

出國報告(出國類別：協商)

赴美出席 NOAA/GSD 與 CWB 合作計畫

第 29 號執行辦法 協商會議報告

服務機關：交通部 中央氣象局 氣象資訊中心

姓名職稱：程家平主任

派赴國家：美國

出國時間：民國 106 年 5 月 10 日至 5 月 19 日

報告日期：民國 106 年 7 月 20 日

摘 要

本局與美國海洋暨大氣總署(National Oceanic & Atmospheric Administration, 簡稱 NOAA)/地球系統研究實驗室(Earth System Research Laboratory, 簡稱 ESRL)/全球系統組 (Global Systems Division, 簡稱 GSD; 以上合稱 NOAA/ESRL/GSD)自 1990 年起由駐美國台北經濟文化代表處 (Taipei Economic and Cultural Representative Office; 以下簡稱 TECRO)與美國在台協會(American Institute in Taiwan; 以下簡稱 AIT)分別代表雙方簽訂「臺美氣象預報技術合作協定」, 期間已歷經多次換約, 每年均依據該合作協定展開諸多關於氣象預報技術合作發展相關議題, 並依預定進程展開期中工作協商與討論會議, 其目的為: 瞭解目前各項工作執行進度是否符合預期、工作目標是否需要調整, 雙方並對於各項工作的技術問題與發展重點進行意見交換, 並研擬相關工作的未來發展方向, 以達到對雙方均有利的共同發展目標。此次協商會議針對本年度計畫的衛星反演、雷達降雨、預報決策支援、數值預報、氣候測報等 5 大工作範疇進行研議。雙方除討論各工作事項的技術發展重點, 也確認相關工作的執行進度與規劃相符, 並對未來合作發展的可能方向做了初步研擬。

目 次

壹、 會議目的	1
貳、 協商會議過程	4
一、 NOAA 下屬中與中央氣象局合作機構之組織介紹	4
二、 協商會議議程	6
參、 協商會議內容	9
一、 發展與強化使用氣象衛星資料技術以逐步改善模式的預報	9
二、 高解析度定量降雨估計與定量降雨預報(HRQ2)應用之改進	10
三、 強化即時預報決策輔助工具	11
四、 發展 AWIPS II 高解析天氣預報產品輔助編輯工具	13
五、 發展新一代全球至區域預測系統	15
六、 計畫管理與技術訓練的持續支援	16
肆、 拜會 TECRO 科技組	17 17
伍、 心得與建議	18 18

壹、 會議目的

中央氣象局(CWB)為了提升氣象資料處理與應用的技術能力和發展天氣整合與即時預報系統(Weather Integration and Nowcasting System ; WINS)，自民國 79 年 6 月起和美國商業部國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration ; NOAA)下的地球系統實驗室(Earth System Research Laboratory;ESRL)/全球系統組(Global Systems Division;GSD，陸續進行了 28 個合作計畫執行辦法，進行長期的系統合作發展與技術轉移工作事項。為了確保合作計畫能於中央氣象局落實生根，特別安排於計畫合作期間內，每年有 1 至 3 人之中央氣象局人力派駐於美方，進行技術轉移及合作發展事項；又隨計畫之進行，每年安排 1 至 4 次技術人員短期交換互訪，進行技術交流與協商；此外，每年有 2 次計畫管理人員互訪，進行工作時程擬定及進度審核。中央氣象局並有任務編組，以長期進行系統合作開發及技術轉移事項。此合作計畫於本局內分別有氣象資訊中心、氣象衛星中心、氣象預報中心、氣象科技中心與海象測報中心參與，國內亦有農委會水土保持局與經濟部水利署共同參與，顯見此項合作計畫深受本局內與局外重視，計畫成果也為參與單位帶來諸多的幫助。

本年度中央氣象局與美國海洋暨大氣總署合作的議題包括：

一、 發展與強化使用氣象衛星資料技術以逐步改善模式的預報

使用先進的衛星資料技術，以發展與改善熱帶風暴之監測及預測天氣產品，美國海洋暨大氣總署所屬衛星氣象學與氣候學部門（NOAA/NESDIS/STAR/SMCD）將以 WRF 模式預測的輸出場發展地表面太陽輻射演算法，並運用先進的向日葵 8 號衛星成像儀(AHI)觀測數據產生地表面太陽輻射量產品，可用於再生太陽能預測、驗證和再生能源調度分配。並將開發對流初始化的預測與監測，將對流初始化軟體套件從 Matlab 原始碼轉換為 Fortran 程式語言，將可提供對流初始化軟體評估對流降水的預警影響。

二、 高解析度定量降雨估計與定量降雨預報(HRQ2)應用之改進

美國國家劇烈風暴實驗室(NOAA/OAR/NSSL)持續強化及改進 HRQ2 系統，以充分支援中央氣象局、水利署(WRA)及水土保持局(SWCB)於劇烈降水測報作業所需的之相關應用；並對中央氣象局赴美工作同仁，進行雷達資料擷取軟體的技術轉移訓練，這項訓練將可培育中央氣象局製作新的雷達整合程序的能力，改進和簡化雷達定量降水估計(QPE)工作流程，並提高中央氣象局改進其營運產品的能力。同時，也為新的降水雷達開發地形

地物阻擋雷達波的參考資料集，以便將新的雷達資料整合到現行系統中。

三、強化即時預報決策輔助工具

美國氣象局下氣象發展實驗室的決策支援科(NOAA/NWS/MDL/DAB)提供技術，協助強化中央氣象局在天氣資料整合與即時報系統(WINS)工作站中的預報決策輔助工具，包括：原始碼的修改與建構檔的調整設定、在 AWIPS II 發展環境下客製化 SAFESEAS 的諮詢與協助、並協助中央氣象局建置自動即時預報系統(ANC)之自動調整軟體。為強化 MDL 人員與中央氣象局在 AWIPS II 軟體和 MDL 發展的決策支援工具間的交流，MDL 將協助中央氣象局取得 NOAA 的虛擬實驗室(VLab)之存取權限，該虛擬實驗室是提供給 AWIPS II 軟體發展人員進行討論交流所使用的創新合作架構。

四、發展 AWIPS II 高解析天氣預報產品輔助編輯工具

GSD 開發了新的災害性天氣服務功能模組(Hazard services)用來整合舊有的警示訊息編輯工具，以提升對天氣警示訊息的管理及處理能力，使預報員能更有效率的進行警報編輯；並增進對系集模式的處理能力，以便開發機率性的預報產品；此外，並將持續提供有關圖形化預報編輯器 (GFE)、文字格式化軟體 (TF)以及智慧型編輯工具的技術協助，以協助中央氣象局發展預報單編輯系統 (FIES)，支援開發 CAVE 天氣繪圖工具已能符合中央氣象局的需求。

五、發展新一代全球至區域預測系統

NWS/NCEP/EMC 將協助中央氣象局模式發展人員，參與 NOAA/NWS 的下一代全球預測系統 NGGPS (Next Generation Global Prediction System) 之活動。NGGPS 的目標是設計/發展/執行一個新的、非靜力平行計算的動力過程、與進階物理機制的全球海氣偶和預報模式，並改善資料同化技術，以支援新一代的作業及應用需求。此外，NCEP/EMC 將會協助與邀請中央氣象局模式發展人員，長期參與 NGGPS 的作業測試與執行工作。透過此項合作，中央氣象局將能夠建立自己發展下一代全球預報模式系統的能力，並獲得 NGGPS 的研發知識與作業經驗。NCEP/EMC 也將支持並參與中央氣象局年度的全球模式研討會，此研討會提供本局及我國學者專家和 EMC 科學家，在全球預報系統(Global Forecast System；GFS)與全球系集預報系統(Global Ensemble Forecast System；GEFS)領域，進行科學知識與作業經驗的交流與互動。

