

出國報告（出國類別：其他）

出席「航空氣象資料技術協調」出國 報告書

服務機關：交通部民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：莊清堯 技正

派赴國家：日本，東京

出國期間：民國 113 年 11 月 11 日~民國 113 年 11 月 14 日

報告日期：民國 114 年 1 月 10 日

提要表

系統識別號：	C11302403																	
視訊辦理：	否																	
相關專案：	無																	
計畫名稱：	航空氣象資料技術協調																	
報告名稱：	出席「航空氣象資料技術協調」出國報告書																	
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: 15%;">服務單位</th> <th style="width: 10%;">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>莊清堯</td> <td>交通部民用航空局 飛航服務總臺</td> <td>飛航業務室</td> <td>技正</td> <td>薦任(派)</td> <td>聯絡人： ufvejuan@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	莊清堯	交通部民用航空局 飛航服務總臺	飛航業務室	技正	薦任(派)	聯絡人： ufvejuan@anws.gov.tw
姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱													
莊清堯	交通部民用航空局 飛航服務總臺	飛航業務室	技正	薦任(派)	聯絡人： ufvejuan@anws.gov.tw													
前往地區：	日本																	
參訪機關：	日本氣象協會，東京航空地方氣象臺，日本羽田國際機場																	
出國類別：	其他																	
出國期間：	民國 113 年 11 月 11 日 至 民國 113 年 11 月 14 日																	
報告日期：	民國 114 年 01 月 10 日																	
關鍵詞：	航空氣象，資料技術協調，日本氣象協會，JWA，低空風切																	
報告書頁數：	26 頁																	
報告內容摘要：	<p>民用航空局飛航服務總臺(以下簡稱本總臺)自民國 80 年 5 月開始，以付費方式透過日本氣象協會(Japan Weather Association, JWA)，利用國際衛星通信系統接收日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)所製作的氣象數據傳真資料(Coded Digital Facsimile, CDF)天氣圖表。隨著網際網路傳輸技術發展，資料傳送方式已由國際衛星通信系統改為檔案傳輸協議(File Transfer Protocol, FTP)方式傳送，目前本總臺透過 JWA 管道所接收資料包括：CDF 天氣圖、氣象衛星資料、JWA 亂流產品、美國華盛頓與英國倫敦兩個世界區域預報中心(World Area Forecast Centre, WAFC)所發布顯著天氣圖(Significant Weather Charts, SIGWX</p>																	

	<p>Charts)及高空風溫圖(Upper Wind and Temperature、WINTEM)。依據本總臺與JWA 簽訂之氣象資料協議書規定，雙方每年各主辦一次協調會議，本次「航空氣象資料技術協調」出國案，即係為參加 JWA 於東京舉行之年度會議，討論今(113)年雙方工作相關執行細節。另本總臺刻正辦理「新一代低空風切警報系統建置先期計畫委託專業服務案」規劃，評估於桃園、松山及南竿機場架設以氣象雷達(RADAR)及光達(LIDAR)為架構之新一代低空風切警報系統可行性，本次會議透過 JWA 協調安排，參訪東京航空地方氣象臺(Tokyo Aviation Weather Service Center, TAWSC)，以了解日本在機場使用氣象雷達及光達偵測低空風切之實際情況及經驗，作為本區未來相關系統建置規畫與作業之參考，俾持續提升本區航空氣象服務水準。</p>
電子全文檔：	C11302403_01.pdf
附件檔：	
限閱與否：	否
專責人員姓名：	劉哲妤
專責人員電話：	02-23496193

目 錄

壹、 目的	2
貳、 過程	3
參、 會議內容	4
肆、 參訪行程	16
伍、 心得與建議	23
陸、 附錄	

壹、目的

民用航空局飛航服務總臺(以下簡稱本總臺)自民國 80 年 5 月開始，以付費方式透過日本氣象協會(Japan Weather Association, JWA)，利用國際衛星通信系統接收日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)所製作的氣象數據傳真資料(Coded Digital Facsimile, CDF)天氣圖表。隨著網際網路傳輸技術發展，資料傳送方式已由國際衛星通信系統改為檔案傳輸協議(File Transfer Protocol, FTP)方式傳送，目前本總臺透過 JWA 管道所接收資料包括：CDF 天氣圖、氣象衛星資料、JWA 亂流產品、美國華盛頓與英國倫敦兩個世界區域預報中心(World Area Forecast Centre, WAFC)所發布顯著天氣圖(Significant Weather Charts, SIGWX Charts)及高空風溫圖(Upper Wind and Temperature、WITEM)。

依據本總臺與 JWA 簽訂之氣象資料協議書規定，雙方每年各主辦一次協調會議，本次「航空氣象資料技術協調」出國案，即係為參加 JWA 於東京舉行之年度會議，討論今(113)年雙方工作相關執行細節。

另本總臺刻正辦理「新一代低空風切警報系統建置先期計畫委託專業服務案」規劃，評估於桃園、松山及南竿機場架設以氣象雷達(RADAR)及光達(LIDAR)為架構之新一代低空風切警報系統可行性，本次會議透過 JWA 協調安排，參訪東京航空地方氣象臺(Tokyo Aviation Weather Service Center, TAWSC)，以了解日本在機場使用氣象雷達及光達偵測低空風切之實際情況及經驗，作為本區未來相關系統建置規畫與作業之參考，俾持續提升本區航空氣象服務水準。

貳、 過程

為了解日方之合約工作進度，雙方協議期間安排每年赴日進行技術協調會議，而本次出國計畫執行期間為 11 月 11 日至 11 月 14 日共 4 天，其中第一、四天的 11 月 11、14 日為往返路程，第二、三天的 11 月 12、13 日為實際會議及參訪行程，詳細行程如下表：

日期	時間	日方參與人員	我方參與人員	行程
11/12	上午	岡村和贊 後藤あずみ 関根雅人 葛西幸寛 王睿敏 福田真由 須藤智博	莊清堯	雙方技術協調會議
	下午	岡村和贊 後藤あずみ 王睿敏 須藤智博	莊清堯	參觀日本氣象協會總部
11/13	全日	後藤あずみ 王睿敏 福田真由	莊清堯	參訪東京航空地方氣象臺

參、會議內容

本次協調會議本總臺與 JWA 雙方提出 4 項議題進行討論，會議討論內容說明如下(會議紀錄如附錄)：

(一) 議題 1 - 日本機場現行低空風切警報作業介紹

近年以電磁波測量機場風場變化，進而演算風切情況之技術已逐漸運用於機場作業，其原理係透過都卜勒效應，以發射與接收之電磁波頻率差，推算目標物體之移動方向及速度。常見用於機場低空風切觀測之設備為光達及雷達，而兩者又因為波長不同，使得光達適合偵測晴天中之空氣懸浮微粒運動，而雷達則適合用於偵測降雨天氣之降水粒子之移動(如圖 1)。

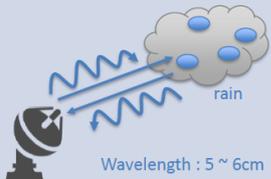
	Purpose	Measurement method	Observation range	Resolution etc.	
DRAW (TDWR)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Detect rapidly changing low-level winds under conditions of "precipitation" ➢ Detect rain and wind within 120 km radius 		Rain & Wind 120 km radius Microburst 20 km radius Shear line 60km radius	Resolution (10 km radius) $\leq 150m$ Observation cycle 1 minute Lowest obs. altitude 70 m	Available in any weather conditions
LIDAR	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Detect rapidly changing winds under conditions of "non-precipitation" 		Microburst 10 km radius Shear line 10km radius	Resolution (10 km radius) $\leq 80m$ Observation cycle 2 minutes Lowest obs. altitude 20 ~ 30 m	

圖 1、雷達及光達偵測方式與原理

目前日本氣象廳(JMA)於新千歲機場、成田國際機場、東京國際機場(羽田)、中部國際機場、大阪國際機場、關西國際機場、福岡機場、鹿兒島機場、那霸機場等 9 座機場(如圖 2)，分別設置了 C 波段固態雙偏極化都卜勒氣象雷達，JMA 稱之為 DRAW (Doppler Radar for Airport Weather)，能夠觀測雨天時之三維風場以偵測低層風切變，雷達均採用固態發射機(solid state transmitters)，具有掃描快速、較低發射功率、穩定且使用壽命長特點，相關 DRAW 掃描輸出產品(如圖 3)。

