

出國報告(出國類別：協商)

赴美出席 NOAA/GSD 與 CWB 合作計畫協商會議報告

服務機關：交通部中央氣象局氣象資訊中心

姓名職稱：申湘雄主任

派赴國家：美國

出國時間：民國 105 年 3 月 14 日至 3 月 23 日

報告日期：民國 105 年 5 月 23 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)間自 1990 年簽訂的「台美氣象預報技術合作協議」, 期間已歷經 3 次換約, 每年均依據該合作協議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及雙方合作項目是否符合預期, 以及工作目標是否需要調整以符合現實所需。協商會議中, 雙方對於各項工作技術問題廣泛討論, 並與各工作小組負責人討論此合作案未來可能發展的方向, 尋求符合雙方法規且對雙方均有利的改變。經此次協商會議後雙方均確認目前各項工作的執行進度皆與原規劃進度相符, 並對於美方未來技術發展方向有進一步了解, 對於本局氣象預報技術發展也有正面助益。

目 次

壹、 目的.....	1
一、 發展與強化使用氣象衛星資料技術以逐步改善颱風的監測與預報.....	1
二、 HRQ2（高解析度定量降雨估計與定量降雨預報）應用之改進.....	1
三、 強化即時預報決策輔助工具.....	1
四、 發展 AWIPS II 高解析天氣預報產品輔助編輯工具.....	2
五、 發展季內至年際之氣候監測及預報.....	2
六、 先前合作項目的持續互動.....	2
七、 支援操作規定、維護與整修 WSR-88D 氣象雷達.....	2
貳、 協商會議過程.....	3
一、 NOAA 下屬中與中央氣象局合作機構之組織介紹.....	3
二、 協商會議議程.....	7
參、 協商會議內容.....	10
一、 臺美氣象預報系統發展技術合作協議執行方式概觀與檢討.....	10
二、 NESDIS/STAR 工作檢視(Task#1).....	10
三、 NSSL HRQ2 發展現況說明 (Task#2).....	25
四、 MDL FFMP & ANC 自動化工作檢視(Task#3).....	31
五、 GSD GFE&AWIPSII 訓練工作檢視(Task#4 及 Task#6).....	31
六、 CPC & EMC 發展季內至年際氣候監測及預報工作檢視(Task#5).....	32
七、 支援操作規定、維護與整修 WSR-88D 氣象雷達(Task#7).....	33
八、 討論本合作協議未來發展方向.....	33
肆、 其它參訪內容.....	34
一、 拜會 TECRO 科技組.....	34
伍、 心得與建議.....	35
名詞解釋.....	36

壹、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 月至今, 已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, 陸續簽署了 27 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。

中央氣象局與美國合作的部分包含:

一、發展與強化使用氣象衛星資料技術以逐步改善颱風的監測與預報

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) 將持續提供近即時繞極軌道衛星 1b 級資料輻射量及產品、微波整合反演系統之多種衛星反演產品及向日葵衛星進階影像儀校正參數及技術支援, 因向日葵衛星進階影像儀與地球同步作業環境衛星 R 系列(GOES-R) 進階基準線影像儀 (Advanced Baseline Imager; ABI) 之儀器相似性高, STAR/SMCD 將提供被選用的 GOES-R ABI 產品反演方法之理論基礎文件 (ATBD)。

二、HRQ2 (高解析度定量降雨估計與定量降雨預報) 應用之改進

美國國家劇烈風暴實驗室(NOAA/OAR/NSSL)持續強化及改進中央氣象局、水利署(WRA)及水土保持局(SWCB)作業所需的 HRQ2 之相關應用進行研究。研究目標為在 QPESUMS 系統中校驗軟體的建置, 改進 HRQ2 系統現有雙偏極化雷達定量降雨估計產品, 更進一步地在 HRQ2 系統發展新架構以整合未來 3 至 5 年中央氣象局新建之 C 波段雙偏極化雷達。

三、強化即時預報決策輔助工具

美國氣象發展實驗室(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)工作站中的即時預報決策工具, 及擴展 FFMP 中的水文單位代碼 (HUC)和在 AWIPS II 發展環境下技術實作 SAFESEAS 的諮詢與研究協助, 並協助中央氣象局配置自動即時預報系統(ANC) 之自動調整軟體。

四、發展 AWIPS II 高解析天氣預報產品輔助編輯工具

NOAA/OAR/ESRL/GSD 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；另外，GSD 會持續提供 AWIPS II 相關的教育訓練。

五、發展季內至年際之氣候監測及預報

美國氣候預測中心(NOAA/NWS/NCEP/CPC)及環境模式中心(NOAA/NWS/NCEP/EMC)將持續協助推動中央氣象局在季節內到年際時間尺度的監測及預報能力。

六、先前合作項目的持續互動

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訪問人員，以協助中央氣象局改善及提升預報輔助及決策系統。

七、支援操作規定、維護與整修 WSR-88D 氣象雷達

觀測辦公室(NOAA/NWS/OBS)將協助修復五分山 WSR-88D 氣象雷達，雷達作業中心(ROC)將提供五分山 WSR-88D 氣象雷達故障零件換修或回廠維修的機制。

本次於 NESDIS/STAR/SMCD 進行之協商會議，係為了解目前中央氣象局與美方目前進行的各項工作的執行進度，雙方合作項目是否符合預期，對進行各系統技術問題作了廣泛討論。同時對於明年新計畫的經費和主要合作方向做了實質性的分析與討論。

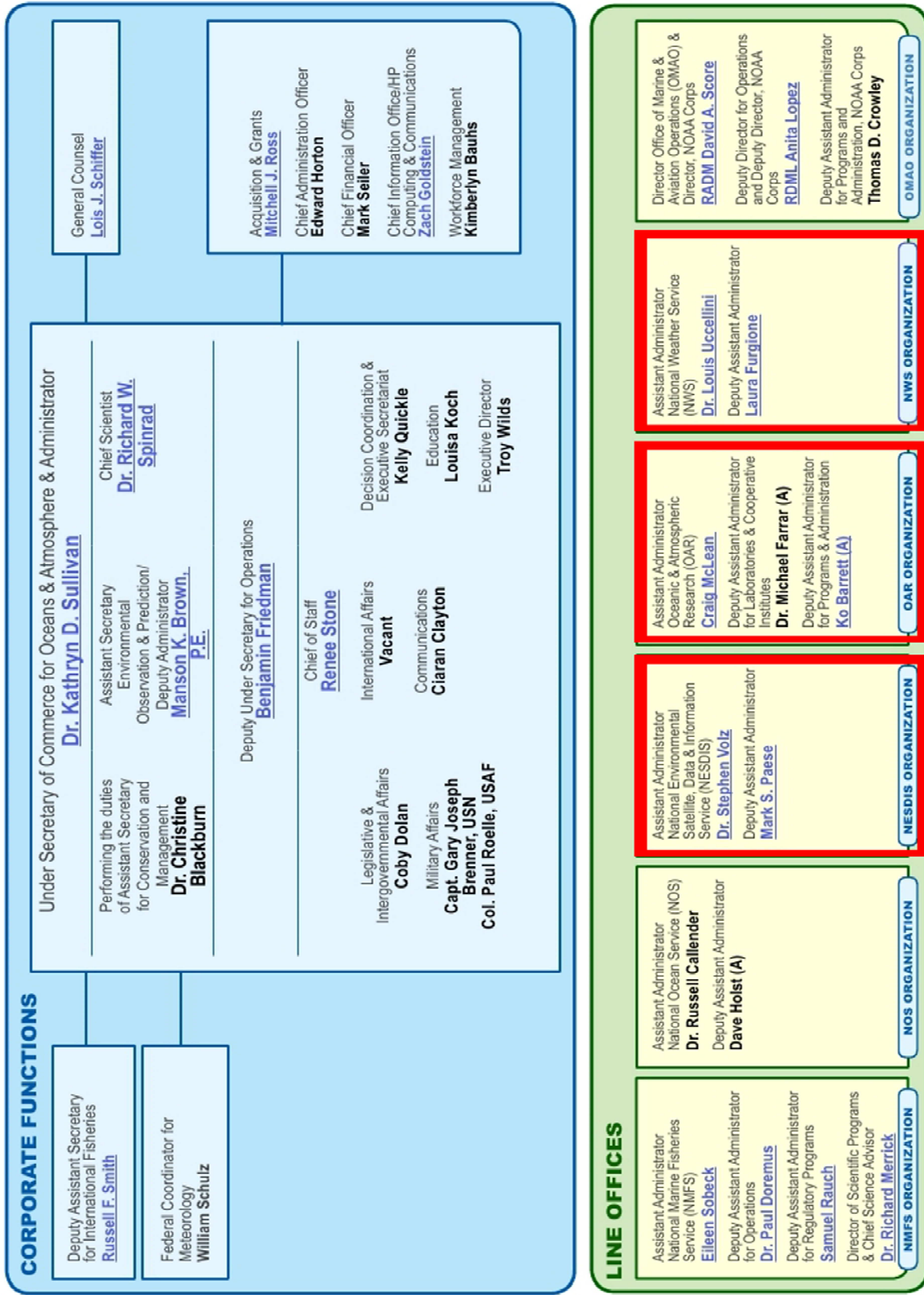
貳、協商會議過程

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 1 年，與美國有實際合作關係的部分包含 NESDIS 衛星資料引進、HRQ2 應用引進、GFE/AWIPS II 本土化、FFMP/ANC 本土化及發展氣候監測及預報訓練。本次協商會議過程為美方各工作項目負責同仁派員至 NESDIS/STAR/SMCD 所在地（位於華盛頓特區）就上述工作項目進行工作報告，同時我方亦多與美方尚未合作單位高層接觸以尋求合作機會，以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

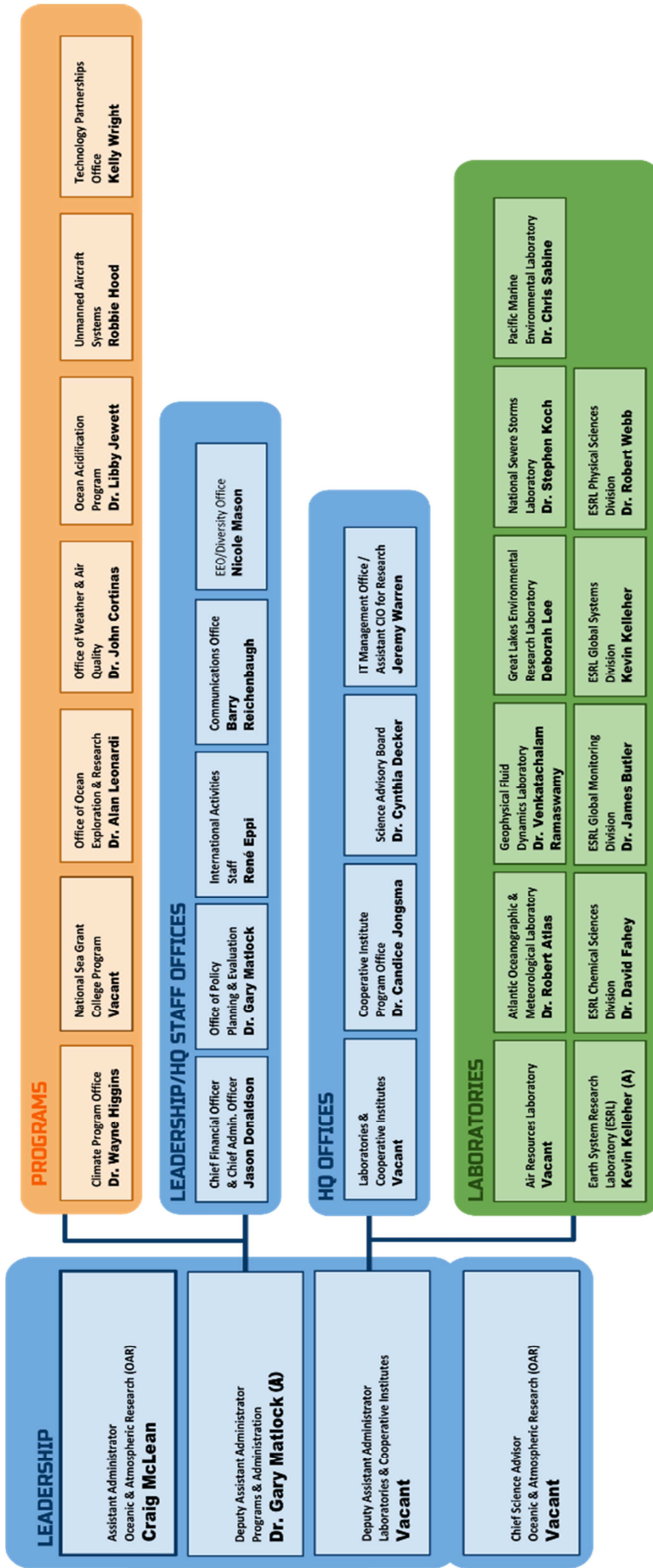
NOAA 受美國商業部所管轄，NOAA 組織型態如圖 1，與中央氣象局合作的單位分別隸屬於圖中紅框框住的三個機構：國家衛星局(National Environmental Satellite, Data, and Information Service；NESDIS)、海洋與大氣研究(Oceanic & Atmospheric Research；OAR)及美國國家氣象局(National Weather Service；NWS)。OAR 轄下的 ESRL 整合了全球監測組(Global Monitoring Division；GMD)、物理科學組(Physical Sciences Division；PSD)、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。NWS 目前的組織架構如圖 3。

