

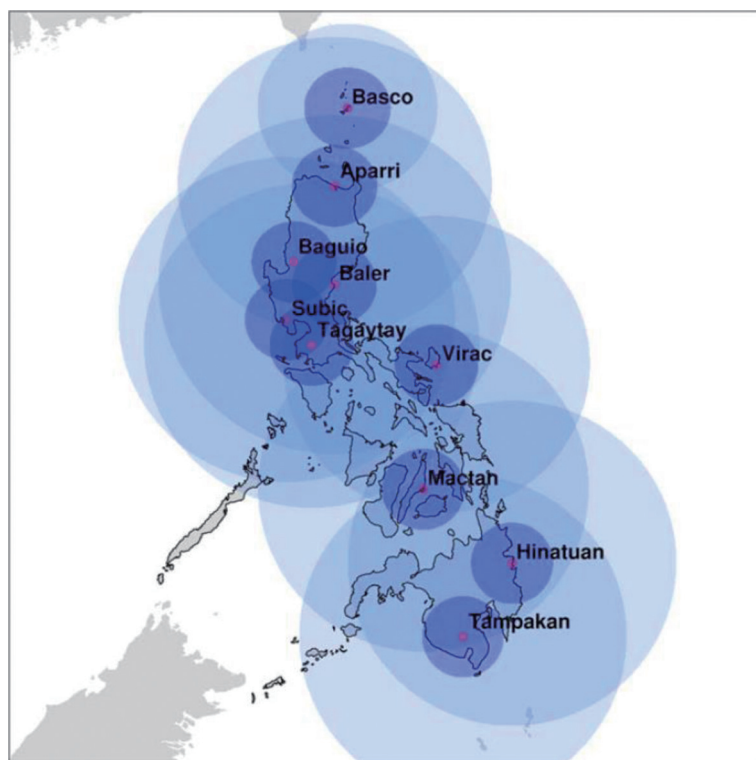
臺菲氣象科技合作近況報導

國立台灣大學大氣科學系 周仲島

一、台菲氣象合作的歷史淵源

基於地緣關係我國和菲律賓都經常遭受天然災害的威脅，尤其以颱風豪雨為甚。歷史資料統計顯示有超過 50% 影響台灣的颱風，都先受到菲律賓的影響，因此兩國在颱風豪雨方面的合作是雙方互利的事情。

自 2000 年起當時國科會就曾經支援菲律賓氣象單位相關氣象設施（高空探空氣球以及地面自動氣象站）與雷達專業人員訓練，甚至曾經提議由國科會購置先進雙偏極化都卜勒雷達架設在位於巴士海峽的巴丹島，進行颱風觀測以提早我們對颱風的預警，後由菲律賓自行規劃建置。



圖一 菲律賓都卜勒雷達網涵蓋範圍，大部分雷達為 C 波段都卜勒雷達，可以測雨也可以測風，每一個圓圈半徑為 120 公里（中央氣象局張保亮博士提供）。

二、VOTE-TWG 的建立與功能

VOTE TWG (Volcanos, Ocean, Typhoon, and Earthquake Technical Working Group) 由台灣和菲律賓兩國科技部 2014 年 8 月 19 日於馬尼拉所舉行之第四屆台菲部長級科技會議決議組建，主要

任務為界定台菲雙邊科技合作計畫項目及運作方式，與菲方建立常態性合作組織，借重其地理位置和地緣關係加強我國科技發展，並提升防減災效能。

2014 年 9 月 11 日 VOTE-TWG 在科技部開會確立第一任委員人選及招集人並討論未來工

作目標。主要包括馬尼拉海溝之研究，與菲國氣象局之官方交流，地震資料之交換，坡地災害土石流之預警，以及 GPS 相關之研究等。並於 2015 年 3 月訪問菲律賓的巴丹島，了解當地土著民情以及雷達站運作近況。雙方在 2015 年 5 月次長級會議中再次確認並同意進行科技整合研究，自 2016 年下半年開始執行 3 年，本文針對雙方同意之氣象合作計畫內容以及預期成果予以說明。