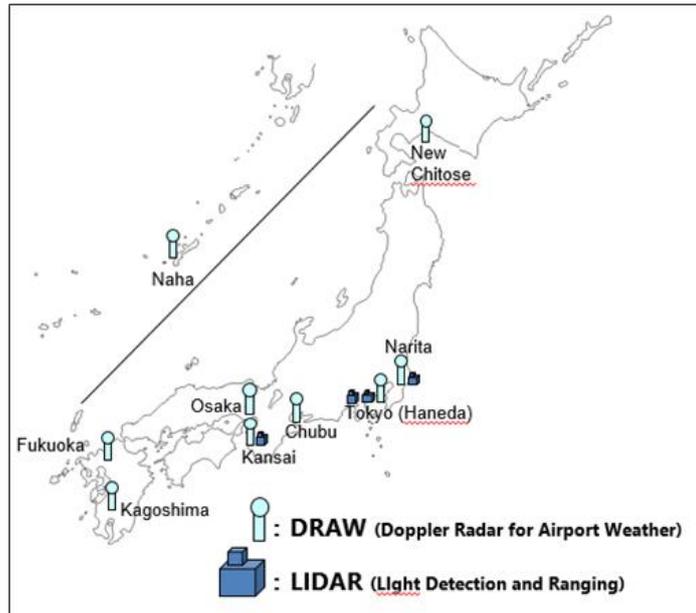


圖 2、日本設置雷達及光達之機場分布圖

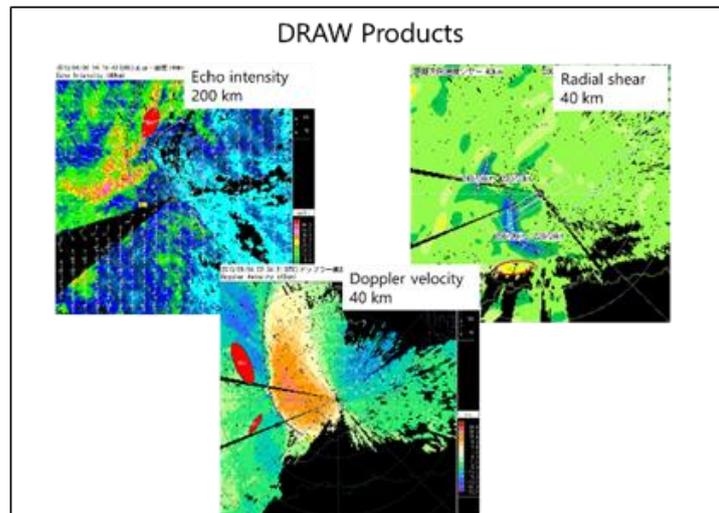


圖 3、雷達產品

此外，JMA 在新千歲、成田、羽田及關西機場等 4 座機場，除雷達外同時另設有光達(如圖 3)，JMA 稱之為 LIDAR (Light Detection and Ranging)，能夠觀測晴天時之三維風場以偵測低層風切情況，相關 LIDAR 掃描輸出產品如圖 4。

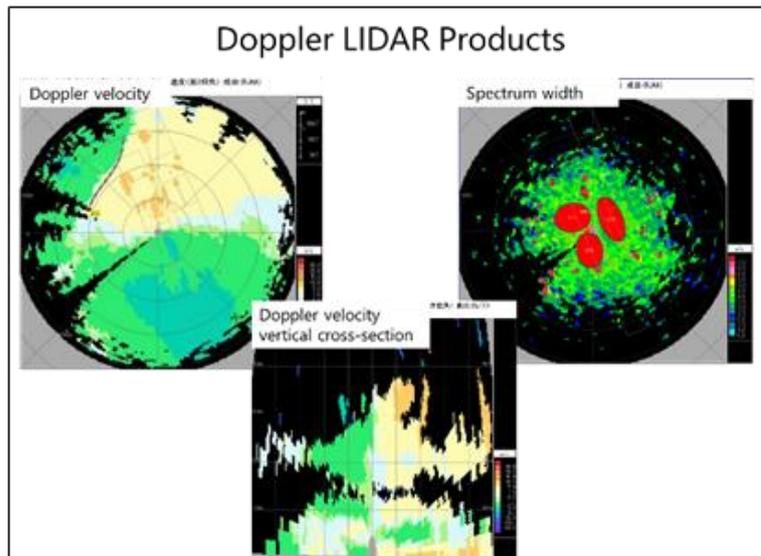


圖 4、光達產品

另 JMA 於 2016 年起與該國宇宙航空研究開發機構(JAXA)合作開發「機場低空風資訊 (ALWIN)」，JAXA 負責開發自動風切及亂流演算法，該演算法運用於 JMA 機場都卜勒雷達管理系統(Airport Doppler Radar Administration System, ADRAS) 上，並使用 JMA 設置於機場之 DRAW 及 LIDAR 所偵測當地風切和低層亂流，將此測量和偵測到的風向風速資訊轉換為每 2 分鐘更新一次的文字及視覺化的圖形，其中文字訊息透過語音或航空器通訊定址及回報系統(Aircraft Communication, Addressing and Reporting System, ACARS) 傳輸字元畫(ASCII Art)的方式，將頂風(Head Wind)、側風(Cross Wind)顯示於駕駛艙 ACARS 顯示器給駕駛艙內的飛行員(目前提供予全日空 ANA 及日本航空 JAL)，克服機載裝備顯示圖形之困難，提供駕駛員能夠快速檢視參考的圖形化顯示產品。而圖形資料則透過網頁顯示介面(MetAir 網頁)提供給航空公司簽派人員使用，相關 ALWIN 資訊處理及提供流程如圖 5 所示。

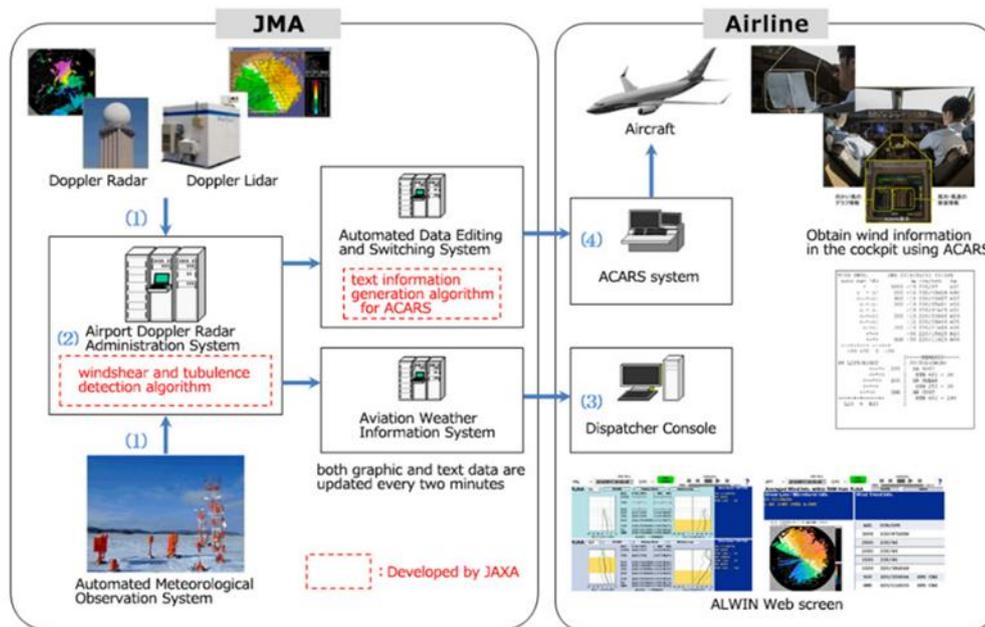


圖 5、ALWIN 資料處理及提供流程

由於 ALWIN 系統，可將原本由管制員透過無線電提供有限的低空風切警報資訊，優化為提供降落的航空器最終進場路徑上更詳細的風向風速資訊(如圖 6)，經語音或航空器通訊定址及回報系統(ACARS)提供更詳細、更精確的風廓線(wind profile)，使駕駛員能夠根據即時風向風速狀況正確控制空速、推力和姿態，從而實現更安全的著陸操作。

