

出國報告（出國類別：訪問）

參訪香港氣象學會活動 出國報告

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：李育棋組長

派赴國家/城市：香港

出國期間：107 年 9 月 3 日－107 年 9 月 4 日

報告日期：107 年 11 月 20 日

摘 要

氣象觀測是氣象監測與預報最基礎的作業，近年來觀測感應元件的模組化與自動化對於觀測技術精進及觀測作業的調整，皆有正面的影響，此次參訪行程對於自動探空系統的設計、作業控制與日常維運有深入瞭解，其操作設施完全是以無人遠端遙控方式進行，而流程中應用許多感測元件，能將感應訊號與系統程式結合，以安全無虞的完成自動作業。因其核心設施在於預放探空儀的機械轉盤，故此特別瞭解其運作機制，對於本局未來在評估引進與作業上將有相當助益。而在其它地面觀測設施，如 PT100 的乾濕球溫度計、WBGT 熱指數溫度的量測與雙傾斗式的雨量計，皆亦可考慮應用於本局觀測作業上；此外，光達系統設施雖其觀測易受雨衰影響，但對邊界層的剖面風的量測上，技術發展已趨成熟，可應用在綠能離岸風機的觀測，又對於空氣懸浮微粒的量測，也可應用於空氣污染物移動的研判。

目次

一、目的	1
二、過程	4
三、心得與建議	8
四、附錄	10
訪問行程照片	

一、目的：

氣象觀測是氣象監測與預報最基礎的作業，傳統的氣象觀測包含了地面與高空氣象觀測，近年來因氣象雷達、氣象衛星等遙感探測技術的發展，也促進了近代氣象觀測與預報進步。另一方面，在地面氣象觀測中，傳統的溫度、濕度、氣壓、風速與雨量等，則因電子感測元件的開發，數位化的運算處理與儲存，在作業上早已取代過去人工目視溫度計、壓力計與雨量筒數值，成為現代觀測上主要工具；在連續紀錄上也因數位化的儲存，替換了毛髮濕度儀與金屬溫度儀等機械式感應儀器；在高空氣象觀測雖仍以探空氣球攜帶探空儀升空，量測垂直大氣各剖面高度之溫度、濕度、氣壓、風速等，也從最早經緯儀目視追蹤演進到無線電追蹤，如今更因全球定位系統(GPS)技術開發，在時間與位置更為精準，使得 GPS 探空已完全取代無線電追蹤方式。本局在觀測作業上亦隨著技術進步與演進，應用於實際觀測設備上，提供本局天氣監測與預報最即時、正確的觀測資訊，以發揮整體天氣監測與預報效能。

惟各氣象要素儀器感測原理與反應時間皆有其特性，雖然皆符合國際氣象組織所訂之儀器標準規範，但由於傳統儀器的時間反應特性可能造成極值上的不同，自動化作業設備遭受雷擊等外力時，亦可能導致電子式紀錄無法完整。因此本局目前仍然使用傳統機械式儀器做為觀測備援設備，以確保完整的觀測紀錄。反觀目前香港天文台已停止傳統儀器觀測的作業，故此次參加中華民國氣象學會拜訪香港氣象學會活動，可與香港天文台討論其觀測作為。此外，臺灣與香港皆位於亞洲季風區與緯度相近的亞熱帶，面對梅雨鋒面、西南氣流、颱風，寒流及冷鋒等相同的劇烈天氣系統，以及需要強化氣象觀測空間與時間解析度的作業需求，加上近年來觀測感應元件的模組化與自動化對於觀測技術精進及作業調整，本局與香港天文台皆面臨一樣課題，在觀測作業的研究及應用方面可進行技術交流與經驗分享。

在探空作業部分，雖然探空氣球所攜帶之探空儀在氣球破裂後，會張開所

附加的降落傘，使探空儀以較緩慢的速度掉落。復因臺灣為海島及所在之緯度在高層為西風帶影響帶動下，估計所掉落位置應於臺灣東方海面上或中央山脈的山區，但亦有掉落在大臺北都會及桃園地區情形，本局自民國 61 年起即於目前位於板橋的臺北探空站進行高空觀測作業，由於早期因無 GPS 裝置與掉落時接收軟體無法接收信號之故，因此對於實際掉落的軌跡與位置無法掌握。但 98 年起本局已全面使用 GPS 探空儀且於 104 年起要求廠商修改軟體，探空儀在高空破裂後所掉下軌跡已可接收與記錄(如圖 1)，從過去 3 年掉落軌跡分



