

出國報告（出國類別：其他）

「2021 國際飛安調查員協會年會」 視訊會議出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職稱：楊宏智 主任委員
許悅玲 副主任委員
梁學賢 調查官
李成韜 副調查官
董馭群 副調查官
盧樹欣 副調查官
梁 能 副調查官

派赴國家地區：臺灣，中華民國

出國期間：110年8月31日至9月3日

報告日期：110年11月25日

目錄

摘要.....	ii
一、目的.....	1
二、過程.....	1
2.1 參與人員	1
2.2 議程	2
三、視訊會議重點摘要與心得.....	6
3.1 新世代給調查員的挑戰	6
3.2 獅子航空 737-8 (MAX) 事故調查.....	10
3.3 場站地面風之重要性	13
3.4 自我管理式訪談運用實例	14
3.5 高解析雷射掃瞄於道面紋理評估之應用	16
四、建議.....	19

摘要

國際飛安調查員協會（International Society of Air Safety Investigators, ISASI）創立於1977年，自協會成立以來，每年皆舉辦國際年會，透過與會各國的飛航事故調查單位、民航事業主管機關、航空器製造商、運輸安全研究機構及航空業者之參與，共同分享、交換飛航事故調查之案例經驗、新式技術、設備與方法、以及飛航安全相關資訊，以期達成提升全球飛航安全之目標。

本(2021)年度因應全球新冠肺炎疫情，年會採用網路視訊方式進行，會議以“Staying Safe, Moving Forward”為主軸，由各與會單位針對包括：新世代國際飛航事故調查之挑戰、事故調查案例探討與經驗交流、事故調查技術與設備之發展、跨國支援合作…等主題進行分享討論。

一、目的

國際飛安調查員協會 (International Society of Air Safety Investigators, ISASI) 創立於 1977 年，最初係由加拿大、澳洲等 35 個國家、近 100 位的飛安調查員所組成，其宗旨為極積促進飛航安全、深化調查人員公正與道德信念、並強化調查人員的專業能力。自協會成立以來，每年皆舉辦國際年會，透過與會各國的飛航事故調查單位、民航事業主管機關、航空器製造商、運輸安全研究機構及航空業者之參與，共同分享、交換飛航事故調查之案例經驗、新式技術、設備與方法、以及飛航安全相關資訊，以期達成提升全球飛航安全之目標。迄今，該協會會員人數已近 1,400 人，分屬全球約 70 個國家的飛航事故調查單位，而本會自 1998 年即正式加入成為會員，歷年均派員參與國際年會。

本(2021)年度因應全球新冠肺炎疫情，年會採用視訊會議方式進行，會議主題包括：新世代國際飛航事故調查之挑戰、事故調查案例探討與經驗交流、事故調查技術與設備之發展、跨國支援合作…等。本會由楊主任委員宏智親自帶隊，率領許副主任委員悅玲、以及航空調查組調查官梁學賢、副調查官李成韜、董馭群、梁能、盧樹欣等共計 7 人與會，以期持續提升調查技術能量並與國際同業經驗交流。

二、過程

2.1 參與人員

本次視訊會議的參與人員涵括來自 42 個國家的事務調查機構、民航主管機關、航空器/發動機/航電產品製造商、航空公司、飛安研究機構等等共 327 名代表參加，由國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO)、加拿大運輸安全委員會 (Transportation Safety Board, Canada)、波音公司、空中巴士公司以及 30 個與會單位代表於年會中分享、交換飛航事故調查之新挑戰、新技術及飛安相關資訊。視訊會議概況如圖 2.1 所示。

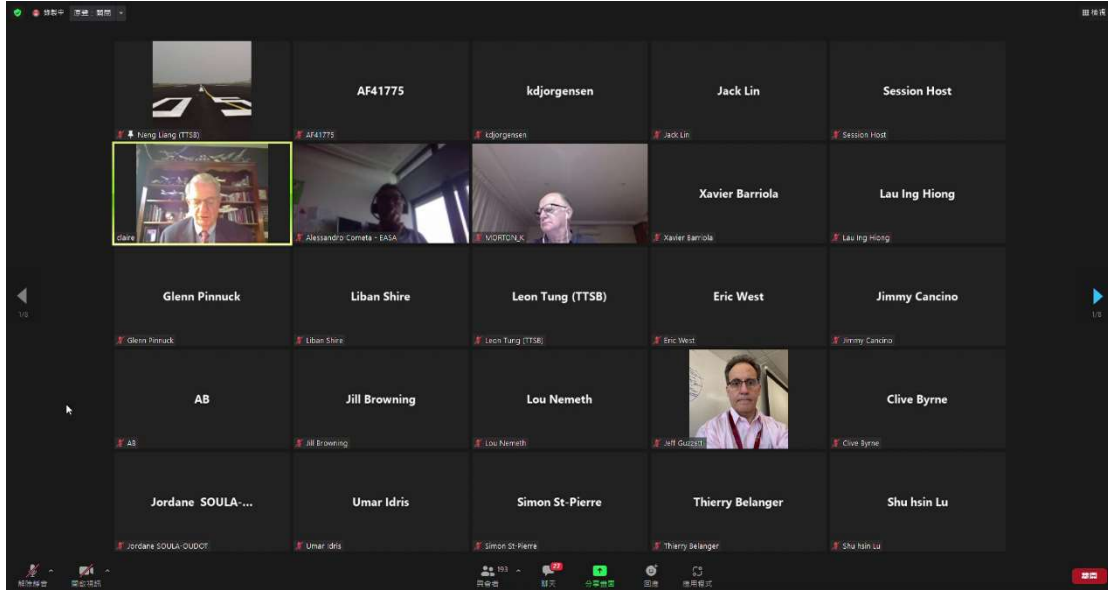


圖 2.1 2021 國際飛安調查員協會年會視訊會議情形

2.2 議程

本屆會議以“Staying Safe, Moving Forward”為主題，於太平洋夏季時間（Pacific Daylight Time, PDT, UTC-7）8月31日至9月2日、每日上午5時30分至11時50分間，於Zoom視訊會議網路平台上舉行，會議為期3日¹。詳細之議程表如下所示：

¹ 對照我國時區 (UTC+8) 為每日晚間 20 時 30 分至次日清晨 2 時 50 分，故會議期間則為 8 月 31 日至 9 月 3 日。

表 2.2 2021 國際飛安調查員協會年會視訊會議議程表

時間 / 講者	講題
Day 1 August 31 GMT-7 Time	
5:30 - 5:40 Opening Remarks	開幕致詞
5:40 - 6:00 Keynote - Kathy Fox TSB 737 Max and Other Considerations	大會主題演說(1) – 新世代給調查員的挑戰
6:00 - 6:20 Ray Nurcahyo	印尼航空 737 Max 事故案例
6:20 - 6:40 Lou Nemeth	結合飛航資料的風險應變訓練
6:40 - 7:00 Jim Burin	飛安數據統計分析
7:00 - 7:15 Q and A	
7:15 - 7:30 Stretch break	
7:30 - 7:50 ATS Panel	
7:30 - 7:50 David Gleave	地面風對飛航事故影響的探討
7:50 - 8:10 Eric Carter	從管制員角度看科技對訓練的影響
8:10 - 8:30 Ruth Stilwell	整合太空事務的飛航安全報告系統
8:30 - 8:45 Q and A	
8:45 - 9:00 Stretch Break	
9:00 - 9:20 Dennis Post	新世代的家屬協助方案
9:20 - 9:40 Xavier Barriola	飛機製造商對調查單位的支援協助
9:40 - 10:00 Bertrand de Courville	翼尖碰撞事故案例探討
10:00 - 10:15 Q and A	
10:15 - 10:20 Exhibitor presentation	
10:20 - 10:30 Kapustin Presentation	

