

應用逆向工程技術於飛航事故 調查及提升飛安研究



飛航安全調查委員會
官文霖/調查實驗室主任

簡報大綱

一

前言

二

逆向工程技術發展及應用

三

事故案例探討

四

大數據與飛安管理

五

結論

一. 前言

逆向工程：拆解、觀察、研判損壞模式，以提升產品
可靠度之工程技術

飛安管理

「人-機-環」

被動式
主動式
預測式



事故調查

人為疏失、
機械故障、
組織管理
...



空間測繪

應用聲、光、電、
磁...探測技術

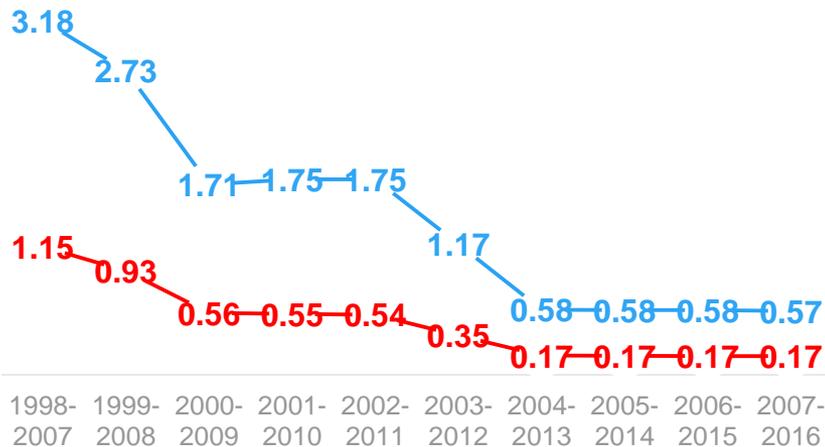


- ◆ 人員訪談
- ◆ CVR/FDR解讀
- ◆ 測試模擬
- ◆ 工程鑑定及分析

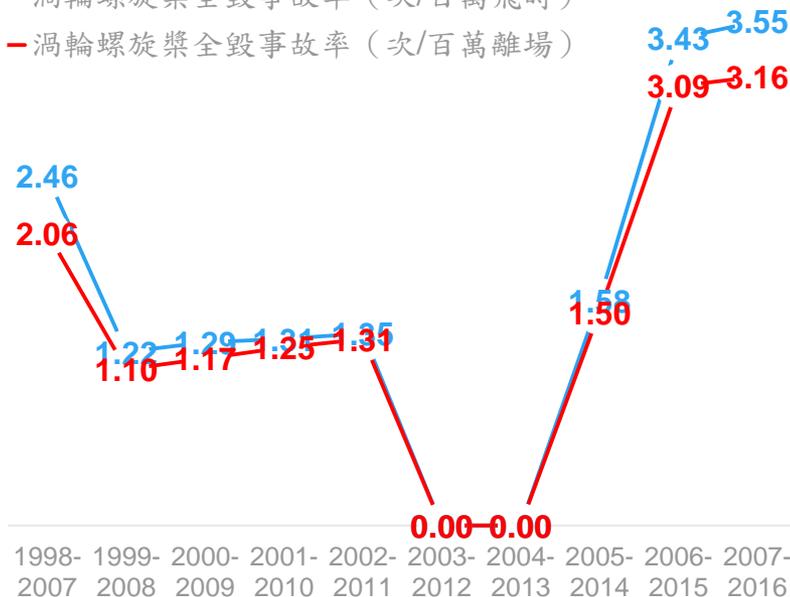
一. 前言

飛航事故統計資料(2007-2016)

- 渦輪噴射機全毀事故率 (次/百萬離場)
- 渦輪噴射機全毀事故率 (次/百萬飛時)



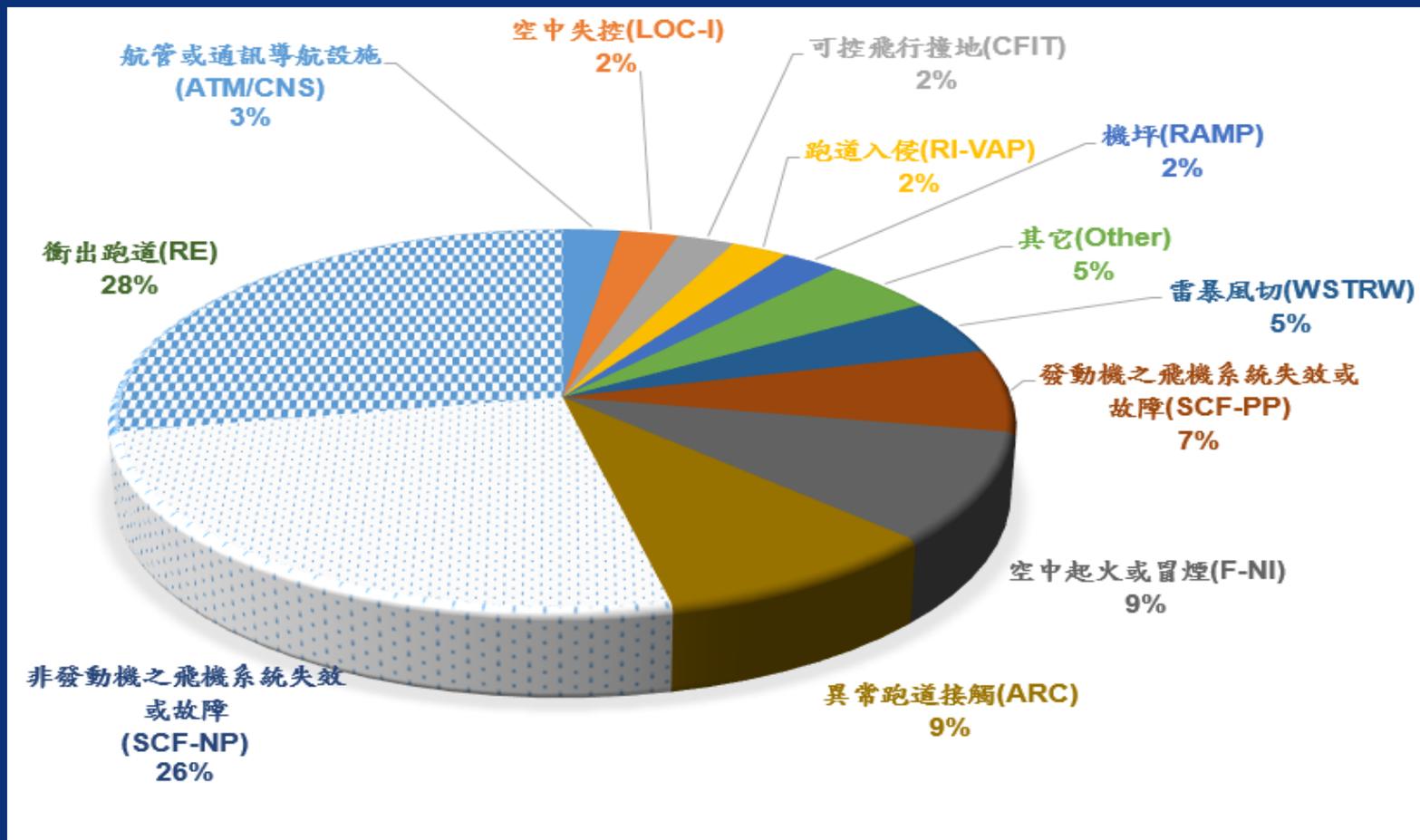
- 渦輪螺旋槳全毀事故率 (次/百萬飛時)
- 渦輪螺旋槳全毀事故率 (次/百萬離場)



