

出國報告（出國類別：開會）

# 參加 2022 年國際航空安全調查員協會 ISASI 年會暨拜會新加坡運輸安全調查 局 TSIB 出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：副主任委員／許悅玲

調查官／張國治

正研究員／莊禮彰

研究員／楊啟良

派赴國家／地區：澳洲布里斯本市及新加坡

出國期間：民國 111 年 8 月 28 日至 9 月 3 日

報告日期：民國 111 年 12 月 2 日

公務出國報告提要 系統識別號\*\*\*\*\*

出國報告名稱：參加 2022 年國際航空安全調查員協會 ISASI 年會，暨拜會新加坡運輸安全調查局 TSIB 出國報告

頁數：28 頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會

聯絡人：郭芷桢

電話：(02) 8912-7388

出國人員姓名：許悅玲、張國治、莊禮彰、楊啟良

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：委員會、航空調查組、運輸工程組、運輸安全組

職稱：副主任委員、調查官、正研究員、研究員

電話：(02) 8912-7388

出國類別：考察 進修 研究 實習 視察 訪問 開會 談判 其他 \_\_\_\_\_

出國期間：民國 111 年 8 月 28 日至 9 月 3 日

出國地區：澳洲布里斯本市及新加坡

報告日期：民國 111 年 12 月 2 日

分類號/目

關鍵詞：航空事故調查、國際航空安全調查員協會、ISASI

內容摘要：

國際航空安全調查員協會(International Society of Air Safety Investigators, ISASI)於 1964 年創立，係為國際航空安全調查之專業組織，其會員來自飛安及失事調查機關、民航主管機關、航空器及發動機航電產品等製造廠、航空公司、航安研究機構與私人航空安全調查人員等。2022 年 ISASI 年會於澳洲布里斯本舉行，會議日期為 8 月 30 日至 9 月 1 日，本屆議程主題包含：疫情期間航空事故調查現況、航空事故調查技術、航空事故調查訓練、調查工程資料處理與分析、殘骸搜尋與分析、人為因素分析等。

# 目次

一、目的.....	4
二、過程.....	6
2.1 行程.....	6
2.2 參與人員.....	6
2.3 議程.....	6
三、會議重點摘要與心得.....	9
3.1 航空安全調查之數位轉換.....	9
3.2 運輸安全關注議題.....	13
四、新加坡運輸安全調查局 TSIB.....	25
五、建議.....	27

本頁空白

## 一、目的

國際航空安全調查員協會(International Society of Air Safety Investigators, ISASI)於1964年創立，係為國際航空安全調查之專業組織，其會員來自飛安及失事調查機關、民航主管機關、航空器及發動機航電產品等製造廠、航空公司、航安研究機構與私人航空安全調查人員等。2022年ISASI年會於澳洲布里斯本舉行，會議日期為8月30日至9月1日，本屆議程主題包含：疫情期間航空事故調查現況、航空事故調查技術、航空事故調查訓練、調查工程資料處理與分析、殘骸搜尋與分析、人為因素分析等。

圖 1-1 為本屆 ISASI 年會會議場地，圖 1-2 為本會人員合影。



圖 1-1 本屆 ISASI 年會會議場地一隅

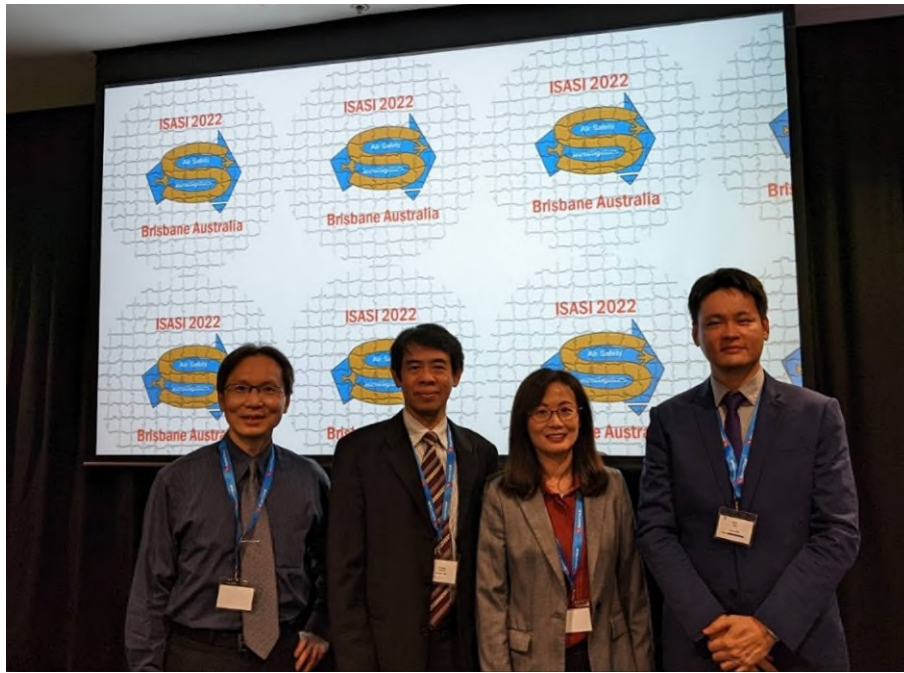


圖 1-2 本會人員合影

## 二、過程

### 2.1 行程


日期		起訖地點	詳細任務
月	日		
8	28	台北~新加坡	起程
8	29	新加坡~布里斯本	轉機
8	30	布里斯本	會議
8	31	布里斯本	會議
9	1	布里斯本	會議及轉機
9	2	新加坡	會議
9	3	新加坡~台北	返程


