

經費來源： ☒ 01 當年度公務預算 ☐ 02 委託補助計畫  
機 密(E)： ☐ 是 ☒ 否  
出國類別： ☒ A 考察/訪問 ☐ B 學術會議/研討會  
☐ C 進修/研究 ☐ D 工作會議

## 2024 年日本名古屋大學宇宙地球環境研究所學術交流 出國報告書

服務單位： 國家災害防救科技中心  
出國人姓名職稱： 蔡直謙 副研究員  
林欣弘 副研究員  
陳御群 副研究員  
黃紹欽 副研究員  
陳淡容 助理研究員

出國地點： 日本名古屋  
出國日期： 民國 113 年 10 月 20 日至 10 月 26 日  
報告日期： 民國 113 年 11 月 8 日

## 摘 要

國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心或NCDR)氣象組再次成功申請日本名古屋大學宇宙地球環境研究所(Institute for Space-Earth Environmental Research; ISEE)的國際學者聯合研究計畫。本次行程由蔡直謙副研究員帶領，偕同林欣弘副研究員、陳御群副研究員、黃紹欽副研究員及陳淡容助理研究員，一行五人於10月20至26日前往名古屋大學進行學術交流。此次交流的主題為(1)雙偏極化相位陣列雷達硬體簡介、資料處理、產品展示及劇烈天氣診斷分析，(2)衛星資料處理、產品研發與展示，(3)視覺化展示技術和防災產品應用介紹，(4)參訪京都大學生存圈研究所信樂MU觀測所與大阪大學雙偏極化相位陣列雷達，以及(5)合作備忘錄討論。藉由本次參訪交流活動，已達到宣傳災防科技中心研發成果與吸取國外研究經驗之成效，有助於回饋至後續防災應變產品之研發。雙方亦初步討論未來簽訂合作備忘錄(MoU)之可行性，ISEE表達高度的合作意願，並希望合作面向可更廣泛。相關意見已由交流參訪團成員彙整完成，後續將持續推動國際合作技術交流。

## 目 錄

一、 出國目的.....	2
二、 行程紀要.....	3
三、 心得及建議.....	16
四、 出國效益.....	17

## 一、出國目的

日本名古屋大學(Nagoya University)的宇宙地球環境研究所，為地球物理學為主要的研究中心，是日本唯一結合太空與地球科學的聯合研究中心。該單位包含 7 個基礎研究部門及 3 個附屬研究中心，以促進日本國內與國際於太空與地球環境領域的研究合作為目的。其中，基礎研究部門包含綜合研究(Integrated Studies)、宇宙射線(Cosmic-Ray Research)、太陽層(Heliospheric Research)、電離層與磁層(Ionospheric and Magnetospheric Research)、氣象與大氣(Meteorological and Atmospheric Research)、陸地海洋生態系(Land-Ocean Ecosystem Research)及年代研究(Chronological Research)。附屬研究中心則包括國際合作研究中心(Center for international Collaborative research)、綜合資料科學中心(Center for Integrated Data Science)及飛翔體觀測推進中心(Center for Orbital and Suborbital Observation)。

112 年，本中心氣象組蔡直謙副研究員在飛翔體觀測推進中心高橋暢宏(Nobuhiro Takahashi)教授邀約下，成功申請 ISEE 國際聯合研究計畫，並偕同廖信豪副技術師與劉嘉騏助理研究員，前往名古屋大學進行技術交流。有鑒於前一年的成功交流經驗，高橋暢宏教授再次邀請本中心氣象組申請 ISEE 國際聯合研究計畫，以強化雙方的國際合作交流。高橋暢宏教授的專長為氣象雷達、氣象衛星及降水估計技術研究，故本年度的交流項目除原有的相位陣列雷達資料處理及展示外，更增加衛星資料應用、異質性防災資料視覺化展示，以及防災產品應用。本中心參與同仁包含蔡直謙副研究員、林欣弘副研究員、陳御群副研究員、黃紹欽副研究員與陳淡容助理研究員，共五位。期能藉由持續性的國際交流，讓本中心同仁吸取國外最新的研究能量，並進一步瞭解雙方未來可能的合作項目。

