

雷射式剖風儀與傳統高空探空風場資料特徵之比較分析

張培臣、任亦偉、呂崇華、曾德晉

空軍氣象聯隊

摘要

氣象聯隊於106年採購之車載雷射式剖風儀，係為偵測機場起降階段之風切與亂流，故採用法國LEO SPHERE公司WINDCUBE 100S型觀測系統，最高空間解析度可達25米，最高時間解析度為10秒。由於作業中較關切之空層為2,000米以下空域，是以亦以此為比對傳統氣象高空探空資料之主要範圍，藉以了解納入新雷射式剖風儀後之資料運用、作業程序、任務適應之差異，甚至評估未來加入數值模式四維同化之可行性。

本研究採用WINDCUBE計4種操作模式其中之DBS(Doppler Beam Swinging)，以此基礎選定仰角向東、南、西、北以及垂直等5個方向，執行儀器垂直當空之風場觀測，並與其鄰近位置傳統探空站資料進行比對分析。為了解此風場資料特性，本研究運用架設於屏東與花蓮地區的車載雷射式剖風儀，進行傳統高空探空與剖風儀高空風場資料比對與探討；實驗結果顯示風向上之相關係數最高可達0.899，風速之相關係數最高則達0.944，顯示剖風儀風場資料已具實際運用之可靠性。另原廠技術文件雖載明降雨及雲層為該系統之限制因素，但實際觀測中卻發現仍有部分觀測個案並未受影響，且有數次晴空觀測出現明顯干擾狀況；經比對地面能見度、天氣現象、相對濕度與天空狀況分布雖有部分關聯性，仍有待更多天氣系統與季節性個案加以進一步驗證。

關鍵字：雷射式剖風儀、DBS、PPI、高空探空

一、前言

風場是大氣中重要的氣象要素；為維護飛安及掌握高密度的風場資訊，本聯隊分別於北、中、南及東部機場設置車載雷射式剖風儀各乙部，並連續性執行定點垂直方向之中低空層風場觀測作業；而設備之穩定性與準確性，已由張等(2014)得到驗證。

隨著近代建築技術提升，建置測風塔來觀測低高度風向風速亦為另一種高空觀測；中國大陸即曾就測風塔所測得資訊與剖風儀資料作廣泛研究比對。如夏等(2011)以架設於北京附近之325公尺氣象測風塔，與法國Leosphere的Windcube進行資料比對，顯示在匹配高度上(63公尺、80公尺、100公尺、120公尺、160公尺及200公尺)，10分鐘內風向、風速平均值有很好的的一致性，相關係數分別達到0.99及0.98以上。另外王等(2013)則於張家口執行122公尺測風塔測風設備(120(含)公尺以

下為機械式風向標和風杯式風速計，122公尺僅有風杯式風速計)與法國Leosphere的Windcube進行風向、風速、標準偏差和湍(亂)流強度對比分析；顯示測量結果基本上不受降水影響，風向與風速相關係數則均達到0.99以上。劉等(2013)以中國海洋大學自製車載光達和探空氣球作風廓線資料比對，結果顯示光達與探空在0~1公里內主要為西北風與偏北風，1~3公里為偏北風，3~5公里逐漸轉為偏西風，風速在0~5公里內，隨高度逐漸增至15公尺/秒(圖1)；另外在2.4至4.6公里的風速測量結果在風速15公尺/秒，二者偏差量在5公尺/秒範圍內；風速在15公尺/秒以上時測量偏差略有增大，但整體風速分布有很好相關性(圖2)。

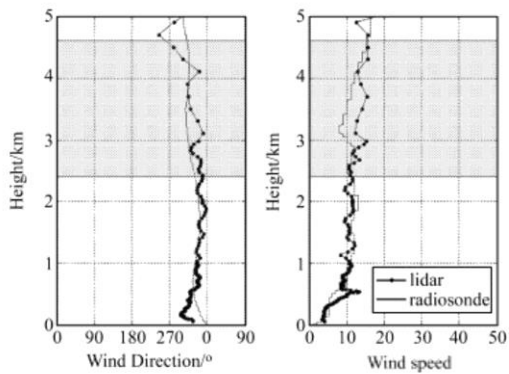


圖1 探空氣球測量開始時間為2011年04月14日0715時，光達測量時間為0724至0733，點實線為光達，實線為探空氣球；2.4至4.6公里陰影處為風速差異區探討高度。

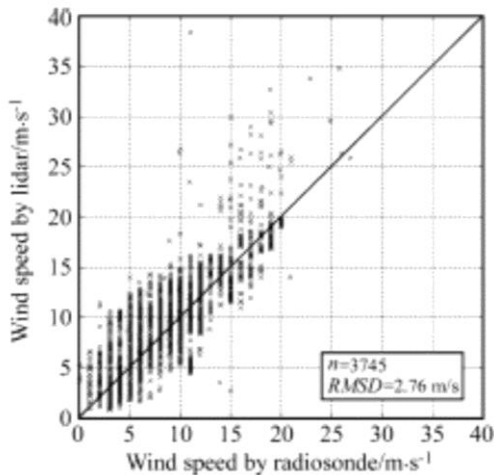


圖2 2.4至4.6公里內光達與探空氣球在方均根差為2.76公尺/秒下，樣本數為3,745；15公尺/秒以下時，偏差量為5公尺/秒以下，15公尺/秒以上時，偏差量較大。

二、實驗設計

(一) 資料蒐整

1. 儀器置放地理資訊：

- (1) 屏東機場高空觀測站約位於北緯22.7度、東經120.5度，剖風儀觀測地點約位於北緯22.7度、東經120.5度；兩者相距2.3公里(圖3)。
- (2) 氣象局花蓮高空觀測站位於北緯23.6度、東經121.4度；花蓮機場剖風儀架設於北緯24.0度、東經121.4度，兩者相距4.4公里(圖4)。



圖3 屏東探空施放地點與屏東車載雷射式剖風儀觀測地點相對位置分布圖。

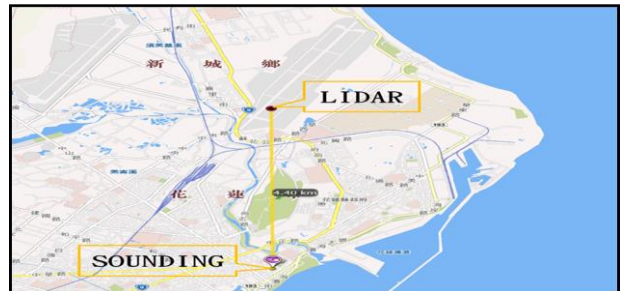


圖4 同圖3，但為花蓮地區觀測儀器相對位置分布圖。

2. 儀器觀測資訊：

(1) 屏東與花蓮高空觀測站：

以300~350公尺/分速度上升，觀測環境場內氣壓、溫度及溼度；另風向、風速則由追蹤天線之方位角及仰角計算而得，約至30公里球炸後，以無線電探空儀隨降落傘自由掉落，即為觀測結束。

(2) 屏東剖風儀：

以雷射光分別執行東、南、西、北仰角75°及垂直方向掃描，藉以計算大氣環境中懸浮粒子都卜勒位移而得該方向及高度的風向風速值。

觀測方式以物理解析度為25公尺/秒觀測高度50至2,000公尺風向風速資料，掃描產品為不間斷執行3次DBS後，執行1次PPI。

(3) 花蓮機場剖風儀：

以雷射光分別執行東、南、西、北仰角75°及垂直方向掃描，藉以計算大氣環境中懸浮粒子都卜勒位移而得該方向及高度的風向風速值。

觀測方式以物理解析度為25公尺/秒觀測高度200至2,000公尺風向風速資料，掃描產品為不間斷執行2次DBS與各1次的PPI、RHI及LOS。

3.資料選取：

(1)屏東與花蓮高空觀測站：

高空探空觀測資料分別為10日至14日每日00Z及12Z，合計有20筆。

(2)屏東機場剖風儀：

剖風儀觀測資料計分別為10日晨間25筆及夜間12筆、11日晨間28筆及夜間26筆、12日晨間32筆及夜間20筆、13日晨間0筆及夜間14筆，以及14日晨間16筆及夜間18筆，合計191筆資料。

(3)花蓮機場剖風儀：

剖風儀觀測資料計分別為10日晨間6筆及夜間9筆、11日晨間9筆及夜間8筆、12日晨間8筆及夜間6筆、13日晨間8筆及夜間6筆與14日晨間7筆及夜間8筆，合計75筆。

(二) 分析方法

為比對剖風儀觀測風場與高空探空觀測風場資訊，本次實驗特選定屏東及花蓮等二處同時具有剖風儀及探空觀測設備之地區進行資料對比，並主動調整剖風儀觀測時程，藉以近似零時差方式比對探空作業風場資訊。因剖風儀風場重建資料(reconstruction)係透過DBS產品所反演，故每一回合觀測共5組資料(分別為東、南、西、北方及正上方觀測資料，其中東、南、西、北4方每組均有水平風場資訊，而正上方觀測資料僅包括垂直風場資訊)，故將東、南、西、北4個方向的風場資料直接以算術平均計算；其中當風向跨越360，如以算術平均風向不合理，如350風向與010風向平均應為360，然算術平均 $(350+010)/2=180$ ，二者差異180度，因此當風向變化差異大時，以人工計算平均風向。風速部分仍以算術平均為主，並以人工剔除不合理數值，留用有效值作為剖風儀水平風場，再將風場資訊以統計方式作垂直方向定性分析與相關係數離散程度比較。此次觀測資料比對日期自106年04月10日至04月14日止，資料比對時間，由作業人員將高空觀測氣球施放升空