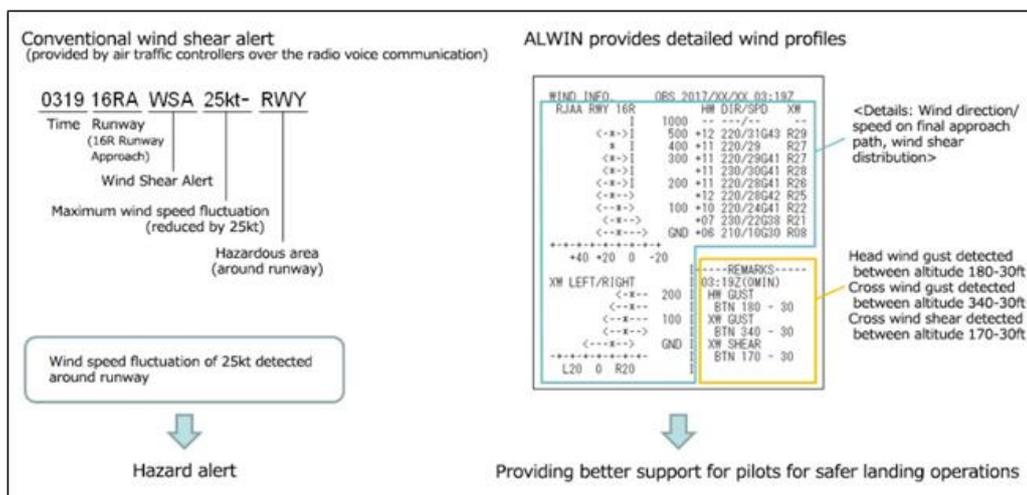


圖 6、(左)傳統風切警報報文格式，(右)為 ALWIN 透過 ACARS 提供進場航空器駕駛員最終進場路徑上的風向風速資訊

此外，ALWIN 產出整合機場 1000 呎以下航機下滑道上頂風及側風數值予簽派員使用，並以網頁圖形顯示介面提供航管單位(ATC)風切、微爆流及 3000 呎以下平均風向風速資訊(如圖 7)。

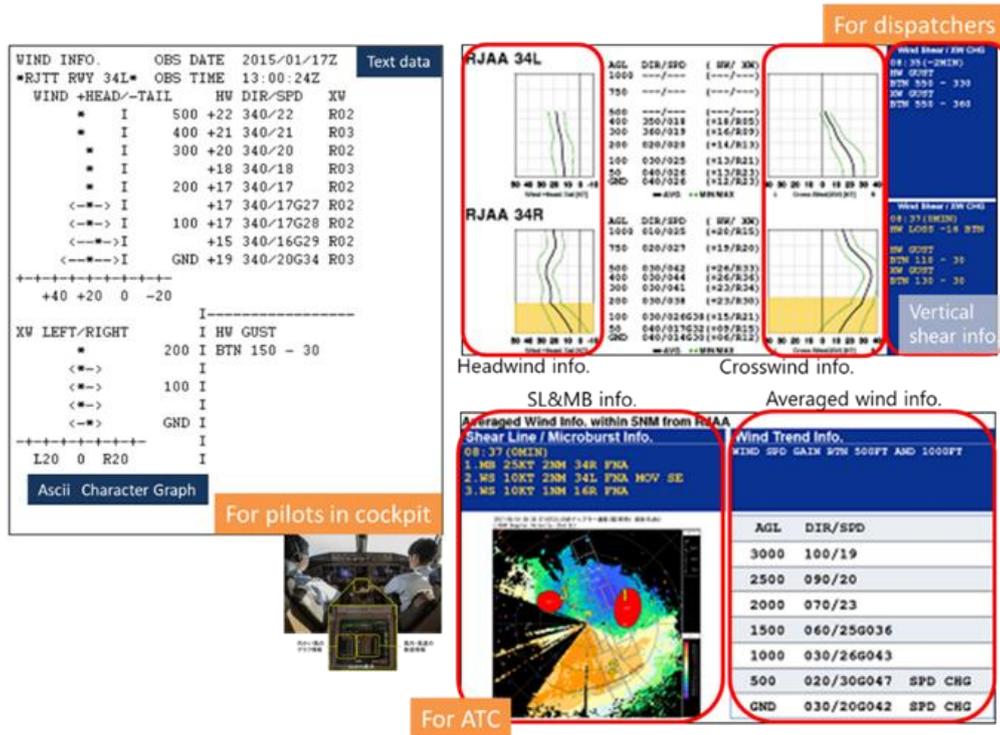


圖 7、提供與駕駛員、簽派員及管制員的產品。

因本總臺刻正進行新一代低空風切警報系統之規劃工作，爰請 JWA 協助進一步洽 JMA 取得系統架設、資料更新及掃瞄策略之相關詳細資訊。

(二) 議題 2 - 日本以視訊設備協助提供機場天氣資訊介紹

航空氣象資訊對於飛機運行至關重要，為了安全運行，需要提供更詳細、高精度的資訊。另一方面，當前航空業務情勢嚴峻，需要比以往更有效率的實施。目前世界上已有不少國家機場航空氣象觀測和報告已開始進行以完全自動化進行。有鑒於此，日本氣象廳於 2017 年 3 月 8 日開始引入完全自動化的研究和技術開發，將過去機場天氣需同時搭配人工觀測(能見度、雲及天氣現象)及機器自動觀測(風向風速、溫度/露點、跑道視程及雲底高度)之觀測方式，調整為全自動化觀測(如圖 8)。

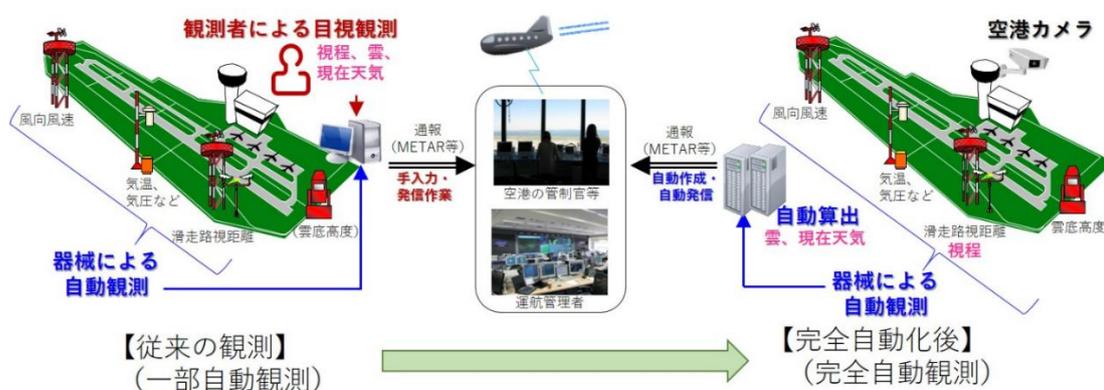


圖 8、日本機場天氣觀測方式調整

現行(截至 2024 年 7 月)日本計 32 個機場有部分時段或全時段採用自動觀測，詳細資料如下：

部分時段採自動觀測機場：成田國際機場、中部國際機場、關西國際機場、福岡機場、那霸機場、大阪國際機場、函館機場、旭川機場、釧路機場、福島機場、新潟機場、出雲機場、廣島機場、高知機場、山口宇部機場、北九州機場、宮崎機場、奄美機場、宮古島機場、新石垣機場及下地島機場，其中成田、中部、關西、福岡及那霸機場固定於每日 23 時至隔日 5 時 59 分實施全自動觀測，實施期間為每 30 分鐘編報一次機場天氣報告(METAR)，另視天氣變化情況不定期編報特別天氣報告(SPECI)(如圖 9)，而其餘機場實施自動觀測時段(如圖 10)則以每小時編報一次 METAR，且實施期間原則不編報 SPECI，但依據當地需求設定編報 SPECI 時間。

空港	現地気象官署	実施時間帯	自動観測通報の種類
成田国際空港	成田航空地方気象台	23時～翌日05時59分※ ¹	定時観測通報（30分間隔） 特別観測通報 照会特別観測通報 事故特別観測通報
中部国際空港	中部航空地方気象台		
関西国際空港	関西航空地方気象台		
福岡空港	福岡航空地方気象台		
那覇空港	那覇航空測候所		

