

## 出國報告：類別(實習)

# 參加「航空氣象現代化作業系統汰換及更新計畫--研習航空氣象天氣預報及劇烈天氣守視技術出國訓練」出國報告

服務機關：交通部民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：吳孟軒主任氣象員

張原通預報員

派赴國家：堪薩斯市，美國

出國期間：民國 113 年 09 月 14 日至 09 月 27 日

報告日期：民國 113 年 11 月 05 日

## 提要表

系統識別號：	C11302003																						
視訊辦理：	否																						
相關專案：	無																						
計畫名稱：	航空氣象現代化作業系統汰換及更新計畫-研習航空氣象天氣預報及劇烈天氣守視技術出國訓練																						
報告名稱：	參加「航空氣象現代化作業系統汰換及更新計畫-研習航空氣象天氣預報及劇烈天氣守視技術出國訓練」出國報告																						
計畫主辦機關：	交通部民用航空局																						
出國人員：	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">姓名</th> <th style="width: 15%;">服務機關</th> <th style="width: 10%;">服務單位</th> <th style="width: 15%;">職稱</th> <th style="width: 10%;">官職等</th> <th style="width: 35%;">E-MAIL 信箱</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>吳孟軒</td> <td>交通部 民用航空局 飛航服務 總臺</td> <td>臺北 航空 氣象 中心</td> <td>主任氣 象員</td> <td>薦任 (派)</td> <td>swanwoo456@anws.gov.tw</td> </tr> <tr> <td>張原通</td> <td>交通部 民用航空局 飛航服務 總臺</td> <td>臺北 航空 氣象 中心</td> <td>預報員</td> <td>薦任 (派)</td> <td>yuantong@anws.gov.tw</td> </tr> </tbody> </table>					姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱	吳孟軒	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)	swanwoo456@anws.gov.tw	張原通	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)	yuantong@anws.gov.tw
姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱																		
吳孟軒	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)	swanwoo456@anws.gov.tw																		
張原通	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)	yuantong@anws.gov.tw																		
前往地區：	美國																						
參訪機關：	美國航空氣象中心(AWC)、堪薩斯市航路管制中心(ZKC)、堪薩斯市天氣預報辦公室(EAX)																						
出國類別：	實習																						
出國期間：	民國 113 年 09 月 14 日 至 民國 113 年 09 月 27 日																						
報告日期：	民國 113 年 11 月 05 日																						
關鍵詞：	航空氣象																						
報告書頁數：	30 頁																						
報告內容摘要：	本次訓練前往美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC)各席位學習作業流程，並參訪美國航路管制中心(Air Route Traffic Control Center, ARTCC)之氣象服務席位(Center Weather Service Unit, CWSU) 以及位於 Pleasant Hill之天氣預報辦公室(Weather Forecast Office, WFO)。除研習航空																						

	氣象天氣預報技術，以及劇烈天氣守視工作流程，同時也比較雙方作業差異，瞭解職場文化，從而學習美國航空作業對於單位內、單位之間、跨部門之間共同協作(Collaboration)方法。
電子全文檔：	
附件檔：	
限閱與否：	否
專責人員姓名：	
專責人員電話：	

# 摘要

本次訓練前往美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC)各席位學習作業流程，並參訪美國航路管制中心(Air Route Traffic Control Center, ARTCC)之氣象服務席位(Center Weather Service Unit, CWSU) 以及位於 Pleasant Hill 之天氣預報辦公室(Weather Forecast Office, WFO)。除研習航空氣象天氣預報技術，以及劇烈天氣守視工作流程，同時也比較雙方作業差異，瞭解職場文化，從而學習美國航空作業對於單位內、單位之間、跨部門之間之共同協作(Collaboration)方法。

# 目錄

壹、 目的.....	2
貳、 過程.....	3
一、 研習行程.....	3
二、 美國航空氣象中心(AWC)簡介.....	4
三、 國內航空作業席位.....	6
四、 國際航空作業席位.....	16
五、 美國航路管制中心(ARTCC)氣象服務單位(CWSU).....	22
六、 天氣預報辦公室(WFO).....	24
參、 心得與建議.....	26
肆、 附錄.....	30

## 壹、 目的

為持續提升航空氣象服務，民用航空局飛航服務總臺於 110 年至 113 年間，推動為期四年的航空氣象現代化作業系統汰換及更新計畫(AOAWS-RU)。在此計畫中除整體改造本區目前航空氣象服務平臺軟硬體之外，同時安排氣象中心預報員前往美國航空氣象作業單位，參加為期兩週的預報作業研習，透過雙方交流互動，接收航空氣象預報技術新知，並瞭解國際航空作業之未來動向。

本次研習主要向美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC) 各個席位學習預報及守視作業流程，並安排參訪美國航路管制中心(Air Route Traffic Control Center, ARTCC)的氣象服務席位(Center Weather Service Unit, CWSU) 以及位於 Pleasant Hill 的天氣預報辦公室(Weather Forecast Office, WFO)，讓氣象中心預報員了解美國不同的氣象單位，對於氣象作業經常使用哪些預報工具，而作業系統又是如何操作及運作，在他們實際作業時(繪製顯著天氣預報圖、區域天氣預報、對流天氣預報和編報機場預報)會遇到細部問題和解決辦法。同時，我們也將自己預報作業會遇到的問題，向美國氣象單位詢問，並得到不同以往的見解。

而本次研習讓我方觀察到美方職場文化，對航空氣象預報的精確性，對單位內外作業的互動及協作，對問題及改進的高度開放討論，都令我們印象深刻。最後，期望向美國氣象單位學習新知，主動掌握當下最新的觀測及預報技術、衛星資料、各種作業系統，進而運用於我們每日預報作業及供進行中的 AOAWS-RU 提供系統建置參考，持續精進本區之航空氣象服務品質。

## 貳、 過程

### 一、 研習行程

去程	113年9月14日   113年9月15日	14日自桃園國際機場搭機至美國西雅圖機場，隔天早上再搭機至堪薩斯市。由Paul Fike協助接送至飯店。
研習	113年9月16日   113年9月24日	16-18日及23-24日依課程安排於AWC進行各席位之隨班研習訓練，參與例行會議，以及和各單位主管交流談話。 另外於19-20日上午參訪堪薩斯航路管制中心(ZKC ARTCC)的氣象服務席(CWSU)，20日上午參訪位於Pleasant Hill預報辦公室(WFO EAX)，瞭解工作流程並且詢問作業方式與交流。 全程皆由Paul Fike導引及陪同。
回程	113年9月25日   113年9月27日	25日自堪薩斯機場搭機至美國西雅圖機場，再搭機返回桃園機場。

## 二、 美國航空氣象中心(Aviation Weather Center, AWC)簡介

航空氣象中心隸屬於美國商業部(U.S. Department of Commerce)國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)國家氣象局(National Weather Service, NWS)國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)，為 NCEP 內 9 個中心的其中之一(如圖 1)。

航空氣象中心是國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)指定的兩個全球區域預報中心之一，並且也主導國家氣象局航空氣象測試平臺(Aviation Weather Testbed, AWT)，該平臺讓航空氣象研究轉為長久且具有可持續性作業的過程更加迅速。



圖 1 NCEP 內的九個中心

美國航空氣象中心內部大致分為四大部門，簡述如下：

(1) 國家航空氣象學家 National Aviation Meteorologists (NAMs)：

該單位共有 6 人，分配給位於維吉尼亞州沃倫頓的空中交通管制系統指揮中心(ATCSCC)，直接向 FAA(聯邦航空總署，Federal Aviation Administration)國家營運經理(National Operations Managers, NOMs)提供基於影響的決策支援服務 (Impact-based Decision Support Services, IDSS)。

(2) 國內航空氣象部門 Domestic Operations Branch (DOB)：

包含亂流席、積冰席、能見度與雲霧席、對流顯著危害天氣席和空中交通流量管理對流預報席共 5 個席位，負責美國境內天氣預報產品製作及天氣守視。

(3) 國際航空氣象部門 International Operations Branch (IOB)：

包含熱帶席、北半球顯著天氣圖席、南半球顯著天氣圖席 3 個席位。負責提供墨西哥灣、大西洋部分地區、太平洋部分地區的顯著危害天氣以及涵蓋全球的越洋航線顯著天氣預報圖。

(4) 航空作業支援部門 Aviation Support Branch (ASB)：

負責資料流、科學研究、網頁維護開發以及系統維運，以確保 AWC 的產品和服務能持續提供給客戶，亦為開發測試平臺 AWT 的主要負責部門。圖 2 為 AWT 的專屬會議室，AWT 每年夏季會邀請科學家、飛行員、航空公司簽派、甚至社會科學家等來此處進行連續數日的作業合作研究會議(Collaborative Research to Operations)，向 AWC 產品使用者說明目前最新產品的開發和未來方向，而產品使用者亦可分享他們的需求。