時間點作為資料採樣標定時間，再由剖風儀觀測資料進行匹配，選取標定作業時間前後剖風儀觀測樣本數，據以降低作業誤差並涵蓋標定時間以增加資料可靠度(如圖5)，風場比對高度則配合剖風儀觀測高度(屏東站為50至1,700公尺，花蓮站為200至2,000公尺)。

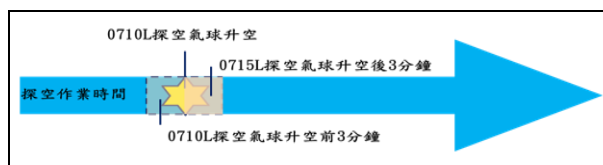


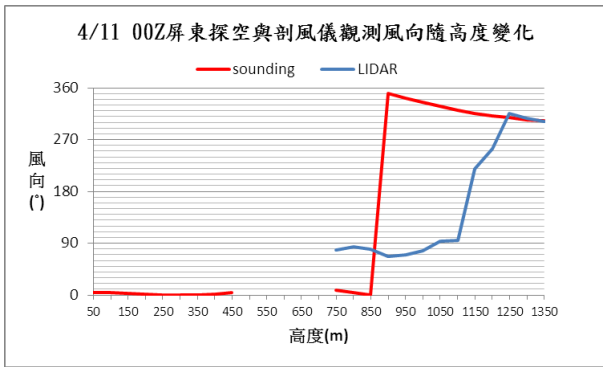
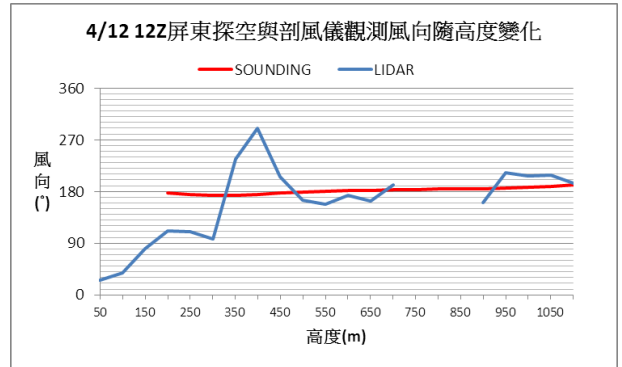
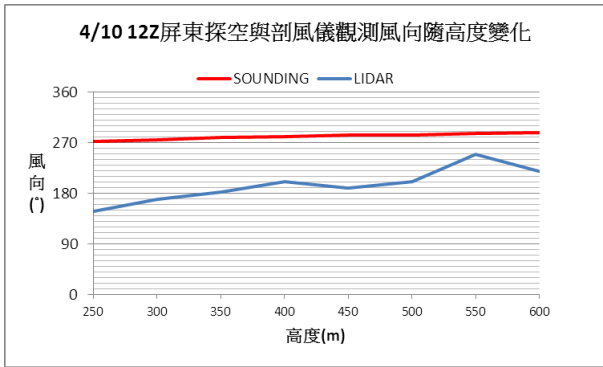
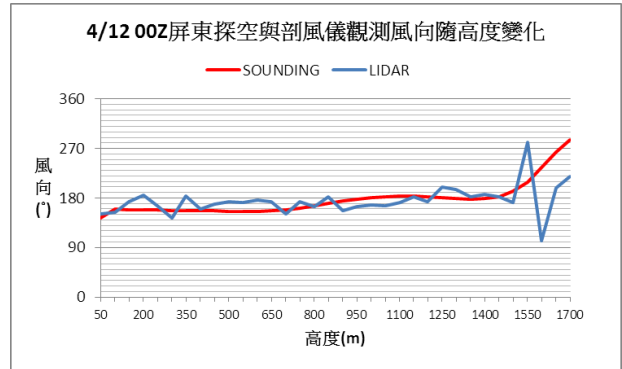
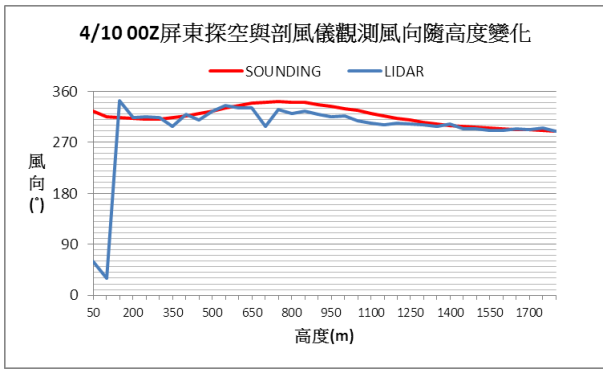
圖5 探空氣球資料與剖風儀資料選定示意圖。

三、地區資料比對與分析

(一) 屏東地區

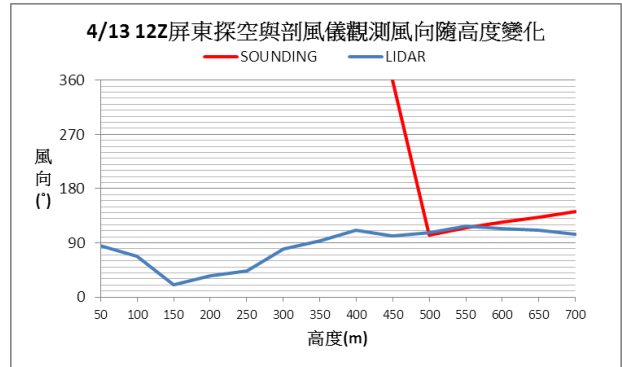
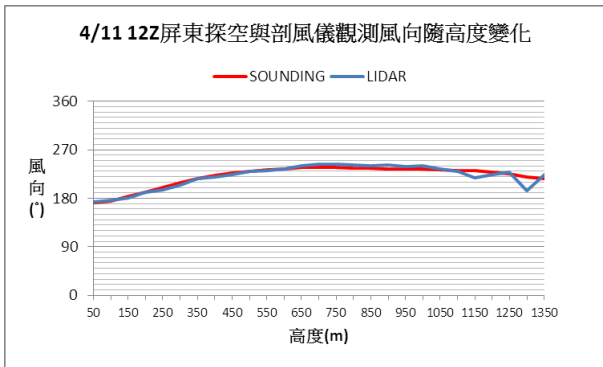
1.風向部分：

由4月10日00Z至14日12Z(UTC)探空與剖風儀觀測風向隨高度變化分布圖得知(圖6(A)至(J))，風向隨高度變化上趨勢相近。資料相關係數最佳時間為04月11日12Z，當時相關係數高達0.899(圖7)，當時屏東地區11至12Z為能見度6,000公尺，無降雨，天空為裂雲情況，雲幕高度為21,00呎(圖8)；相關係數最差時間則為04月10日00Z，其相關係數為0.112(圖9)，能見度為9,999公尺，無降雨，天空狀況為裂雲，雲幕高為3,200呎。另外04月13日00Z剖風儀風場觀測數據過少，無法執行比對；而其當日23至00Z天氣情況為能見度2,300公尺，小雨、霧，天空狀況為密雲，雲幕高則為2,100呎。



106.4.13.00Z

- 因剖風儀本次觀測有效高度過低(250m)，樣本數較少，故未實施比對。



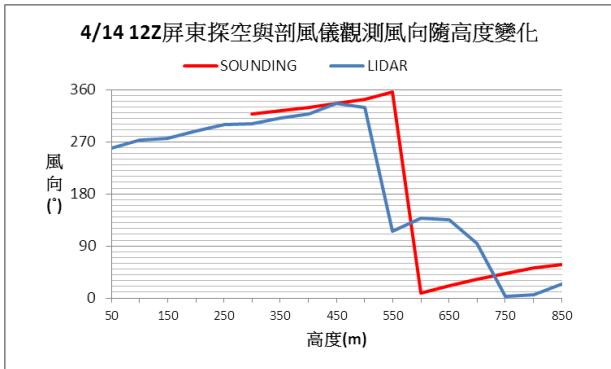
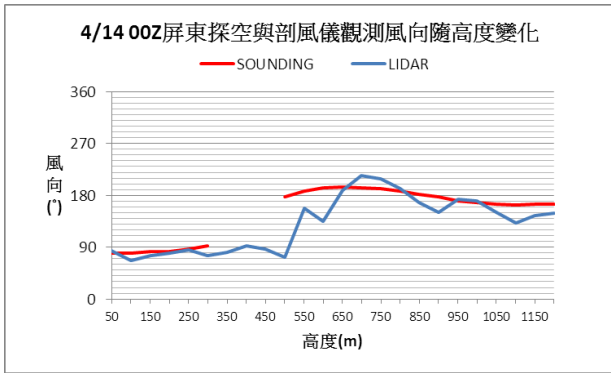


