

# 花蓮機場秋冬季低能見度個案分析

<sup>1</sup>鍾蕎安 <sup>1</sup>戴德傳 <sup>2</sup>沈鴻禧

<sup>1</sup>空軍氣象聯隊第九基地天氣中心

<sup>2</sup>國防大學理工學院環境資訊及工程學系

## 摘要

本研究利用花蓮機場降雨雷達、車載雷射式剖風儀觀測圖資及相關天氣觀測資料，分析 110 年 11 月 26 日 1312 至 1348 時因降雨強度變化，發生機場低能見度(下降至 2000 公尺)危險天氣之個案。藉由天氣觀測資料整理及分析，探討日間花蓮機場受地理條件及天氣系統影響，造成能見度驟降可能之成因，進而增進機場天氣預報，使氣象值班人員瞭解花蓮機場地區特性，藉以提供航機起降時有可能遭遇之天氣條件，維護飛航安全。

**關鍵字：**能見度、降雨雷達、雷射式剖風儀

## 1. 前言

臺灣於 11 月份仍為秋季天氣型態，天氣系統主要為鋒面雲系及東北季風，南方熱帶系統，如熱帶低壓或颱風，雖對臺灣有影響但是形成機率減小，然而一旦形成豐沛水氣及東北季風的共伴效應影響下，北部及東北部迎風面受地形抬升作用，仍有機會對北部及東半部地區形成顯著降雨。花蓮機場地理位置特殊，其易受海洋及地形影響，當各空層風場及風速有所變化時，除了造成顯著風切及亂流現象，對航機起降也有一定程度之影響，並在秋季轉換成冬季之過渡時期，大氣系統不穩定度極高，因此本篇研究藉由探討花蓮機場於秋冬季時之天氣系統，各空層風向及風速變化情況，並對花蓮機場造成風切、低能見度及降雨強度之相關性進行分析與探討。

## 2. 研究目的

航機於飛行時最危險的時候就是起飛及降落，原因在於此時為飛機姿態最不穩定的時候，其中，尤以降落時，因發動機動力較弱，故比起飛時危安因素更高。倘若此時於

降落機場出現跑道濕滑或低能見度現象，如飛行員未加以注意，容易對飛航安全造成威脅。故此研究分析花蓮機場處於秋冬季節轉換時期，因降雨造成低能見度之情況，對飛航安全造成威脅，期許本案作為執行天氣預報時之參考，以提高航空氣象預報之準確率。

## 3. 降雨雷達及剖風儀運作原理介紹

花蓮機場使用之 X-Band 降雨雷達為高機動性雙偏極化設備，該項設備區分天線組、信號處理單元及資料處理單元等 3 部分。降雨雷達天線作動採 PPI 模式進行，先以水平方位角 360°任一角度完成 1 組旋轉，再搭配垂直方向仰角 -2°至 182°中的特定角運轉，接續抬升次 1 仰角，最後達到預先設定之最高仰角，接續再降低預設仰角循環，每完成一次體積掃描，時限在 3 至 4 分鐘。

雷射式剖風儀觀測原理，以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，接收其所發散信號，轉換為電子信號後，傳送至電腦，再經過信號處理方程反演，獲得該信號的都卜勒偏移量，進而計算出光束路徑上之徑向風場，而光脈衝波傳

送到目標物的來回時間，則用來演算至目標物之距離；而因大氣無論晴天或雨天，均有氣溶膠存在，故可於儀器限度內，藉由大氣中氣溶膠的移動，獲得所需之風場資料，進而運算出光束路徑上之向量風速  $V(u, v, w)$ 。

其中掃描方式有：(1) 都卜勒光束定向擺動掃描技術 (Doppler-Beam-Swinging, DBS)，即點雷射雷達光束垂直指向，並向東傾斜和向北傾斜，以計算向量風場。(2) 速度方位顯示掃描技術 (Velocity-azimuth-display, VAD)，即光雷達光束以固定傾角進行圓錐形掃描(如圖 1)，花蓮機場所配駐之車載式雷射剖風儀，其掃描方式為 DBS，以守視室為觀測點執行機場上空掃描作業。

#### 4. 花蓮機場當日天氣情況分析

##### 4.1 110年11月26日天氣分析

###### 4.1.1 各層天氣圖資分析

11 月 26 日受東北季風及華南雲帶影響，地面天氣圖高壓中心位於遼寧，向東移動，其勢力向南伸展至臺灣地區，850 hPa 風切變線位於海峽北部至東部海域，東部海域相對濕度在 90 % 以上，700 hPa 花蓮地區風場為南至東南風，風切變線位於海峽北部至北部海域，500 hPa 臺灣東南部位於正渦度區，餘地區(花蓮機場)位於負渦度區。

相較前(25)日地面高壓勢力向東南移動，850 hPa、700 hPa 水氣明顯增加，500 hPa 在東部外海及東南部地區負渦度都有逐漸提升，顯示 26 日較不穩定(圖 2 及 3)。

###### 4.1.2 衛星雲圖

由可見光衛星雲圖上顯示，雲系主要由西南向東北移動，臺灣東半部空域層積雲系，平均雲頂高約 12,000 呎，以時速 20 哩向東北移動，強度略增(圖 4 及 5)。

###### 4.1.3 雷達回波圖資

11 月 26 日日間回波主要移動方向為西南向東北移動，與可見光衛星雲圖雲層移動方向大致相符，導致本場有降雨情況。在 26

日 1200 時，回波主體滯留於花蓮機場上空，花蓮機場由小雨轉為中雨，導致能見度持續下降至 2000 公尺，屬於能見度危險天氣等級，持續時間 30 至 40 分鐘(1312-1348 時)(圖 6 及 7)。