圖 9、成田、中部、關西、福岡及那覇機場採部分時段全自動觀測資訊

空港	担当する気象官署	実施時間帯※ ²	自動観測通報の種類
函館空港	新千歳航空測候所	5/1～10/24：20時30分～翌日07時29分	定時観測通報（1時間間隔） 特別観測通報 照会特別観測通報 事故特別観測通報
釧路空港		10/25～4/30：20時30分～翌日07時14分	
旭川空港		21時～翌日07時59分	
福島空港	東京航空地方気象台	4/1～10/31：21時～翌日07時59分	
新潟空港		11/1～3/31：21時～翌日07時44分	
大阪国際空港	関西航空地方気象台	4/1～10/31：21時30分～翌日07時29分	
出雲空港		11/1～3/31：21時30分～翌日07時14分	
広島空港		4/1～10/31：22時30分～翌日07時29分	
高知空港		11/1～3/31：22時30分～翌日07時14分	
山口宇部空港		21時～翌日06時59分	
北九州空港	福岡航空地方気象台	4/1～10/31：21時30分～翌日07時29分	
宮崎空港		11/1～3/31：21時30分～翌日07時14分	
奄美空港		00時～05時59分	
宮古空港		21時30分～翌日07時29分	
新石垣空港	那覇航空測候所	19時30分～翌日07時59分	
下地島空港		21時～翌日07時59分	
		19時30分～翌日09時59分	

圖 10、其餘機場實施部分時段採全自動觀測資訊

全時段採自動觀測機場：壹岐機場、屋久島機場、喜界機場、徳之島機場、沖良部機場、與論機場、南大東機場、北大東機場、久米島機場、多良間機場及與那國機場。全時段實施自動觀測期間(如圖 11)，為每一小時編報一次 METAR，且實施期間原則不編報 SPECI，但亦依據當地需求設定編報 SPECI 時間。

空港	担当する気象官署	実施時間帯	自動観測通報の種類
老岐空港	福岡航空地方気象台	終日 ^{※3}	定時観測通報 (1時間間隔) 特別観測通報 照会特別観測通報 事故特別観測通報
屋久島空港			
喜界空港			
徳之島空港			
沖永良部空港			
与論空港			
南大東空港	那覇航空測候所		
北大東空港			
久米島空港			
多良間空港			
与那国空港			

圖 11、機場採全日全自動觀測資訊

至目前為止，冰雹、霰、局部霧及機場外之雷雨等等天氣現象仍受技術限制，而無法透過自動觀測判斷，因此需要透過網路攝影機確認機場實際天氣情況使報告內容更為準確。另外當全時段採自動觀測之機場發生系統發生故障時，網路攝影機可用於確認能見度(例如：大於或小於5公里)和雲高(大於或小於1000英尺)。

而預報作業部分，目前位於羽田機場之東京航空氣象服務中心(Tokyo Aviation Weather Service Center)負責發布靜岡、新潟及富山機場之預報，包含終端機場天氣預報(TAF)及趨勢預報(TREND)，其透過視訊設備了解當地機場天氣情況。

為了解本項作業之詳細資訊，已請 JWA 協助了解自動觀測品質控管、系統失效之應變方式、改良自動觀測與人工觀測差異之新技術(如人工智慧方式)計畫。

(三) 議題 3 - 世界區域預報中心資料轉移調整情況說明

目前雙方簽署之合作協議中包含由 JWA 提供由華盛頓與倫敦世界區域預報中心製作之全球分區顯著天氣圖及高空風溫圖資料，而 JWA 則透過美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)網站下載圖檔，再將資料分別放置於日方 FTP 暫供我方抓取及推送予我方主機使用(如圖 12)，兩方式互為備援。

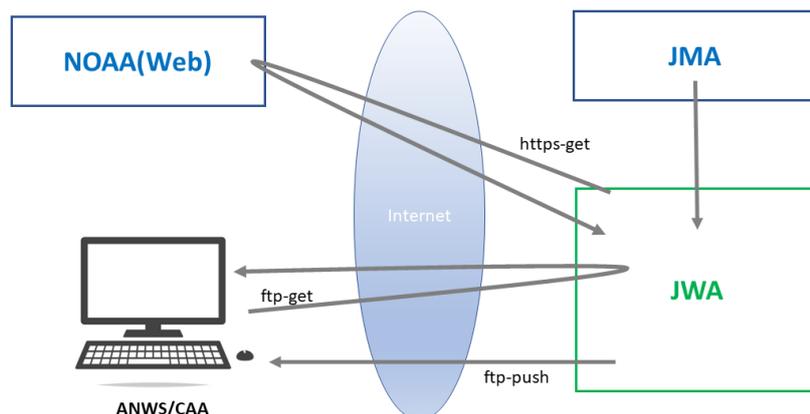


圖 12、現行日方提供世界區域預報中心圖檔資料方式

惟本總臺為進一步提升資料穩定性(NOAA 網站偶有資料未更新情況)及品質，爰與 JWA 討論由日方發展繪圖系統，並以世界區域預報中心自 2010 年起透過 WIFS((The World Area Forecast System (WAFS) Internet File Service)網站提供之氣象資料二進制通用表示格式(BUFR)及通用定期發布的二進制形式資訊(GRIB)資料，繪製並提供顯著天氣圖及高空風溫圖予我方之可行性。經約 2 年之雙方協調，雙方於 2024 年取得合作共識並納入協議書工作項目。

未來由日方向 WIFS 及 SADIS(Secure Aviation Data Information Service)(此為倫敦世界區域預報中心提供資料之管道，可視為 WIFS 之備援)取得數位資料(包含 BUFR 及 GRIB)後，經繪圖系統提供成品予本總臺使用(如圖 13)。

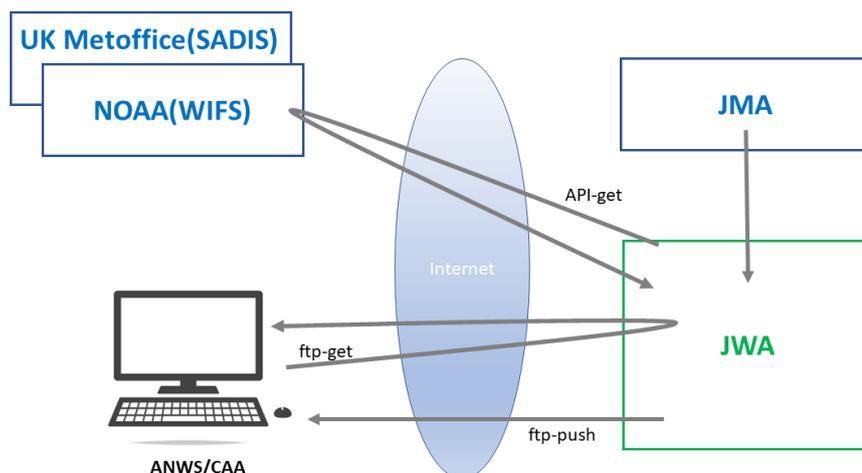


圖 13、未來日方提供世界區域預報中心圖檔資料方式

而此調整除了可優化本總臺航空氣象服務品質外，亦可因應 ICAO 預計於 2028 年停止產製全球分區顯著天氣圖(尚未知高空風溫圖是否同時停止)並期望用戶自行產製圖檔之策略，同時 ICAO 為推行全系統信息管理 (System Wide Information Management, SWIM)，規劃於 2026 年以符合該架構之 ICAO 氣象資訊交換模式(IWXXM)取代目前的 BUFR 資料，該資料已於 2025 年 1 月提供，日方將俟繪圖系統完成後，再進行資料格式調整，故可進一步確保資料服務穩定性，同時減少本總臺系統調整及日後維護所需成本。

本次會議日方已展示工作成果(如圖 14)，目前本總臺已提供圖面相關建議供日方調整參考。另日方表示需進一步優化功能，爰規劃自 2025 年 3 月啟用服務。

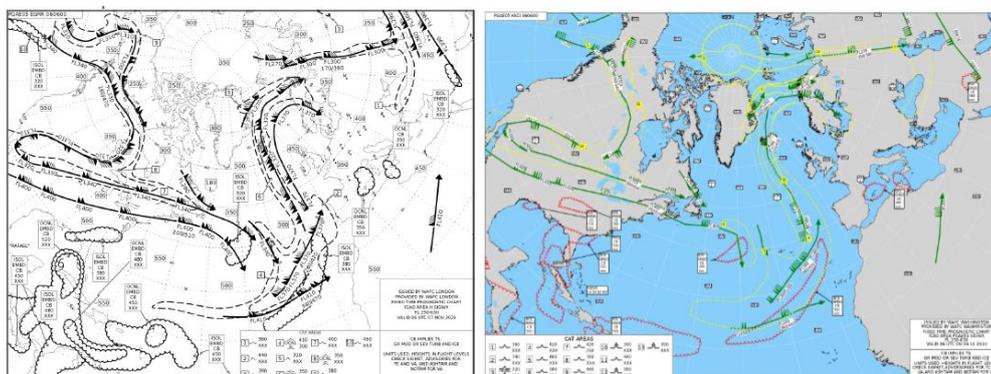


圖 14、現行世界區域預報中心(左)及未來產製圖檔(右)