圖6 屏東地區剖風儀與探空氣球風向隨高度變化圖，(A)、(C)、(E)、(G)及(I)同為00Z，但分別為04月10日、11日、12、13及14日；(B)、(D)、(F)、(H)及(J)同為12Z，日期分別為04月10日、11日、12、13及14日。

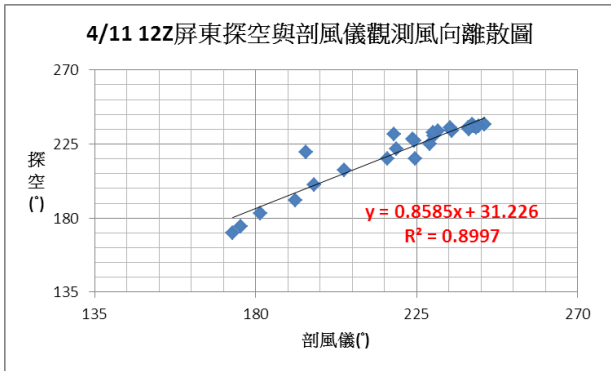


圖7 04月11日12Z屏東探空與剖風儀觀測風向離散圖，相關係數為0.899。

RCDC	7	8	19	20
04/10	24 C/0 1009 99 1200 21 3200	25 C/0 1010 99 1200 21 2500	26 25004 1907 99 1800 18 1400	25 26002 1007 99 1800 18 5000
04/11	26 C/0 1007 99 1200 20 5000	28 C/0 1008 99 1200 21 5000	25 18005 1009 99 1200 22 5000	25 15004 1009 99 1200 22 5000
04/12	23 C/0 1011 50 1200 22 1200	23 C/0 1012 60 1200 22 1200	22 35002 1912 60 1200 21 1200	22 C/0 1013 60 1200 21 5000
04/13	20 33006 1015 24 3100 1000 19 4000 1000	20 34003 1018 16 4000 1000 19 4000 1000	22 34005 1915 40 1200 20 1200	22 02002 1016 40 1200 19 1200
04/14	21 35002 1015 24 3100 1000 19 6000 1000	24 06003 1015 32 1200 20 1000 1200	25 24002 1913 99 1200 20 1200	25 29003 1014 99 1200 20 1200

圖8 04月10日至14日每日23至00Z及11至12Z屏東地區一覽圖。

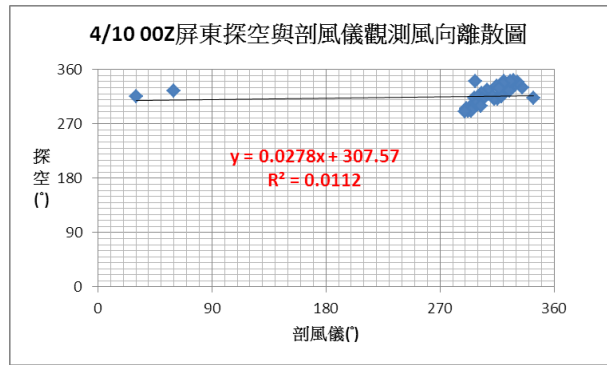
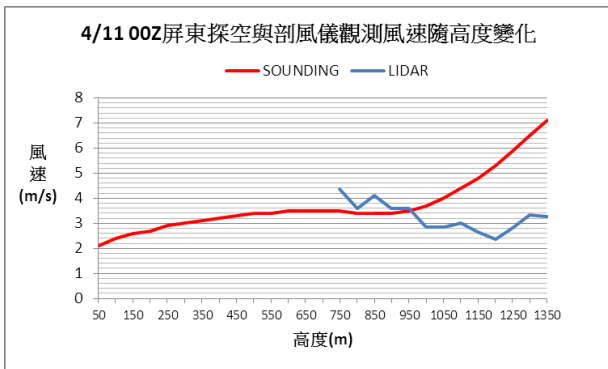
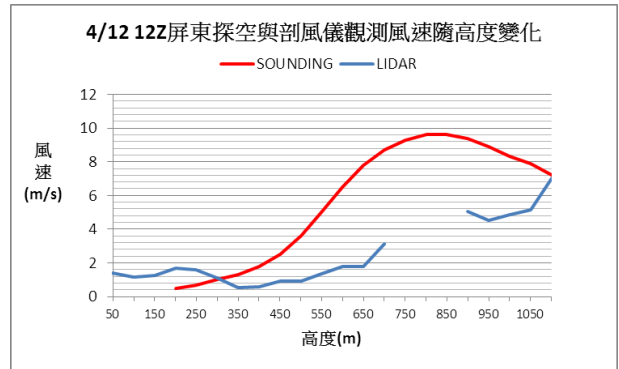
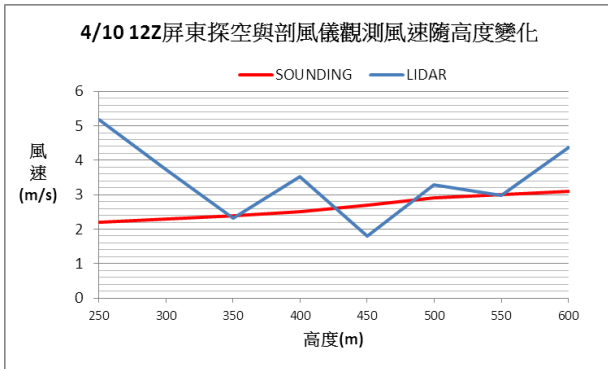
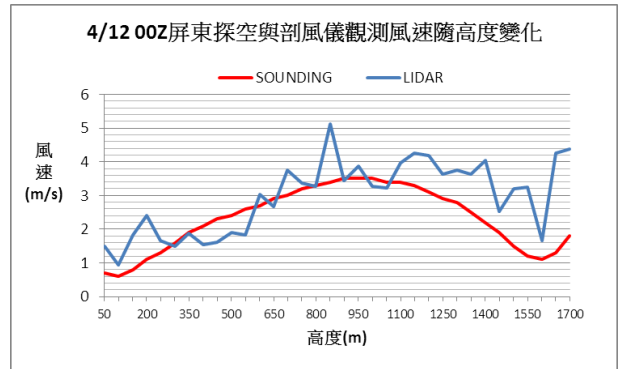
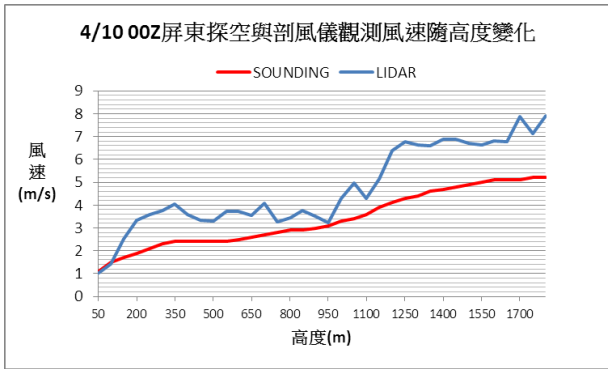


圖9 04月10日00Z屏東探空與剖風儀觀測風向離散圖，相關係數為0.112。

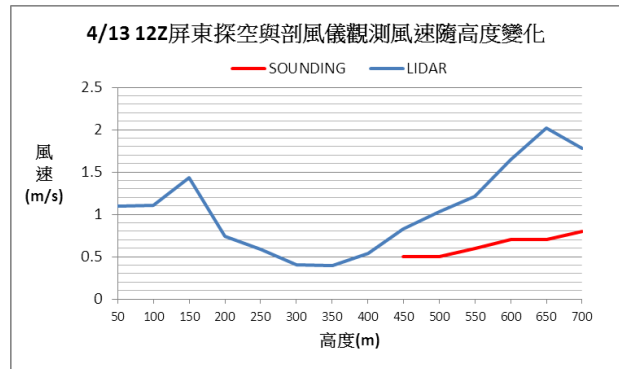
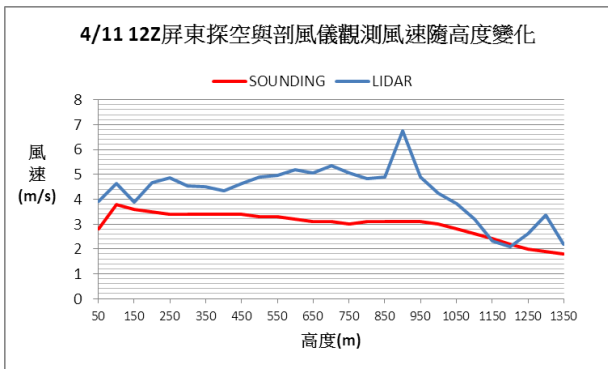
2. 風速部分：

由04月10日00Z至14日12Z探空與剖風儀觀測風速隨高度變化分布圖得知(圖10(A)至(J))，風速隨高度變化上趨勢相近。資料相關係數最佳時間為04月10日00Z，當時相關係數高達0.925(圖11)，其屏東地區23至00Z為能見度9,999公尺，無降雨，天空狀況為裂雲，雲幕高為3,200呎(如圖8)；至於最差時間為04月11日00Z，其相關係數僅為0.366(圖12)，當時天氣能見度為9,999公尺，無降雨，天空狀況為裂雲轉疏雲，雲幕高為6,000呎。