###### 4.1.4 降雨雷達圖資

0500-0554 時，本場周圍零星回波生成，由西南向東北移動，移入本場，雲幕高約為 6,000 呎，0521 時明顯由西南向東北影響本場持續降雨。

1203-1248 時，1203 時整體強度持續增加，後續整個雨勢從小雨轉變中雨，導致能見度持續驟降至 2000 公尺(圖 8 及 9)。

###### 4.1.5 剖風儀圖資

自 0800 至 1355 時，水平風速皆在 0-5 KT，1355 時水平風速明顯增加至 5-10 KT，風向從地面至 5,280 呎皆為北至東北風(010-040°)，無明顯風切情況(圖 10)。

##### 4.2 110 年 11 月 26 日綜合研析

當日天氣系統為東北季風，地面風場亦為東北風，惟機場地面觀測資料顯示東北風風速 10 KT 以下；另由衛星雲圖及雷達回波圖顯示，該雲系及回波移動方向皆為西南向東北方向移動，顯示主導空層高度位於 700 hPa 至 500 hPa。

由剖風儀圖資顯示，地面至 5,280 呎，風速偏小(0-5 KT)，若搭配低層水氣含量高，相對濕度接近於 100 %，則造成水氣由西南向東北方向移動時，不容易擴散，形成低雲(600 呎-800 呎疏雲)，且因花蓮機場正北面均為山脈，當水氣由西南移入本場後，與山脈交互作用，造成地形性之低雲產生，且當時持續不斷微弱的東北風(5-10 KT)，雖不利擴散條件，且三面環山之地形條件，有利於高空空層輻合作用，造成降雨，並於午間時段(1312-1348 時)本場低能見度至 2000 公尺之情況(圖 11)。

直至 1630 時之後，風速才漸增為 15G25

KT，顯示此時大陸冷高壓勢力逐漸影響，花蓮地區降溫較為顯著。

## 5. 結論

預報人員除運用天氣系統，預報當日機場天氣狀況(TAF)，並從藉由天氣圖資分析並搭配衛星雲圖及雷達回波的外延法，才能符合 2 小時(短延時)預報之需求，俾維護飛行安全。

花蓮機場地理位置特殊，依山傍海之環境條件，秋冬季節來臨，低層(近地面)東北風由海面上進來之低溫空氣，加上中高層為西南風且帶來豐沛水氣時，此時容易於本場上空空氣流輻合現象。

故氣象人員於值班期間，首要掌握花蓮機場所受天氣系統，如遇東北風系統時，搭配西南方向明顯水氣於機場上空輻合，雨勢增強造成低能見度，故藉此個案分析，期增進氣象人員預、測報天氣準確性，降低任務

執行之環境風險因子，確保飛航安全。

## 6. 參考文獻

- 李昌運、林裕豐、吳啟雄，2016，雷射式剖風儀觀測策略與運用，空軍氣象聯隊，氣象預報與分析，228，1-7。
- 陸可揚、李鴻斌，2018，花蓮機場在春季弱綜觀環境下海陸風之日變化分析(利用剖風儀觀測資料)。空軍氣象聯隊，氣象預報與分析，236，25-28。
- 李昌運、呂崇華，2018，臺灣東部劇烈對流個案初步分析。空軍氣象聯隊，氣象預報與分析，236，19-24。
- 李子儀、曾德晉、黃國禎、吳俊緯，2022，氣象 X-Band 降雨雷達對機場天氣守視效益。空軍氣象聯隊，氣象預報與分析，252，25-38。

