



# 雷射式剖風儀與傳統高空探 空風場資料比較分析

張培臣、任亦偉、呂崇華、曾德晉

空軍氣象聯隊

# 大綱

- 前言
- 裝備簡介
- 風場資料比對設計
- 比對結果
- 操演案例
- 結論與展望



# 前言

本軍於105年分別於臺灣北、中、南及東部機場各設置車載雷射式剖風儀(Lidar windprofiler)乙部，以掌握區域風場資訊，及時供應軍(民)機作業單位，提升航安。

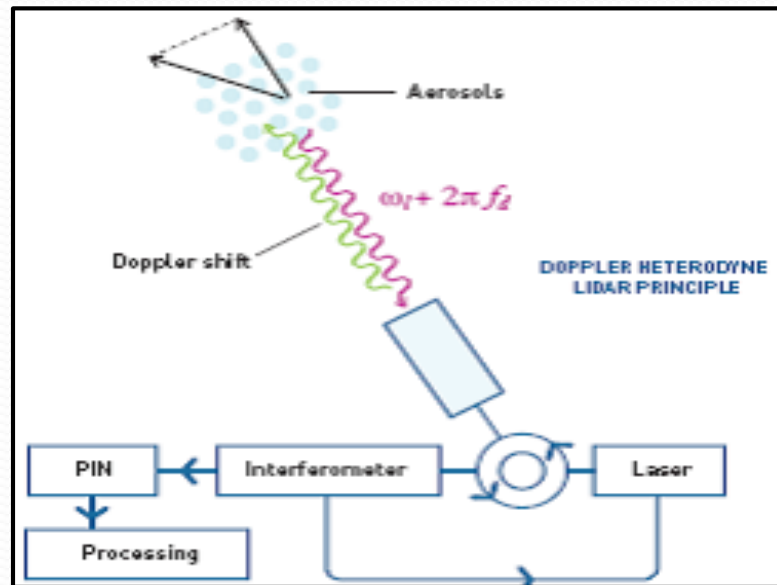


# 剖風儀觀測原理

雷射式剖風儀是根據光偵測與測距原理之主動式遙測儀器。其偵測原理是向大氣發發射雷射光束後，收集被大氣中之粒子(砂塵、水滴及懸浮微粒等氣溶膠，aerosole)所散射的雷射光，並計算其都卜勒偏移量，進而得到光束路徑上之風速。



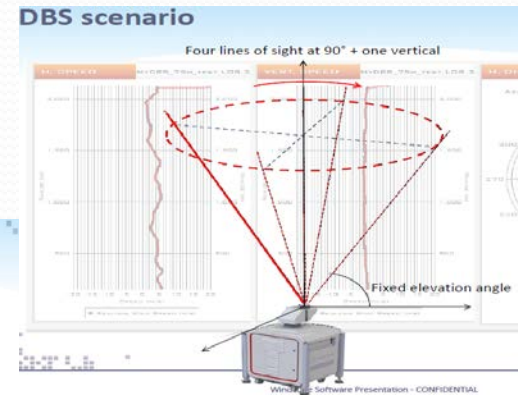
克里斯蒂安·安德烈亞斯·都卜勒  
奧地利數學及物理學家  
1803年11月29日－1853年3月17日  
圖自維基百科



# 裝備簡介

型號	法商 Leosphere WINDCUBE 100S型
距離解析度	25m, 50m, 75m, 100m
可編程層數	最多320層
速度量測精度	徑向風速精度 $<0.5\text{m/s}$
徑向風速範圍	$-30\text{m/s}$ 到 $30\text{m/s}$
測量最小距離	50m, 100m或更大
光源	脈波雷射
脈波寬度	400ns或200ns或100ns
波長	1543nm

型號	法商 Leosphere WINDCUBE 100S型
固定視角 (LOS)	最高可達14公里 (LIDAR最大信號接收距離)
PPI及RHI掃描條件	0.005-4公里, 視當時大氣環境 (最小空間解析度25公尺)
DBS掃描條件	12公里是最大接收距離



都卜勒光束擺動技術

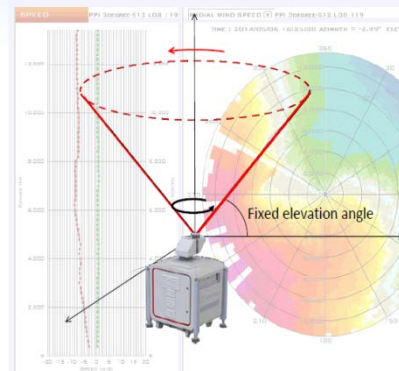


LOS (Line of Sight)

仰角

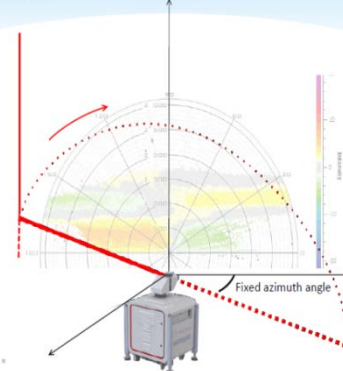
方位角

PPI scenario



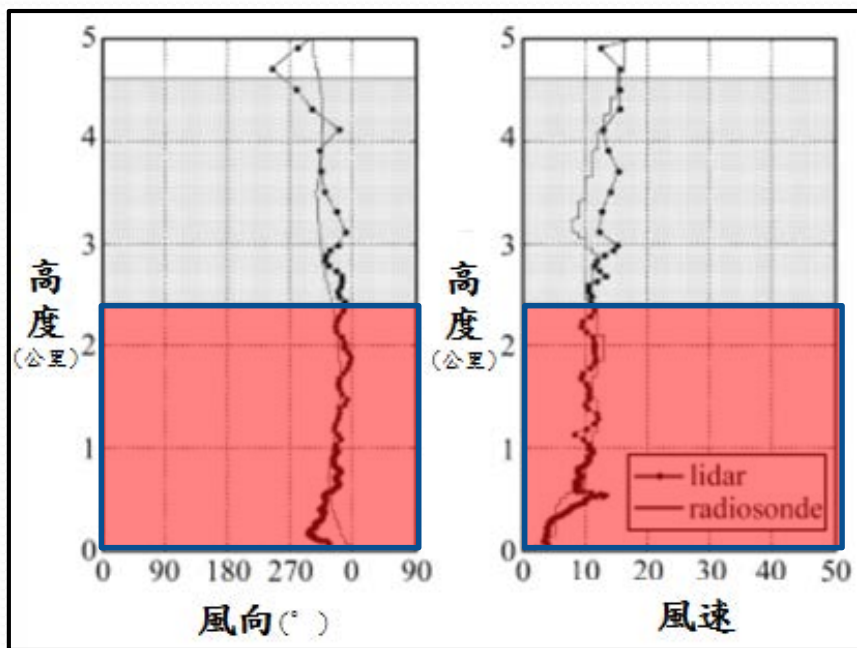
平面方位指示器

RHI scenario

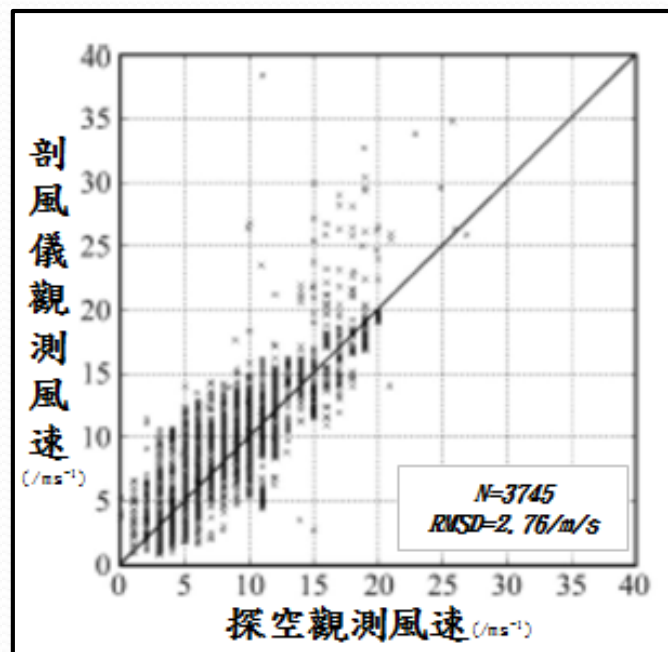


距離高度指示器

# 研究結果



雷射式剖風儀與探空氣球在2.4公里以下偏差量均小，2.4至4.6公里風速偏差量在5公尺/秒範圍內，摘錄自劉秉義(2013)，量子電子學第30卷第1期，中國海洋大學海洋研究所。



