

# 105年天氣分析與預報研討會

## 即時機場低空風切偵測之分析與警訊系統探討

阮婕如、林清一、蒲金標

---





# 目錄

---

- ◆ 前言
- ◆ 研究方法和資料來源
- ◆ 機場低空風切及氣象資料分析
- ◆ 結論





# 前言

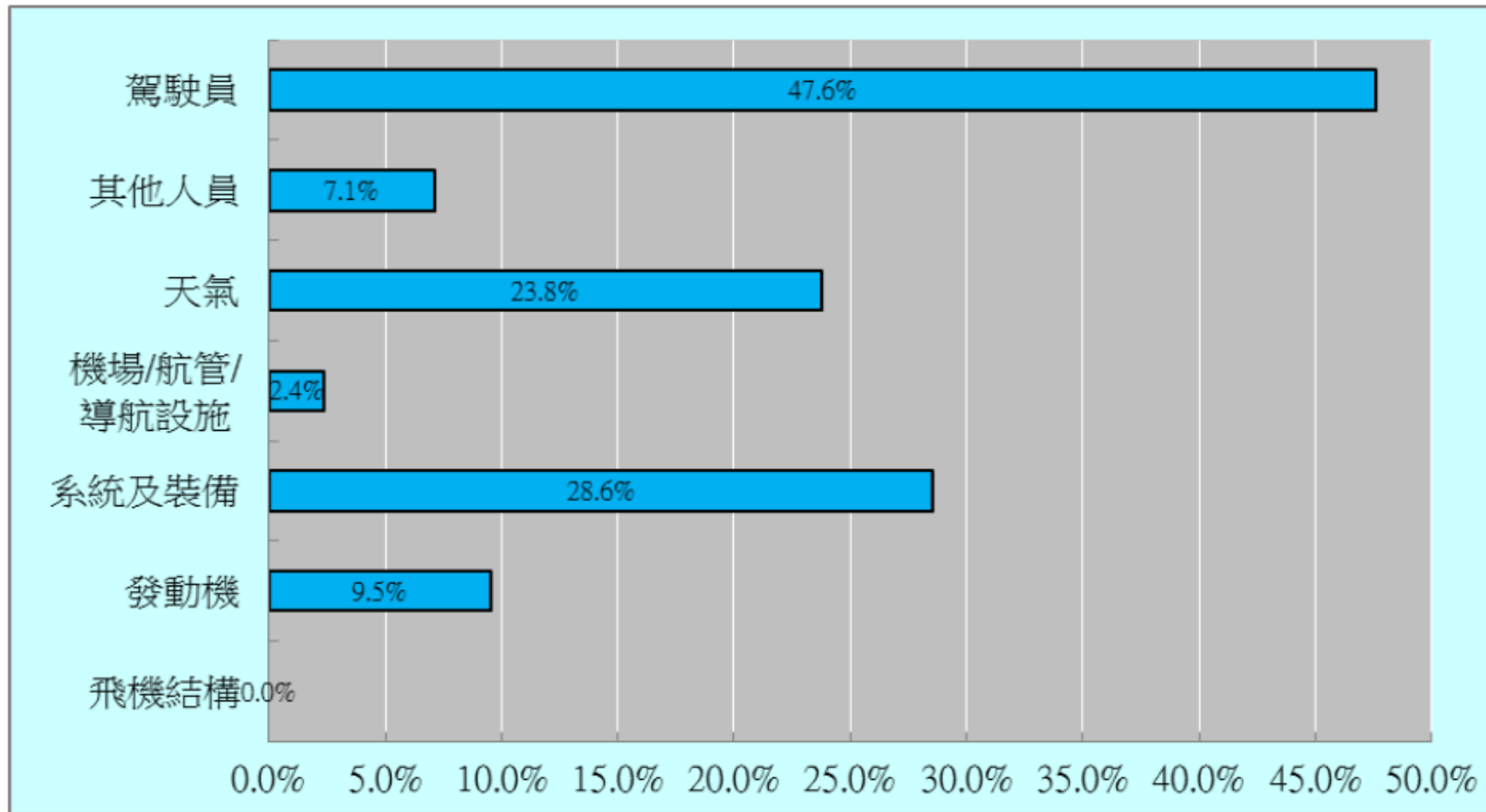
---

- ◆ 風速、風向改變 → 以低空風切對航機飛行構成嚴重的威脅。
- ◆ 國際民航組織(ICAO)「低空風切及亂流手冊」低空風切定義  
→ 地面至1,600ft高度間的風向風速瞬間大幅變化現象。