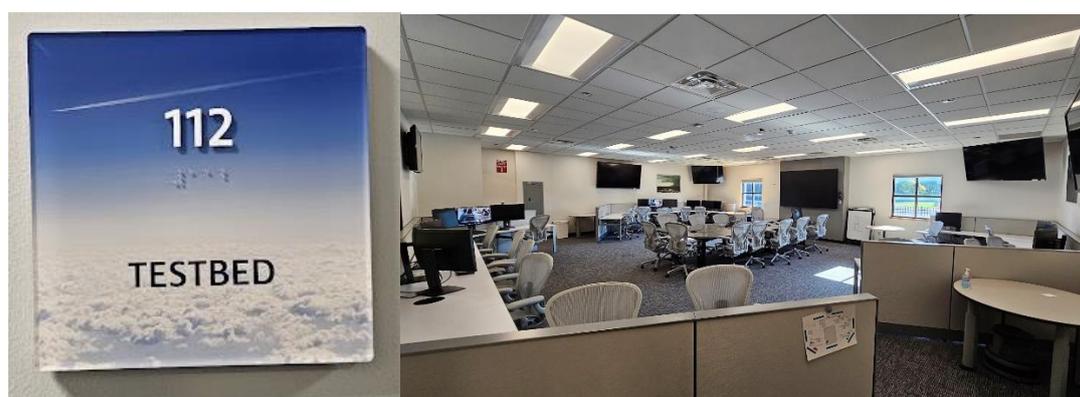


圖 2 航空氣象測試平臺會議室門牌(左)及會議室內部陳設(右)

接下來將以兩個章節，將針對與我們氣象中作業最相關的，國內及國際航空席位，詳加介紹。

### 三、 國內航空工作席位

#### (一) 對流顯著危害天氣席 (Convective SIGMET desk)

對流顯著危害天氣(convective SIGMET)是美國特有的顯著危害天氣種類，要求精準預報，而預報時間也較短，由對流顯著危害天氣席(以下簡稱對流席)負責發布作業。

發布範圍分為西部、中部、東部地區(圖 3)，過去 AWC 不同區域指派給不同席位負責，現在席位已不依照區域劃分，但對流顯著危害天氣仍保有編發區域劃分的作業習慣。發布頻率為每小時 1 次，每次發布有效時間為 2 小時，並視需要添加有效時間為 6 小時的對流展望(convective outlook)。因為發布時間頻繁，不會取消(CNL)也沒有修正報(AMD)，只會被下個小時的對流顯著危害天氣取代，如有需要可發更正報(COR)。此外若突然發生未預期的特殊天氣狀況發生時，可發布特別對流顯著危害天氣(special convective SIGMET)。



圖 3 美國對流顯著危害天氣不同區域的範圍示意圖，著色範圍表示各區涵蓋的海陸範圍。

各區的報文序號獨立計算，由 01 開始，最大為 99，若超過 99 則由 01 重新開始序號，且遇 00UTC 重新計算，由 01 開始。對流顯著危害天氣若為西部，序號後方加上 W，若為中部則加上 C，東部則加上 E，格式如 04W、25C。各區對流展望序號亦獨立計算，但序號不須加上 W、C、E 等地區字樣。另外，W、C、E 區的報文不一定都要由此席位發布，可由其他席位協助發布一至兩區的報文，在夏季對流顯著危害天氣數量非常多的時候可如此作業，以減輕此席位人員的工作量。

對流顯著危害天氣之發布以美國本土陸地及近海為主，對流超出守視範圍

(如圖 4)如位於大西洋或太平洋區域則由國際航空氣象部門的席位負責發布 SIGMET；如為加拿大或墨西哥則為該國航空氣象部門發布顯著危害天氣。此外，如對流席守視空域內完全沒有顯著對流發生，仍需發布對流顯著危害天氣來說明目前無對流，如圖 5。

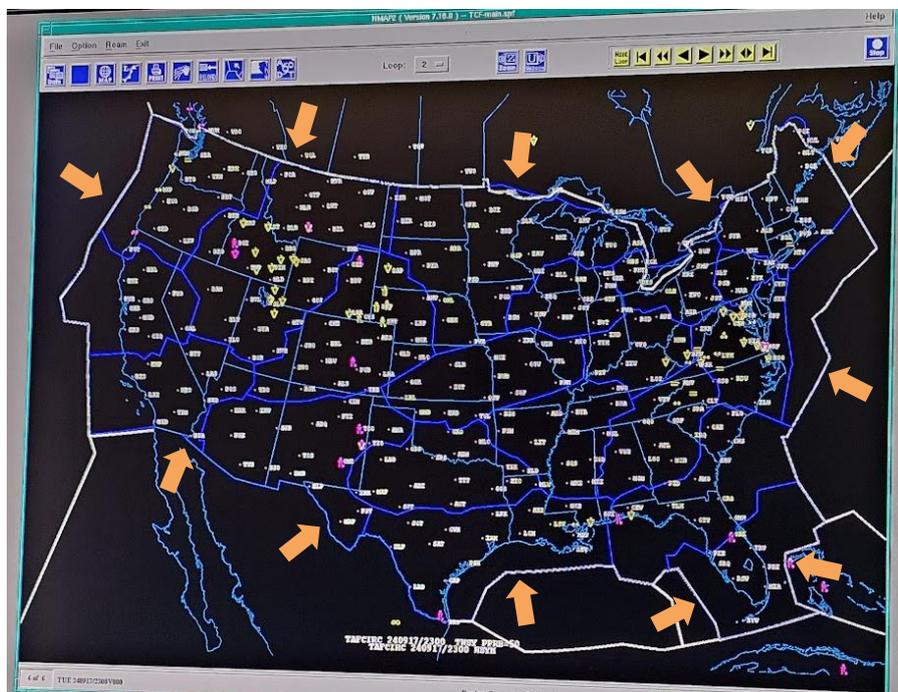


圖 4 對流席所使用的整合顯示系統顯示美國本土各州輪廓及美國及鄰近國家的情報區範圍，橘色箭頭所指的範圍即為對流席守視範圍。

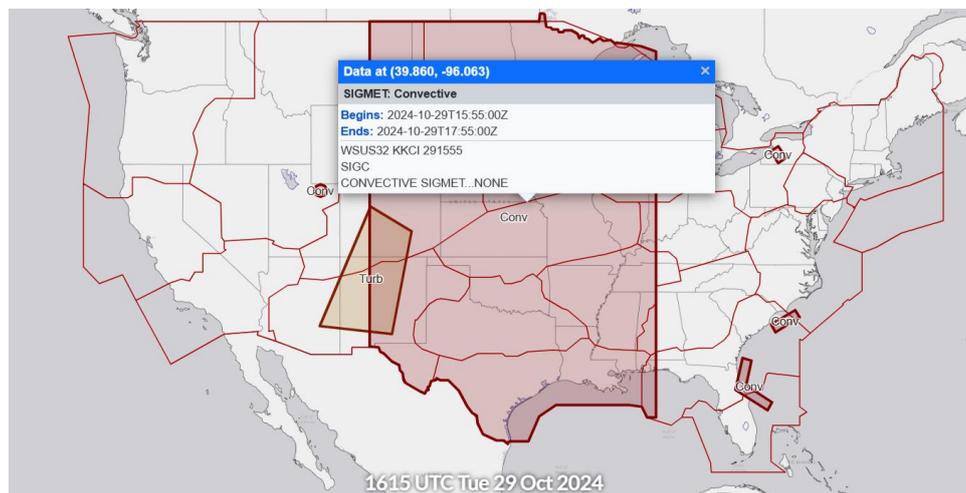


圖 5 無對流時的對流顯著危害天氣報文及 AWC 網頁顯示畫面，本圖表示守視範圍的中部地區無對流顯著危害天氣。

對流席發布對流顯著危害天氣時，除了參考雷達迴波、即時閃電和衛星雲圖，由於美國領空範圍廣大，雷達迴波資料同化整合需要一段時間，因此也會

參考即時的航機路徑及高度資料(如圖 6)。如果航機突然開始避開某處，但該處還沒有明顯的雷達迴波，表示該處可能有對流雲正剛開始發展，尚無法在雷達迴波中顯現出來。



圖 6 整合顯示系統顯示的航機路徑與高度資料，顏色表示高度(紅色高度低，藍色高度高)。此產品不會顯示航機的詳細資料，僅顯示短時間內的路徑與高度。

## (二) 空中交通流量管理對流預報席 (Traffic Flow Management Convection Forecast Desk)

空中交通流量管理(Traffic Flow Management, TFM)是指多個單位對空中交通的共同計畫，避免超過機場和空域的容量上限，確保飛航安全，同時有效率地利用可用空域容量。

由於美國空域廣大，因此將陸地上及近海的空域劃分為多個區域管制中心 (Air Route Traffic Control Centers, ARTCC) 個別管理部分空域，如圖 7。當航機由美國本土某一機場飛向其他機場時，可能會通過多個不同 ARTCC 的負責空域。若航路中出現大範圍的對流天氣時，該航班行經的航路本身可能需要更改，移至本來不會經過的 ARTCC 負責空域，造成接納更改航班的空域交通流量更加擁擠，如此一來便需要提前因應美國本土可能發生的大範圍對流天氣狀況，先行擬定安排交通流量管理的計畫。2021 年美國本土機場發生的延誤中，有 54.4% 的比例是由於天氣因素。AWC 對美國本土及近海水域的飛航情報區提供空中交通流量管理對流預報圖(以下簡稱 TCF 圖)，作為航管單位協調策劃和策略管理航路的參考。