## 二、行程紀要

本中心氣象組同仁於 113 年 10 月 20 日啟程，前往日本名古屋大學進行為期 7 天的學術交流。交流主題為氣象雷達、衛星、視覺化展示技術和防災產品應用及合作備忘錄(Memorandum of Understanding; MoU)討論，行程紀要如表 1。日方參與的研究學者包含名古屋大學宇宙地球環境研究所飛翔體觀測推進中心高橋暢宏教授和篠田太郎(Taro Shinoda)准教授、綜合資料科學中心坪木和久(Kazuhisa Tsuboki)教授，大阪大學(Osaka University)工學院研究科牛尾知雄(Tomoo Ushio)教授，以及宇宙航空研究開發機構地球觀測研究中心(Japan Aerospace Exploration Agency Earth Observation Research Center; JAXA/EORC)吉田奈央(Nao Yoshida)博士。

表 1.行程紀要。

113/10/20 (日)	停留地點：臺灣-日本名古屋
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 搭機前往日本名古屋</li> </ul>	
113/10/21 (一)	停留地點：名古屋大學
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雙方自我介紹與贈禮</li> <li>● 本中心雷達資料處理與雨量預警產品研發介紹(NCDR)</li> <li>● 日本相位陣列雷達資料處理與多都卜勒雷達三維風場合成技術測試成果(NCDR)</li> <li>● 雙偏極化相位陣列雷達介紹與實際個案分析(高橋暢宏教授/ISEE)</li> <li>● MoU 合作討論(高橋暢宏教授與坪木和久教授/ISEE)</li> <li>● 專題演講：An update of radar-related research progress in NCDR(蔡直謙副研究員/NCDR)</li> </ul>	
113/10/22 (二)	停留地點：大阪大學
<ul style="list-style-type: none"> <li>● JAXA 衛星種類、GSMP 全球降雨演算法、雨量估計產品網頁介紹(吉田奈央博士/JAXA EORC)</li> <li>● 專題演講：Applications of Meteorological Satellite Data in Disaster Prevention by NCDR(陳御群副研究員/NCDR)</li> </ul>	
113/10/23 (三)	停留地點：名古屋大學
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雙偏極化相位陣列雷達與 360°照片整合分析討論(高橋暢宏教授與</li> </ul>	

Sopia Lestari 博士/ISEE)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本中心 WATCH 網頁之異質性防災產品介紹(NCDR)</li> <li>● 專題演講(林欣弘副研究員/NCDR)</li> </ul>	
113/10/24 (四)	停留地點：名古屋大學
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 前往滋賀縣京都大學生存圈研究所信樂 MU 觀測所與大阪市大阪大學吹田校區雙偏極化相位陣列雷達參訪</li> <li>● 雙偏極化相位陣列雷達討論(牛尾知雄教授/大阪大學)</li> </ul>	
113/10/25 (五)	停留地點：名古屋大學
<ul style="list-style-type: none"> <li>● MoU 意見交流(高橋暢宏教授/ISEE)</li> <li>● 學術交流行程總結與討論</li> </ul>	
113/10/26 (六)	停留地點：日本名古屋-臺灣
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 搭機返臺</li> </ul>	



圖 1.同仁於名古屋大學宇宙地球環境研究所合影。





圖 2.與高橋暢宏教授及 Sopia Lestari 博士合影。

本次交流包含5項主題，分別是(1)雙偏極化相位陣列雷達硬體簡介、資料處理、產品展示及劇烈天氣診斷分析，(2)衛星資料處理、產品研發與展示，(3)視覺化展示技術和防災產品應用介紹，(4)參訪京都大學生存圈研究所信樂MU觀測所與大阪大學雙偏極化相位陣列雷達，以及(5)合作備忘錄討論，各項工作內容詳述如下。

- **雙偏極化相位陣列雷達硬體簡介、資料處理、產品展示及劇烈天氣診斷分析**

本項工作於10月21日進行。上午，由蔡直謙副研究員進行專題演講，題目為：An Update of Radar-Related Research Progress in NCDR。主持人為高橋暢宏教授，參與人員包含ISEE的Sopia Lestari博士和研究生。報告內容包含團隊成員介紹、多都卜勒雷達三維風場合成技術(WISSDOM)、雙偏極化雷達定量降雨估計技術、降雨動能、劇烈天氣監測及推廣落雨小幫手APP。本次的演講內容豐富，引起日方高度興趣，也提出了許多問題。其中，與雷達觀測和定量降雨估計有關的問題包含臺灣空軍的雷達設置地點、花蓮雷達在山區是否有觀測、雷達