7. 圖附錄

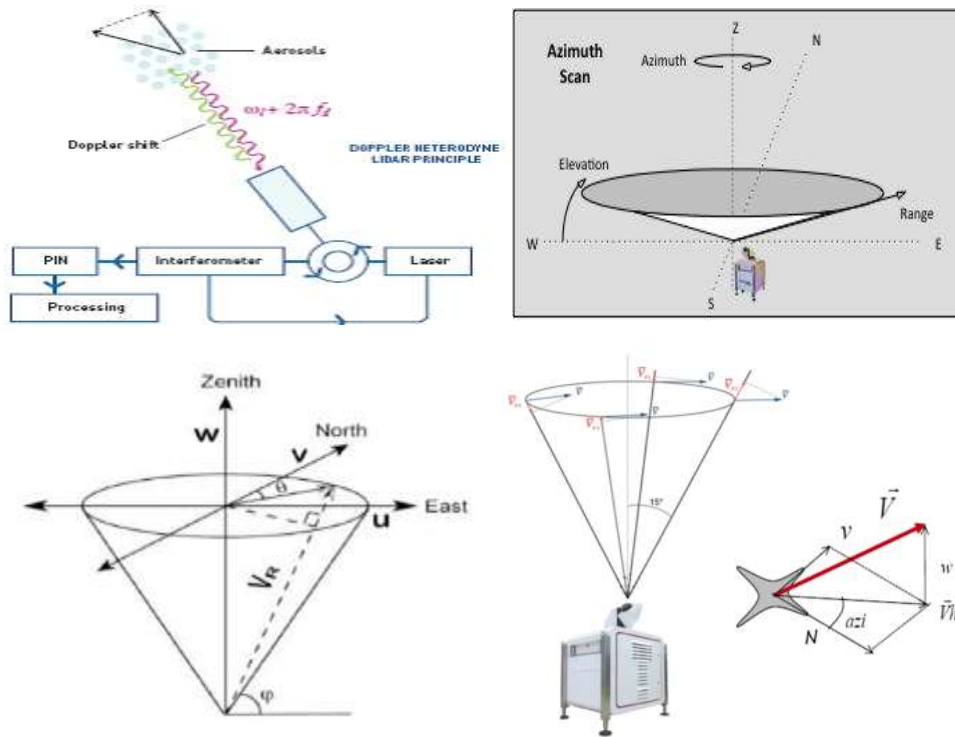


圖 1 雷射式剖風儀掃描原理及策略示意圖

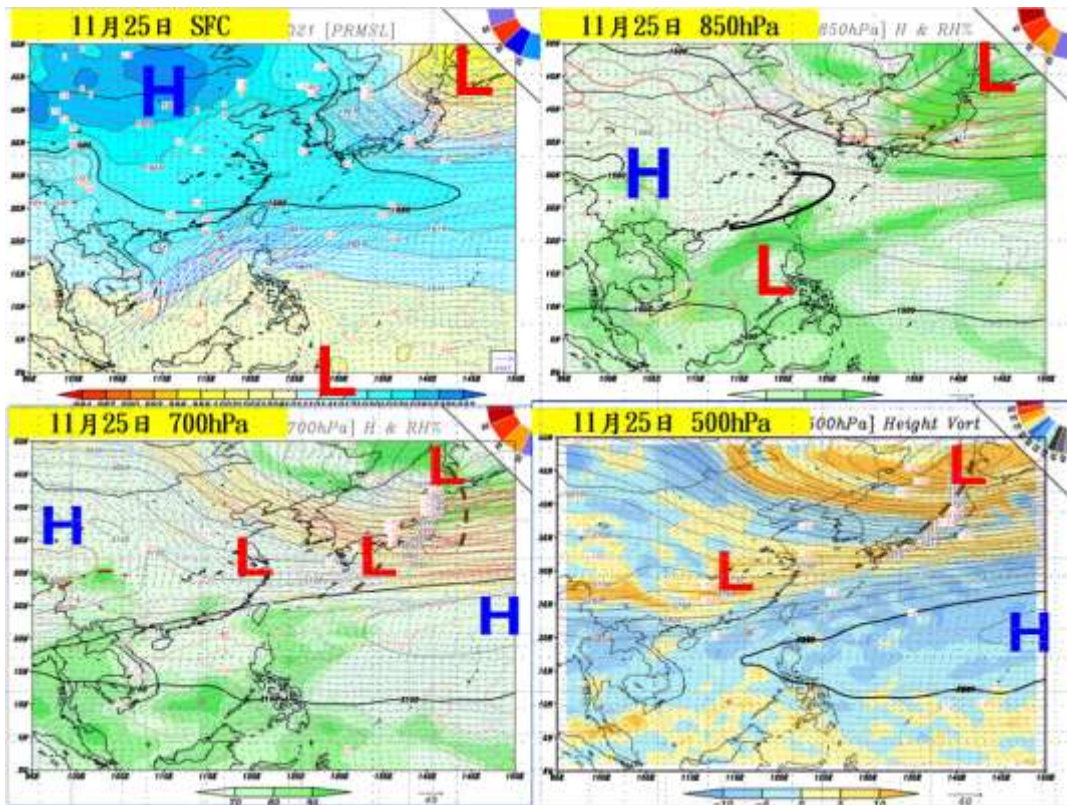


圖 2 110 年 11 月 25 日 0000 UTC NCEP GFS 海平面氣壓(黑線，間距 3 hPa)、溫度(紅線，間距 2 °C)及 10 m 水平風場(風標，箭頭 25 KT，間距 5 KT)，850 hPa 重力位高度圖(黑線，間距 30 m)、溫度(紅線，間距 2 °C)及風場(風標，間距 5 KT)，700 hPa 高空圖(黑線，間距 30 m) 及溫度(紅線，間距 2 °C)，500 hPa 高空圖(黑線，間距 30 m)及溫度(紅色虛線，間距 2 °C)高空圖天氣圖資分析