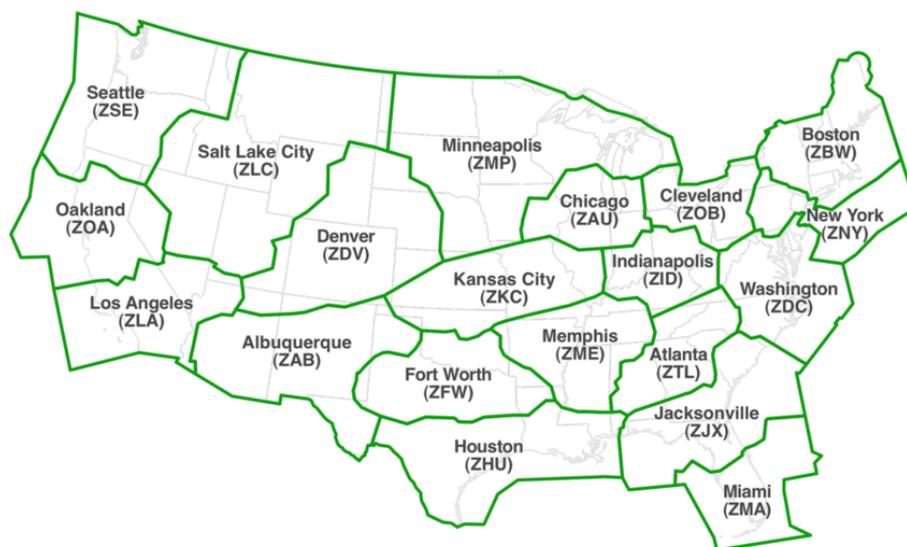


圖 7 美國本土各 ARTCC 管制空域劃分。

空中交通流量管理對流預報席(以下簡稱 TCF 席)的主要業務為繪製 TCF 圖。此席位為季節性席位，在 3 月 1 日至 10 月 31 日由預報員繪製 TCF 圖，TCF 圖展示的資訊如圖 8，其餘時間則由系統自動產製。人工繪製的 TCF 圖一套共 3 張，每 2 小時發布一次，有效時間為發布後的第 4、6 和 8 小時，針對範圍大小、強度和發展高度可能達到特定標準的對流區，以不同上色的圖形表示。TCF 席位不發布修正報(AMD)或更正報(COR)。

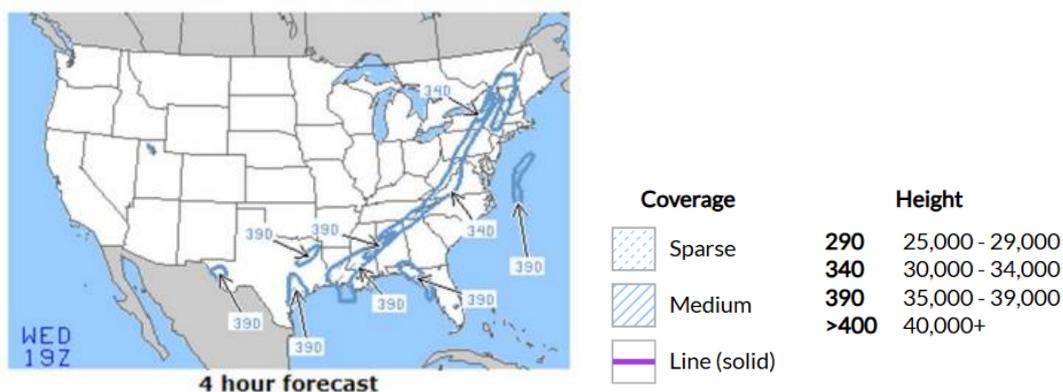


圖 8 TCF 圖及其圖例說明。

而發布可以分為區域對流與線性對流兩種。

區域對流發布標準：

- (1) 雷達反射率至少 40 dBZ
- (2) 對流發展高度超過 FL240

- (3) 符合(1)&(2)條件的對流至少覆蓋所繪區域的 25%以上
- (4) 預報員對該區域滿足標準(1)、(2)和(3)有高度信心(50%以上)

線性對流發布標準：

- (1) 雷達反射率至少 40 dBZ，長度至少為 100 海浬(nm)
- (2) 對流發展高度超過 FL240
- (3) 線性覆蓋 75%以上
- (4) 預報員對該區域滿足標準(1)、(2)和(3)有高度信心(50%以上)

若發布區域對流，會根據對流的覆蓋度(coverage)給予不同描述和上色，覆蓋度 25 至 39%以稀疏(sparse)標示，40 至 70%則以中等(media)標示；若發布線性對流則不標示(因線性對流皆代表重度)。另外在 AWC 網頁上的 TCF 圖，會標示對流回波頂(echo top)高度，290 表示 FL250-290，340 表示 FL300-340，390 表示 FL350-390，>400 表示 FL400 以上。AWC 的 TCF 圖網頁會附上上述資訊的圖例，如圖 7。此外若為系統自動產生之 TCF 圖則只會發布區域對流，而沒有線性對流，線性對流需要人工判讀。

在 3 至 10 月發布產品之前，會在通訊軟體 Slack 的線上聊天室(如圖 9)與加拿大氣象局、各地航路管制中心氣象服務單位(Central Weather Service Unit, CWSU)、阿拉斯加、夏威夷天氣辦公室及各大航空公司的氣象人員進行交流。線上聊天室成員如有建議可以提出討論，但 TCF 席保有最終決策權。



圖 9 TCF 席用來與各單位氣象人員討論 TCF 圖的 Slack 線上聊天室螢幕(左下)、顯示 AWC 網站上 TCF 圖的螢幕(左上)、顯示 TCF 圖編輯程式的螢幕(右下)以及顯示 AWC 室外天候監視器的螢幕(右上)。

### (三) 亂流席 (Turbulence Desk)

亂流席主要工作為發布 G-AIRMET 及 SIGMET。該席位負責發布的 G-AIRMET 類型包含美國本土及近海的中度高空亂流、中度低空亂流、低空風切及地面強風，AWC 網頁顯示的亂流席 G-AIRMET 產品如圖 10；SIGMET 則包含高空噴流或山岳波引發之高空亂流，如為對流雲內的亂流則由對流顯著危害天氣席所發布的對流 SIGMET 所涵蓋，不由本席位發布。另外亂流席還會配合積冰席負責統整的低空地面顯著天氣預報圖(Low level SigWx)，將地面至 FL180 的 12 及 24 小時中度以上低空亂流預報圖傳送給積冰席。

G-AIRMET 為美國特有的預報產品，每 6 小時會發布一次，發布時間為 03Z、09Z、15Z 和 21Z。G-AIRMET 每次發布的有效時間涵蓋未來 12 小時，自發布時間未來的 12 小時內，每 3 小時為間隔的預報。在亂流席，若預報未來 12 小時內都沒有亂流，仍需發布 G-AIRMET 說明預報未來 12 小時內無亂流。另外系統會將發布時間起 0 至 6 小時的 G-AIRMET 轉換成符合 ICAO 規定的 AIRMET。由於 G-AIRMET 提供的資訊較豐富，經 FAA 核准，AWC 預計 2025 起將不再提供 ICAO 格式的 AIRMET，只會發布 G-AIRMET。

亂流席 G-AIRMET 發布的產品及其對應條件：

- (1) 中度高空亂流(Moderate Turbulence HIGH level)：大於 FL180
- (2) 中度低空亂流(Moderate Turbulence LOW level)：地表至 FL180
- (3) 低於 2000 英尺 AGL 的低空風切
- (4) 地面風速持續的大於 30KT

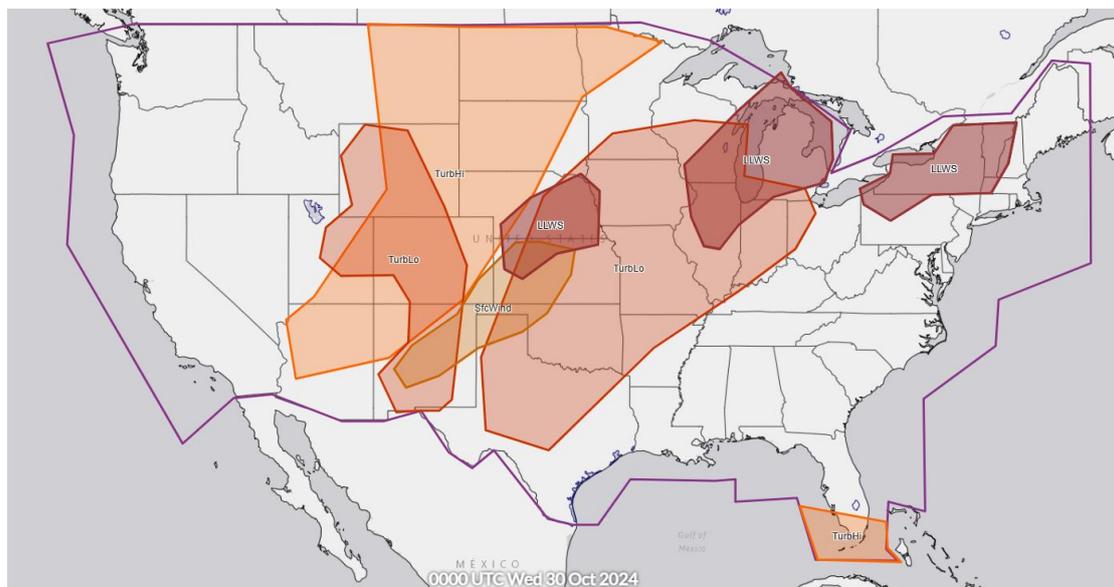


圖 10 AWC 網頁所顯示的亂流席 G-AIRMET 資訊，TurbHi 表示中度高空亂流，TurbLo 為中度低空亂流，LLWS 表示低空風切，SfcWind 為地面強風。