NOAA HEADQUARTERS ORGANIZATION



Key: (A) = Acting Last updated: 04/27/16

圖 1 NOAA 組織架構圖



*NOAA Research Organizational Chart -- March 21, 2016

圖 2 OAR 組織架構圖

NWS Organizational Structure

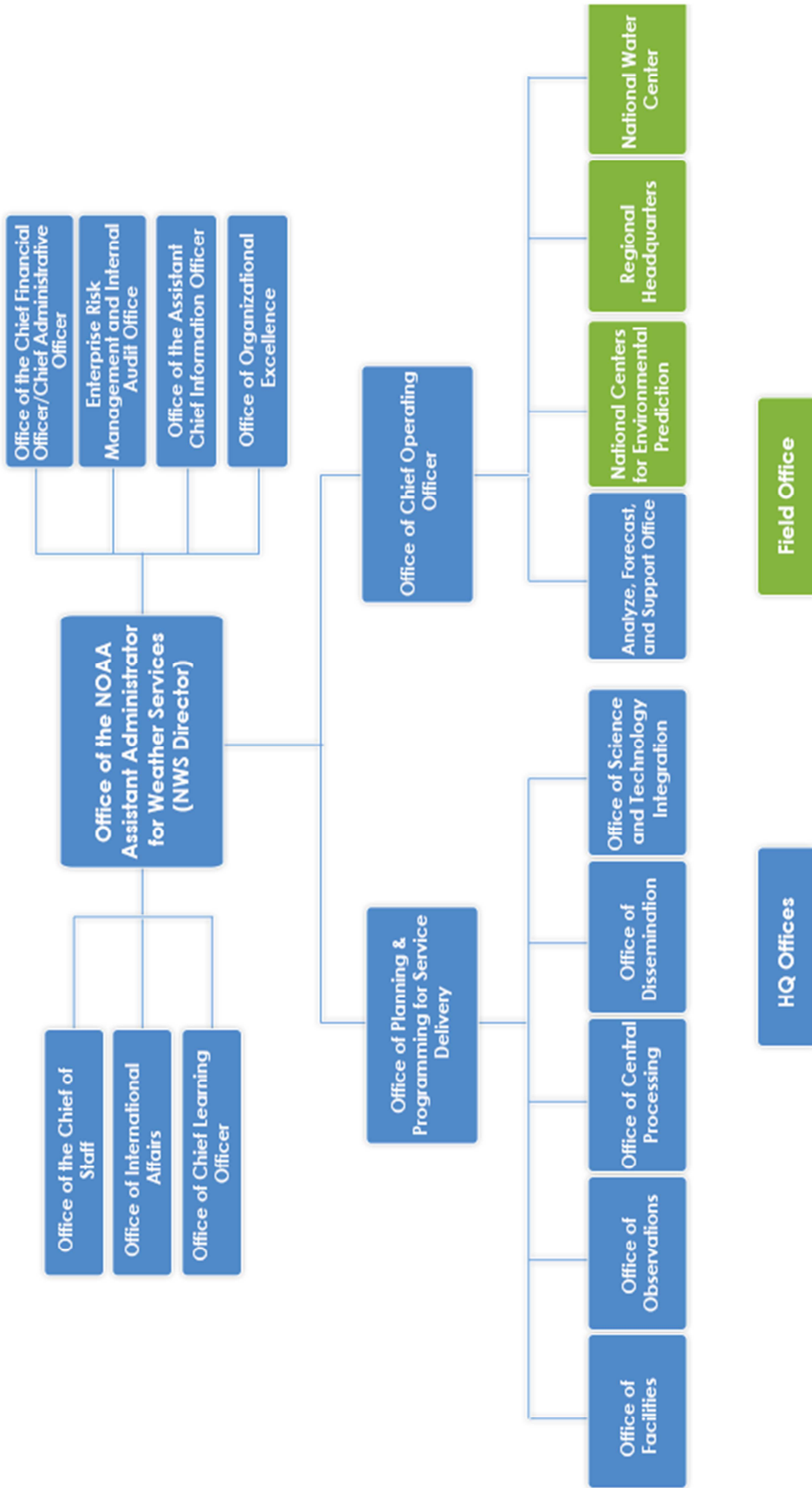


圖 3 NWS 組織架構圖

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 NESDIS/STAR/SMCD 和 NWS/NCEP/CPC(位於華盛頓特區 DC) 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
3/15	華盛頓特區 NESDIS/STAR/SMCD 4th floor	FFMP, ANC 工作現況說明	美方: S. Smith (MDL) L. Xin (MDL) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#3
		AWIPS 2, GFE 工作現況說明	美方: T. LeFebvre (GSD) J. Wakefield (GSD) W. Roberts (GSD) X. Jing (GSD) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#4
3/16		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) Dr. Hu Yang (NESDIS)) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB)	Task#1

			科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	
		NSSL/HRQ2 現況說明	美方: Yadong Wang (NSSL) K. Howard (NSSL) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#2
3/17		CPC 現況說明	美方: S-K Yang (NCWCP) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#5
		GSD 現況說明	美方: Dr. Fanthune Moeng (GSD) J. Wakefield (ESRL/GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	Task#6
3/18	華盛頓特區 駐美國台北 經濟文化代 表處	拜會 TECRO 科技組	林寶玉副組長(TECRO 科技組) 呂學祥秘書(TECRO 科技組) 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	

			Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD)	
3/19	華盛頓特區 NESDIS/STAR/SMCD 4th floor	討論合作協議未 來方向	美方: Dr. Fuzhong Weng (NESDIS) S-K Yang (NCWCP) Dr. Fanthune Moeng (GSD) Dr. Tony Liao (GSD) 我方: 資訊中心申湘雄主任 (CWB) 科技中心程家平主任 (CWB) 資訊中心劉政課長(CWB) 林逸恆 (IISI)	

參、協商會議內容

一、 臺美氣象預報系統發展技術合作協議執行方式概觀與檢討

依據去年提前於 104 年 7 月雙方議定的工作項目，待今(105)年初預算確定後便展開工作，且 NOAA 取得 AIT 授權，可代為簽署每年的執行辦法，而本國行政院也表明執行辦法將不需送院審查，看似簽訂執行辦法雙方的行政流程可望縮短許多。但今年因合作協議即將屆滿，同時須展開簽訂為期 5 年的合作協議，合作協議簽訂的行政流程卻嚴重影響了執行辦法的簽訂。因執行辦法為依據合作協議而產生，在合作協議未簽訂前將無法簽訂執行辦法，且執行辦法的內容中包含了合作協議簽訂日期，在合作協議完成簽訂前甚至無法確認執行辦法的內容。與美方討論後，因美方並無工作代理制度，當某職位空缺時將待職位補齊後其功能方可繼續，故將來為避免此類狀況發生，合作協議將盡可能的提早簽訂，甚至提早一年便可準備簽訂下一期的合作協議。且平時需與 TECRO 人員保持聯繫，當合作協議於行政流程中產生問題時，可於我方與美方間雙邊詢問進度，將有一定程度可避免合作協議停滯於某人的辦公桌上。

二、 NESDIS/STAR 工作檢視(Task#1)

為數值天氣預報或其他產品評估 AHI 資料的品質，包含 GOES 輻射影像儀資料同化應用於風暴軌跡與強度預測(如圖 4~5)，向日葵 8 號衛星 AHI 設備的介紹(如圖 6~15)，評估 AHI 資料當 HWRP 模式使用 CRTM 時的狀況(如圖 16~20)。

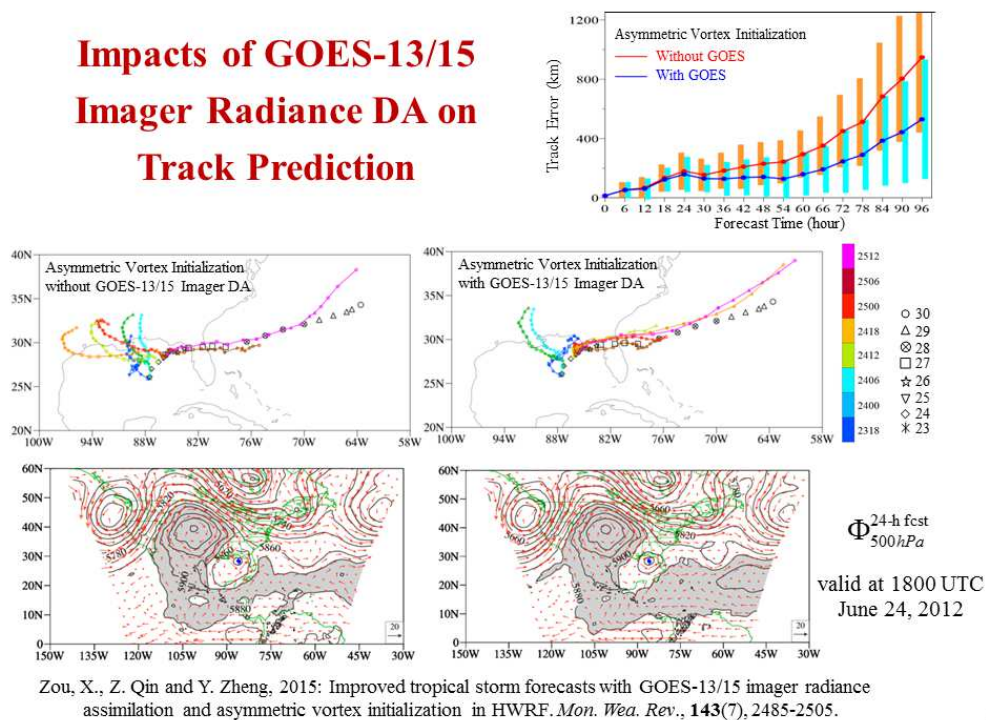
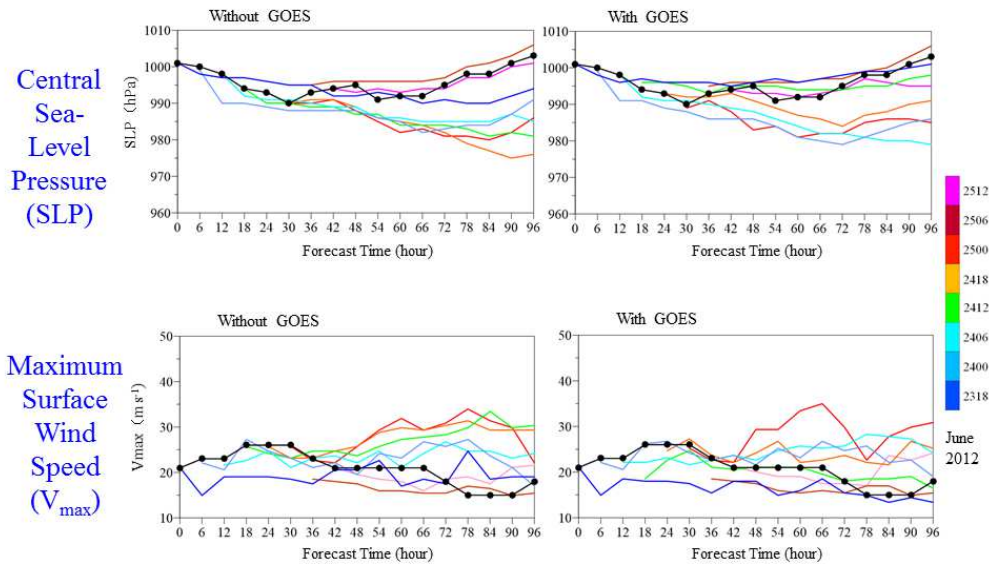


圖 4 GOES13/15 輻射影像儀資料同化與非對稱渦度初始設定有助於 HWRP 模式改善熱帶風暴預測

Impacts of GOES-13/15 Imager Radiance DA on Intensity Forecasts



5

圖 5 GOES-13/15 輻射影像儀資料同化對於強度與測的影響

GOES-13/15 Imager, GOES-R ABI, and Himawari-8 AHI



GOES-13/15	GOES-R	Himawari-8
5 channels: 1 visible channel 4 infrared channels	16 channels: 6 visible and NIR channels 10 infrared channels	16 channels: 6 visible and NIR channels 10 infrared channels

6

圖 6 GOES-13/15 搭載影像儀，GOES-R 搭載 ABI，向日葵 8 號搭載 AHI 的比較

Himawari-8 began operation at 02:00 UTC on 7th July 2015.