圖 1：探空儀在高空破裂後軌跡

析，板橋探空儀所掉落的軌跡與最後 1 筆位置，每年在春夏交替的 5 月與 6 月及夏秋交替的 9 月至 10 月，由於高層轉為東風帶，有相當的機率會掉落在大臺北都會及桃園地區，這與過去掉落時被民眾撿拾通知的位置相當一致。因此於都會區的板橋氣象站施放探空，對掉落在人口稠密地區並造成人員傷害與物品毀損方面，是否有因應方法，必須審慎評估；若考量要避免探空儀掉落在臺灣

本島(尤其大臺北都會區)，則施放的地點可能必須調整。經評估以距本島 60 公里彭佳嶼氣象站最為恰當，但因在海島施放作業的氣體供應不便、人員人力不足等問題，因此採用能自動施放探空的設備應可克服所衍生問題。目前香港天文台已在使用此套稱為自動探空儀(Autosonde)的設備，透過現場參訪可實際了解其操作過程，並對實際設備的運作進行檢視，發現此整個作業環環相扣，同時透過與規劃設計及操作人員的溝通，將可更為了解其細部作業與使用者所操作經驗。

此行另一目的為了解測風光達(Wind Lidar)在大氣邊界層上的應用，其觀測原理是以該光學儀器向大氣中之粒子(塵象、水象粒子及氣溶膠等)發射脈衝波，並接收其所散射信號，再經過信號處理與反演，計算出其都卜勒偏移量，進而計算出光束路徑上之徑向風場，但信號強度面臨雨衰問題，因此在實務上如何操作亦需考量。另外，香港在赤鱗角機場啟用時，即已建置了高功率雷射遠距光達系統，參訪此設備與香港天文台的航空氣象服務，也是此次參訪主要行程。

二、過程：

此次參訪行程自 9 月 3 日至 9 月 4 日共 2 日

第 1 天 9 月 3 日與中華民國氣象學會林博雄秘書長(臺灣大學大氣科學系主任)由臺灣出發至香港已是當天下午,由於要配合參訪香港天文台於國際標準時間 1200UT 前 30 分(晚上的 7 時 30 分)開始自動探空作業,因此我們先安排於傍晚與此次安排全部參訪行程的香港氣象學會林學賢秘書長見面。林學賢秘書長亦是香港天文台輻射及評估科的科學主任,主要負責天文台的氣象觀測業務,包含了地面與高空觀測等類似本局第二組第一科業務,但因香港鄰近廣州大亞灣的核能發電廠,所以該科亦負責輻射觀測,這在氣象領域裡是較特殊的,執行業務就相當於原子能委會輻射偵測中心。另中華民國氣象學會理事長吳俊傑教授也加入此次參訪行程,一行 3 人在林學賢秘書長帶領下到達於 1883 年成立至今的香港天文台,並簡介香港天文台地面觀測作業。由於香港是高度都市化的城市,天文台雖位於小山坡上但四周高樓林立,觀測坪儀器所量測的資料顯著受到周遭環境的影響,除行政大樓即是古蹟外其園區內擺設了相當多過去的觀測設備,也將早期各種強風與颱風信號標誌呈列其中;此外園區內設有作業用之自動觀測儀器,亦在鄰近地區布設相當數量之微氣象站,主要進行都市氣候的影響研究。在晚上 7 時參訪香港天文台的天氣預報作業中心,在作業室中有 4 位同仁當值,其中 1 席負責天氣資料的監控,自動探空作業亦由此席位完成,惟探空儀施放的地點非在香港天文台園區,而是香港京士柏氣象站,施放作業則由此席位的 1 部遠端遙控電腦完成,此電腦操作畫面與現場系統相同,並可由遠端攝影機看到現場施放畫面。系統訊息包括探空儀觀測與地面觀測作資料比對(Ground check)、設備轉盤的狀態、施放汽球存取移動的狀況及作業中充氣的情形,全部的自動作業皆由電腦控制完成,作業席只需注意有無異常訊號出現。我們也詢問林學賢秘書長發生故障的情形,他回答目前故障情形已很少,大部分都是信號錯誤,在排除後都能順利作業,如遇完全停擺時一年內