106.4.13.00Z

- 因剖風儀本次觀測有效高度過低(250m)，樣本數較少，故未實施比對。



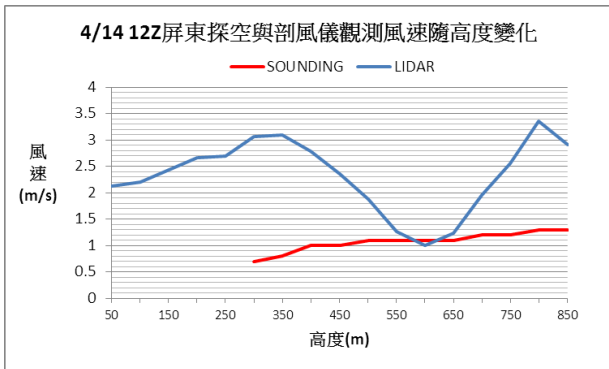
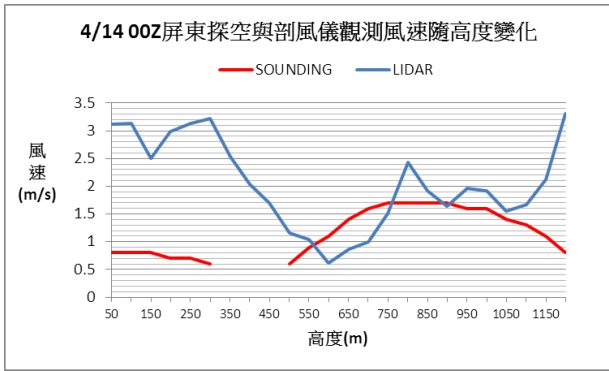


圖10 屏東地區剖風儀與探空氣球風速隨高度變化圖，(A)、(C)、(E)、(G)及(I)同為00Z，但分別為04月10日、11日、12、13及14日；(B)、(D)、(F)、(H)及(J)同為12Z，日期分別為04月10日、11日、12、13及14日。

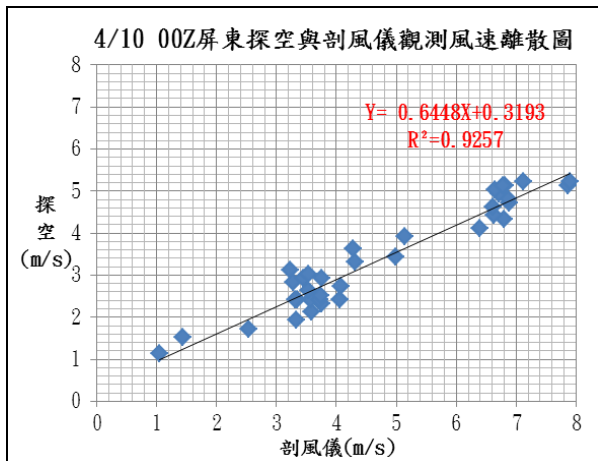


圖11 04月10日00Z屏東探空與剖風儀觀測風速離散圖。

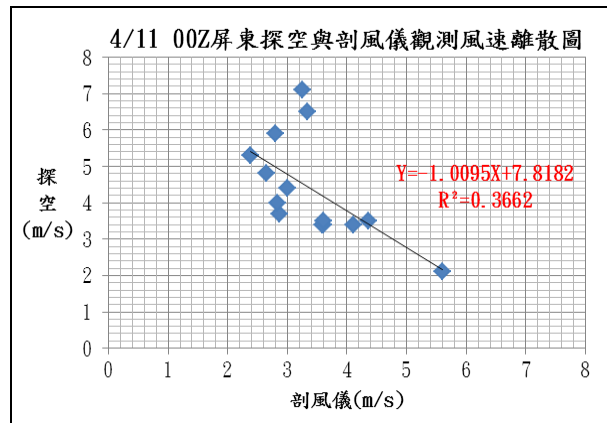
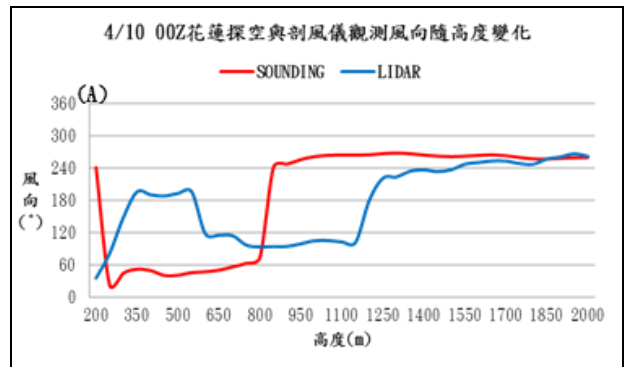


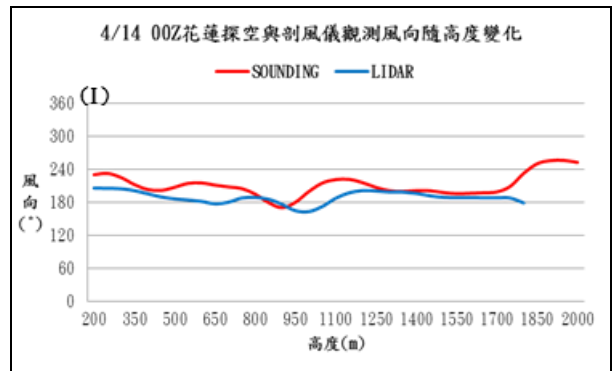
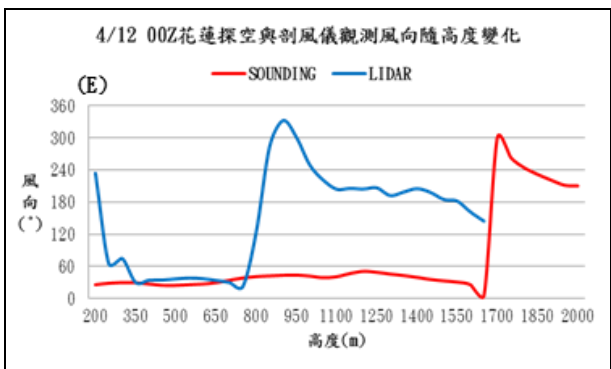
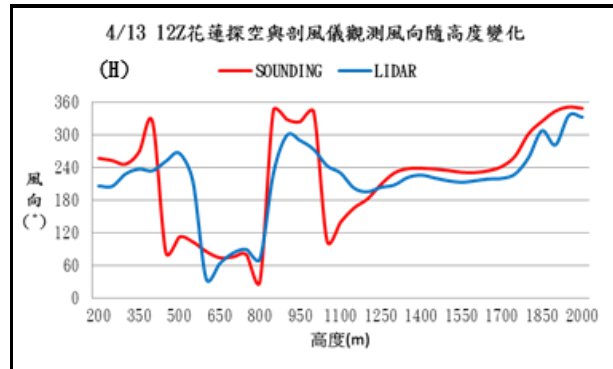
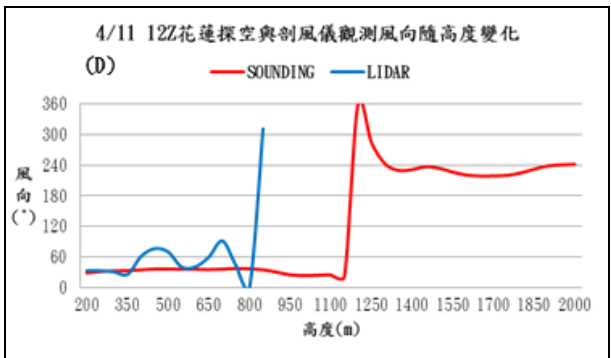
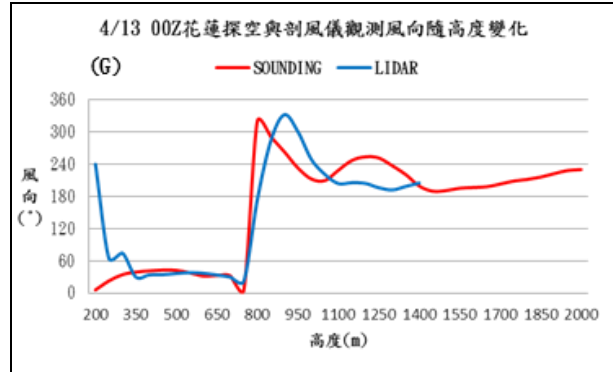
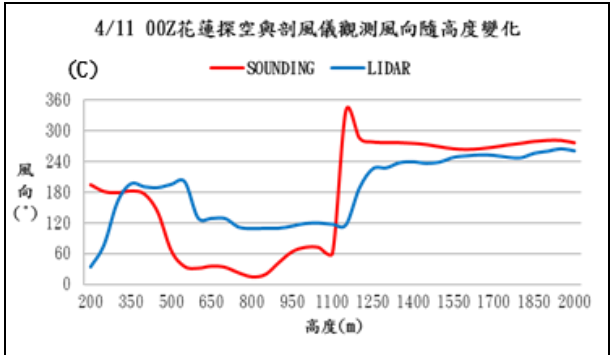
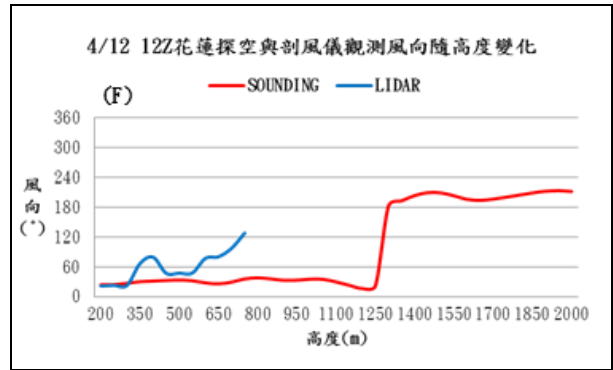
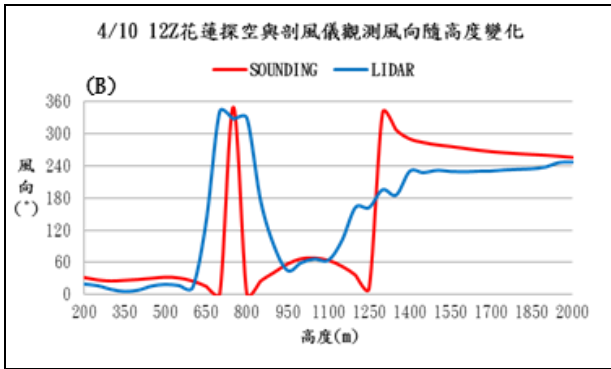
圖12 04月11日00Z屏東探空與剖風儀觀測風速離散圖。