### 2.2 參與人員

本次研討會採實體及線上併行之方式舉辦，其中實體會議共計 224 人參與，美國國家運輸安全委員會（National Transportation Safety Board, 以下簡稱 NTSB）、加拿大運輸安全委員會（Transportation Safety Board, 以下簡稱 TSB）、澳洲運輸安全局（Australian Transportation Safety Bureau, ATSB）、英國航空事故調查局（Air Accidents Investigation Branch, AAIB）、新加坡運輸事故調查局（Transport Safety Investigation Bureau, TSIB）…等國際上主要運輸事故調查機關皆派人與會；另有 114 人透過線上方式參與。

### 2.3 議程

Day 1 - Monday 29 <sup>th</sup> August - Registration		All times UTC+10hrs	
1600 - 1800 Registration	Presidential Ballroom	Pullman Hotel	King George Square Brisbane


Day 2 - Tuesday 30 <sup>th</sup> August - Afternoon Session				All times UTC+10hrs
1300 - 1345 Lunch	Sponsored by Virgin Australia			
1345 - 1420 Keynote Address	GPCPT Dennis Tan Director Defence Flight Safety Bureau	Aviation Safety in the Australian Defence Force - An Update		Moderator: Susan Rice Co-Chair - Asia Pacific Cabin Safety Working Group
1420 - 1500 Presentation	Sam Farmiga Dave Chapel	GE	USA	Challenges in Managing Corporate Response in a Crisis
1500 - 1540 Presentation	Denis Cadoux	Airbus	France	Challenge in investigating a cabin fire on ground
1540 - 1600	Break			
1600 - 1640 Presentation	Wen-Chin Li Arthur Ilchianian	Cranfield University Horizon Swiss Flight Academy	UK	Can COVID-19 rust pilots' operational skills? Investigating the impacts of the pandemic on pilots' proficiency using Flight Data Monitoring
Afternoon Review 1640 - 1700				

Day 3 - Wednesday 31 <sup>st</sup> August - Afternoon Session				All times UTC+10hrs
1230 - 1315 Lunch	Sponsored by RMIT University			
1315 - 1355 Keynote Address	Greg Hood	Airservices Australia	Australia	An onsite investigation in a hostile environment Australia on Fire 2020 (C-130) Moderator: Alister Buckingham President NZSASI
1355 - 1435 Virtual Presentation	Wesley Chan Wen-Chin Li	Hong Kong ALPA and Cranfield University	Hong Kong	Professional Backgrounds Affecting the Collection and Interpretation of Data in Accident Investigation
1435 - 1515 Presentation	David Wilson	ATSB	Australia	Strength in Numbers: Integrating data science into onsite investigations
1515 - 1535	Break			
1535 - 1615 Virtual Presentation	Douglas Barnes Hiall Robertson	AAIB	UK	Unlocking Capability: Has the UK rotary industry finally come of age?
1615 - 1630 Afternoon Review				



**Day 4 - Thursday 1<sup>st</sup> September - Afternoon Session**

**All times UTC+10hrs**

<p>Lunch 1230 - 1315</p> <p><i>Sponsored by Flight Safety Foundation Ltd.</i></p>				
<p>1315 - 1355 Keynote Address</p> <p>Professor Graham Braithwaite Director of Transport Systems Cranfield University U.K.</p>		<p><i>Preparing for the next Aerospace revolution.</i></p> <p>Moderator: Rob Carter Vice President ISASI</p>		
<p>1355 - 1435 Virtual Presentation</p>	<p>Faisal Bashir</p>	<p>Serene Air</p>	<p>Pakistan</p>	<p>Flight Data Investigations and Analysis</p>
<p>1435 - 1515 Presentation</p>	<p>Jeffrey Kraus</p>	<p>Boeing</p>	<p>USA</p>	<p>Scaling Embracement of "Fly-Fix-Fly" Design and Test Methodology</p>
<p>1515 - 1525 Virtual Presentation</p>	<p>Robert Rendzio</p>	<p>SRCA</p>	<p>USA</p>	<p>ISASI 2023 Briefing Hashville Tennessee</p>
<p>1530 Seminar Review and Close</p>				

### 三、會議重點摘要與心得

本屆年會主辦單位不提供各場次簡報之電子檔，僅於官網中提供作者發表之影像檔。在此謹將對本會具參考價值之主題與內容摘要如下：

#### 3.1 航空安全調查之數位轉換

賽考斯基飛機公司（Sikorsky）的 Javier Casanova 先生發表之主題為「航空安全調查之數位轉換（Digital Transformation in air safety investigations, ASI）」，首先介紹賽考斯基第一台飛機，以及 S-70 直昇機、S-76 直昇機、S-92 直昇機等。2020 年 9 月 3 日，一架美國海軍 CH-53E 直昇機緊急降落於卡羅來納州東南部昂斯洛郡，殘骸四散於地面（圖 3-1），賽考斯基飛機公司調查時嘗試建立直昇機殘骸 3D 立體模型，以便蒐集完整資訊，其中使用遙控無人機、iPhone 手機、Pix4D 拼接軟體等軟硬體。首先進行無人機空拍作業，設定飛行路徑、拍攝頻率（圖 3-2），取得空照圖後，依序將照片拼接，完成空拍正射照片；之後利用 Pix4D 拼接軟體將照片轉成 3D 點雲資料，並可以做平移、旋轉、縮放等觀察，亦可以量測殘骸尺寸及相對距離（圖 3-3）。除了使用遙控無人機外，賽考斯基飛機公司亦利用隨身可得的手機作為蒐證利器，以手機對直昇機尾翼殘骸做連續性照相，再利用 Pix4D 拼接軟體將照片轉成 3D 點雲資料（圖 3-4）。整個概念就是先使用遙控無人機針對大範圍建立 3D 點雲資料，因為遙控無人機只能捕捉大範圍資訊，有些區域受限於拍攝角度，因此會有疏漏的區域，之後利用手機對細部區域做局部補充。