三、台菲氣象合作計畫內容和預期成果

台菲雙方同意之氣象合作計畫總計畫名稱爲：改進劇烈天氣、海洋氣象、以及短期氣候預報能力（Improvement of forecast capability on severe weather, marine meteorology and short range climate）。主要內容包括劇烈天氣、颱風、豪雨、波浪、土石流、山區定量降雨估計和預報，季內震盪、海洋大陸年、降尺度、季節和次季節預報，內容含跨面相當廣泛。計畫主持人爲周仲島教授、葉天降副局長，以及隋中興教授，負責整體計畫規劃組織執行，協助資料交換人員交流，舉辦研討會，推動共同研究和發表論文，以及報告撰寫等。本計畫預定執行 3 年，分三個子計畫進行。

子計畫一題目為西北太平洋之颱風生成結構與強度變化研究以及海浪觀測與模擬

計畫主持人：台灣-葉天降博士（中央氣象局副局長）；菲律賓：Dr. Espie Cayan (預報中心主任) and Ms Ma. Cecilia Monteverde。該計畫主要目的是利用地面測站、氣象探空、衛星及雷達資料、以及數值模擬方法，改進西北太平洋颱風監測與預報技術。確切執行內容包括：

- 1) 強化颱風觀測 發展衛星雷達颱風降雨與風場之反演技術
- 2) 改進資料同化方法和數值預報系統 包括雷達資料同化
- 3) 發展預報指標以及校驗系統
- 4) 暴潮與海浪預報技術發展
- 5) 氣候降尺度兩星期之趨勢預報以及氣候服務計畫

該子計畫之進行主要是透由備份資料傳輸線路之建置，強化 Basco 雷達資料之獲取，透由發展衛星雷達颱風降雨與風場之反演技術，強化

颱風觀測，透由改進資料同化方法和數值預報模式，強化數值天氣預報系統，透由發展預報指標以及校驗系統，強化颱風路徑與風雨預報，透由海浪預報數值模式之建立，提升海浪預報與應用，透由氣候降尺度與雙週颱風趨勢預報之應用，強化氣候服務，以及透由教育訓練，提升 PAGASA 作業人員之能力。參與人員包含中央氣象局與台灣颱風洪水研究中心，菲方則包含菲律賓氣象局與菲律賓大學。

詳細研究之進行說明如下：Basco 雷達位於臺菲之間巴士海峽上，目前資料通訊是透由 PAGASA 轉送資料到 CWB，爲減低資料傳送中斷之機率，計畫透過中華電信建置由 Basco 直接傳送資料至 CWB 之 VSAT 系統，備份資料傳輸，強化資料之獲取。在發展衛星颱風降雨與風場之反演技術強化颱風觀測方面，主要是發展向日葵衛星（Himawari-8）反演海水表面溫度、風場和降水量等資料供颱風監測預報作業應用。在發展雷達反演資料強化颱風觀測方面，整合臺菲雷達觀測網各雷達觀測資料，並發展雙都雷達風場供颱風監測預報作業應用。在改進資料同化方法和數值預報模式強化數值天氣預報系統方面，主要是利用 CWB TWRP 模式，擴充模式含蓋範圍以包含菲律賓，同時提高模式解析度由最小 5 km 提高爲 3 公里，另外以 3DVAR、EnKF 爲基礎發展雷達觀測資料同化於 TWRP 之方法，強化數值天氣預報系統，並以此系統研究颱風受呂宋島與臺灣地形在路徑與風雨分布之影響，提升地形對颱風影響機制之了解。

透由發展預報指標以及校驗系統強化颱風路徑與風雨預報，CWB 已經發展 TAFIS 颱風預報作業系統，此系統能有效率呈現各種路徑預報資料、計算預報誤差並依過去預報誤差產製機率預報。本項工作最主要目的在協助 PAGASA，蒐集與分析其預報誤差，透由 Monte Carlo 方法發展路徑與強風機率預報，並蒐集 PAGASA 作業系統在預報指標、校驗及介面之需求，建立颱風預報作業雛型系統。透由海浪預報數值模式之建立提升海浪預報與應用方面，主要在使用 CWB 已有美國海洋暨大氣總署發展之 WAVEWATCH III (NWW3) 模式，擴充波浪模式範圍使其含括南海海域，收集歷史波浪觀測資料、歷史大氣模式風場（包含氣象局、美國及