大約 2 至 3 次，皆由他予以排除。在探空氣球遠端施放升空後，探空資料則即呈現於預報席的螢幕上，由於本局與香港天文台探空系統都是芬蘭 Vaisala 公司所製造，因此除了自動施放系統設備外，施放後的接收與資料呈現皆與本局相同，這也是為何選擇參訪香港天文台自動探空作業的原因。不需專席直接由預報人員操作，資料進來後立即以溫壓圖與斜溫圖畫面呈現，資料應用更為即時，是一個非常有效率的作業流程。在高空觀測資料陸續呈現於電腦後，我們一行人再參訪其他預報作業，基本上會議電視牆等皆與本局相似，作業室中仍有繪圖桌，其香港至華南一帶的區域天氣圖仍是人工繪製，這與本局已將繪圖作業轉移至電腦筆繪製不同，他們仍被要求預報員在繪製天氣圖過程中，注意區域天氣的變化。晚上 8 時許離開香港天文台，結束 9 月 3 日的行程。

第二天 9 月 4 日主要參訪香港天文台自動探空設備所在之京士柏氣象站及其地面氣象觀測設施，另亦到赤鱗角機場訪視香港天文台設於機場的光達(Wind Lidar)。由於探空作業設施於早上 7 點就啟動並於 7 點 30 分升空，因此清晨 6 點 30 分就到出發到京士柏氣象站，此站亦位於山坡上，緊鄰公園與運動場，觀測環境條件不錯。林學賢秘書長介紹所使用的 Vaisala AS15，自動探空設施，由於 Vaisala 探空儀去年將原 RS92 升級為重量減輕，材質更為環保的 RS41，因此香港天文台去年對硬體設備做更新，但型號仍為 AS15(Vaisala 公司於今年 10 月 9 日已推出新的自動探空系統 AS41)。整套設備類似貨櫃的儀器房，全部控制都在此儀器房內，包括控制的電腦、不斷電系統與機械設施，而其中最核心就是圓形的機械轉盤，共分 24 格分別擺置了 24 具 RS41 探空儀。這攜帶探空儀的氣球，是先由工作人員事先依照一定步驟擺入格子內，這也是整套設備需要人力介入的部分，如以每日施放 2 次可以 12 日來補充放置 1 次，機械轉盤施放時會將有放置探空儀格子，推進施放的圓形腔體內充氣後施放，這方式似自動化工廠運送物品的動作，其中設有感應端子來顯示其動作無誤。圓形腔體下方設置 1 組攝影機，讓遠端看到氣球充氣的情形；另外氣球的充氣頭也是特殊

設計，有點像逆氣閥設施一樣，充氣時氣體只能單一方向進入球內而不會漏氣，而這充氣頭會塞入氣球充氣嘴內，逆綁套入充氣管內，就完成置入格內的動作，由自動程式控制施放程序。氣球所攜帶的降落傘，則與一般人工施放置於氣球下方不同，它而是直接被放入氣球內，經詢問此設計是 Vaisala 公司與探空氣球製造商特別訂製，此可省略人工補充探空儀時裝置過程中不少程序與時間，氣球在腔體充氣後，探空儀也做完探空儀與地面觀測系統所量測數據的比對 (Ground check)，於 7 點 30 分腔體上方的共 4 片覆蓋陸續打開，充氣管與充氣頭相互逆向動作，氣球脫離，升空開始觀測，我們也詢問強風時的施放情形，林學賢秘書長回答大致在陣風 7 級風還能施放，但因京士柏氣象站遠處有高樓，擔心風速大、水平移動角度小時，可能有碰到大樓疑慮，因此有時會改以人工施放。我們再詢問施放探空人力問題，香港天文台原執行探空業務達 7 人，目前皆無此工作人員，僅留基本設備維護人力(此人也須維護其他設備)，人力角度而言具相當效能。在參訪氣球施放作業後，也看了該氣象站觀測設施，該台的百葉箱屬於小型百葉箱，裡面已不擺置傳統機械式觀測裝置，但擺了 1 組 PT100 溫度棒與包裹這紗布的另 1 隻溫度棒，似傳統的乾濕球溫度計，另量測溫熱指數(WBGT)的設備也在觀測坪內，量測黑球溫度、濕度與乾球溫度，應用於夏天高溫。林學賢秘書長特別介紹觀測坪內一特殊雨量計，其內部有兩個承雨組，一組量測 0.1 毫米的傾斗，在排掉 0.1 毫米後，水會進入第 2 層量測 0.5 毫米的傾斗，因此量測更為準確，減少誤差約於 5 至 10%。訪視完京士柏氣象觀測設施，結束清晨的行程，回住宿的旅館攜帶行李，至香港天文台拜會後，再參訪位於赤鱗角機場的光達設施，然後直接於機場返國，行程安排相當緊湊。