資料品質管理如何區分非氣象回波、山區降雨的提前預警命中率、不同天氣類型的雷達定量降雨估計是否有更多的季節或區域等。另外，與WISSDOM技術相關的則有(1) 10分鐘的更新頻率是否太久，(2)每一次更新的計算時間，以及(3)在觀測資料較少的海上是否還能運作等。針對這些問題，蔡直謙副研究員均給予詳細的回覆，頗獲好評，使得日方意猶未盡，會後仍有持續的熱烈討論。

下午，高橋暢宏教授向五位同仁介紹日本的雙偏極化相位陣列雷達(Multi-Parameter Phased-Array Weather Radar；MP-PAWR)。目前，日本共有6個相位陣列雷達，分別位於大阪(Osaka)、神戶(Kobe)、筑波(Tsukuba)、千葉(Chiba)、埼玉(Saitama)及沖繩(Okinawa)。該雷達是一種利用相位陣列天線發射和接收電磁波的X波段(波長為3公分)氣象雷達，可觀測範圍為60公里，水平解析度150公尺。雷達的發射和接收天線分別由950及5,900個元件組成，而且每個天線元件都能單獨改變雷達訊號的相位，藉由調整天線的相位差就能多個角度同時進行觀測，達到快速掃描觀測目的。由於雷達波束來自不同天線元件的合成，因此，若每個元件的表現不穩定就須先進行校正，以維持雷達觀測的品質。目前，名古屋大學已經使用免費軟體ParaView 5.11.1，完成雷達回波與雙偏極化參數( $Z_{DR}$ 、 $K_{DP}$ 與 $RHO_{HV}$ )的三維展示測試，也利用雙都卜勒合成和單都卜勒雷達風場反演技術(VAD、EVAD、TVAD及VVP等)取得三維風場結構。此外，高橋暢宏教授亦分享MP-PAWR在數個強降雨事件的觀測成果，結果顯示每30秒更新一次的雷達觀測，不僅能看到在快速發展和消散(10~15分鐘)的強對流胞生命歷程，更可在生命週期短的強下衝流(Downburst)事件中發現下降速度在短時間內出現劇烈變化。此結果再次凸顯MP-PAWR雷達的快速掃描策略，確實有助於監控強對流系統的生成與發展，例如午後對流。

112年交流行程結束後，ISEE曾提供千葉縣和埼玉縣的MP-PAWR雷達資料給NCDR。氣象組同仁已利用這組資料完成資料品質管理及



WISSDOM三維風場反演測試，這些初步測試成果也為雙方的合作奠定良好的基礎。因此，蔡直謙副研究員也趁這次交流機會，向高橋暢宏教授報告日本MP-PAWR雷達資料的初步成果與待釐清的問題。其中，最主要的問題在於千葉雷達的回波資料偏弱及徑向速度有嚴重的折疊(folding)問題。WISSDOM的測試結果則顯示，確實可取得雙都卜勒雷達風場合成之基線區域的風場，獲得強對流系統更完整的三維風場結構特徵。高橋暢宏教授針對NCDR提出的問題有詳細說明，並願意協助檢視原始資料及提供更多資料以供比對分析。



圖 3.(左)高橋暢宏教授介紹日本雙偏極化相位陣列雷達，(右)蔡直謙副研究員給予 ISEE 同仁和研究生專題演講。

### ● 衛星資料處理、產品研發與展示

本項工作於 10 月 22 日進行。上午，由 JAXA Earth Observation Research Center 的吉田奈央(Nao Yoshida)博士進行專題演講，題目為：Satellite-based Global Rainfall Map and Applications for Water-related Disaster Resilience。除了介紹不同衛星感測器的特性及優缺點外，也對全球衛星降雨監測(Global Rainfall Watch; GSMaP)演算法與影響 GSMaP 準確性因子有進一步的說明。JAXA 的 GSMaP 是一種全球降雨監測系統，透過整合衛星遙測及雨量觀測資訊，研發適用於全球的小時雨量產品。這項產品已於網頁上即時展示，使用者不需要註冊就能直接使用。目前開放的產品包含標準版(GSMaP MVK 和 GSMaP Gauge)、接近即時版(GSMaP NRT 和 GSMaP Gauge NRT)，以及準即