時間 / 講者	講題
Day 2 September 1 GMT-7 Time	
5:40 - 6:00 Keynote - Steve Creamer ICAO Helicopter Panel	大會主題演說(2) - 事故調查規範革新-全球安全與區域協助 S-76B 事故案例探討-從 SMS 面向
6:00 - 6:20 Dujan Sevillian	
6:20 - 6:40 Casal/Bauer	EC-145 直昇機事故案例-3D 建模應用
6:40 - 7:00 Okuyama	AS332L 直昇機尾旋翼失效墜毀案例
7:00 - 7:15 Q and A	
7:15 - 7:30 Stretch break Military Panel	
7:30 - 7:50 Ikede/Fisher	自我管理式訪談在空軍的應用
7:50 - 8:10 Jorg Behnke	Global 5000 飛航事故案例
8:10 - 8:20 Q and A	
8:20 - 8:30 Stretch Break	
8:30 - 8:50 Keynote - Fabio Bonnet Embraer Training Panel	大會主題演說(3) - 自我管理的人為表現
8:50 - 9:10 Chan/Li	事故調查中文化背景的影響
9:10 - 9:30 Dunn/Braithwaite	行動裝置在事故調查中的應用
9:30 - 9:50 Tom Anthony	線上調查訓練課程研發
9:50 - 10:05 Q and A	
10:05 - 10:20 Stretch Break	
10:20 - 10:25 Exhibitor Presentation	
10:25 - 10:35 Kapustin Presentation	
10:35 - 10:55 Jacob Zeiger	以媒體照片建構虛擬殘骸分布圖
10:55 - 11:15 Daniel Cadieux	無紙化對飛航調查的影響
11:15 - 11:35 John O'Callaghan	調查過程中之模擬機運用
11:35 - 11:50 Q and A	

時間 / 講者	講題
Day 3 September 2 GMT-7 Time	
5:40 - 6:00 Keynote - Frederic Combes Airbus	大會主題演說(3) - 飛航事故預防對策
6:00 - 6:20 Peter Basile	Citation Latitude 事故案例
6:20 - 6:40 Otin/Lefevre	A380 發動機事故案例分享
6:40 - 7:00 Bromfield/Halvorsen/Horri/Lande	積冰引致失速之案例探討
7:00 - 7:15 Q and A	
7:15 - 7:30 Stretch break	
7:30 - 7:50 Mark Jahanbin	跨國安全調查工作之整合
7:50 - 8:10 Natalie Zimmerman	事故中複合材料殘骸之應對處理
8:10 - 8:30 Hannes Griebel	事故協助對策-即時電訊
8:30 - 8:45 Q and A	
8:45 - 9:00 Stretch Break	
9:00 - 9:20 Keynote - Robert McIntosh Boeing	大會主題演說(4) - 波音公司的安全文化
9:20 - 9:40 Adrian Young	ADS-B 在機場的運用
9:40 - 10:00 Gerard van Es	道面細質紋理探討
10:00 - 10:20 Mike Doiron	適材訓練之應用
10:20 - 10:35 Q and A	
10:35 - 10:40 Exhibitor presentation	
10:40 - 10:50 Kapustin Presentation	
10:50 - 11:15 Closing Remarks	閉幕致詞

三、視訊會議重點摘要與心得

本屆年會視訊會議之主辦單位不提供各場次簡報之電子檔，僅於會議之官方網頁中提供視訊會議之即時錄影檔案下載。在此謹將對本會具參考價值之主題、內容摘要與心得彙述如下：

3.1 新世代給調查員的挑戰

ISASI 2021 的線上年會研討會，原先表定是在 2020 年於加拿大的蒙特婁舉辦，因為受新冠疫情的影響，時間不僅順延一年至 2021 年，研討會的形式也由實體研討會改成了線上遠距的模式。研討會先由 ISASI 主席 Frank S. Del Gandio 發表開幕演說，歡迎所有來參加的人員。之後便由受邀講者，也是本次的東道主，加拿大運輸安全委員會主席 Kathy Fox，對本次研討會的議題” Staying safe and moving forward”，以新世代給調查員的挑戰為題發表演說。在這段演說中，Fox 女士先是由新冠疫情對整個人類生活模式的影響切入，對現今網路社會中訊息交流的步調以及尺度做了概括性的論述。而這些轉變究竟對飛航事故安全調查人員造成了何種的衝擊及影響，及身為飛安調查人員該如何自處與應對，Fox 女士以其在飛安調查領域豐富的經驗，及擔任加拿大運輸安全委員會主席這樣高度的視野，為與會的飛安調查人員，特別是較為新近加入這個領域的調查人員，分享了她的看法與對應原則。

Fox 女士首先提到，現今社會調查人員所需面對的環境不同於過去。在過去的安全調查中，社會大眾雖然渴望知道，一件安全事故的發生，應該要歸咎於誰或是什麼原因，但調查人員大致能在相對平靜、友善及有耐性的環境下執行飛安調查。但是現在的社會，社會大眾對於安全事故的發生，該歸咎於誰或是什麼原因的渴望未減，還因為社群軟體的普及，社會大眾對於資訊即時性的要求普遍增加；更由於社群軟體的普及，對於大眾表達個人意見較過去容易，對於事故發生後的安全調查，各式各樣的意見、想法、推論，透過網路環境的快速與無遠弗屆，在社會輿論中四處傳遞。這些言論，或來自受難者的親友，或來自律師，或是政治人物，記者乃至旁觀者，這些聲浪極大的發言或要求，不斷呼嘯在飛安調查人員的周遭，在這樣充滿高度能量的氛圍(大氣)中，事故安全調查工作就如同在颶風中工作一般。在這裡 Fox 女士用了一個雙關語-氛圍 vs.大氣，然後用飛安調查人員都非常熟悉的飛行原則做比喻，讓與會者都能明確了解，她所想要傳達的訊