本次於 NOAA/ESRL/GSD 以及 NOAA/NWS/NCEP 進行之協商會議，旨在深入瞭解中央氣象局與美方合作進行之各項工作的執行狀況、可能發生的問題、以及發展進度是否符合預期；

亦對各項系統技術與問題作了廣泛討論；此外，也對於未來計畫的經費和主要合作方向做了實質性的分析與規劃。

貳、 協商會議過程

今年是氣象局進行為期 4 年「氣象資訊之智慧應用服務計畫(I)」的第 2 年，透過「台美氣象預報技術合作協定」的第 29 號執行辦法，與美國有實際合作關係的部分包含：NESDIS 衛星反演技術引進、HRQ2 應用之改進、即時預報決策輔助系統 GFE/AWIPS II 的強化、新一代 NGGPS 系統的發展、提供 NWW3 模式的訓練、及使用向日葵 8 號氣象衛星的決策支援產品。本次協商會議過程為美方各工作項目負責同仁派員至 NOAA/ESRL/GSD(於科羅拉多州丹佛地區)及 NOAA/NWS/NCEP(位與哥倫比亞特區)，就相關工作項目進行報告與研討，以透過這些合作事項降低本局氣象技術發展的負擔。

一、 NOAA 下屬中與中央氣象局合作機構之組織介紹

NOAA 受美國商業部所管轄，NOAA 組織型態如圖 1，與中央氣象局合作的單位分別隸屬於圖中紅框框住的三個機構：國家衛星局(National Environmental Satellite, Data, and Information Service；NESDIS)、海洋與大氣研究(Oceanic & Atmospheric Research；OAR)及美國國家氣象局(National Weather Service；NWS)。

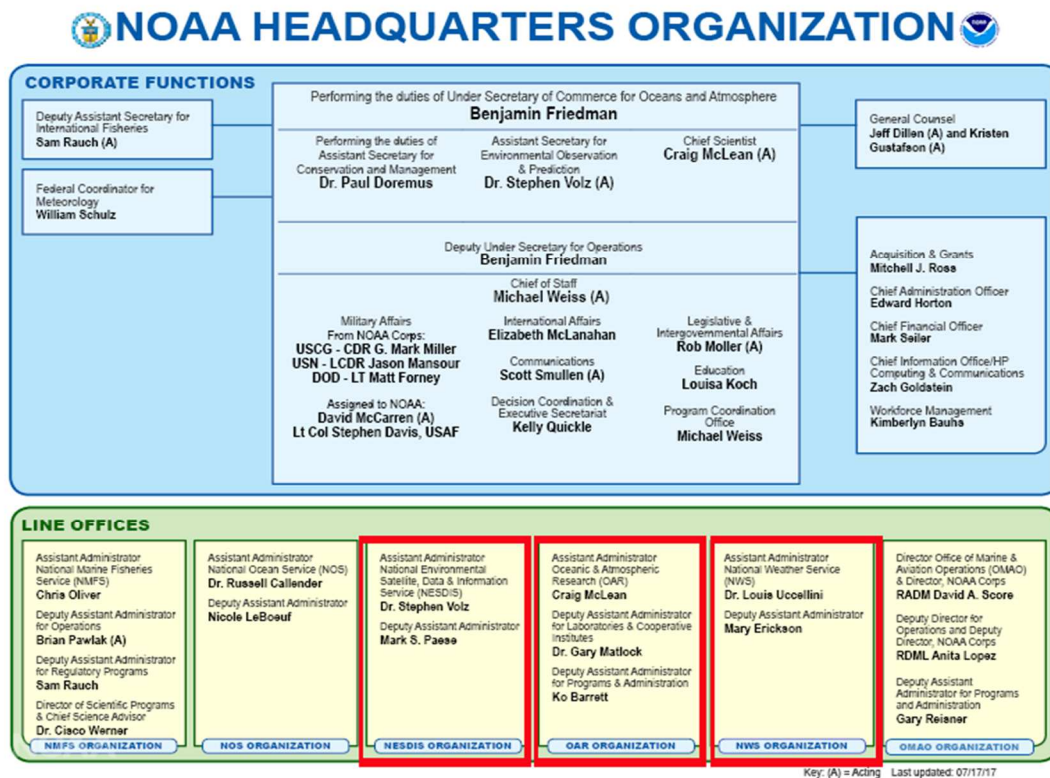
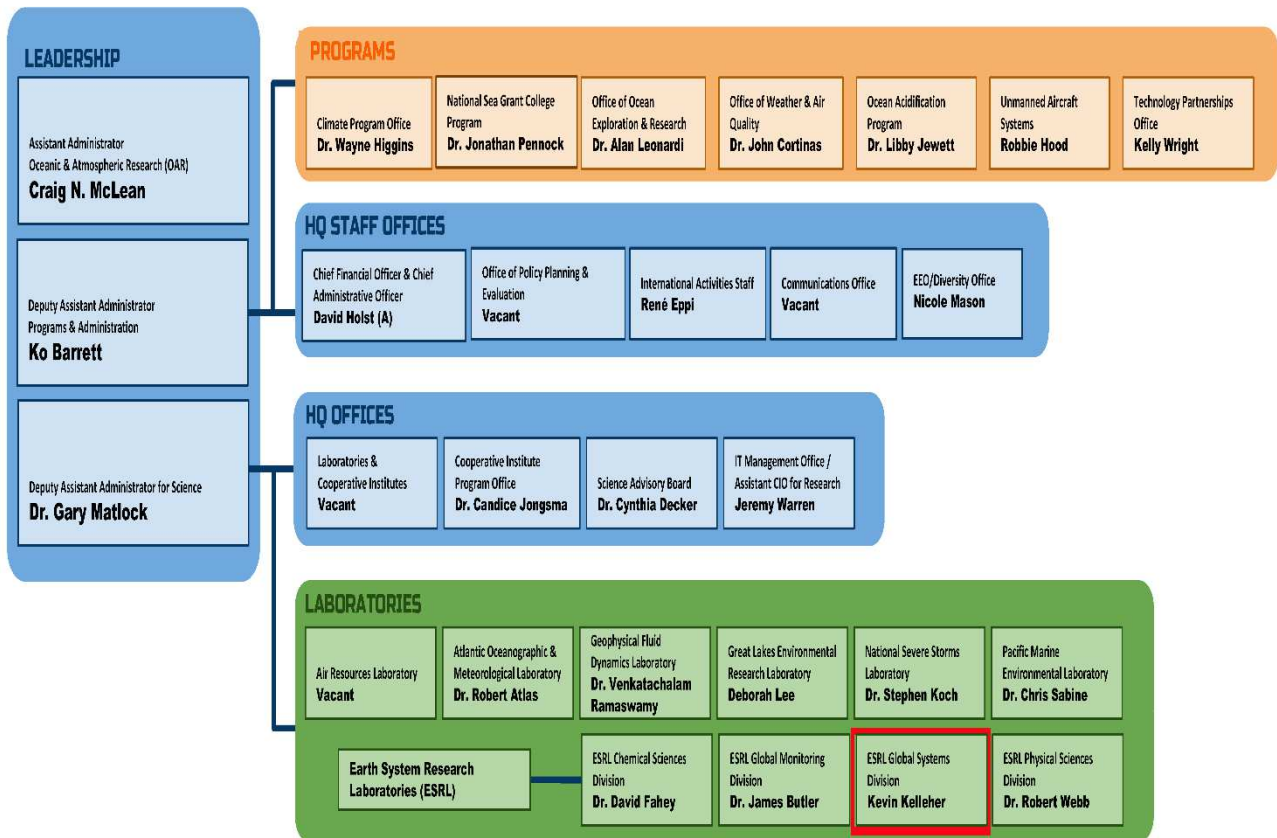


