(1030Z、1830Z)天氣概述,預報內容主要是警告海平面高度 12,000 呎以下的雷暴、對流 SIGMET 資訊、中度以上的積冰與亂流、1000 呎以下大於 25 海浬強風、結冰高度等資訊。這些資訊對巡航高度較低的直昇機來說相當重要。而加勒比海與墨西哥灣的天氣概述是相同的,但預報的範圍是從地面至 24,000 呎,主要是服務往返或經過加勒比海區域之國際民用航空器。

本日下午另外參加了由負責發展短期系集預報模式(Short Range Ensemble Forecast, SREF)的助理 Amy Harless 為我們進行簡報,簡報後並進行討論。

5/16(星期四)

JoAnn Becker(對流整合預報席)

工作站的設定

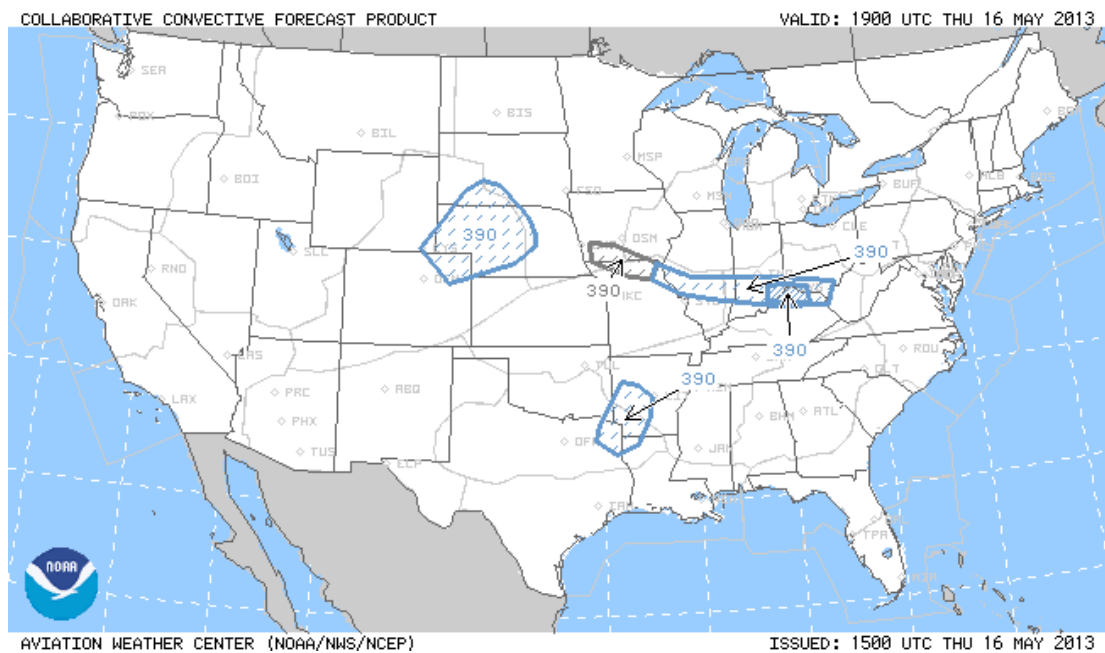
介紹對流整合預報過程

Jesse Sparks(對流顯著危害天氣警報席)

工作站的設定

介紹對流顯著危害天氣警報作業

美國境內的幅員廣闊，因此從美國東岸至西岸之空中交通流量很大，在夏季對流天氣系統旺盛的時候，在美國境內的航路及機場經常會受到雷暴、龍捲風等影響，造成機場關閉或航路上必須躲避雷暴天氣，經常造成班機延誤，以及造成某空域空中交通流量暴增，因此爲了達到最佳的飛行效益及流量管理，整合對流預報席（Collaborative Convective Forecast Product, CCFP Desk，圖四）提供全美各地綜觀的對流天氣資訊作爲流量管理策略參考。在產品發佈前，必須先與美國各地的氣象人員、航空公司的氣象人員、區域管制中心氣象服務席位(CWSU)的預報員使用網路聊天室進行討論，討論之初 CCFP 預報員會先做出初步的圖形化顯示的預報產品，產品顯示範圍、強度、高度和信心度，放置於網路聊天室供大家討論，聊天室成員也可以利用 JAVA 繪圖工具即時把自己的意見直接畫在預報的初稿上，或用文字敘述自己的意見，最後 CCFP 席的預報員根據討論後的結論完成預報產品。