圖 3-1 美國海軍 CH-53E 直昇機殘骸四散於地面

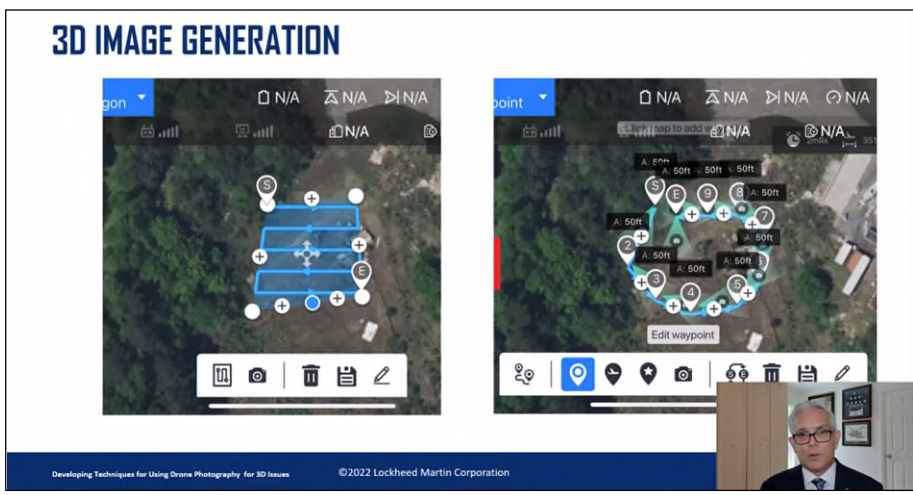


圖 3-2 無人機空拍作業

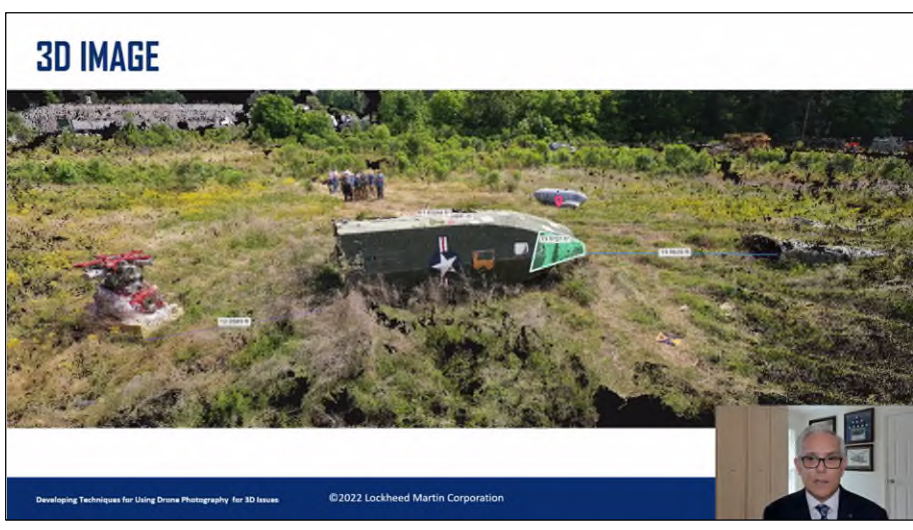


圖 3-3 殘骸 3D 點雲資料

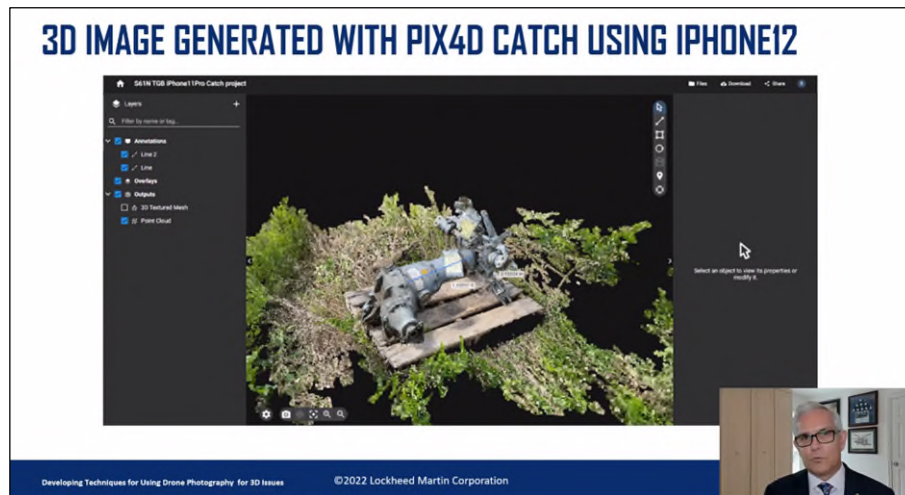


圖 3-4 使用手機搭配軟體製作成 3D 點雲資料

本會早於多年前即已著手事故現場蒐證的研究，如以照相方式建模，亦曾使用手持式雷射掃描儀進行直昇機殘骸掃描（圖 3-5）。對於大型事故現場，本會以無人機進行快速且大範圍偵蒐與照相，可避開地障且不會影響到現場消防救援或採證作業，並搭配 Pix4D 拼接軟體及 Context Capture 點雲資料處理系統，將空拍照片以及地面拍攝的照片，後製產出高精度的 3D 立體現場資料。另外亦建置 FARO S350 地面光達設備，記錄當下事故運輸載具在空間的相對關係，以及現場關鍵跡象或證物分布。運輸事故現場測繪資料包含各類點線面地理資訊特徵、向量底圖、航照、衛星正射影像、地形高程、現場 3D 點雲資料，甚至轉換為 3D 網格模型，藉以保存現場分佈資訊。本會已建置「事故現場測繪成果三維地理資訊整合平台」（圖 3-6），可匯入 GPS 資料、空拍正射照片、3D 點雲資料等，目前已介接內政部國土測繪中心、電子海圖中心及農航所最新圖資，對本會事故現場測繪成果 3D GIS 應用助益甚大。近年的整合成果包括臺鐵第 408 次車清水隧道事故（圖 3-7）、騰龍 KAA-0853 遊覽車事故等。



圖 3-5 直昇機殘骸 3D 點雲資料



圖 3-6 運安會「事故現場測繪成果三維地理資訊整合平台」



圖 3-7 臺鐵第 408 次車清水隧道事故之三維地理資訊成果

## 3.2 運輸安全關注議題

為了針對各運輸模組應優先改善之安全議題或事故率持續惡化之事故類型提出警示，藉以增加從業人員、相關產業、政府機關、社會大眾對該議題之重視，進而提升運輸安全，國際上主要之運輸事故調查機關，特別設置「運輸安全關注議題」機制，例如美國 NTSB 之「Most Wanted List」、加拿大 TSB 之「Watch List」、澳洲 ATSB 之「Safety Watch」。

以美國 NTSB 為例，「Most Wanted List」係一安全提倡工具，用以提昇業界、國會及社會大眾對運輸事故調查及安全研究所凸顯安全議題之警覺，並透過輿論、政治及媒體…等手段，來促進安全改善建議的落實。「Most Wanted List」議題之來源，包括：事故與傷亡統計資料、近期事故調查發現與安全研究結論、交通運輸相關部門之統計數據與趨勢分析、未完成之安全改善建議進程…等，由各調查模組、工程與研究組、安全改善建議與交流組共同評估。

美國 NTSB 「Most Wanted List」議題評估原則包括：

1. Level of validation (事故調查報告與安全研究支持之程度)：多起事故調查或安全研究皆提出類似的發現與改善建議；