(二) 花蓮地區

1. 風向部分：

由04月10日00Z至04月14日12Z探空與剖風儀觀測風向隨高度變化分布圖得知(圖13(A)至(J))，風向隨高度變化上趨勢相近。最佳時間為04月13日00Z，當時相關係數高達0.671(圖14)，當日花蓮地區23至00Z為能見度7,000公尺轉8,000公尺，小雨，天空為密雲情況，雲幕高度為20,00呎(圖15)；最差時間為11日12Z，其相關係數為0.013(圖16)，當時天氣能見度為3,200公尺，小雨、霧，天空狀況為密雲，雲幕高為1,600呎。





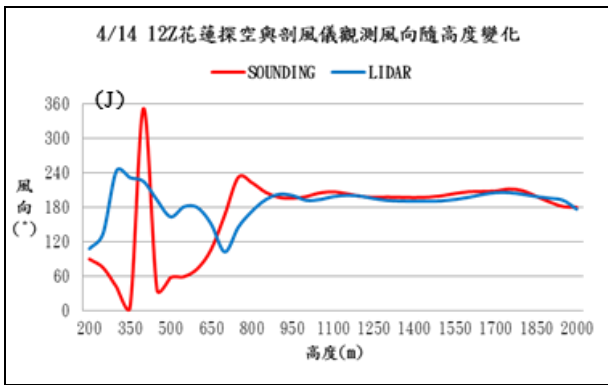


圖13 同圖6，但為花蓮地區。

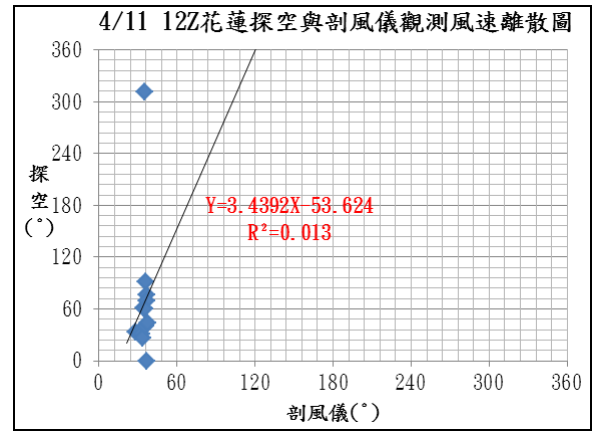


圖16 04月11日12Z花蓮探空與剖風儀觀測風向離散圖，相關係數為0.013。

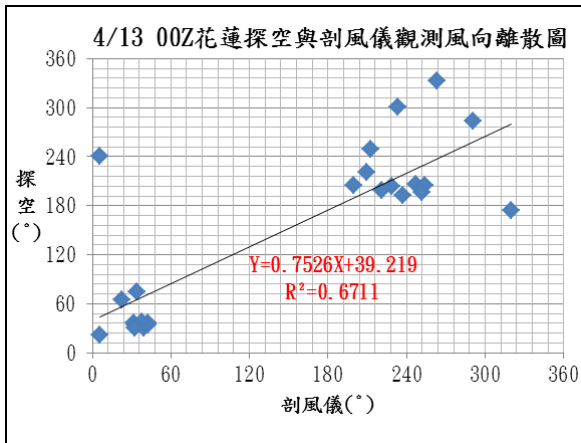


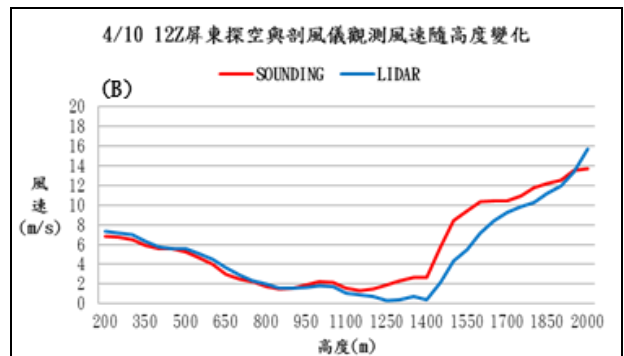
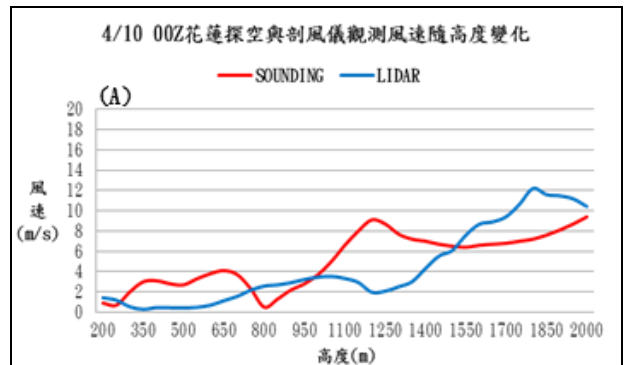
圖14 04月13日00Z花蓮探空與剖風儀觀測風向離散圖，相關係數為0.671。

2.風速部分：

由04月10日00Z至14日12Z探空與剖風儀觀測風速隨高度變化分布圖得知(圖17(A)至(J))，風速隨高度變化上趨勢相近。最佳時間為04月14日12Z，當時相關係數高達0.944(圖18)，其11至12Z為天氣情況能見度9,999公尺，無降雨，天空狀況為裂雲，雲幕高為5,000呎。最差時間為4月11日12Z，其相關係數為0.002(如圖19)，當時天氣能見度為3,200公尺，小雨、霧，天空狀況為密雲，雲幕高為1,600呎(圖15)。

RCYU	7	8	19	20
04/10	25 20001 1008 99 99 20 2000 1008	27 23002 1008 99 99 21 2000 1008	25 02008 1905 99 99 22 3500 0608	25 01006 1005 99 99 21 4000 0808
04/11	c/o 1007 99 99 20 5000 1208	c/o 1008 99 99 21 5000 0808	04013 20 2011 32 3011 18 4000 1600 18 4000 1600	03010 20 7012 38 3011 18 4000 1600 18 4000 1600
04/12	35003 1015 30 4000 1800 17 9000 0808	04009 1045 40 4000 1800 18 4000 1600	03014 19 3017 40 3017 16 4000 1600 16 4000 1600	04011 19 1647 40 3017 16 4000 1600 16 4000 1600
04/13	30002 1019 19 7000 1600 16 4000 1600	35003 1019 19 8000 1600 16 4000 1600	24003 1918 20 1918 90 3500 18 3500 17 3500 1908	25001 1018 19 8000 3500 19 3500 1908
04/14	21004 1018 20 9900 1008 17 5000 1208	23005 1018 21 9900 1008 18 5000 1208	10001 1914 24 1914 99 99 19 5000 1208	c/o 1015 23 1015 99 99 19 5000 1208