# 我國近十年民用航空運輸業飛航事故原因分析



## 事故原因分析

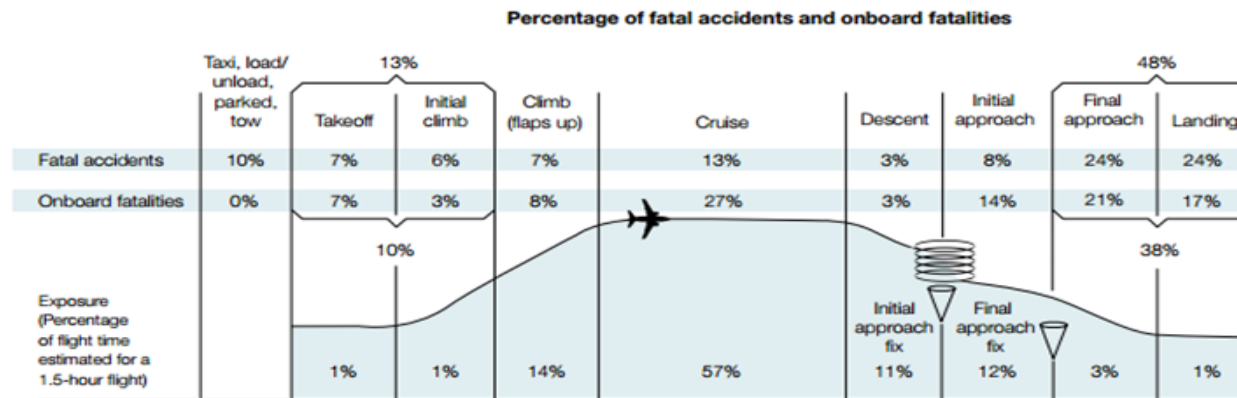
1. 駕駛員
2. 系統及裝備
3. 天氣



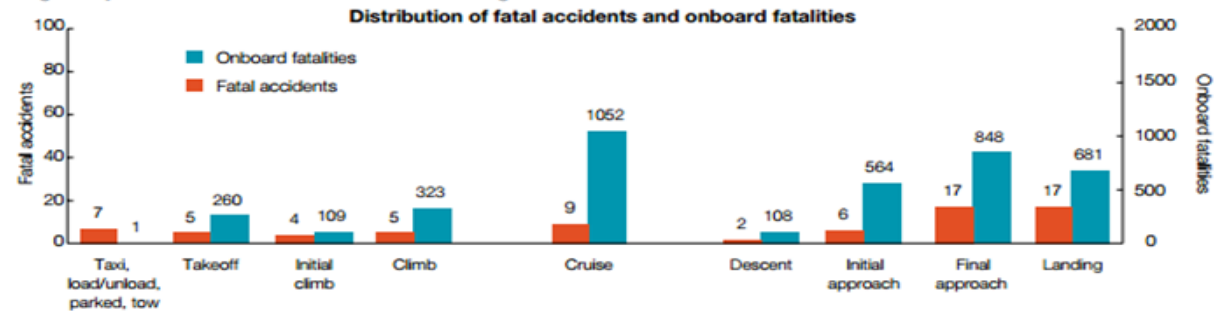


# 2014 Boeing Statistical Summary

## Fatal Accidents and Onboard Fatalities by Phase of Flight Worldwide Commercial Jet Fleet | 2005 through 2014



Note: Percentages may not sum to 100% due to numerical rounding.



Copyright © 2015 Boeing. All rights reserved.

2014 STATISTICAL SUMMARY, AUGUST 2015 | 20

航機失事發生之機率

1. 起飛離場13%
2. 落地近場48%





# 航空器失事

---

- ◆ Aviation Safety Network 失事統計1943年至今→低空風切造成至少92件失事事件。
- ◆ 1975年東方航空B727客機於紐約州甘迺迪國際機場近場時墜毀。
- ◆ 2001年立榮航空Dash-8客機於金門尚義機場飛機損壞事故。
- ◆ 研發偵測及預警技術→避免航空器再次因低空風切造成悲劇的發生。





# 低空風切警告系統(Phase-III LLWAS)

---

- ◆ FAA於1970年代後期開始研發第一代低空風切警告系統→大尺度的天氣變化。
- ◆ NCAR不斷測試及改良→第三代低空風切警告系統(LLWAS-III)。
  - 跑道及跑道兩端延伸1至3海浬範圍
  - 低空風切及微爆氣流的現象
  - 準確率可到達90%以上