2. Level of action (相關單位改善作為仍不足)：改善建議完成度不足或效率不彰；
3. Level of risk (高安全風險)：統計數據或風險評估結果顯示，可能危及大眾安全。

澳洲 ATSB 局長 Angus Mitchell 先生於其以「Prioritising emerging safety trends in the face of reactive accident and incident investigations: The ATSBs Next Safety Watch Priorities」為題之演說中提及，澳洲 ATSB 每年約接獲 1.7 至 1.9 萬則通報，其中約 9 千則符合運輸事故等級，但 ATSB 受限於人力及資源，僅調查其中約 60 起事故，但會利用大數據幫助識別安全趨勢，決定「Safety Watch」運輸安全關注議題，以確保有限之人力與資源投注在這些重點項目上。

ATSB 於評估「Safety Watch」議題時，須符合幾項條件，包括：要能夠被清楚地定義、具有充分證據，必須能夠被及時、有效地改善，並且能夠透過數據衡量改善情形，進而解除列管，如圖 3.8 所示。



圖 3-8 澳洲 ATSB Safety Watch 評估條件

ATSB 於 2022 年所提出之「Safety Watch」議題，包含：改善疲勞管理、降低無人管制機場之碰撞風險、降低乘客於商用熱氣球活動中受傷、改善風險管理中之變革管理、鼓勵使用有助提升飛安之科技、降低小型航空器發生事故之傷亡程度等，如圖 3.9 所示。



圖 3-9 澳洲 ATSB 於 2022 年所提出之「Safety Watch」議題

### 降低乘客於商用熱氣球活動中受傷

其中，關於「降低乘客於商用熱氣球活動中受傷」議題，Angus 局長藉由數據指出，近 15 年來澳洲熱氣球數量逐年增加，其中大型熱氣球之比例亦逐年上升，如圖 3.10 所示；熱氣球活動搭載人數為私人直升機的 2 至 3 倍，惟熱氣球活動的事故率較私

人直升機高出 10 倍，顯示熱氣球業者之安全管理並不健全。

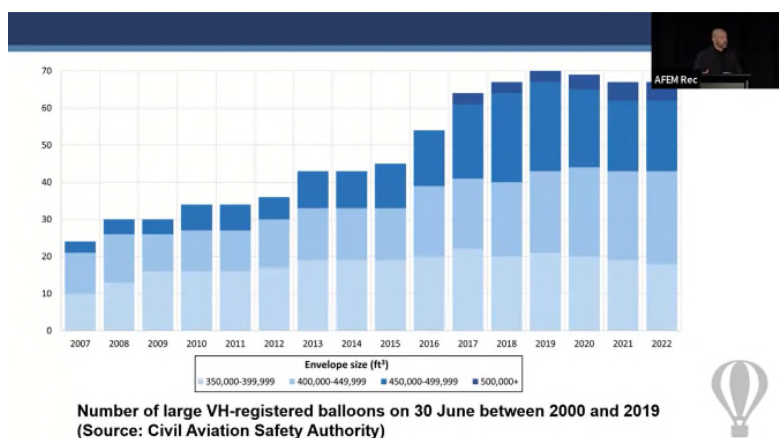


圖 3.10 澳洲熱氣球數量逐年增加，大型熱氣球之比例亦逐年上升

2017 至 2021 年間，澳洲共計發生 56 起熱氣球事故，其中有 12 起失事及 18 起重大意外，造成了較為嚴重的結果，如圖 3.11 所示。



圖 3-11 2017 至 2021 年期間澳洲熱氣球事故件數

### 鼓勵使用有助提升飛安之科技

關於「鼓勵使用有助提升飛安之科技」議題，Angus 局長提到，澳洲政府已啟動一項金額達到 3 千萬澳幣之計畫，鼓勵並補助輕型航空器加裝簡式飛航紀錄器或機載廣播式自動回報監視（automatic dependent surveillance broadcast, 以下簡稱 ADS-B），藉以提升飛航安全，俾利事故調查，如圖 3-12 所示。