圖 1、 NOAA 組織架構

OAR 轄下的 ESRL 整合了全球監測組(Global Monitoring Division ; GMD)、物理科學組(Physical Sciences Division ; PSD)、化學科學組(Chemical Sciences Division ; CSD)及 GSD 等 4 個單位(組織架構圖如圖 2)。其中的 GSD 為此次年度協商之主要協調對象，亦為中央氣象局長期合作的美國政府單位。



NOAA Research Organizational Chart
June 12, 2017

圖 2、OAR 組織架構

美國國家氣象局(National Weather Services ; NWS)目前的組織架構如圖 3 所示，其下的國家環境預測中心(NCEP)下轄環境模式中心(EMC)及氣候預測中心(CPC)，科學與技術整合辦公室(OSTI)下轄氣象發展實驗室(MDL)則是本計畫內各項工作的主要合作象。

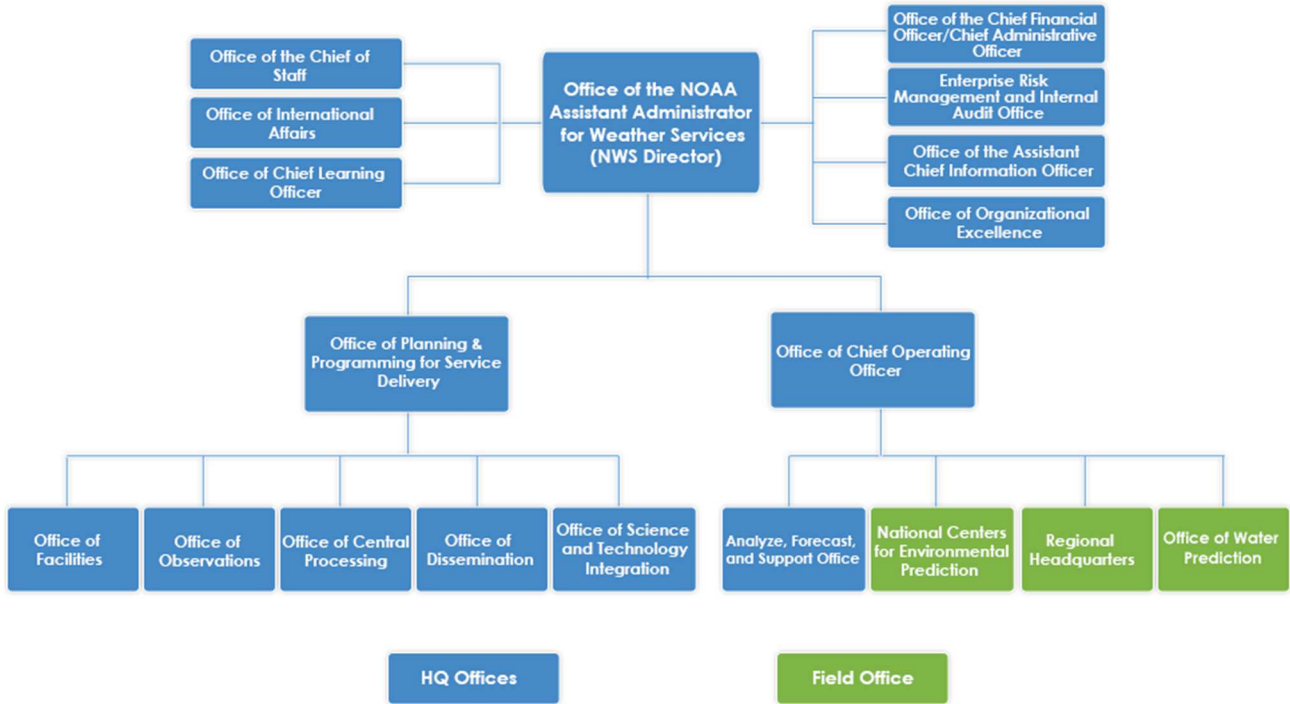


圖 3、NWS 組織架構

二、 協商會議議程

此次協商會議於美國國家海洋暨大氣總署之 OAR/ESRL/GSD 與 NWS/NCEP/EMC(分別位於科羅拉多州丹佛地區與哥倫比亞特區) 舉行，詳細議程如表 1。

表 1 議程表

日期	地點	議題	參與人員	編號
5/10	抵達美國			
5/11	科羅拉多州/丹佛地區	AWIPSII, GFE, WarnGen 工作現況說明	美方: T. LeFebvre (GSD) J. Wakefield (GSD) W. Roberts (GSD) X. Jin (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#4
		GSD-CWB 計畫綜	美方:	N/A

	觀討論	Jennifer Mahoney (GSD) John Schneider (GSD) Fanthune Moeng (GSD) Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	
	第 29 號執行辦法 總覽與參訪者事 務討論	美方: Fanthune Moeng (GSD) Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	N/A
	GSD 危機天氣服 務介紹	美方: Tracy Hansen (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	N/A
	NOAAPORT 與 GSD 虛擬主機使 用狀況討論	美方: Bob Lipschutz (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#6
	NOAA HPC 介紹	美方: Leslie Hart (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	N/A
	阿拉斯加剖風儀 介紹	美方: Doug van de Kamp (GSD) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	N/A
5/12	參觀 WFO	美方: Nezette Rydell (WFO) 我方: 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB)	N/A

			林逸恆 (IISI)	
5/13	搭機前往哥倫比亞特區			
5/15	哥倫比亞 特區	決策支援工具， ANC 與 VLab 支援 工作現況說明	美方： S. Smith (MDL) L. Xin (MDL) 我方： 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#3
		衛星反演產品， MiRS 更新， GOES-R ABI 反演 產品與衛星資料 同化等工作現況 說明	美方： Dr. Fuzhong Weng (NESDIS) Dr. Ninghai Sun (NESDIS) Dr. Lin Lin (NESDIS) 我方： 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#1,7
NSSL/HRQ2 現況 說明		美方： K. Howard (NSSL) 我方： 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#2	
EMC 現況說明		美方： Mike Farrar (EMC) Vijay Tallapragada (EMC) 我方： 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#5	
5/16		拜會 TECRO	陳立國公使 (TECRO) 張和中組長 (TECRO 科技組) 林寶玉副組長 (TECRO 科技組) 呂學祥秘書 (TECRO 科技組) 資訊中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長 (CWB) 林逸恆 (IISI)	
5/17				
5/18	搭機返臺			
5/19	抵達臺北			

參、協商會議內容

一、發展與強化使用氣象衛星資料技術以逐步改善模式的預報

中央氣象局升級後的全球數值天氣預報系統，已經準備好接收日本向日葵 8 號衛星的先進影像觀測資料(Advanced Himawari Imager；AHI)(如圖 4)進行資料同化，NESDIS 與氣象局同仁共同合作，測試 AHI 觀測資料對於氣象局全球數值天氣預報模式技術的影響與衝擊。在進行全球數值天氣預報模式平行測試前一個月，NESDIS 必須確認，中央氣象局全球數值天氣預報模式，平行測試的驅動腳本檔案，與 NOAA/EMC 使用的方法相同，特別是自動化控制的部分。中央氣象局全球數值天氣預報模式也需要配備 EMC 的 VISDB 程式庫以驗證預報結果，以及需要努力制定基於 AHI 的表面太陽能日照模型，包含 AHI 通道規格的 NTB 關係、ADM 關係、雲遮蔽與基於地面測量的校準與驗證。

