

# 台灣高山氣象觀測之瓶頸與改進之策略

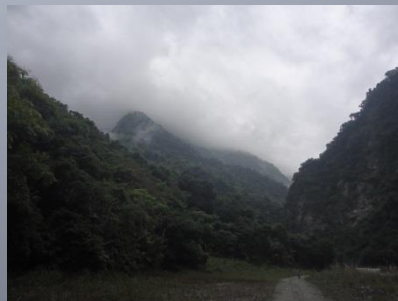
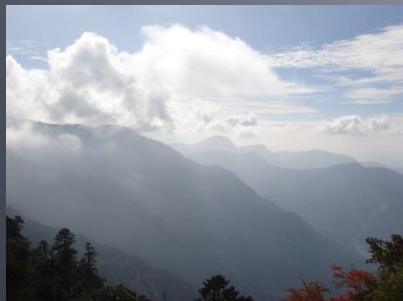
林博雄<sup>1</sup> 李育棋<sup>2</sup> 張譯心<sup>1</sup> 魏聰輝<sup>3</sup>

<sup>1</sup>臺灣大學大氣科學系

<sup>2</sup>中央氣象局

<sup>3</sup>臺灣大學實驗林管理處

05/14, 2013

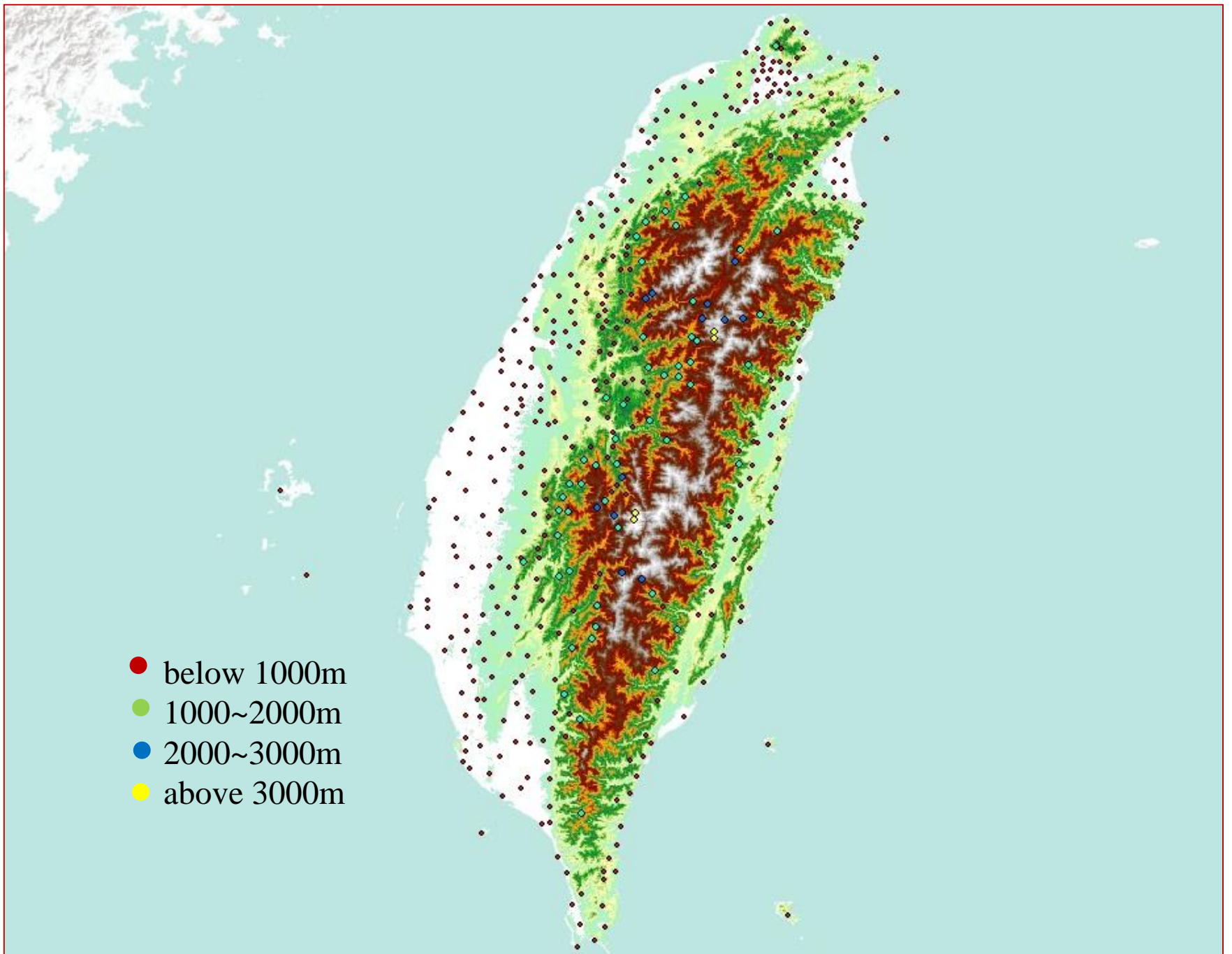


# 大綱

- 前言
- 研究方法
- 具體成果
- 結論與建議

# 前言(1)

- 高山或高原氣象觀測的研究與實務經驗，以歐洲阿爾卑斯山(Alpine)、北美落磯山脈(Rocky Mountain)、亞洲青藏高原(Tibetan Plateau)等地區最為豐富。然而上述地區都在北緯30度以北，冬季低溫大雪和夏季乾燥的氣候特色和亞熱帶台灣溫熱潮濕的氣候特性有所不同。
- 中央氣象局氣象觀測業務自1974年起逐年推動氣象站觀測自動化腳步，並因應中小尺度天氣預報與防災守視需求，1987年起再陸續建置全台灣的遙地氣象站與雨量站觀測網(陳，1997)，到了2012年台灣地區遙地自動氣象站與自動雨量站各達210站與221站，並依各站狀態與中央氣象局鄉鎮預報(蔡與呂，2012)需求逐年設備更新或新增觀測站；這些遙地氣象站雨量資料已經在台灣地區建立災害防治的重要自然背景資訊(許等，2002)。
- 隸屬中央氣象局管轄維護的氣象測站(含有人值班之氣象站、遙地自動氣象站與雨量站)海拔高度在1000~2000m有52站，海拔高度在2001~3000m有12站，超過3000m測站僅有4站。