亂流席的 SIGMET 僅發布非對流引起的亂流，有效時間最多為 4 小時。發布 SIGMET 範圍的水平大小並無限制，且僅發布 FL250 以上的亂流。若無觀測到亂流，仍會發布無亂流的 SIGMET。國內部門的亂流、積冰及能見度 SIGMET 的編號，會由表 1 之代號輪流：

NOVEMBER
OSCAR
PAPA
QUEBEC
ROMEO
UNIFORM
VICTOR
WHISKEY
XRAY
YAMKEE

表 1 亂流席 SIGMET 的編號命名順序

AWC 這邊常用來預報亂流的模式及其產品非常多種，較常用的包含：

- (1) 理查遜數(Richardson number, Ri)：穩定但不要太穩定的垂直大氣穩定度最適合擾動維持，此時  $0 \leq Ri \leq 1$ 。
- (2) 輻散趨勢(divergent tendency)：有非地轉風就容易有水平的擾動發生。
- (3) GTG(Graphical Turbulence Guidance)：利用模式資料來推測亂流機率與強度的演算法，可用來概略判斷亂流的垂直和水平範圍。
- (4) Ellrod-Konx index：Ellrod index 為高空風的水平及垂直變形量，Ellrod index 加上輻散趨勢即為 Ellrod-Konx index。
- (5) 經驗判斷中度高空亂流的垂直範圍：一般會用明確的風切層到對流層頂當作上下範圍。
- (6) 經驗判斷中度低空亂流的發生條件：通常會以垂直高度上風速變化率 20KT/2000FT 以上或風向變化率  $30^\circ/2000FT$  以上為標準。

#### (四) 積冰席

積冰席負責發布的 G-AIRMET 為美國本土及近海的積冰範圍以及地面至 FL180 的結冰高度，如圖 11，發布時間亦為 03、09、15 和 21UTC；SIGMET 則為非對流引起的強烈積冰範圍。積冰席亦負責將亂流席及能見度及雲幕席的預報產品與本席位的預報圖整合為預報未來 12 及 24 小時的低空地面顯著天氣預報圖(Low level SigWx)，並且每 6 小時(00、06、12、18UTC)發布一次。

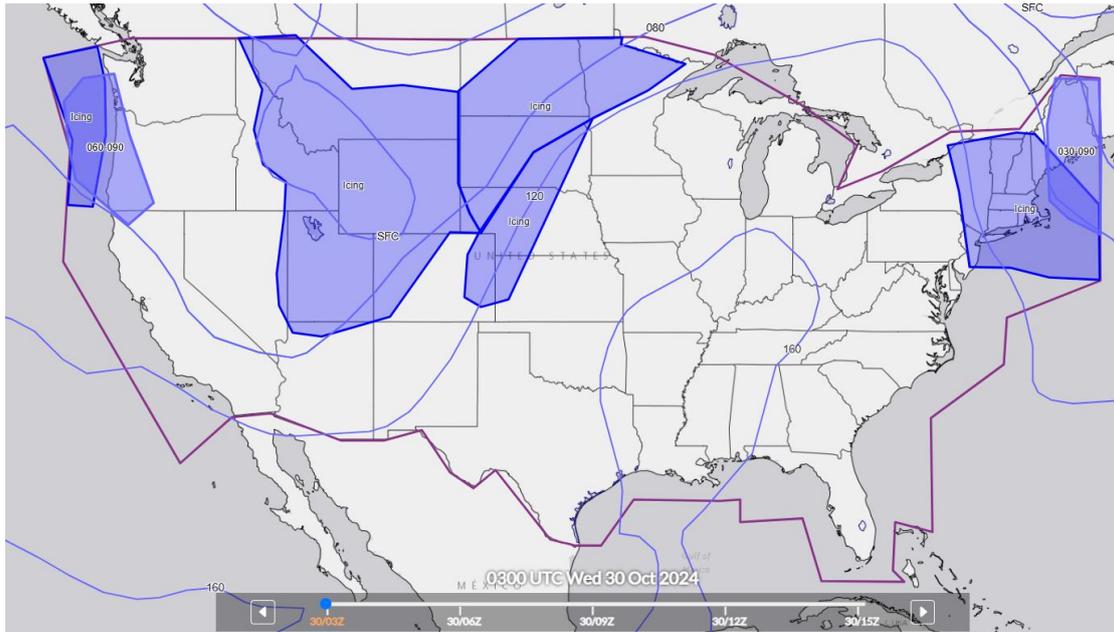


圖 11 AWC 網頁顯示的積冰席 G-AIRMET 資訊，Icing 為積冰，色塊區域內若為數字(如右上角 030-090)表示多個 0 度高度層，線條為 0°C 等高線。

預報積冰的水平範圍，積冰席參考 RAP(Rapid Refresh)模式中的積冰機率產品，大致上將積冰發生機率 20%以上的範圍作為預報的積冰水平範圍，此外也可將積冰機率與對流可用位能(CAPE)及垂直運動疊合，來排除對流造成的積冰區。另外席位也會參考紅外線衛星雲圖中層雲的範圍。

積冰的垂直高度範圍則參考 NAM(North American Model)模式中的積冰層頂及積冰層底高度產品，此類產品為氣象中心未曾使用過的產品。席位也會參考飛機報告(PIREP)來決定積冰層高度。G-AIRMET 的積冰層底可以給單一高度，亦可以給定一個區間。由於垂直大氣可能有逆溫層存在，可能導致垂直上的 0 度高度層不只一個，而 NAM 模式有產生結冰層高度數量的產品，若結冰層高度數量為 2 以上，表示積冰層底可能有多個高度，此時可用區間來表示結冰層底的高度範圍。

積冰席的另一工作是負責將積冰席、亂流席、能見度及雲幕席的產品整合製作低空顯著天氣圖，如圖 12，積冰席亦繪製低空顯著天氣圖的結冰高度部分。積冰席可透過系統燈號得知其他席位進度，當其他席位完成產品上傳至系統暫存，系統會轉綠燈顯示席位完成進度，當三席位皆完成後，積冰席按下整合鍵，系統能將多個產品疊加顯示至一張圖內，積冰席負責確保積冰、亂流、能見度、雲的標籤不會重疊後上傳。

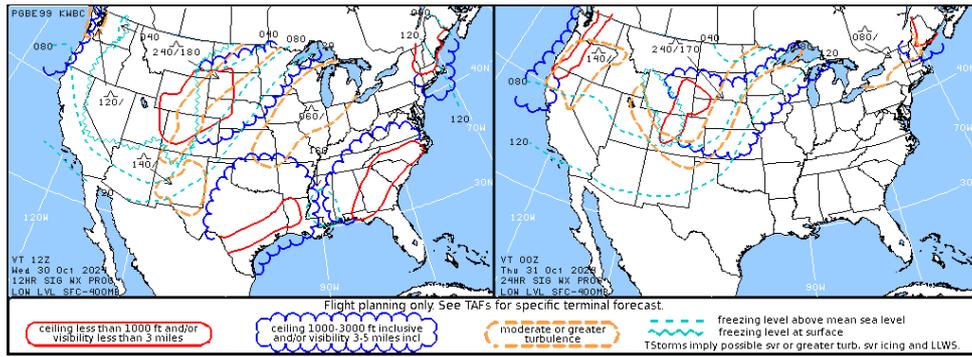


圖 12 低空顯著天氣圖的資訊。紅線表示雲幕低於 1000 英尺且/或能見度低於 3 英里的範圍(相當於 IFR)，藍線表示雲幕介於 1000 至 3000 英尺且/或能見度介於 3 至 5 英里的範圍(相當於 LVFR)，皆為能見度與雲幕席負責繪製。橘線為中度以上低空亂流範圍，為亂流席負責繪製。淺藍色線為結冰層高度，由積冰席負責繪製。

#### (五) 能見度及雲幕席 (Visibility & Cloud Desk)

能見度與雲幕席負責發布的 G-AIRMET 為美國本土及近海的山岳被遮蔽 (mountain obscured) 以及 IFR (Instrument Flight Rules, 儀器飛航條件) 區域，如圖 13；SIGMET 則包含吹沙 (blowing sand)、吹塵 (blowing dust)、野火 (fire) 以及火山灰 (volcanic ash)。另外負責低空地面顯著天氣預報圖 IFR 及 LVFR (Low Visual Flight Rules, 低目視飛航條件) 的範圍。

此席位發布 IFR 區域以及山岳被遮蔽範圍，除了參考機場 METAR 的能見度與雲幕觀測值，更需要參考許多不同模式的雲幕及能見度產品，來預報能見度及雲幕。

美國的飛航天氣分類及能見度、雲幕標準如表 2：

VFR	$VIS > 5 \text{ SM and } CLD > 3000 \text{ ft.}$
MVFR	$3 \leq VIS \leq 5 \text{ SM and/or } 1000 \leq CLD \leq 3000 \text{ ft.}$
IFR	$VIS < 3 \text{ SM and/or } CLD < 1000 \text{ ft.}$
LIFR	$VIS < 0.5 \text{ SM and/or } CLD < 500 \text{ ft.}$