息。也就是在不良天候下飛行，沒辦法清楚目視環境的飛行員，更必須仰賴儀器才能安全抵達目的地。

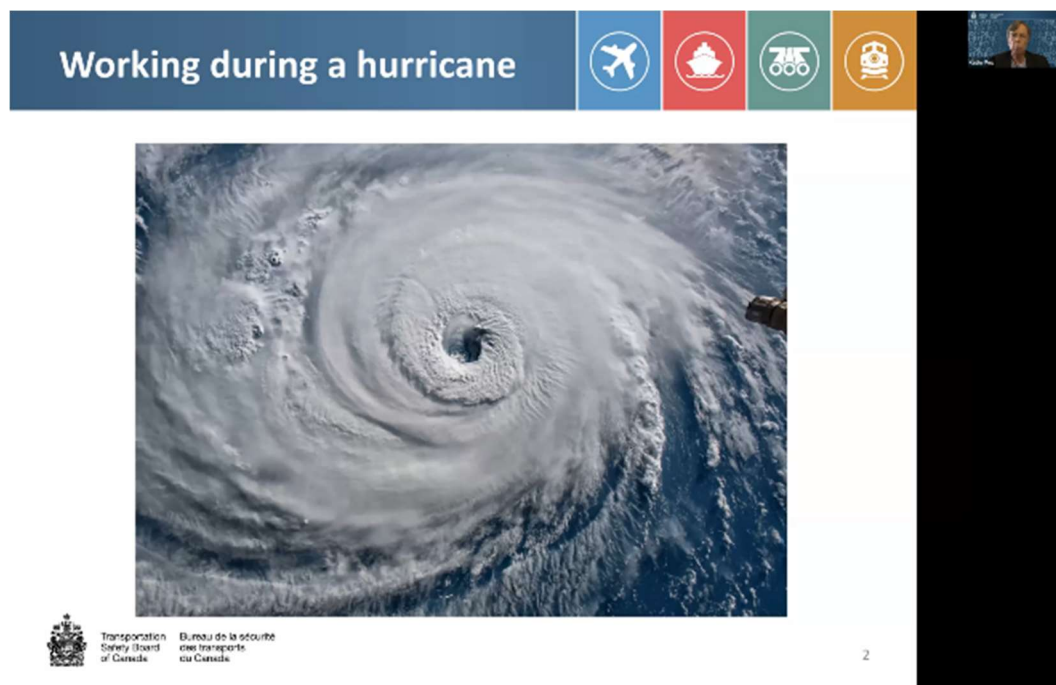


圖 3.1-1 新世代調查工作的氛圍

Fox 女士轉而從安全調查的幾個基本模式，如 Reason's model, Safe operating envelop 說起，從而導向她認為飛安調查人員最基本卻也最有用的工具——“問為什麼”。除了要問事件中每一個行為背後的為什麼，還要問這些為什麼所導出的因子，其背後是不是還有另一個為什麼。事故安全調查所聚焦的，是整個系統的安全問題，而非單純的究責。也只有如此，身為安全調查人員才能夠找出造成事件的因素，指出安全上的缺陷，乃至整個運輸系統的風險。再將所發現運作安全上的疑慮，傳達給相關業者、監理單位及社會大眾，讓他們能夠採取行動，改變這個狀況。

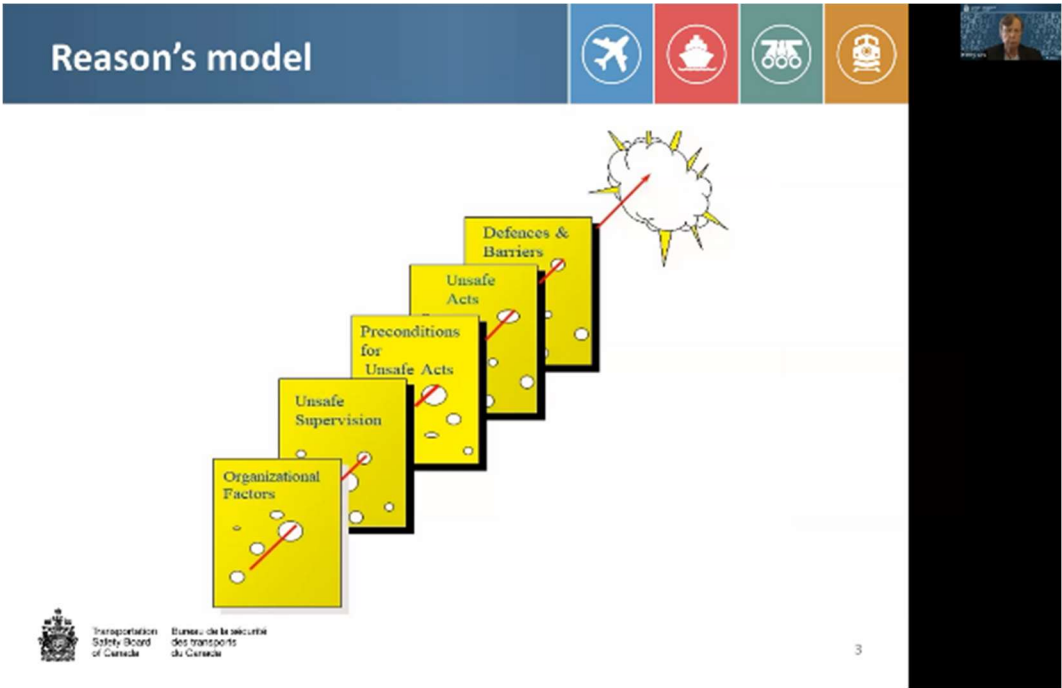


圖 3.1-2 Reason 事故模型

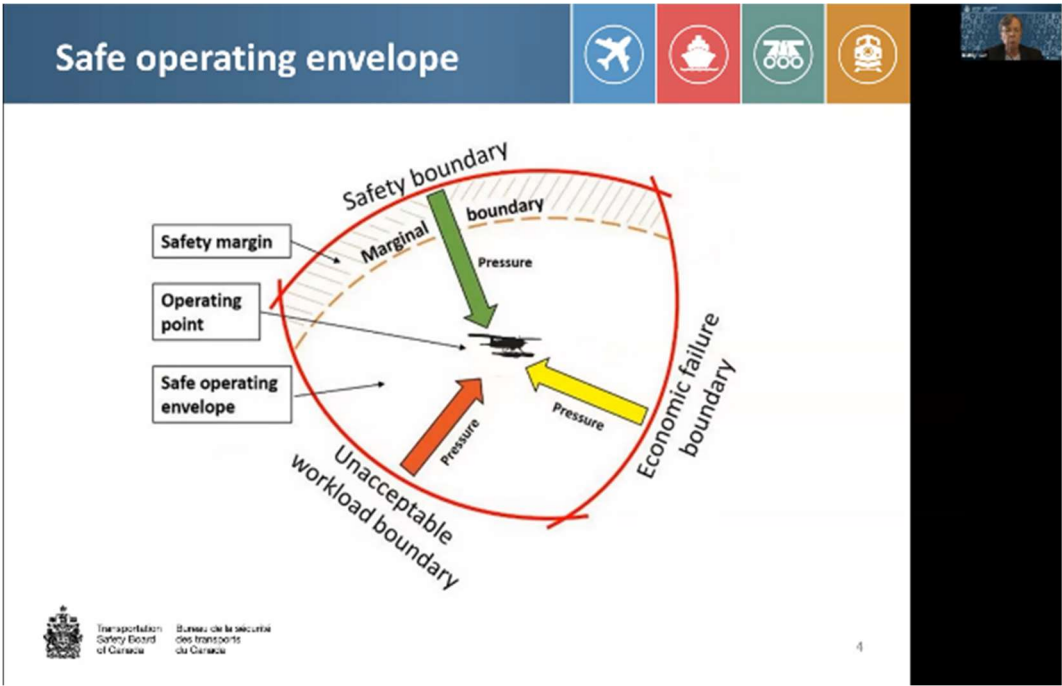


圖 3.1-3 安全操作包絡線

然而，是否飛安調查就完全不需顧及究責？Fox 女士舉了三件案例，包括加拿大運輸安全委員會參與調查的烏克蘭航空 PS752 航班遭伊朗軍方擊落事件，發生在魁北克省的 Lac-Mégantic 火車出軌事件，以及由荷蘭主導調查的馬航 MH17 在烏克蘭遭擊落案，說明安全調查人員必須認清並接受的一個重點，即是安全調查的目的，並非去滿足所有人與所有事；別人的目的，也不必然是調查人員的目的。同時，安全調查與究責之間，是需要找尋一個平衡點。如何取得在這兩者之間取得平衡，也是安全調查人員所需面對的課題。