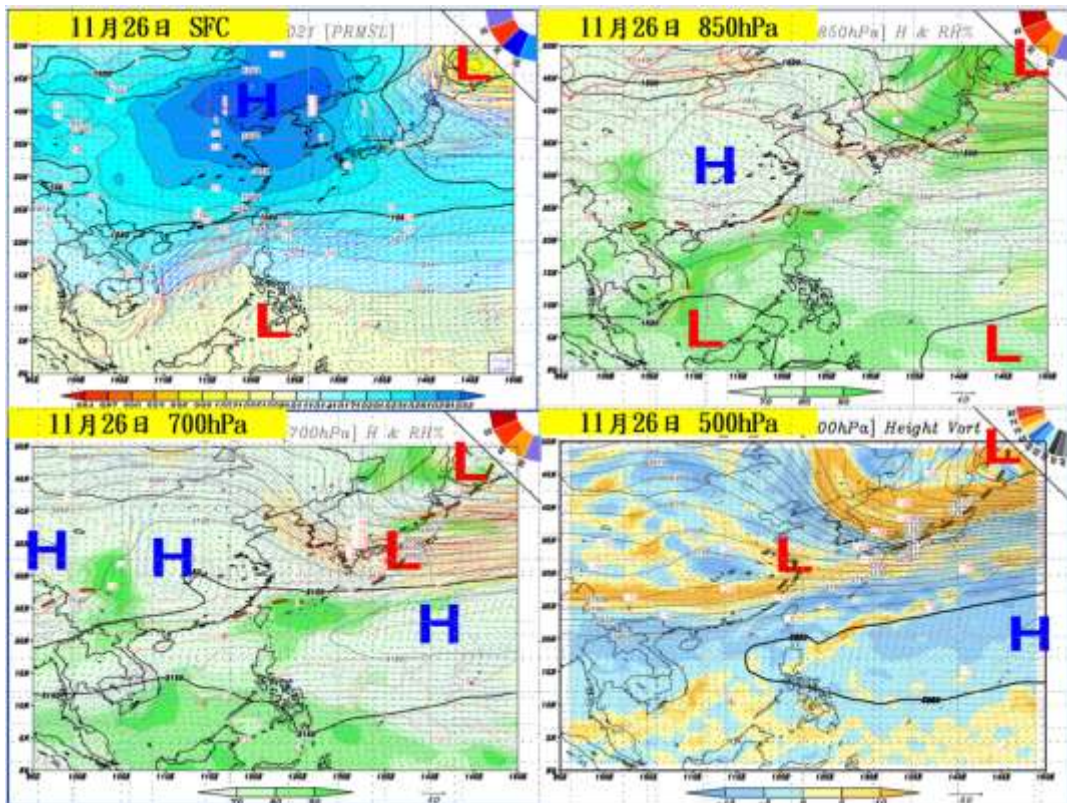


圖 3 11 月 26 日 0000 UTC NCEP 海平面，850 hPa、700 hPa 及 500 hPa 天氣圖(同圖 2)

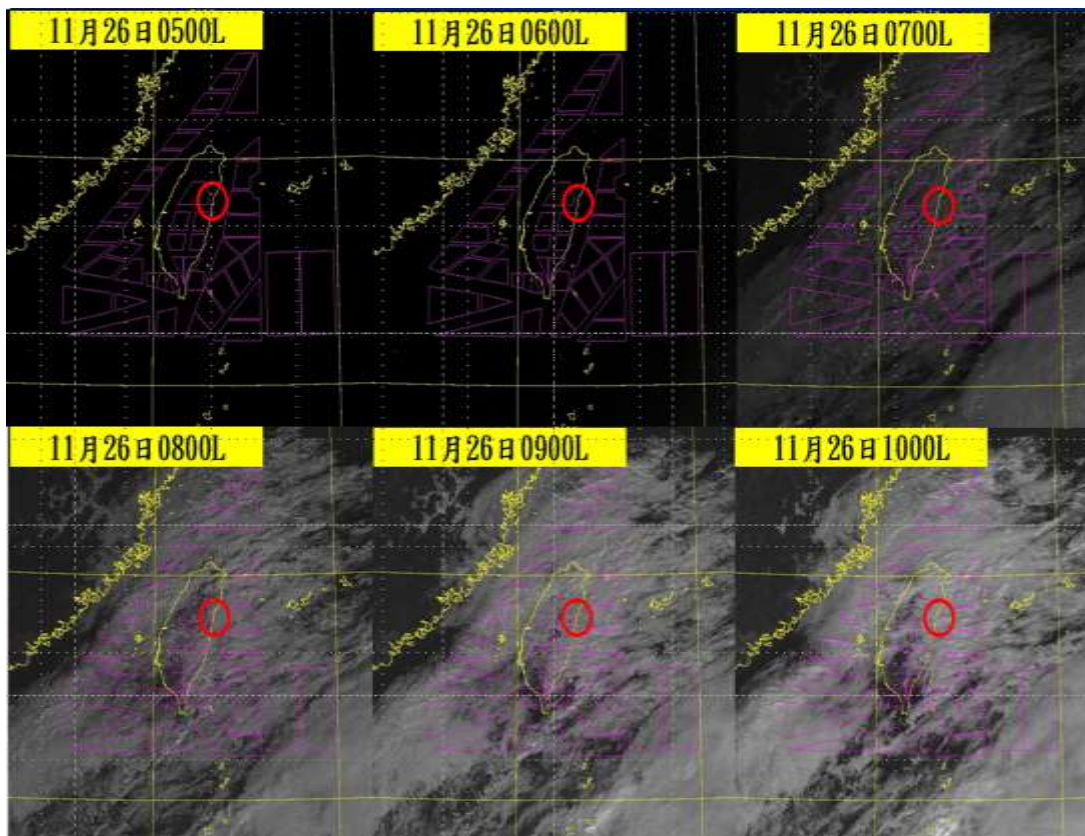


圖 4 110 年 11 月 26 日 0500-1000 時臺灣區可見光衛星雲圖，單一頻道(Ch.03)