時版(GSMaP NOW 和 GSMaP Gauge NOW)。其中，標準版的品質最精確，可提供 1998 年 1 月至今的雨量估計圖，但有 3 天的延遲，適合長期氣候分析和農業監測。接近即時版可提供 2000 年 3 月之後的全球降雨圖，雖有 4 小時的延遲，但仍適用於洪水分析和預測。準即時版僅有數分鐘的延遲，可應用於即時天氣監測。目前，GSMaP 已被廣泛應用於洪水預報、菲律賓山崩預警系統、乾旱和強降雨監測及全球陸地水文模擬系統(Today's Earth; TE)等。

在 GSMaP 現行演算法中，整合了被動式微波輻射儀(GPM microwave imager; GMI)、主動式雙波段降雨雷達(Dual-frequency precipitation radar; DPR)、地球同步衛星紅外線影像，以及地面雨量觀測等資訊，獲得一組經雨量校正後的全球降雨估計圖(MW-IR merged algorithm)。為了降低地面型態造成的衛星估計降雨誤差，GSMaP 除將陸地和海洋計算，更會在遇到地形時切換到地形模式(Orographic LUTs)。然而，雖然地形模式已可降低降雨估計誤差，但若加入在地化的雷達和雨量觀測資訊，更能提高降雨估計的準確性。例如，JAXA 曾與印度尼西亞官方氣象單位合作，完成專用於該國的 GSMaP 地形雨量估計修正。因此，這也是未來臺灣可與 JAXA 共同合作的其中一個研發工作項目。此外，吉田博士亦詳細介紹 GSMaP 的資料展示網頁(<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>)，使用者可以根據自身需求使用不同的網頁，並在網頁上直接繪圖。目前提供的產品，包含即時降水監測(JAXA Realtime Rainfall Watch，每 30 分鐘更新)、特定日期降雨監測(JAXA Global Rainfall Watch，2000 年 3 月至今)，以及日或月降水(JAXA Climate Rainfall Watch)。其中，與氣象組較為相關的研發工作，包含氣候雨量監測的乾旱指數(Drought index; SPI)和 RIKEN Nowcasting 的 6 小時外延預報。GSMaP 已經建置一組 25 年的長期全球氣候和接近即時的雨量資料，五位同仁皆已成功註冊為 GSMaP 會員，並且藉由 SFTP 方式成功下載資料。建議未來可持續使

用此資料庫，應可提升旱災應變效能及強化劇烈天氣與氣候事件診斷分析能量。

下午，由陳御群副研究員進行專題演講，題目為：Applications of Meteorological Satellite Data in Disaster Prevention by NCDR。主持人為高橋暢宏教授，參與人員有 JAXA 的吉田奈央博士與宇宙地球環境研究所的 Sopia Lestari 博士和研究所學生。報告內容為介紹福衛七號/COSMIC-2、日本向日葵衛星及 TRITON 衛星在 NCDR 的應用情形。在福衛七號方面，氣象組已完成研發工作，並於天氣與氣候監測網頁([https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch\\_fs7](https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch_fs7))即時展示，包含斜溫圖、可降水量及梅雨季水氣監測指標展示。向日葵衛星應用則是使用其搭載的 AHI(Advanced Himawari Imager)感測器之觀測資料，即時反演 10 種雲參數(雲種類、雲光學厚度和雲高等)資料與積冰區域的最高和最低高度。同時，研發三維衛星雲圖展示圖臺(Integrated Retrieved Satellite Cloud Imagery)及引入人工智慧演算法來反演輻射量和雲是否會降雨。最後，介紹臺灣的獵風者衛星(TRITON)資料初步應用情形，此衛星於 2023 年 10 月 9 日成功發射，由臺灣國家太空中心(Taiwan Space Agency; TASA)設計和製造，是臺灣第一顆自主氣象衛星。TRITON 衛星可觀測近海面風速及海面粗糙度，NCDR 自 2024 年 6 月起就一直自動接收並儲存即時觀測資料，目前正在進行資料處理及繪圖。