# 風的形成與氣壓變化之關係

---

- ◆ 氣壓：係指單位面積上空氣柱重量所形成的壓力。
- ◆ 風的形成：氣壓分布不均。
- ◆ 國際民航組織(ICAO)於低空風切手冊中→微型氣壓計偵測陣風鋒面之氣壓跳升現象→提前三分鐘偵測。







# 資料來源及研究方法

---

## ◆ 資料來源

- 第三代低空風切警告系統(LLWAS-III)
- 地面自動化測報系統(AWOS)
- 機場地面觀測報告
- 中央氣象局地面天氣圖

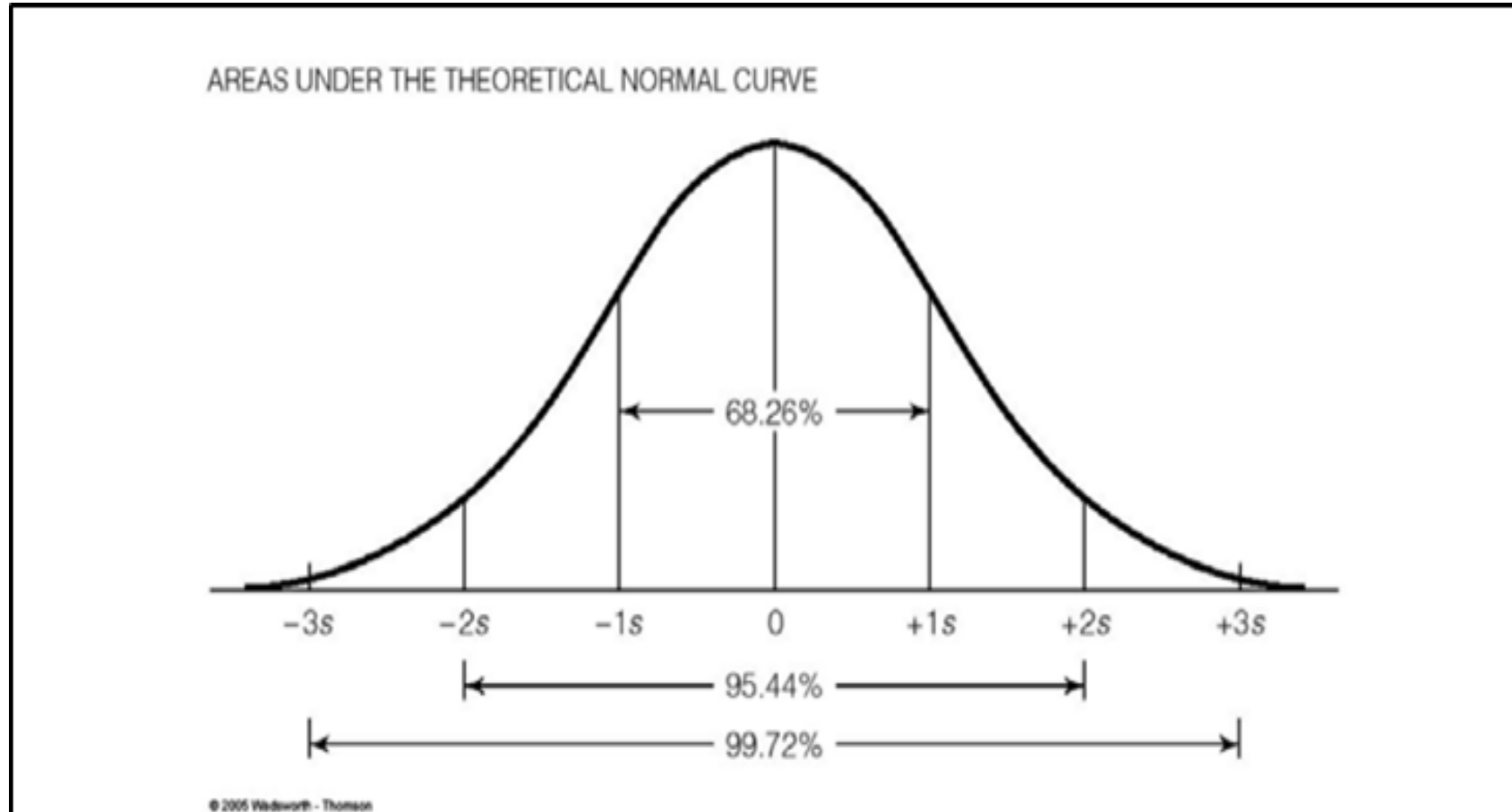