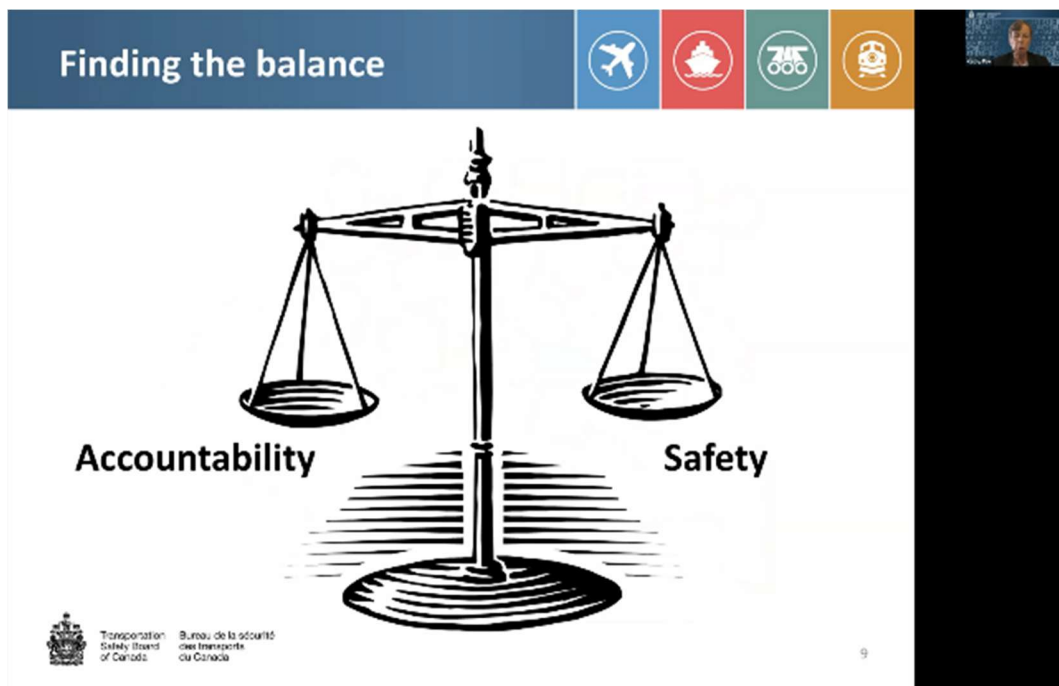


圖 3.1-4 安全調查與究責間的平衡

最後，Fox 女士回到先前所說的，飛行時在面對不良天候時，更需要仰賴儀器這個說法。她認為，對於安全調查人員而言，在飛安調查上所需仰賴的儀器，就是法規與方法。依循法規，不要超出你的授權；依循方法，標準化每次的調查。如此，才能維持大眾對調查人員的信心，對調查發現的信心。調查人員也才能在風暴中安抵目的地，為下一次風暴做準備。

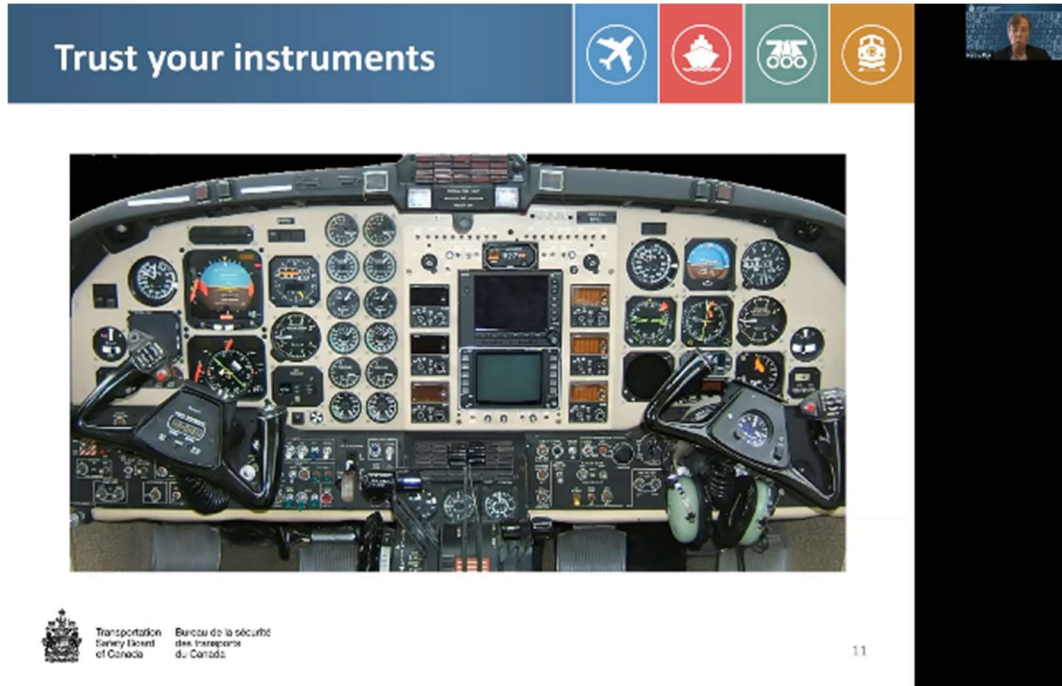


圖 3.1-4 飛航儀錶—不良天候中的堅實依靠

Fox 女士的演說，簡單、清晰、扼要，明確傳達了她對安全調查人員所應具備理念與認知的期許，也非常切合本次研討會的主題” Staying safe, moving forward” 。相信身為安全調查人員，在她的演說中都能得到提點，再次觀照自我，回歸初心。

3.2 獅子航空 737-8 (MAX) 事故調查²

2018 年 10 月 29 日，一架印尼獅子航空 738-8 (MAX) 客機由印尼雅加達 (Jakarta) 起飛，預計飛往印尼檳港 (Pangkal Pinang)，該班機於起飛後 13 分鐘後即因故失事於爪哇海 (Java Sea)，機上所有機組員與乘客全部罹難。Captain Nurcahyo ‘Ray’ Utomo 為印尼國家運輸安全委員會航空運輸事故首席調查官，於獅子航空 610 號班機 (IATA : JT610, ICAO : LNI610, PK-LQP) 空難事件調查案中擔任調查任務，而本文主要係針對調查期間相關事務提出檢討與建議如下：

² 本事故之調查報告已於 2019 年 10 月正式公布，調查案編號：KNKT.18.10.35.04，報告連結網址：http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc_aviation/aaic.htm。