圖四 對流整合預報席製作之美國境內對流預報產品

5/17(星期五)

Julie Adolphson

NWS/WFO 介紹

機場預報(TAF)

機場天氣警報

AWC 並未做終端機場天氣預報(Terminal Aerodrome Forecast,TAF) , TAF 為 NWS 下屬 WFO 的工作, 因此本日前往位於堪薩斯市的快樂山丘(Pleasant Hill, 圖五及圖六)參訪, 由 WFO 的主管 Julie Adolphson 親自接待並講解。WFO 負責區域包括 44 個縣、38,656 平方公里(比臺灣大一點)區域, 以及 240 萬人(其中堪薩斯市 170 萬人), 工作內容包括對一般大眾發布的七日天氣預報, 負責三個機場的 (MCI、MKC 及 STJ)機場預報, 水文預報及季節性的空氣品質與火災預報。此外, WFO 額外派駐氣象專責人員在航路管制中心 ARTCC, 提供飛航氣象預報服務。



圖五 位於堪薩斯市快樂山丘之 NWS 天氣預報辦公室(WFO)

出身於空軍的 Julie 特別提及太空氣象對於飛航安全的重要性, 尤其是當飛機航線經過極區時, 飛機上的全球定位系統 GPS 會受到電離層或太陽活動的干

擾，而影響到飛航安全。除此之外，她還分享對民眾教育宣導的心得，一般大眾對守視(Watch)及警報(Warning)觀念仍嫌不足，且缺乏警覺心，她認為應該由小孩子教育著手，藉由教育宣導讓孩子清楚某些觀念之後，進而去影響大人。

對於機場預報部分，特地請教 Julie，對於模式預報產出的能見度、風場及雲霧等資料，是否可直接應用於最終預報而不需修正。WFO 針對 TAF 預報系統的版本目前為 AVNFPS3.1，此系統中有數值模式預報結果、氣候資料庫及資料品質管控(Quality Control, QC)，她指出預報員還是會將預報系統得出的結果與當時狀況比較，最終還是要根據預報員的經驗做修正，直接由模式輸出做為預報，其結果往往會得到較修正過的預報為差。



圖六 堪薩斯市快樂山丘之天氣預報辦公室(WFO)

5/20(星期一)

參訪設於航路管制中心 Air Route Traffic Control Center, ARTCC 之

Center Weather Service Unit, CWSU

參加 CWSU 早晨所提供的簡報

CWSU 作業簡介

CWSU 作業用軟體及系統之簡介

這一天的行程主要是參觀美國派駐於各航路管制中心雷達管制室之氣象服務席的工作內容及簡報服務(圖七)。美國國家氣象局(NWS)在各航路管制中心雷達管制室派駐有氣象服務席，任務為提供美國聯邦航空總署(FAA)的空中交通管理者(air traffic managers)與管制員支援與諮詢，並且隨時守視負責區域內所有可能影響飛航操作的天氣，若有預期將發生或已經有影響飛航操作的天氣時，則發布氣象公告(Center Weather Advisory, CWA) 及氣象影響報告書(Meteorological Impact Statements, MIS)，氣象公告為有效時間在兩小時以下，不定時的預報產品，主要內容為各 ARTCC 負責區域內之危害天氣，如中度以上亂流、積冰、儀器飛行天氣、對流天氣系統、火山灰等，CWA 發佈的原則如下：(1)當 AWC 尚未發佈任何資料，但預期將達到或已達到發佈標準時。(2)補充說明 AWC 已經發佈的資料，例如系統位置、移動速度、增強情形、天氣現象等。(3)CWSU 預報員認為可能影響空中交通，卻尚未達到發佈標準時。

而氣象影響報告(Meteorological Impact Statements, MIS)也是一個非定期發佈的產品，當預期十二小時內可能有影響飛航作業之天氣發生，則發佈 MIS 預報以供交通流量管理之決策參考。MIS 發佈的原則如下：(1)對流天氣系統條件將達 SIGMET 標準(2)中度以上積冰(3)中度以上亂流(4)大雨(5)凍降水(6)低於目視飛航天氣(7)地面陣風達 30Kt 以上(8)2000 呎以下低層風切(9)火山灰、塵暴、沙暴(10)天氣現象消失之取消報文