15公尺/秒以下時，偏差量為5公尺/秒以下，15公尺/每秒以上時，偏差量較大(兩者均方根誤差2.76公尺/每秒)，摘錄出處同左。



# 風場資料比對設計

劉秉義副教授(2013)學者研究，雖述明雷射式剖風儀與探空觀測資料分布有不錯的一致性，但研究內容未提及當時天候情況；另原廠技令記載雷射式剖風儀的風場觀測資料受大氣情況影響，因此選擇不同天候狀況，比對屏東及花蓮等二站探空與剖風儀風場觀測結果。

Q1:剖風儀風場觀測資料是否受空氣中懸浮微粒影響？

Q2:剖風儀風場觀測資料是否受降雨影響？

Q3:剖風儀風場觀測資料是否受雲層影響？



# 資料數據

4月10日至14日，屏東及花蓮探空各站高空觀測則各有10筆資料，雷射式剖風儀觀測筆數分為191筆及75筆。



屏東



花蓮





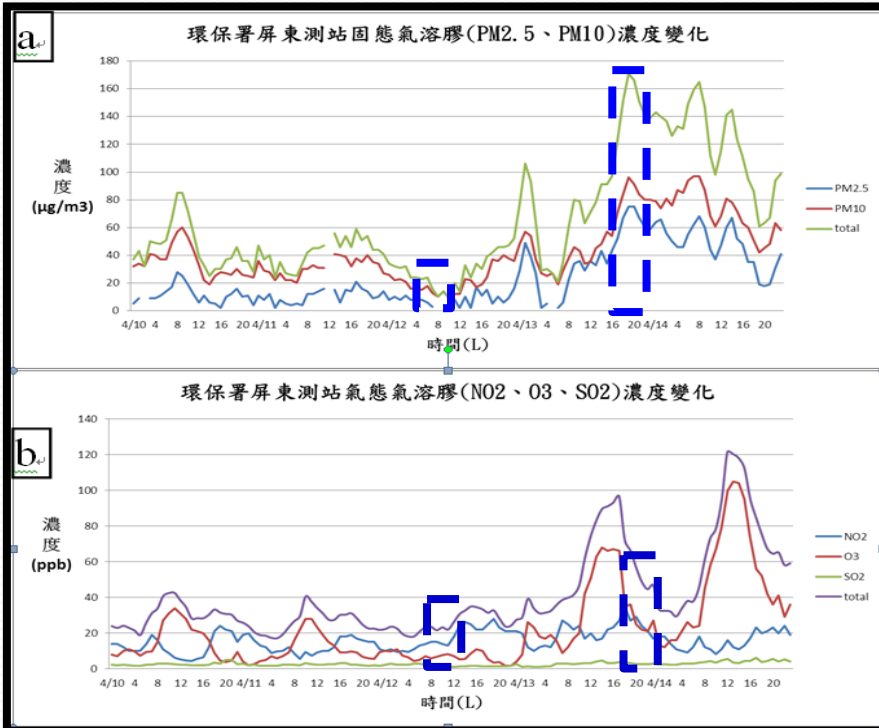
# 資料比對期間臺灣地區天氣系統

## 4月10日至14日臺灣地區每日天氣系統概述

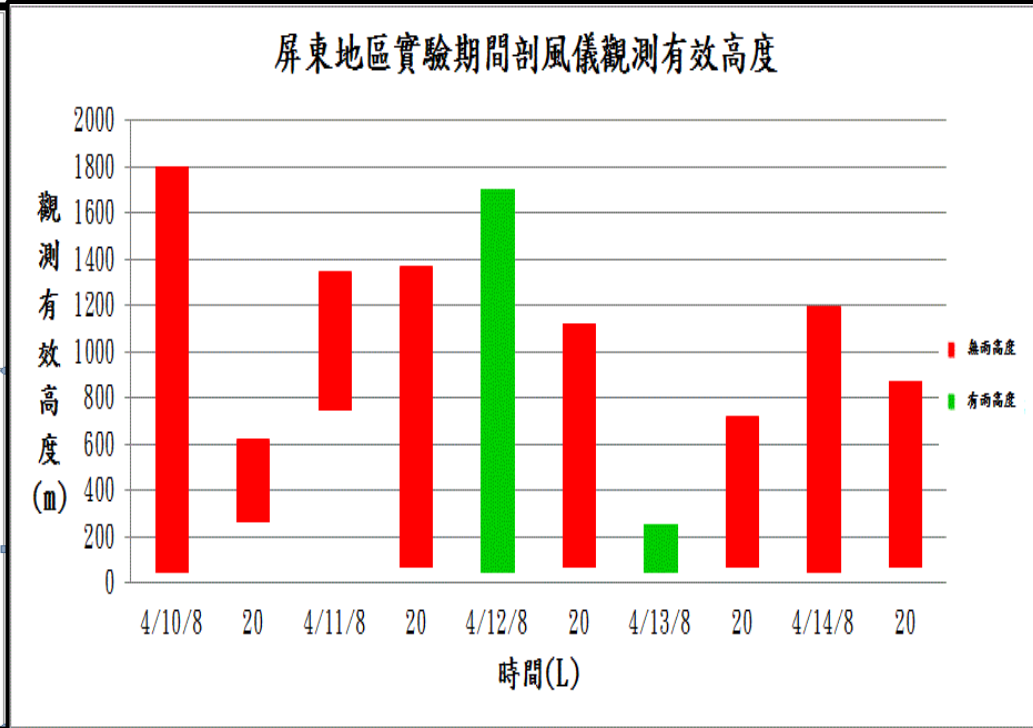
4月10日	鋒面接近
4月11日	鋒面雲系
4月12日	微弱東北季風及華南雲帶
4月13日	華南雲帶
4月14日	華南雲帶遠離及偏南風