圖 7 向日葵 8 號所拍攝的全彩地球影像

Outline of Himawari-8



Geostationary position	Around 140.7° E
Attitude control	3-axis attitude-controlled geostationary satellite
Communication	1) Raw observation data transmission Ka-band, 18.1 - 18.4 GHz (downlink)
	2) DCS International channel 402.0 - 402.1 MHz (uplink) Domestic channel 402.1 - 402.4 MHz (uplink) Transmission to ground segments Ka-band, 18.1 - 18.4 GHz (downlink)
	3) Telemetry and command Ku-band, 12.2 - 12.75 GHz (downlink) 13.75 - 14.5 GHz (uplink)

Himawari-8 began operation on 7 July 2015, replacing the previous MTSAT-2 operational satellite

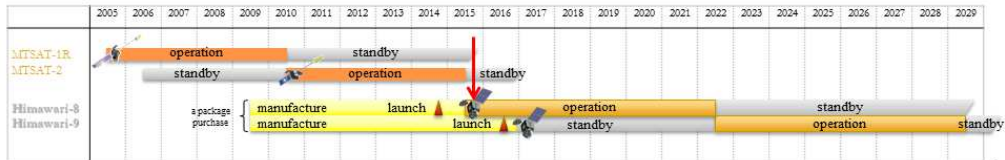


圖 8 向日葵 8 號氣象衛星的規格

Improved Resolutions of Himawari-8

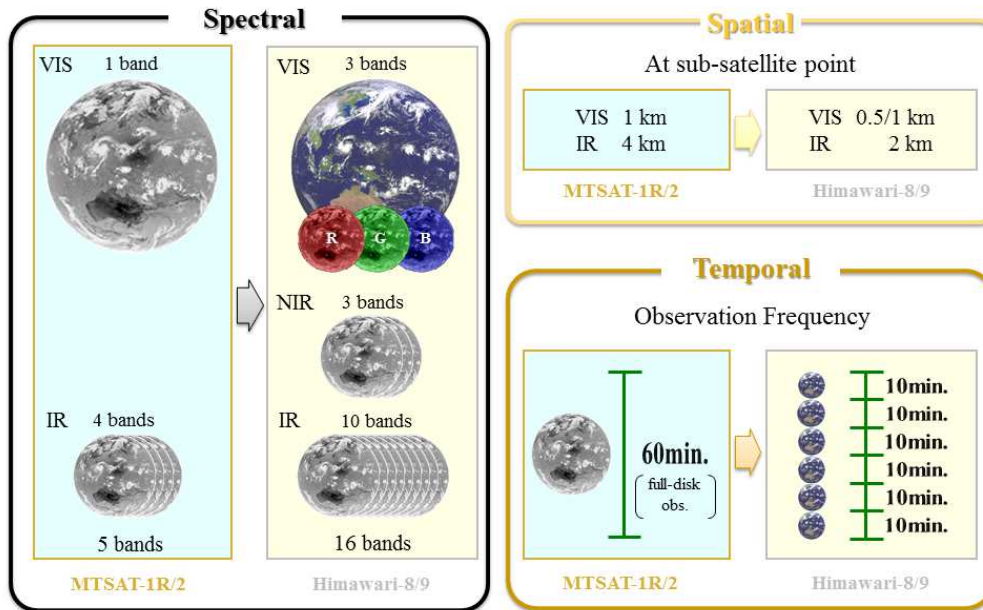


圖 9 向日葵 8 號氣象衛星提升的所有的觀測規格

Spectral Bands

Himawari-8/9 Imager (AHI)

Band	Spatial Resolution	Central Wavelength	Physical Properties
1	1 km	0.47 μm	vegetation, aerosol
2		0.51 μm	vegetation, aerosol
3		0.64 μm	Vegetation, low cloud, fog
4	1 km	0.86 μm	vegetation, aerosol
5	2 km	1.6 μm	cloud phase
6		2.3 μm	particle size
7	2 km	3.9 μm	low cloud, fog, forest fire
8		6.2 μm	mid- and upper-level moisture
9		6.9 μm	mid-level moisture
10		7.3 μm	mid- and lower-level moisture
11		8.6 μm	cloud phase, SO ₂
12		9.6 μm	Ozone content
13		10.4 μm	cloud imagery, information of cloud top
14		11.2 μm	cloud imagery, sea surface temperature
15		12.4 μm	cloud imagery, sea surface temperature
16	13.3 μm	cloud top height	

cf. MTSAT-2 Bands

VIS 0.68 μm

IR4 3.7 μm

IR3 6.8 μm

IR1 10.8 μm

IR2 12.0 μm

3 Visible Bands

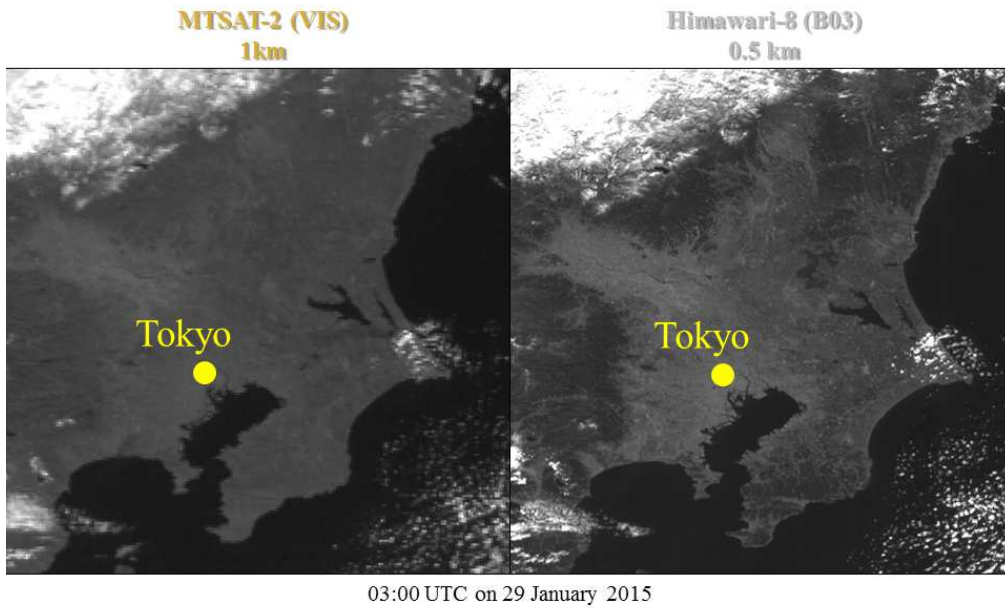
Addition of NIR Bands

Increase of WV Bands

Increase of TIR Bands

圖 10 向日葵 8 號氣象衛星的觀測頻道

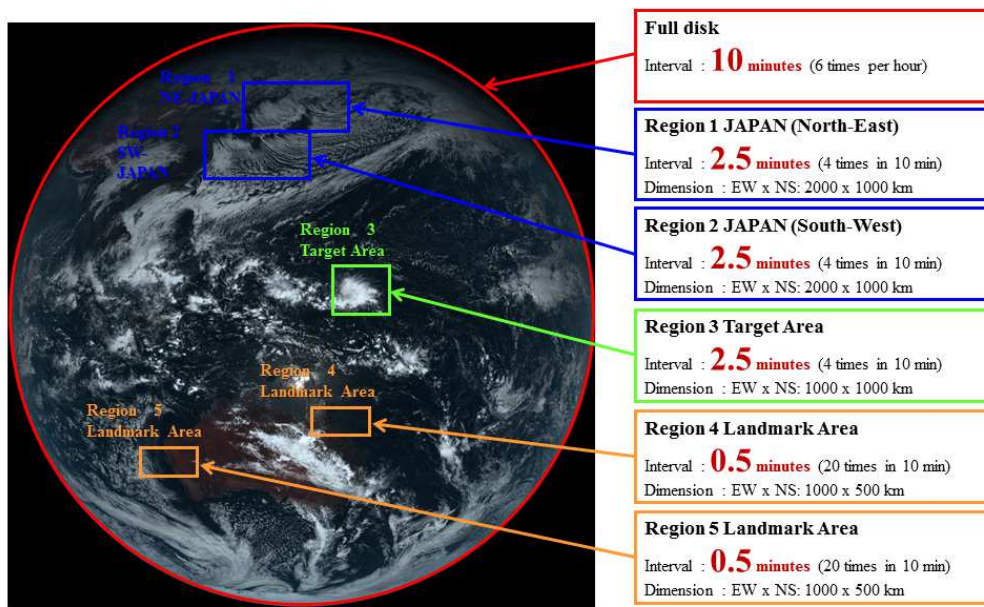
Spatial Resolution



11

圖 11 向日葵 8 號氣象衛星可見光頻道觀測解析度提升

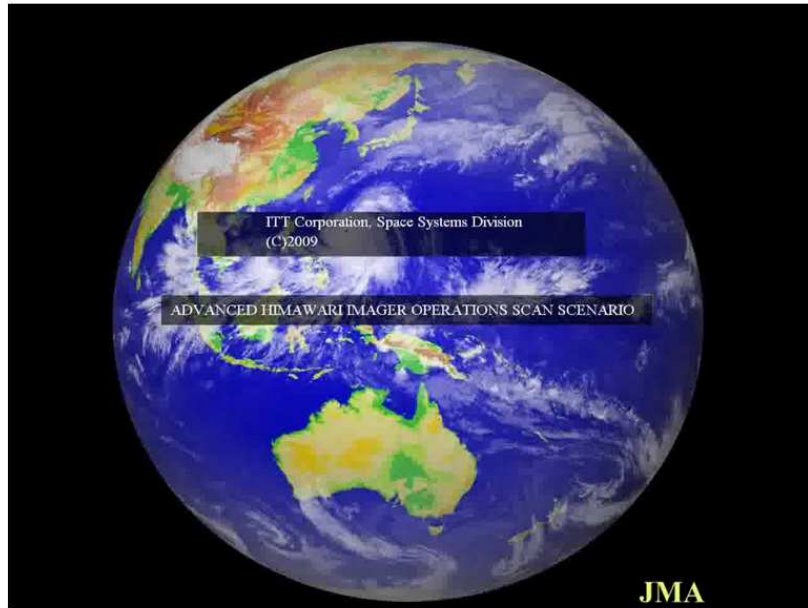
AHI Observation Modes



12

圖 12 向日葵 8 號氣象衛星 AHI 各種觀測模式

AHI Scan Scenario



13

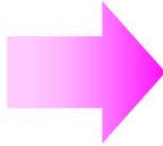
圖 13 向日葵 8 號氣象衛星的掃描方式

Revolution of Advanced Himawari Imager

Upgrade of	MTSAT -> Himawari-8/9
➤ Number of bands	5 -> 16
➤ Spatial resolutions	VIS: 1 km -> 0.5 or 1.0 km IR: 4.0 km -> 2.0 km
➤ Temporal resolutions	30/60 min -> 10 min
	(Total data size: 50 times!!)