圖15 同圖8，但為花蓮地區一覽圖。



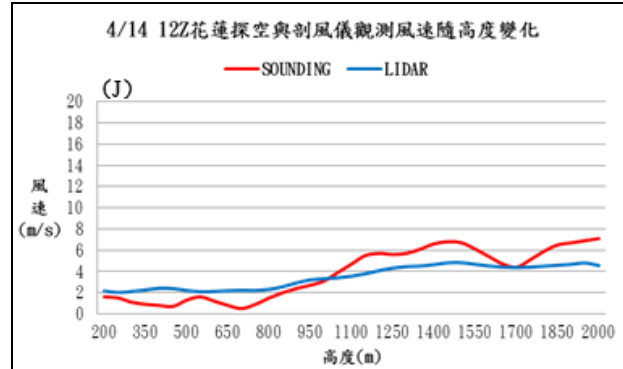
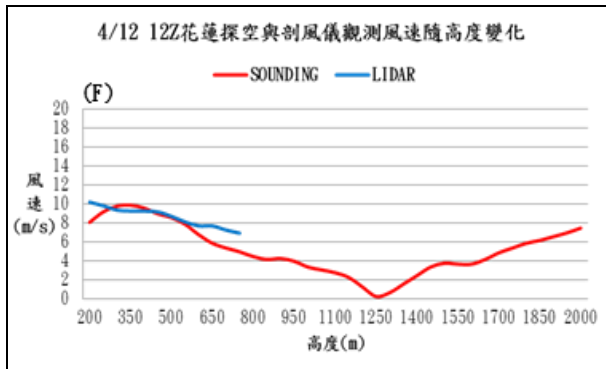
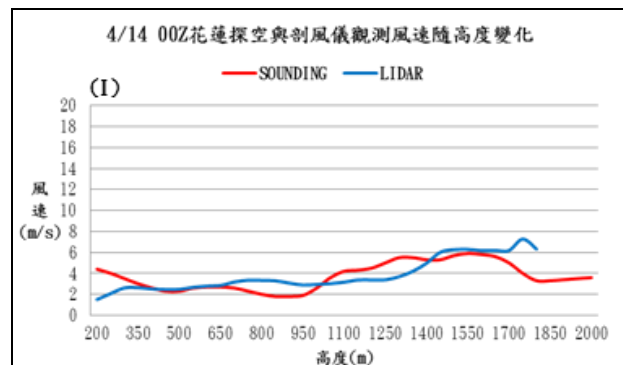
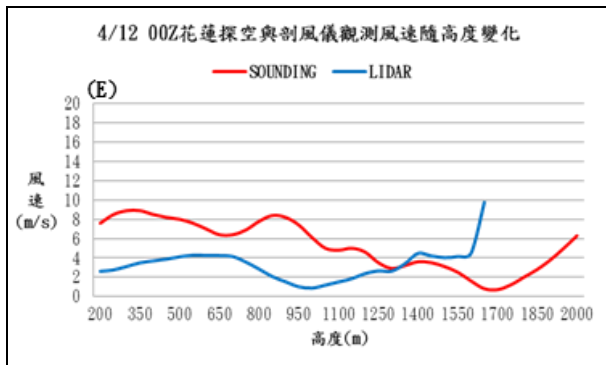
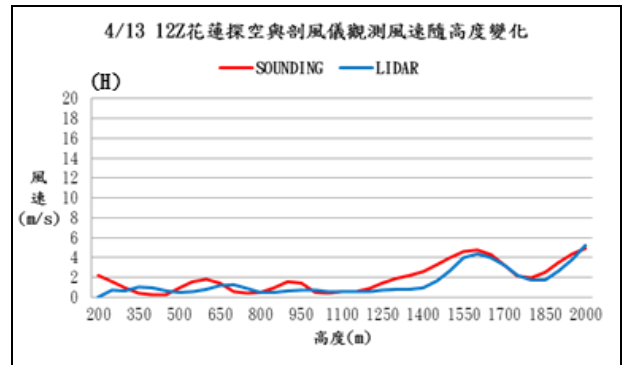
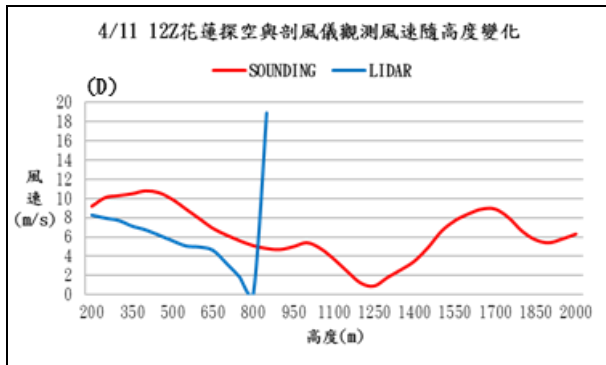
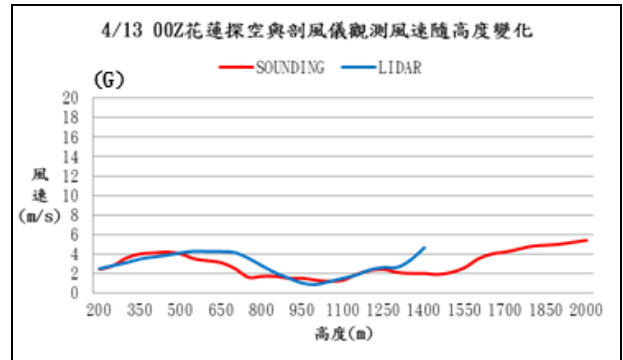
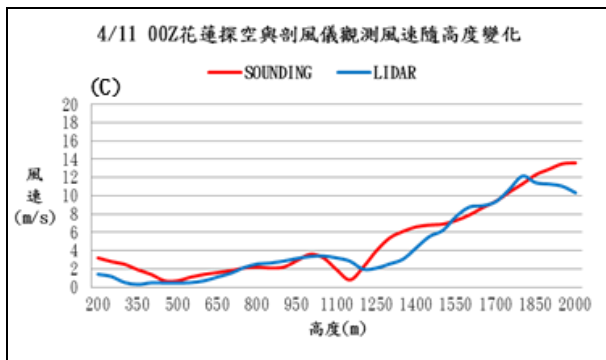


圖17 同圖9，但為花蓮地區。

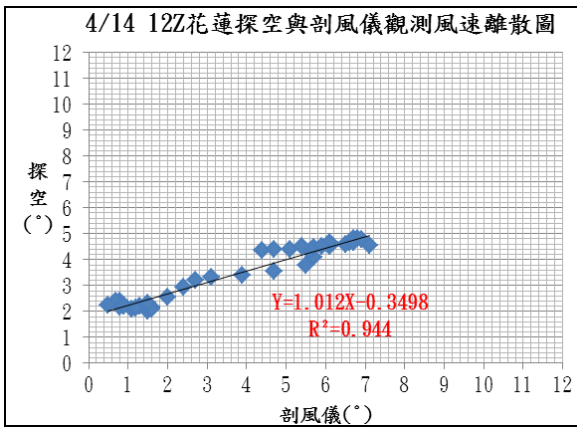


圖18 04月14日12Z花蓮探空與剖風儀觀測風速離散圖，相關係數為0.944。

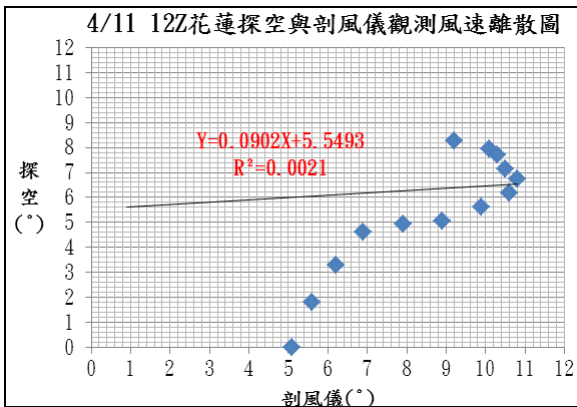


圖19 04月11日12Z花蓮探空與剖風儀觀測風速離散圖，相關係數為0.002。

由上述分析結果可知，雖然屏東探空氣球施放地點距剖風儀約2.27公里，花蓮探空氣球與剖風儀距離4.4公里，但從屏東與花蓮地區的剖風儀與探空資料比對，發現降雨天氣不一定會影響觀測結果，這樣的情況和王等(2013)研究結果一致；另外風向隨高度變化與劉等(2013)報告亦有相同情況，不過剖風儀掃描有效高度均有所差異，部分甚至僅500公尺以下有資料，經對照當地即時天氣觀測資料顯示，當天空狀況雲量偏少，無天氣現象時，亦會發生類似情形，而當天空雲量偏多，剖風儀仍可獲取相當高度資料，顯示天空狀況並未直接影響剖風儀觀測條件，故無觀測資料之造成原因有待進一步查證；另外有時剖風儀資料鄰近2層風速差異過大，如100公尺風速僅4-5公尺/秒，而150公尺出現40-50公尺/秒，200公尺又回

復4~5公尺/秒，以人工剔除數值異常者，突然出現風速異常之原因有待釐清。

四、個案探討

為進一步了解雷射式剖風儀裝備特性，以釐清剖風儀於氣象觀測作業上之應用與限制，選擇上述屏東個案中均為下雨，惟有效觀測高度差異較大者，並分析當時大氣氣溶膠資料、機場天氣觀測資料及剖風儀垂直風場資料，以利後續裝備操作與應用。

(一) 裝備使用限制

04月12、13日臺灣地區受華南雲帶影響，天氣圖顯示，高壓中心位於華中一帶，向東移動，850hPa風切帶位於華南至臺灣一帶，水氣偏多，700及500hPa槽線刻正通過臺灣地區，天氣呈現不穩定態勢(圖20、21)。