此外，CWSU 席位之作業必須隨時注意 WFO 所發佈之 TAF、AWC 發佈之 SIGMET、AIRMET、CCFP 以及鄰近區域之 CWSU 的預報。CWSU 席位每日早上七點四十五分於 ARTCC 內舉行晨間會議，討論每日航路之流量管制作業，而會議開始則先由 CWSU 之值班預報員先開始簡報當日的天氣大勢、對流系統的位置、SIGMET、AIRMET 的區域範圍及上述天氣系統影響的時間、範圍、移動方向等，隨後由值班的航管主管針對天氣系統所造成的航路流量上的衝擊及其他影響流量的因素，向負責各區域航路之主任管制員(Supervisor)進行今日的流量管制作業之任務提示。

CWSU 預報員在每日簡報之前，會先以一個特製軟體在電腦上繪製區域顯著天氣預測圖，並把衛星雲圖、雷達回波圖、SIGMET 的情況、CCFP 的預報圖、對流區域的位置、區域內機場的 TAF 等整合在同一顯示視窗。預報員在簡報時所提供的圖形化產品有：(1)數位化手繪簡報用區域顯著天氣圖(2)TAF(3)主要轉運機場預報(4)噴流位置圖(5)亂流位置圖(6)積冰位置圖(7)對流區域位置圖

CWSU 席位上有整合的資訊顯示系統，可以接收即時觀測資料(衛星、雷達、

探空、地面觀測)、預報資料 (CCFP、SIGMET、AIRMET、FA、TAF) 以及模式輸出產品,以參與 CCFP 之網路聊天室 (Chat room) 進行線上討論的方式與 AWC 保持密切的溝通。美國的氣象服務席由於與管制人員長期合作,非常熟悉當航路上出現惡劣天氣時對管制作業可能發生的影響,因此在簡報時較偏重於航路上可能發生的惡劣天氣如積冰、亂流或雷雨,並會對其預期發生的時間、發展的過程和移動方向做更細節的航路預報。



圖七 位於堪薩斯州的航路管制中心(Air Route Traffic Control Center Unit,ARTCC)中心內設氣象服務席位(Center Weather Service Unit, CWSU)

5/21(星期二)

Paul Smith

區域預報介紹

AIRMET 介紹

非對流性 SIGMET 介紹

低層顯著天氣圖

PIREPs 重要性

David Bright

系集預報

今天特地安排一位擁有 42 年預報經驗的資深預報員 Paul Smith(圖八)講解區域預報(Areas of Forecast,FA)席位工作，他於 2013 年 5 月 31 日從 AWC 退休。



圖八 區域預報席位，負責解說者為 Paul Smith。

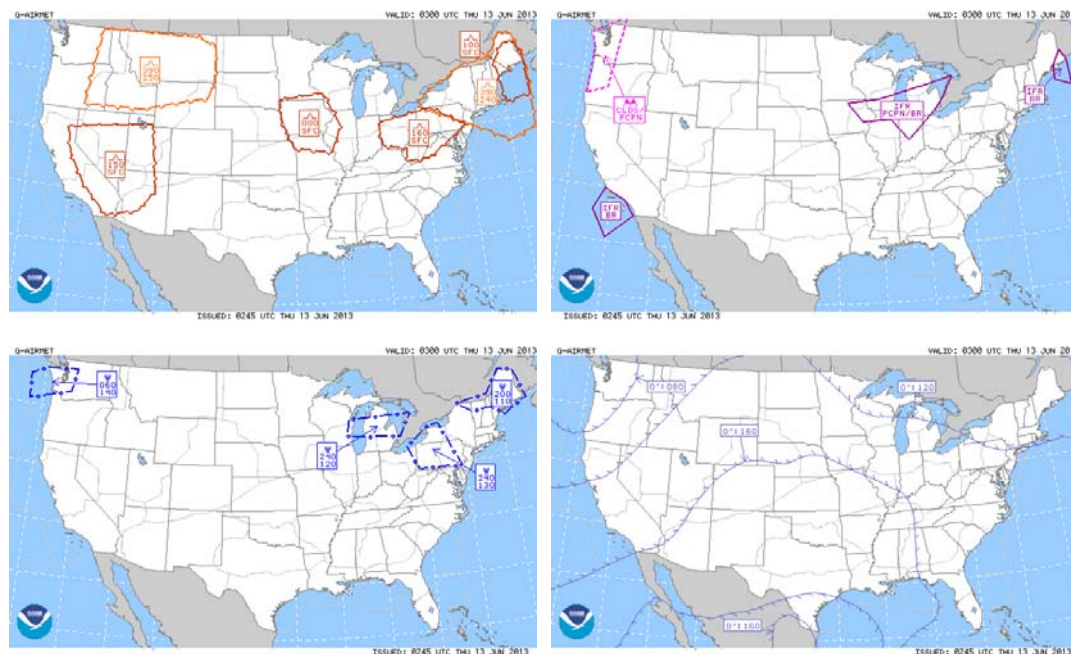
區域預報(FA)主要工作是將美國航路上分成西區(FA W)、中區(FA C)及東區(FA E)三個區域(圖九)，每個區域都有一位預報員負責，最後再結合成一份報告發送出去；每六小時做一次定時預報，包括定時發布天氣區域預報概述(FAs)、AIRMET、非對流性SIGMET和低層顯著天氣圖(Low Level Significant Weather Chart)等預報產品。