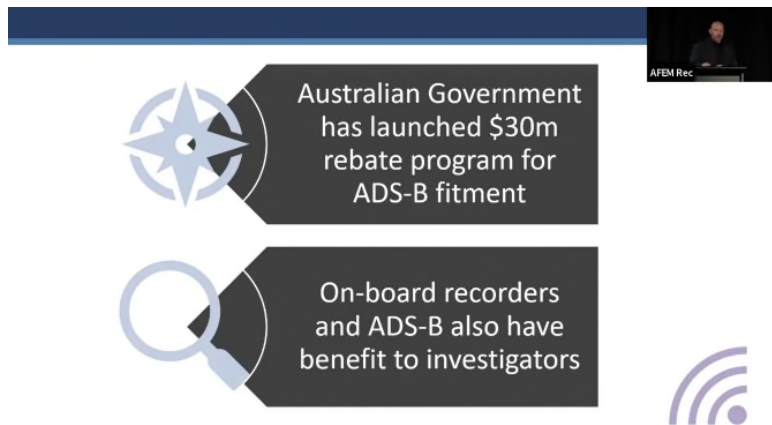


圖 3-12 澳洲政府鼓勵並補助輕型航空器加裝簡式飛航紀錄器或 ADS-B

其中，安裝簡式飛航紀錄器可以較少的成本達到基本的飛航資料監控功能，同時也可於萬一不幸發生事故時，提供調查人員基本數據，以利釐清事故發生原因。本會亦曾於歷次調查案中提出改善建議，建議普通航空業者及空勤總隊安裝簡式紀錄器，另為克服簡式紀錄器紀錄參數較少的劣勢，並充分利用紀錄影像資訊擷取可用參數，本會亦執行相關研究計畫，發展小型航機飛航儀表之影像識別工具，透過將影像自動批次處理來識別傳統飛行儀表的指針變化值，藉此提升影像處理的效率，未來能更有效率的進行普通航空器之事故調查。

ADS-B 機載系統可經由廣播模式，傳送航機參數給地面管制單位及在空機，因為其收、發設備低成本及多種應用，國際上已廣泛使用於各型航空器及機場車輛；美國要求大多數遙控無人機在 2023 年 9 月前裝設 ADS-B 以外的遠端識別設備，以廣播位置、速度等資訊。輕型航空器若能配置 ADS-B 或其他遠端識別設備，將使地面人員無需依賴操作人，即可接收載具識別、位置、速度及航向等資訊，得以大幅增加對於載具及活動空域環境狀況之掌握，提升飛航安全，並增進事故時之搜救時效。本會前已於超輕型載具飛航事故調查報告中，向民航局提出改善建議，請其評估使用 ADS-B 或其他遠端識別設備作為超輕型載具即時定位回報之管理機制。

### 降低小型航空器發生事故之傷亡程度

Angus 局長表示，澳洲每年平均約發生 125 起造成人員死傷之飛航事故，近兩年受疫情影響，案件數量略有下降，如圖 3-13 所示。

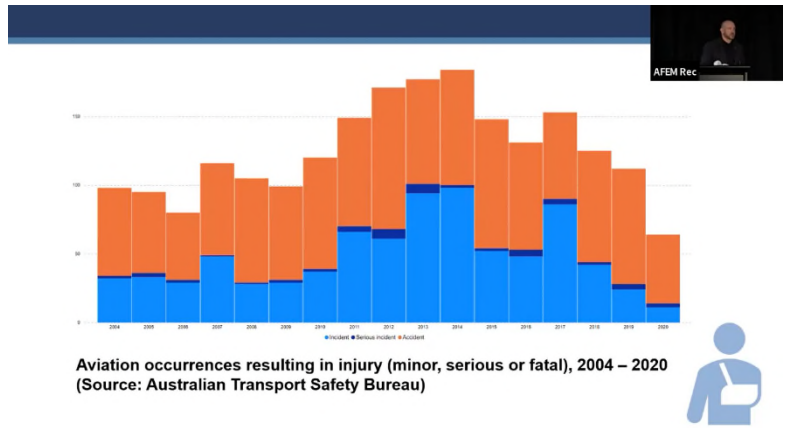


圖 3-13 澳洲 2004-2020 年期間造成人員死傷之飛航事故件數

在 2004-2020 年期間，總數 2,127 起造成人員死傷之飛航事故當中，40%發生於民航運輸業，59%發生於普通航空業，如圖 3-14 所示。統計數據顯示，普通航空業事故較民航運輸業容易造成人員傷亡，於 2004-2020 年期間，共計造成 528 人死亡、401 人重傷及 755 人輕傷，如圖 3-15 所示。