# 天氣資料比對與分析(屏東)



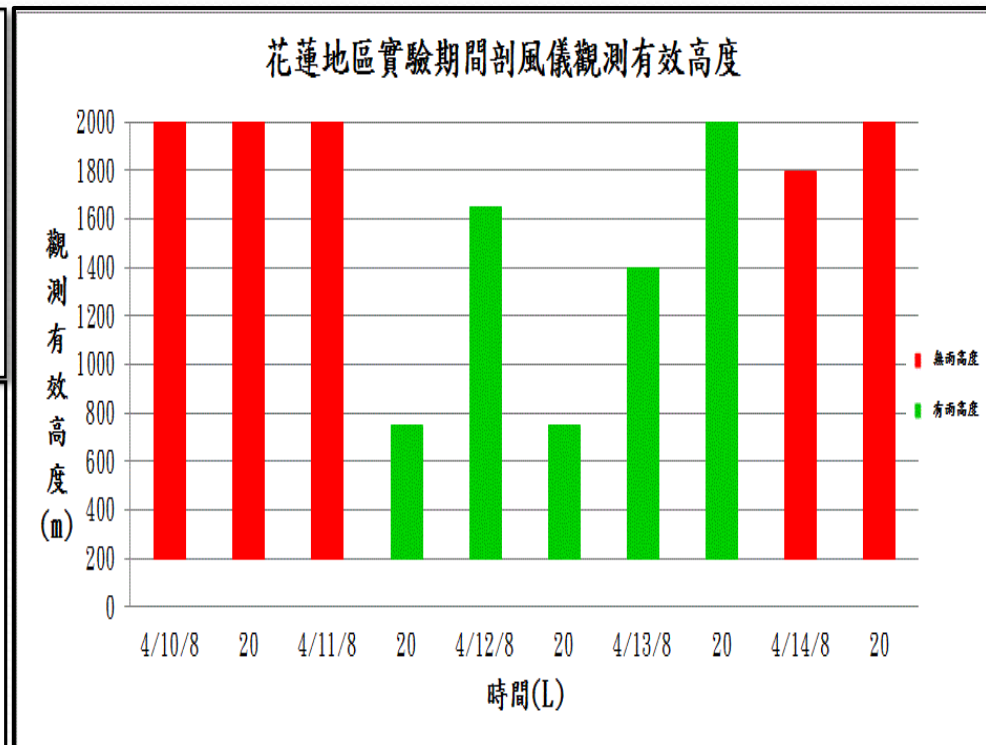
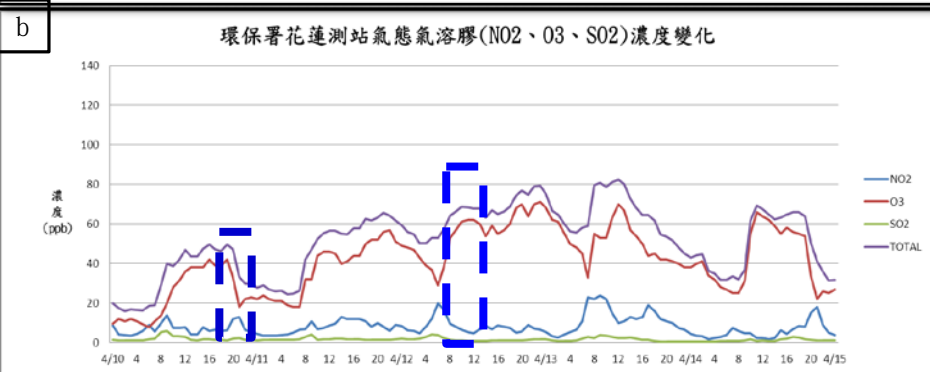
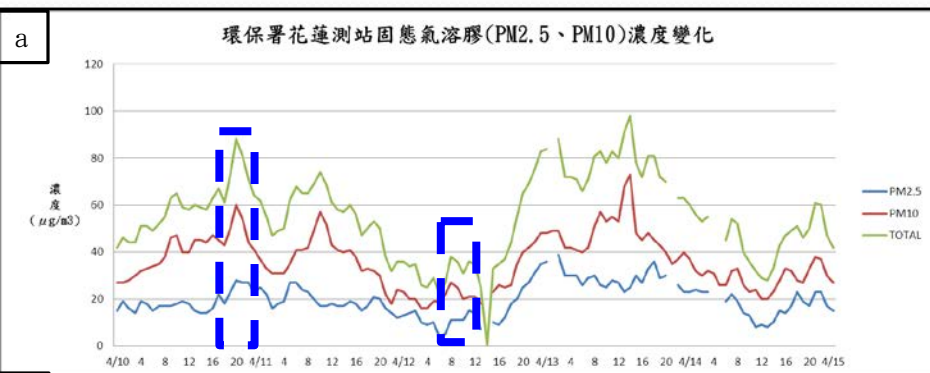
環保署屏東測站106年4月10日至14日氣溶膠濃度變化(a)為固態氣溶膠濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，(b)為液態氣溶膠濃度，單位為ppb。



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)。



# 天氣資料比對與分析(花蓮)



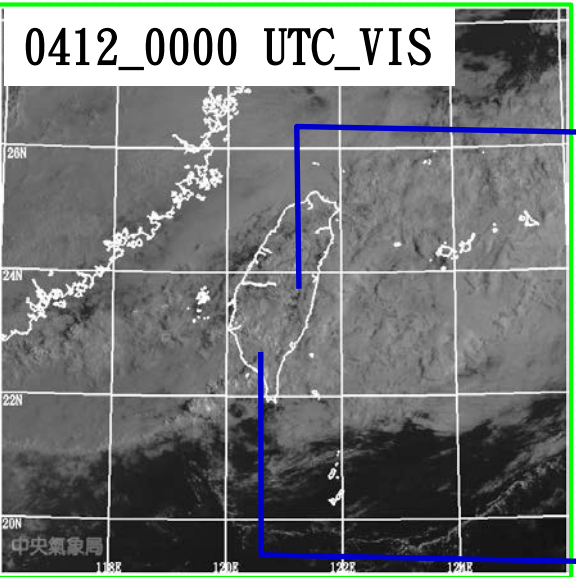
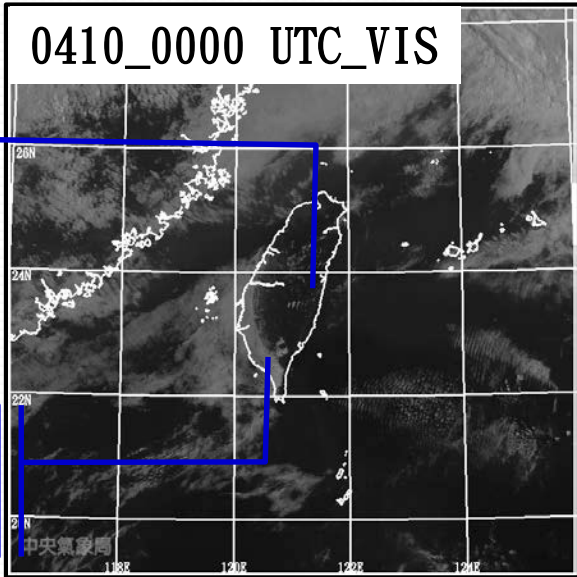
環保署花蓮測站106年4月10日至14日氣溶膠濃度變化(a)為固態氣溶膠濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，(b)為液態氣溶膠濃度，單位為ppb。

花蓮剖風儀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)。



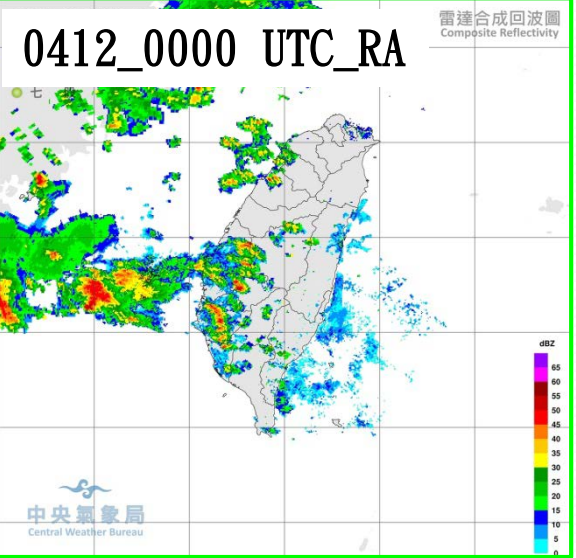
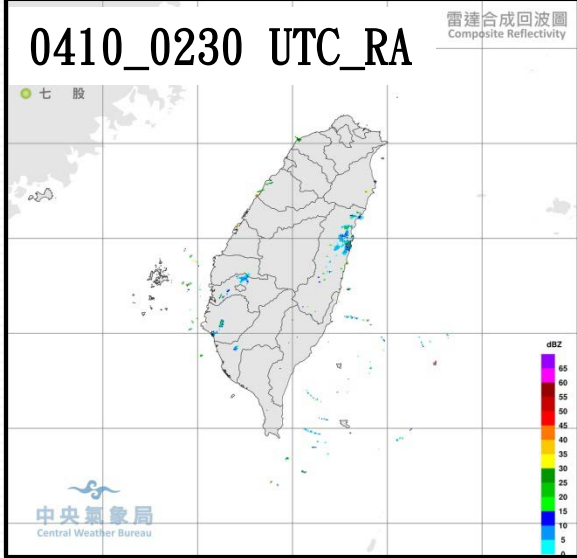
# S&L風場比對同時段的雲圖及回波