首先預報員針對各區域進行文字明語預報概述，而AIRMET定義的高度與我們定義不同，主要是發生在45000呎以下的危害天氣，包含中度積冰、結冰層高度、中度亂流、低空風切、山嶽模糊(Mountain Obscure)、地表面持續風(大於30KT)、儀器飛行天氣規範(IFR, Instrument Flight Rules)等。

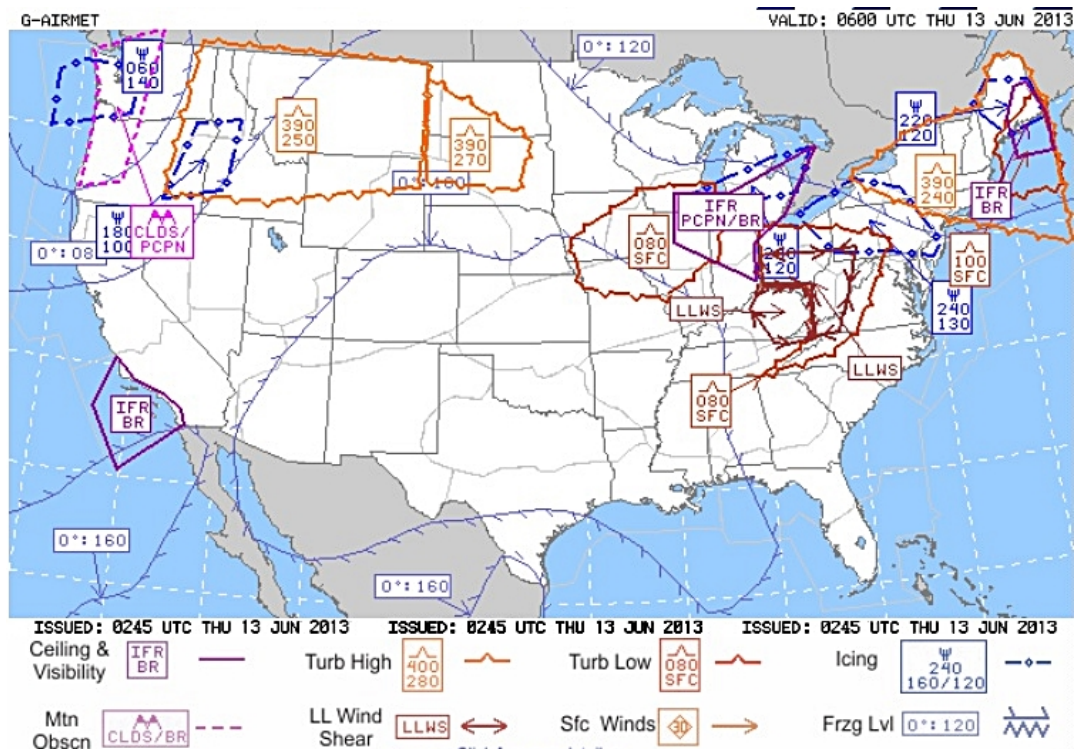


圖九 AWC各區域預報席負責之範圍。

根據每次AIRMET發報的內容，將AIRMET(圖十及圖十一)分為Zulu報(中度積冰與結冰層高度)、Tango報(中度亂流、低層風切與地表面持續風(大於30KT))與Sierra報(儀器飛行規範、山嶽模糊)。預報有效時間為6小時及再加上6小時的危害天氣展望(outlook)。