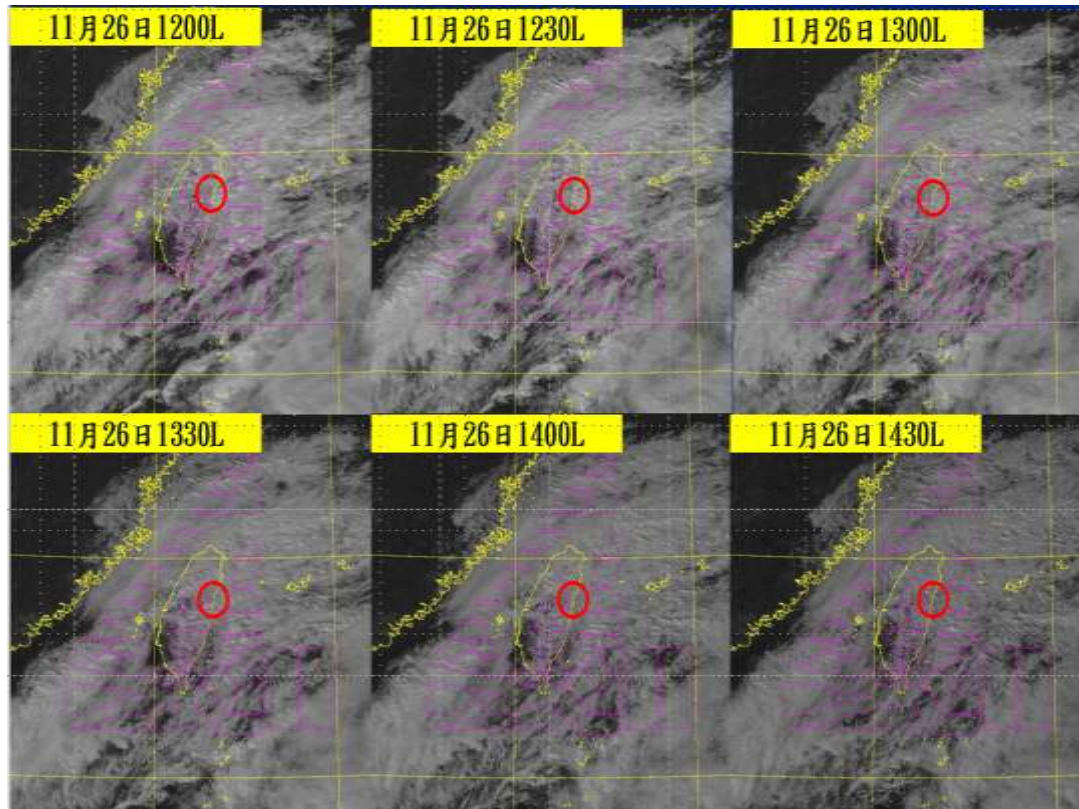


圖 5 110 年 11 月 26 日 1200-1430 時臺灣區可見光衛星雲圖，單一頻道(Ch.03)

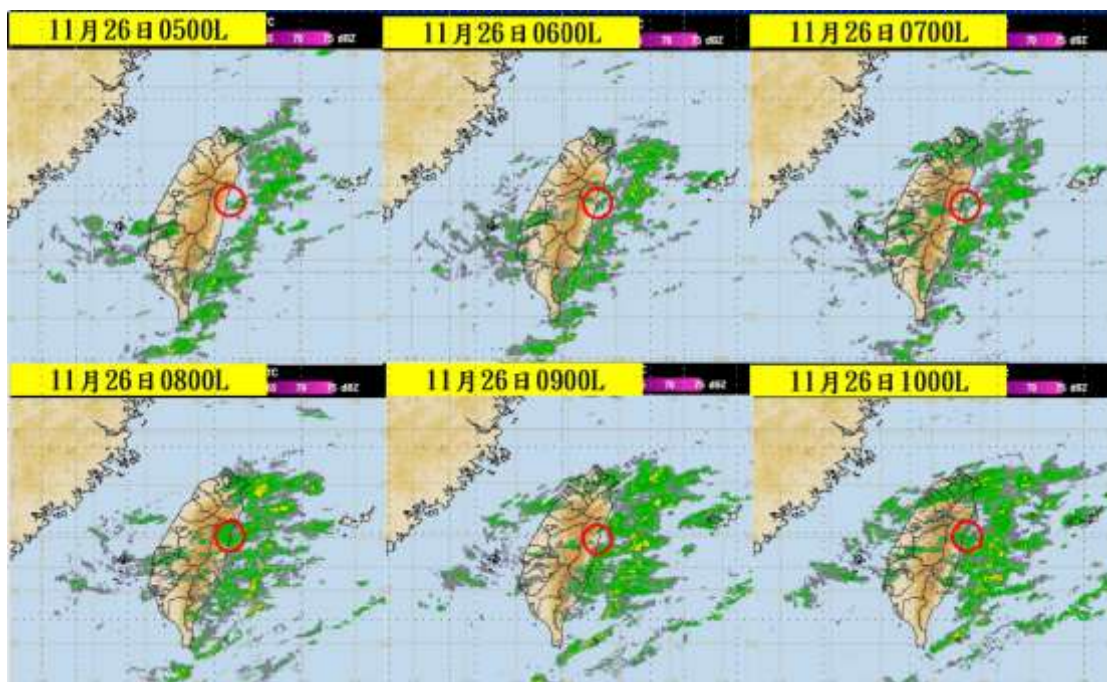


圖 6 110 年 11 月 26 日 0500-1000 時雷達回波圖(色階，回波，dBZ)