日本等大氣模式)，進行波浪模擬，根據不同颱風路徑模擬波浪與湧浪分布，比較不同大氣風場環境模擬結果，並診斷分析波浪和湧浪的特性，增進對颱風影響下波候之了解。另模擬東北季風和西南季風波浪與湧浪個案，根據不同季節分類波浪與湧浪特性。

在雙週颱風趨勢預報之應用方面，主要是利用颱風辨識方法，由美國 CFS 模式 42 天預報與歐洲 EC 模式 34 天預報，分析一週以上的颱風預報的預報指引，以期對颱風有提前預報的能力。在氣候降尺度與強化氣候服務方面，主要在協助 PAGASA 在氣候資料之整理與應用，並透過分析了解菲律賓氣候變化情形，同時分析以加強對影響菲律賓季內到季時間尺度氣候因素之了解，以期後續進一步提升對臺灣與菲律賓地區之季內到季預報。

透過教育訓練提升 PAGASA 作業人員之能力方面，主要依循過去之方式，持續派員前往菲律賓，提供 PAGASA 人員在雷達資料處理、資料同化、數值天氣預報模式、數值波浪模式、颱風預報作業系統、氣候資料整理與分析、季內到季預報等方面之教育訓練。另外也提供 PAGASA 雷達資料處理人員到 CWB 見習、實地參與系統發展之方式，厚植其處理雷達資料之能力，以及相關系統研究負責人員到臺進行研究進度、成果、方向規劃等之討論。

該子計畫之執行預期成果有，建立由 Basco 直接連接至中央氣象局的衛星通訊線路，保障 Basco 雷達資料之獲取，有效提升對路經此區域颱風之監測與預報，另外此衛星通訊線路之建立，後續可用此即時傳送巴丹島地震等相關資料至 CWB 或國內其他單位供作業應用。另外由該子計畫之進行也建立利用 Himawari-8 反演海水表面溫度、風場和降水量資料、整合臺菲雷達觀測網資料、改進與強化 TWRP 模式、發展機率預報方法、發展波浪預報、發展一週以上颱風趨勢預報等，供颱風監測預報作業應用，提高颱風預報能力、減少颱風災害損失。在學術性方面，該子計畫在以 3DVAR、EnKF 為基礎發展雷達觀測資料同化、呂宋島與臺灣地形在颱風路徑與風雨分布之影響機制之了解、南海地區不同颱風大氣風場環境下波浪和湧浪特性之了解、以及分析建立第二週颱風趨勢預報等方面都有學術價

值，也擴展研究區域至菲律賓。另外該子計畫協助 PAGASA 發展颱風預報作業雛型系統、氣候資料之整理、降尺度方法之建立、並透過分析了解菲律賓氣候變化情形、同時透過教育訓練強化 PAGASA 之作業能力，而此也促進臺菲雙方之交流，此對於落實菲國氣象科技發展與進一步強化與鞏固臺菲氣象合作關係，預期可以產生更積極的效益。

子計畫二題目為山區定量降雨估計與預報以及土石流預警應用

計畫主持人：台灣-周仲島教授（國立台灣大學）；菲律賓：Dr. Cynthia Celebre（菲律賓氣象局科技中心主任）and Ms. Shirley David; Decibel Eslava（菲律賓大學教授 UP Los Banos, Laguna）台大游政谷教授，師大王重傑教授，中大林沛練教授和劉千義教授。該計畫目的在改進山區降雨定量估計與預報技術，並應用於土石流早期預警系統之開發。工作任務有四項：

- 1) 利用雨滴譜儀觀測改善作業用雷達之山區定量降雨估計結果；
- 2) 利用雲解析度中尺度數值模式模擬技術改善山區定量降雨預報；
- 3) 利用衛星資料改進山區降雨系統發生發展之預報；
- 4) 利用歷史資料界定 Makiling 山區土石流警戒降雨強度-延時閾值。