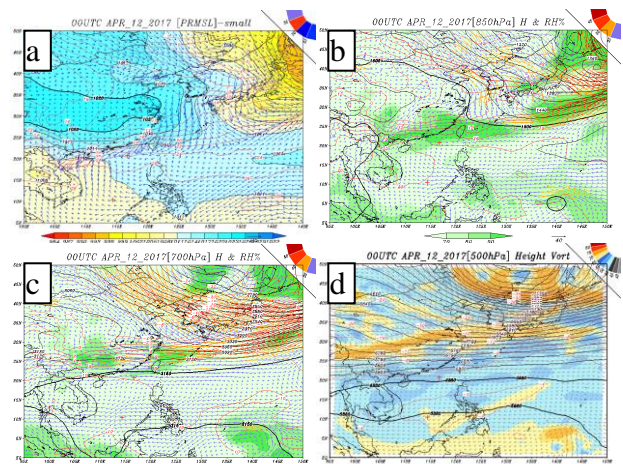
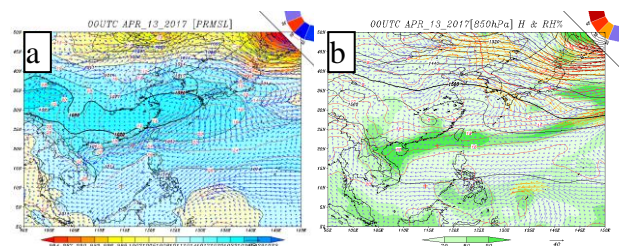


圖20 106年4月12日00Z(a)地面、(b)850、(c)700、及(d)500hPa各空層天氣圖。圖中黑色實線地面圖表示氣壓，高空圖表示重力位高度；色階地面圖表示氣壓，高空圖850及700hPa表示相對濕度，500hPa表示溫度；風場均以風標顯示。



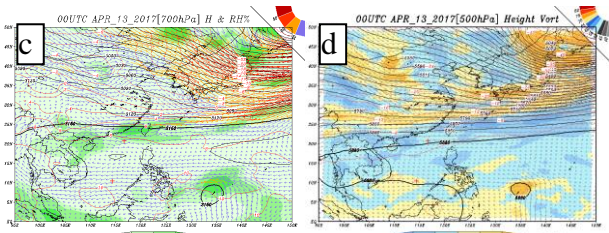


圖21 同圖20，但時間為106年4月13日00Z。

衛星雲圖顯示，4月12、13日華南雲帶主要位於臺灣至華南地區一帶，由西向東移動(圖22)；雷達回波顯示，4月12日降水主要從臺灣海峽移入臺灣西半部陸地，其中較強降水回波位於南部地區，移入陸地後強度減弱。4月13日晨間主要回波位於南部地區，移入陸地後強度減弱，後續回波主要位於中部以北地區(圖23、24)。

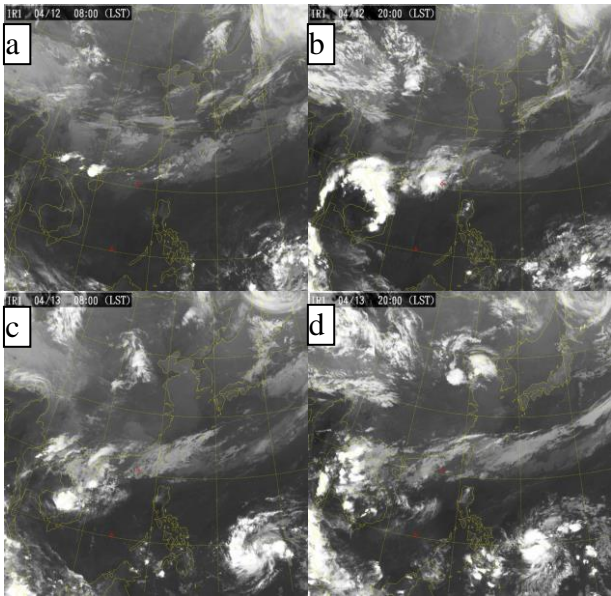


圖22 106年4月12至13日紅外線衛星雲圖，其中(a)至(d)時間分別為4月12日08L、20L、4月13日08L及20L。

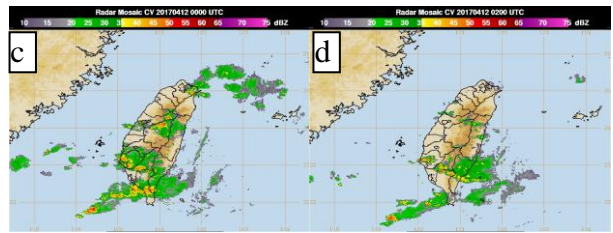
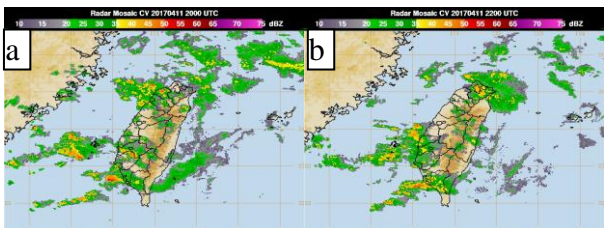


圖23 106年4月12日雷達迴波圖，其中(a)至(d)時間分別為04L、06L、08L及10L。

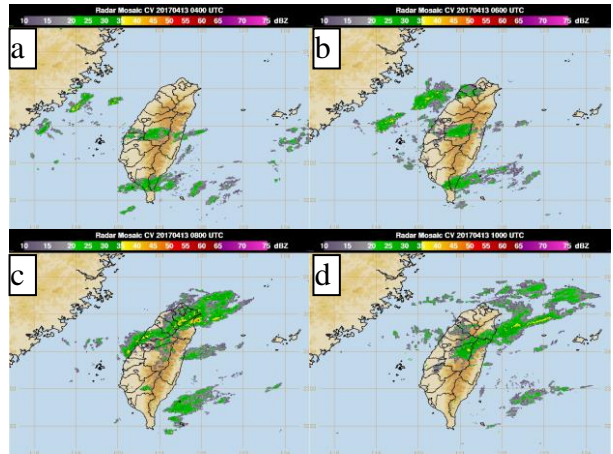


圖24 同圖23，但時間為106年4月13日。

檢視本軍屏東測站12及13日07~09地方時(L)天氣資料顯示，4月12日受對流雲系移入，07地方時屏東出現雷雨天氣，08、09L均為小雨，能見度由5,000公尺回升至6,000公尺，時雨量分別為5.3、0.2毫米及雨跡(T)；4月13日07及08L，屏東為小雨霧天氣，能見度由2,400公尺下降至1,600公尺，時雨量分別為1.6及0.1毫米(表1)。參照環保署屏東測站自4月10日至14日氣溶膠濃度變化，4月12日及13日清晨07至08L，屏東地區固態氣溶膠總含量約為15至20($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，液態氣溶膠總含量約為20至30(ppb)，二日差異不大(圖25)。

檢視研究期間屏東剖風儀觀測有效高度顯示，4月12日08L剖風儀觀測高度可達1,700公尺；然4月13日08L觀測高度僅250公尺；顯示降雨並非影響剖風儀觀測效能之因素。比較二日環境因素與條件，唯一差別在於能見度；因此，初步研判，雷射式剖風儀降雨時仍具備基本觀測能力；惟空氣中當水氣量偏多時，光線易受水氣偏折而降低作業效能(圖26)。

表1 屏東機場測站4月12及13日7至8時天氣資料

測站	日期	時間	風向	風速	能見度	天氣現象	天空狀況	時雨量
屏東	0412	0700	000	00	5000	-TSRA	SCT008 FEW012CB BKN016 BKN032	5.3
屏東	0412	0730	360	03	6000	-RA	SCT008 FEW012CB BKN016 BKN032	
屏東	0412	0800	000	00	6000	-RA	SCT008 FEW012CB BKN016 BKN032	0.2
屏東	0412	0830	000	00	6000	-RA	SCT008 FEW012CB BKN016 BKN032	
屏東	0412	0900	160	02	6000	-RA	SCT006 FEW012CB BKN014 BKN032	T
屏東	00413	0700	320	06	2400	-RABR	SCT010 BKN021 OVCD40	1.6
屏東	00413	0730	300	03	2400	-RABR	SCT010 BKN021 OVCD40	
屏東	00413	0800	340	03	1600	-RABR	SCT010 BKN021 OVCD40	0.1
屏東	00413	0830	330	02	1600	-RABR	SCT010 BKN021 OVCD40	
屏東	00413	0900	320	03	2400	-RABR	SCT010 BKN021 OVCD40	T