- 一、 事故機殘骸散佈於爪哇海（Java Sea）長約 400 公尺、寬約 140 公尺範圍之 30-40 公尺深之海床上；此次搜尋深度雖不深，然而因為海水混濁且因固定於 CVR 上之水下定位器（Underwater Locator Beacon, ULB）於事故過程中與 CVR 分離，導致水下搜索不易，最後以潛水人員於水下摸索後取回 CVR 設備。是以，CVR 上之 ULB 固定架強度不足，導致於事故過程中（與海面衝擊）時與 CVR 分離，印尼國家運輸安全委員會建議應再次檢視該固定座的強度需求。

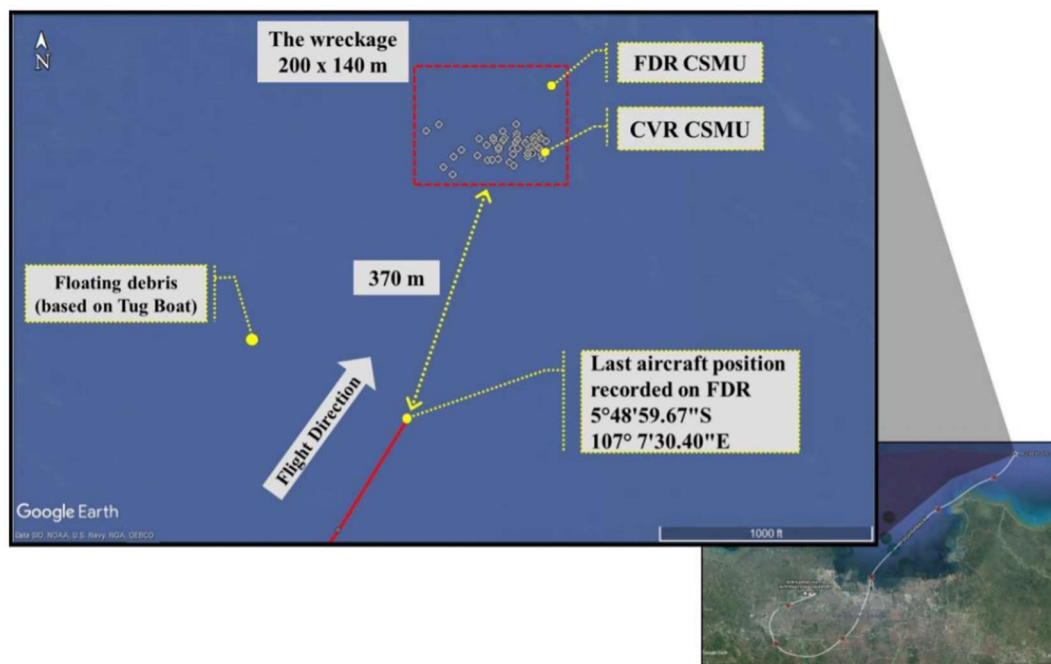


圖 3.2-1 JT610 飛行軌跡與殘骸分布位置

- 二、 航空事故之水下搜索經常需要各種特殊儀器、設備以及專業團隊支援，因此所需費用不貲。以本案而言，水下搜索、取回紀錄器總共花費約 4 百萬美金，即約 1 億元新台幣，這對許多國家調查單位而言是個極大的負擔，因此建議國家調查單位若能備有相當預算以因應可能的大型事故調查案之所需。
- 三、 本案蒐集之相關資料超過 60G，包括：航空器零組件及維修紀錄、航空器系統(包含設計與認證資料)、航空器操作手冊與程序、以及航管資料等等，這些大量的資料須定期召開會議檢視各組資料內容，再依各作業分組特性妥善管理並安全地保存。

四、 航空器製造商波音公司並未將新的 737-8 (MAX)操控系統 MCAS (Maneuvering Characteristics Augmentation System) 詳列於該機種所有的相關文件中，因此航空公司飛行部門、工程部門與調查機構皆無從了解該機構的功用與特性。印尼國家運輸安全委員會將考慮新增法規要求航機製造商應提供航機操作者基本所需資訊。MCAS 之系統概念如圖 3.2-2 所示。

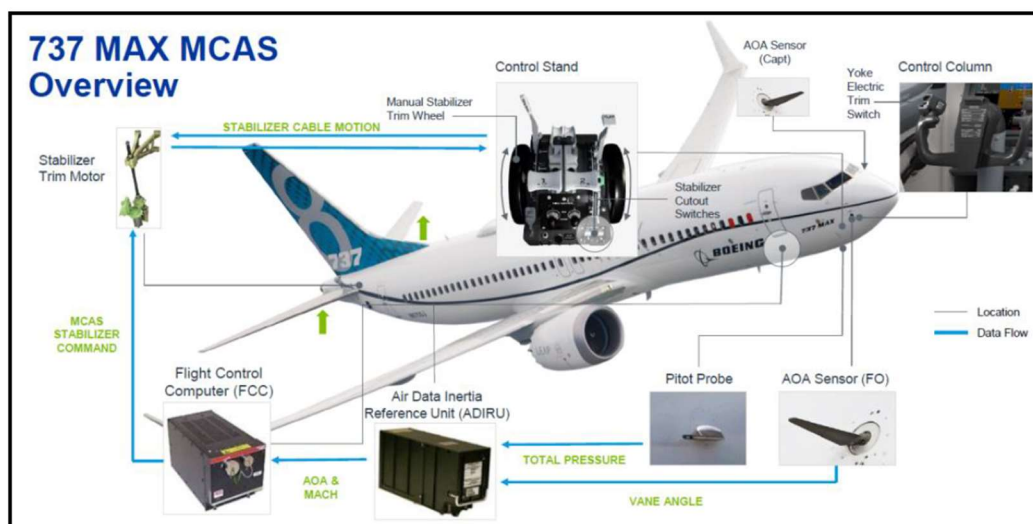


圖 3.2-2 737 MAX 航機 MCAS 系統概念圖

五、 本案涉及航機 MCAS 系統與其認證過程，印尼國家運輸安全委員會現有調查人員皆未具備航空器設計與認證之專業能力，故於調查作業期間另外增聘一名對於該國航空法規、航空器設計與認證皆有熟稔之專家協助調查。

綜上可知，調查單位、航空器製造商與各相關單位、部門於調查作業期間密切且充分地合作對調查案的推動與進展極為重要。面對未可知的現場調查作業環與需求，航空事故調查預算之編列應保持適當的彈性以因應大型調查案需求，同時也要注重大量資料的管理，充分利用各種可用資源並適度尋求外部專家的協助以加速調查案的進行。

3.3 場站地面風之重要性

對於某些類型的飛航事故，如：重落地、機尾觸地、衝偏出跑道...等等，場站地面風是非常重要的影響因素。國際民航組織第 14 號附約「民用機場設計暨運作規範」自 1951 年 11 月即已公布施行，然而在過去 20 年的改版、修訂過程中，與場站地面風有關的部份並沒有太大的改變。目前各機場最常用的場站地面風量測設備即為風速風向計，該儀器的監測時間間隔通常有提供數種選擇，如：10 分鐘平均、2 分鐘平均、即時...等等。當航空站無法提供即時的天氣變化資料給飛行員，或者飛行員有漏聽、誤聽航管人員所提供的天氣資訊，甚至於誤解其已接收到之天氣資訊所代表的真實意義時，將會造成飛行員在決策下達時的人為誤判或疏失，形成危害飛航安全的潛在風險。