## ◆ 常態曲線及分配

- 標準差---資料之離散程度
- 平均數及標準差---推論資料分佈





# 常態曲線



常態曲線

1. 面積比例
2. 穩定大氣小於 $1\sigma$
3. 不穩定大氣大於 $1\sigma$





# 機場低空風切及氣象資料分析

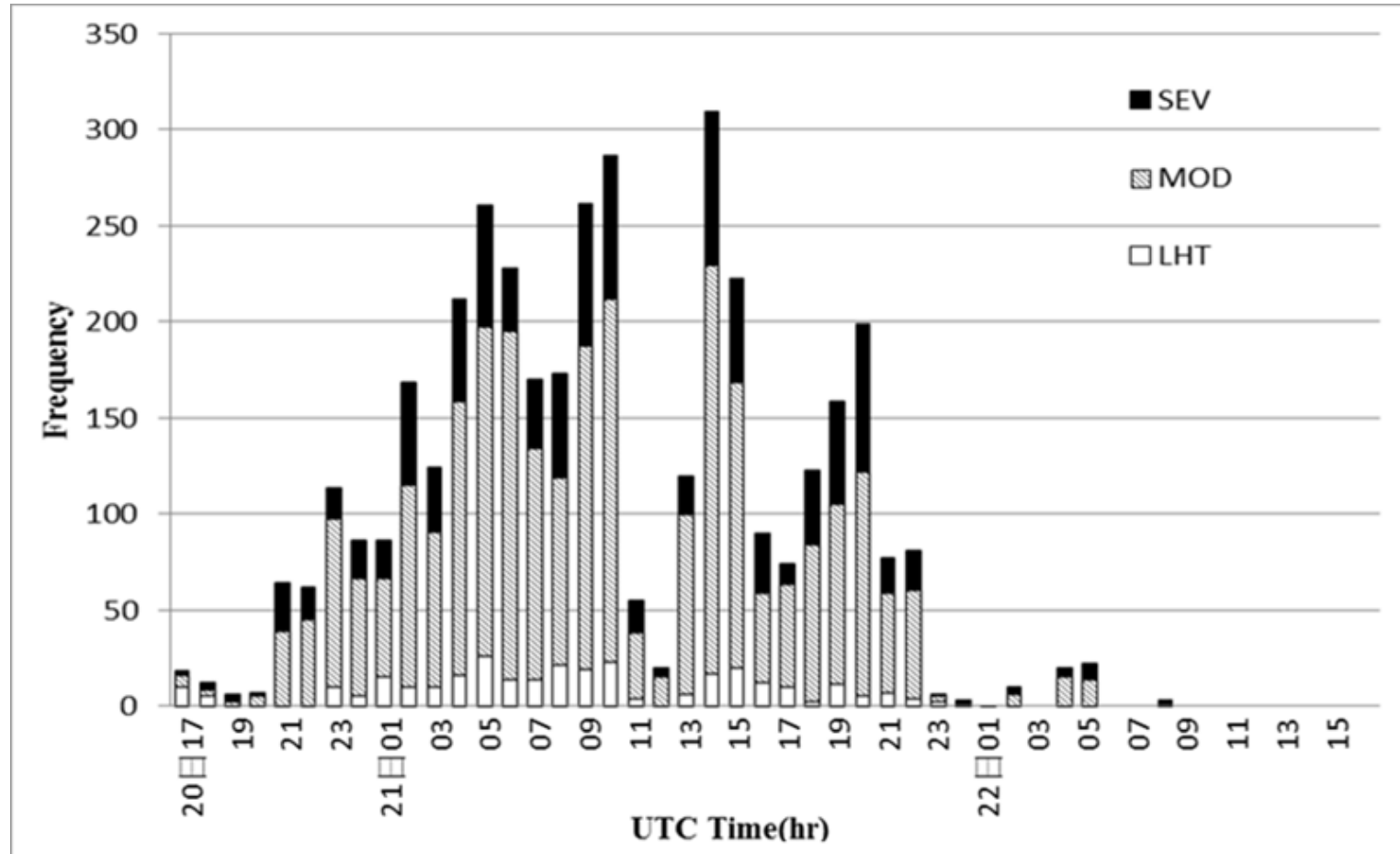
---

- ◆ 松山機場→天兔颱風侵襲期間機場氣象資料分析。
- ◆ 高雄地區小型機場→蘇迪勒颱風侵襲期間機場氣象資料分析。
  - 低空風切警告分析。
  - 風向量跳動值分析。
  - 氣壓跳動值分析。