YU:9999  
1,000 稀  
20,000 疏



YU:4,000 小雨霧  
800 稀  
1,600 裂  
3,200 裂  
07時 T mm  
08時 T mm

DC:9999  
1,200 稀  
3,200 裂轉4,000 裂

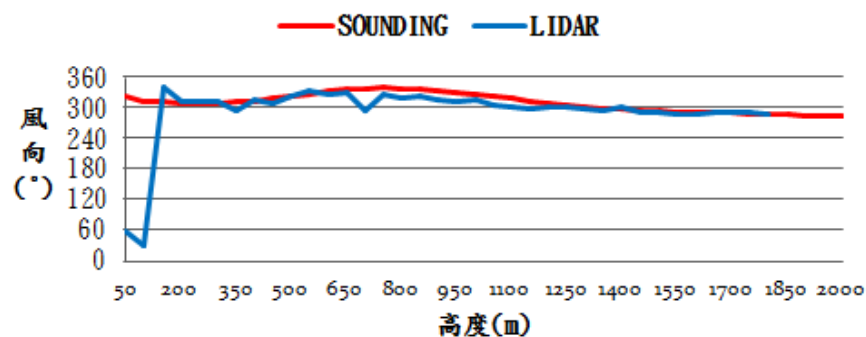


DC:6,000 小雨  
800 疏  
1,600 裂  
3,200 裂  
07時 5.2 mm  
08時 0.2 mm

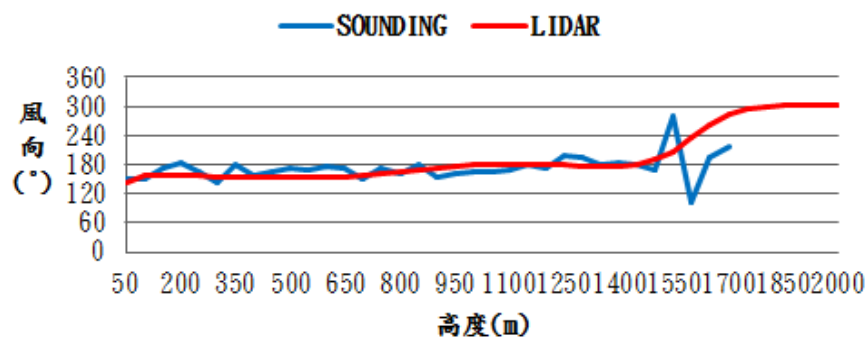


# 天氣與探空及剖風儀觀測結果

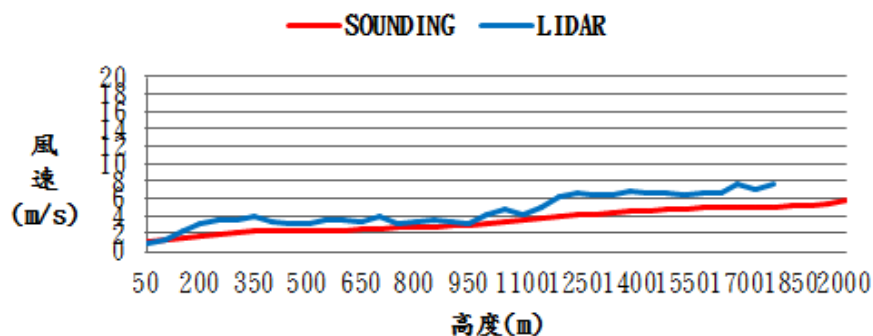
無 4/10 00Z屏東探空與剖風儀觀測風向隨高度變化



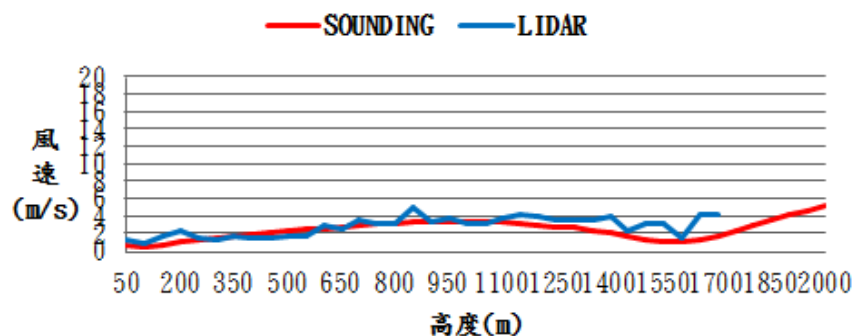
-RA 4/12 00Z屏東探空與剖風儀觀測風向隨高度變化



無 4/10 00Z屏東探空與剖風儀觀測風速隨高度變化



-RA 4/12 00Z屏東探空與剖風儀觀測風速隨高度變化

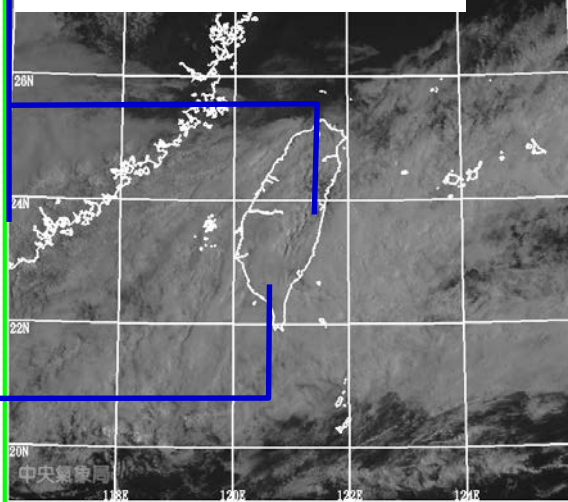


# S&L風場比對同時段的雲圖及回波

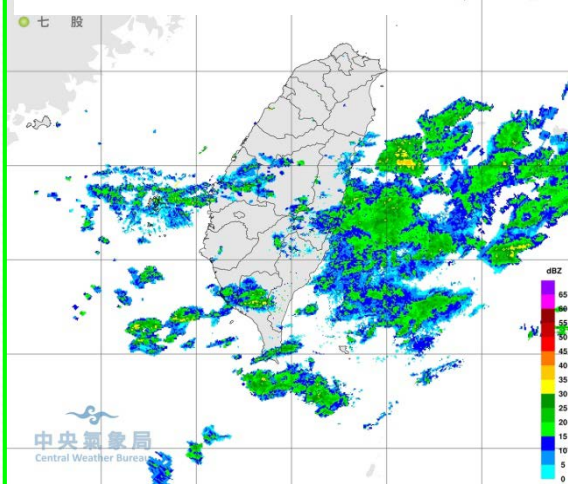
YU:7,000 小雨  
 1,000 稀  
 2,000 裂轉3,000 裂  
 4,000 密轉5,000 密  
 07時 0.2 mm  
 08時 0.2 mm