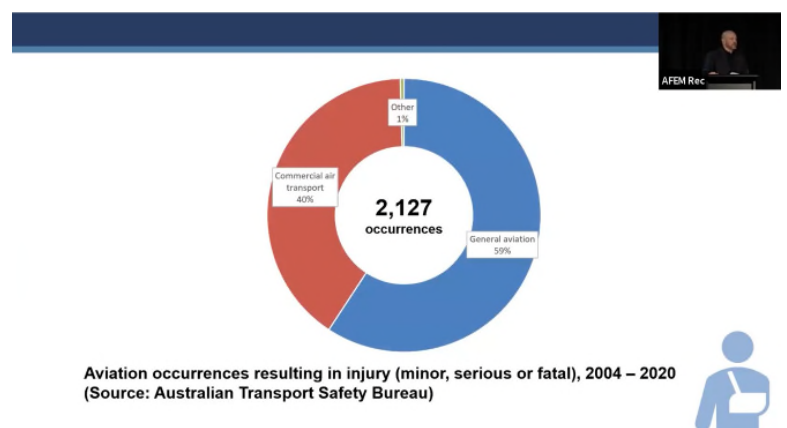


圖 3-14 澳洲 2004-2020 年期間民航運輸業及普通航空業人員死傷飛航事故比例

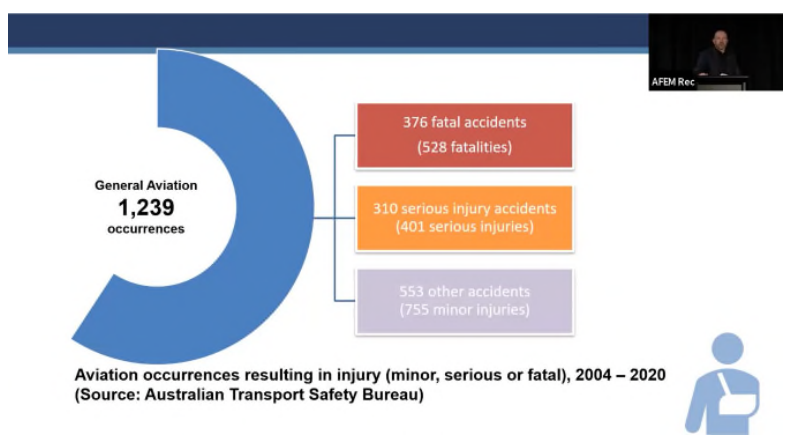


圖 3-15 澳洲 2004-2020 年期間普通航空業事故人員死傷數字

為了有效降低小型航空器發生事故之傷亡程度，ATSB 提出應分別從安全裝備、安全提示及逃生專業技能 3 個面向著手：安全裝備方面，應更強調安全帶及頭盔的使用；安全提示方面，應強化防撞姿勢及迫降後如何開門、逃生之內容；逃生專業技能方面，應加強如直升機水下逃生 (Helicopter Underwater Escape Training, HUET) 等訓練，如圖 3-16 所示。

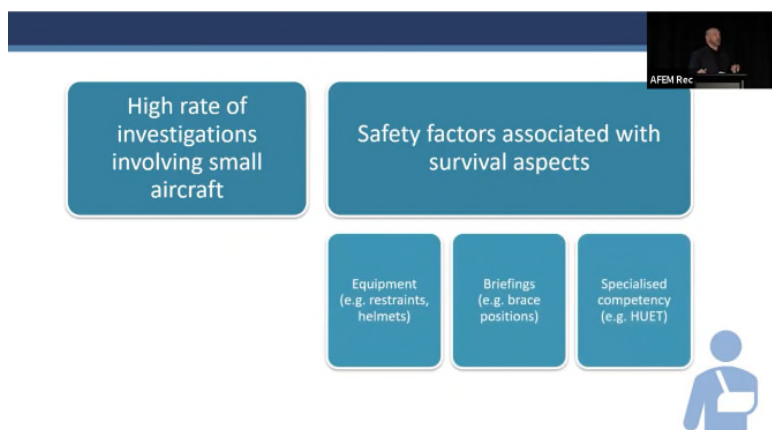


圖 3-16 澳洲 ATSB 提出降低小型航空器發生事故之傷亡程度作法

### 本會運輸安全關注議題

為促進有關單位對調查報告改善建議之重視與落實，並對重大安全議題提出預警，本會亦設有運輸安全關注議題機制，以利對各運輸模組應優先改善之安全議題或事故率持續惡化之事故類型提出警示，增加從業人員、相關產業、政府機關、社會大眾對該議題之重視，藉以提升我國運輸安全。

本會運輸安全關注議題之可能來源包括：事故調查所識別之安全議題/改善建議、安全研究、事故通報統計與事故統計分析、業界/學界或監理機關之安全資料與統計資料、安全分析與研究發現…等。

本會未來應持續關注美國 NTSB 「Most Wanted List」、加拿大 TSB 「Watch List」及澳洲 ATSB 「Safety Watch」等國際上主要運輸事故調查機關之「運輸安全關注議題」內容，衡量其共通性與適用性，作為評估我國「運輸安全關注議題」之參考。

### 3.3 客艙火災事故調查技術

空中巴士公司事故調查員 Denis Cadoux 先生發表之主題為「航空器於地面時客艙火災調查之挑戰（Challenge in investigating a cabin fire on ground）」，在飛航過程中，乘客或空服員的廚房作業可能造成客艙火災，如 2009 年 6 月 6 日日航 JAL653 班機於桃園國際機場進場階段，乘客遺落於座墊縫隙之打火機在豎直椅背動作時，引燃座椅造成火警；2016 年 5 月 6 日威航 ZV 252 巡航時，一位乘客攜帶之行動電源燒熔造成客艙冒煙；2016 年 12 月 7 日華航 CI027 於航程中，一位乘客手機電池燒熔造成客艙冒煙；2016 年 7 月 24 日復興 GE367 班機於平飛後，客艙組員發現廚房熱水器有冒煙現象且伴隨焦味，隨即關閉電源後滅火。以上數起起火點較明顯的火災較容易撲滅，風險相對較小。