# 松山機場LLWAS逐時發布風切次數圖



1. 接近期間1700-2000有風切警告。
2. 籠罩期間2100-2200風切警告發布密集。
3. 遠離期間2300-1600有風切警告。





# 機場風向量跳動值

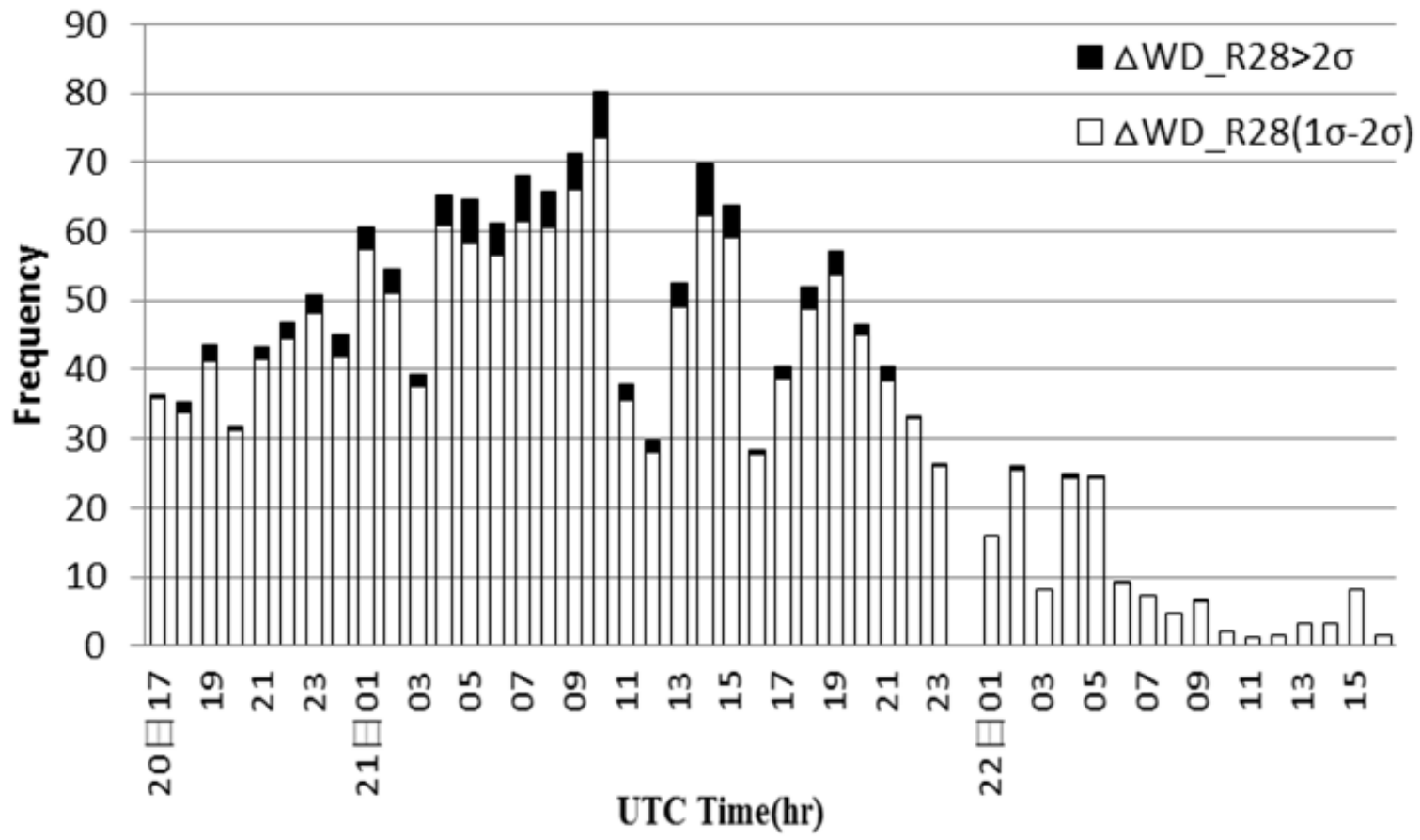
---

- ◆ 風向量跳動值---風向及風速觀測值計算。