DC:2,400 小雨霧  
 1,000 疏轉800 疏  
 2,100 裂  
 3,000 密  
 07時 1.6 mm  
 08時 0.1 mm

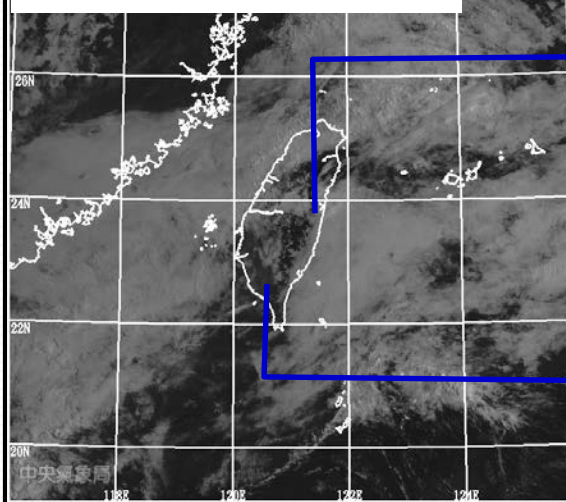
0413\_0000 UTC\_VIS



0413\_0000 UTC\_RA



0414\_0000 UTC\_VIS



0414\_0000 UTC\_RA



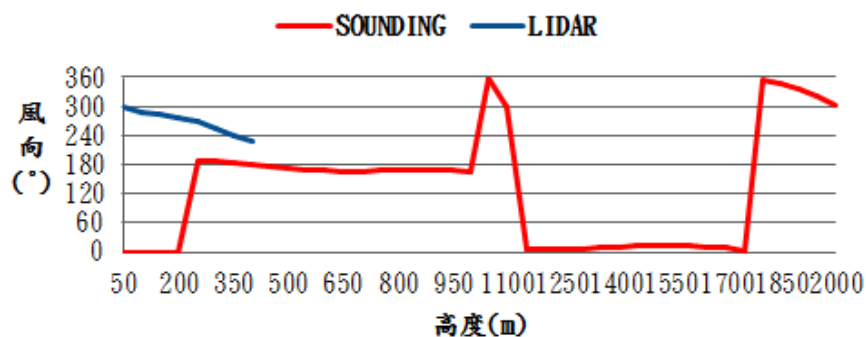
YU:9999  
 1,200 稀  
 5,000 裂

DC:2,400 轉3,200  
 霧  
 1,00 稀轉1,200 稀  
 3,000 疏轉無  
 6,000 裂轉1,000 裂

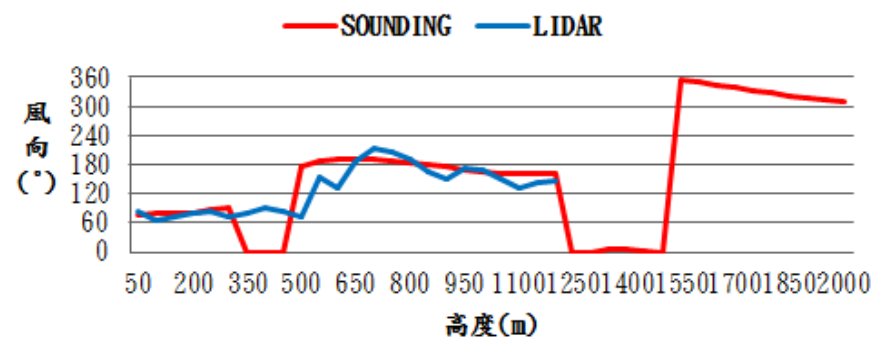


# 天氣與探空及剖風儀觀測結果

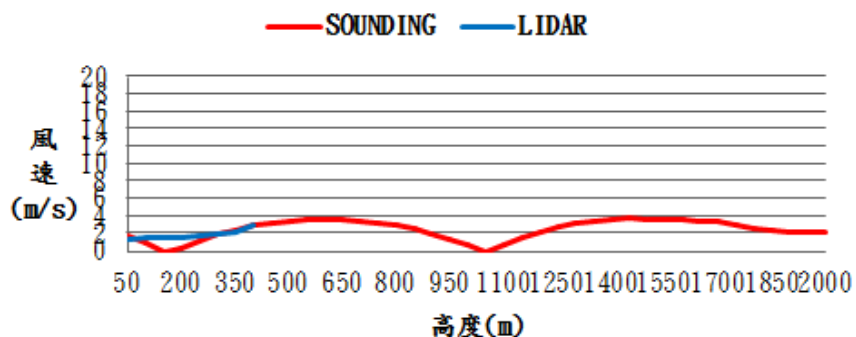
—RA 4/13 00Z屏東探空與剖風儀觀測風向隨高度變化



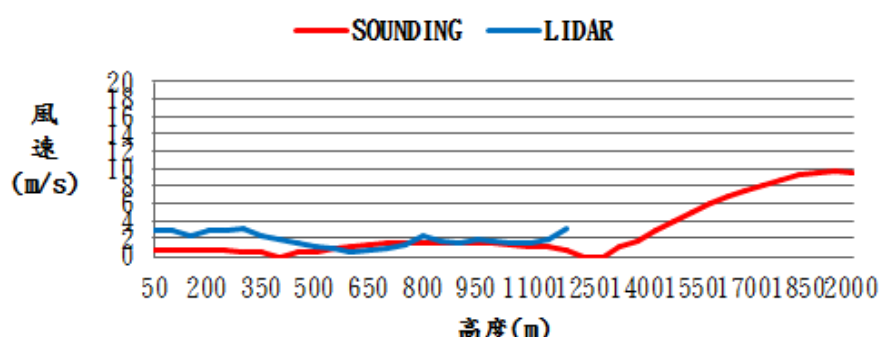
無 4/14 00Z屏東探空與剖風儀觀測風向隨高度變化



—RA 4/13 00Z屏東探空與剖風儀觀測風速隨高度變化

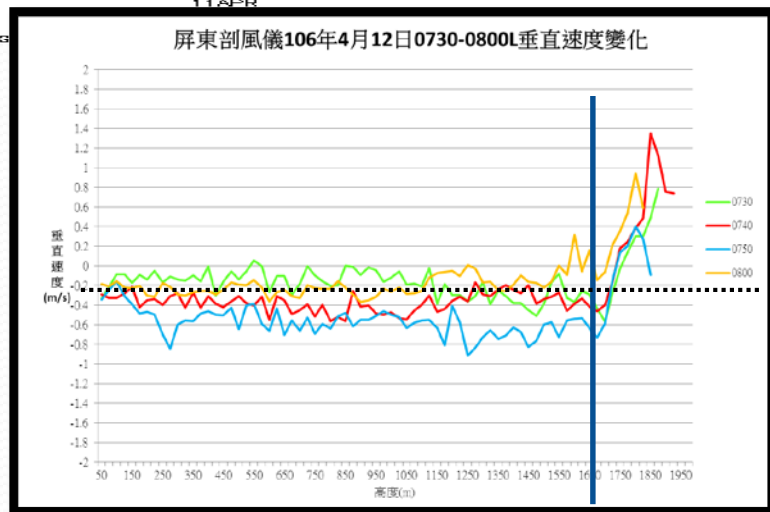
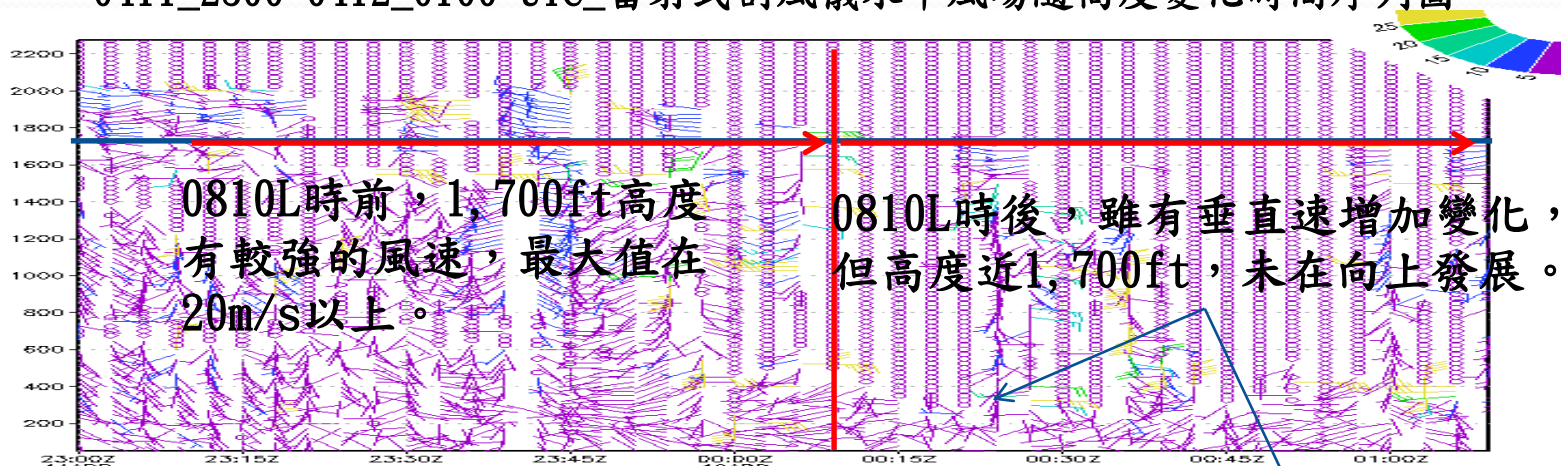