B/W TV



HD TV

14

圖 14 氣象衛星進步的比較，猶如黑白電視進步到高解析度電視

Himawari-8: Observation Area and Interval

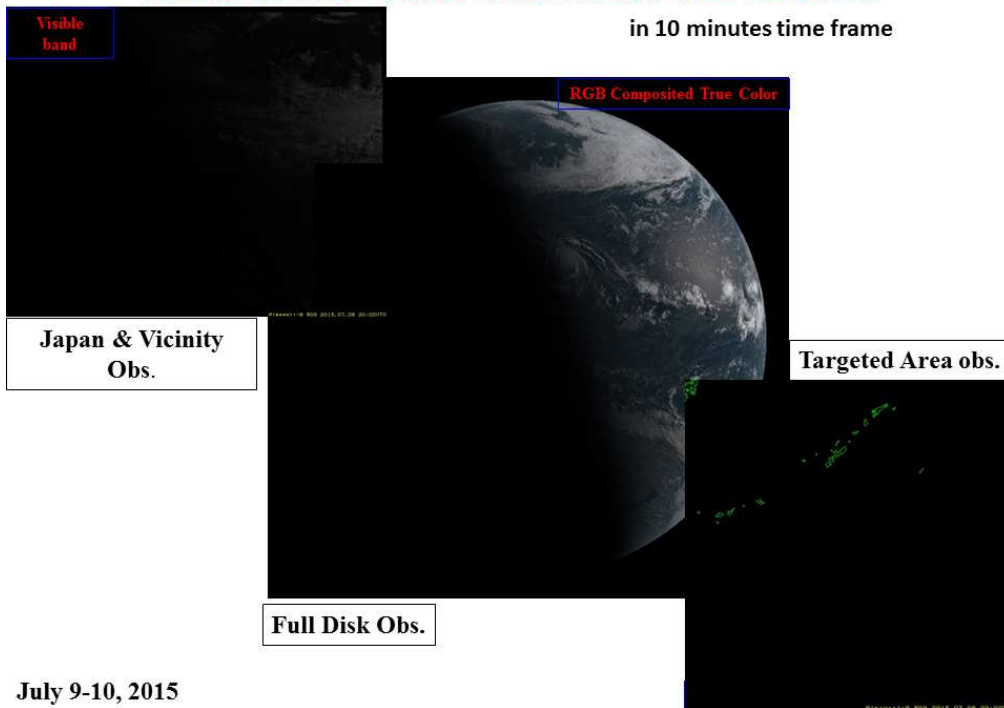


圖 15 向日葵 8 號氣象衛星觀測的範圍與間隔

Comparisons between CRTM and RTTOV over Ocean

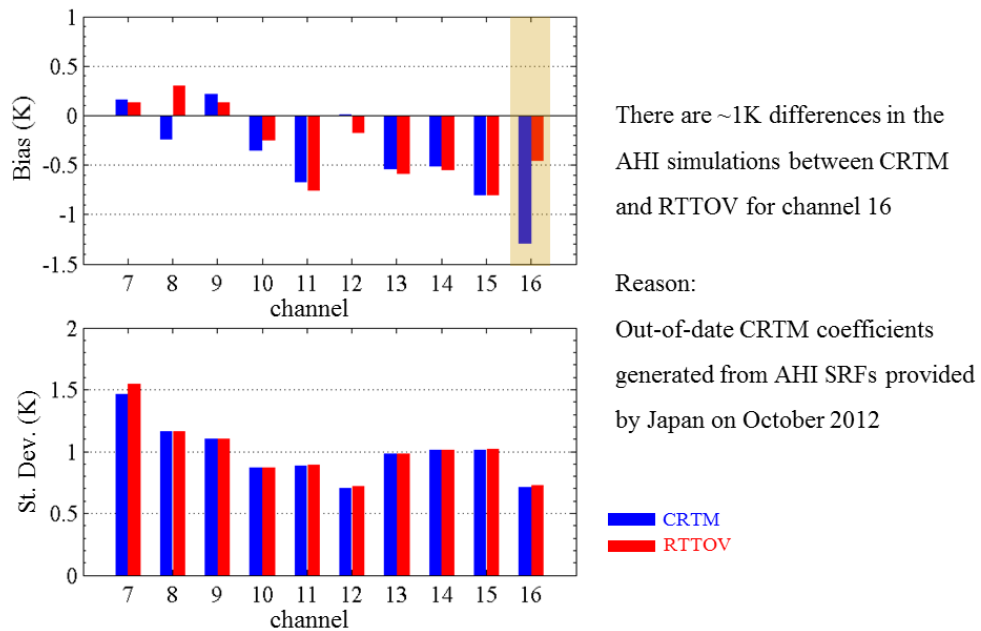
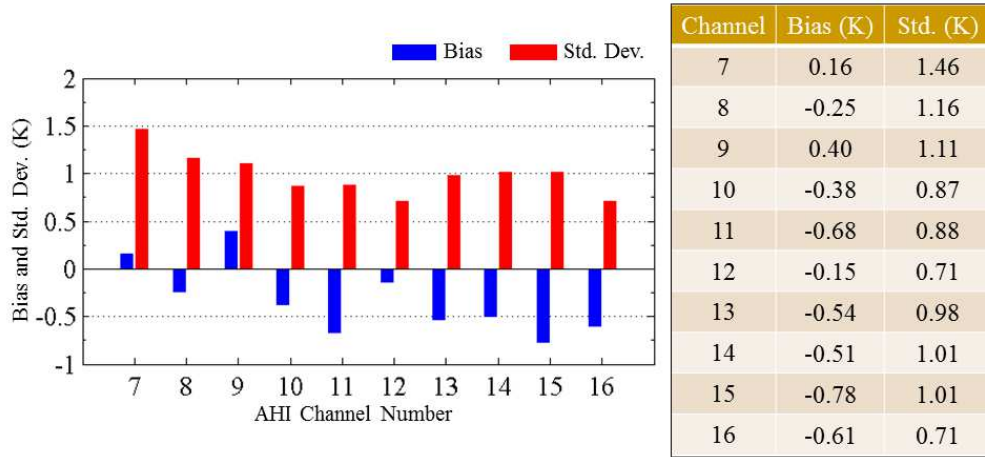


圖 16 在洋面上比較 CRTM 與 RTTOV 兩種快速輻射傳輸模式計算

Bias and Standard Deviation between AHI Observations and CRTM/ECMWF Simulations (Ocean Only)

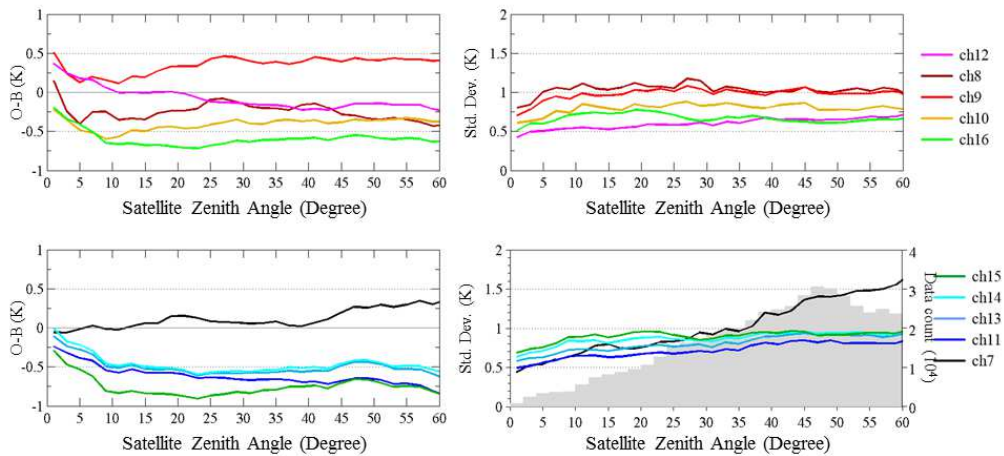


All clear-sky data with satellite zenith angle being less than 60° are included.

22

圖 17 在洋面上 AHI 觀測與 CRTM/ECMEF 模擬間的偏差標準差

AHI Bias versus Satellite Zenith Angle (Ocean only)

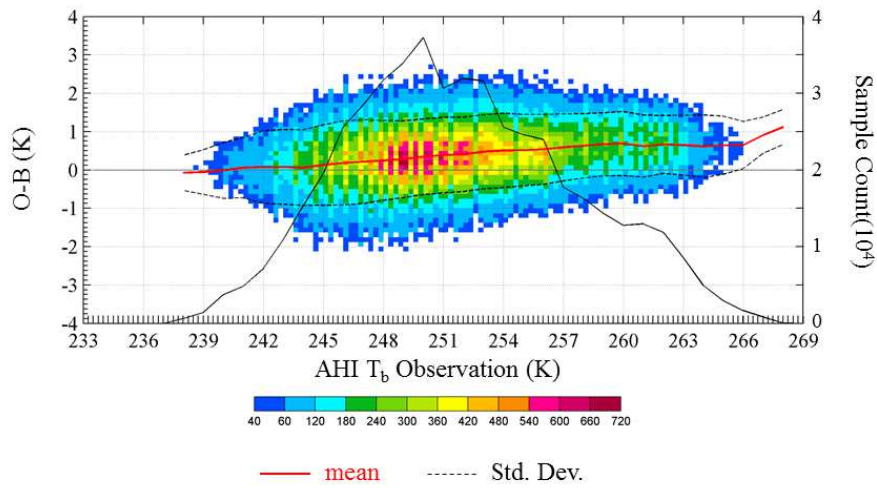


AHI Bias of all infrared channels shows no satellite zenith angle dependence.

23

圖 18 在洋面上 AHI 儀在天頂角時的偏差

Scene Dependence of AHI Channel 9 O-B Bias (Ocean only)

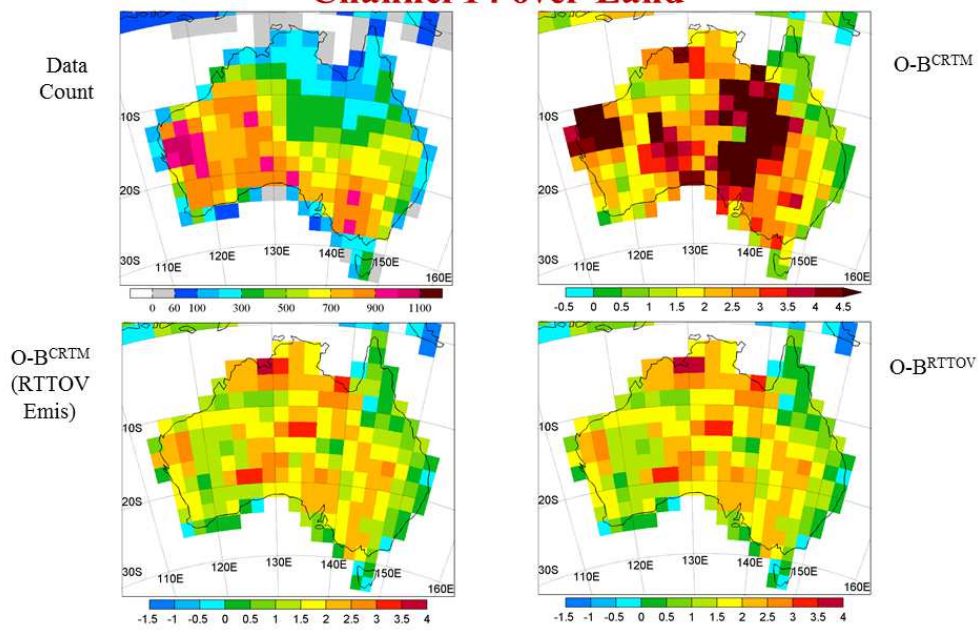


AHI bias of channel 9 has a slight scene dependence.