AHI BUFR Data (1/3)

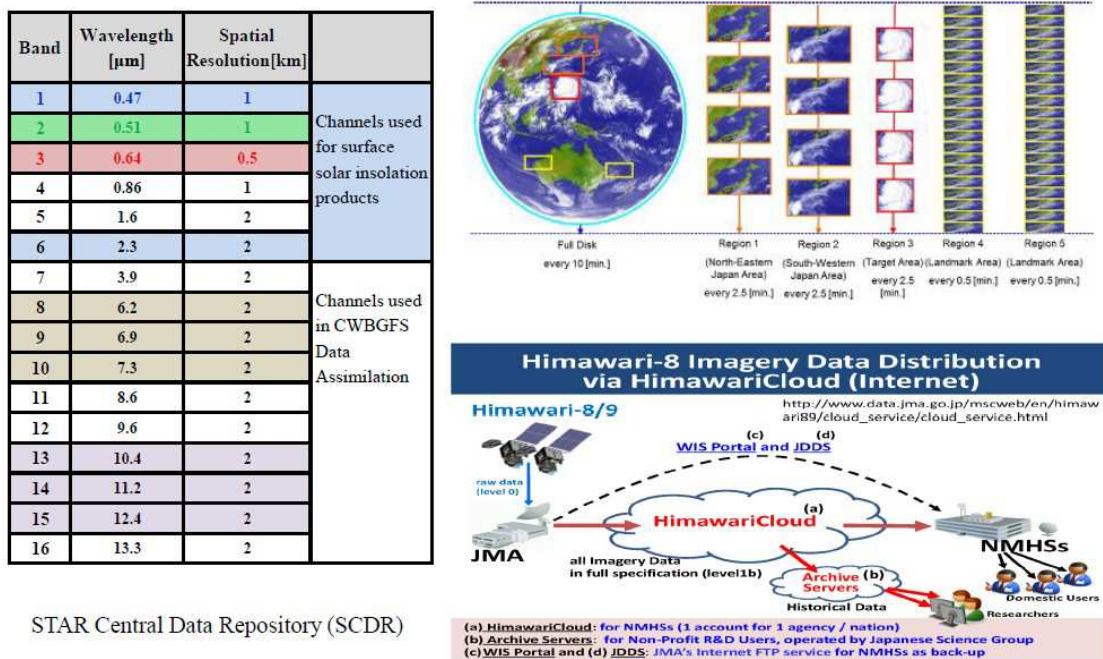


圖 4、日本向日葵 8 號衛星的先進影像觀測資料(AHI)

WRF 模式中有多種計算太陽輻射的模組，其預測的表面太陽日照將通過太陽能轉換系統轉變為光伏(photovoltaic；PV)或集中太陽能熱電廠的電力生產預測，該系統需要小時表面的太陽能日照，WRF 表面太陽能日照可能需要空間和時間插值；需要建立專門的 WRF 模型

輸入參數集，以實現台灣地區的品質預測；需要基於地面和衛星的數據集來調整 WRF 性能，並對最終的 WRF 太陽能日照產品進行校準和驗證。

Solar Radiation Models in WRF

Model	RT Solver	Scattering	Absorption
NASA Goddard Chou, M. D., 1999	Two-stream Adding 10 spectral intervals	Rayleigh (gases) δ -Eddington (clouds, aerosols)	CKD Single O ₃
NCAR CAM Collins, 2004	Two-stream Eddington 19 spectral intervals	δ -Eddington (gases, clouds) Mie (aerosol)	WRF-Chem
AER RRTMG Iacono, M. J., 2008	Two-stream 14 intervals	Delta-M	CKD Empirical Fitting for Clouds
UCLA FLG Fu Q. and Liu, 1992	Two-stream/ Four- stream 6 spectral intervals	Rayleigh (gases) δ -Eddington (clouds, aerosols)	CKD Empirical Fitting for Clouds
GFDL Fels, Stephen. B., 1981	Two-stream Eddington 26 spectral intervals	Rayleigh for gases δ -Eddington (clouds, aerosols)	Empirical Fitting
MM5 Dudhia Dudhia, J., 1989	A very simple empirical equation taking into account the effects of solar zenith angle, and cloud effects, no ozone		

圖 5、WRF 模式中的太陽輻射計算模組

二、高解析度定量降雨估計與定量降雨預報(HRQ2)應用之改進

NSSL 正提供中央氣象局將新設雷達資料加入 QPESUMS 系統的能力訓練，包含程式原始碼的訓練，本案例中將協助中央氣象局派員赴 NSSL 進行訓練，並提供相關的行政程序與辦公環境協助。臺灣近年來新增許多氣象雷達(如圖 6)，所產出的氣象雷達資料將經由 NSSL 協助，新增至 QPESUMS 系統，NSSL 並將協助簡化新增資料的流程，並改良雷達整合涵蓋範圍。此外並協助中央氣象局研究與發展一系列新的雷達降雨調校演算法(如圖 7)，以將新氣象雷達的定量降雨資訊能適當地整合到全島的雷達資料中，以改善對台灣地區複雜地形下之定量降雨的即時監測能力。