圖4.(左)吉田博士介紹日本JAXA的衛星與GSMaP衛星估計降雨，(右)陳御群副研究員給予ISEE同仁和研究生專題演講。



## ● 視覺化展示技術和防災產品應用介紹

本項工作於 10 月 23 日進行。上午，由 ISEE 的高橋暢宏教授介紹雙偏極化相位陣列雷達於實際強降雨事件的觀測結果。由於 ISEE 在建築物頂樓設置 2 個照相機，可長期記錄建築物周圍的雲變化，尤其是山區強對流雲的生命週期。在 2017 年 8 月 22 日的強降雨事件中，照相機記錄到的高時間解析度照片，使 ISEE 可整合雷達、閃電和照片資料，對強對流的發展歷程有較詳細的瞭解。隨後，Sopia Lestari 博士亦簡單分享初步研究成果，主要是利用雙偏極化相位陣列雷達 (MP-PAWR) 的回波資料，分析 2018 年 7 月的雲雀颱風 (JONGDARI) 於名古屋地區造成強降雨事件。藉由分析對流性和層狀性降雨的回波特徵，可以發現對流性降雨佔的比例因颱風接近而逐漸提高，對流性降雨的發展高度可達 6~10 公里以上，>40 dBZ 的強對流區由 4~6 公里降至 1~2 公里。未來，Sopia Lestari 博士會進一步分析不同降雨型態的雙偏極化參數特徵，這些研究成果有助於建立短延時強降雨的前兆因子。

下午則由林欣弘副研究員進行專題演講，題目為：Applications of Big Data and Visualization Technique on Disaster Warning System。主持人為高橋暢宏教授，參與人員為篠田太郎准教授與宇宙地球環境研究所的研究所學生。首先，向 ISEE 介紹本中心的組織架構、氣象組的主要任務及支援中央災害應變中心的運作概況等。接著，針對氣象組的大數據資料庫(全球數值模式、AI 模式、最佳化雨量、陣風預測、空汙模式、低能見度預警及低溫和農漁業預警)、視覺化展示及資料服務相關內容，進行更詳細的說明。其中，日方對於視覺化產品非常感興趣，尤其是各項資料的前處理程序及視覺化產品的產製過程等。會後，雙方亦針對以日本相位陣列雷達資料，嘗試建置的三維雷達回波剖面展示模組有更多的意見交換，例如增加時間序列動畫可行性、加