上午 9 時我們一行 3 人至香港天文台拜訪岑智明台長，陪同者有劉心怡副台長及林學賢科學主任，彼此間談論此行訪視的自動探空系統，吳俊傑教授與林博雄教授也談到有關南海颱風的投落送飛機觀測議題，雙方是否有可能同一時間於颱風不同象限進行聯合飛機觀測。在結束此拜訪行程後，由香港天文台

負責航空氣象服務的韓啟光科學主任，帶我們參訪於 2002 年設置在赤鱗角機場機場消防大樓頂的光達，是世界第 1 部用於觀測風切的光達(Lidar)。主要原因為赤鱗角機場三面環海，海上無觀測設施而海風與面山的環流時常形成風切現象，對於飛航安全造成影響，香港天文台為提升安全於是在機場設置了 2 部光達。在掃描策略上 2 部雷達都對準飛機起降時角度，當雷達偵測到量測的風速有劇變時，就會啟動風切警告系統，提醒飛機小心。由於光達在晴天時以偵測空氣懸浮粒子的運動而計算出風速，理論上可量測到 30 公里遠，但因光達很容易受到水分子吸收影響，使得量測距離則較短。為我們解說的韓主任表示，在較小雨情況下仍有 3 至 4 公里量測範圍；2015 年香港天文台又更新為現在的日本三菱公司 DIABREZZA，此設備在降雨情況下的偵測已有更好的表現，另在垂直向風速的觀測也有不錯的表現。我們也到飛航管制中心的飛航氣象服務席位了解作業情形，由於中國大陸在亞洲擁有龐大的航空市場，因此也主導了亞洲區的航空氣象，目前香港天文台在赤鱗角機場的氣象中心已成為亞洲航空氣象中心(備援)，作業中心的作業席的電腦即時呈現機場跑道旁所設置自動氣象站(AWOS)資料，以及機場雷暴及閃電預警系統(ATLAS)。香港天文台所建置的閃電觀測系統與目前台灣電力公司的閃電系統是同一公司的設備，但閃電偵測資料的表現較台電閃電系統更好，這部分值得雙方相互交流。在參訪民航氣象中心後，就直接到車程不到 10 分鐘的航站大廈，結束了在香港不到 24 小時的參訪，時間雖短暫但已看到想看的觀測儀器與了解設備。

三、心得與建議：

在此此參訪主要分為，自動探空作業系統、地面觀測與光達系統 3 種設施，此三部分的心得與建議：

(一) 自動探空作業系統

- 1、自動探空設備 Vaisala AS15 在香港天文台已作業相當時間，又於去 (106) 年完成更新，在運作上以非常成熟。由於本局不論板橋或花蓮探空作業，一年至少有 2 次季節因素的期間，探空儀在高空氣球破裂後，都有機會掉至臺灣西部人口稠密區，或因繫留探空儀於之長線 (50 公尺) 纏繞於天空電力線等設施，都可能造成有不同損害的風險，如欲將風險降至最低，則改於北部彭佳嶼氣象站施放自動探空設施應可納入考量。但因為目前所使用之氦氣瓶有運補的困難，加上考量製氫機設備及安全等因素，整個作業的改變環環相扣，因此須加以詳細評估。此次參訪充分了解設備運作，且與香港天文台建立彼此間技術交流模式，對此後續探空作業的精進將更有助益。
- 2、在自動探空作業上，其操作設施概念上完全是以現場無人，遠端遙控的方式完成，而在設計上放置相當多感應元件，利用感應訊號與系統程式結合，在安全無虞下完成作業。本局未來設計無人自動觀測設備時，應也可採納此概念，更能強化系統穩定度。
- 3、自動探空作業設施，其核心在於預放探空儀的機械轉盤設施，與臺灣設計能力相當強自動化機械相似，但臺灣是否有此設備製造技術與規模？是以發展的角度或直接對外整機採購？在策略上是值得深思的問題。
- 4、自動探空系統在作業上因僅需維護人員，在人力運用上將更有彈性，而後續維運問題可透過此與香港天文台的管道，應用他們的操作經驗，將更可順利推動。