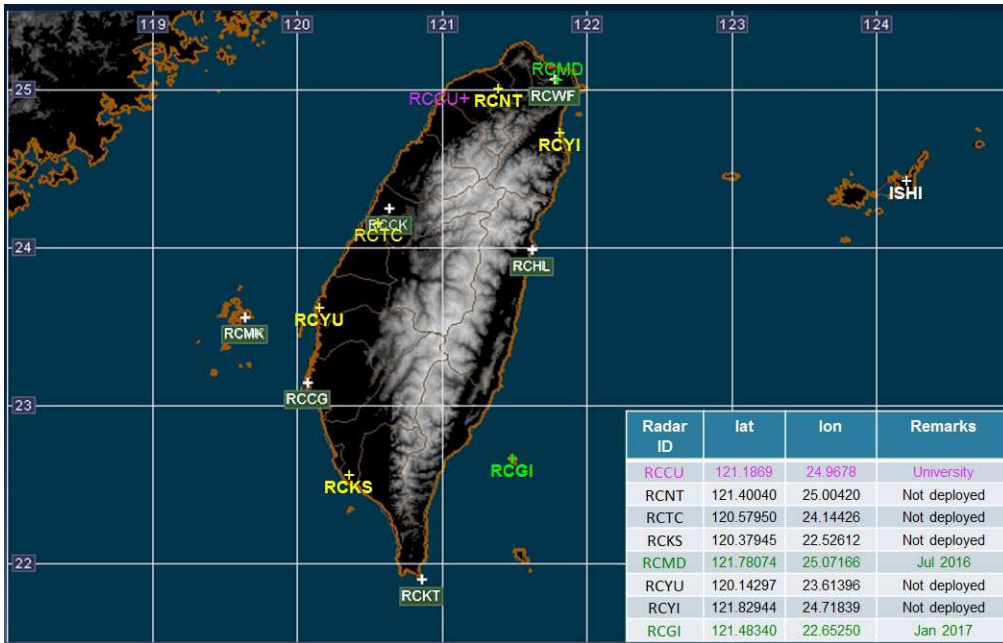


圖 6、台灣現有與即將建置的氣象雷達

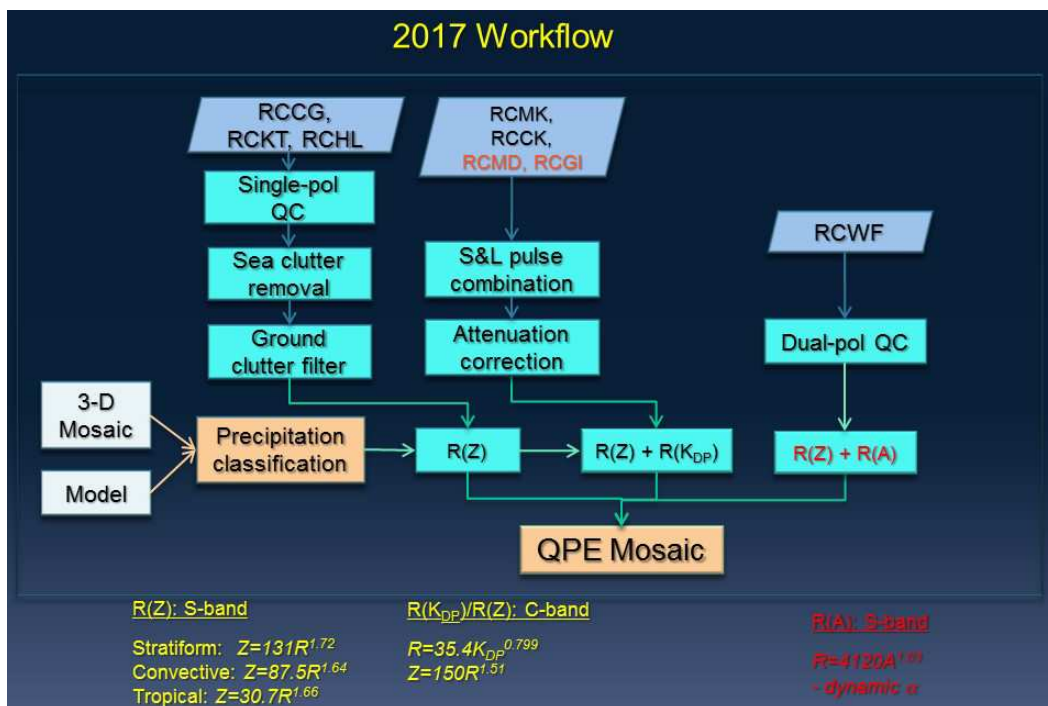


圖 7、本年度規劃建置的雷達降雨調校演算法

三、強化即時預報決策輔助工具

本年度預計進行技轉與客製化的 AWIPS II 新功能包括；CAVE 視窗上的繪圖功能(功能展示如圖 8)、多重視窗、I/O 與編輯等功能，GSD 也協助中央氣象局將瞭解 AWIPS II 的系統與資料架構，以利組成共同開發團隊，透過程式碼與文件分享、git server、雲端服務與 NWS

虛擬實驗室、訪問學者等方式，由 GSD 負責核心部分，中央氣象局負責使用者介面部分。

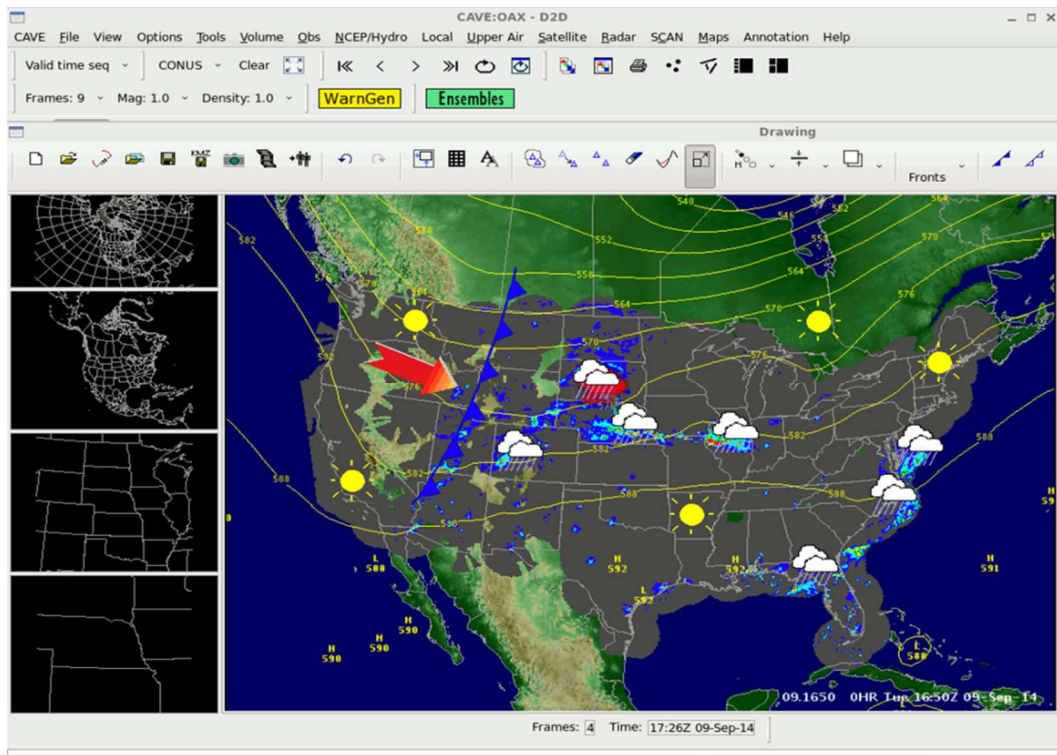


圖 8、CAVE 視窗的繪圖功能展示

由於預報員必須篩選大量的數據資料才能有效的產生預報，然而當資料越來越多，則挑戰就越來越多，GSD 目前正在發展一套新的預報決策支援環境(Forecast Decision Support Environment；FDSE)，以擴大資料管理和處理能力，使預報員能夠更有效地工作，並改進模式系集能力，以探索機率預測產品。其功能重點包括：(1)系集工具(Ensemble Tools)有單點頻率分佈，單點可以設定為小區域的平均，每個格點可以有自已的權重(weighting)；(2)網格數值監控(Grid Monitor)，提供類似本局 Ground Truth 的做法；(3)短期預報更新工具(Short-term Update Tool)讓預報員可以進行預報值與觀測值的比較，在差異過大之前修正預測。

在 MDL 方面，MDL 將協助本局同仁深入瞭解 AWIPS II 系統架構，程式設計與資料架構，以讓本局同仁有能力於未來可配合本局的特定需求，對系統進行拆解與架構的調整。MDL 將協助本局同仁瞭解 WIPS 中的對流分析與即時預報系統(The System for Convection Analysis and Nowcasting；SCAN)的計算原理，以使本局同仁擁有日後自行發展的能力。此會議討論狀況如圖 9。



圖 9、與美方 MDL 同仁討論技轉及本土化工作

四、發展 AWIPS II 高解析天氣預報產品輔助編輯工具

GSD 的災害性天氣服務(Hazard services)功能模組，可區分為地區氣象站的淹水與冬季天氣與國家中心等級的航空天氣與風暴，此功能模組整合了效期小於 1 小時的即時警示產製(WarnGen)功能、效期數小時到天時間尺度的圖形化災害天氣警示產製(Graphical Hazard Generator；GHG)功能(如圖 10)、以及效期以天為單位的河流專家系統(RiverPro)功能，系統可以產出簡單的文字格式訊息，也可以產出通用警報協定的檔案(Common Alerting Protocol；CAP)與危險機率資訊(Probabilistic Hazard Information；PHI，如圖 11)，但是目前均只有英文版本。本項功能模組在 AWIPS-II 內屬新開發的系統，其目標是建立處理及發佈天氣警訊的地區與全國的共通平台，目前也正朝著作業初始化努力。若中央氣象局要引進此系統，需要先建立需求與組成合作開發團隊，收集本局的需求與訂定系統原型，同時也需考慮中文的警訊種類與組合方式。