主動預防研究才能改善飛安

一. 前言

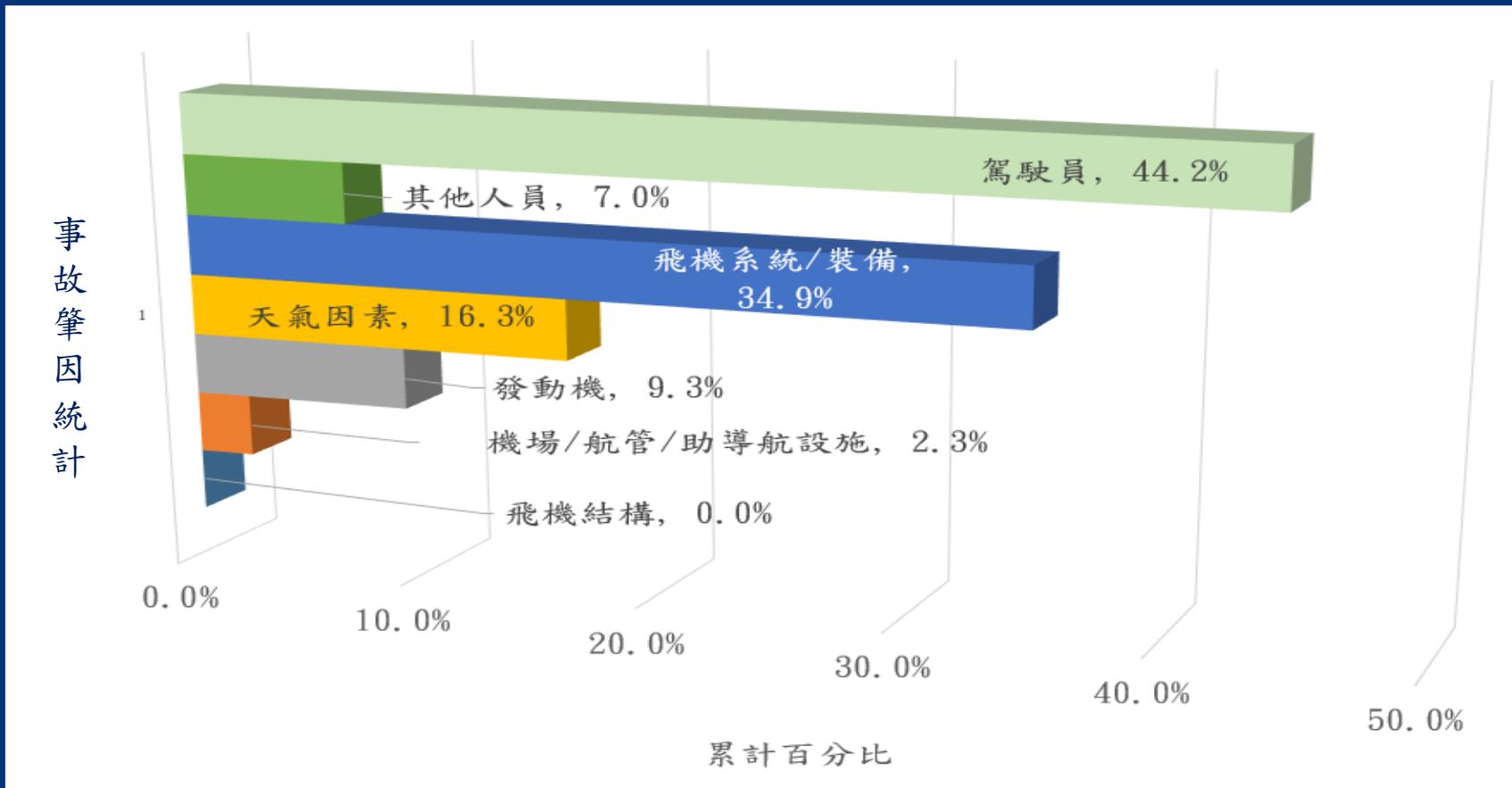
飛航事故統計資料(2007-2016)



前三大事故類別：衝出跑道、飛機系統失效或故障
異常跑道接觸

一. 前言

飛航事故統計資料(2007-2016)