24

圖 19 在洋面上 AHI 第 9 頻道在單一場景時的 O-B 偏差

Comparisons between CRTM and RTTOV for Channel 14 over Land



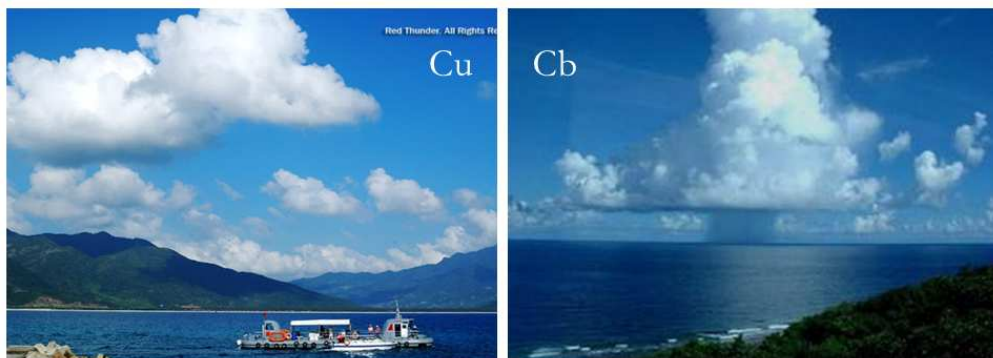
30

圖 20 比較第 14 頻道在陸地上時 CRTM 與 RTTOV 兩種快速輻射傳輸式的差異

為即時預報與數值天氣預報系統發展對流初始與雲遮罩的演算法，首先介紹對流初始的演算法，然後將對流初始的演算法修改為適應中國東方天氣現象，並展現在中國福建的 AHI 初步案例，最後以 Heidinger 的雲遮罩演算法總解。對流觀測起於雷達迴波在低角度觀測時強度大於 35 dBZ，對流初始指的是一種過程，當積雲開始快速的增長即對流初始(圖 21)流雲頂將冷到結冰，當此種雲出現時，地基氣象雷達首先將觀測到降水的狀況。

CI Nowcasting

Predicting whether a small cumulus (Cu) cloud would grow to form cumulonimbus (Cb) cloud



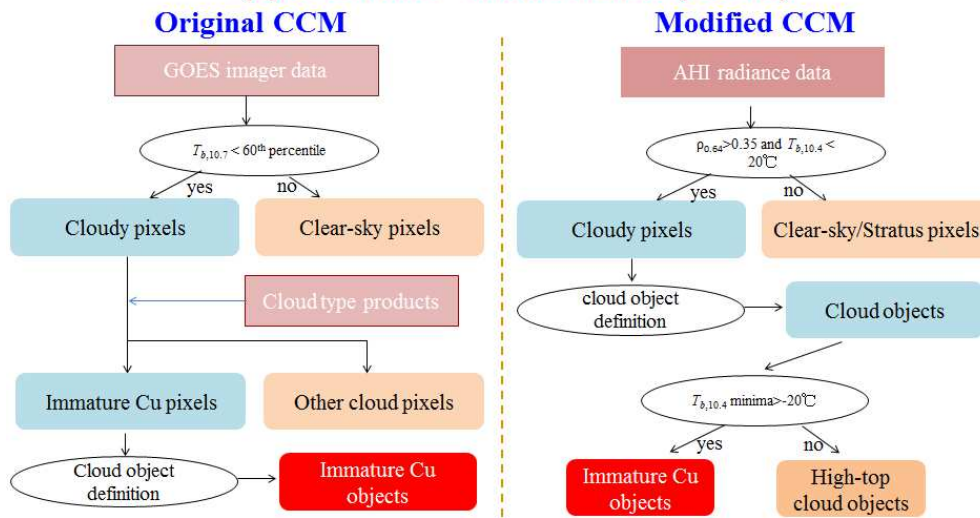
(images from <http://blog.gxsky.com/blog.php?id=983777>)

34

圖 21 對流發生時積雲將迅速發展為積雨雲

即時天氣預報對於對流初始演算法的描述方式為：輸入包含 GOES 影像儀中第 1、3、4 與 6 頻道的資料，雲的型態產品與 AMVs。主要的元件包含有積雲遮罩(CCM) (圖 22)，積雲軌跡(圖 23~25)與對流初始預報判定。輸出為對流初始的發生機率(圖 26)。

Inputs to CI Nowcasting (1) Cumulus Cloud Mask (CCM)

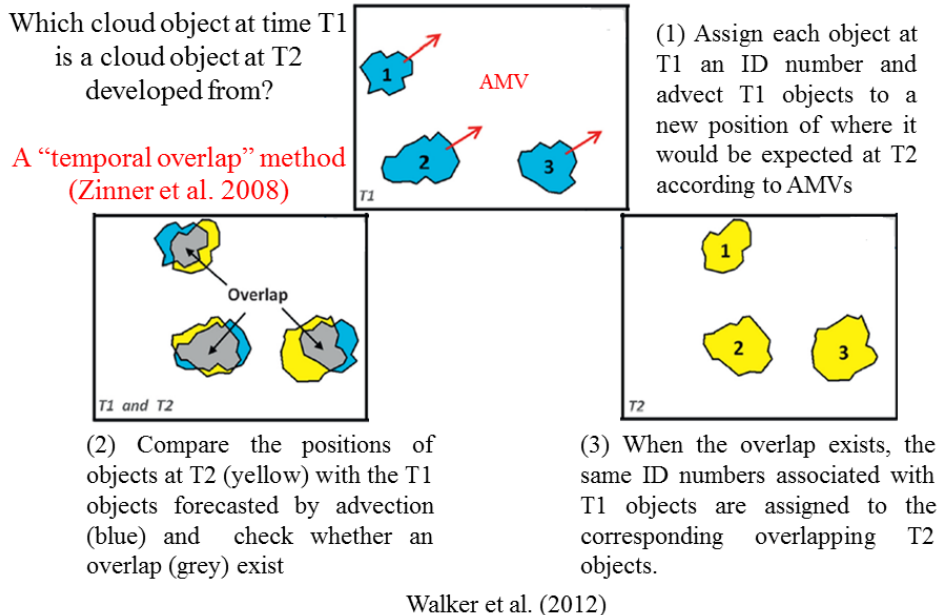


- 1) Cloud type products are not used
- 2) Distinguishing Cumulus from high-top clouds after the cloud object definition

36

圖 22 對流初始的輸入條件，積雲遮罩

Inputs to CI Nowcasting (2) Cumulus Tracking



37

圖 23 對流初始的輸入，積雲軌跡

Modified Cumulus Tracking (1/2)

Only CI cases in mostly clear-sky conditions are discussed in this study, and thus the AMVs are not used.

- AMV is not easily accessible along with AHI data
- AMV information is not crucial for cumulus tracking in clear-sky conditions due to a usually weak low-level wind

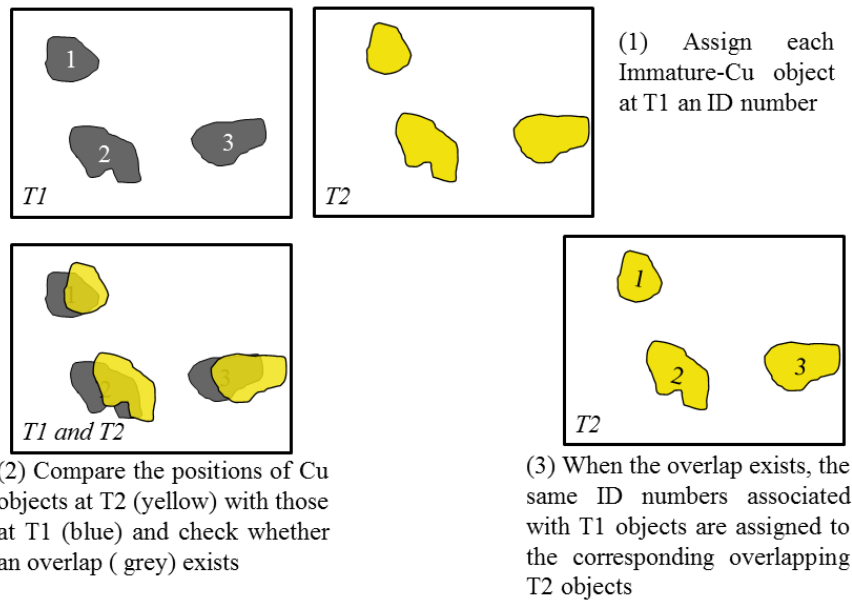


Assuming moving at a wind speed of 5 m s⁻¹, Cu shall reach a position 3 km (or 6 pixels) away from its original position in 10 min. Since the radius of Cu is often larger than 3km, an overlap between the old and new Cu elements shall always be found.

38

圖 24 修正後的積雲軌跡

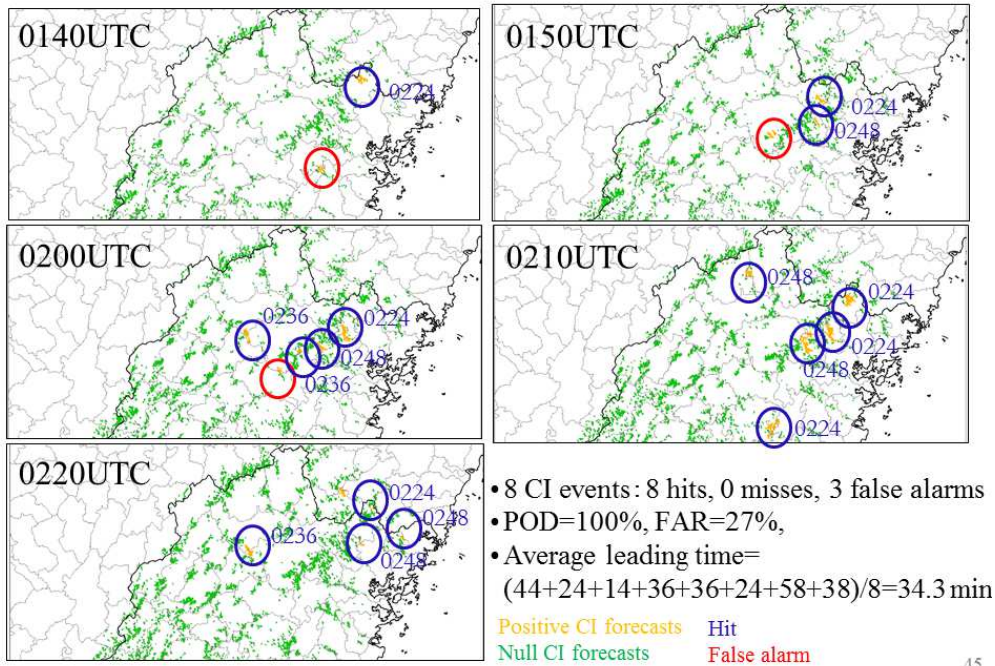
Modified Cumulus Tracking (2/2)



39

圖 25 修正後的積雲軌跡

Satellite Determined CIs on August 1, 2015



45

圖 26 由衛星判斷對流初始

有關於本局全球數值預報模式技術支援狀態，原來的計畫為於 UMD 伺服器上編譯與執行。在 UMD 伺服器上修改所有的原始碼與編譯檔，讓所有的原始碼可以成功使用 Intel 編譯器編譯成功，包含 DMS、gfs_ana_t512160 與 gfs_model_t512160，軟體總數量約為 36 個。因 UMD 伺服器並沒有 pjsub 指令且 UMD 只有安裝 PBS Torque 與 Intel 編譯器，需要花費一些時間將 pjsub 轉為 PBS Torque 命令。最終已由 Fujitsu 切換為 UMD 方式編譯且執行程式。雖然編譯成功，但因伺服器於 2 月 18 日關機維修，在 3 月 13 號仍未回復正常。投入一個執行週期 (201601141200) 並繼續執行 (10 次) 均成功執行。

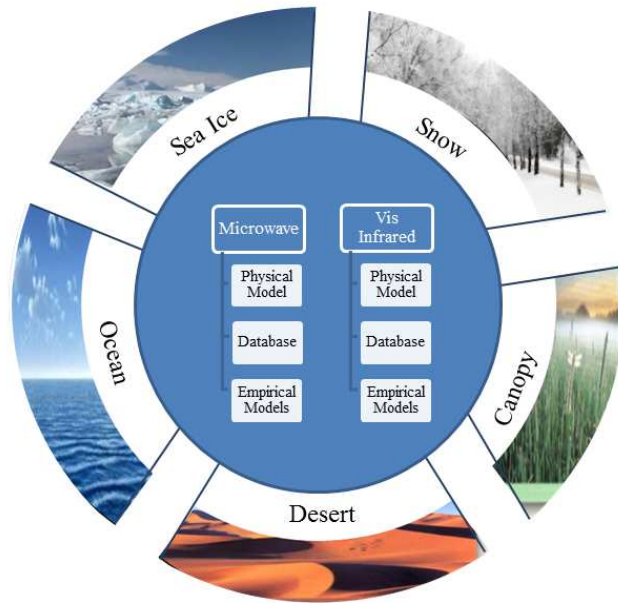
對於本局全球數值預報模式計畫的改進將有：實踐改進衛星資料同化時的資料檢核與偏差校正，包含使用 MHS 的雲偵測，利用液態水氣通道演算法對於 SSMIS 影像頻道進行資料檢核，利用 CrIS 太陽閃爍效應偵測雲與利用 AMSR2 在洋面上 RFI 減低與相對的方位角效應。對於模式的修改包含了：非對稱漩渦初始化，使用 AMSU-A 頻道窗通道恢復即時表面散發能量，DDA 散射資料庫用以模擬雲輻射。測試新的衛星資料流，包含了：CrIS/VIIRS 合併資料，向日葵 8 號氣象衛星 AHI 資料與 GOES-R ABI 資料。