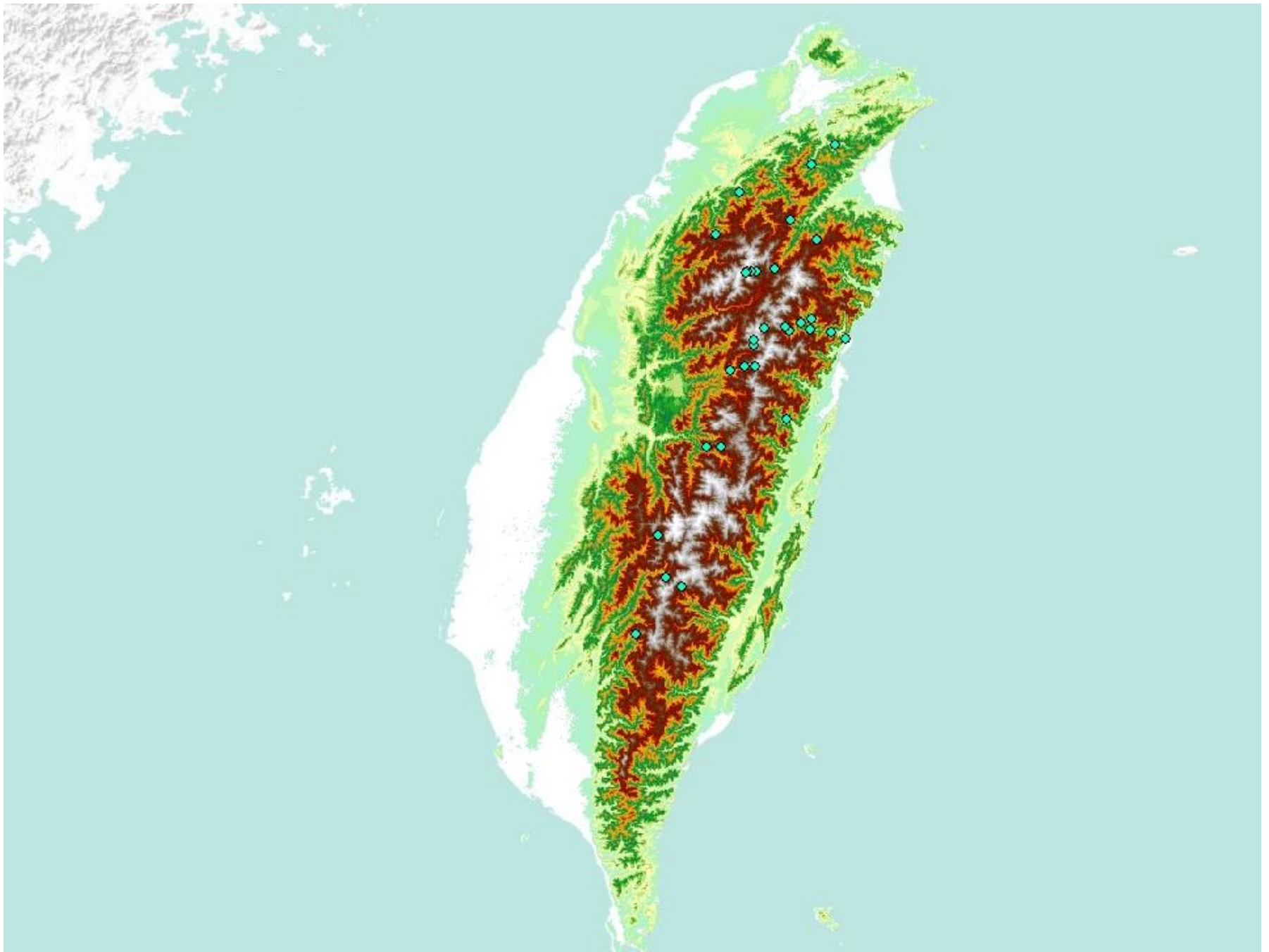


# 前言(2)

- 台灣高山地形起伏劇烈與雲霧高濕度(周等，2007;賴等，2009;王等，2011; Lai et al., 2006)、季風與颱風的強降水與高密度落雷(戴等，2012)的氣候特色，造成部分遙自動測站的氣象儀器、通訊與電力組件因長時間潮濕造成故障頻率高於平地地區，加上高山氣象測站對外交通、當地地形阻隔資料傳輸通訊，高雲量低照度造成太陽能充電時間過短、周遭植物生長以及動物昆蟲活動等等因素，都會造成觀測紀錄經常性中斷的品質問題(邱等，2005; Chiu et al., 2009)，以及難以即時回復氣象監測功能(張等，2012)。
- 台灣地區低-中-高海拔地形變化以及四季氣候特徵造成高山氣象觀測所面臨的挑戰，超乎歐美日本等高緯度國家的氣象儀器功能設計以及測站常態維護的程度。中央氣象局2012年的年度研討會特闢高山氣象議題與座談，邀行政院原住民委員會、農林與防救災政府單位、學術研究單位以及民間登山專家人士討論台灣地區高山氣象觀測與預報的需求與合作願景。因應高山氣象觀測精進的殷切需求，本文將以高山氣象觀測站所應選定的儀器特性、架設與維護方法等議題，同時透過現有高山遙地自動測站訪視與環境遮蔽度估算，以及部分儀器回收檢校，來制定現行高山測站維護等級表之樣本。

# 研究方法

- 2012年10~12月期間走訪31處各政府單位的高山氣象站
- 提供高山氣象觀測站所應選定儀器之特性如何因應低溫、高濕度高雲量與低光照度、強風等天氣現象。
- 提供台灣地區高山氣象觀測站儀器架設與維護方法之具體建議。
- 提供高山氣象觀測站高雲霧與降水情境下，無線通訊強度以及電力需求之評估方法。
- 提供國外高山氣象觀測站維運模式的樣本。
- 舉辦場跨部會之「台灣地區高山氣象觀測現況與合作模式」研討會。