表 2 美國的飛航天氣分類及其能見度和雲幕定義

另外此席位所發布的 SIGMET 臺灣較無經驗，像是火山、吹沙、沙塵暴、野火等，關於沙塵暴及野火也能從衛星資料特別標示而即時得知，而也有煙霧專屬的模式預報工具(預報野火或火山灰出現之後的影響)，所以守視作業有判斷的標準流程，也能掌握趨勢變化。

另外本氣象中心作業上少见的部分尚有 G-AIRMET 發布的山岳被遮蔽區域，遮蔽的對象是山峰(必須夠高而且有峰頂)，所以還要清楚知道地形地貌(山區與山峰的位置)，才能作綜合判斷。

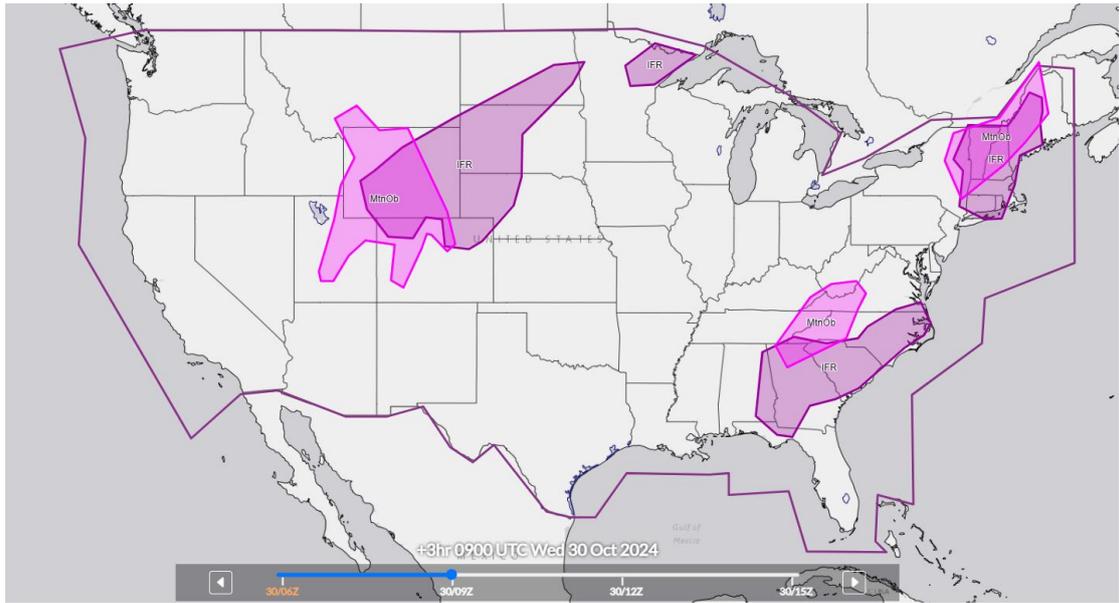


圖 13 AWC 網頁所顯示能見度及雲霧席 G-AIRMET 資訊。IFR 表示儀器飛航條件區域，MtnOb 表示山岳被遮蔽範圍。

## 四、 國際航空工作席位

### (一) 熱帶席 (Tropical desk)

熱帶席的主要工作為發布國際顯著危害天氣(international SIGMET)與區域預報(area forecast)。

#### ■ 國際顯著危害天氣：

如圖 14，在紅線區域內且在黃線區域以外的區域為國際部門熱帶席負責發布 SIGMET 的範圍，此範圍涵蓋了大西洋的紐約海洋情報區(New York Oceanic FIR)、邁阿密海洋情報區(Miami Oceanic FIR)、休士頓海洋情報區(Houston Oceanic FIR)，以及位於太平洋的奧克蘭海洋情報區(Oakland Oceanic FIR)部分範圍。

而由熱帶席所發布的 SIGMET 又稱為國際 SIGMET，其包含的天氣種類皆為 ICAO 所規範的 SIGMET 種類，包含雷暴(TS)、熱帶氣旋(TC)、強烈積冰、強烈亂流、火山灰、沙暴與塵暴等。火山灰和熱帶氣旋 SIGMET 的最長有效時間為 6 小時，其餘為 4 小時。國際 SIGMET 不發修正報(AMD)，但若內容錯誤可發布更正報(COR)，消散或預期將消散可以發取消報(CNL)。

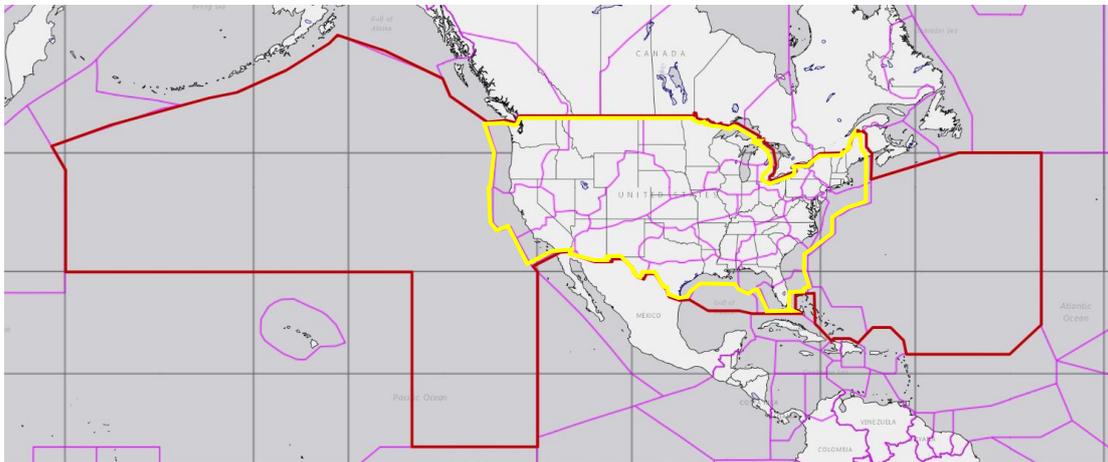


圖 14 深紅色粗線所圍範圍為 AWC 負責發布 SIGMET 的守勢範圍，黃線區域為 AWC 國內部門負責的 SIGMET 範圍

國際 SIGMET 的報文序號，在 AWC 對流席所負責的大西洋及太平洋範圍內，兩側的序號會獨立計算。然而由於大西洋與太平洋所用序號有特定字母順序，鄰近的夏威夷天氣預報辦公室(PHFO)及阿拉斯加航空氣象單位(AAWU)亦有獨自發布國際 SIGMET 的報文序號。

為避免混淆，熱帶席有視窗可顯示目前各區使用中的 SIGMET 序號以及接下來將使用的序號(見圖 15)。

Active/Next SIGMETs			
Atlantic	Pacific	AAWU	PHFO
USE NEXT	USE NEXT	USE NEXT	USE NEXT
Active	Active	Active	Active
ALFA	ALFA	INDIA	NOVEMBER
BRAVO	BRAVO	JULIET	OSCAR
CHARLIE	CHARLIE	KILO	PAPA
DELTA	DELTA	LIMA	QUEBEC
ECHO	ECHO	MIKE	ROMEO
FOXTROT	FOXTROT		SIERRA
GOLF	GOLF		TANGO
HOTEL	HOTEL		UNIFORM
INDIA			VICTOR
JULIETT			WHISKEY
KILO			XRAY
LIMA			YANKEE
MIKE			ZULU
EXIT			

圖 15 熱帶席守視範圍內以及鄰近區域有效國際 SIGMET 序號及下個使用序號顯示視窗。

另外，此席位守視的太平洋區域 SIGMET 資訊會與日本、阿拉斯加航空氣象單位和夏威夷天氣預報辦公室共同協作(collaboration)，每 6 小時(0845Z、1445Z、2045Z 及 0245Z)會在專用的網路討論室(如圖 16)當中，分享太平洋區域內的顯著天氣資訊，以及日本方面的顯著天氣預報圖，最主要討論的還是關於區域邊界的 SIGMET，如範圍或高度，盡可能讓雙方一致。參訪時 AWC 預報員表示日本亦是 WMO(World Meteorological Organization)的區域專責氣象中心(Regional Specialized Meteorological Centre, RSMC)，因此是 AWC 與亞洲最主要的討論對象。另外像是火山灰，由於影響範圍極廣，可能有更多國家參與。