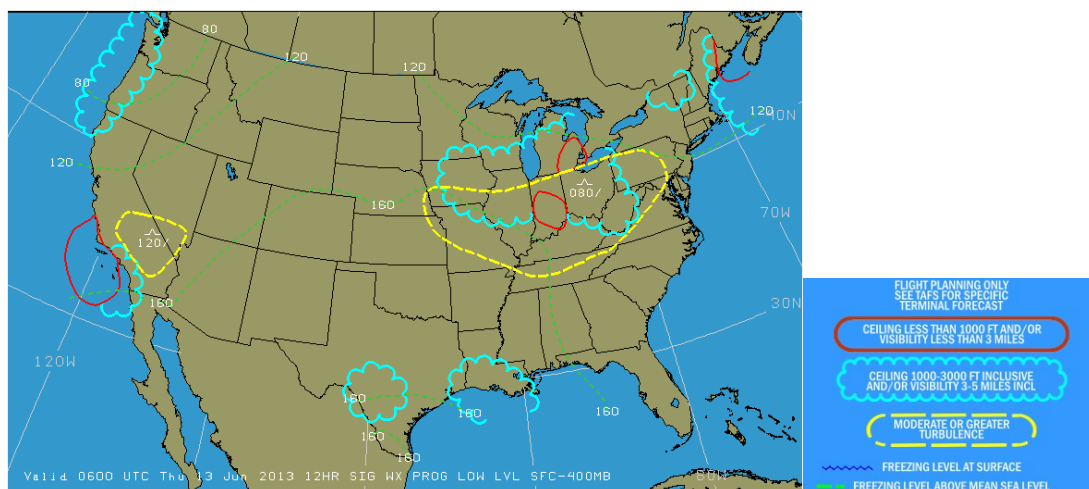


圖十 AIRMET圖示，分別為TANGO報(左上)、SIERRA報(右上)、ZUZU_ICE報(左下)及ZUZU_FZLVL報(右下)。



圖十一 上述各顯著危害天氣整合成爲AIRMET。

另外AWC針對24000呎以下空域製作了低層顯著危害飛行天氣圖(圖十二)，每日四次分別爲00Z、06Z、12Z及18Z，預報內容爲結冰層高度、亂流、低雲幕、能見度、地面鋒面及降水區域等，預報工具主要爲NCEP的ETA模式，其中地面鋒面及降水區域主要由天氣預報中心(Weather Prediction Center,WPC)提供。



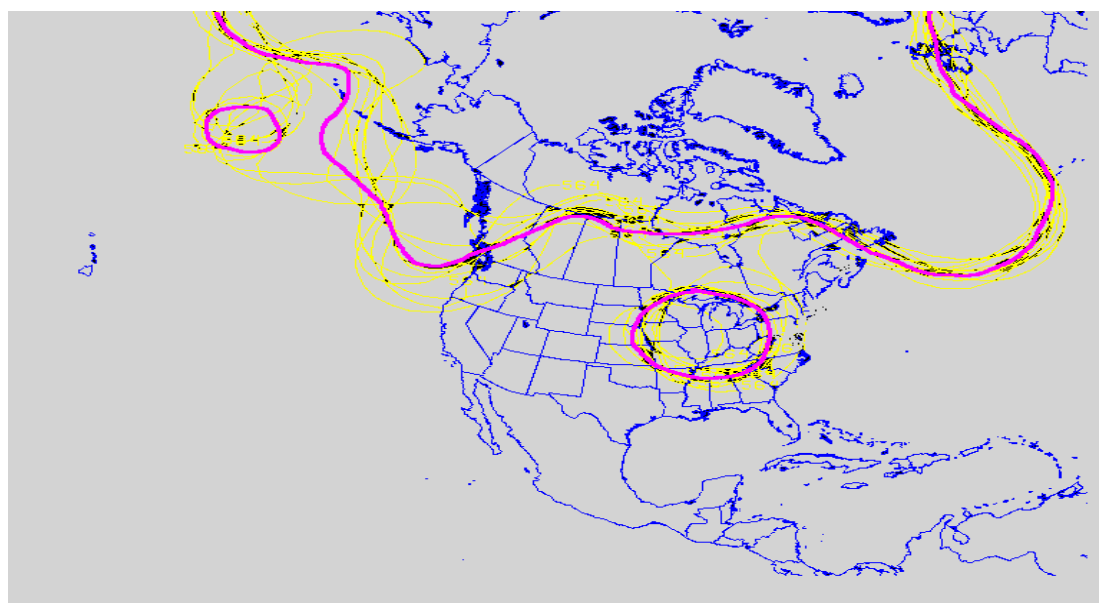
圖十二 低層顯著天氣圖。

AWC所產出的低層顯著天氣圖並不符合ANNEX 3規範的內容，但因此產品

多年來為美國航空界使用，已經難以更改或移除。有時，預報產品要能因地制宜，以符合當地特性及需求，而我國雖盡量以ICAO規定及ANNEX 3規範為依歸，但也有因應航空公司及本區需求製作的相關產品(如SIG4)。