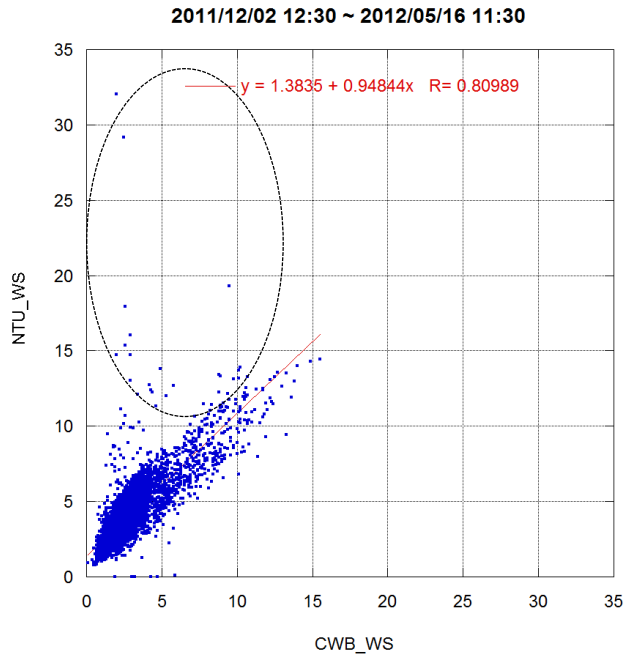
# 具體成果 (1)\_不同氣象觀測設備之資料比較

## (a)超音波風速計 vs 螺旋槳風速計 (合歡山)

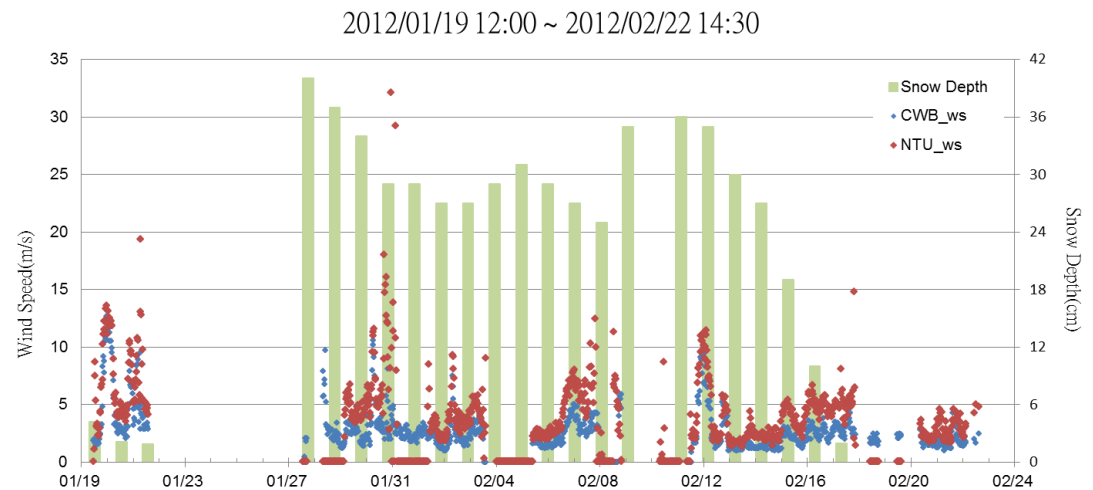
- 超音波風速計(X)和螺旋槳風速計(Y)的線性函數是  $Y = 0.95X + 1.38$  ( $R = 0.81$ )，前者風速量測有~1.05倍放大。尤其在2012年1月28日到2月13日期間風速差距更大，這段期間積雪深度維持在~30cm，強烈西風通過和合歡山，WXT520量測到山頂風速達 $30\text{ms}^{-1}$ ，同一時間的螺旋槳風速計量測數據不及 $15\text{ms}^{-1}$ 。
- 風向部分，超音波風速計(X)和螺旋槳風速計(Y)的線性函數是  $Y = 0.90X + 62.6$  ( $R = 0.59$ )。







臺大WXT520與中央氣象局自動氣象站於合歡山測站之風速時間序列與線性相關圖  
(2011年12月3日到2012年5月15日)