Typical anemometer arrangement

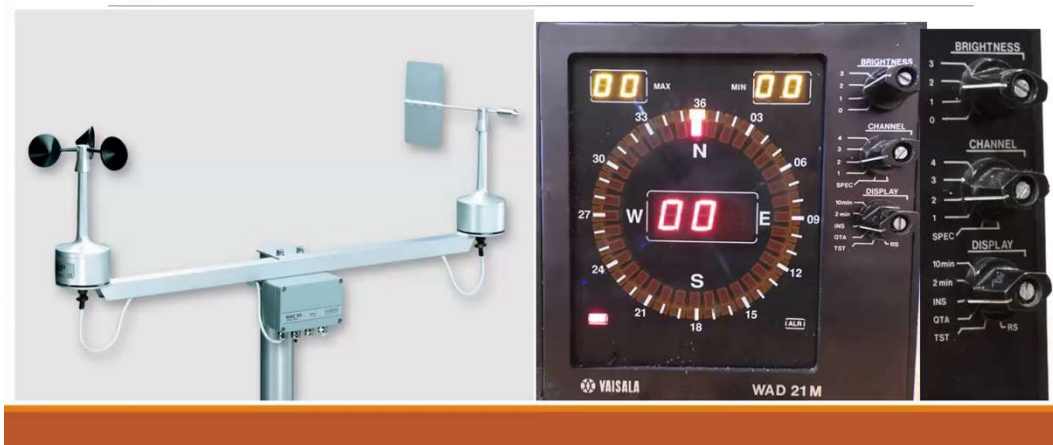


圖 3.3-1 典型之風速風向計及其顯示器

風速風向計在按裝、使用、操作與維護上，經常發現有以下的問題：缺乏校正、設置位置無法呈現落地區域之實際資訊、風向計軸承摩擦力過大、風向快速變化時之過度轉向，架設桿垂直度與設置高度不足／不正確、顯示器訊號線錯接與破損、氣候快速變化下依航管程序(2 分鐘平均風)所提供之天氣資料造成誤導、將跑道頭之天氣資料提供給離場航班等。其中，氣候快速變化又是實際運作中最常遭遇的狀況，例如：颱風或雷雨胞在臨近機場時產生之微暴流(Micro burst)。針對此一快速的風速、風向變化情形，

講者利用吹風機試驗來說明現行天氣報告規範中，2 分鐘平均風之觀測標準無法即時提供飛行員實際風向風速資訊之狀況。

首先，將吹風機置於正北 360 方位，以 20 節之風速吹向風速風向計，並將顯示器旋鈕調整至 2 分鐘平均風位置。之後，瞬間把吹風機移至 120 方位，並將其風速調整至 30 節，此時顯示器出現之風向與風速資訊仍停留在 360 方位／20 節，直至約 2 分鐘後才顯示出正確的 120 方位／30 節。在此期間，風向顯示呈現出順時鐘方向每 10 秒改變 10 度，且風速均維持在 20 節，直到 40 秒之後才顯示出風向為 040 方位、平均風速為 21 節(此時真正的風速為 30 節)；90 秒之後顯示之風向為 090 方位、平均風速為 24 節。在上述風向風速急劇變化後的 110 秒，儀器所顯示之風向為 110 方位、平均風速為 25 節，最大陣風 31 節，最小 18 節，直到 120 秒後(即 2 分鐘)，所顯示之風向為 120，平均風速為 27 節。在此 2 分鐘期間，儀器顯示風向由 360 逐漸轉向至 120，而平均風速則由 20 節緩慢增加至 27 節，但實際情況則為風向穩定來自於 120 方位，風速亦維持在 30 節。由此實驗得知，按天氣報告規範要求之 2 分鐘平均風觀測標準，在遭遇氣候快速變化之情況下，明顯存在無法立刻反映真實風向風速資訊的問題，甚至其間存在非常大的延遲現象。就我國所處的亞熱帶環境而言，當遇有颱風天或雷雨胞臨近機場、且跑道道面又呈現因雨浸溼的情況下，上述天氣報告方式即非常容易造成飛行員對於側風限制的誤判，進一步形成衝偏出跑道的危害。

3.4 自我管理式訪談運用實例

本文由兩位專家、分別是 Dr. Ronald Fisher 及 Dr. Ajiri Ikede 共同主講。Dr. Fisher 是一位素負盛名的心理學家，他所發展出的認知式訪談 (Cognitive interviewing, CI)，能夠幫助安全調查人員在訪談過程中藉由特定技巧，記錄下更多有用的資訊，故在各類型的訪談中被廣泛運用。Dr. Ajiri Ikede 目前服務於加拿大空軍，主要負責飛安調查的業務。自我管理式訪談 (Self-Administered Interview, SAI)是由此兩位講者，以及另外兩位在英國的學者所共同發展出來的，本次報告是藉由 SAI 在加拿大空軍使用的經驗，與大家分享 SAI 在事故調查上如何提供新的助益。

報告首先由 Dr. Fisher 從理論面為大家介紹 SAI。Dr. Fisher 本身在人員訪談這個領域，投注多年的心力研究如何能夠更加精進訪談方法，因此由他說明 SAI 的發展過程及

理論依據，自是信手捻來。Dr. Fisher 說道，在調查航空事故時最佳的調查設想，是立即對目擊者做訪談，但真實世界中在訪談前都會有所延誤。可是人的記憶是會隨著時間而逐漸消退，如圖 3.4-1，所以對於調查有用的資訊會快速的流失，特別是某些感覺上的細節。因此，如何減緩記憶消退，或是如何用更積極的方式去搜尋記憶，是嘗試解決記憶隨時間消退的方法。CI 就是基於這樣的需求，運用三種心理學上的程序所發展出來的。研究證明，CI 能夠比一般調查所使用的訪談程序，引領出多 30%-50%的資訊。然而進行 CI 時的要求是，必須要面對面進行。而這就代表了延遲，也就導致了資訊的遺忘。因此 Dr. Fisher 的團隊，發展了自我引導式的 CI，也就是將 CI 的指示轉化小手冊上的文字，將這小手冊在事件後立即發給目擊者，目擊者就依手冊指示先行做自我訪談，減少記憶資訊的消退，這就是 SAI。

The Problem with Delayed Interviews

- Forgetting Curve
 - Rapid loss of information
 - Especially for sensory details



圖 3.4-1 記憶衰退曲線

SAI 最開始是為刑案調查而發展，特別是大規模槍擊案。因為這樣的狀況會有大量的目擊者，但刑事調查人力則相對有限，因此面對面訪談在時程上會有所延遲。SAI 有其固定組成元素，經過實驗證明相比於一般的訪談，SAI 可以收集到的資訊多了 70%。接下來的報告，就由 Dr. Fisher 研究團隊中的 Dr. Ajiri Ikede，以加拿大空軍實際發生的飛安事故，應用 SAI 所獲得的結果。Dr. Ikede 報告了他們將運用 SAI 獲得的資訊量，與沒有使用 SAI 而是採用一般方法(General witness statement, GWS)獲得的資訊量所做的分析對比，如圖 3.4-2。結果顯示，SAI 確實能收集到較多的資訊量。前面所述 SAI 可