- ◆ 1st 人為因素- 合作/標準程序/疲勞
- ◆ 2nd 危害天氣-大雨/亂流/風切
- ◆ 3rd 濕滑跑道- 涉及水飄，減速操控

二. 逆向工程技術發展及應用



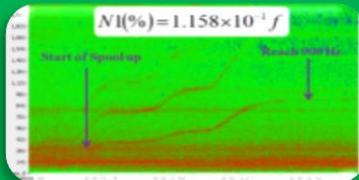
危害天氣/惡劣天氣

- 風切，亂流，積冰..
- 水飄現象，衝/偏出跑道



非揮發性記憶體

- 受損GPS/航電組件
- 特殊下載及解碼資料庫



聲紋分析/影像分析

- 艙音 各式錄音
- 音頻特徵及資料庫



無人機

- 現場空拍
- 製作精密地型及動畫資料庫



空間測繪/光達

- 殘骸立體建模，損壞順序
- 流場/應力分析

礙於時間

僅探討

數項案例

二. 逆向工程技術發展及應用

危害天氣/惡劣天氣



- ◆ EDR
- ◆ F- factor
- ◆ CL, CD
- ◆ Wind model
- ◆ Hydroplaning working Group



三. 事故案例探討

2014/07/23

ATR72-500 澎湖村落



受損飛航紀錄器
飛航性能分析
無人機立體製圖

2015/02/24

ATR72-600 南港河面



NVM記憶體
影像分析
地面光達應用

2016/03/11

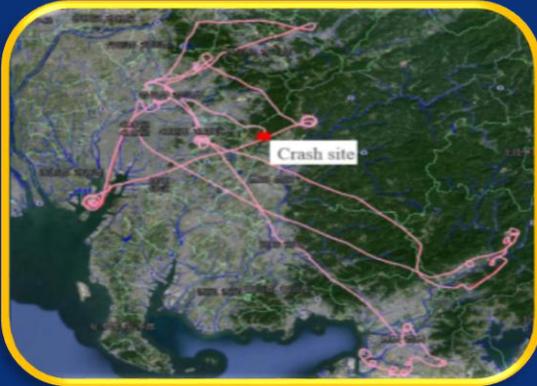
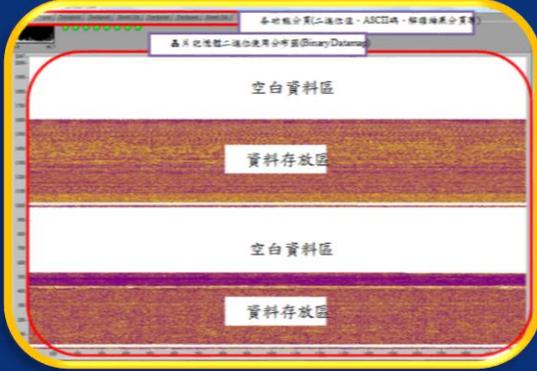
AS-365 石門外海



聲紋分析
影像分析

三. 事故案例探討

受損
GPS



1b0008h

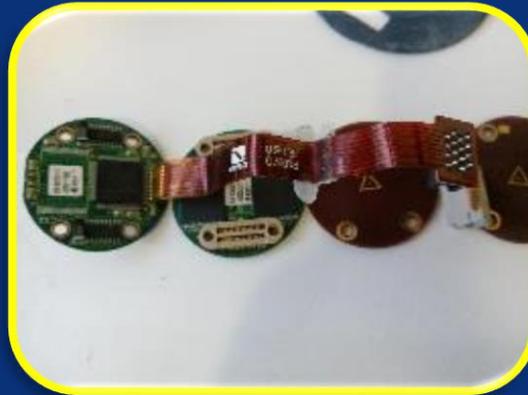
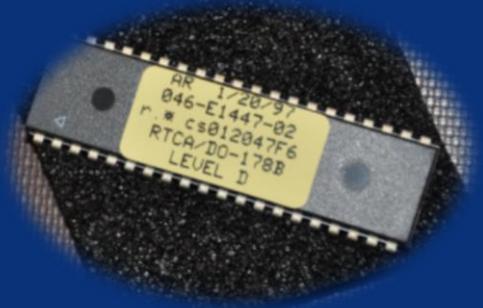
Time: 2014-02-23T00:00:00

00091	FTime	000E7B1F	28.2.2014
00092	FTime	000E7B27	28.2.2014 16
00093	FTime	000E9C69	05.3.2014 04:51
00094	FTime	000E9D10	24.2.2014 20:36:2
00095	FTime	000E9D8F	24.2.2014 21:36:14
00096	FTime	000E9E30	05.3.2014 04:51:16
00097	FTime	000EAD1F	28.2.2014 16:55:11
00098	FTime	000ED408	25.2.2014 11:17:38
00099	FTime	001E1744	23.2.2014 01:54:22
00100	FTime	001E1754	23.2.2014 01:54:33
00101	FTime	001E1764	23.2.2014 01:54:43
00102	FTime	001E1774	23.2.2014 01:54:56
00103	FTime	001E1784	23.2.2014 01:55:01
00104	FTime	001E1790	23.2.2014 01:55:04
00105	FTime	001E17A4	23.2.2014 01:55:05
00106	FTime	001E17B4	23.2.2014 01:55:06
00107	FTime	001E17C4	23.2.2014 01:55:16
00108	FTime	001E17D4	23.2.2014 01:55:24
00109	FTime	001E17E4	23.2.2014 01:55:33
00110	FTime	001E17F4	23.2.2014 01:55:42
00111	FTime	001E1804	23.2.2014 01:55:51
00112	FTime	001E1814	23.2.2014 01:55:56
00113	FTime	001E1824	23.2.2014 01:56:01
00114	FTime	001E1834	23.2.2014 01:56:0
00115	FTime	001E1844	23.2.2014 01:56
00116	FTime	001E1854	23.2.2014 01
00117	FTime	001E1864	23.2.2014
00118	FTime	001E1874	23.2.2014

茫茫0101 天旋地轉
字字跡碼 破解有方

三. 事故案例探討

受損
CVR/FDR

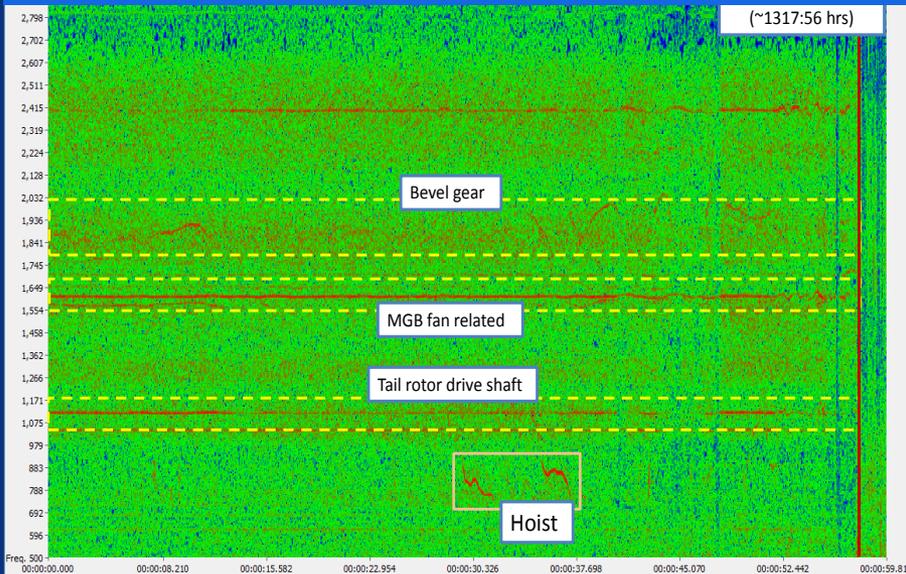


全套的訓練(軟體、硬體、資料庫)
完備的程序(運送、拆解、下載)
嚴謹的執行(雙人、程序、比對)