相關預報產品製作時，模式預報為最主要參考依據，預報人員多年累積經驗相當重要，由於航路上的天氣觀測除雷達及衛星外，資料甚少，此時飛行員的天氣報告(PIREPs)就格外顯得重要，世界各地預報員應都如此，不時參考最新的駕駛員天氣報告，做為預報修正之參考，重要的報告內容如積冰、亂流、風場、溫度、雲高等，飛機的機型、型號與發生的時間及高度層等。

下午三點進行本研習最後的課程—系集預報(Ensemble forecast)，由AWC資訊部門主管David Bright做一個簡報，介紹目前系集預報的進展及應用。目前AWC預報還是以單一模式預報為主(如GFS、NAM及ETA等模式)，系集預報需要更多的資源才能成功，因此美國在其氣象局(NWS)轄下之國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction,NCEP)主導，發展短期系集預報(Short Range Ensemble Forecast,SREF)，SREF系統中有21組模式成員(member)，每天執行四次預報，分別為03Z、09Z、15Z及21Z，模擬區域為北美洲，網格解析度32至45公里，參與此系統的模式有Eta、RSM、WRF-NMM及WRF-AWF，整合各單位的資源齊力發展系集預報，分析場輸入由NAM及GFS提供初始及邊界條件，模式經過校驗及調整後，已可適用在美國乾季時的森林火災、冬季極端天氣、嚴重對流天氣及熱帶劇烈天氣等，預計在近期即可進入測試及日常預報工作中。



圖十三 將不同數值模式的預報”平均”後得到一個系集預報結果(粉紅色，500hPa等高線)。

叁、心得

一、良好的作業平台規劃可以確保航空氣象預報技術的提升

臺北航空氣象中心從2006年持續派員至美國航空氣象中心研習觀摩，每年都有針對不同的議題重點訓練，今(2013)年主要以研習對流顯著天氣系統為主，因此在見習過程中針對相關議題彼此會廣泛討論。

AWC預報員相當倚重預報模式，而且對模式的預報具有相當程度信心，或許如Silberberg博士所說：直接使用模式的預報雖然危險，但完全不使用數值模式預報的預報員，等於是放棄一個非常重要的預報工具。AWC中最常可見的模式為全球預報模式GFS，由Silberberg博士為主要負責人，美國是全世界擁有豐富的氣象資源國家之一，當然美方也投入很多人力持續不斷的進行模式校驗並改進，讓預報員可以藉由數值模式進行預報，結合衛星、雷達、地面觀測及飛機觀測等資料，進行預報，並修正預報，改善數值模式。

臺北航空氣象中心目前使用委託美國大氣研究中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)開發的多元化氣象產品顯示系統(Advanced Java-based Multidimensional Display System, JMDS)，系統整合了模式預報與地面及高空觀測資訊，與AWC作業方式功能上類似，只是顯示的內容上有所差異。

在AWC期間，各值班席位上有十多個顯示螢幕，分別顯示不同數值模式預報產品及所有進資料庫的觀測資料，預報員依其預報習慣將參考的資料分別顯示於各螢幕上，尤其是相關預報場與觀測資料的套疊，方便預報員根據套疊結果進行初步分析及預報，而且直接於前述套疊結果的作業平台上繪製相關預報產品，對預報員而言是極為方便有效率的預報作業環境，對於提升航空氣象預報技術有直接的助益。

二、台灣重視優質化的氣象服務，美國重視預報品質的穩定及準確性的再提升

AWC擔負的航空氣象作業，主要是提供航路上各種影響飛航安全的顯著危害天氣包括AIRMET、SIGMET及CCFP等，並未如本中心大部分人力投入在地面機場氣象觀測及終端機場預報，此為國情不同使然，以本中心人力擔負我國完整航空氣象的預報及測報工作，實屬不易。

在AWC預報員可見工作超過30年以上的現職資深預報員(如Paul Smith、

Richard Douglass等)，預報經驗養成不易，預報經驗傳承更需要資深預報員。在現今工作職場都有升遷問題，在美國應該也是如此，但是可讓一個預報員從資淺至資深到退休都在同一崗位上，除了家庭因素，還有不同工作席位有不同薪資外，應有其他相關因素吧！在此研習期間，感受到AWC是一個預報技術提升重於氣象服務，較少長官的電話關切或航空公司的電話詢問，有的是不同氣象單位之間的聯繫及危害天氣警報系統(如龍捲風等)，如此氣象人員更專注於工作業務上。