最危險和最難撲滅的是隱密的火災，有些火災可能發生在不易接近的區域，例如頭頂區域、側壁內面和航空器上的其他小隔間。法國航空一架 A340-200（F-GNIA）於 1994 年 1 月 20 日完成 A Check 後，由棚廠拖至巴黎戴高樂機場航廈時，貨艙門之電動液壓泵於操作時過熱起火，致該機失火損毀。



圖 3-17 法國航空 A340 F-GNIA

卡達航空一架 A321-200，國籍標誌及登記號碼 A7-AIB，2017 年 12 月 8 日於杜哈國際機場維修棚廠附近的遠端停機坪，進行娛樂系統和衛星通信天線維護時客艙失火，致該機嚴重損毀。



圖 3-18 卡達航空 A321 A7-AIB

對於此類火災，調查策略的關鍵驅動因素為所謂的「燃燒三要素」，分別為可燃物、氧氣與熱源；調查程序為確認起火區域、建立主要的發生順序、確認潛在的熱源/初始氣流/可燃物、建立逼真的假設以及檢驗假設，完成前兩項需時數月至一年，完成第 3、4 項需時亦為數月至一年，最後一項檢驗假設會進行相關測試，耗時較久，通常需 1 至數年。



圖 3-19 燃燒三要素

配合此類調查，資料收集的優先次序如下：

- 首先要收集監視錄影、組員/維修人員/消防人員訪談紀錄、維護/維修歷史，以縮小要廣泛檢查和繪製損壞模式的客艙區域。
- 與煙霧探測/防火/潛在熱源相關的隔離設備、檢查同型機/使用電腦模型、CVR/FDR 紀錄。

單獨的熱損模式或煙霧偵測可能不足以確認火源，煙霧偵測需要與整體火勢蔓延模式和初始客艙氣流進行交叉檢查，所繪製的熱損圖準確性會依據實際情況進行調整，因此需要熟悉航空器客艙的電系及火災專家。然而識別出的起火區域越大，分析和測試就越複雜，而且最佳的熱損圖不一定會縮小起火區域。

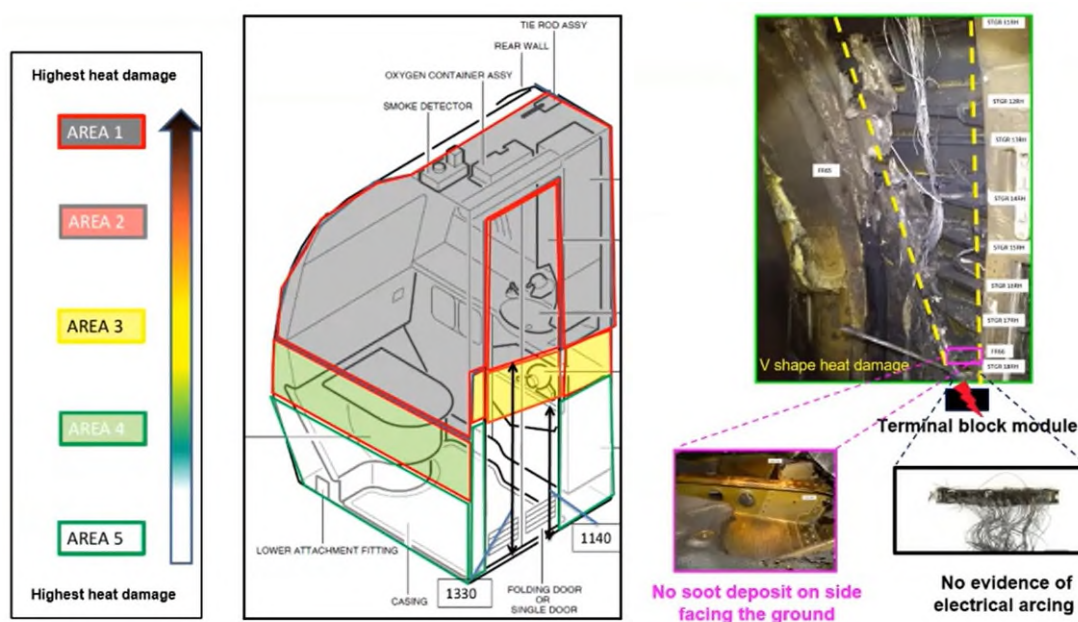


圖 3-20 熱損區域示意圖

一旦確認起火區域，則可確認潛在的熱源，如裝有不可充電鋰電池的緊急定位發射機（Emergency locator transmitter, ELT）、電路（115 V AC, 50A），或化學氧氣產生器（Chemical oxygen generator, COG），客艙中並無高度易燃的可燃物如液壓油、滑油或燃油管。