以收集多 70%的資訊量，即是來自此研究。此外，SAI 還有額外的優點，例如因為問題相同，所以可以較容易的對比所獲的的資訊；也能依所獲得的結果，對安排直接訪談的受訪者做分流；SAI 還可以幫助找出需要心理諮商協助的目擊者。由於 SAI 有版權問題，無法任意分享，但本會已透過授權程序獲得 SAI 的資料，未來將進一步研究如何能夠更妥適的將此一新工具實際運用在調查中，讓飛航事故調查的訪談工作增添一份利器。

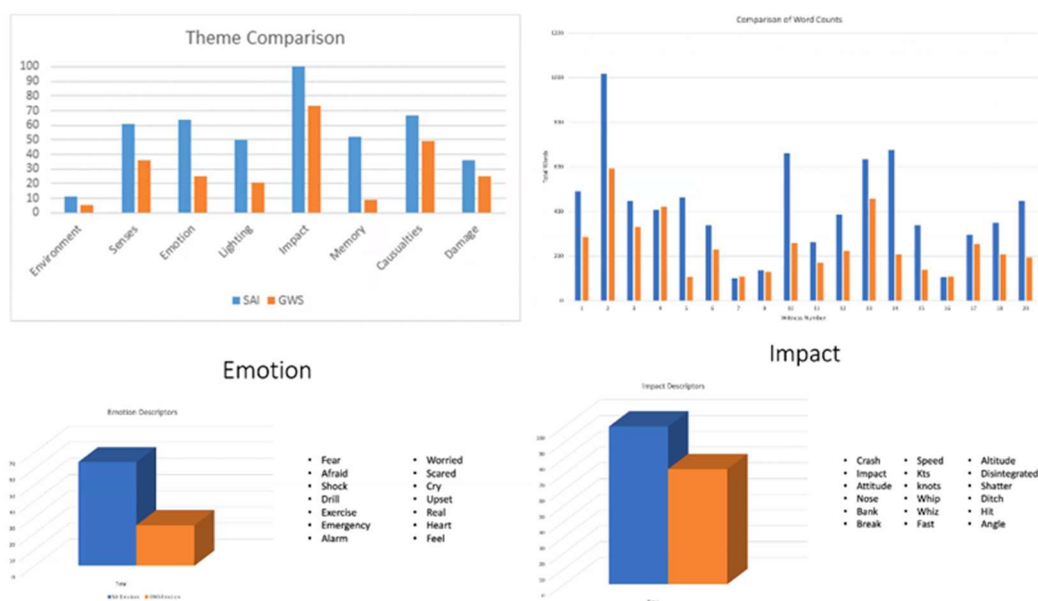


圖 3.4-2 SAI 與 GWS 獲得資訊量比較

3.5 高解析雷射掃瞄於道面紋理評估之應用

航機落地過程中，於溼濡道面發生衝／偏出跑道是最常見、而且幾乎每年都會遇到的飛航事故。當航機機輪的剎車摩阻力小於預期數值時，就容易引發此類的事件，然而由於溼濡道面是否會呈現滑溜狀態難以預知／預警，且不論道面有無鋸槽(groove)皆存在衝／偏出跑道之既有案例，故實需進一步探討以瞭解其成因。

荷蘭皇家航太研究中心 (NLR) 以某 737-700 型機於美國芝加哥中途國際機場衝出跑道事件為例，當時跑道為溼濡、有鋸槽、無明顯胎屑沉積狀態，定期的跑道摩擦係數檢測也呈現良好。由事故航機的 FDR 資料可得地面速度與制動摩擦係數間的關係如圖 3.5-1 所示，其中黑色實心線條即為機輪的制動摩擦係數。由圖可知，摩擦係數多在溼滑(Slippery wet, RCR=3)的狀態以上，僅高速區段有局部略低情況，整體尚稱良好。然若對照美國聯邦法規 14 CFR 25.109(d)，即實心紅線，則航機的制動摩擦係數僅極少部

份達到其 RCR=5 的要求。依此數據資料研判，該事故是由於產生了黏滯水飄現象 (viscous hydroplaning)，而此現象的則是由太過平滑(smooth)的道面微觀紋理(micro texture)所導致。在現行的 ICAO 規範中，微觀紋理被視為道面的既有物理特性之一，而現有的微觀紋理評估方法則包括：觸覺與視覺檢查法、連續式摩擦檢測儀(Continuous friction measuring equipment, CFME)、以及英式擺錘法(British pendulum tester, BPT)等三種。以最常用的 CFME 為例，在上述事故案例中的檢測成果與 FDR 資料對照情況如圖 3.5-2 所示，可知 CFME 的檢測結果全跑道摩擦係數均在維護水準以上呈現良好的狀態，然而航機 FDR 資料卻呈現出機輪制動摩擦係數遠小於道面最低摩擦係數的情形。此一差異凸顯出現行規範建議的檢測方法，與道面的真實狀況間存在著相當的落差。此外，CFME 的檢測結果還會受到校驗成效、檢測用輪胎品質與磨耗程度、胎壓數值、軸承機構以及氣溫等等諸多因素的影響而產生變異。是以，NLR 嚐試提出採用雷射掃瞄的方法來進行檢測，期能獲致較佳的成果。