計畫預期成果包括熱帶地區地形降水的雲動力和微物理過程之了解；不同降雨系統雷達回波垂直剖面分布以及雨滴粒徑譜資料收集與特徵分析；雷達山區定量降雨估計建立並與台灣之關係式進行比較；高解析度數值模式在菲律賓使用狀況 協助山區定量降雨系統的建置；衛星資料監測降雨進行地面校驗；菲律賓地質水文陸地過程等資料收集；研究人員和學生的訓練以及共同發表論文。

子計畫三題目為動力降尺度之季節以及次季節氣候觀測與預報

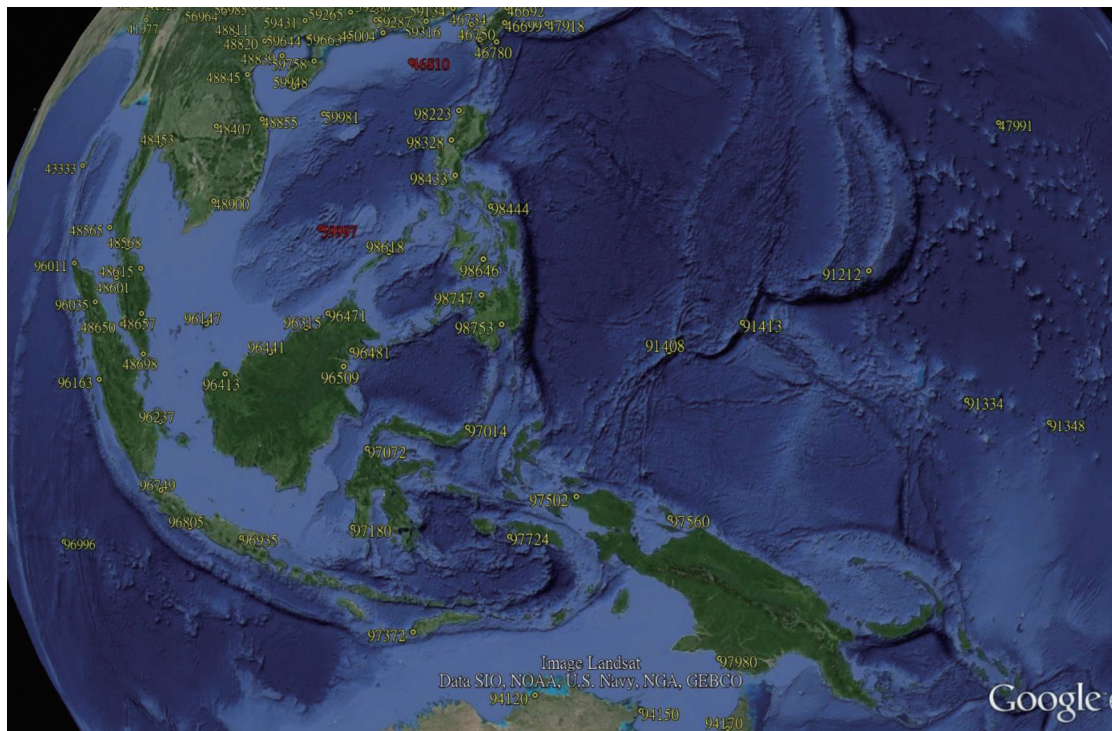
計畫主持人：台灣-隋中興教授（國立台灣大學）；菲律賓：Ms. Edna Juanillo and Mr. Anthony Lucero（預報中心長期課）；Gay Jane Perez（Univ. of Philippines, Diliman）。該計畫目

的在深入了解東亞季風區季內擾動（MJO 和雙周震盪）的物理機制、季內擾動對熱帶綜觀擾動和颱風的影響，以及評估季內至季節預報度，研究工作分三項執行：

- 1) 結合衛星與同化資料分析、模式模擬，了解對流耦合過程如何影響多尺度熱帶季內擾動；
- 2) 與氣象局計劃主題 1.2e 合作，分析多模式系集預報的預報技巧；
- 3) 蒐集整理計劃分析與模擬資料，建立虛擬資料中心。