三. 事故案例探討

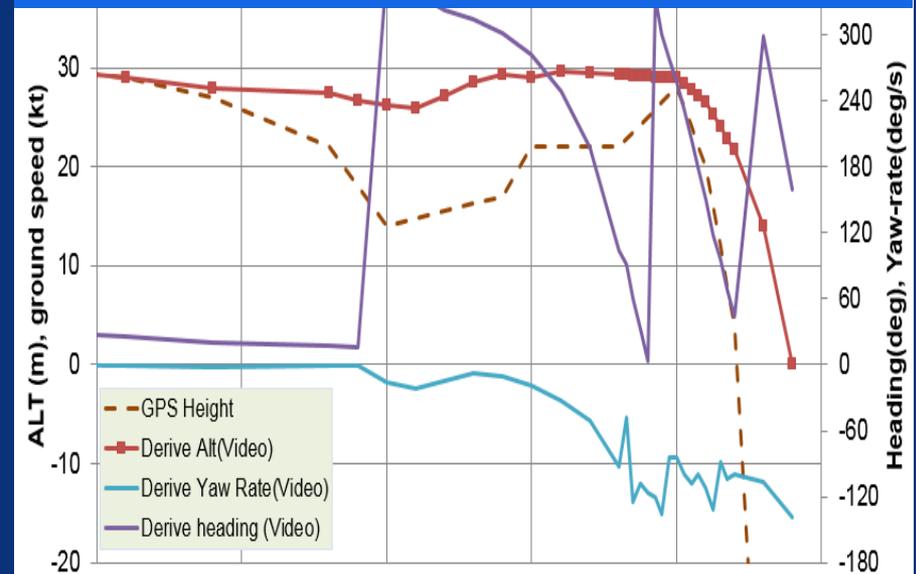
聲紋分析
影像分析

旋翼相關組件轉速頻譜圖



吊掛人員與主旋翼撞擊前，主旋翼特徵頻率約24Hz,尾旋翼特徵頻率約640Hz...。推斷主旋翼動力正常，墜海前6秒尾旋翼特徵頻率下降可能與機械零組件失效有關。

落海期間高度、航向及偏航速率變化



吊掛人員出艙後約5秒，該機向左偏航加劇，並伴隨著下降率。該機墜海前3秒，最大向左偏航角速率約140度/秒，下降率高於2,700呎/分。

三. 事故案例探討



#1 ENG 槳葉不轉，#2 順槳？

起飛期間 ATPCS 未備動？

主警告出現前，#1/2 TQ 90%，
為何 #2 自動順槳？

主警告出現期間，ATPCS 按
設計規範作動，但原因不明

操控駕駛員為何關錯發動機？

內視鏡檢查正常

FDR DATA 應為備動

與作動條件不符

仰賴 AFU & MFC

三. 事故案例探討

自動順槳+動力上調

調查重點：

- ◆ATPCS & AFU
- ◆單發動機操作
- ◆飛航組員轉換訓練
- ◆組員資源管理等



26 Beta 69
1346 FF 238

PITCH TRIM
UP
DN
L R

700 ITT 488

ENG 2 FLAME OUT AT TAKEOFF
Normal Condition

1/2
UPTRIM / AUTO FEATHERCHECK

- IF NO UPTRIM :
 - PL 1+2.....ADVANCE TO THE RAMP
- WHEN AIRBORNE

LDG GEAR.....UP
BLEED ENG 1+2.....OFF IF NOT FAULT

- AT ACCEL ALT

ALT.....SET

- AT VFTO

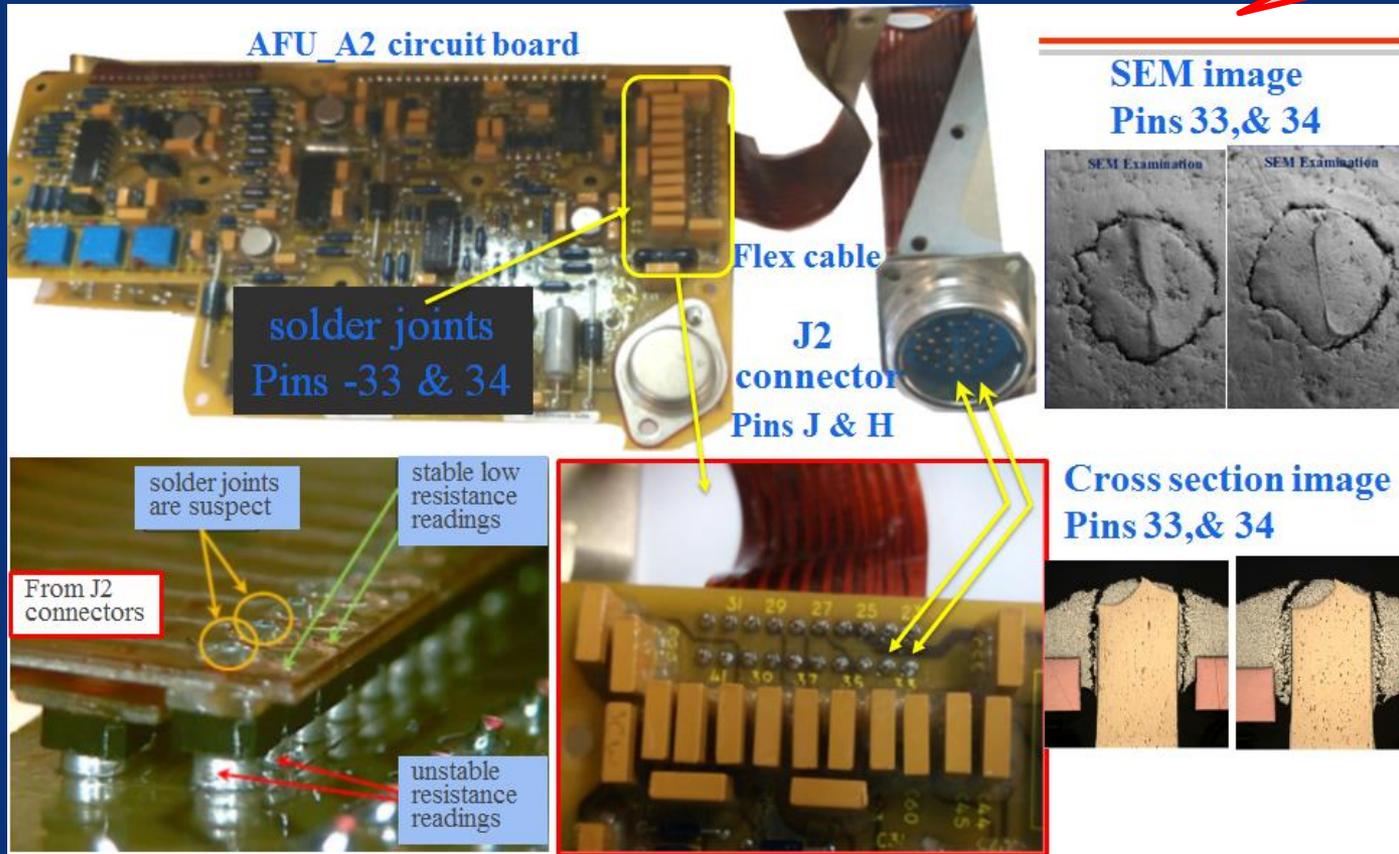
PL 1+2.....IN THE NOTCH
PWR MGT.....MCT
IAS MODE.....SET