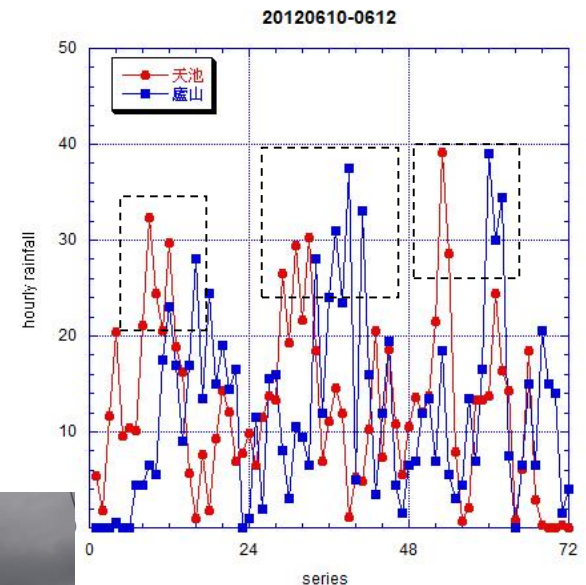
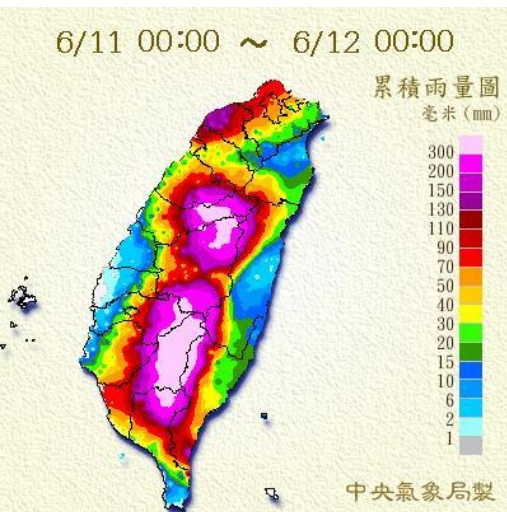


2012年1月19日到2月29日雪季期間，臺大WXT520與中央氣象局自動氣象站於合歡山測站之觀測風速以及雪深時間序列。

# 具體成果 (1)\_不同氣象觀測設備之資料比較

## (b) RAINCAP vs Tipping bucket 雨量計 (廬山)

- 2012/6/11暴雨事件同一流域的上中下游雨量觀測數據，顯示連續三天多羅灣溪最上游的能高步道林務局天池山莊氣象站都比中央氣象局廬山氣象站小時降水量高峰訊號提早4~8小時。



# 具體成果 (1)\_不同氣象觀測設備之資料比較

## (c) calibration of tipping buckets (新店)

- 中央氣象檢校中心所設計的傾斗反應--降水滴定檢校已行之多年，雨量筒外觀清潔後的承雨機械部位，置放於滴管下方進行四種固定水量(5.21mm、9.08mm、22.47mm、44.01mm)機械反應紀錄、微調傾斗重量反應螺絲以及檢測磁簧計頻性能檢查，直到恢復 $\pm 3\%$ 器差以內為止(或宣布損壞應予報廢)。
- 四年(2007~2010)追蹤紀錄資料檔案計有903份雨量筒接受校驗，其中台灣西部地區佔有575份，廠牌計有日本Nakaasa (199份，34.6%)、Komatsu (162，28.2%)、Yokogawa (141份，24.5%)、Sutron (41份，7.1%)、竹田(31份，5.4%)、SATO (1份，0.17%)等六種廠家。除了靜態調整，以「清理軸承」的紀錄最多，2007~2010年期間的記錄顯示故障維修率(維修總次數/總站數)是22~26%。台灣東部地區佔有328份(廠牌均是澳洲RIMCO)，2007~2010年期間故障維修率偏高(69%以上)。
- 如何選用適合台灣崎嶇地形以及強降水特性的地理氣特色的雨量筒(傾斗式、撞擊式或是光學式)，需要更長更完整的試驗計畫安排。