(二) 地面觀測設施

- 1、由於近年來觀測感應元件的模組化與自動化觀測技術的精進，如何因應與作業調整，本局與香港天文台雙方都面臨相同課題，因此在觀測作業的研究及應用方面，可進行技術交流與經驗分享。
- 2、本局傳統觀測設備目前仍應用於作業程序中，未來自動化作業中，傳統觀測與現代化感應資訊，尤其在儀器特的比對與可追溯性，應可藉助雙方的經驗作技術交流。
- 3、香港天文台正進行城市氣象網觀測網建置與觀測，本局在臺北大安森林公園與松山運動中心亦設有自動氣象站，在氣候變遷的背景下，可透由城市長期氣象觀測與資料收集，推動彼此的心得交換與研究，將有助於城市面對氣候變遷的議題的探討。
- 4、香港天文台所目前在使用 PT100 的乾濕求溫度計、WBGT 熱指數溫度的量測及雙傾斗式的雨量計設計，可考慮應用於本局觀測作業上，但仍需做測試並擷取香港天文台的經驗。

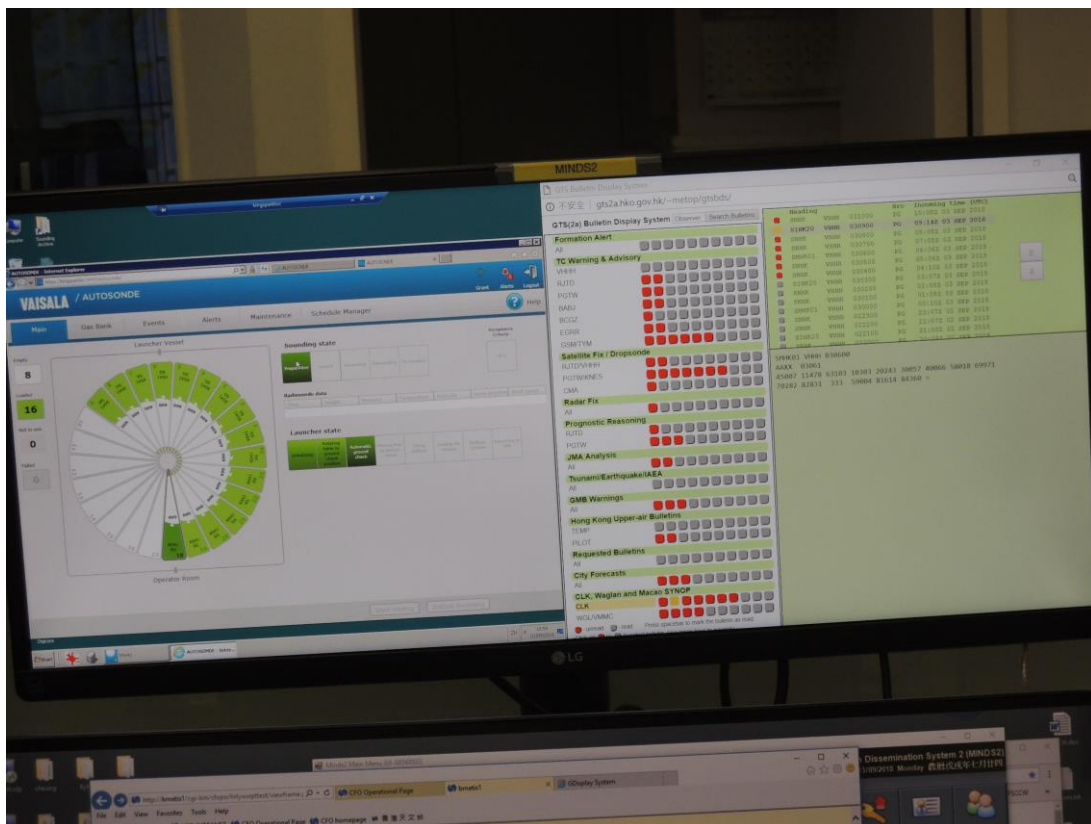
(三) 光達系統設施

- 1、香港天文台光達系統建置已相當時間，對於光達系統的特性、維運、資料處理、天氣系統個案收集及研究等方面均已有相當經驗，吸取其經驗將有助於本局推動光達觀測系統的建置與應用。
- 2、光達風切警告系統雖用於航空氣象，但對於中小尺度系統掌握亦有幫助，雙方都有發展與研究方面的興趣。
- 3、光達系統設施雖其觀測易受雨衰影響，但對邊界層的剖面風量測技術發展已趨成熟，可應用於綠能離岸風機的觀測；另，光達對於空氣懸浮微粒的量測，也可應用於空氣污染物移動的研判。