為了衛星資料同化改進表面發散模式，首先介紹表面發散模式社團 (CSEM) (圖 27~28)，接下來是修改模式的物理方式，最後是使用 CSEM 來改進 AMSR2 使用 CRTM 的模擬 (圖 29)。

Community Surface Emissivity Model (CSEM)

No longer a subsystem dedicated for use in CRTM

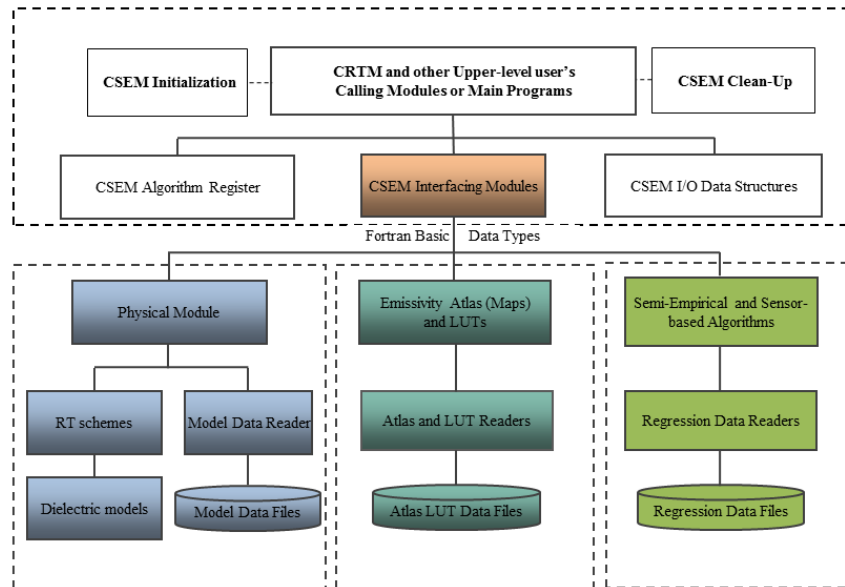
An open-system with optional models for research and operational applications



54

圖 27 CSEM 的架構圖

Diagram of Unit CSEM Infrastructure and CRTM-CSEM Interfacing Design



55

圖 28 CSEM 的架構圖

Emissivity Scatter Plots of AMSR-2 (Model Vs. Retri)

Correction analysis with observation of only one channel (23.8GHz)

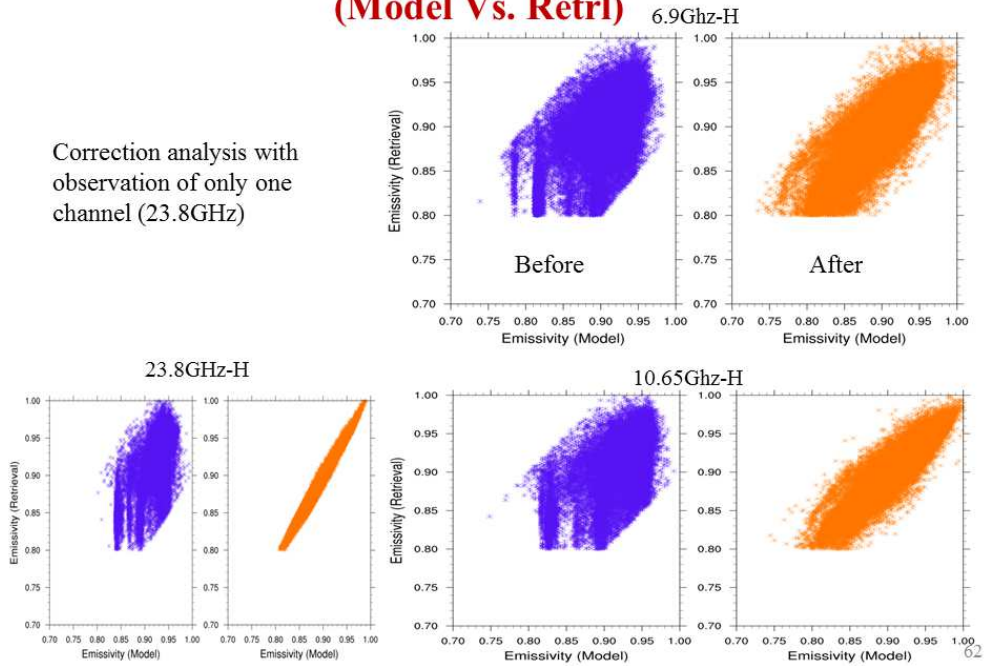


圖 29 AMSR-2 的發散散射圖

NOAA/STAR/SMCD 將持續提供由 NOAA-18、NOAA-19、MetOp-A 及 MetOp-B 衛星搭載之先進微波探測儀 (AMSU-A) 及微波濕度探測儀 (MHS) 設備觀測之近即時繞極軌道衛星全球 1b 級輻射量級產品資料，亦提供本局可以直接從資料伺服器下載取得資料所需的腳本。在微波整合反演系統 (MiRS) 方面，STAR/SMCD 將更新微波整合反演系統軟體及文件，以提供多種衛星反演產品與技術支援。因向日葵衛星進階影像儀與地球同步作業環境衛星 R 系列 (GOES-R) 進階基準線影像儀 (Advanced Baseline Imager; ABI) 之儀器相似性高，STAR/SMCD 將提供被選用的 GOES-R ABI 產品反演方式之理論基礎文件 (ATBD)，工作討論會議狀況如照片一。



照片一 與 NOAA/NESDIS/STAR 同仁進行工作內容討論會議

三、 NSSL HRQ2 發展現況說明 (Task#2)

今年的工作計畫是利用 RA 衰減更新降雨率預估(圖 30~35)與超短期(0~3 小時)雷達觀測定量降水預報(圖 36~40)。截至今今天完成的工作項目包含了即時校驗軟體的文件化與確定目前雷達定量降水估計需要改進的區域與科學議題的文件化，工作討論狀況如照片二。

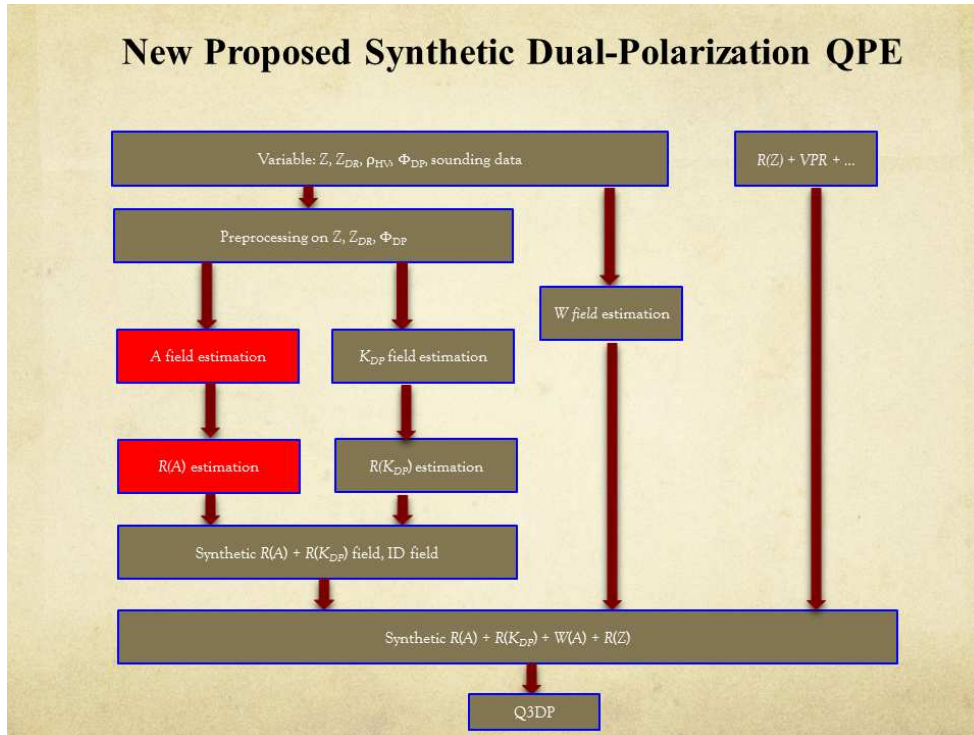


圖 30 新的合成雙偏極化雷達定量降水估計方式

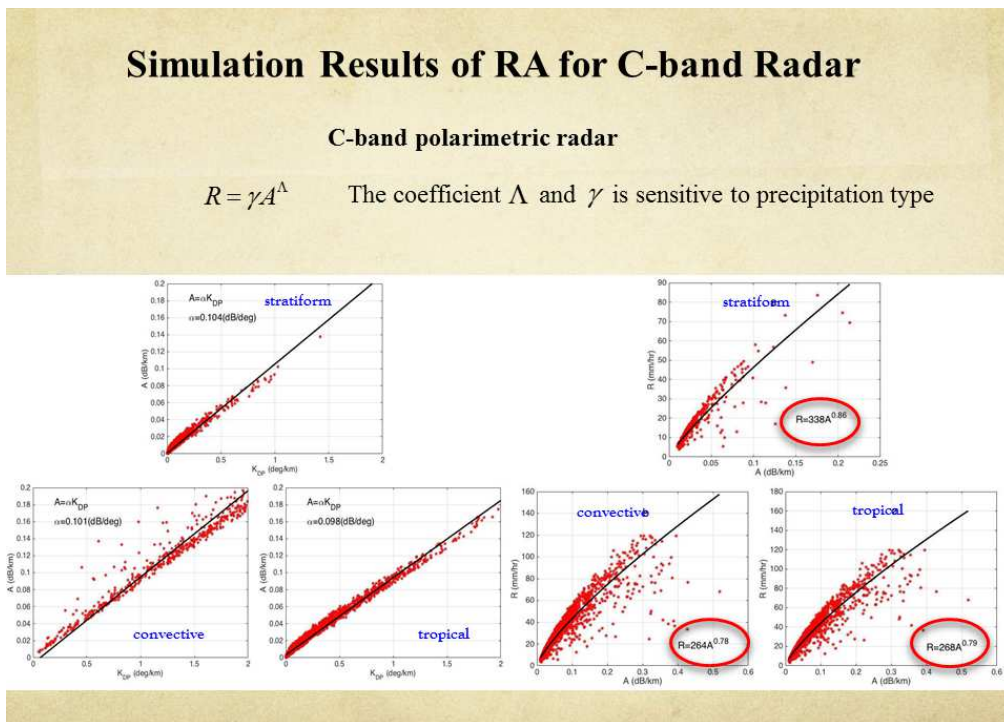


圖 31 C 頻段雷達的 RA 模擬結果

Performance of Modified R(A) on Typhoon Dujuan

09/28/2015 00:00 ~ 09/29/2015 00:00 (UTC)