入其他雷達資料參數資料展示、如何在網頁伺服器上運作，以及轉移至 ISEE 伺服器上可行性等。

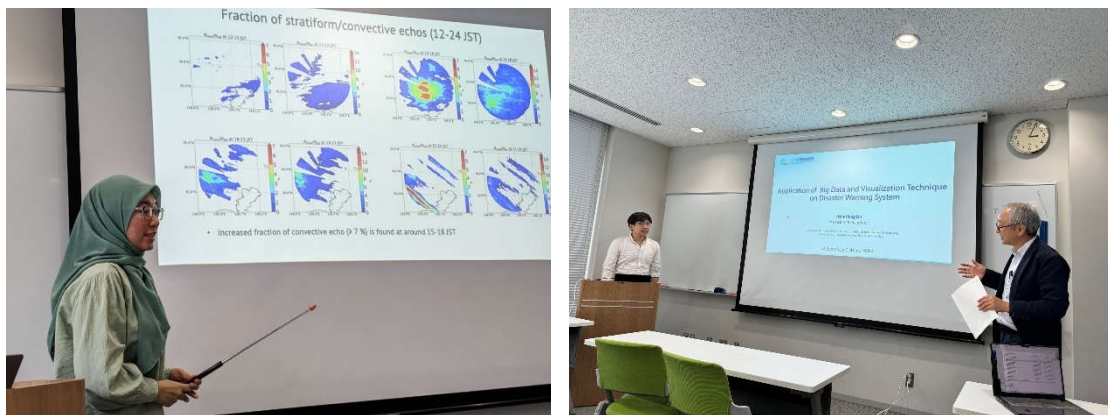


圖5.(左)Sopia Lestari博士分享雙偏極化相位陣列雷達分析成果，(右)林欣弘副研究員給予ISEE同仁和研究生專題演講。

#### ● 參訪京都大學生存圈研究所信樂 MU 觀測所與大阪大學雙偏極化相位陣列雷達

京都大學生存圈研究所的信樂中高層大氣雷達(Middle and Upper Atmosphere Radar; MU)觀測所，位於滋賀縣甲賀市信樂町山區，主要負責中高層大氣的觀測任務。MU 雷達使用 VHF 波段的(操作頻率為 46.5 MHz)，由 475 個發射-接收模組(Yagi 天線)組成，這些天線分布於直徑 103 公尺直徑的圓型範圍，是全球最大的大氣觀測雷達之一(圖 6)。由於每個模組都連接到單獨的天線元件，因此，可快速控制無線電波的方向來獲得三維風速和亂流結構，也能因應不同情境切換數種觀測策略。此雷達具有水平觀測範圍廣、可無間斷地連續觀測及在所有天氣情境皆可進行觀測等優點，同時也能即時監測對流層和低平流層(1~25 公里)、中氣層和增溫層(60~100 公里)及電離層(100~500 公里)的大氣狀態，應用層面相當廣泛。此外，高橋暢宏教授也帶領同仁參訪 MU 雷達旁邊的 X 波段雙偏極化雷達及剖風儀(Wind Profiler)。其中，X 波段雙偏極化雷達是由名古屋大學宇宙地球環境研究所頂樓遷移至此處進行觀測，但因四周受樹木與地形遮蔽影響，因此以垂直指向觀測為主。





圖 6.(左)京都大學生存圈研究所信樂 MU 觀測所之中高層大氣雷達天線，(右)與高橋暢宏教授於訊號傳輸與接收天線前合影。



圖 7.參觀 MU 雷達旁的雙偏極化雷達(左)與剖風儀(右)。

大阪大學的 X 波段雙偏極化相位陣列雷達位於大阪大學吹田校區，由工學院研究科負責維運。10 月 24 日下午，先拜訪牛尾知雄教授，簡單瞭解雷達的建造和升級歷程、硬體規格、掃描方式及歷史強降雨事件視覺化展示等。此雷達建於 2012 年 5 月，但當時僅為單偏極化雷達，直到 2022 年才升級為雙偏極化雷達，並於 2023 年 1 月正式使用。對傳統雷達而言，由於觀測需使用機械性旋轉方式，多次改變仰角和方位角，因此，每 5~10 分鐘才能完成一組體積掃描。然而，大阪大學的相位陣列雷達因具有 12 個發射天線和 128 個接收天線，故僅方位角需採機械性掃描，仰角則透過調整數位訊號的相位差來控制天線。如此一來，便可將雷達觀測的時間解析度提高至 10~30 秒，有助於提升中小尺度強對流系統的監測能力，例如：午後對流、下衝

流(downburst)及龍捲風(tornado)等，為短時氣象預報和防減災策略擬定提供新契機。

接著，牛尾教授引導大家至頂樓實際參觀雷達，幸運的是，因適逢雷達維修期，同仁可以進入天線罩內，近距離觀察相位陣列雷達的天線。有別於傳統的碟形天線，相位陣列雷達的天線為近長方形且分為兩部分，上及下半部分別為接收及發射天線。由於相位陣列雷達地接收訊號資料量非常大，故捨棄傳統的導波管傳輸，改採光纖方式將資料傳至訊號處理電腦。此外，牛尾教授表示，相位陣列雷達的 128 個陣列天線中，即使有 10 個天線故障仍可繼續進行觀測，大幅提升雷達系統的妥善率。牛尾教授亦介紹其他位於頂樓的觀測儀器，包含一維光學式雨滴譜儀(Parsivel<sup>2</sup>)、微波輻射計(Microwave Radiometer)、電場觀測器、整合型自動氣象站(MaxiMet Compact Weather Station)，以及能利用電視訊號觀測水氣量的天線。同時，我們也向牛尾教授介紹利用日本相位陣列雷達資料建置的三維回波垂直剖面產品網頁，同樣引起高度興趣與獲得好評。

最後，一行人回到牛尾教授辦公室進行座談。除討論 NCDR 現階段如何利用雷達和模式資料進行短時預報(Nowcasting)外，也提到未來會考慮引入 GSMaP 的 RIKEN Nowcasting 產品或新的 AI 技術。牛尾教授提到實驗室已有學生嘗試以相位陣列雷達資料，利用 LSTM 深度學習演算法進行短時預報。但因資料量過於龐大，目前仍在初步測試階段。在 GSMaP 衛星雨量估計產品方面，牛尾教授指出 JAXA 正嘗試整合更高解析度的向日葵衛星資料，提高 GSMaP 的水平解析度，進而提升衛星估計降雨的準確性。此外，JAXA 曾經與印度尼西亞合作，進行專屬於印度尼西亞地區的 GSMaP 地形雨量估計修正。因此，若臺灣未來也能循此模式與 JAXA 合作，將有助於提升 GSMaP 雨量於臺灣的適用性。