- ◆ 常態曲線---平均數及標準差推論資料分佈。
- ◆ 頻率與時段---風向量跳動值超過標準差。





# 松山機場跑道風向量跳動值超過 $1\sigma$ 之頻率分布圖

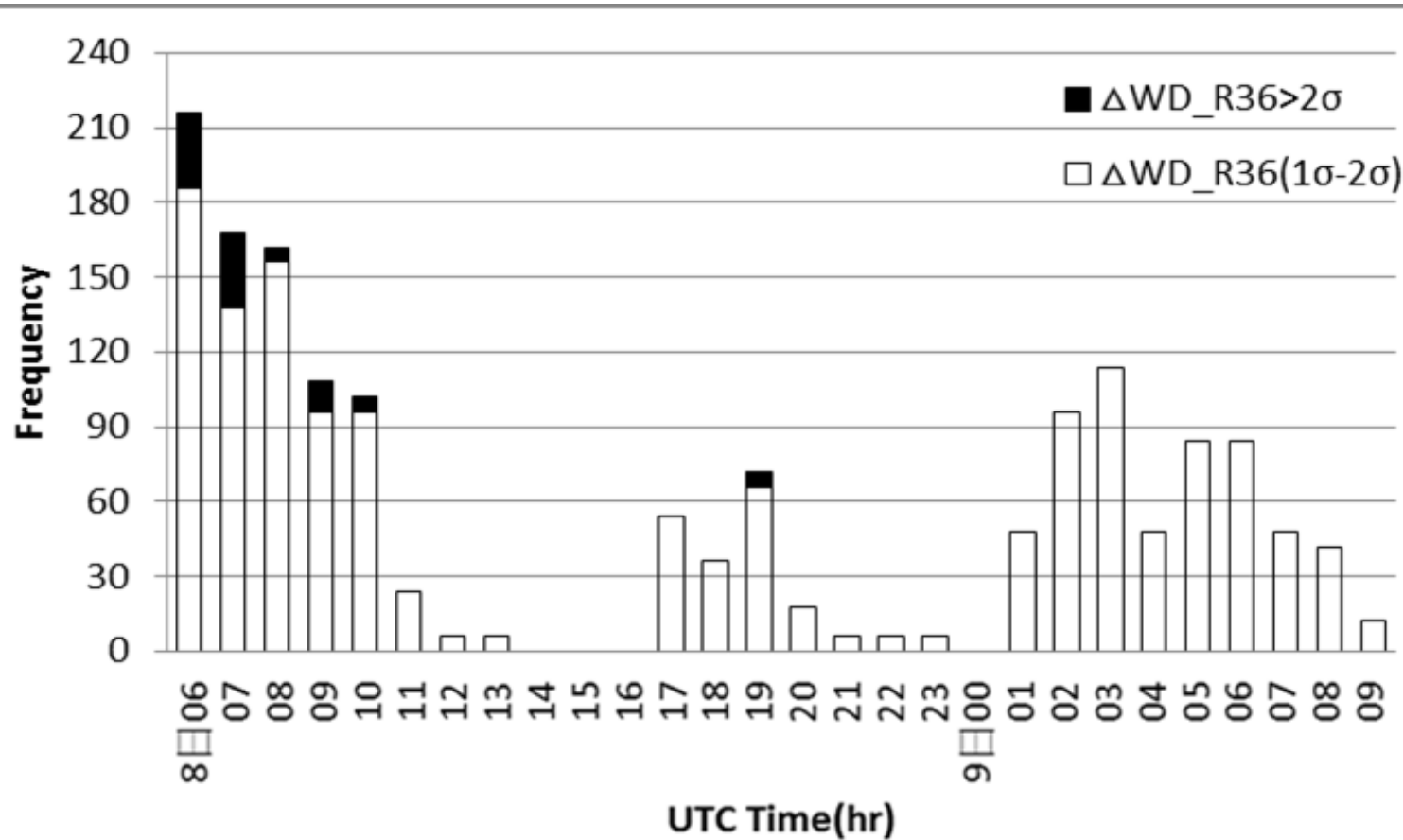


1. 籠罩期間-頻率提升。
2. 接近氣壓跳動頻率。





# 高雄地區小型機場跑道風向量跳動值 超過 $1\sigma$ 之頻率分布圖