無 4/14 00Z屏東探空與剖風儀觀測風速隨高度變化

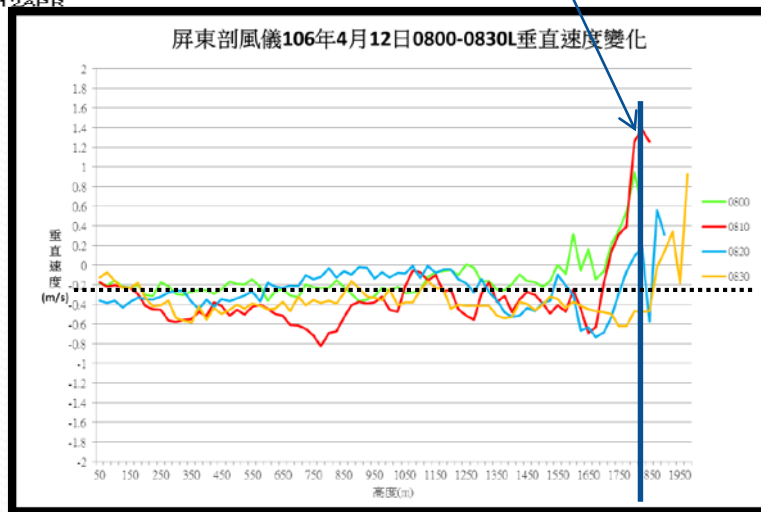


# 天氣資料比對與分析(屏東)

0411\_2300-0412\_0100 UTC\_雷射式剖風儀水平風場隨高度變化時間序列圖



自0730至0800L，約1,600公尺以下垂直速度為負值，以上轉為正值。



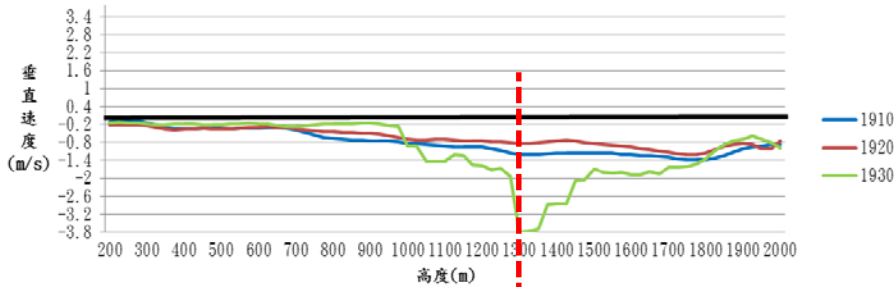
自0800至0810L，1,750公尺垂直速度下為負值，以上轉為正值。





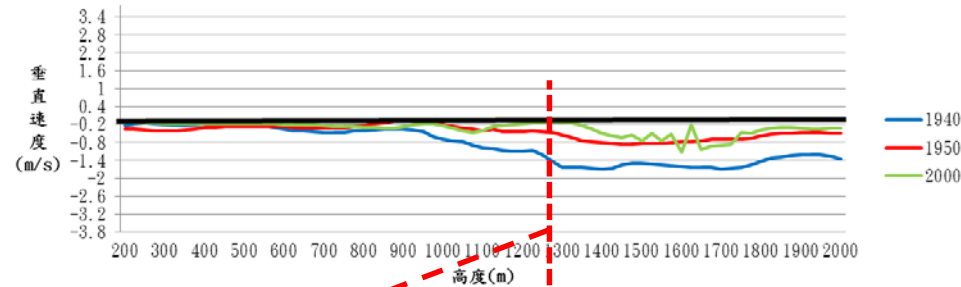
# 天氣資料比對與分析(花蓮)

花蓮剖風儀106年4月13日1900-1930L垂直速度變化



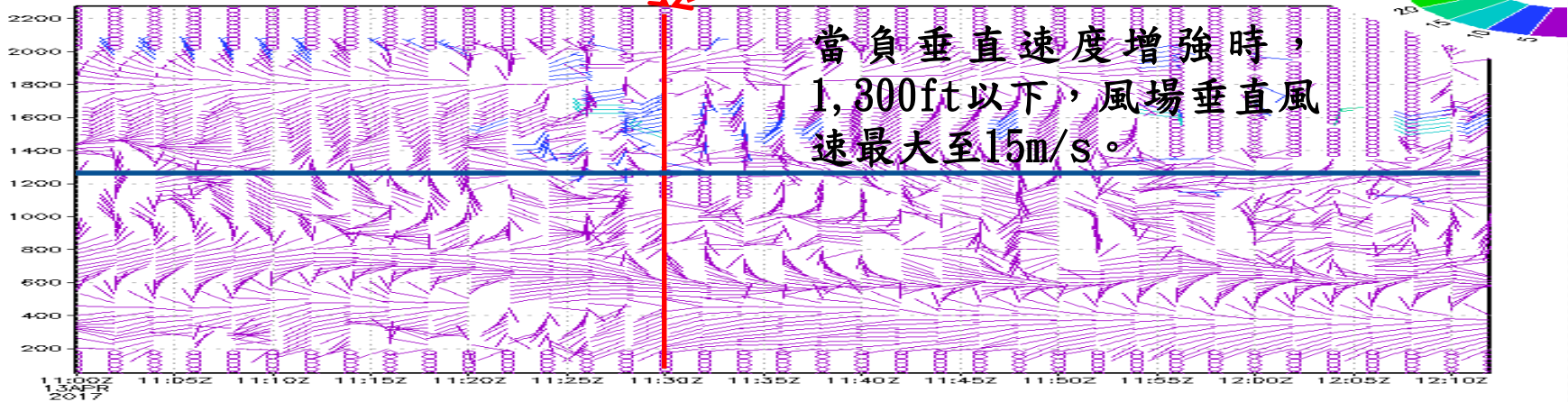
自1900至1930L，大氣均為沉降情形。

花蓮剖風儀106年4月13日1930-2000L垂直速度變化



自1930至2000L，大氣均為沉降情形。

0413\_1100-1200 UTC\_雷射式剖風儀水平風場隨高度變化時間序列圖



當負垂直速度增強時，  
1,300ft以下，風場垂直風  
速最大至15m/s。

比對當時花蓮19至20時降雨變化，時雨量值由0.3增至0.5mm，雨量值的增加與負垂直速度逐漸增大後減小的時間區間一致。



# 比對結果

Q1:剖風儀風場觀測資料是否受空氣中**懸浮微粒**影響?