數款傾斗式雨量筒，廠牌由左而右、由上而下分別是美國Young、澳洲 Hydrological、澳洲RIMCO、日本Komatsu、日本竹田。

## 具體成果 (2)\_中央氣象局以及農林單位高山測站場勘

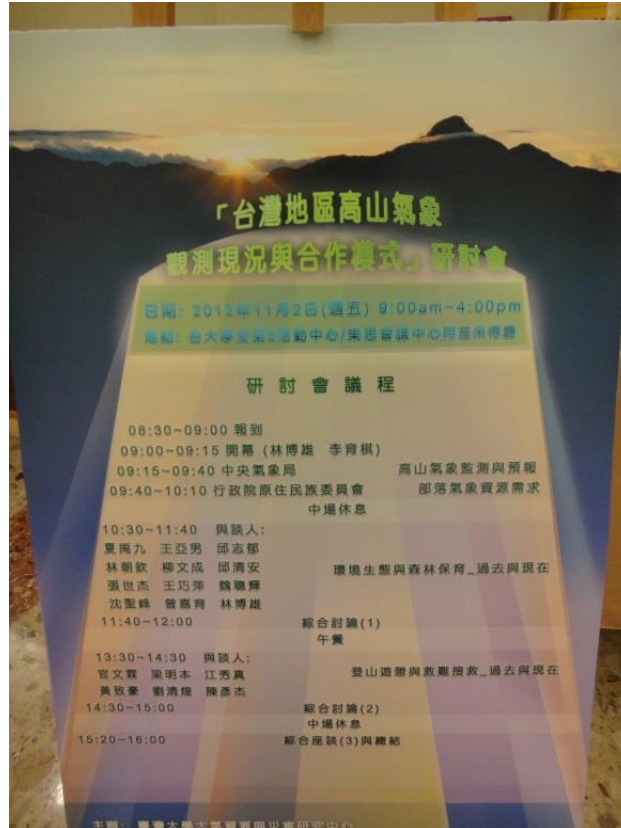
- 2012年10~12月期間走訪臺灣山區不同政府單位31處測站的高山氣象觀測站，進行環境檢視與環境遮蔽度調查，並會同中央氣象局東部與西部氣象站維修廠商實地進行測站保養現場觀察和取回雨量筒設備，以及參與中央氣象局檢校中心雨量筒清理前後的校驗差異比較，以從中釐清儀器安裝與測站維護的現況、困境與可能解決的具體方案。
- 31處測站的地理位置、高度、FOV (factor of view)、環境遮蔽度、交通便利性、人力支援性以及通訊傳輸性等特徵，並嘗試制定四項評分等級：
  1. 地形遮蔽度：(1)  $FOV < 0.85$  (2)  $0.85 < FOV < 0.92$  (3)  $FOV > 0.92$
  2. 環境遮蔽度：(1) 遮蔽度  $> 20^\circ$  (2)  $12 < \text{遮蔽度} < 20^\circ$  (3) 遮蔽度  $< 12^\circ$
  3. 交通便利度：(1)需步行一天以上(2)需步行1小時，或路況不穩定(3)車輛可到達
  4. 人力支援度：(1)無人力可以支援 (2)山友或志工支援 (3)即時資料回送

編號	站名	經度	緯度	海拔高度	FOV value		環境遮蔽度		交通便利	人力支援	無線電傳輸	GPRS訊號	評比總分
					原始值	分數	原始值	分數					
1	桶後	121.59167	24.85	387	0.8088	1	22.02	1	2	3	V	V	7
2	福山	121.49444	24.779722	455	0.9053	2	19.22	2	3	3	V	V	10
3	梅花	121.20861	24.678333	532	0.8449	1	38.88	1	3	3	V	V	8
4	雪霸	121.11611	24.526944	1956	0.9572	3	24.22	1	3	3	V	V	10
5	太平山	121.5175	24.507222	1810	0.7434	1	25.20	1	3	3	V	V	8
6	思源	121.34861	24.398889	2036	0.8557	2	55.34	1	3	3	V	V	9
7	雪山圈谷	121.2362	24.3885	3593	0.8232	1	17.15	2	1	2			6
8	黑森林	121.2404	24.3929	3409	0.7992	1	77.12	1	1	2			5
9	369山莊	121.2551	24.3926	3222	0.802	1	13.07	2	1	2			6
10	哭坡頂	121.2778	24.3909	3024	0.9514	3	5.14	3	1	2		V	9
11	廬山	121.17333	24.035	1562	0.8662	2	20.32	1	3	3	V	V	9
12	昆陽	121.26528	24.122778	3252	0.9008	2	25.65	1	3	3	V	V	9
13	合歡山	121.26444	24.145278	3292	0.9546	3	30.01	1	3	3	V	V	10
14	大禹嶺	121.30806	24.187778	2565	0.9417	3	16.41	2	2	3	V	V	10
15	碧綠神木	121.40556	24.1775	2212	0.92	3	25.19	1	3	3	V	V	10
16	天祥	121.4875	24.181389	550	0.8183	1	49.66	1	3	3	V	V	8