Example – overrun with B737-700, wet grooved rwy

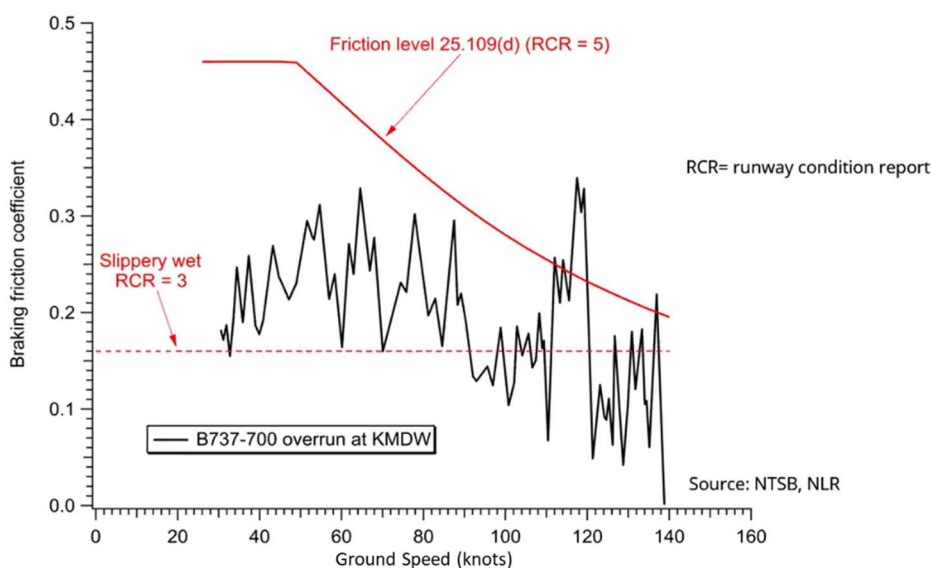


圖 3.5-1 地面速度與制動摩擦係數變化

Example runway friction tester – B737 overrun

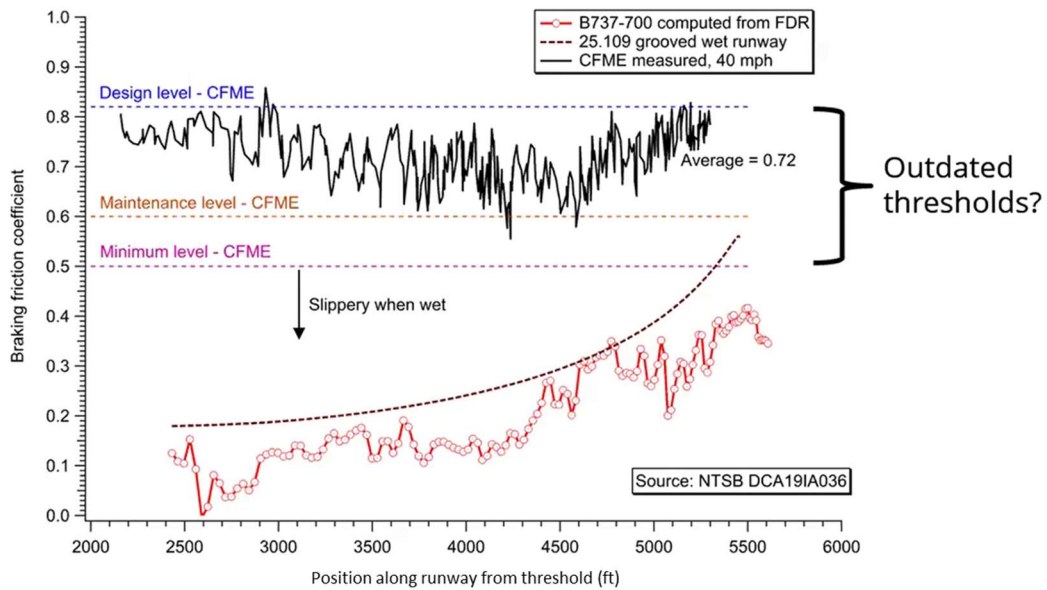


圖 3.5-2 CFME 檢測成果與 FDR 資料比對

HR laser scanner used by NLR

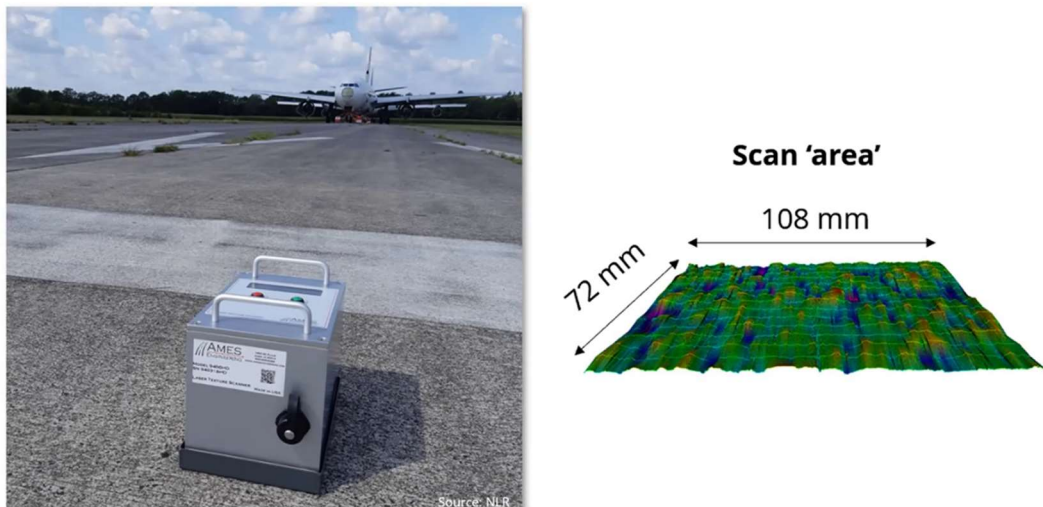


圖 3.5-3 NLR 使用之高解析度雷射掃描儀

圖 3.5-3 為 NLR 目前測試中所使用的高解析度雷射掃描儀(High resolution laser scanner)，採用靜態的方式針對長約 108mm、寬約 72mm 的固定範圍進行掃描，單次掃描的成果範例則如圖 3.5-4 所示，可直接得出巨觀紋理(Macro texture)與微觀紋理的數值，圖中即呈現出巨觀紋理良好(即排水性佳)、微觀紋理較差(即水膜破壞力低)的現象。

目前此方法尚在試驗階段，期待未來能成為具有實際運用潛力的儀器，並發展出適切的作業程序以提供一套更好的道面紋理檢測方法

Example of laser scanner processed results

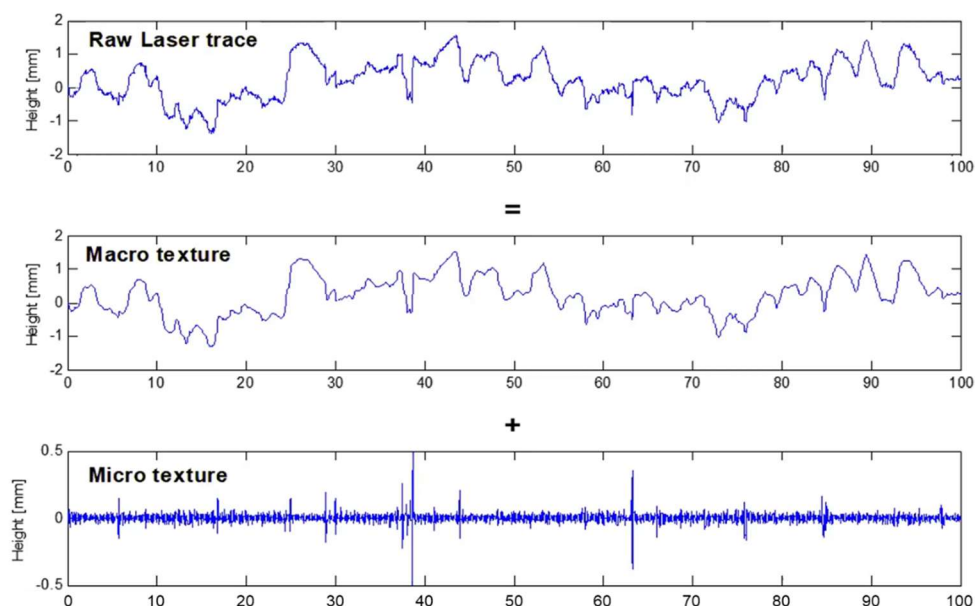


圖 3.5-4 高解析度雷射掃瞄儀檢測結果範例

四、建議

1. 積極參與國際交流活動，瞭解世界各國關注之安全議題、調查技術革新以及相關因應作為，以利我國規畫及調整飛航事故調查相關法規、程序與作業細節，並持續精進調查技術。
2. 關注新科技、新方法於調查工作之應用，透過對全球飛航事故調查機關之調查案例分享，瞭解當今技術發展現況與未來可能的應用前景，再透過內部的發想、研究與整合，研提適合我國運用的調查技術與分析方法改進對策，期能精進、提升飛航事故調查技術與能量。