A1:影響程度相對較小，但會持續追蹤比對。

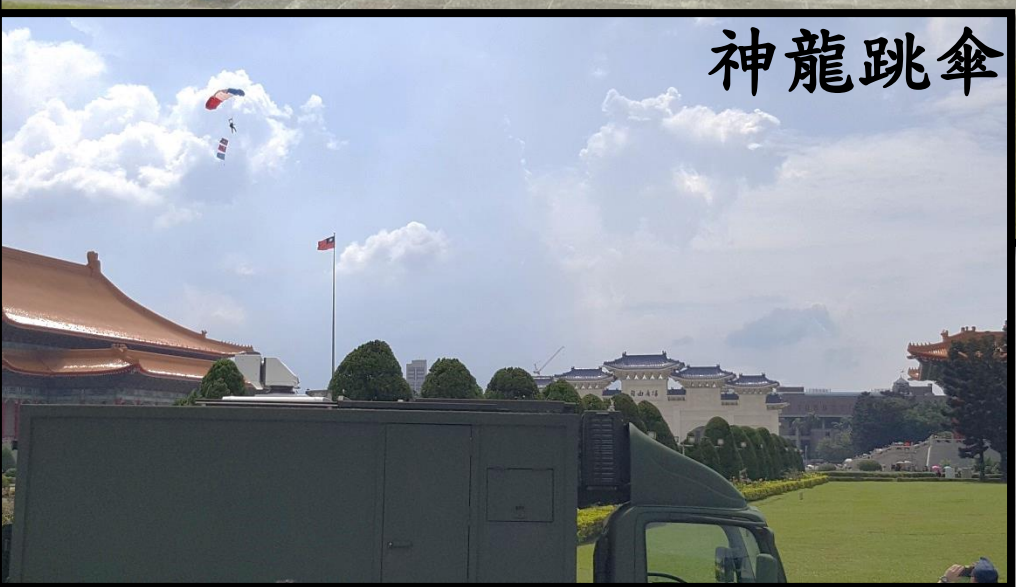
Q2:剖風儀風場觀測資料是否受**降雨及雲層**影響?

A2:有程度上的影響，取決雨勢大小、雲量多寡及雲層高低，將為後續觀察比對重點。

雷射式剖風儀與探空在風向與風速隨高度變化，比對結果與中國海洋學院劉副教授研究相似，惟部份時段風向(速)差異略大。

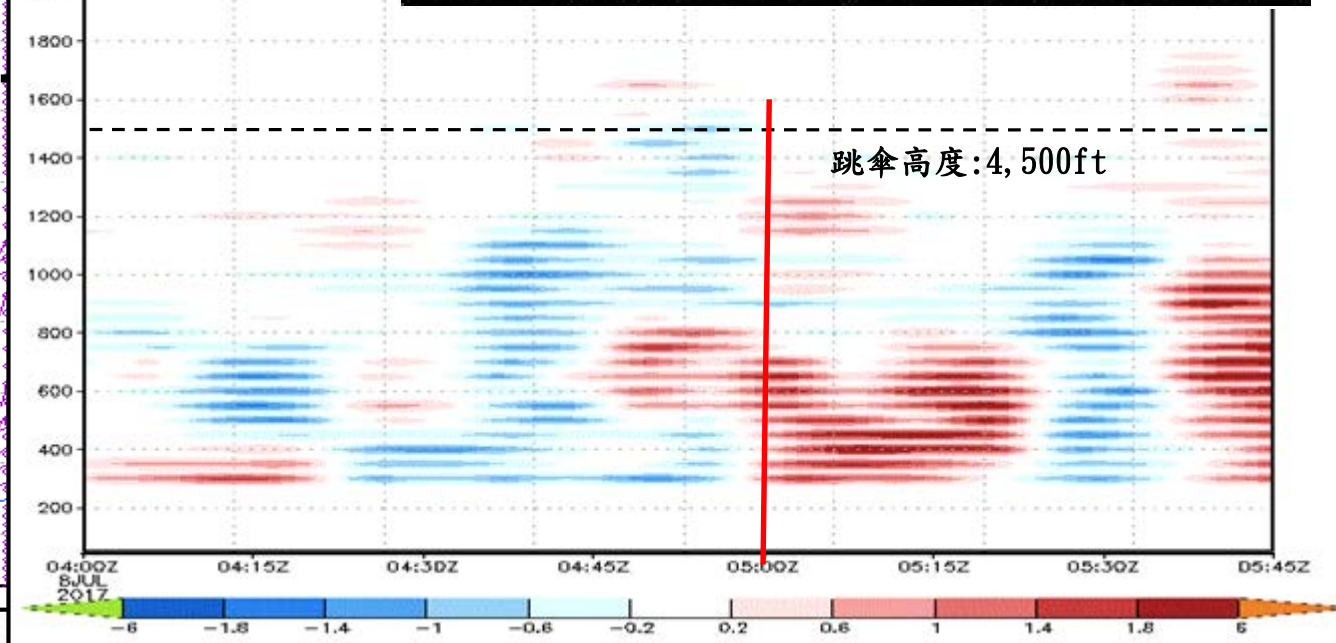
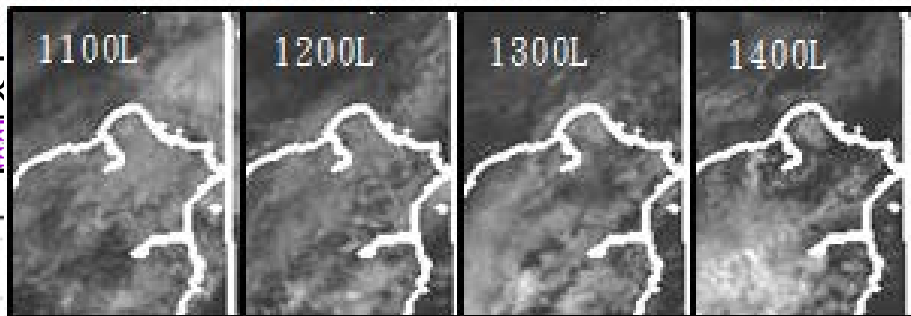
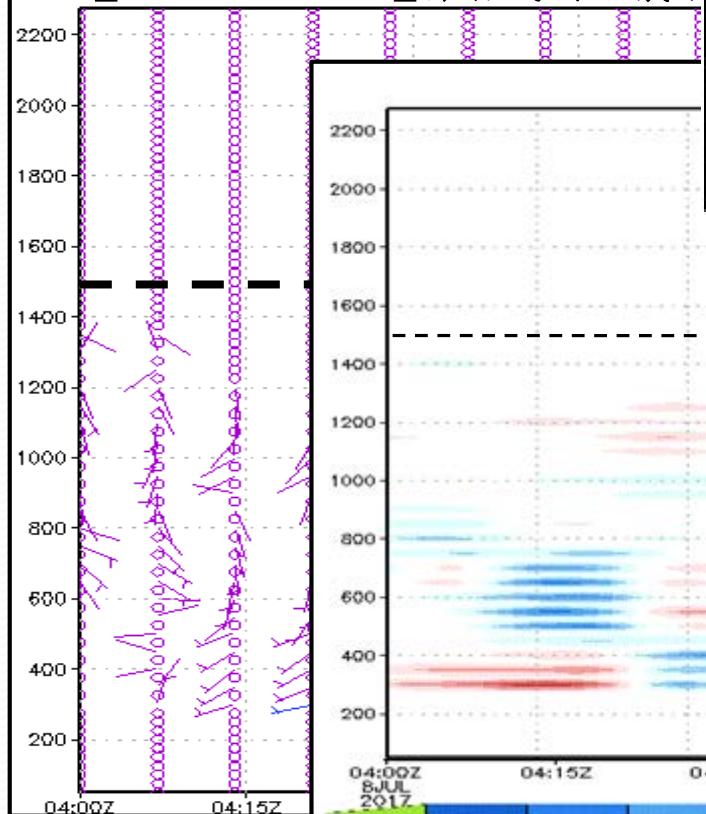