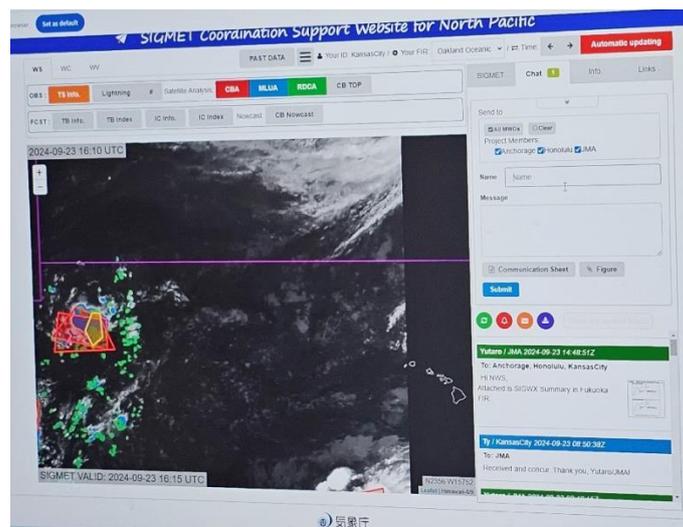


圖 16 日本氣象廳開設的北太平洋 SIGMET 網路討論室網頁畫面

■ 區域預報：

區域預報是臺灣沒有的航空氣象產品，其特點是以簡縮文字形式呈現守視範圍內各情報區的天氣狀況。

熱帶席區域預報的守視範圍有兩區，如圖 17，分別為加勒比海(CARIB)及墨西哥灣(GULF)區域。水平範圍上，加勒比海區域涵蓋了紐約海洋情報區、部分的邁阿密海洋情報區，以及其他中南美洲的情報區；墨西哥灣區域則包含休士頓海洋情報區、部分的邁阿密海洋情報區、部分的休士頓情報區和部分的傑克遜維爾情報區等區域。而在垂直範圍上，加勒比海區域預報涵蓋海平面至 45000FT，而墨西哥灣涵蓋海平面至 24000FT 的空域。

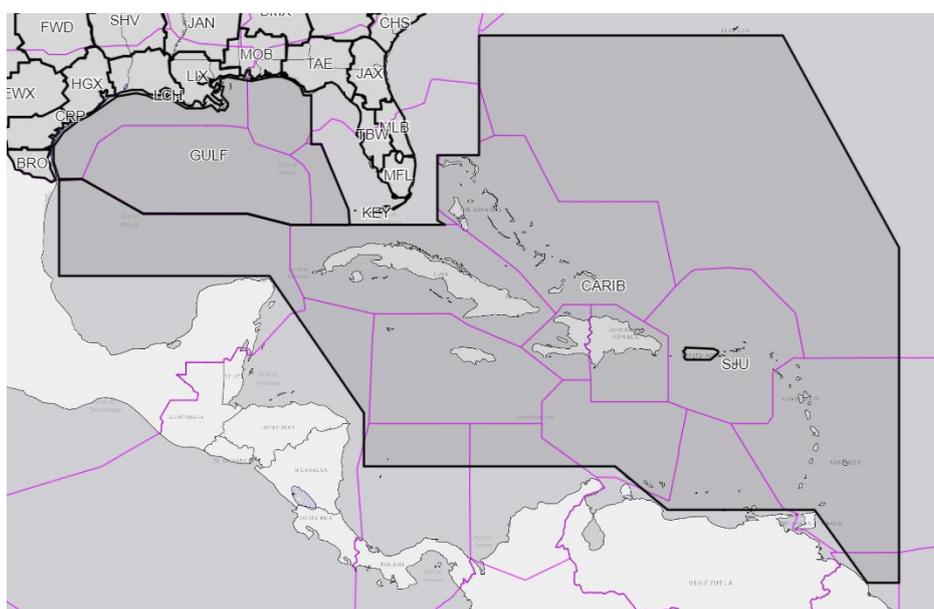


圖 17 加勒比海及墨西哥灣區域預報涵蓋範圍

加勒比海區域預報一天發布四次，生效時間分別為 0400Z、1000Z、1600Z、2200Z，發布時間為生效時間前 30 分鐘；墨西哥灣區域預報一天發布三次，生效時間為 0200Z、1100Z 和 1900Z，發布時間為生效時間前 30 分鐘。所有的區域預報的預報時間為未來 24 小時以內，前 12 小時為預報，後 12 小時為展望 (outlook)。區域預報內容大致上有四個部分：

- (1) 綜觀天氣簡述(synopsis)，必須簡明，用縮寫字，有字數限制。
- (2) 顯著雲和天氣預報(significant cloud/wx)：雲量及雲幕及雲頂高、積雨雲雲底雲頂以及覆蓋情報區或空域比例的描述詞(如 isolated、widely isolated 等)、降水、能見度低於 7 英里的視障或天氣現象、20KT 以上時的風速變化，以及天氣展望。天氣展望描述飛航天氣分類(IFR、VFR 等)及伴隨的天氣現象。在加勒比海是以情報區為單位描述上述的要素，情報區可單獨描述或是合

併多個情報區來描述；而在墨西哥灣的近岸水域會以沿岸 VOR 及機場來劃分空域範圍，如圖 18，離岸較遠的水域則以情報區來劃分。

- (3) 積冰與結冰高度。
- (4) 亂流。

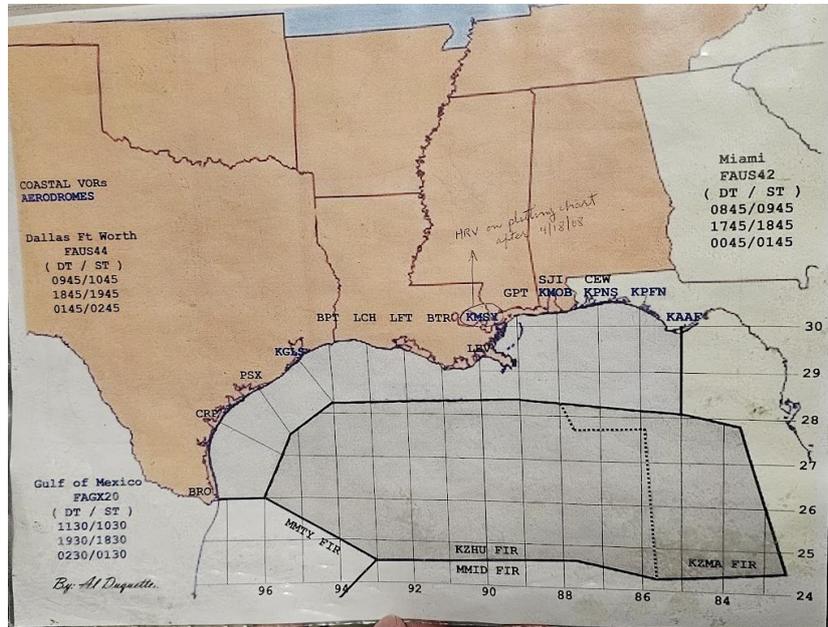


圖 18 墨西哥灣區域所包含的情報區以及近岸水域劃分點及其範圍

區域預報可發布修正報，開頭會加上 AMENDMENT，以及報頭 AAA。另外 2025 年起 AWC 可能調整工作內容，不再提供區域預報。

## (二) 北半球及南半球顯著天氣圖席 (SigWx North/South Desk)

全球高層顯著天氣圖(Significant Weather Chart High Level)為 ICAO 要求世界區域預報中心(World Area Forecast Center, WAFC)需要提供的產品。目前世界上僅有華盛頓與倫敦兩個世界區域預報中心，而華盛頓所提供的高層顯著天氣圖，為 AWC 所繪製。另因應跨大西洋航線所需，額外繪製北大西洋中層顯著天氣圖(Significant Weather Chart Mid-Level)。

全球高層顯著天氣圖涵蓋垂直範圍 FL250-FL630，標示噴流、亂流、對流雲、對流層頂高度、火山、熱帶氣旋、颱風/颶風等資訊。而北大西洋中層顯著天氣圖涵蓋 FL100-FL450，其氣象要素同高層外，另外增加積冰及雲內亂流資訊。兩顯著天氣圖皆於 00Z、06Z、12Z、18Z 發布，預報時間為 24 小時。

北半球席負責繪製 20°N 以北的全球高層顯著天氣圖，以及繪製北大西洋中層顯著天氣圖。南半球席負責 20°N 以南的全球高層顯著天氣圖，合併南北半球

的全球高層顯著天氣圖，並在發布前與各國氣象單位透過線上聊天室進行討論，參考各國及相關單位的意見，微調後上傳發布。兩顯著天氣圖席位的繪圖軟體，可將模式預報產品輸出至不同的顯著天氣圖範圍與地圖投影角度，並且直接在模式預報產品上面疊加圖層，直接進行繪圖，如圖 19，方便加速作業流程。

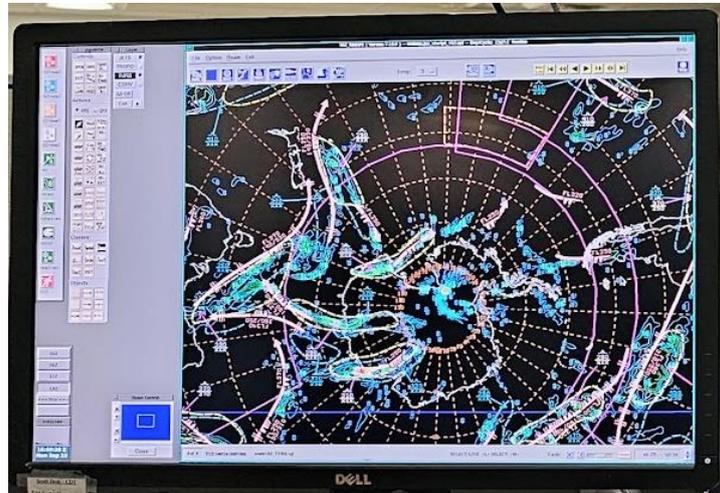


圖 19 高層顯著天氣圖繪製介面，螢幕上顯示的模式產品為風速大於 60KT 的等風速線，預報員可直接在此畫面上繪製噴流軸的位置。

不同氣象要素的繪製細節如下：

#### (1) 噴流

顯著天氣圖噴流定義為風速 80KT 以上的最大風速軸，AWC 使用的繪圖軟體介面(如圖 19)，能將模式風場資料直接載入繪圖視窗，預報員根據模式資料大於 80KT 的風速區繪出噴流軸。此外該繪圖軟體在預報員畫好噴流軸位置後可以自動找出模式中在噴流軸位置上的噴流軸高度及噴流條垂直高度範圍。