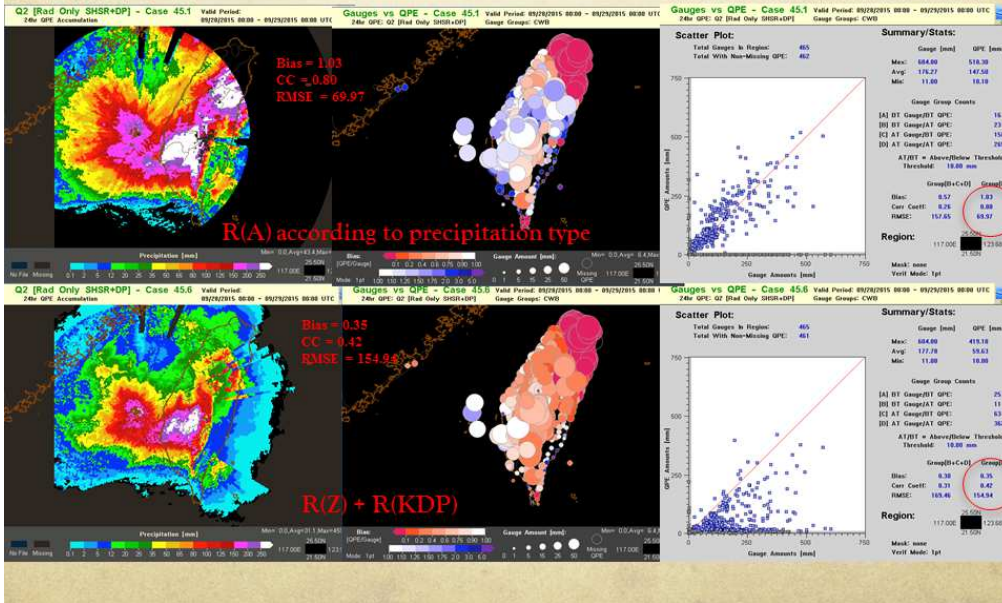


圖 32 杜鵑颱風時修改 R(A)的效能

The Comparison Between Precipitation Types And The New RA Results

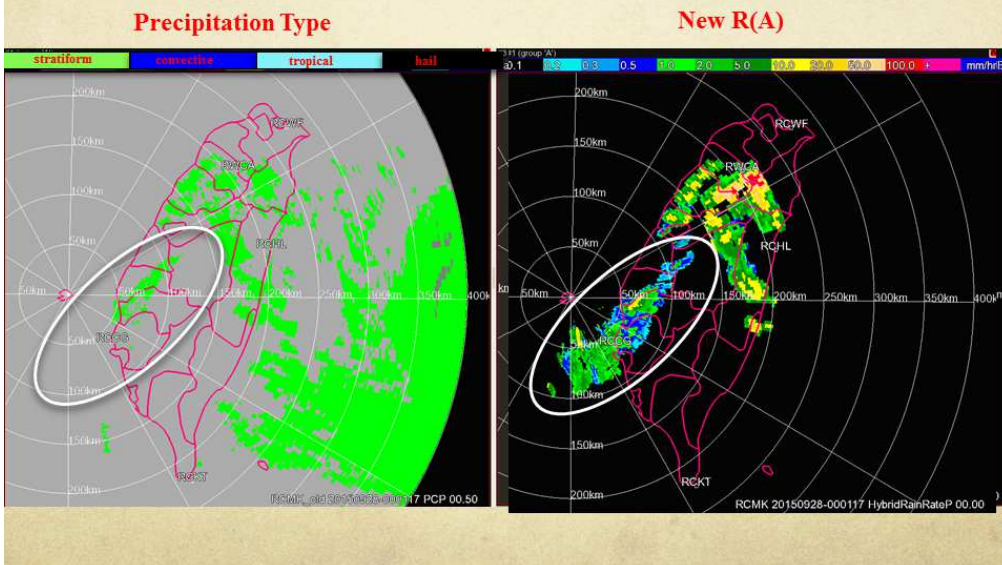


圖 33 降水與新 RA 結果的對照圖

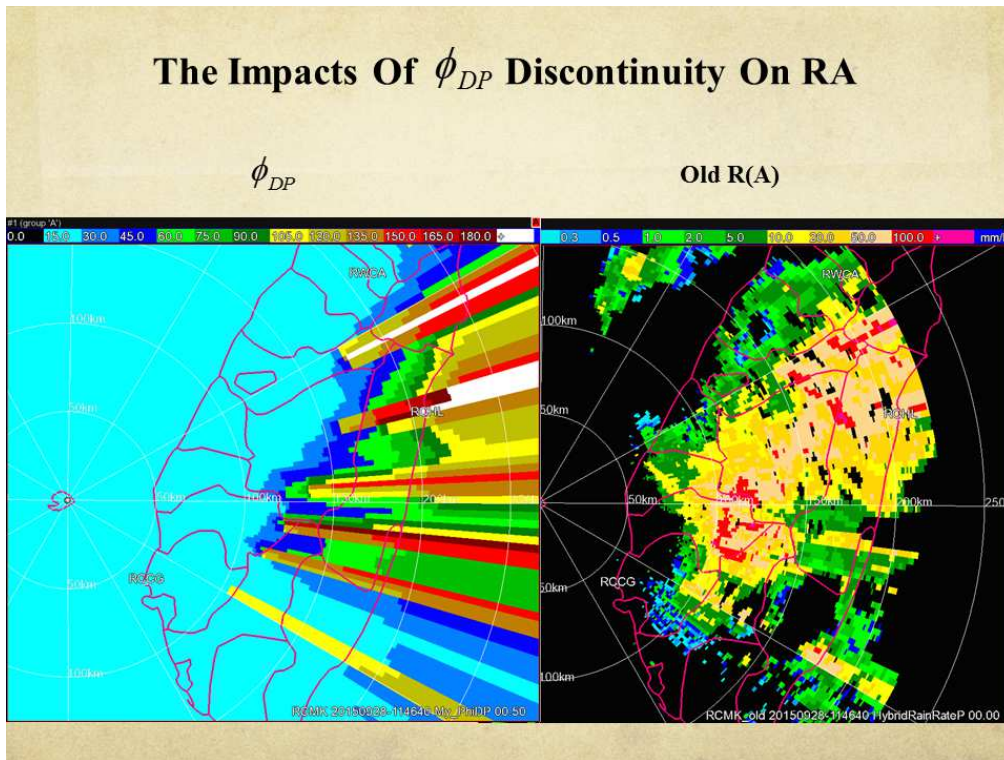


圖 34 ϕ_{DP} 在 RA 上的中斷影響

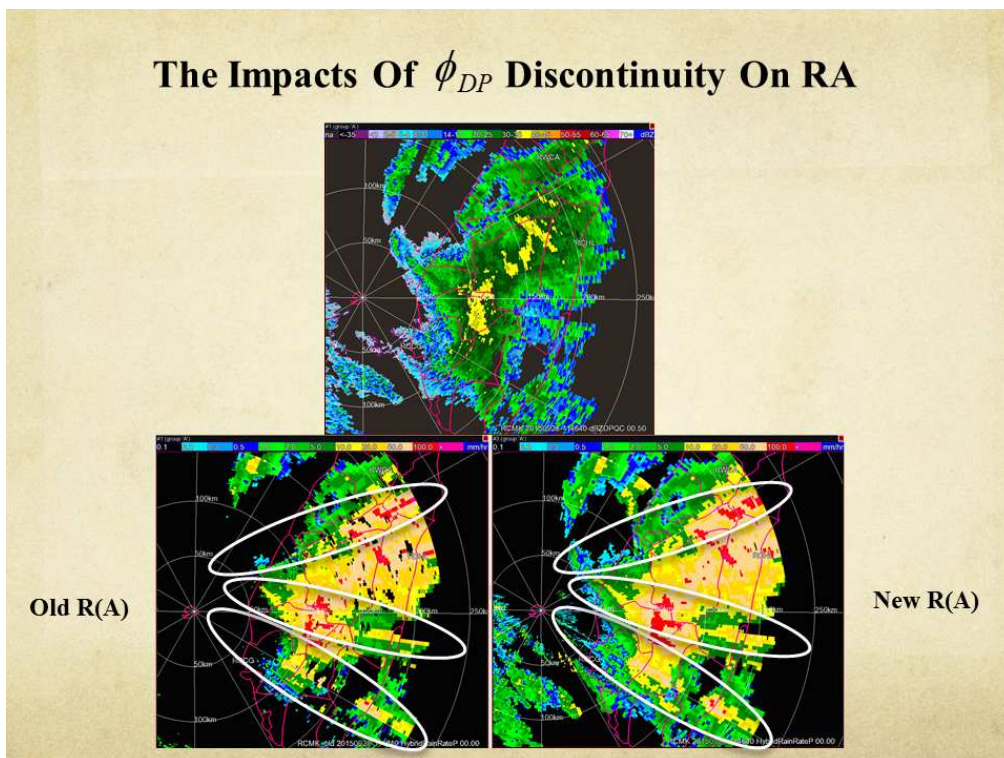
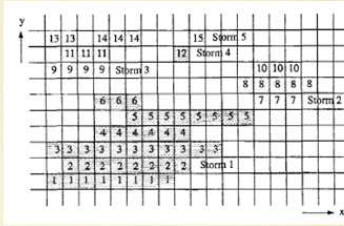


圖 35 ϕ_{DP} 在 RA 上的中斷影響

Approach II: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting (TITAN)

1. Storm Identification (Reflectivity based)

- Individual convective cells: $T_z=40-50$ dBZ
- Convective storms: $T_z=30-40$ dBZ
- Mesoscale convective complexes: $T_z=25-30$ dBZ
- Snow bands: $T_z=15-25$ dBZ



2. Tracking: (Combinatorial Optimization)

$$C_{ij} = w_1 d_p + w_2 d_v \quad \text{Cost function}$$

$$d_p = [(\overline{x_{21i}} - \overline{x_{21j}})^2 + (\overline{y_{21i}} - \overline{y_{21j}})^2]$$

$$d_v = |V_{1i}^{1.5} - V_{2j}^{1.5}|$$

$$w_1 = w_2 = 1$$

$$\Downarrow$$

$$Q = \sum C_{ij}$$

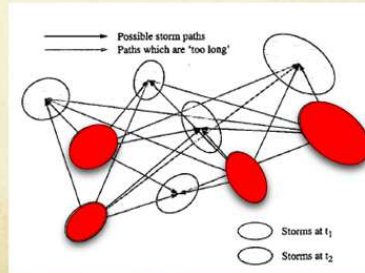
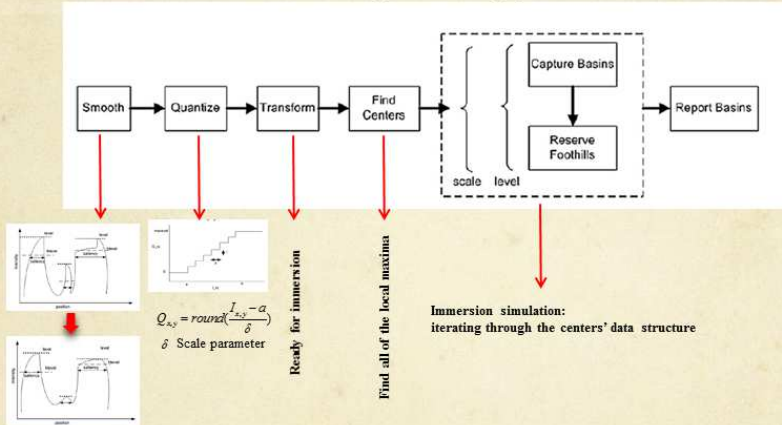


圖 36 風暴的鑑別、追蹤、分析與即時預報

Current Approach : Segmation

1. Storm Identification Based on Image Processing (extended watershed transform)



2. Tracking: (Combination of Approach I, II, III and IV)

圖 37 基於影像處理的風暴鑑定

Motion Identification From Segmotion

Scale 0

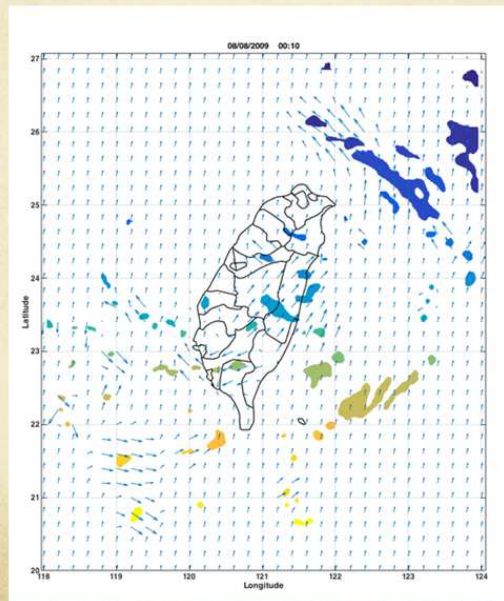


圖 38 動作的鑑定

Comparison of Mosaiced Reflectivity And Forecast Reflectivity (30dBZ as Threshold)