## 具體成果 (3)\_國外氣象觀測維修運作概況

- NOAA /NWS WFO (Weather Forecast Office)
- ✓ 一個地區性WFO管控的地面氣象觀測網大致以NWS氣象雷達涵蓋範圍來區分，並不是一個州一個WFO。
- ✓ 一個地區性WFO有關各種高空遙測與地面觀測的技術人員僅有3人，常態上每3個月到各自動站巡視。每一個WFO管控轄區內各機場的ASOS (或AWOS)以及NWS自有的自動站，總數約在~20站上下。
- ✓ 各觀測站透過網路和AWIPS介面(類似中央氣象局WINS系統介面)監看即時資料，若是人工發現或是被MADIS (Meteorological Assimilation Data Ingest System)資料同化系統辨識出某一測站資料有異狀，技術人員先用電話Modem遠端撥接進入測站的記錄器來診斷問題，若有需要則排定現場維護。
- ✓ MADIS 系統也提供美國政府不同部門提供的氣象資料格式規範、轉檔以及品質檢查。
- ✓ 目前美國FAA(聯邦飛航總署)與NOAA/NWS簽訂協定，機場氣象觀測硬體設備與維護經費由FAA提供，NOAA/NWS負責資料控管使用與機場天氣守視和航路預報。
- ✓ 其他公務單位(農業、森林、環境保護等)氣象觀測自行編列預算與作，但是資料可以要求匯入NWS的AWIPS系統。

# 具體成果 (4)\_ 「台灣地區高山氣象觀測現況與合作模式」研討會



- 氣象局
  - 環保署
  - 林務局(+林業試驗所)
  - 國家公園
  - 學術實驗林/農場
  - 茶葉改良所/農業試驗所
  - 原住民族委會
  - 飛行安全調查委員會
  - 民間登山健行協會
- (缺\_民航局,高工局)

2012年11月2日於臺灣大學集思會議中心舉辦「台灣地區高山氣象觀測現況與合作模式」研討會現場。



# 結論與建議

- 全球各國政府氣象觀測所關心的議題和研發方向，均和中央氣象局需求與預劃不謀而合；建議中央氣象局派員參與WMO/TECO研討會，海峽兩岸的氣象交流也應該擴及「氣象觀測技術」的交流。
- WMO建議氣象觀測坪應有地勢平坦寬闊的低環境遮蔽度條件需求，然而台灣陸地崎嶇地形、茂密樹林植被現況以及林務管理政策，僅有少些氣象測站環境遮蔽低於6度，這一現況凸顯出亞熱帶/熱帶國家氣象觀測的特有性。建議中央氣象局在中低海拔地區設置高山氣象測試場地，凸顯台灣氣象觀測特有的專業形象與能力。
- 台灣山區雨量充沛，造成氣象測站周遭植物植被生長速度快特色以及山區道路坍塌頻傳現象。如何善用經費及人力資源來保持高山測站環境以及雨量筒免於樹葉堵塞，需要跨單位協力合作。
- 從自動雨量站場勘以及器差校驗紀錄來看，台灣地區透過傾斗式雨量筒所獲得的地面降水量有低估趨勢。有別於傾斗式雨量筒量測雨量的其他觀測設備，如撞擊式雨量計、光學式雨量計等，建議儘快規劃雨量觀測技術/設備比對方案。
- 農林單位第一線保育人員極力贊同氣象觀測業務應跨單位合作，統合資源和維護人力的講習培訓，確保台灣山區雨量紀錄的即時性和正確性。
- 建議進行全國性氣象觀測站普查，重新規範各公務單位氣象站等級類別，檢視氣象資料品管與格式統一問題，加入天氣數值模式(城鄉精緻預報)的資料驗證與資料同化需求。
- 進行中的氣象局自動氣象站/雨量站設站規畫，建議善用林務局全國步道網，不僅將氣象監測規範於防災救災需求，也納入生態保育遊憩需求的觀點，來分攤中央氣象局人力不足與經費有限之壓力，透過其他公務部門和民間登山團體和國家公園志工組織，協力維護高山氣象監測網。本文以2012年6月西南氣流暴雨事件為例，說明多羅灣溪上游能高山區林務局氣象站和中下游的廬山聚落與奧萬大中央氣象局雨量站，三段雨量紀錄的時間延遲性現象，符合防災與遊憩雙重效用氣象監測。