NEXT PAGE

+2.2秒

三. 事故案例探討

FDR
NVM/MFC

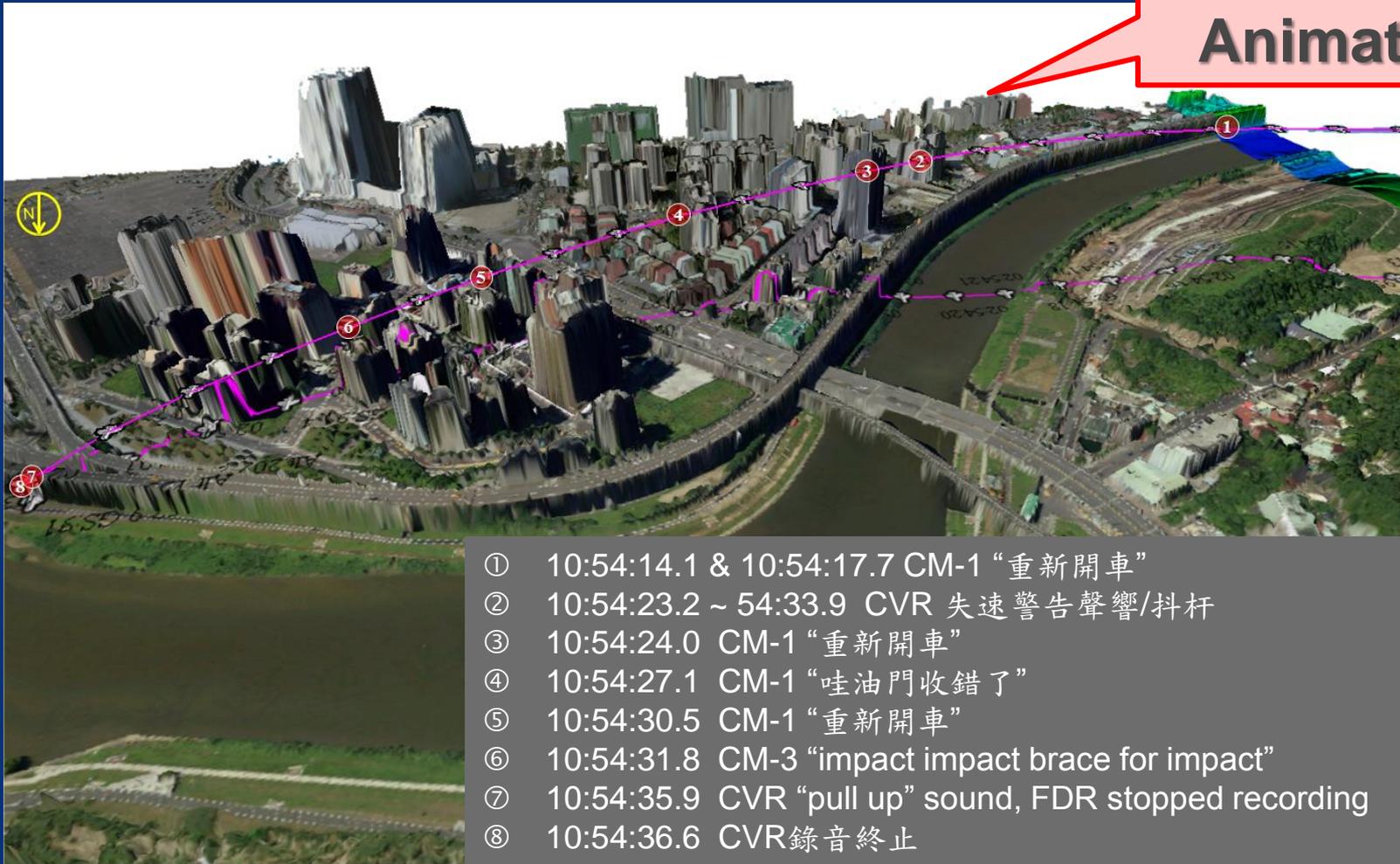


二號AFU之A2
電路板排線接
合處與J2接頭
外觀圖

二號發動機AFU與扭力感測器之間歇性訊號不連續[起飛滾行未穩定備動；初始爬升啟動自動順槳]，可能係因二號AFU內部焊接點瑕疵所造成

三. 事故案例探討

LIDAR
Animation

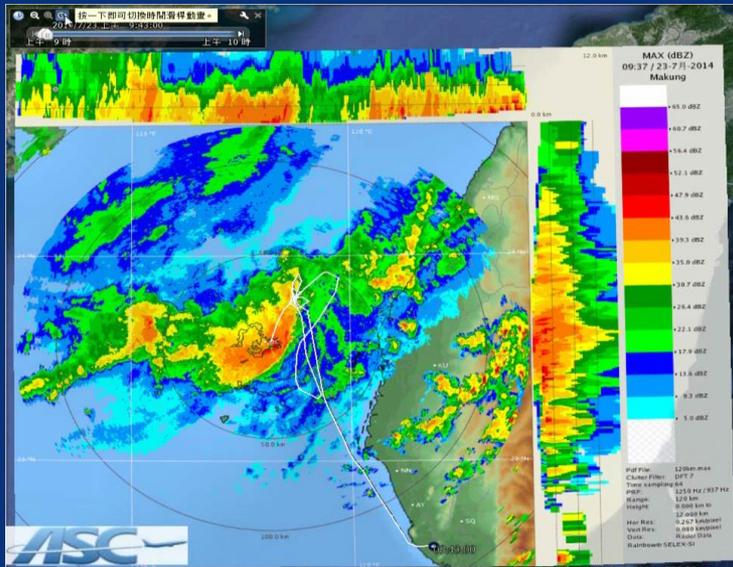


CVR/FDR動畫+光達+20公分地形

三. 事故案例探討



三. 事故案例探討



工程挑戰