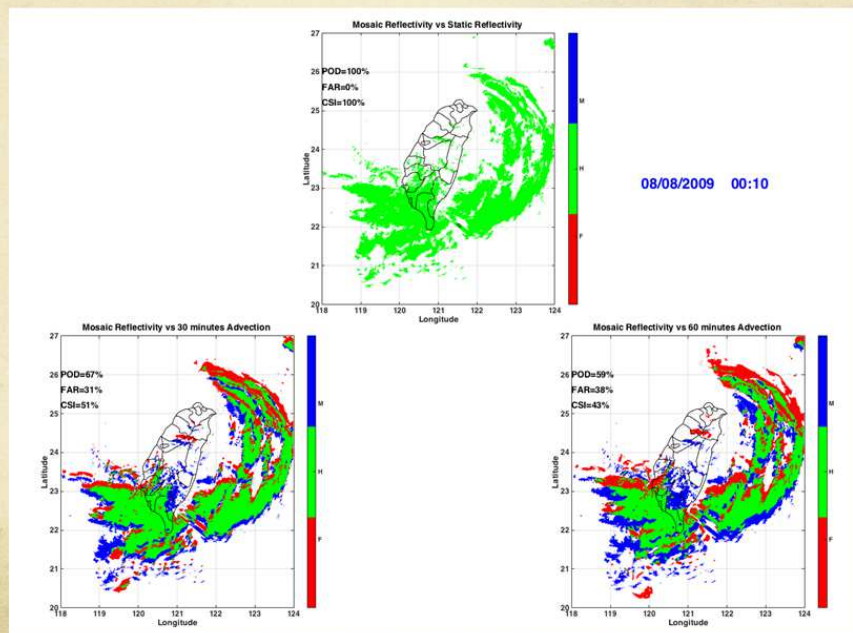


圖 39 馬賽克與預報反射率的比較

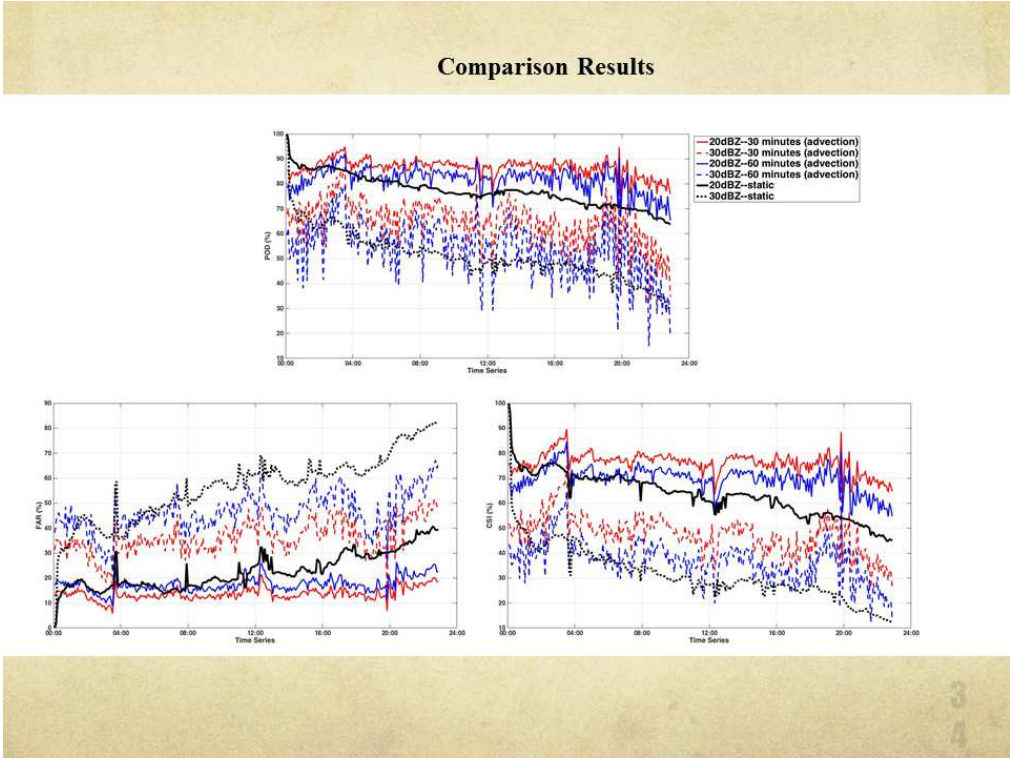


圖 40 整體結果的比較



照片二 與 NSSL 人員進行工作討論會議

四、MDL FFMP & ANC 自動化工作檢視(Task#3)

持續支援 MDL 版本的 ANC 軟體，並將其命名為 TANC，將於本局與 TANC 團隊討論未來工作項目，將衛星資料應用於雲分類演算法中。持續支援本局使用檢驗軟體用來驗證 TANC 運作的 60 分鐘即時預報，包含本局 ANC 團隊的教育訓練，程式執行與參數設定的技術支援，對於預報產品的諮詢支援。將格點檔案轉換為 MDV 格式檔，包含測試完成格式轉換程式名為”CwbQpeSumCompRefToMdv”並成功轉換了雷達範例資料，比較 CIDD 顯示的 MDV 檔與雷達影像，比較結果顯示轉換正確，本局尚需持續確認 CIDD 顯示的資料與真實雷達資料是否一致。轉換 STMAS-WRF 資料由 netCDF 格式轉換為 MDV 格式，包含資料格式須為 P 座標或 Sigma 座標須由預報員來決定，若決定 STMAS-WRF 採 P 座標將排除所有因座標轉換而產生的錯誤。

FFMP 的高程劃定採用臺灣新的數位海拔高度模型資料，包含了詳細的如何產生 FFMP basin delineation 程序，在最後的輪廓圖中亦包含了大量的堤防與水庫，WINS 團隊學習如何處理特定區域的輪廓圖。

提供技術支援對於本局於 SAFESEAS 在 AWIPS 系統中實作與參數設定遇到的問題以及本局同仁拜訪 MDL 時的議題，工作討論會議狀況如照片三。



照片三 會議後與 MDL 人員合影

五、GSD GFE&AWIPSII 訓練工作檢視(Task#4 及 Task#6)

目前 AWIPS II 系統(圖 41~42)已經準備交付 OB15.1.1 版本，預計於四月交付 16.1.1 版本，六月交付 16.2.1 版本與八月交付 16.2.2 版本，並將提供 GFE、smart tools 與 text formatters(for FIES)的技術支援。AWIPS II 方面亦將提供軟體發展的協助，包含資料插入與顯示(閃電、格點與衛星)、WarnGen 與 VLab 發展環境。AWIPS II 的教育訓練，包含 GFE、WarnGen 與 WFO 作業訓練。

AWIPS-II Deployment Sites



April 2015: **85** of 122 WFOs using AWIPS II operationally

圖 41 在去年美國氣象局尚未全數採用 AWIPS II 系統

AWIPS-II Deployment Sites



Today: **all** 122 WFOs using AWIPS II operationally

圖 42 目前美國各氣象局已全數採用 AWIPS II 系統

六、CPC & EMC 發展季內至年際氣候監測及預報工作檢視(Task#5)

NCEP 是 Weather Ready Nation 的主要推手與維持者，根據以下用戶需求，戰略上擴大

科學與服務領域，3-4 周的預報(更貼近天氣與氣候間的距離)，對於高度影響的事件能夠即早因應，整合所有地球科學相關方法與策略性的將研究導入作業。提供 WRN 世界級數值作業模式指導，提供可靠與精確的產品與服務，提供高可靠的資訊架構支援、高速數值運算與科技管理服務。

支援中央氣象局參與 NCEP Monsoon Desk 訓練，中央氣象局全球模式發展研討會與參與氣候分析與預測研討會及其他相關研討會或會議，討論會議狀況如照片四。



照片四 與 CPC 人員進行工作討論狀況

七、 支援操作規定、維護與整修 WSR-88D 氣象雷達(Task#7)

此項目為臨時且暫時加入本合作協議的工作項目，起因為本局五分山氣象雷達受蘇迪勒(SOUDELOR)颱風影響而毀損，為了加速搶修速度故將此工作項目暫時置於本合作協議。OBS 將提供所需維修或更換硬體的文件，並確認屬於本局自行採購的硬體項目，並確認僅能由 OBS 更換或維修的獨特硬體項目。

八、 討論本合作協議未來發展方向

有鑑於臺美雙方所需行政流程冗長，我方預算編列不易估算，雙方討論對於本合作協議擬定與執行是否有改善方式。去(104)年已將本年度工作擬定討論會議提早半年舉辦，但遇到合作協議簽訂年份，無法提早將執行辦法盡早簽訂，仍可能於 8 月簽訂並給付頭期款，祈明年度將可依原定計畫順利進行。另本局預算無法及早確認的問題，仍將另尋求解決的辦法，討論會議如照片五。



照片五 臺美雙方管理階層會議

肆、其它參訪內容

一、拜會 TECRO 科技組

拜會期間正逢 TECRO 接待我國學術倫理訪問團至華府參訪，因此由林副組長寶玉及曾秘書信耀接待，期間雙方就此次合作議題執行方式詳加討論，並分享合作過程中過往的經驗與中央氣象局面臨的挑戰。討論的議題遍及歷史環境背景、科學知識及國內外政治影響。期間並討論到美方 AIT 已經授權 NOAA 對於每年的執行辦法可自行簽署一事，並期待我國內也可對於每年例行性的執行辦法，因其內幾乎全數皆為技術文件，亦可無需上陳至行政院，以有效縮短簽約之行政流程，拜會 TECRO 如照片六。



照片六 拜會 TECRO

伍、心得與建議

- 一、本局長期與美國氣象作業及研究機構合作研究發展氣象預報科技系統，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，美方增加了 NOAA/OAR/NSSL 國家劇烈風暴實驗室引進 QPESUMS 系統，NOAA/NESDIS/STAR 衛星氣象學門，提供進階衛星資料並協助進行全球數值模式衛星資料同化，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，使其具有作業功能。以及 NCEP/CPC 美國氣候預測中心，共同提升雙方氣候預測能力。本局一開始僅由氣象資訊中心與美方合作，逐步擴增氣象預報中心，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委會水土保持局與經濟部水利署攜手與美方各單位合作，以達互利的目的。美方投注於大氣海洋的經費非我國能比擬，若由我方獨立開發各項氣象產品則經費需求將相當驚人，若以國際合作方式取得則可與美國先進氣象作業技術保持接軌，同時累積本局氣象科技實力。惟國內預算爭取日趨不易，我方仍需考慮各合作項目的優先緩急程度以選擇迫切需要的計劃。在這面對著氣候變遷的時代，特殊的災變天氣隨時可能發生，中央氣象局對於和美方的合作，引進先進科技並予以本土化仍是高迫切性的需求，請上級主管單位能持續支持此合作計畫。
- 二、AWIPS II 採用 SOA 的架構方式設計，故系統應會更加靈活，也能融入更多的應用子系統。於參訪期間，美國各氣象局已全數使用 AWIPS II 作業，同時本局預報作業也深度依賴原 WINS 系統。本局已取得相關的軟體程式，並且也安裝完成，現正將原有資料導入新的 AWIPS II 系統。本局有計劃逐步將 WINS(AWIPS I)中客製化的子系統導入 AWIPS II，需引進相關軟體及本土化的技術，中央氣象局應持續派人了解及學習這方面的技術，以使相關技術深耕於局內。QPESUMS 系統除本局使用外，同時也提供客製化系統供應國內各防救災單位與行政單位供決策使用，此方面持續與美方合作將可有效提升本局信譽與降低上述單位對於防救災時的判斷壓力。
- 三、國際關係不斷地在改變，美國政府政策也常常有所變化，本局派員至美方學習氣象資訊系統與科技，簽訂合作協議與執行辦法時亦不斷遇到新的問題，如本局同仁的英語能力與在它國的生活能力均可能影響到本案的執行，台美雙方對於本案相關人員互訪時簽證等行政事務的處理亦可能造成計畫的延誤，為順利進行計畫，所有行政事務最好能盡早處理以避免延誤行程。另外合作協議與執行辦法的行政流程，因需經由雙方政府高層審核，常需歷經漫長時間，預計年初簽訂的協議常延宕半年以上。惟雙方政府均有意改進流程，每年簽訂的執行辦法將不再需要陳核至高層，祈能有效降低行政流程造成的耗損。

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)
CPC	美國氣候預測中心(Climate Prediction Center)
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)
FFMP	洪水監測與預測(Flash Flood Monitoring and Prediction)
GFE	圖形預報編輯 Graphical Forecast Editor)
GSD	全球系統組(Global Systems Division)
HUC	水文單位代碼(Hydrologic Unit Code)
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)