基於國情不同，我國目前對航空氣象這部分主要是以氣象服務為導向，預報員在有顯著危害天氣時，除注重研判分析未來系統發展狀況，同時花許多時間在精進氣象服務上，在飛航氣象作業上這是所見最大差異，至於作業內容上或許使用工具不同，但作出的預報項目還是一樣。在提及我國有因航空氣象預報而被告上法院，AWC預報員聽而感到訝異，在美國無此問題，在現今環境氛圍下應不會有所改變，預報員在工作上應督促自己的工作態度。

三、有效率的繪圖作業系統可以提升預報品質

此次參訪AWC可以深刻感受預報人員所使用的作業系統具有高效率性和親和性，如對流性的SIGMET警報只要利用繪圖系統將區域繪製，即可產出相對應的報文。在斟酌預報區域方面，繪圖系統又可套疊不同的模式產品、觀測資料、閃電資料、雷達回波等，預報人員只要在套疊的圖形上，直接繪製區域就好，繪製區域後經檢視無誤，選取一功能鍵，立刻產出相對應報文，報文即可在同一介面，發布出去。作業系統的繪圖工具操作簡易，各種使用功能羅列在功能列，一目了然，作業系統反應迅速且穩定。預報作業上預報員絕大部分時間是在思考氣象預報及分析，模式產品跟預報產品的關聯，而不是在單純繪圖系統的操作下，且須參考另一作業系統的畫面，花去了大部分的時間。

在有效率的繪圖作業系統平台下，可以精進預報的品質和效率，各模式產品及氣象資料又可做最大效率的使用，並可以對模式的校驗提供很多意見，提升模式的準確性，增進預報品質。

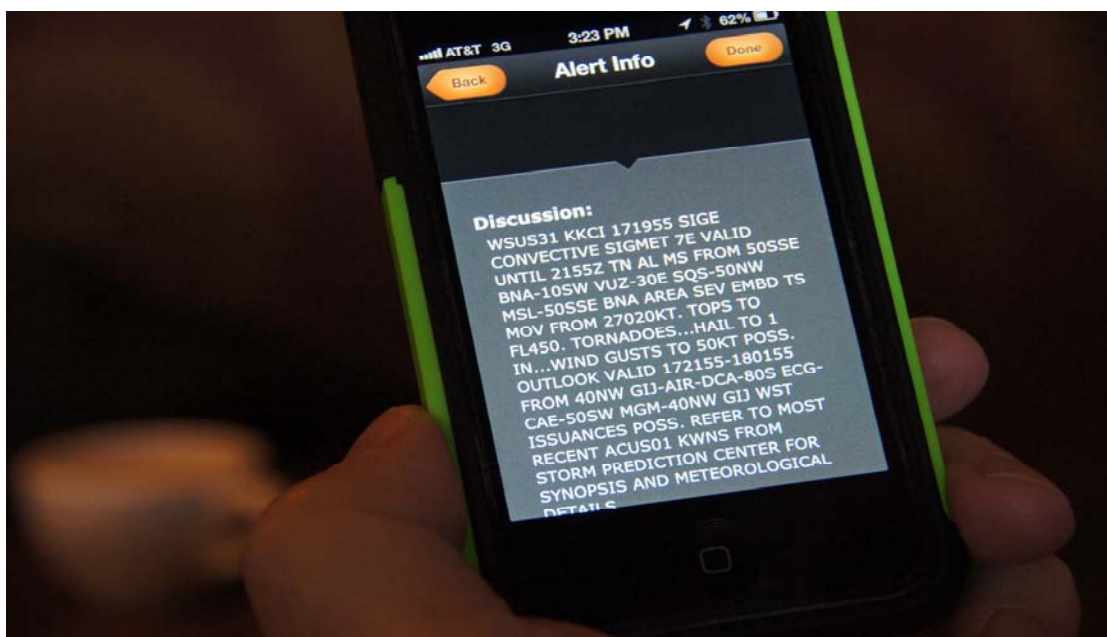
四、智慧型手機的快速發展

隨著智慧型手機的普及，各國氣象服務不論官方及民間都在開發和推廣不同的氣象服務APP，希望提升使用者的滿意度。這次美方接待人員James Henderson在獲取龍捲風的動態資料上，使用手機APP「MYRADAR」以獲取相關雷達及對流SIGMET圖形及報文資訊(圖十四、圖十五)，可以立刻感受到APP的方便和好處。