四、附錄：



照片 1：訪問團於香港天文台與岑智明台長等合照



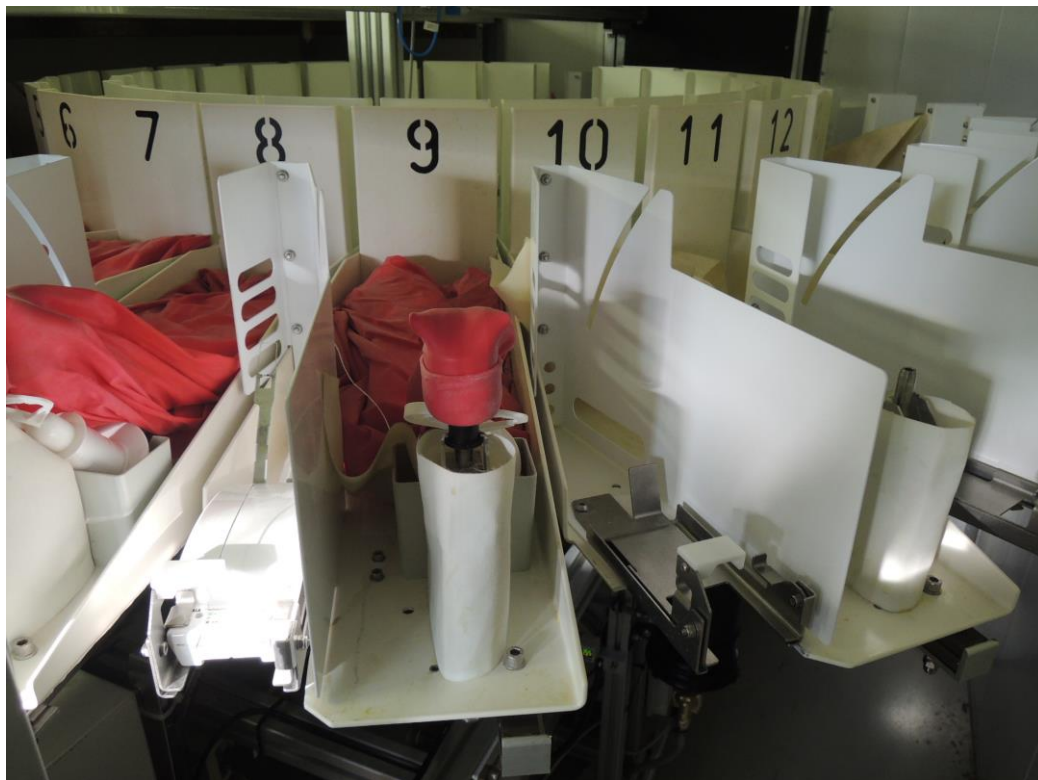
照片 2：於香港天文台天氣預報中心自動探空系統遠端作業畫面



照片 3：於香港天文台天氣預報中心人工繪圖桌



照片 4：於京士柏氣象站自動探空系統



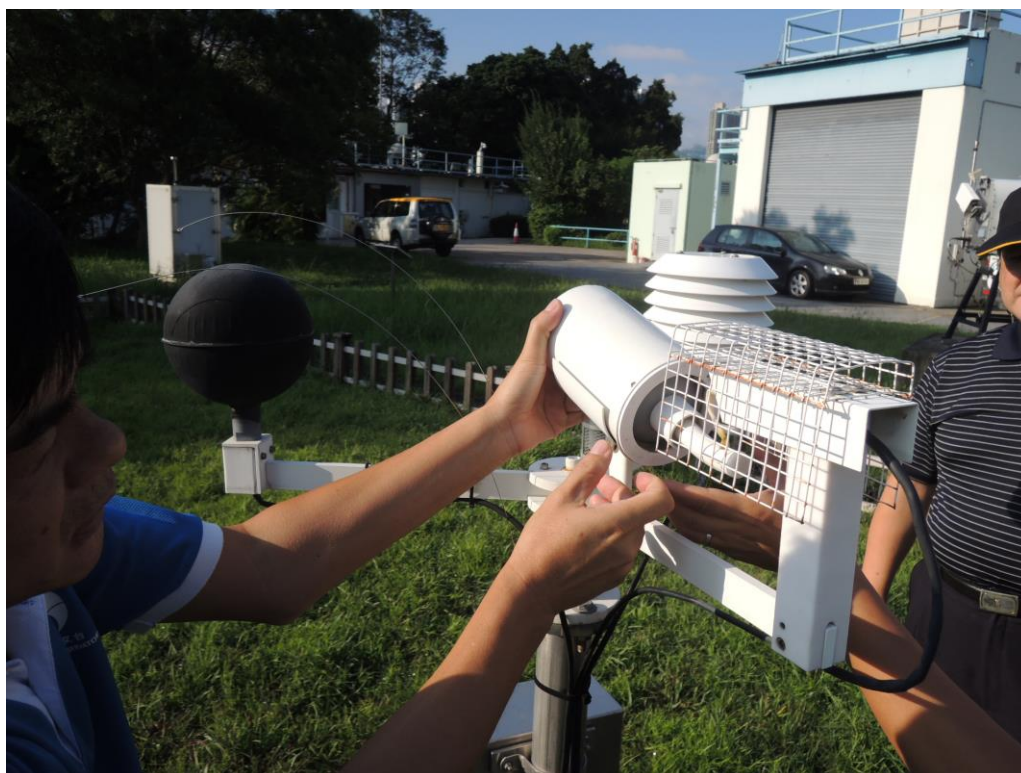