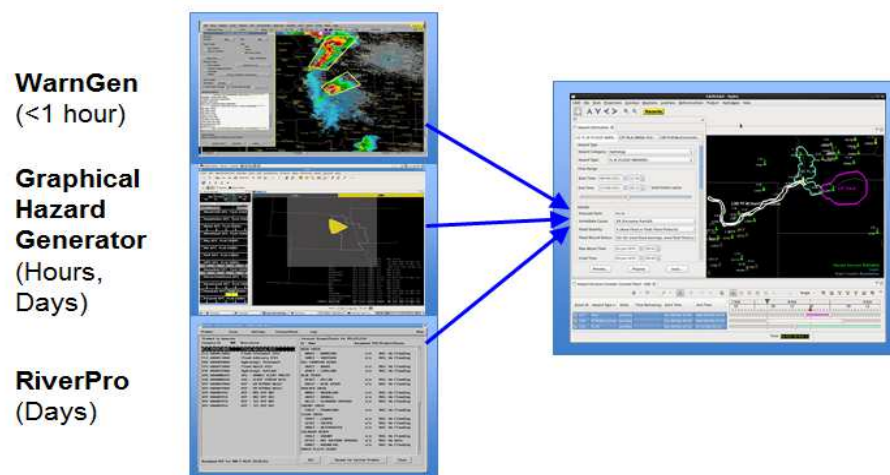


圖 10、災害性天氣服務(HS)整合了過去由 1 小時至數天尺度的 3 個警訊工具

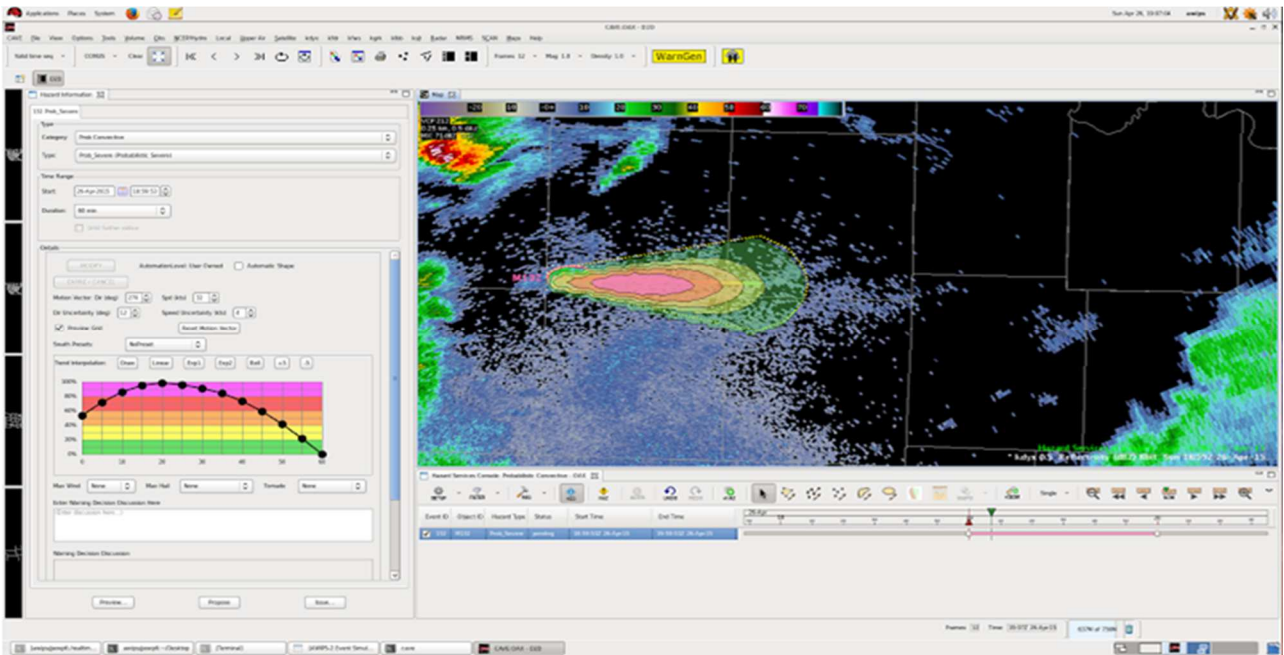


圖 11、危險機率資訊(Probabilistic Hazard Information ; PHI)

除災害性天氣服務功能模組外 GSD 亦加緊發展天氣圖標註(Annotation)的功能，此功能模組目前為 AWIPSII 的插入組件(plugin)，需另外安裝；基本上是源自於 FXC 於 CWB 客制化的版本，目前正在發展 Contour Editing 的功能。在架構上具有如下功能(如圖 12)：

- (1) 輸入及輸出：可在 CAVE 視窗界面繪製、透視、多視窗；可儲存及載入、輸出 KML，圖像/動畫，發送到網頁。
- (2) 編輯：執行，重做，特性/屬性，陰影，選取，移動，複製，刪除，修改。
- (3) 繪畫：線條，陣線，形狀，輪廓，降雨，航空，雲，組合，文字，其他。

Software Architecture And Implementation

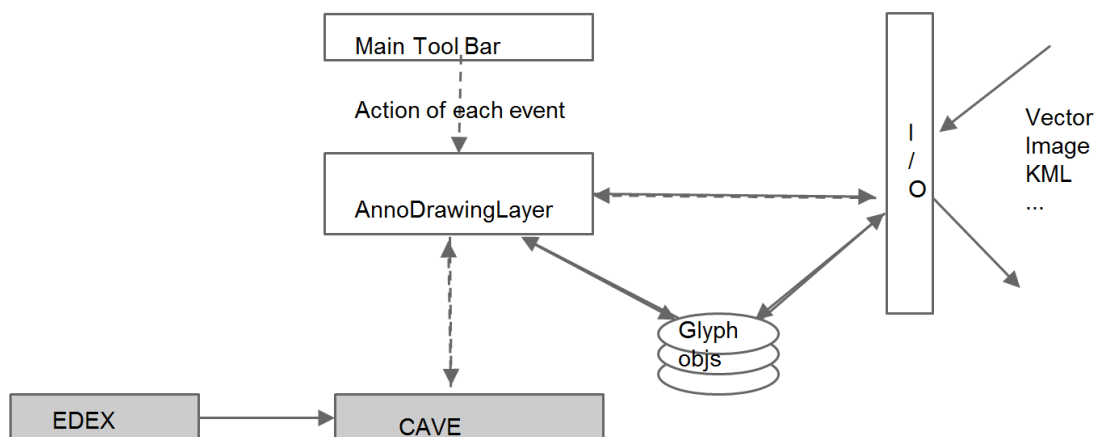


圖 12、天氣圖標註(Annotation)功能的軟體架構及資訊流

對於本局所需要的特定天氣圖編輯客製化需求，GSD 建議可考慮 2 種方案來進行：

- (1) 與現行客製化的方式類似，仍採用本局模式所輸出的 CGM 向量圖檔格式，將 CGM 格式轉成 Annotation 的 glyphs 物件，疊在 AWIPS II 視窗界面上運行，可輸出多種格式如 KML、images、web pdf 等。
- (2) 將 AWIPS II 上的 CAVE 模式格點數據資料導入 Annotation 中，轉成 Annotation 的 glyphs 物件，並於編修等值線時參考 AWIPS II 上各式資訊，同樣可輸出多種格式如 KML、images、web pdf 等。可以簡化工作流程並更具彈性，且功能強大，GSD 較為建議此做法。