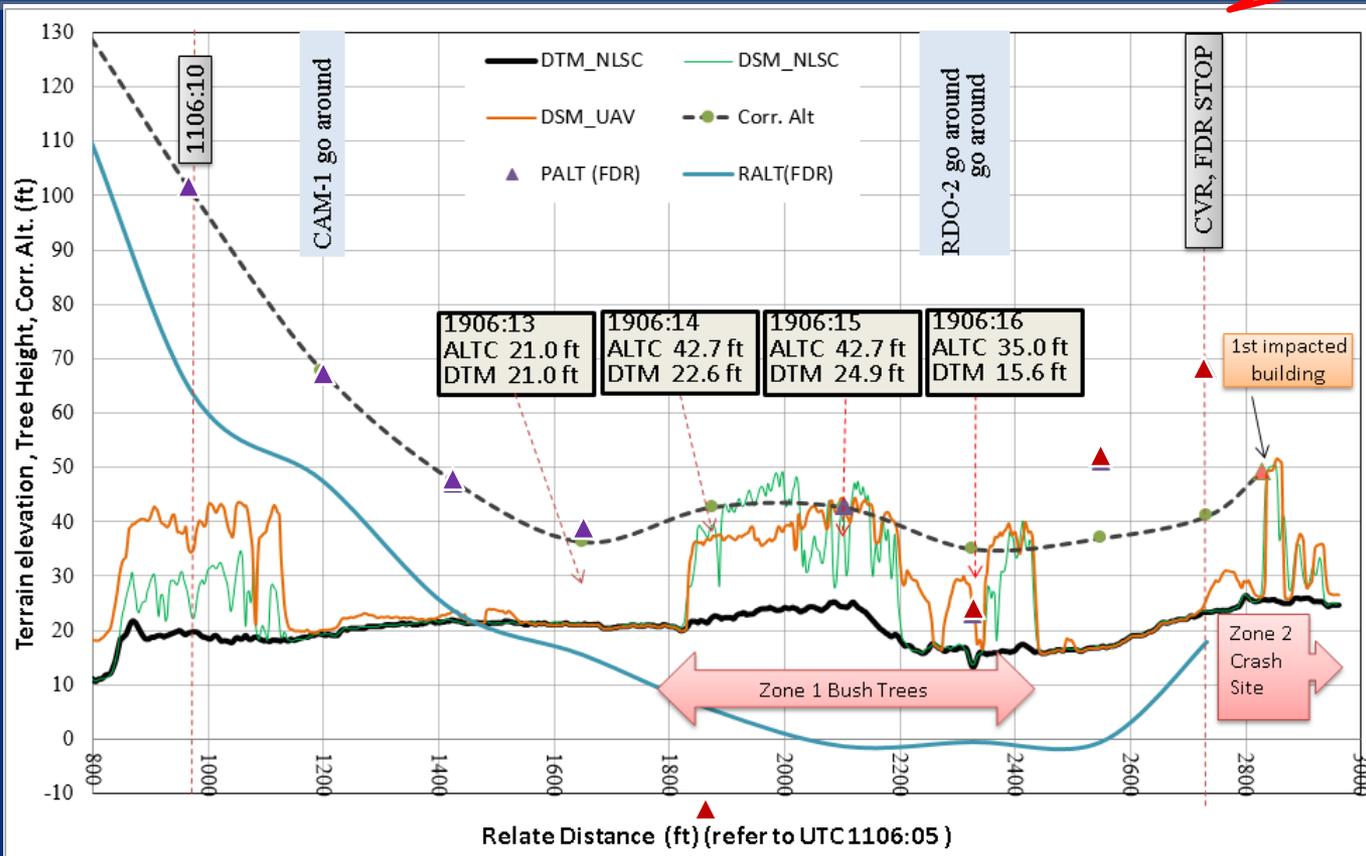
- 受損CVR/FDR
- 以精密地圖修正FDR資料
- 航機性能及天氣
- FOQA event → SMS

調查重點

- 遵守SOP，人為因素
- 安全管理
- 局方監督
- 天氣、飛航服務
- 機場設施等議題

三. 事故案例探討

性能分析
無人機應用



航機穿越防風林

動壓管斷裂

空速驟降至0

1號發動機
進氣道有樹枝

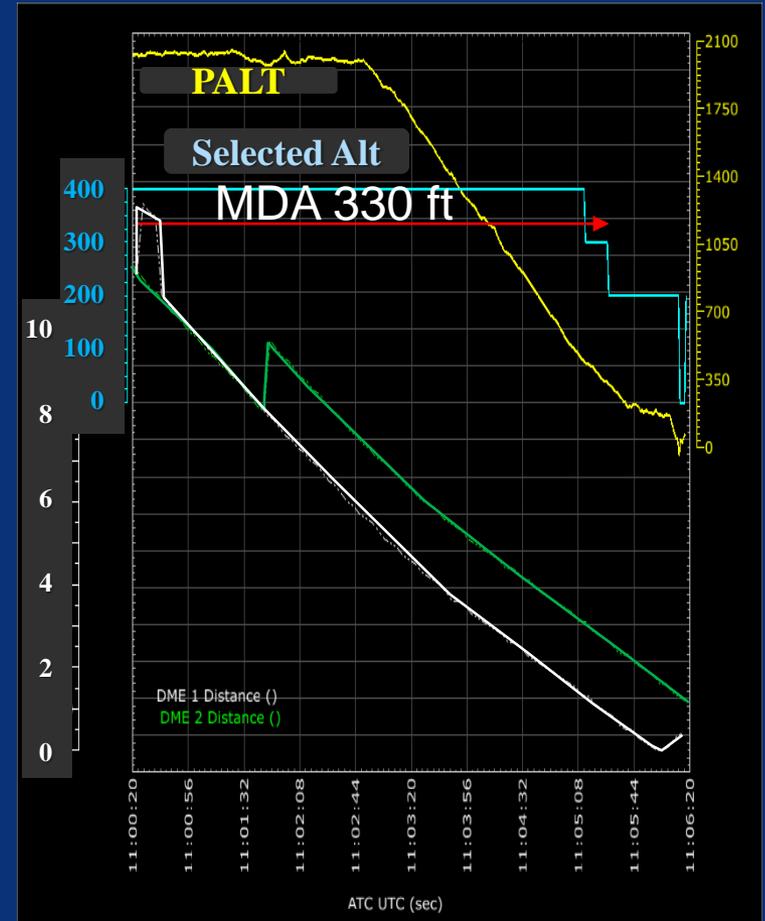
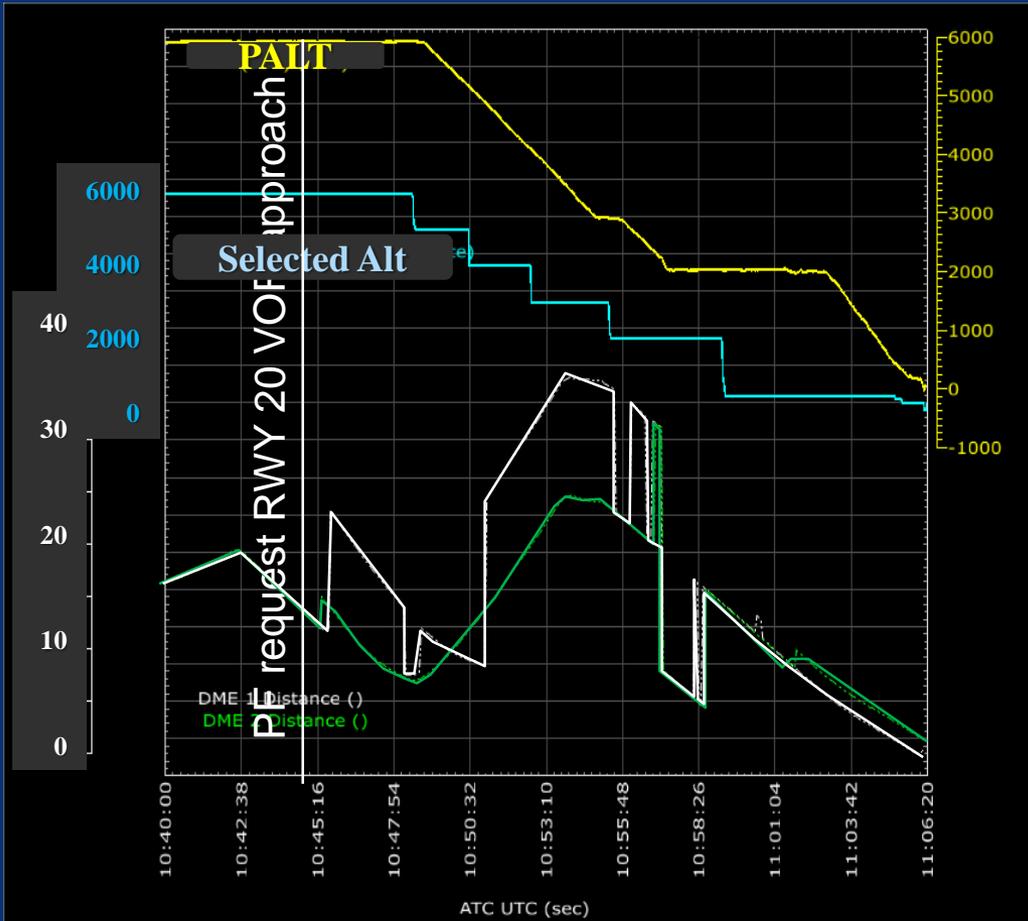
No.1 NP 轉速下降