1. 籠罩期間-跳動強度增加，大於 $2\sigma$ 跳動幅度。
2. 遠離期間-跳動頻率及幅度減弱。





# 機場氣壓跳動值

---

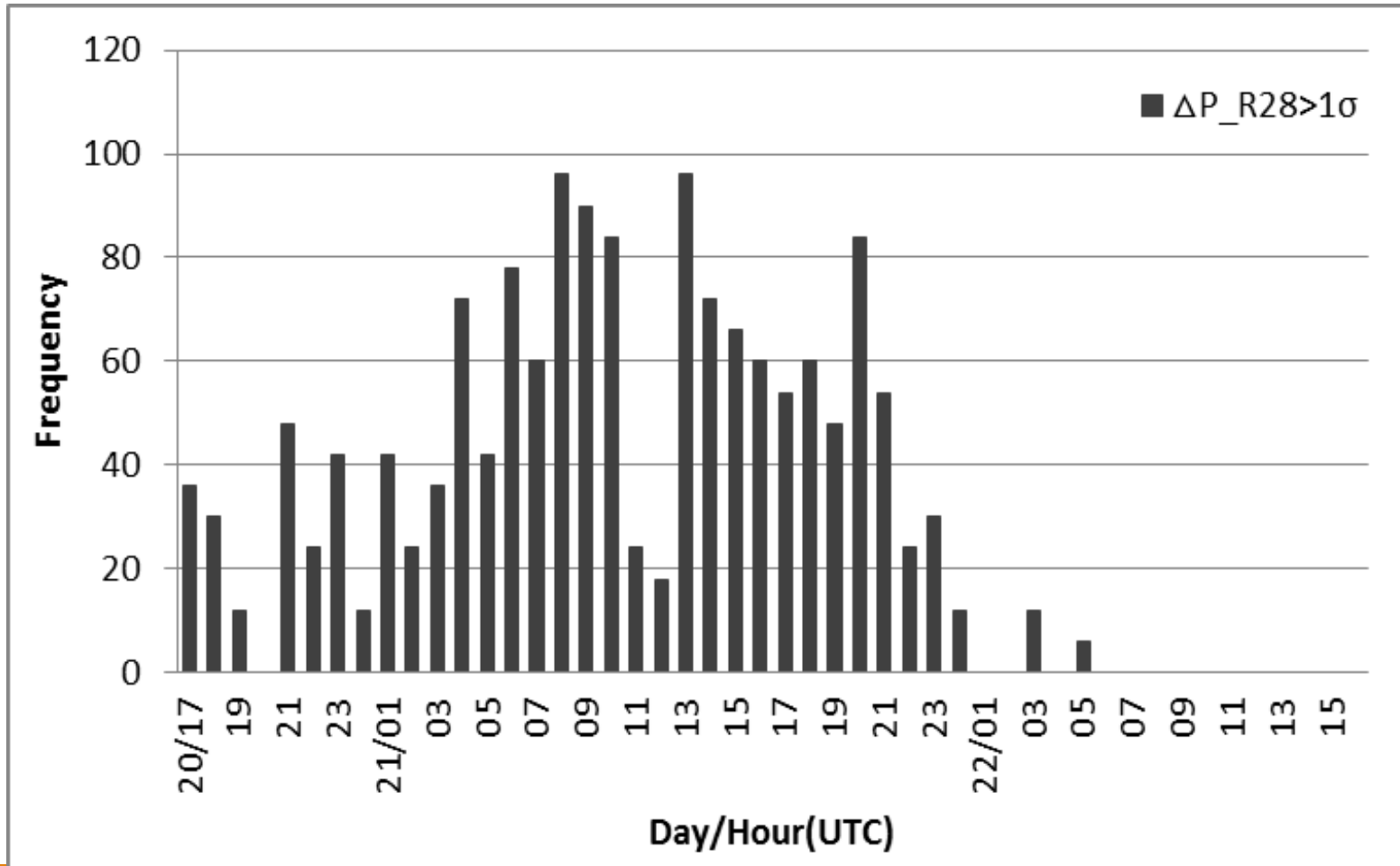
- ◆ 氣壓跳動值---氣壓觀測值計算。
- ◆ 常態曲線---平均數及標準差推論資料分佈。
- ◆ 頻率與時段---氣壓跳動值超過標準差。