許多研究顯示影響季內至季節預報的一個關鍵問題為：對流系統與綜觀擾動、雙週振盪、MJO 的多尺度互動為何？此外水氣與輻射過程的相對重要性也是在東亞暖季季內震盪尚待探討的問題。根據上述關鍵問題，可以假設：模式能解析模擬對流系統及其伴隨的多尺度雲水、輻射過程，是提高季節和次季節預報的關鍵。可以用雲解析模式明確地模擬中尺度對流的生命週期或在大尺度模式裡參數化中尺度對流的影響。

根據前述假設，該計畫提出了下列三個計劃項目：(1)建立一個虛擬資料中心，提供計劃人員使用，資料內容如下，資料時段：2016 年/01/01-2018/12/31 選定的季內至季節（S2S）多模式系集（MME）預報期間；資料區域：本研究區域包括台灣-菲律賓和鄰近海域（南中國海、熱帶西太平洋）；觀測資料：衛星圖像和反演產品、其他；模擬資料：NWP 同化資料、研究/天氣-氣候模擬結果、再分析資料、MME 預測事後預報。(2)分析和模擬多尺度對流-熱帶擾動的耦合過程；研究區域季風季節內季內擾動（MJO, QBWO）的分析及其與 TC 形成的關係；使用 MPAS 模式（不同的積雲方案）模擬評估模式的多尺度季內擾動分析其中的關鍵過程；使用 WRF 模式（不同的雲微物理方案）模擬評估模式的多尺度季內擾動分析其中的關鍵過程。(3)與氣象局計劃主題 1.5b 合作，分析多模式系集預報的預報技巧；參與氣象局計劃，分析選定的 MME 對 2016-2018 暖季 S2S 預報能力；收集和分析選定的 MME 對暖季 S2S 事後預報結果。



圖二 根據中央氣象局公布之氣象觀測電碼 2015/2/20~3/20 期間 GTS 在 (90~180E, 15S~25N) TEMP 電碼 (radiosonde)，共計 84 個站分布。其中 00Z + 12Z 完整運作約有 59 站 (70%)，5 站 (~6%) 斷斷續續嚴重，其餘則是選擇性施放 00Z 探空。紅色兩站為東沙島和南沙太平島（台大林博雄教授提供）。

計劃預期提供下列成果：研究區域暖季季內擾動與颱風活動的關鍵過程的分析成果；系列 MPAS 和 WRF 模擬 2016-2018 的分析結果；MME 對暖季 S2S 預報能力評估結果。透過前述分析、模擬，以及合作/交流，我們期望能提高研究區域 S2S 預測能力。

四、結 語

菲律賓由於地理位置與我國相鄰且位於南側，對於由南方而來之天氣系統如颱風及西南季風，可提供相當多元的天氣資訊供我們參考，藉由持續交流合作，分享彼此的觀測資料與預報資訊，得以提升颱風降雨、暴風、大浪和暴潮之預報能力，減少颱風災害具重大意義。菲國最接近臺灣的 Basco 及 Aparii 雷達，對於擴充我國對巴士海峽附近海面上颱風與災害性天氣系統之監測能力，將有非常重要之學術研究和作業應用價

值。本計畫之目的即基於此，期望透過我國中央氣象局（CWB）與菲律賓氣象局（PAGASA）之合作，以及雙邊大學教授的參與，加強觀測資料之應用、數值天氣預報模式之發展以及增進對颱風移動及結構與強度變化之了解，提升對颱風監測以及預報能力。除此之外，豪大雨造成的坡地土石流災害也是雙方關心的議題，因此加強山區降雨估計和預報技術作為土石流早期預警的重要參考，也是本計畫重點項目。同時本計畫也針對短期氣候對於劇烈天氣之影響進行相關研究，增加交流合作，以達到相互受益的目的。

致 謝

感謝自然司徐愛佳研究員和科國司陳禹銘博士的資料提供。本文在科技部專案計畫 103-2111-M-002-012-MY3 以及 104-2119-M-002-042 資助下完成。