#### (2) 對流層頂高度

GFS 模式本來就有對流層頂高度的產品，預報員可以直接使用。若有對流層頂高度局部低點或局部高點，會將這些點標示出來。其他的高度則平均繪製在顯著天氣圖上。對流層頂高度亦可利用溫度遞減率 $<2^{\circ}\text{C}/\text{km}$  且溫度變化趨緩或者停止的高度，或是位渦(potential vorticity)梯度的極值所在高度來決定。

#### (3) 亂流

可直接使用數值模式的結果，可參考國內部門亂流席使用的資料。

#### (4) 對流雲

GFS 模式中有對流機率(probability of convection)及對流性降水(convective precipitation)產品，可做為對流雲範圍的依據，此外預報員可依個人經驗將其轉為 CB 的密度(ISOL、OCNL 和 FRQ 等)。另外對流雲範圍可參考 K 指數(K-index)、可降水量(precipitable water)、舉升指數(Lifted index)及 500 mb 高度場。

(5) 北大西洋中層顯著天氣圖積冰

積冰範圍可參考 GFS 模式中的積冰機率(icing probability)產品，積冰的垂直範圍可參考 GFS 的積冰高度產品。若時間足夠亦可參考模式預報的探空剖面資料。經驗上，北大西洋中層顯著天氣圖範圍內的積冰位置會集中在 FL100-FL250 的高度內，超過 FL250 會因為溫度通常低於-20°C 而較少過冷水存在，不容易發生積冰。

(6) 火山及颱風/颶風

發布顯著天氣圖前會參考各地的火山資料(VA Advisory)及颱風/颶風中心預報位置。

目前由兩位預報員以人工方式繪製顯著天氣圖，必須相當熟練才能趕上作業流程，並參考意見給予適當的修改。不過 AWC 為因應未來預報密度更高的趨勢，從多年前便開始研發改用機器參考模式資料繪圖，目前尚有一些缺點，預計明年這兩個席位可能將被裁撤，該預報員將受訓轉至其他席位作業，但截至我們參訪時尚未有確定的規劃。

## 五、 美國航路管制中心(ARTCC)氣象服務單位(CWSU)

航路管制中心氣象服務單位隸屬於美國國家氣象局(NWS)，經費主要由聯邦航空總署支出。CWSU 分別設置於 FAA 全國 21 個航路管制中心內，負責提供與航空有關的氣象資訊，提供飛行員及管制員即時的氣象訊息並對即將發生的氣象變化做出分析，並與 AWC 協調機場和空域的預報和警報。

堪薩斯市航路管制中心(ZKC)是美國 21 個 ARTCC 之一，位於美國中西部，管轄約 192,000 平方英里的空域，跨足 9 個州，並毗鄰 7 個航空航路交通管制中心。



圖 20 堪薩斯市航路管制中心大樓外觀

ZKC 的 CWSU 每天僅有一名值班預報員，席位實行兩班制，分別為上午 5 點至下午 1 點和下午 1 點至晚上 9 點，不設夜班。ZKC 的 CWSU 席位工作如下：

(1) 對航管人員天氣簡報：

例行作業包括每天兩次與管制員的立會(standup briefing)，分別於上午 7:45 和下午 3:45。另不定時對交通管制單位(Traffic Management Unit, TMU)簡報。

(2) 因應航管人員諮詢：

當天氣可能將有變化，回應航管人員諮詢，或主動告知天氣趨勢。

(3) 與 AWC TCF 席於線上聊天室進行 TCF 預報討論：

雷雨靠近區域內的機場時，預計會影響該區域，則電話告知。

(4) 與 AWC TCF 席於線上聊天室進行 TCF 預報討論：

提供 AWC 地方資訊與見解，以利提供航空相關人員更好的氣象預報。若兩方意見不同時，會由 AWC TCF 席做最後決定。

(5) 發布航空中心氣象資訊(Central Weather Advisory, CWA)：

航空中心氣象資訊是非定期發布的天氣資訊，有效期最多為 2 小時。由飛行員報告或經 CWSU 判斷，當負責空域符合或接近 SIGMET、AIRMET 標準的條件時，且現有 SIGMET、AIRMET、TCF 有未涵蓋或未發布的區域，CWSU 可

以藉發布航空中心氣象警報補充相關天氣要素的位置、移動、範圍或強度。但 ZKC CWSU 近年不再發布 CWA。

參訪 CSWU 時，值班氣象員為在此服務多年且人緣極佳的預報員 Chelsea。航空氣象服務席位於管制員作業區域旁，易於管制員接觸，交流頻繁。

Chelsea 在早班開始前可能會和管制員聊天，因為夜間飛機報告比較少，也比較少飛機報告，但管制員總是與飛行員保持通訊，Chelsea 會主動詢問管制夜間時負責航線上是否有亂流或積冰狀況。此外 Chelsea 和管制員互動密切，當數值天氣模式結果較為分歧時，會主動提醒管制員今日的數值模式預報結果及 AWC 的相關產品的信心度較低，航空氣象服務席位會隨時更新預報結果並請大家密切注意。如此一來管制員除了可以了解天氣變化劇烈時預報結果會迅速改變外，也對席位提供的資訊更強烈的信任。如果預報不正確，也能諒解。

Chelsea 表示，如果可以告訴管制員甚麼時候預報可信度高，甚麼時候可信度較低，並且隨時更新預報資料，當預報命中時，管制員會加深氣象席位預報準確的印象；當預報失誤時，管制員也能夠理解當天氣變化劇烈時，因預報科技存在極限，因此不可能百分之百掌握。重點是他們在互動接觸時，更清楚傳達了天氣預報作業的基本概念，所以質疑也較少。

最後她還告訴我們和航管人員的溝通訣竅，一是分享美食，二是談話過程要：「又短又甜又坐好。」(Keep it short, sweet and seated.)

## 六、 堪薩斯市 Pleasant Hill 天氣預報辦公室 (Weather Forecast Office)

天氣預報辦公室(WFO)隸屬於美國國家氣象局(NWS)地方分局，全美各地共有 122 個天氣辦公室，負責提供所在地區的氣象服務及區域終端機場天氣預報(TAFs)。每個天氣預報辦公室皆有 NWS 官方識別碼(代號)，EAX 為堪薩斯市快樂山丘(Pleasant Hill)的天氣預報辦公室的代號。我們往參訪時，由氣象預報辦公室主任 Melissa Kreller 熱情的接待，介紹工作環境與同仁，並說明氣象預報辦公室相當多項目的工作職責。

EAX 的範圍包含密蘇里州西北部以及堪薩斯州東北部，主要業務如下：

- (1) 提供區域性的短期和中期氣象預報，如每日天氣預報、氣溫、降雨機率、風速等。
- (2) 災害天氣的監控及警報發布，如颶風、龍捲風、暴雨、洪水、野火、乾旱等。
- (3) 重大事件的決策支援服務(impact-based decision support services)，透過遠端視訊或指派至特定地點進行天氣預報、觀測及諮詢服務，對緊急救援服務(emergency personnel)和公共安全辦公室(public safety office)提供援。
- (4) 對社會大眾提供教育及宣導：當一般民眾詢問天氣時，EAX 會向民眾宣導如何使用 NWS 網頁查詢相關資料。大型活動或事件如向 EAX 詢問天氣狀況，EAX 會口頭說明或是準備簡報；若大型活動有天氣風險的管控時，活動主辦方可向政府公共安全部門提出申請，由公共安全部門決定是否向 EAX 提出決策支援服務。
- (5) 編發負責範圍內的終端機場天氣預報(TAF)：EAX 負責編發區域內 4 個機場 KSTJ、KMCI、KMKC、KIXD 的天氣預報，並且額外提供區域預報討論(Area Forecast Discussion)中的航空氣象討論。
- (6) 區域內觀測資料的氣候統計以及氣候預測中心(Climatic Prediction Center, CPC)氣候資料宣導。

而與我們最相關的是，EAX 負責範圍內的四個機場的 TAF，由氣象人員利用航空氣象預報製備系統(Aviation Forecast Preparation System, AvnFPS)來進行編發。

AvnFPS 為專門用於航空氣象的天氣預報系統，此系統能將模式預報產品自動轉成符合 ICAO 及 FAA 規範的 TAF 格式，預報員可根據自身經驗以及模式產品，來調整報文內容。此系統也會將機場氣候統計資料與 TAF 產品進行比較，提供 TAF 中天氣要素的氣候頻率供預報員參考，亦可載入機場已發布的 METAR 報文，作為 TAF 編報依據。系統也能進行 TAF 內容檢查，以避免錯誤的文字及格式。EAX 會發布 TAF 修正報，服務範圍內各機場修正報的天氣標準也都輸入