# 松山機場跑道氣壓跳動值超過 $1\sigma$ 之頻率分布圖

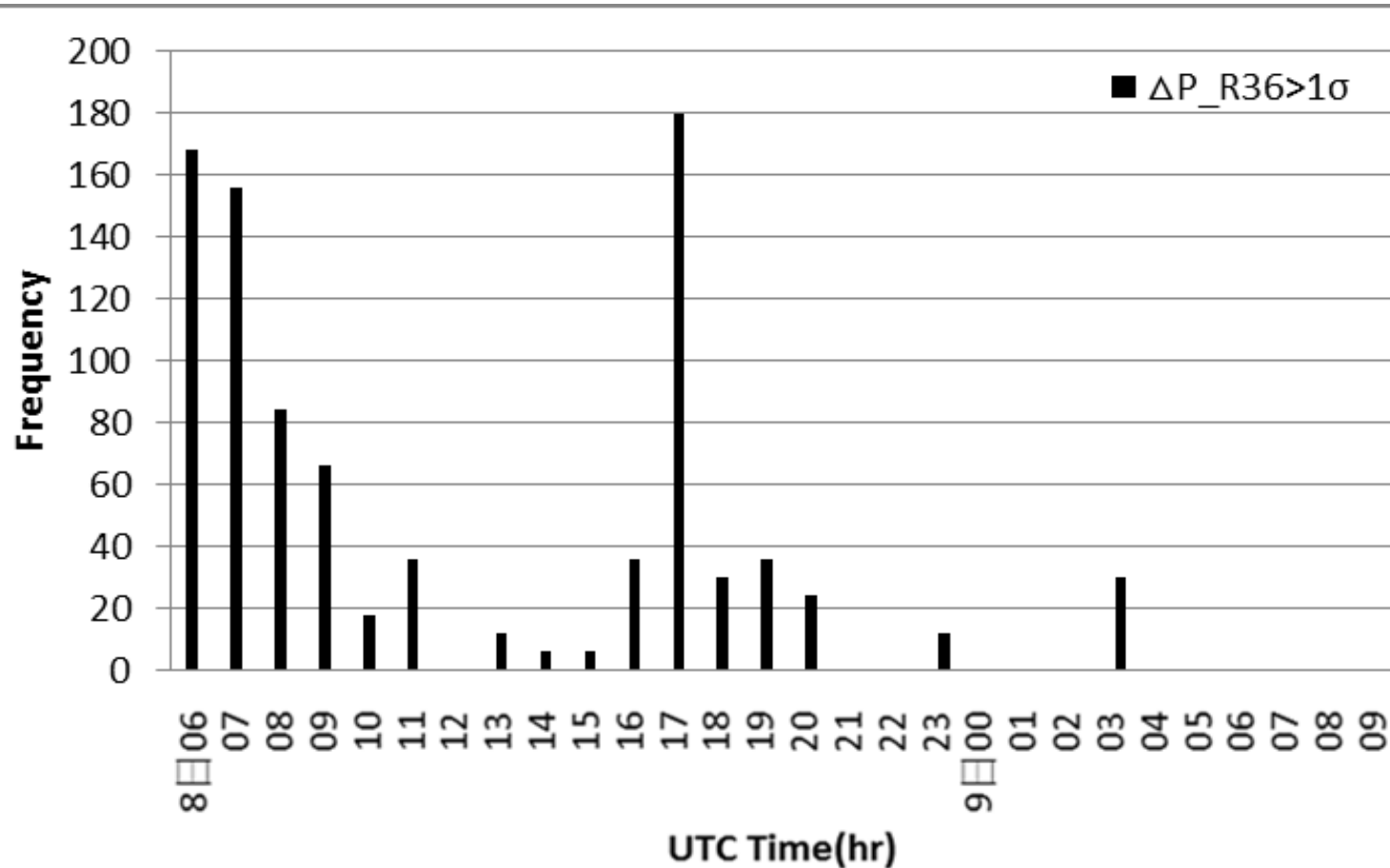


1. 接近期間-氣壓跳動增加。
2. 籠罩期間-跳動強度增加，大於 $0.2\text{hPa}$ 與強烈風切接近。
3. 遠離期間-氣壓頻率及幅度大幅減弱。
4. 與LLWAS更接近。





# 高雄地區小型機場跑道氣壓跳動值 超過 $1\sigma$ 之頻率分布圖



1. 籠罩期間-跳動強度增加，大於 $0.2\text{hPa}$ 跳動幅度。
2. 遠離期間-氣壓頻率及幅度大幅減弱。





# 結論

---

- ◆ 本研究之分析結果，用於機場建置MEMS氣壓偵測系統。
- ◆ 建置及維護經費相對較低，且較不受周遭地理環境限制。
- ◆ 沿跑道裝設氣壓感測器偵測氣壓變化→提供機場即時風切警告。
- ◆ 進而提升機場整體飛行安全。





---

Thank you for your attention.