(四) 議題 4 - 日本運用人工智慧技術於氣象預報作業情況

由於近年人工智慧技術發展迅速，國內外政府及學術單位普遍嘗試引入人工智慧技術改善既有工作程序，並提供新式的作業指引。查我國中央氣象署及大學氣象相關學系亦已規劃將人工智慧技術納入氣象領域，因此本次會議商請 JWA 說明日本將此新式技術納入氣象預報作業情況。

日方以下列兩項新式技術運用於預報作業進行簡報：

1. 以人工智慧預報亂流

由於世界各國對於亂流之預測技術已經發展了很長的時間，但受限於學理及科技技術，使得現有預報方式仍受限制，因此日本全日空航空公司期望以傳統預測方式不同的角度，提高亂流預報準確性，故於 2019 年與慶應義塾大學合作發展人工智慧預報亂流之方式。

本方式以較難預報之晴空亂流為標的，期望以 AI 深度學習(卷積神經網路)分析日本向日葵衛星影像，了解風場變化情況，另外為考量季節及氣候變化情況，採用 10 年之數據資料並依季節製作不同模型，並於 2020 年開始輸出成果且經由訪問飛行員確認輸出結果之可用性。

目前全日空航空公司約有一半以上的飛行員使用本項產品結果(，經使用回饋反映新式技術之準確率超過 90%，較傳統預報方式之準確率約 65%，已有明顯提升。

2. JWA 氣象數值模式混合泛化(Blending)作業

由於預報易受預報位置、日/季變化影響，因此 JWA 使用氣象數值模式混合泛化(Blending)已發展出更高精度、高頻率及高解析度之天氣預報產品，其利用 JWA 本身及日本國內外多個氣象數值模式，先進行各模式之校正處理，再將各模式進行混合處理，計算出高精度之預報結果(如圖 15)。

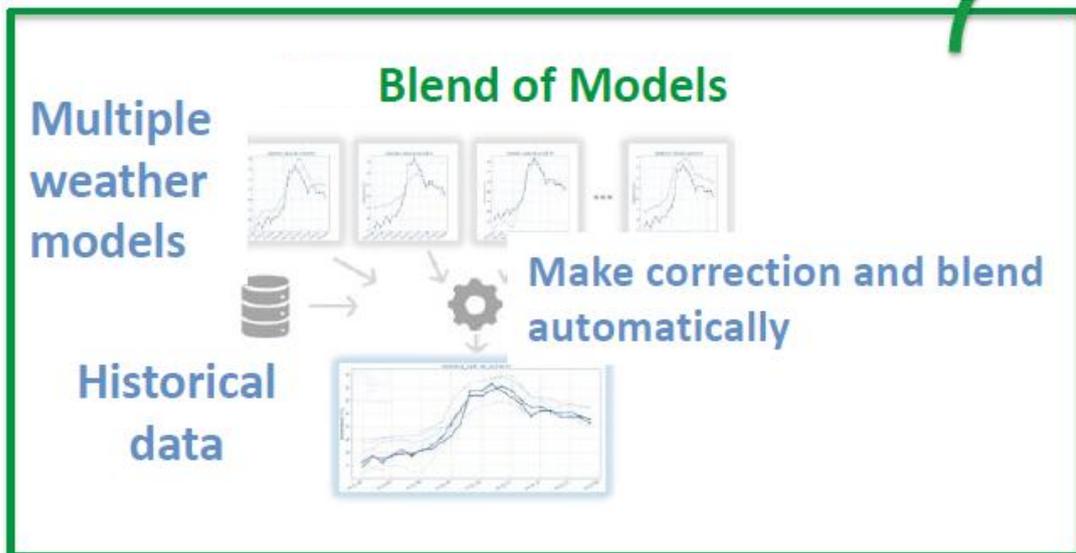


圖 15、模式透過人工智慧預報原理概念圖

而此作業預報範圍為日本本土至海岸線外 50 公里之區域，每日產生 4 次預報，分別對於降水量、溫度、最高和最低溫度、太陽輻射、濕度、風、瞬時風速、降雪量、天氣及降水機率等因子進行預報，其特性在於持續的校正及混合程序，確認預報結果及實際天氣情況，調整後續預報輸出。

JWA 已將經由本項技術產生的機場風場預報(包含側風及天氣現象)以 csv 檔之格式(概念如圖 16)提供予航空公司使用。

Different airports can be chosen

Initial (UTC): 202411060900

Major: [RJCC](#) [RJAA](#) [RJTT](#) [1634](#) [RJGG](#) [RJDD](#) [RJBB](#) [RJFF](#) [ROAH](#)

Hokkaido: [RJCC](#) [RJCW](#) [RJER](#) [RJEB](#) [RJDM](#) [RJEC](#) [RJCN](#) [RJCK](#) [RJCB](#) [RJCI](#) [RJCH](#)

Tohoku: [RJSA](#) [RJSB](#) [RJSK](#) [RJSY](#) [RJSS](#) [0927](#) [RJSS](#) [1230](#) [RJSE](#)

Kanto: [RJAA](#) [RJTT](#) [1634](#) [RJTT](#) [0422](#) [RJTT](#) [0523](#) [RJTH](#)

Hokuriku: [RJSN](#) [1028](#) [RJSN](#) [0422](#) [RJNW](#) [RJNT](#) [RJNK](#)

Chubu: [RJGG](#) [RJNS](#)

Kansai: [RJOO](#) [RJBB](#) [RJBE](#)

Chugoku: [RJOH](#) [RJOR](#) [RJOW](#) [RJDC](#) [RJOB](#) [RJOA](#) [RJOI](#)

Shikoku: [RJOT](#) [RJOS](#) [RJDM](#) [RJOK](#)

Kyusyu: [RJFF](#) [RJER](#) [RJEQ](#) [RJES](#) [RJEU](#) [RJET](#) [RJEM](#) [RJFK](#) [RJDT](#) [RJDB](#) [RJEE](#) [RJKA](#)

Okinawa: [ROAH](#) [RQMY](#) [ROIG](#)

CSV file

```
DD,HH(UTC),DIR,MEAN,G,GS,CROSS,WX
06,10,210,3,,6,2,-RA
06,11,10,3,,8,0,-RA
06,12,330,5,,8,4,
06,13,360,3,,8,1,-RA
06,14,330,8,,14,7,
06,15,330,8,,14,7,
06,16,330,7,,12,6,
06,17,330,7,,12,6,
06,18,320,7,,13,8,
06,19,320,7,,12,7,
06,20,330,7,,11,6,-SN
06,21,320,9,,18,10,
06,22,320,9,G,21,11,-SNRA
06,23,330,12,G,29,13,-RA
07,00,330,11,G,28,13,-RA
07,01,330,13,G,31,14,-RA
07,02,330,14,G,31,14,-RA
07,03,330,15,G,30,14,-RA
07,04,330,15,G,30,14,
07,05,330,12,G,28,13,-RA
07,06,330,14,G,25,13,-RA
07,07,330,13,G,26,13,-RA
```

圖 16、輸出予航空公司使用之概念產品

肆、參訪行程

(一) 參訪東京航空地方氣象臺

日本氣象廳（JMA）基於國際民航組織（ICAO）和世界氣象組織（WMO）制定的國際標準，致力於氣象服務活動，以支援國際航空業務，同時為日本國內航空作業提供詳細資訊，其所屬之東京航空氣象臺主要工作包括：

1. 提供機場氣象觀測和預報，確保航空業務的安全、規律和效率。
2. 發布機場天氣警報和可能影響航空作業及機場設施的氣象現象資訊。
3. 對最新的機場天氣狀況和預報提供解說服務。

東京航空地方氣象臺負責東京國際機場、青森、花卷、秋田、仙台、福島、百里、新潟、富山、小松和靜岡等 11 個機場，每 6 小時發布一次預報長度 30 小時之機場天氣預報(TAF)；此外，在前述 11 個機場出現暴風雨、大雪或其他可能對停機飛機、機場設施和航空作業產生嚴重影響的極端天氣條件時發布機場天氣警報(Aerodrome Weather Warnings)，不同機場所需之天氣警報項目及發佈條件部分或有不同(如圖 17)。