五、發展新一代全球至區域預測系統

至 EMC 拜訪 Dr. Mike Farrar 與 Dr. Vijay Tallapragada 研議下一代 NGGPS 的重要發展工作。NGGPS 的目標是設計/發展/執行一個新的、非靜力平行計算的動力過程、與進階物理機制的全球海氣偶和預報模式，並改善資料同化技術，以支援新一代的作業及應用需求。美國為發展此一統合(unified)的海氣耦合全球模式，投入大量資源，邀請美國最先進的作業及研發單位(包括：NCEP、NCAR、GFDL、FNOC)提供 5 個候選模式，經過嚴謹的 2 年 2 階段評比(先評動力核心，再評物理整合)，挑選出 GFDL 的 FV3GFS 模式做為後續研發的基台，預期再經過 3 年的發展，將取代 NCEP 現有的多個作業模式，正式上線作業，圖 13 說明 NGGPS 評選及發展的整體時程規劃，圖 14 則說明 NGGPS 規劃應用的時間尺度範疇，將由短期預報一直到季與年預報。

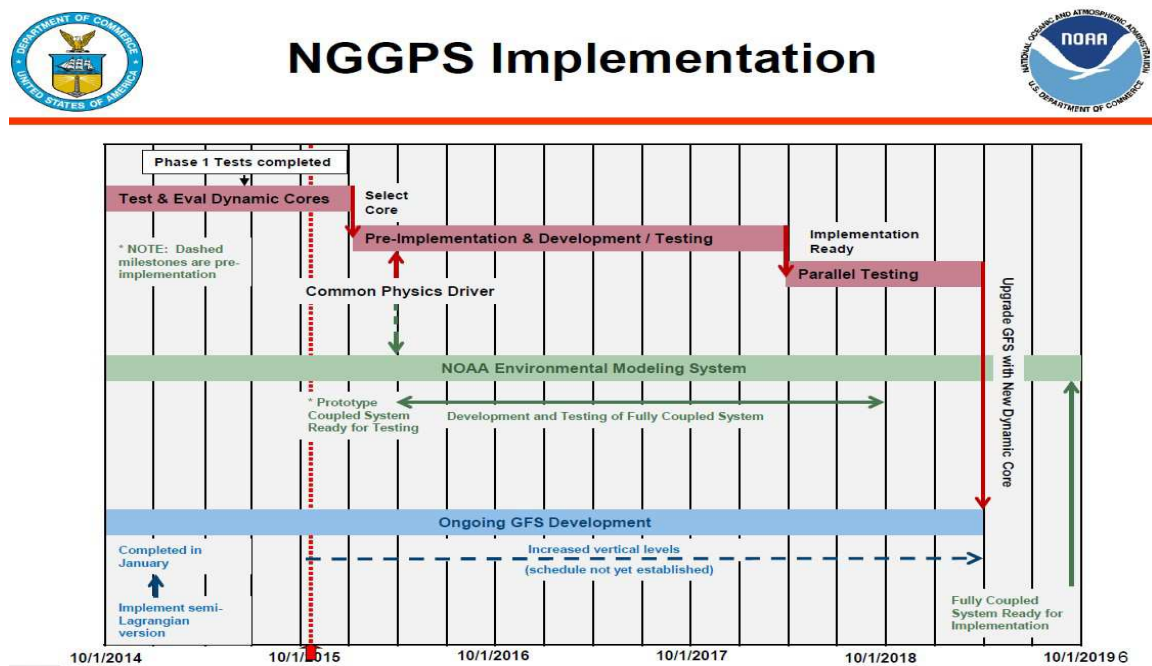


圖 13、NGGPS 評選及發展的整體時程規劃

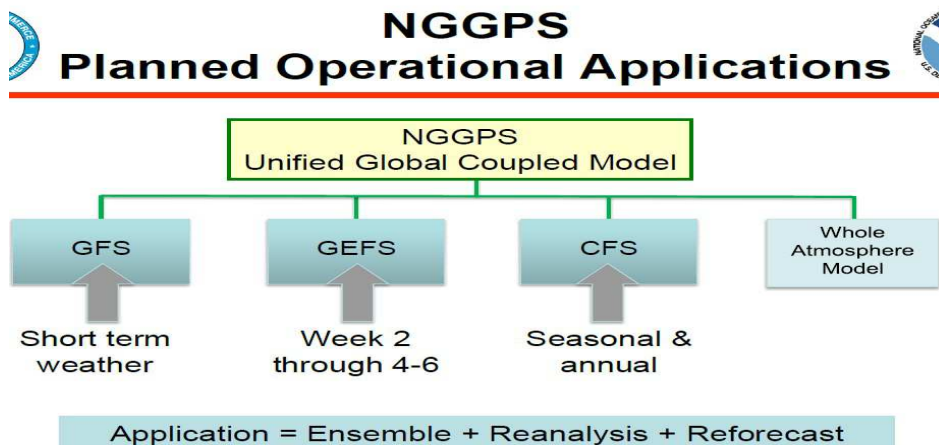


圖 14、NGGPS 規劃應用的時間尺度範疇

在本合作計畫內，NCEP/EMC 將邀請與協助中央氣象局模式發展人員，參與 NGGPS 的作業測試與發展工作，透過此項合作，中央氣象局將能夠建立自己發展下一代全球預報模式系統的能力，並與 NOAA 分享 NGGPS 的研發知識與作業經驗，也能對 NGGPS 計畫有積極的貢獻。NCEP/EMC 也將支持與參與中央氣象局年度的全球模式研討會，此研討會提供本局及我國學者專家和 EMC 科學家，在全球預報系統(Global Forecast System；GFS)與全球系集預報系統(Global Ensemble Forecast System；GEFS)領域，進行科學知識與作業經驗的交流與互動。

六、計畫管理與技術訓練的持續支援

NOAA/OAR/ESRL/GSD 將持續提供新版本 AWIPS II 軟體，以及 ALPS 必需相關的實機訓練或技術支援給中央氣象局的研習人員，以協助中央氣象局改善及提升預報輔助及決策系統。同時，繼續提供中央氣象局海象測報中心進行 NWW3(NOAA Wave Watch III)模式的訓練，這項訓練將為中央氣象局提供檢視 NWW3 模式產品的知識，並提供客製化 NWW3 模式的技術以支援區域化的應用。此外，也持續協助中央氣象局改善全球數值預報模式(CWB Global Forecast System；CWBGFS)中衛星資料的應用。

GSD 為充分支援其大量研發和作業的資料處理需求，其目前的中央資料處理系統(Central Facility Data Systems；CFD)每日產製各式資料及產品的儲存量已達 3TB，在其自動化的資料處理功能上，包括各種觀測和預測數據資料的資料索取、資料處理、資料儲存、和資料派送，並提供應用層面上的支援。GSD 並引進昇陽公司發展的網格運算引擎(Sun Grid Engine；SGE)來進行負載平載與資源管理，並採用 LDM/pqact 的機制，以事件方式驅動哦方