AvnFPS，當機場特定天氣參數變化到達修報標準時，系統會對該參數亮出指示燈。

在 TAF 正式發送出去前，會透過 Slack 聊天室與位於 ZKC 的 CWSU 討論 TAF 是否有需要調整，如此 CWSU 與 WFO 的預報意見會較有共識。

除了 TAF 外，他們也會在區域預報討論中加入對航空氣象的描述。這是因為有時在機場附近可能存在天氣現象，這些天氣現象不一定會移動到機場 16 公里範圍內，雖然不會在 TAF 上被描述，但這些天氣現象仍然可能對進場的飛機產生影響。例如近場航路上有 TS 阻擋，航管單位可能會調整進場的航路，造成航機有延誤的可能。因此透過在區域預報討論中添加相關討論，能夠提供更全面的氣象資訊。

## 參、心得及建議

### 一、參訪心得

#### (一) 多模式產品之全整合系統

至美國 AWC 研習期間，最驚豔的莫過於他們作業所使用的全整合系統，他們所有的即時觀測資料(包括飛機報告以及其他天氣守視單位報告)、各時間點生成之模式結果(包含各種針對性應用產品)都整合於一個大系統，使用效率極佳(包含顯示方式跟切換方式，都簡單而快速)。而這個系統是由 NCAR 開發，持續更新，AWC 預報員可說是仰賴此系統作業，他們也信賴其預報結果。目前總臺開發中的新一代航空氣象資訊系統已進行部分產品整合，惟仍有部分功能，(如 SIGMET 發報)有待後續持續優化。

#### (二) 精準細緻的熱雷雨守視作業

AWC 與對流直接相關的席位，包含對流顯著危害天氣席、TCF 席以及熱帶席。因此針對美國本土可提供每小時都更新的對流顯著危害天氣(convective SIGMET)及展望，這需要快速的作業，而快速的作業仰賴上述全整合系統可以支援畫圖發報功能。另外針對未來雷雨可能發展之範圍及高度，提供 TCF 圖，TCF 圖為因應航管單位需求的產品，航管會根據雷雨可能的範圍，而改變區域甚至全美的航路管理計畫。而需要預報不同時間長度的雷雨，也需要上述全整合系統的多種產品。

#### (三) 飛機報告與警報、預報的緊密結合

美國領空的航班多，飛機報告多，需要將飛機報告(PIREP)與短期預報緊密結合。美國在各 ARTCC 有指定的 CWSU，且有飛機報告整合系統(管制員抄完飛機報告，輸入網頁，進系統)，CWSU 的氣象員可將實際狀況(透過管制員詢問機師)即時或是透過協作系統聊天室反映給 AWC 的預報員，而 CWSU 的氣象員亦會提醒管制員進行飛機報告的分類，以及需要即時回報飛機報告。這讓天氣警報、即時預報跟 ARTCC 的作業，透過隨時互動而緊密結合。此外，由於美國飛機報告多，提供相當多積冰及亂流的觀測，供預報校驗改善使用，預報員也可以透過飛機報告驗證危害天氣資訊的正確性。

#### (四) 協作 (Collaboration) 系統以及良性的互動

美國 AWC 為了和其他單位協同作業，在國內部門的席位利用 Slack 通訊軟體與國內各單位互動，在國際部門的席位則特地建置了專門網頁系統與國際氣象單位互動，用來討論及調整即將發布的顯著天氣警報或預報資訊。

以 TCF 席為例，比如發布了 4 小時後一個五邊形的可能對流區域，該區域內或區域外各單位氣象人員(包括 WFO、CWSU、機場、航空公司)都可以提出同意或修正，而 AWC 也可以針對外單位要求的修正更新預報圖，直到雙方有共識，而且一天四次，相當積極。

在研習期間，不論是在 AWC、CWSU 或 WFO，常見到他們與同事、不認識的外部單位氣象人員甚至非氣象人員，都能大方溝通，主動表達。AWC 職場文化相當歡迎大家提出意見，有意見相左也能妥協到一個雙方接受的程度，協作討論預報產品過程甚至達一小時，但是就是在這種善待他人發言的文化，討論因而踴躍，也提升產品的共識。

#### (五) 產品上架看板以及遲報自主報告系統

AWC 作業有各種產品，為了提醒作業流程，設置了一個有燈號的看板(發布時間前 10 分鐘提醒：黃色，前 5 分鐘提醒：橘色，發送成功提醒：綠色，未準時發送：紅色)，和我們不同的是，他們是多一個螢幕(視覺提醒)，我們多靠鈴聲(聽覺提醒)。

另外，他們若出現遲報狀況，預報員事後需要填寫遲報理由，根據我們詢問，遲報理由寫得都很真實，而主管通常也會接受，這樣互信的文化中，自然而然就會改善遲報狀況。

#### (六) 電腦生成各版本之機場預報(TAF)初稿

在參訪 EAX 時得知，他們的氣象人員有各項工作，只有不到一小時的時間用來編 TAF，一次編四份，主要是透過 AvnFPS 系統生成的 TAF 初稿來修改，節省時間。而 AvnFPS 系統是將模式預報結果轉換成報文，可自行調整系統生成的預報行數。不過初稿生成後，仍要人力去查看預報結果，比對最新 METAR，再去做調整。

另外值得一提的是，他們 TAF 可預報低空風切，雖低空風切非 ICAO 規範的 TAF 內容，但風切的預報需要仰賴模式對近地層風向風速變化與逆溫層的掌控，仰賴模式發展與模式結果的整合。

不過可惜的是，我們當時未能詢問到關於 TAF 是否有作統計校驗(評分)及收到使用者滿意度。

#### (七) 每年度的更新案、公測網頁以及廣邀各方人士參與

AWC 的航空作業支援部門每年都有研發更新案，主要是針對其官網及產品做改善，而每年改版之前都有對外開放測試平臺 AWT(詳見附錄)，直接可以在該網頁上操作、觀看產品並且給予意見回饋。而每年 AWT 為了開發新功能，會有一個為期數天的大型會議，廣邀各方人士(可能是氣象或是非氣象的社會人士)來討論發想。

## 二、 建議事項

### (一) 持續派員出國研習航空氣象預報技術並借鑒未來 AWC 作業變革經驗

本次前往 AWC、EAX 及 CWSU 參訪，讓我們直接感受到臺美兩方作業方式、使用的預報工具及技術差異。了解到較少在臺灣出現的天氣，如吹雪、野火等，在實務上是如何預報、監測及發佈警示。AWC 的班務及工作環境也相當靈活，在參訪過程中亦有遇到預報員奉派前往野火事件支援天氣預報的狀況。AWC 亦配予每一位預報員充足的異地工作電腦與設備，部分席位可進行彈性的遠端作業。此外認識到 AWC 鼓勵交流的職場文化，也是實地參訪交流的額外收穫。AWC 預報員也會派員與其他氣象或非氣象單位交流(主要是美國國內不同地區的交流)，抱持開放的態度才有改善的機會。

自 2025 年起 AWC 有許多變革：顯著天氣預報圖(SigWx)將完全由電腦自動繪圖替代，該席位可能會與其他席位合併或是分派其他工作；熱帶席也將取消區域預報工項；亂流、積冰及能見度與雲幕 2025 年起將完全改提供 G-AIRMET 取代 AIRMET 等等。2025 年度起除了多個席位有重大的產品及工項調整，以及因應的系統及傳輸方式更新，現有值班席位甚至輪值時段皆可能發生變化。本總臺氣象中心刻正規劃工作席位因應新一代航空氣象現代化系統上線調整工作項目，AWC 在 2025 年的業務調整規劃經驗應可提供參考，因此建議持續派員出國研習，並且密切關注 AWC 的作業及席位變革。

### (二) 持續強化新一代航空氣象現代化作業系統並納入不同預報模式及產品

AWC 席位作業所使用的模式資料整合介面，收集了逐年增加的模式產品，且透過模式資料顯示與編發繪圖介面的整合，可有效提升預報員的作業效率。爰建議本總臺刻正在開發中的網頁版多元化產品顯示系統(WMDS)，應持續針對編輯 SIGMET 及 AIRMET 範圍的功能，及資料顯示與疊合的功能持續進行強化，並納入更多不同的預報模式資料及新技術的預報產品。

### (三) 持續與航管單位、航空公司業務交流並推廣飛機報告(PIREP)的重要性

飛機報告可用來驗證發布的顯著危害天氣或警報資訊，此外亦可用來校驗模式預報，是難得且珍貴的空中觀測資料。臺北飛航情報區的範圍小，航班數也不比美國，因此每一份飛機報告都佔有相當的重要性。建議本總臺未來仍應利用與航空公司的會議或受邀至航空公司上課機會，以及航管天氣簡報等場合，持續宣導飛機報告的重要性，鼓勵航機駕駛員遭遇亂流、積冰等天氣時踴躍回報，管制員如有時間亦可主動詢問。

## 肆、 附錄

AWC 官方網頁

<https://aviationweather.gov/>

AWT 網頁

<https://testbed.aviationweather.gov/>