Warning Types		Tokyo INTL	Aomori	Hanamaki	Akita	Sendai	Fukushima
Gale		Mean wind speed in a 10 minute period is 34kt or more, and less than 48kt.					
Storm		Mean wind speed in a 10 minute period is 48kt or more (except for the case of 64kt or more due to a tropical cyclone).					
Typhoon		Mean wind speed in a 10 minute period is 64kt or more due to a tropical cyclone.					
Heavy rain	1hour	40mm	50mm	40mm	50mm	50mm	50mm
	3hours	70mm				90mm	
	24hours						
Heavy snow	6hours	5cm	25cm	15cm	20cm	10cm	15cm
High tide		3m					

Warning Types		Hyakuri	Niigata	Toyama	Komatsu	Shizuoka
Gale		Mean wind speed in a 10 minute period is 34kt or more, and less than 48kt.				
Storm		Mean wind speed in a 10 minute period is 48kt or more (except for the case of 64kt or more due to a tropical cyclone).				
Typhoon		Mean wind speed in a 10 minute period is 64kt or more due to a tropical cyclone.				
Heavy rain	1hour	50mm	60mm	50mm	40mm	60mm
	3hours	90mm	100mm			
	24hours		200mm	140mm	140mm	150mm
Heavy snow	6hours	5cm	15cm	15cm	15cm	5cm
High tide			2m			

圖 17、各機場天氣警報發布條件

每日 UTC 時間 07 時和 22 時發布機場天氣解說資料，針對東京國際機場、青森、三澤、花卷、秋田、仙台、庄内、山形、福島、百里、大島、松本、新潟、富山、能登、小松和靜岡等機場，提供天氣圖及各氣象要素逐 3 小時的定量預報，對機場天氣和重要氣象條件變化的提供簡潔的指引(如圖 18)。

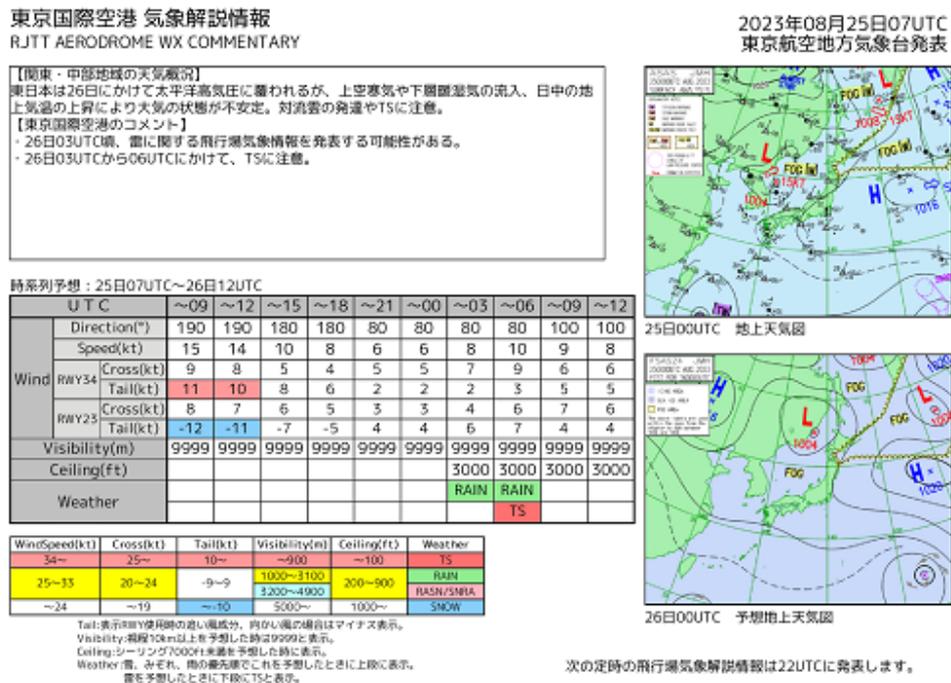


圖 18、機場天氣解說資料

提供機場逐時天氣預報(如圖 19)，包含風、能見度、雲幕高、天氣現象、溫度、氣壓和雷暴 (TS) 發生機率等預報資料，作為飛航作業所需之確保起降的安全決策。東京國際機場每 30 分鐘更新一次的 2 小時趨勢預報，提供予計劃在約一小時內降落的航機，東京國際機場、成田國際機場和中部國際機場每 3 小時更新一次機場起飛預報 (TAKE-OFF FCST)。

RJTT AERODROME SEQUENTIAL FORECAST Part1

ISSUED TIME 2317UTC 19 OCT 2013
TOKYO AVIATION WEATHER SERVICE CENTER

UTC	~01	~02	~03	~04	~05	~06	~07	~08	~09	~10	~11	~12
Wind												
Cross	6	7	7	8	7	7	2	2	2	2	4	6
DIR/Speed(kt)	350/20	350/22	350/23	350/24	350/23	350/22	340/14	340/14	340/13	340/13	350/12	010/10
Gust(kt)												
Tempo												
Cross			8	8	8	8						
DIR/Speed(kt)			350/25	350/25	350/25	350/25						
Gust(kt)			35	35	35	35						
Visibility(m)	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Tempo	3000	3000	2000	2000	2000	2000	4000	4000				
Ceiling(ft)	1500	1500	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Tempo	500	500	500	500	500	500						
Weather												
Tempo	-SHRA											
BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR		
Temperature(°C)	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Pressure(hPa)	1020	1018	1016	1014	1013	1013	1013	1013	1013	1012	1012	1012
TS probability		C			C			D			D	



圖 19：機場逐時天氣預報

東京羽田機場所使用氣象儀器包含風向風速計(Anemometer)、溫濕度計(hydro-thermometers)、雨量計(rain gauges)、雲高儀(Ceilometer)、跑道視程儀(RVR)、地震儀(Multi-functional Seismometer)、氣壓計(Barometer)、閃電偵測計(Lightning detection System)、氣象都卜勒雷達(Doppler radar for airport weather)及光達(Doppler lidar for Airport Weather)等，相關設置地點如圖 20。

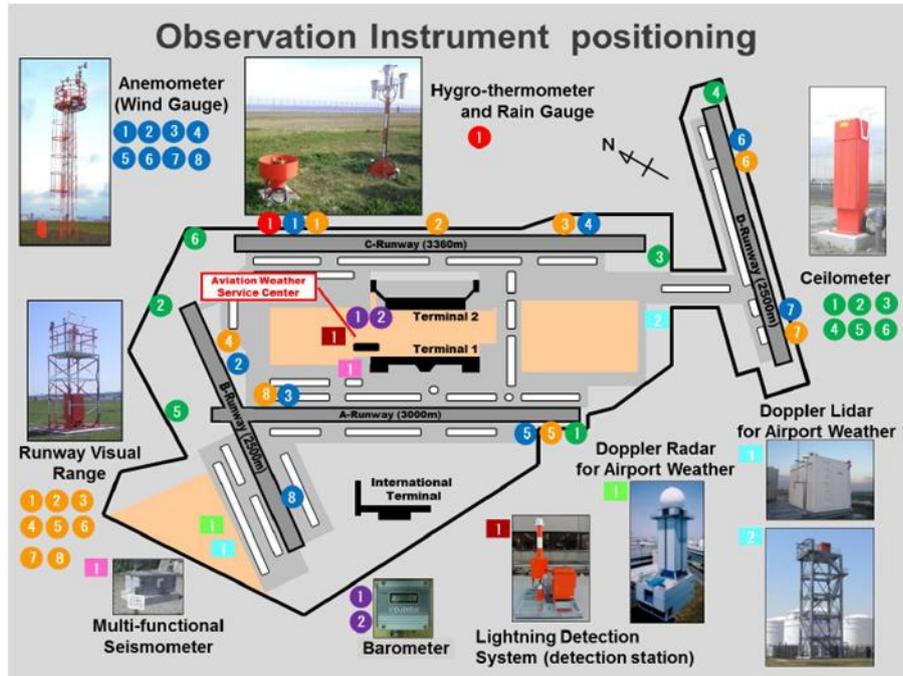


圖 20：東京羽田機場氣象儀器設置地點

(二) 參訪羽田機場光達及雷達設備

羽田機場有四條跑道，光達易受建築物遮蔽而影響觀測效能，因此設置有 2 座 LIDAR 以涵蓋所有跑道。本次參訪為設置於羽田機場連接 D 跑道之滑行道附近 2 號光達，該位置亦鄰近油庫、高度約 27 公尺鐵塔上(如圖 21 左)，避免建築物遮蔽影響光達偵測範圍，並以約寬 2 公尺、長 3 公尺、高 2 公尺之貨櫃裝設光達及相關設備(如圖 21 右)，光達之發射接收裝置露出於貨櫃頂部，貨櫃之頂部並設有避雷針，其他裝置如光達本體、操控電腦、資料處理伺服器主機、水冷設備、電源設備等置設於塔頂之小貨櫃(如圖 22)中，經詢問東京航空地方氣象臺人員表示，光達時間解析度為 2 分鐘，雷達時間解析度則為 1 分鐘，羽田機場所使用低空風切偵測系統設備使用年限，光達壽年約 8 年、雷達壽年約 15 年、相關電腦設備壽年約 8 年。