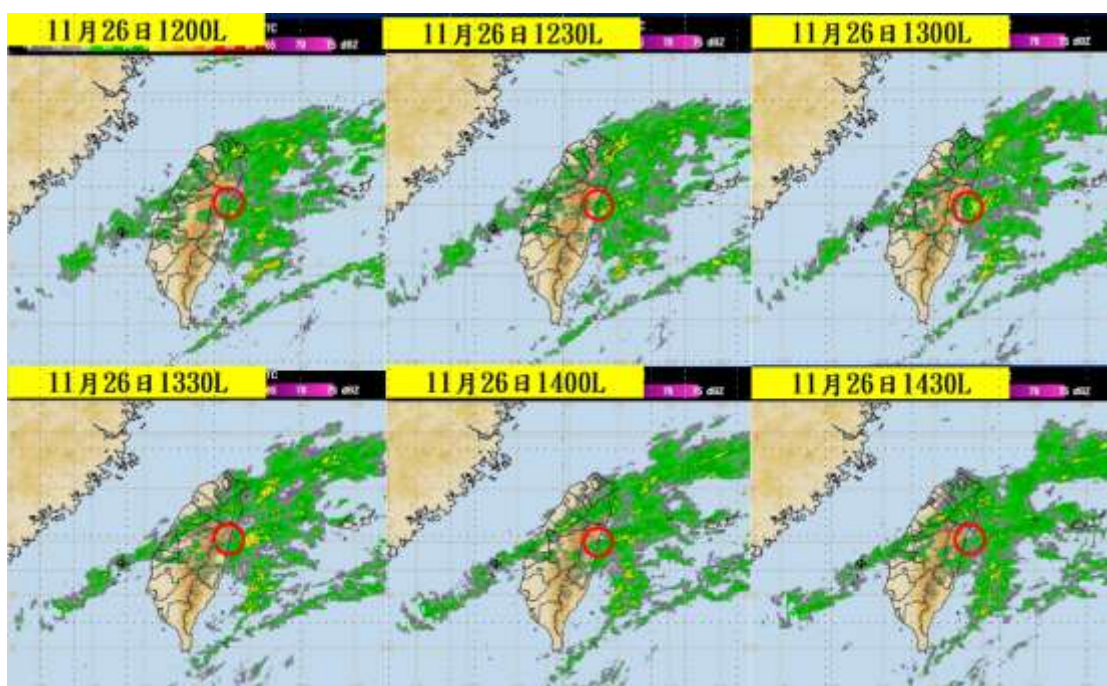


圖 7 110 年 11 月 26 日 1200-1430 時雷達回波圖資(色階，回波，dBZ)

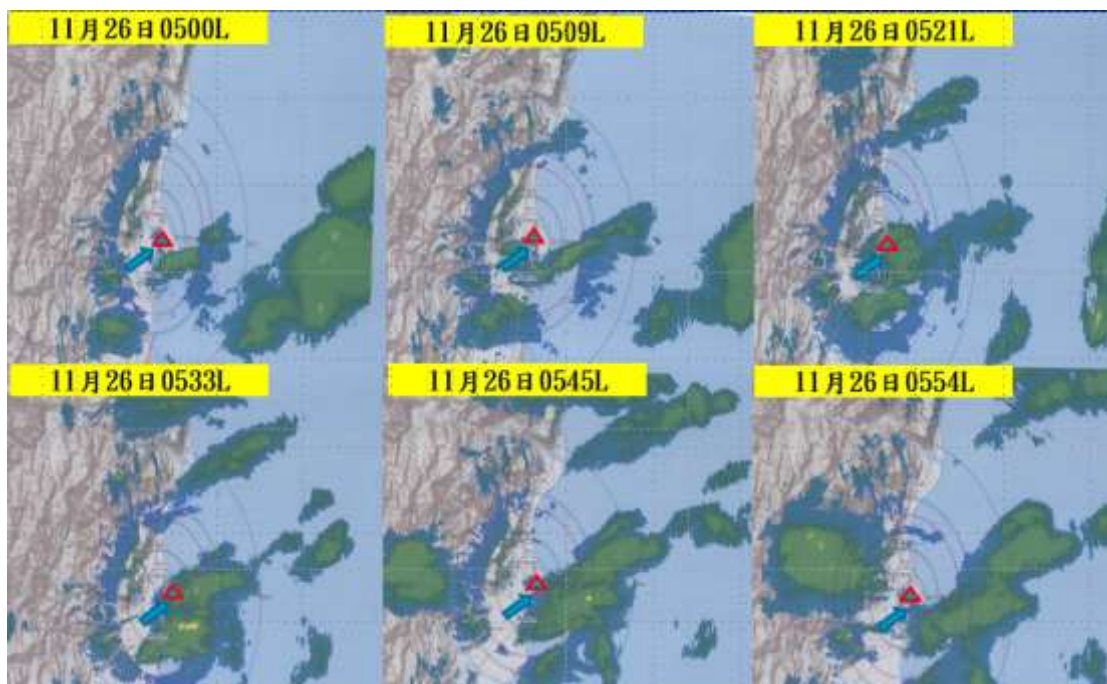


圖 8 110 年 11 月 26 日 0500-0554 時降雨雷達回波圖資(色階，回波，dBZ)