照片 5：於京士柏氣象站自動探空系統



照片 6：於京士柏氣象站自動探空系統施放園腔內氣球



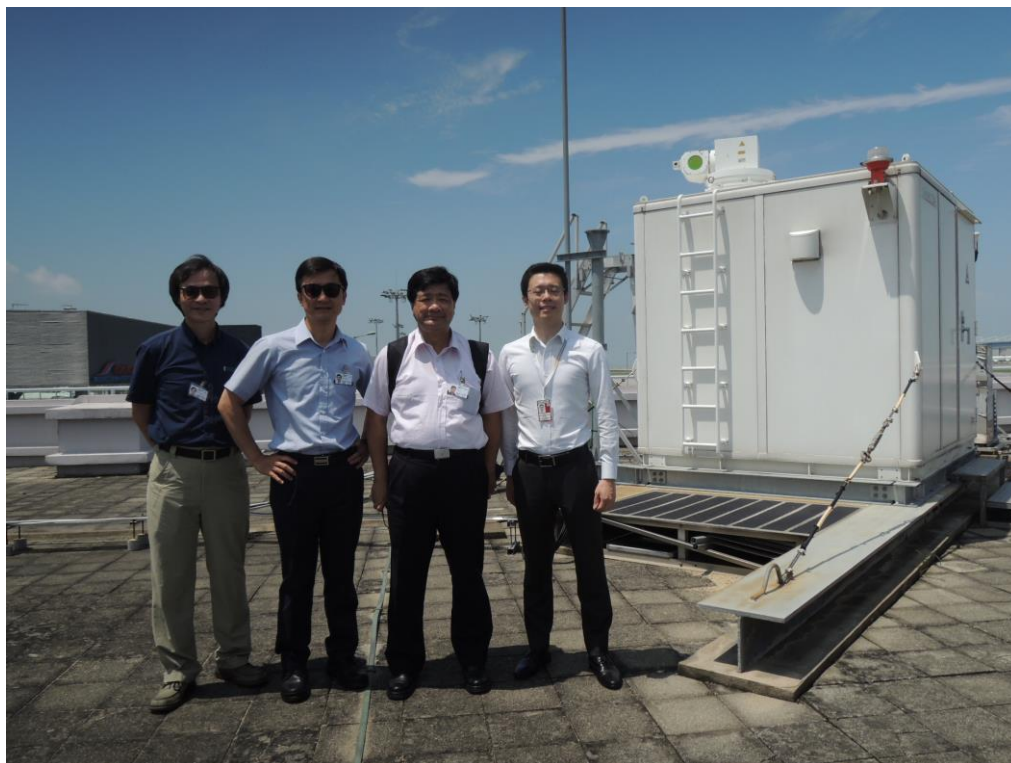
照片 7：於京士柏氣象站地面觀測設施



照片 8：於京士柏氣象站地面觀測設施



照片 9：地面觀測設雙傾斗雨量計



照片 10：於赤鱗角機場光達系統前合照



照片 11：於赤鱸角機場航空氣象中心光達資料顯示畫面