# 操演案例



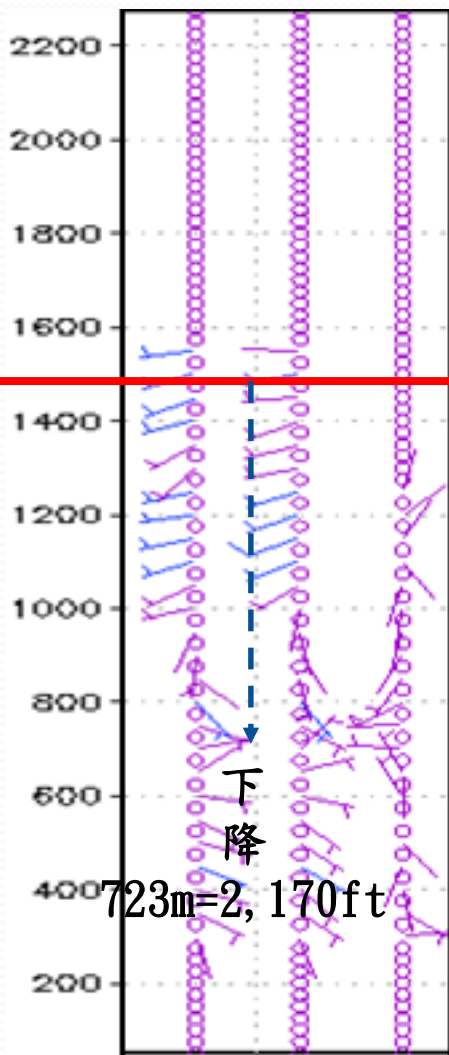
# 風場與環境驗證

0708\_0400-0500 UTC\_雷射式剖風儀水



# 煙流與風場資料驗證

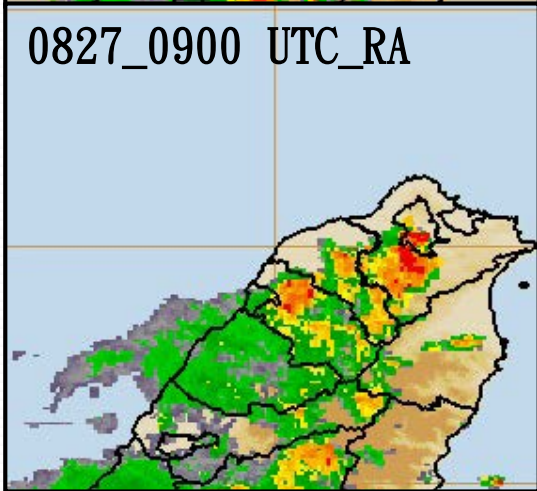
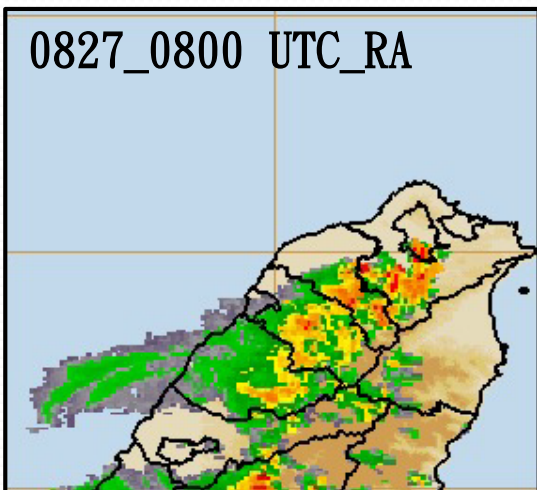
開傘高度  
1,500m=4,500ft



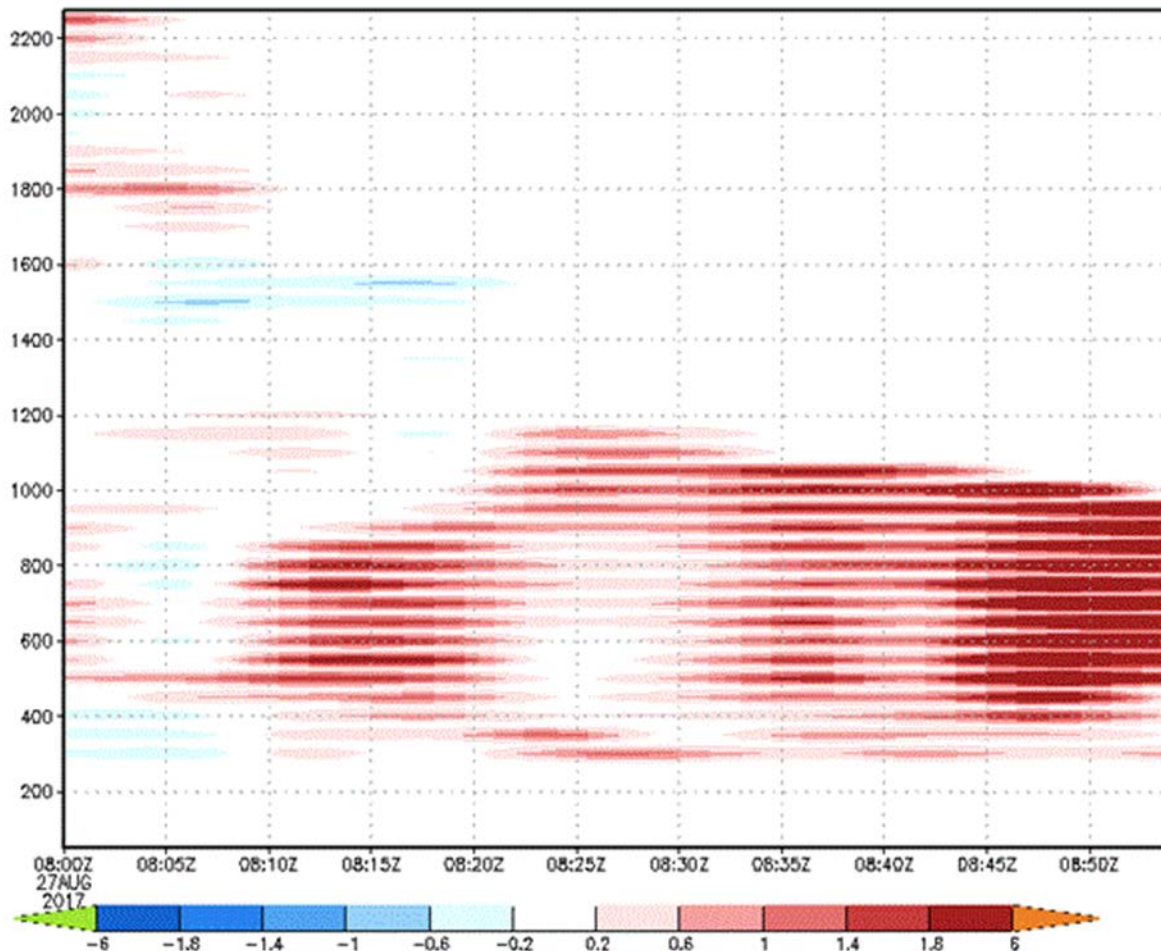
明通  
攝作



# 0827北部雷射式剖風儀觀測結果



0827\_0800-0900 UTC\_雷射式剖風儀垂直速度隨高度變化圖



# 結論與展望

本次實驗係運用屏東及花蓮的雷射式剖風儀與探空進行2,000公尺以下風向與風速比對，結果顯示：

- (一)雷射式剖風儀運作較不受大氣氣溶膠濃度分布影響，而與降雨、雲量多寡及雲層高度有較大關聯，這些項目將是未來持續觀察與分析重點。
- (二)風速隨高度變化部分，僅部份時段風速偏差量大於5m/s，餘比對時間結果與劉(2013)研究結果相似，顯示本軍剖風儀資料具高可信度。



# 結論與展望

(三)剖風儀的高解析度風場掌握能力，可以協助作業單位早期發覺風場變化，進而掌握風切與亂流發生時間與，減少風場變化對航空器之影響，維護飛航安全。





謝謝聆聽  
敬請指導