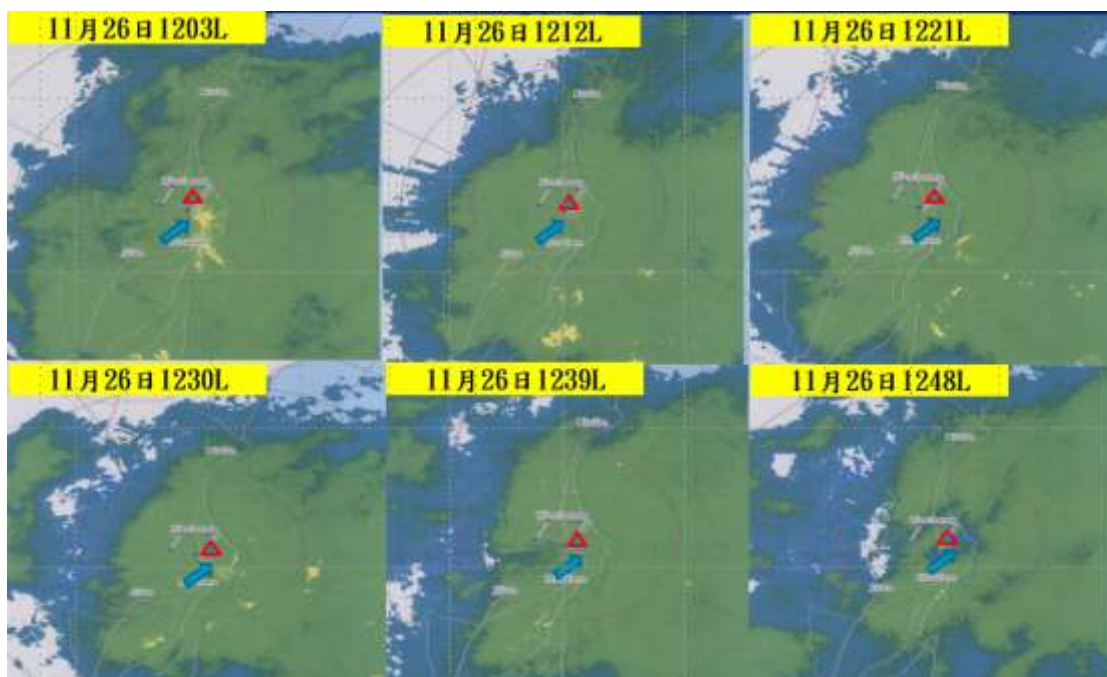


圖 9 110 年 11 月 26 日 1203-1248 時降雨雷達回波圖資(色階，回波，dBZ)



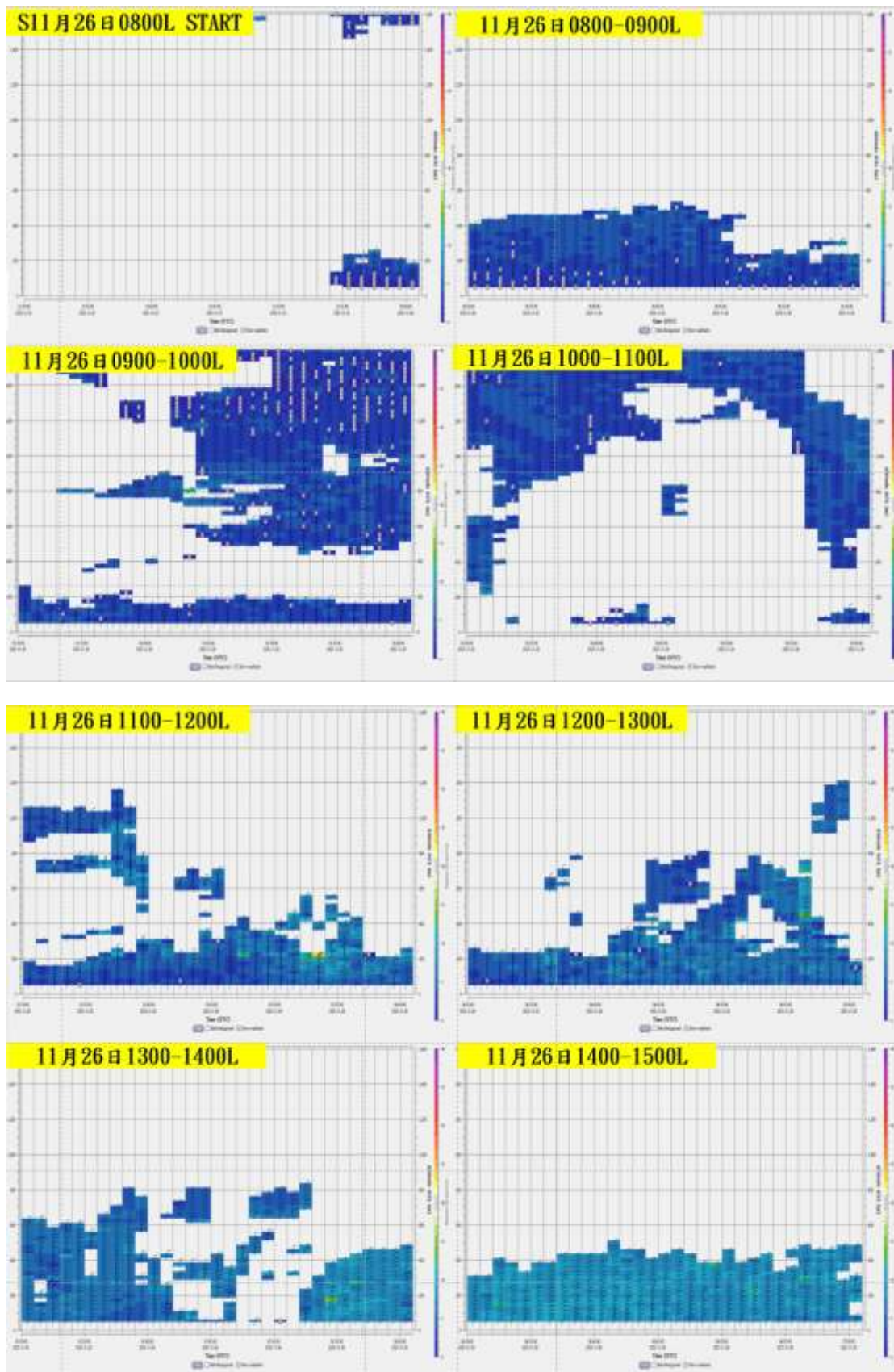


圖 10 110 年 11 月 26 日 0800 開始觀測至 1500 時，每分鐘雷射式剖風儀圖資(風標，全桿為 10 KT，半桿為 5 KT，高度單位，公尺)