地形及樹林干擾

異常高度(PA/RA)

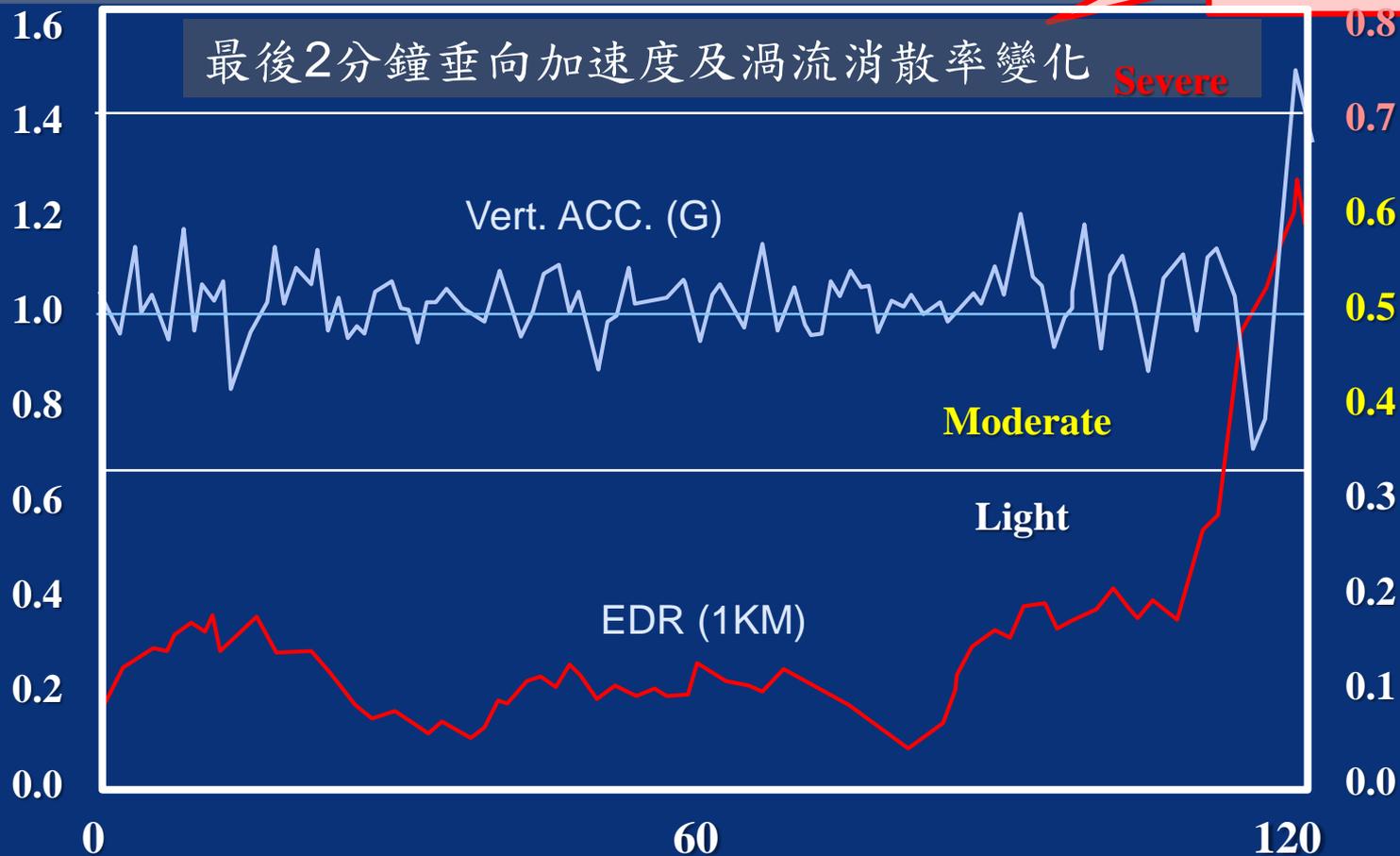
三. 事故案例探討

FDM
SMS



三. 事故案例探討

危害天氣
性能分析



最後4分鐘RVR變化 1800m →(+1分) 800m →(+ 2分)600m
逆風20 kt→15 kt；右側風 27kt→30kt
無風切，亂流應屬「輕度至中度」