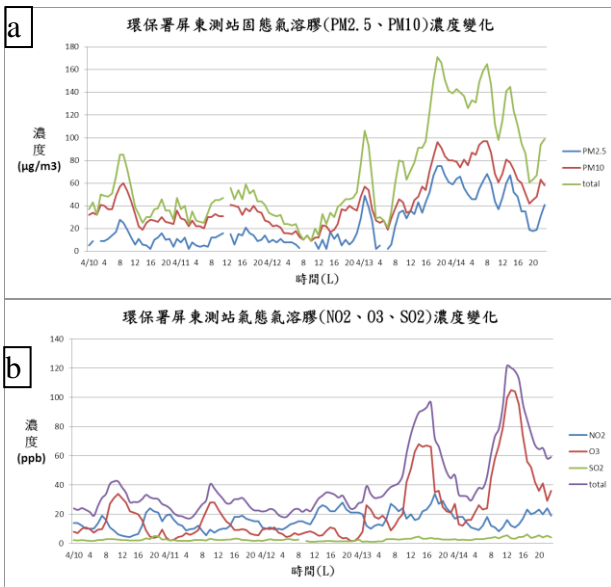


圖25 環保署屏東測站106年4月10日至14日氣溶膠濃度變化，圖中橫軸為時間(L)，縱軸為濃度，其中(a)為固態氣溶膠濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，(b)為液態氣溶膠濃度，單位為ppb。

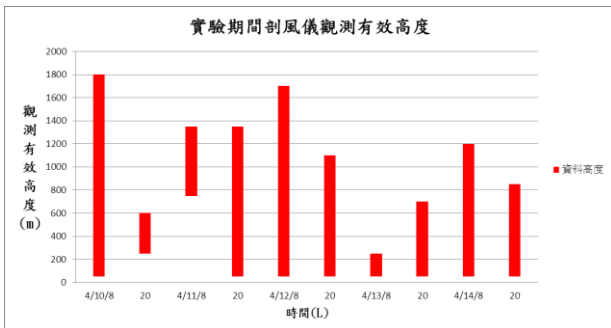


圖26 屏東剖風儀106年4月10日至14日觀測資料有效高度，橫軸為時間(L)，縱軸為觀測資料高度(m)。

(二)垂直速度與降雨

選擇4月12日08L屏東剖風儀觀測資料，進行剖風儀垂直風場觀測資料與降雨量進行比對，以驗證剖風儀觀測大氣垂直風場之靈敏度，並探討垂直速度與降雨趨勢。

圖27為屏東剖風儀4月12日0730至0830L垂直速度變化。圖(a)顯示，自0730至0800L，約1,600公尺以下大氣均為沉降情形，初判因下雨所導致空氣下沉情形；自1,600公尺以上，大氣呈現上升情形，最高速度達1.4公尺/秒，顯示如屏除降雨沉降效應，空氣呈現對流不穩定情形。圖(b)顯示，自0800至0810L，1,600公尺以上大氣仍有上升情形，最高速度達1.4公尺/秒；然自0820L後，大氣上升速度開始減緩，最大值下降至0.8~1.0公尺/秒，正值區開始向上移動，顯示空氣對流運動開始減緩。對照屏東測站07至09L逐時雨量分別為5.3、0.2毫米及雨跡(T)，顯示隨著大氣垂直運動逐漸減緩，降雨量亦逐漸減少；亦顯示透過剖風儀，可初步掌握大氣降雨趨勢及雨量變化。

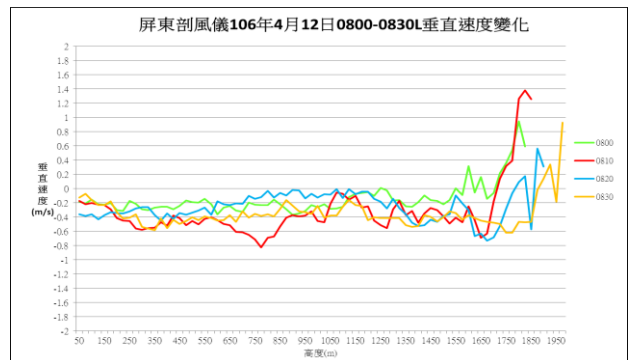
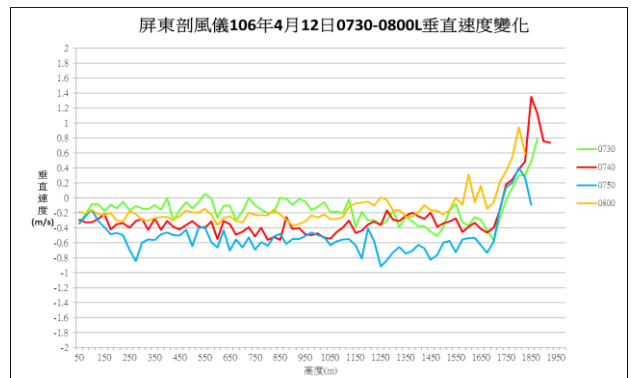


圖27 屏東機場剖風儀106年4月12日0730至0830時垂直速度變化，其中(a)為0730至0800時，

(b)為0800至0830時，圖中橫軸為高度(m)，縱軸為垂直速度(m/s)，不同顏色代表不同時間，每條曲線為10分鐘垂直速度平均。

五、結論與展望

此次運用探空資料與剖風儀觀測資料相互比對，結果發現部分時段剖風儀在風向或是風速的相關係數有高達九成以上，當時的天候條件為無降雨，但天空遮蔽雲量偏多，而空間分布上，剖風儀與探空觀測資料均有隨高度變化的一致性，這些數據特性均與國外學者研究相似。但後續於應用剖風儀資料時，尚待釐清部分為剖風儀在掃描資料層數、有效高度及部分風場資料出現極大差異值，其造成原因仍需進一步探討；另外資料完備性，可將對照儀器架設地點彼此鄰近來減少時空背景誤差，並在作業環境適宜情況下，也可運用鄰近雷達站的徑向風場與剖風儀資料比對，探討並分析徑向風場變化是否也有一致性。

個案研究結果顯示，降雨並非影響剖風儀觀測效能之因素，分析天氣條件唯一差別在於能見度，因此初步研判，雷射式剖風儀降雨時仍具備基本觀測能力；惟空氣中當水氣量偏多時，光線易受水氣偏折而降低作業效能。針對大氣垂直速度及降雨趨勢分析部分，顯示隨著大氣垂直運動逐漸減緩，降雨量亦逐漸減少，亦顯示透過剖風儀，可初步掌握大氣降雨趨勢及雨量變化。

依AOKI等(2016)藉都卜勒光達與Traumner等人(2010)結合都卜勒光達及雲雷達的研究顯示，垂直速度/降雨終端速度與雨滴粒徑存在一定關係；因此可能可以藉由操作雷射剖風儀不同掃描模式的方式，觀測與分析環境大氣垂直速度分布，進一步預測降雨發生時機與雨勢；惟仍有待進一步的實驗設計與個案分析來驗證在臺灣地區之適用性與可預測性。

參考文獻

- 王時鼎，劉廣英，(1978)：心戰空飄氣象手冊，國防部總政戰部研究發展計畫研究報告015。
- 王喬喬，張秀芝，王尚昆，(2013)：Windcube激光雷達與測風塔結果比對，氣象科技第41期第1期，中國氣候中心。
- 李昌運，林裕豐，吳啟雄，(2015)：雷射式剖風儀觀測策略與運用，氣象預報與分析第228期第3季，空軍氣象聯隊氣象中心。
- 夏俊榮，王益才，關敏，(2011)：新型多益勒測風激光雷達Windcube的風參數觀測與驗證，氣候與環境研究第16卷第6期，中國科學院大氣物理研究所中層大氣與全球環境探測動點實驗室。
- 張珮綺，洪靖博，林大惠，(2014)：浮動式與陸域式雷射光達風系統於港區內之比對分析研究，第36屆海洋工程研討會論文集，國立交通大學。
- 劉秉義，馮長中，陳玉寶、高玉春，陳超，張冰，靳磊，閻寶東，劉智深，(2013)：車載測風激光雷達風廓線同步觀測實驗，量子電子學第30卷第1期，中國海洋大學海洋研究所。
- Aoki, M., H. Iwai, K. Nakagawa, S. Ishii, and K. Mizutani, 2016: Measurements of rainfall velocity and raindrop size distribution using coherent Doppler lidar. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **33**, 1949-1966, doi:10.1175/JTECH-D-15-0111.1.
- Traumner, K., J. Handwerker, and J. Grenzhäuser, 2010: A synergy approach to estimate properties of raindrop size distributions using a Doppler lidar and cloud radar. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **27**, 1095-1100, doi:10.1175/2010JTECHA1377.1.

A comparison and discussion of the Wind Profiler from the Sounding and Doppler Lidar

Pel-Chen Chang 、 I-Wei Jen 、 Chung-hua Lu 、 De-Jin TZeng

Weather Wing, Air Force

摘 要

The Wind Profiler by Doppler Lidar (LeoSphere Windcube 100S) is a wind field observation system. The wind field data are obtained by the computation calculation from the Doppler shift by using laser beams passing through atmosphere particles (dust , water drop aerosol) , DBS (Doppler beam swinging technique) is based on the elevation angle in the order of east , south , west and north with vertical direction and receive the wind field data .

In order to understand the character of the wind field data , we have comparison and discussion the wind profiler by using the data from sounding and the wind profiles by laser in the Pingtung and Hualien area ,the results shown in different observation instruments , the height of change is similar to the distribution , which means the Wind Profilers By Laser being useful for in the usual observation operations or warfare , and the instrument when the wind field information related units to use , improve the training and task rate .