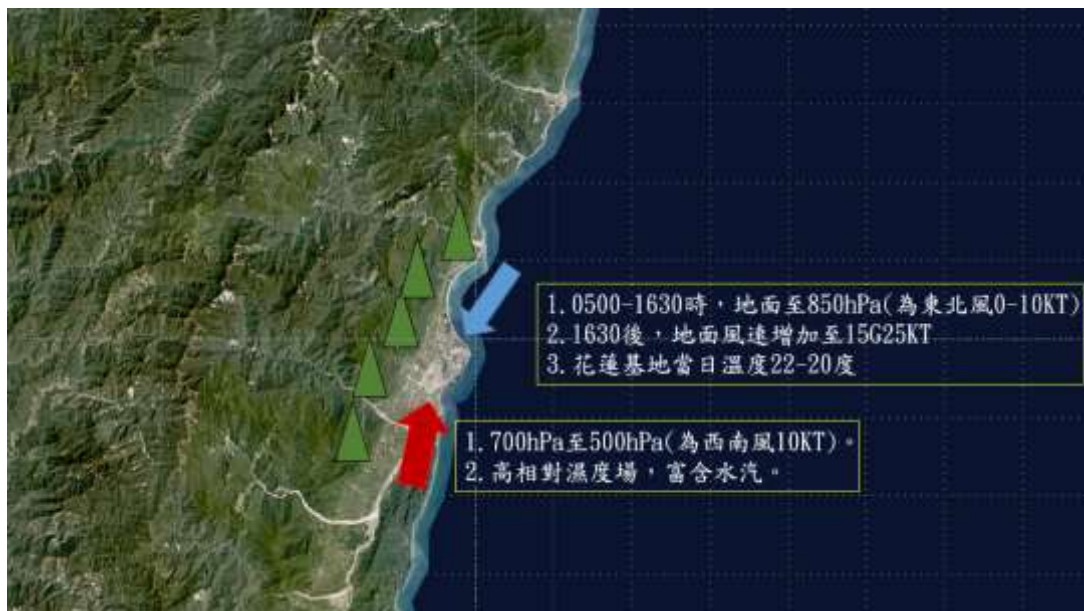
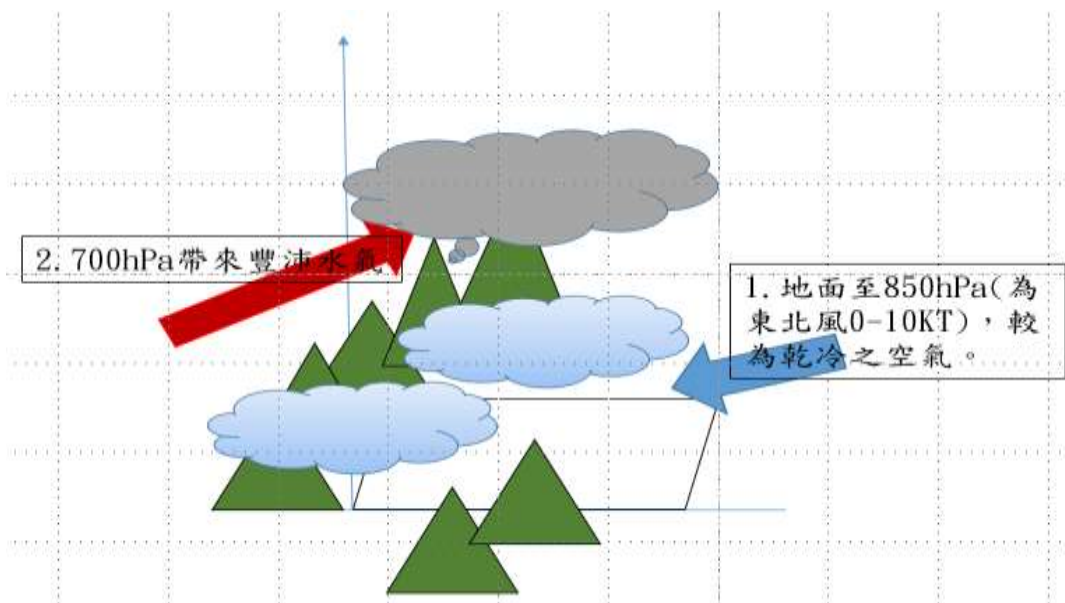


圖 11 110 年 11 月 26 日花蓮機場秋冬季低能見度個案分析示意圖

# The Analysis of low visibility cases at Hualien Airport during Autumn and Winter

<sup>1</sup>Chiao-An Chung <sup>1</sup>Te-Chung Tai <sup>2</sup> Horng-Syi Shen

<sup>1</sup> The 9th weather squadron of Weather Wing, R.O.C.A.F.

<sup>2</sup> Division of Atmospheric Sciences, Department of Environmental Information and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University

## Abstract

This research analyzed the case of low visibility (decreased to 2000 meters) danger weather that occurred during the period of 1312 LST to 1348 LST on November 26th, 2021, due to changes in rainfall intensity, using data from the Hualien Airport X-Band rainfall radar, wind lidar profilers observation data, and related weather observation data. By organizing and analyzing the weather observation data, this study aimed to explore the reasons for the sudden decrease in visibility at Hualien Airport during the day, which was influenced by geographical conditions and weather systems, to improve airport weather forecasting and provide meteorological staff with a better understanding of the characteristics of the Hualien Airport area and the weather conditions that aircraft may encounter during takeoff and landing, thereby maintaining flight safety.

**Keyword : Visibility, Rainfall Radar, Doppler Wind Lidar**