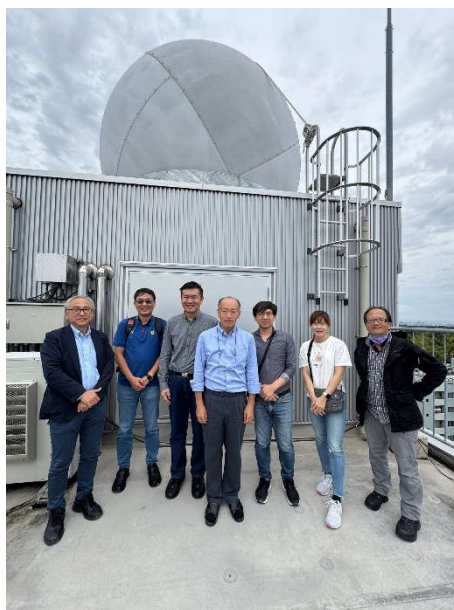
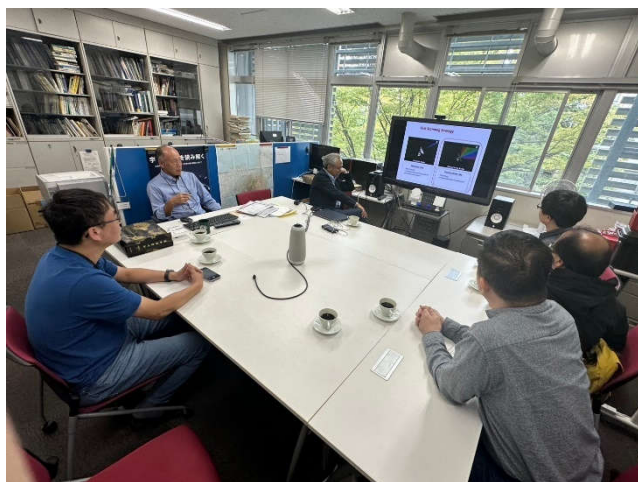


圖 8.(左)牛尾教授介紹大阪大學相位陣列雷達。(右)與牛尾教授(中)及高橋暢宏教授(左 1)於大阪大學雷達站前合影。



圖 9.同仁向牛尾教授介紹 NCDR 開發的三維回波垂直剖面產品網頁。

#### ● 合作備忘錄(MoU)討論

基於 112 年的豐碩交流成果，本次學術交流積極與 ISEE 的高橋暢宏及坪木和久教授討論 MoU 相關事宜。希望未來能基於 MoU 架構，建立持續性的合作框架，共同促進氣象專業知識和防救災領域技術的發展，提升面對日益嚴峻的氣象和氣候異常災害時的應變能力。

本次會議的討論重點包含氣象防災與減災的共同合作、氣象觀測和數值模式資料交換、災害預警資訊視覺化工具技術共享及辦理年度雙邊研討會等項目。

經過蔡直謙副研究員的詳細說明及雙方共同討論後，ISEE 基本上同意未來雙方可能的合作項目及簽訂合作備忘錄，但希望災害預警資訊共享不要只侷限在視覺化展示工具，而是能再加入其他不同類型的工具，例如名古屋大學研發的雲解析風暴模式(Cloud Resolving Storm Simulator; CReSS)。在辦理年度雙邊研討會方面，坪木教授認為辦理研討會有助於雙方的技術交流，但如果每年要輪流舉辦，ISEE 可能會面臨經費不足問題。因此，建議將此項修改為增加雙方年輕研究學者交流機會和培養研究生為主。這些意見已由氣象組同仁彙整完成，目前正在進行組內討論及嘗試撰寫 MoU 草案。



圖 10.與高橋暢宏教授及坪木教授討論 MoU 相關事宜。

### 三、心得及建議

本年度學術交流行程已經是連續第二年舉行。除了延續 112 年的氣象雷達與衛星研究交流外，113 年新增視覺化展示技術和防災產品落實應用討論。同時，雙方亦積極討論簽訂合作備忘錄之可行性及未來可合作的工作項目。在此次行程中，交流參訪團成員藉由 ISEE 高橋暢宏教授、大阪大學牛尾知雄教授，以及 JAXA 吉田奈央博士等人的分享，瞭解日方最新的研究方法和分析技術。參訪京都大學生存圈研究所的信樂中高層大氣雷達與大阪大學雙偏極化相位陣列雷達後，更有感於日本觀測儀器的先進。這種高時間和空間解析度的雷達，是監測極短期強對流胞生成和發展的利器，不僅能瞭解強降雨的完整三維風場結構特徵，更能提升災害預警的時效性。另一方面，經過三場專題演講，日方參與成員皆對災防科技中心的研發結果深感興趣，雙方討論非常熱烈，持續促進國際交流合作。本行程的心得與建議綜整如下：