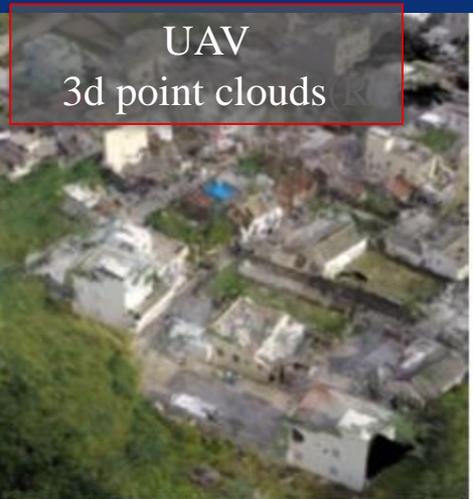


DTM only
(R/S 1m)



DTM +DSM
(R/S 8 cm)

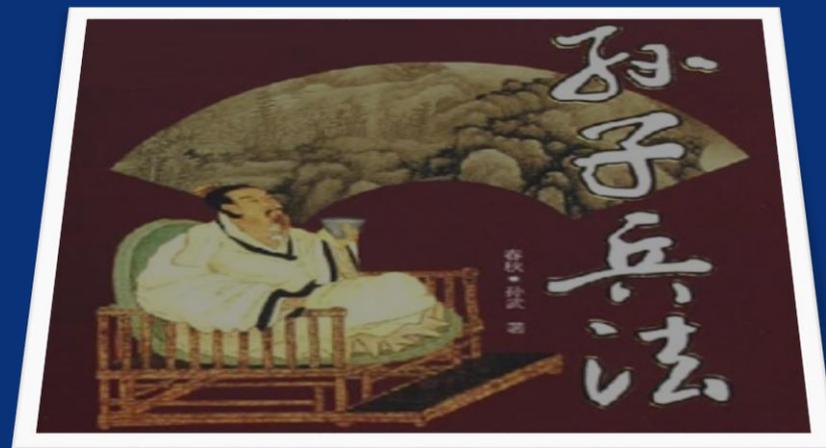
AVI #1



四. 大數據與飛安管理

“If you can't measure it,
you can't improve it”

多算勝，少算不勝
，而況無算乎

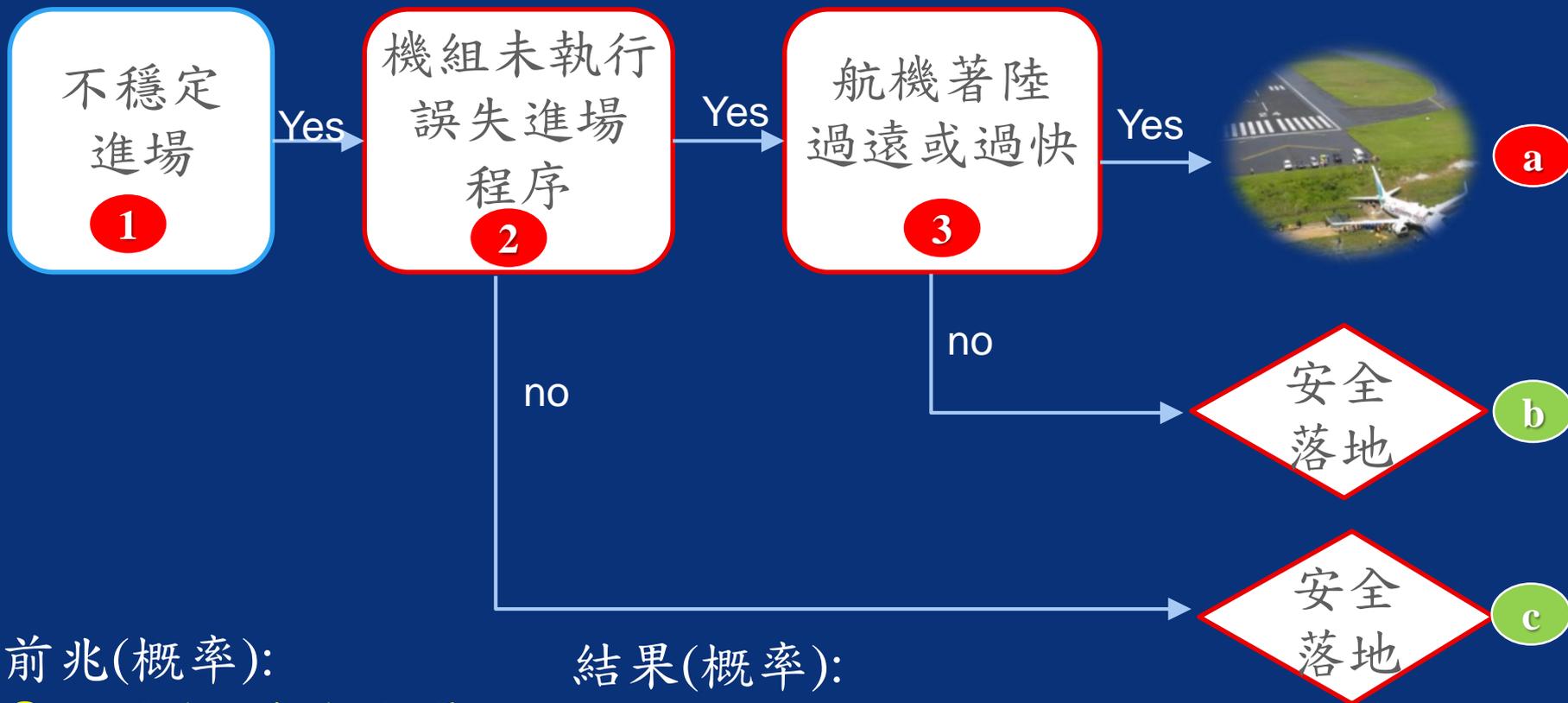


四. 大數據與飛安管理



問題不在資料來源與多寡
關鍵在於統計及建模方法

四. 大數據與飛安管理



前兆(概率):

- ① 5.3次 / 千次進場
- ② 2.2次 / 千次進場
- ③ 1.7次 / 千次進場

結果(概率):

- a) 2.0次 / 千萬次進場
- b) 1.2次 / 千次進場
- c) 4.1次 / 千次進場

Ref: 2017, EOFDM (FSS/NLR)

五. 結論

- ◆ 事故調查屬極端的抽樣分析，按證據探討風險，並尋找系統性缺失，極為耗時費力
- ◆ FDM/FOQA與SMS密不可分，預測式飛安管理涉及跨領域的學科及逆向工程應用
- ◆ 大數據是從容量、速度及多樣性中透過預測來消彌重大損失，並創造出價值



航空安全及管理 季刊

第四卷 · 第三期

Journal of Aviation Safety
and Management

Vol. 4, No. 3, July 2017



感謝聆聽

敬請指教

Email:

Michael@asc.gov.tw

Michael.guan@gmail.com