圖 21：東京羽田機場氣象儀器設置地點



圖 22、光達設備於貨櫃內部情況

參訪羽田機場 2 號光達後，隨即赴該機場 DRAW 雷達機房進行參訪，該雷達鄰近 B 跑道，為固態發射機之 C 波段雷達。由於雷達觀測距離較遠，且位於機場範圍邊緣，因此羽田機場僅設置一部雷達，該雷達同時負責劇烈天氣及低空風切觀測工作。另為能讓雷達持續穩定運作，該雷達採雙主機設計(如圖

23)，由雷達操作人員定期進行主機切換，若主機發生異常時，則可進行臨時性切換。



圖 23、由東京航空地方氣象臺人員解說雷達主機架構及運作方式

另外，東京航空地方氣象臺人員說明位於羽田機場雷達(DRAW)及光達(LIDAR)所觀測到的資料(資料傳輸系統架構如圖 24)，分別經過資料處理後產出風切資訊資料，並將該資料傳送予系統伺服器進行演算，如達到風切警報(Wind shear alert)、微爆流(Microburst alert)標準，將即時傳送風切警報、微爆流資訊予航管單位、氣象單位(資訊實際畫面如圖 25 及 26)及航空公司系統。

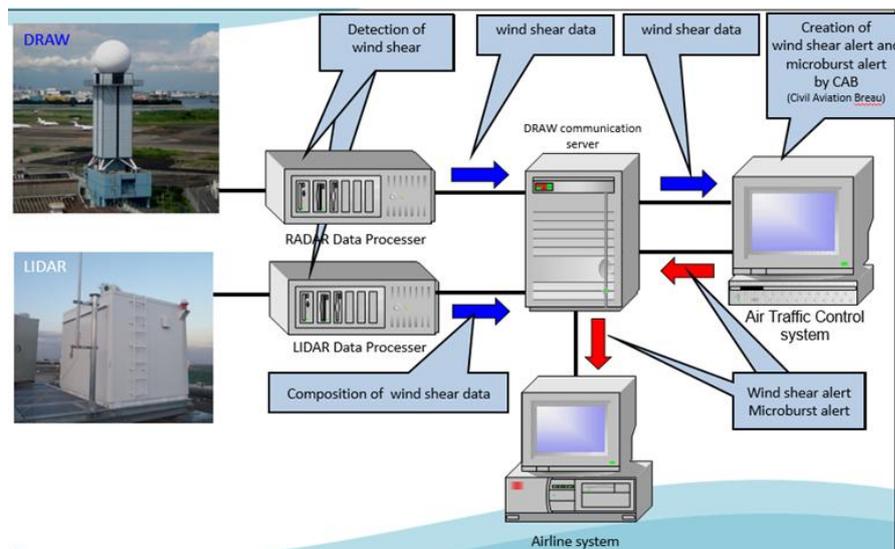


圖 24、羽田機場雷達(DRAW)及光達(LIDAR)資料處理傳輸架構

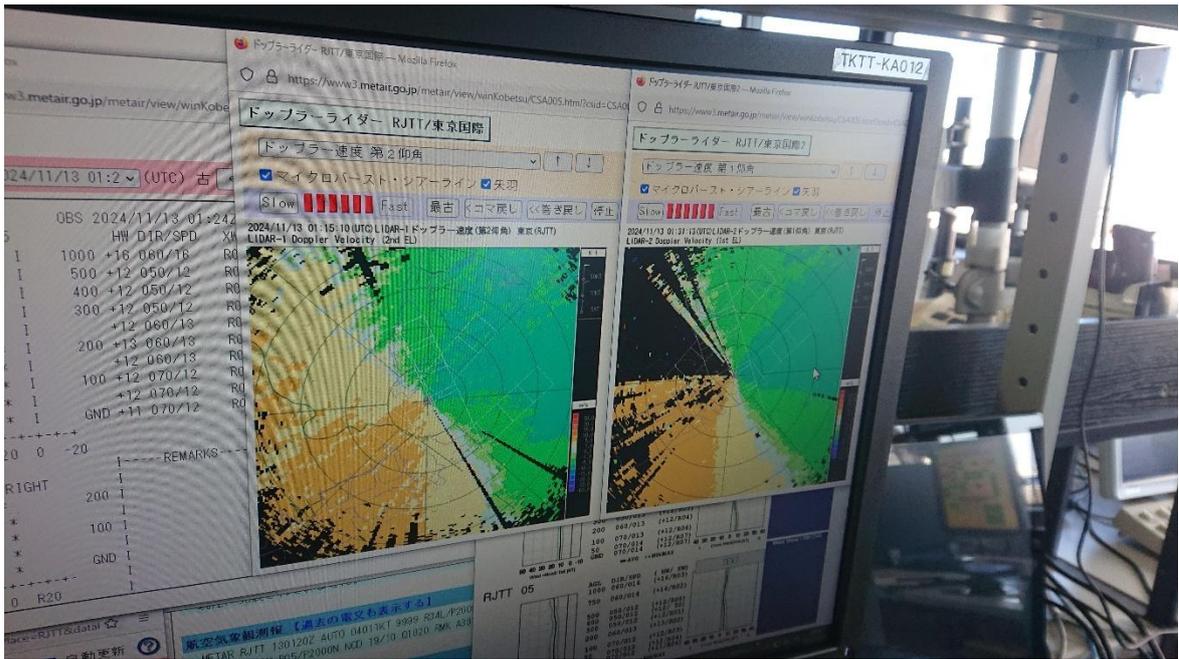


圖 25、系統整合羽田機場 1 號及 2 號光達資訊

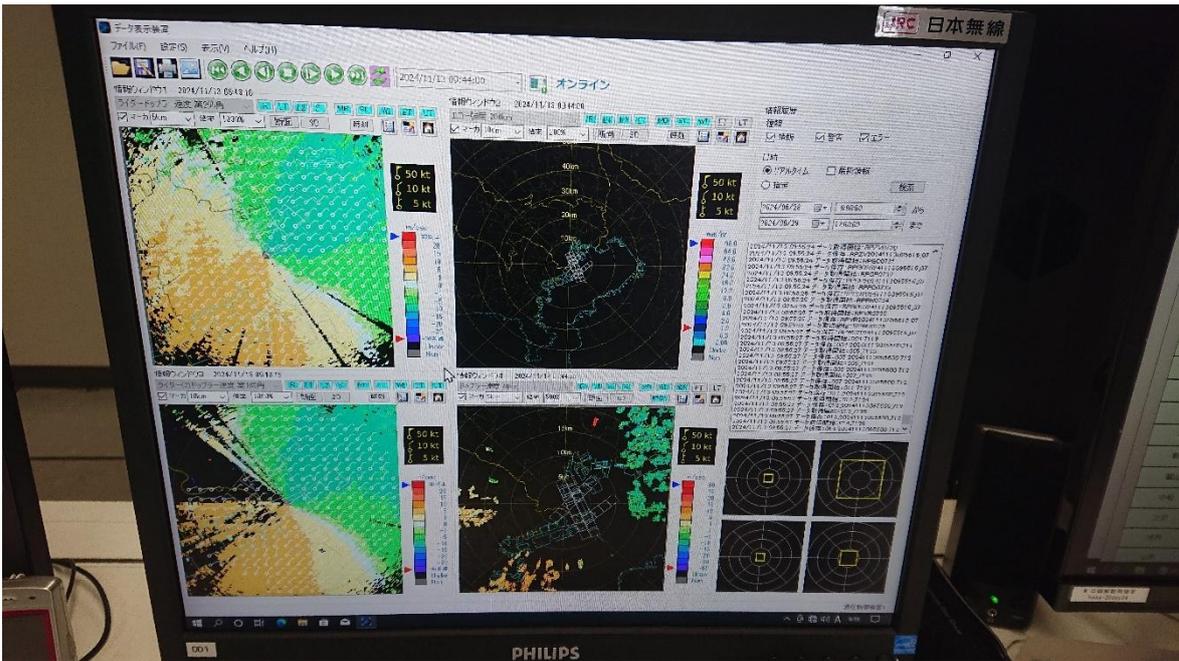


圖 26、羽田機場雷達資訊

伍、心得與建議

自民國 80 年 5 月本總臺與 JWA 簽署氣象資料提供服務合約，長期以來建立了良好的互信基礎與珍貴友誼，經由非官方的 JWA 管道，本總臺得以網際網路 FTP 取得天氣圖表資料、氣象衛星及美國、英國世界區域預報中心發布之顯著天氣圖等資料，並經由臺北和東京每年兩次的技術協商會議中，解決傳送資料品質或過程等問題。此外，我方透過此技術協商會議交流平臺，得到 JWA 主動提供國際及日本氣象廳(JMA)之最新航空氣象作業資訊，與航空氣象發展中的新技術以及未來規劃資訊。在我國尚未成為世界氣象組織（WMO）及國際民航組織（ICAO）會員的情況下，透過 JWA 取得世界最新的航空氣象技術及資訊，實為重要之對外資訊管道。