式進行即時運作，另搭配 fcron 機制以滿足有定時的啟動的需求。在高可用性(Hight Availability；HA)的機制上，則採用比較容易設定的虛擬主機(Virtual Machine；VM)架構，從資源管理來看，採用 VM 架構也較易做動態的擴充與管理。本局目前也透過此資料處理(如圖 15)，獲得 NOAA PORT 的資料服務，取得我國所極缺乏的全球氣象通信系統資料。

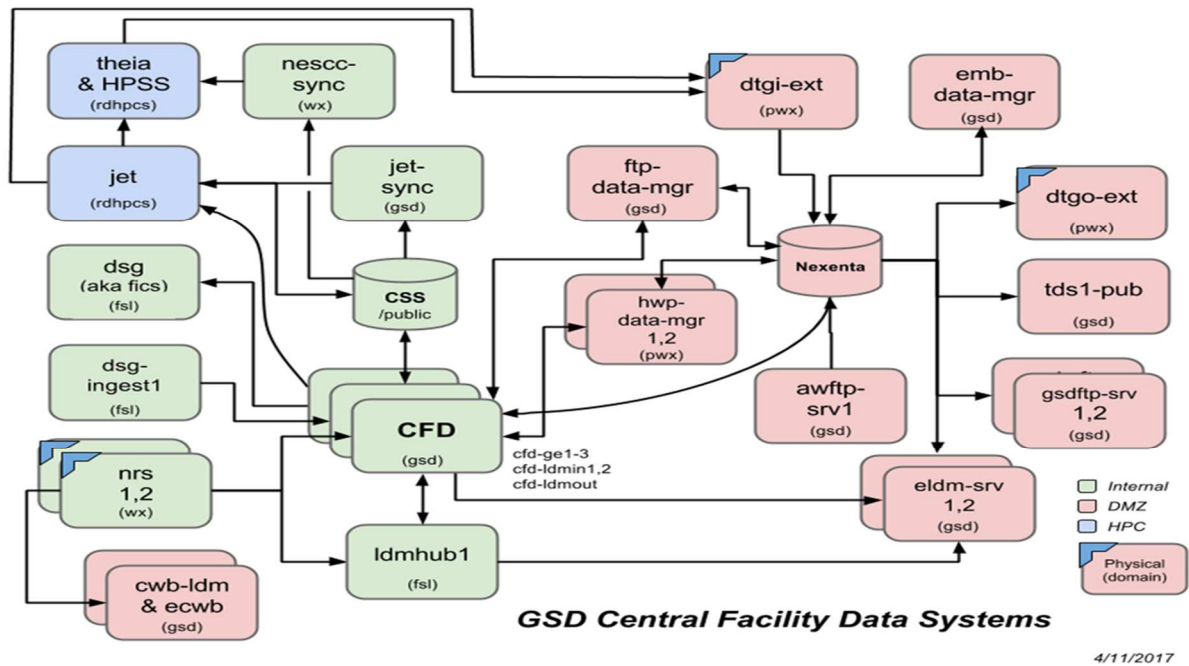


圖 15、GSD 資料處理中心系統架構

肆、拜會 TECRO 科技組

與美方工作討論行程結束後，也安排至我駐美國經濟文化代表處進行拜會，除了向外館科技組同仁報告此行的目的與結果外，也向其致謝每年在執行辦法簽定之行政程序上的大力協助。因合作協定或執行辦法草案經由 AIT/W 審核的行政程序十分冗長，僅由美方合作單位 NOAA 催促並無顯著功效，唯透由我駐美國經濟文化代表處出面與 AIT/W 催促後方可收些許成效。此次拜會由 TECRO 安排與我駐美國陳公使立國會面，並由程家平主任報告本局與 NOAA/ESRL/GSD 進行了近 30 年的氣象預報發展工作的起源、經過、雙方合作關係與我方獲得的效益等狀況，也期望駐美國經濟文化代表處日後能持續大力協助本案的行政程序進行。

會後駐美國經濟文化代表處邀本局人員至歷史悠久的雙橡園古蹟參觀(如圖 14)，跟隨著內部豐富且精緻的骨董家具與飾品參觀導覽，也逐漸瞭解雙橡園幾經波折回歸我國的歷史。



圖 14、雙橡園客廳中留影

伍、心得與建議

一、透由策略性的長期國際合作，引進先進且成熟的作業技術，提升我國作業能力

本局長期與美國氣象作業及研究機構合作研究發展氣象測報系統技術，由美國國家海洋大氣總署/地球科學實驗室/全球系統組開始，合作發展 AWIPS 第一代系統(局內稱 WINS 系統)迄今已二十餘年，期間雙方合作單位不斷擴增，包括：透由 NOAA/OAR/NSSL 國家劇烈風暴實驗室引進 QPESUMS 系統；透由 NOAA/NESDIS/STAR 衛星氣象學門，提供進階的衛星資料並協助進行全球數值模式衛星資料同化；透由 NOAA/NWS/MDL 氣象發展實驗室，協助將各種預報輔助工具由研究單位作業化；透由 NWS/NCEP/EMC 環境模式中心，共同研發下一代的氣象預測模式。此種引進先進且成熟作業技術的合作方式，使我國的氣象作業能力不斷提升，相關氣象資訊系統與產品也全面地提供給各界應用。

二、強化政府橫向連結與合作，減輕發展負擔，逐步展現綜效

美方投注於大氣海洋測報作業技術發展的人力與經費，非我國能比擬，也非我國自行開發各項技術或產品所能負擔。經由與美合作的方式，取得相關的技術、系統、產品，除可與國際進氣象作業技術保持接軌，同時也可累積本局氣象科技實力。本合作計畫啟始僅由本局氣象資訊中心與美方合作，隨後逐步擴增至氣象預報中心，氣象衛星中心，氣象科技中心與海象測報中心，更與局外單位包含農業委員會水土保持局與經濟部水利署攜手與美方相關

單位合作，以達互利的目的。本計畫所發展的 WINS 及 QPESUMS 等系統，更提供我國民航、環保、防災、國防、學研等多達 40 餘個相關機關或單位應用，除大為節省各自投入發展的負擔，並充分展現綜效。

在這面對著氣候變遷的時代，極端的災變天氣發生的機率大增，先進氣象測報能力的掌握與提升更顯迫切與重要，此有賴國際成熟科技的持續引進及本土化的發展，此類高迫切性的需求，相關的預算爭取需請上級主管單位能持續給予大力支持。

名詞解釋

AWIPS	先進天氣交談式處理系統(Advanced Weather Interactive Processing System)
AWIPS II	第二代先進天氣交談式處理系統(The 2rd Gen Advanced Weather Interactive Processing System)
CWB	中央氣象局(Central Weather Bureau)
EMC	環境模式中心(Environmental Modeling Center)
ESRL	地球系統實驗室 (Earth System Research Laboratory)
GFE	圖形預報編輯 Graphical Forecast Editor)
GSD	全球系統組(Global Systems Division)
IISI	資拓宏宇國際有限公司(International Intergrated System, Inc.)
MDL	氣象發展實驗室(Meteorological Development Laboratory)
MiRS	微波整合反演系統(Microwave Integrated Retrieval System)
NWS	美國國家氣象局(National Weather Service)
NOAA	美國海洋暨大氣總署(National Oceanic & Atmospheric Administration)
NCEP	國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction)
NESDIS	國家衛星局(National Environmental Satellite, Data, and Information Service)
NSSL	美國國家劇烈風暴實驗室(National Severe Storms Laboratory)
OAR	海洋與大氣研究(Oceanic & Atmospheric Research)
SOA	服務導向架構(Service-Oriented Architecture)
STAR	衛星氣象學(Satellite Applications and Research)