1. 雙偏極化相位陣列雷達具有快速掃描的優勢，在 10~30 秒就能完成一組完整的三維觀測。這種高時間解析度的雷達，有利於即時監控強對流胞可能發生位置與強度，提升防災預警時效。藉由去年的合作，本中心氣象組已初步完成相位陣列雷達資料處理的先期研究，包含資料品質管理、WISSDOM 三維風場反演及三維視覺化展示。雖然臺灣目前尚未有相位陣列雷達，但建議可與名古屋大學持續合作，取得更多劇烈天氣事件的相位陣列雷達資料，進行國際頂尖論文研究及雷達視覺化展示模組優化。
2. 日本 JAXA 在 GSMaP 衛星降雨估計的研究相當完整，並持續透過國際合作調整雨量估計的準確性。這項產品已於網頁上即時展示，並能透過帳號申請及 SFTP 方式下載原始資料，開放的產品包含標準版、接近即時版及即時版。這些產品不僅可應用在即時天氣監測，更能進行長期氣候分析和農業監測。經過吉田奈央博



士的說明，本次交流參訪團成員對此資料庫的資料特性和準確度已有初步瞭解。建議未來可定時下載此資料，期能提升旱災應變及劇烈天氣與氣候事件診斷分析成效。例如全球 6 小時的 RIKEN 即時雨量預報，有助於延長落雨小幫手 APP 的預報時間及拓展適用範圍；乾旱指數資料則可為乾旱研究和預警注入新的能量。此外，JAXA 目前仍持續嘗試與其他國家合作，進行 GSMaP 地形雨量估計修正的研究。建議可考慮與 JAXA 合作，利用臺灣的雷達和地面雨量站資料，進行調整 GSMaP 演算法的相關研究。

3. 在本次交流行程中，雙方就簽訂合作備忘錄之可行性進行初步討論。ISEE 方表達出高度意願，並且強調未來的合作面向應更頻繁且廣泛。因此，建議可持續推動此工作，以強化雙方的學術交流與技術共享成效，提升災防科技中心的國際能見度。

#### 四、出國效益

本次與日本名古屋大學 ISEE、大阪大學吹田校區工學院研究科及 JAXA 的交流，本中心交流參訪團成員除了瞭解最新的觀測儀器、資料分析技術與分析結果外，也經由三場專題演講分享 NCDR 在雷達、衛星及視覺化展示技術的應用。藉由此次的交流參訪活動，已達到促進國際合作交流、宣傳本中心研發成果、瞭解先進氣象觀測儀器和前瞻技術，以及吸取國外研究經驗之成效。同時，也獲得許多未來研究方向之建議，有助於回饋至防災應變產品研發。出國效益可歸納為以下 3 點：

1. 提升雙偏極化相位陣列雷達背景知識與資料分析能量：雖然臺灣尚未引入相位陣列雷達，但近兩年的交流經驗，讓本中心同仁可進一步瞭解雙偏極化相位陣列雷達的特性和優缺點，並先具備先進雷達資料前處理、天氣診斷分析及利用三維視覺化圖臺展示的能力。

2. 定量估計降雨技術精進：本中心氣象組近年持續發展雙篇極化雷達定量降雨估計技術，但這項技術僅能適用在陸地及近海。颱風是臺灣最主要的致災性劇烈天氣系統，其生命週期大多在寬廣的海面上，需要利用衛星遙測資料才能估計降雨量的時間變化。本次交流讓與會同仁認識最新的衛星降雨估計技術，並且取得資料下載授權，有助於強化定量降雨技術的研發和落實應用。
3. 防災資料三維視覺化展示技術推廣：本次交流已初步引起日本研究學者對視覺化展示產品的高度興趣，並且探詢技術轉移或共同研發展示模組的可行性。不僅達到宣傳本中心研發成果的成效，亦可提升災防科技中心的國際影響力。