雖於 110 年及 111 年間受新冠肺炎疫情影響，使原訂赴日本氣象協會會議及其他當地飛航作業單位參訪計畫，改以視訊會議方式辦理，雖因而缺少實體會議討論效率，但因雙方長期以來之合作默契，以及總臺及日本氣象協會之合作業務人員平時亦透過電郵或視訊方式進行業務溝通協調，持續精進臺日雙方於航空氣象作業與服務之合作，確保業務持續順利推展。謹就參與本次會議建議事項如下：

一、持續關注鄰近國家低空風切警報系統作業及發展

本總臺為精進航空氣象低空風切警報服務，因應未來桃園國際機場第三條跑道興建，整個機場範圍擴大，以及松山機場系統即將進行汰換，並解決 LLWAS 之系統運作及架構限制，所導致之維運及搶修不易問題，同時評估南竿機場建置低空風切警報系統之可行性，已於 112 年 9 月至 113 年 10 月間委託民間專業氣象團隊協助蒐集國際間主要機場之低空風切遙感探測技術應用情況，提供本總臺新一代低空風切警報系統建置規劃相關資訊。

至目前為止，本總臺已蒐集到充分資訊，並由專業氣象團隊提供桃園、松山及南竿機場(標的機場)之雷達/光達配置、系統架構、建置期程及經費、技術轉移訓練與設備維護等方案。經本次赴羽田機場參訪實際雷達及光達設備與系統後，發現雷達及光達設備之掃描策略需依據當地環境及作業特性進行設計與調整，

如日本 AIWIN 系統於 1000 呎以下僅使用地面觀測資料及 2 度或 3 度(擇一)之雷達與光達掃描資料，而 1500 呎以上則使用 45 度之掃描資料，1000 呎至 1500 呎間則以上下兩區段之資料進行加權移動平均，使系統達到快速掃描取得資料之目的，此作法值得參考。復考量雷達及光達之相關技術仍持續發展中，建議持續蒐集鄰近國家相關作業及發展，為確保未來本區使用之新一代低空風切警報系統更符合作業需求及使用效益。

二、強化與國內外氣象單位發展人工智慧技術，以優化航空氣象作業程序

近年人工智慧技術蓬勃發展，國內外氣象單位亦已逐漸嘗試將該技術運用於學術研究及實務作業。考量航空氣象具高即時性之特性，作業同仁需儘快掌握並研判各類氣象資訊，而人工智慧可透過訓練使其提供決策輔助資訊，預期可減少作業同仁負擔，提升預報效率。考量人工智慧技術具技術門檻及運算資源，建議可與國內外氣象合作單位強化相關合作領域，以優化現行作業。

三、持續了解航空氣象資訊作業需求及使用意見

本次經 JWA 介紹以 AI 技術預報亂流相關資訊後，發現發展新資訊產品與技術固然重要外，持續掌握使用者的意見回饋亦不可或缺。本總臺已於 113 年完成航空氣象現代化作業系統汰換及更新計畫，該計畫除引進美國最新積冰、亂流、雷雨、雲頂高與對流系統、能見度與雲幕等預報演算法外，亦對於預報作業、颱風作業及航空氣象服務網進行大幅度改善。本計畫發展之成果預計於 114 年辦理上線作業，建議透過持續收集使用者意見，了解內外部使用者於實際作業運用之需求，以期能夠為航空氣象資訊的提供帶來更多的創新和改進。

四、持續掌握世界區域預報中心(WAFC)未來資料供應改變情形及進度

目前 JWA 以完成顯著天氣繪製系統之初步設計，將可使用 WAFC 提供之 BUFR 及 GRIB 等數位資料繪製顯著天氣及高空風溫預報圖。惟未來 ICAO 將持續調整相關資料內容、解析度與格式，建議持續掌握資料調整及供應實施時間，及早因應資料轉變對於氣象系統及使用者的影響，並與 JWA 合作升級發展繪製系統，以符合前述相關變革。

五、持續派員參與國際性交流活動

考量我國非 ICAO 會員國，且受限於國際情勢，國際間航空氣象資訊發展及作業最新規定取得不易，建議持續選派優秀興趣同仁前往美國、日本或其他國際氣象單位進行交流和訓練，除可提升自身專業知能及拓展國際視野外，並能了解國際間發展情況與持續規劃相關合作，將有助於精進本區航空氣象作業及服務品質。

陸、 附錄

會議備忘錄

2024.11.12

In Tokyo

Minutes of CAA-JWA Annual Meeting

1) Framework of Airport Low Level Wind Information in Japan

- The data in ALWIN is made from LIDAR, DRAW, and surface wind observation. LIDAR can detect rapidly changing winds under non-precipitation conditions. On the other hand, DRAW can do it under precipitation conditions. Therefore, using both data, ALWIN can provide low-level wind shear and microburst alerts for all weather conditions.
- ALWIN provides text data and graphical data. Due to data size, the former is mainly used in airplanes, and the latter is used mainly for ground operations staff. Ground operations staff can view both data.

Conclusion:

- The JWA will ask the JMA the questions below and will inform the CAA of the answers when they are received.
 1. There are some airports where only DRAW is installed and LIDARs not installed at some airports (New Chitose Airport, Osaka International Airport, etc.), but are there studies on the relationship between precipitation and windshear at those airports?
 2. Why are there some specific altitudes where LIDAR observations result in NO DATA?
 3. What is the frequency of ALWIN data updates?
 4. Why does Flight Path Wind Information use observation data at elevation angle of 45 degrees above 1500 ft and those at elevation angle of 2 or 3 degrees below 1000 ft?

2) How to Use a Web Camera to Assist in Providing Airport Weather Information

- Web camera images are provided to better understand the actual situation at the airport.
- When the failure occurs in automatic observation system, web camera images are used to estimate visibility and cloud height, and the estimation will be sent to airlines and Civil Aviation Bureau.
- Although web cameras can help to understand the weather situation, they still cannot replace existing observation equipment.

Conclusion:

- The JWA will ask the JMA the questions below and will inform the CAA of the answers when they are received.
 1. How is the quality of automatic observation data checked?
 2. When the automatic observation system fails, how does the JMA deal with it?
 3. Does the JMA have any research or plans for automatic observations using Web cameras (e.g., image recognition by AI)?

3) **Switch the data source for the WAFS charts**

- Currently, the JWA obtains PNG products from NOAA (public website) but has started getting BUFR and GRIB2 data from NOAA's WAFS Internet File Service (WIFS). And we are also negotiating to obtain them from the UK Met Office (SADIS) in case of failures in WIFS.
- There are some problems with the images produced in the test, and the JWA is still making adjustments to them.
- Due to the above difficulties, the JWA would like to change the start date for distribution of charts produced by the JWA based on WIFS data to March 2025.

Conclusion:

- The CAA agrees in principle the schedule change.
- The JWA will continue to make adjustments and improve the quality of images.

4) **AI forecasting in aeronautical meteorological operations**

- ANA and Keio University have developed AI turbulence forecast. Weather data and infrared images from Himawari satellite are used in AI deep learning to forecast turbulence. Training data consists of weather data and information from airlines for the past ten years. According to the results of a questionnaire from ANA pilots, it is closer to the real situation than previous turbulence forecasts.
- The JWA Blend of Models corrects and integrates various weather models to calculate highly accurate forecasts. Deep learning techniques are also used for model integration. For easy access to data, the JWA provides forecast data in CSV file to airlines.

on 12th November 2024

ANWS: 菜清亮

JWA: 岡村和賛