關於氣象服務APP方面，官方大部分是免費提供相關單位使用者使用，雖然智慧型手機亦可以上氣象服務相關網站獲取所需資訊，但APP的應用則提供更快速、更直覺和更簡易的介面，對於提升氣象服務的廣度和使用者的滿意度有很好的效果，並且可以提升機關單位的形象和施政滿意度，不單氣象單位，只要需要資訊傳播的業務都可以思考建立一個好操作且資訊完整的APP供航空相關單位或使用者來運用。



圖十四 智慧型手機氣象服務APP所示對流性SIGMET區域



圖十五 智慧型手機氣象服務APP所示對流性SIGMET報文

肆、建議

一、開發整合模式預報、觀測資料套疊及顯著危害天氣繪製作業系統

透過資料交換，本中心亦已收集來自全球各地的氣象資料，這些資料目前都可顯示於現行作業系統中(JMDS)，諸如衛星、雷達及數值模式預報等。藉由數值模式預報與觀測資料(衛星、雷達及PIREP等)套疊來比對研判模式是否預報準確或過度預報，可以作為預報員預報作業之修正。臺北航空氣象中心目前也有繪製顯著天氣圖的軟體，但由於程式較為老舊近年來已有規劃發展新一代的繪製系統，應可參考AWC作業平台在套疊的預報與觀測平台上進行顯著危害天氣的繪製工作，做為規劃的參考，方便操作者使用。

二、提供預報員一個有效率航空氣象預報作業環境

前述曾提及AWC每個預報席位上至少有十多台顯示螢幕，螢幕很多但是桌下的主機只有一台，作業環境安靜，螢幕雖多，但僅用一套鍵盤及滑鼠來操控，工作桌上不會擠滿滑鼠與鍵盤，當滑鼠移至螢幕邊界時可跨至另一台螢幕，如此跨螢幕式的作業環境，作業電腦集中管理可謂相當進步的預報作業環境。

目前中心每個席位上有螢幕4至5個，同時有4至5台電腦在桌下，多台電腦所釋放的熱氣及累積的灰塵，常影響機器壽命，且預報員常會因腳踢到主機外殼，進而影響到電腦正常運作，造成電腦壽命減短，且預報員所呼吸之熱空氣，影響身體健康，電腦老舊發出的噪音影響人的情緒與心情。在AWC研習期間，深感美國人對工作環境的重視。建議未來建置或改善氣象自動化作業系統時應參考類似AWC作業席位，設計符合預報員操作需求，又能兼顧健康舒適的作業環境。

三、強化飛機報告作業及時效，確保飛安並進而提升預報品質

AWC有大量的PIREP飛機觀測資料，這些資料極為寶貴作為預報員預報之參考，在參訪航路管制中心ARTCC時，管制員說明在其席位上有類似平板電腦觸控式螢幕，螢幕根據PIREP格式進行劃分，當管制員接獲飛行員的資料報告，管制員直接在螢幕上鍵入資訊並送出，即時傳送至相關單位使用；相較我國目前現行方式，由管制員抄寫再電傳至氣象中心(或透過航空氣象臺轉傳)，再由預報員發報傳出，往往這樣的時效早已過時，應可思考更有時效PIREP的發布方式。

四、強化航空氣象服務APP，提供更優質的航空氣象服務

智慧型手機已經非常普及，而不同功能型態的APP也廣泛被下載使用，美方政府部門也投入一定的資金，在強化更優質的航空氣象服務。民航局飛航服務總臺，也在這樣的趨勢下建立一套可以立刻查找全球機場的航空氣象資訊APP，但應可做更多的延伸和發展，提供更完整的航空相關資訊，在具親和力的環境下，提供航空作業人員所需的資訊，資料可以圖形化、美觀化及易讀化，如整合式航路雷達回波，航路風溫資料、飛機報告資料、機場預報資料、SIGMET區域圖示及報文、颱風警報資料等，甚至在強化氣象服務天氣簡訊部分，亦可藉由此APP，主動式聲音警示相關人員，提醒相關人員讀取，顯示畫面設計上可以更簡單美觀化。其他跟航空相關的作業，同樣可以開發不同APP來滿足不同作業人員的需求，比如查找飛航公告，查詢飛機動態等等。藉由航空氣象服務APP，除可以強化航空氣象深度及廣度，提升單位形象，更可提升為民服務及單位施政績效。