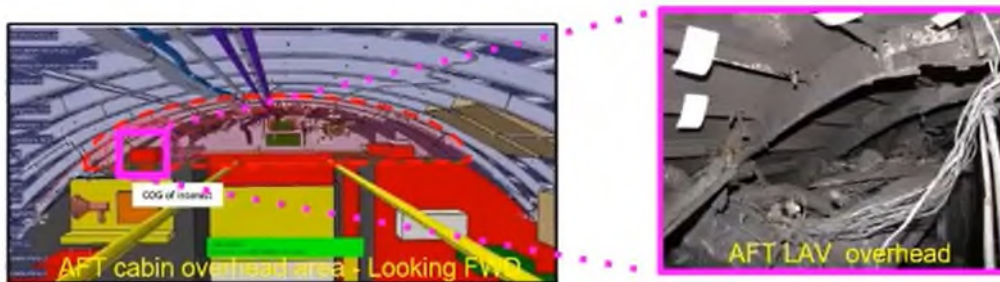
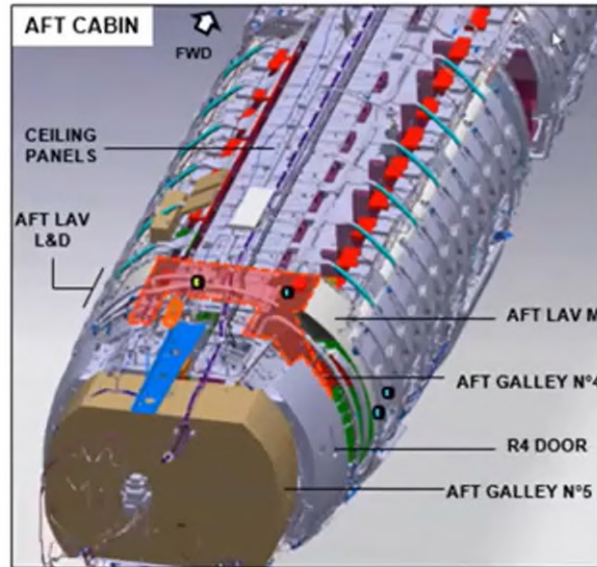


圖 3-21 確認潛在的熱源

客艙火災調查需要相關領域專家由收集的數據中，確認火災的逼真假設和初始傳播，並以務實的行動計劃以檢驗所有假設。卡達航空事件中，有 17 位專家提供準確、全面、有限偏差，並基於服務經驗的技術支援，從第一天起即有現場調查人員參與，除航空公司、空中巴士專家、警方鑑識人員外，並有相關專業領域如客艙、火災測試、氧氣、電系、防火、工程安全相關人員及設備提供商。首席調查員作為協調人及主持人，這些專家連續 5 天在同一個地方專注於收集的數據和航空器設備安裝，以及交流和討論，最後共同建立五個假設，並商定檢查和實驗室測試的行動計劃。



圖 3-22 實體及虛擬客艙模型

五個假設中，只有一個假設被證實是合理的，因為未知初始起火的詳細情況，供應商移除 18 個組件，進行 3 個防火測試與 3 個電流注入測試，每個測試或實驗室檢查的目標與調查假設保持一致。為增加產品的安全性，以此基礎提出 2 項改善措施：

- 加強相關維護作業，以排除產生客艙異味及煙霧的原因。
- 強制服務通報：安裝二極體保護受影響的 ELT，以防止意外電流注入。

該事件發生於 2017 年 12 月，空中巴士公司於 2019 年 12 月提出改善措施，於 2021 年 5 月發布調查報告。



圖 3-23 測試作業



1999年8月24日立榮航空 B7-873 班機於花蓮機場落地滾行時，震動造成客艙置物箱中之蓄電池電線短路，引爆鄰近汽油瓶逸漏之油汽，致該機失火損毀。專案調查小組除本會人員外，美國 NTSB 為授權代表，帶領採用美國聯邦航空總署（FAA）及波音公司專家協同作業；另外，檢警協助證物蒐集，專案調查小組共同建立的假設送請中科院進行模擬實驗，並證實此假設。

最後 Denis Cadoux 先生提出對未來客艙火災調查的想法，為了使調查更有效率，需更加了解起火的成因及其初始擴散狀況：

- 燃燒殘留物分析：目前的做法是尋找已知的可疑物質，如鋰的殘跡，未來是否能利用電腦計算的方法，在起火區域確認所有與航空器材料相關的燃燒殘留物，並突顯航空器外部物質的燃燒殘留物，這些殘留物可能會降低其耐火性能或加速初始燃燒過程。
- 計算火災動力模擬（Computational fire dynamic simulation, CFDS）：目前複雜物質的火災物理模式仍在研究當中，如熱解（pyrolysis）；未來是否能提高關鍵 CFDS 模型的保真度，運用參數分析以確認最初的起火成因和蔓延過程。

因火災嚴重燒毀客艙的事故調查可能是一段漫長的過程，其中準確界定起火區域至關重要。為了建立逼真的假設和務實的行動計劃，可能需要大型多學科團隊的支援，並需促進及維持成員間的高效互動；如果無法得到顯明的假設，則須採用逐步的調查策略。最後，評估最先進的數值燃燒殘留物計算和火災動態分析，以及相應地制定樣本收集協議，可提升火災調查的效率。

## 四、新加坡運輸安全調查局 TSIB

新加坡運輸安全調查局（Transport Safety Investigation Bureau, TSIB）成立於 2016 年 8 月 1 日，係由新加坡航空事故調查局（AAIB）改制而成，增加海事安全調查，近來亦加入鐵道事故調查，TSIB 組織架構圖如圖 4-1，設有局長一名，顧問一名，業務單位為航空調查組、海事調查組、鐵道調查組等三組，航空調查組另設有操作、技術支援、訓練等三個次部門。TSIB 調查工作係參照國際民航組織第 13 號附約（ICAO Annex 13）以及聯合國國際海事組織（IMO）海上人命安全國際公約（SOLAS）之海難事故調查章程（Casualty Investigation Code）等相關規範。近年來本會與 TSIB 有多次技術合作，除參加研討會與事故調查外，本會與 TSIB 有多次的技術交流，本會曾於 2014 年邀請新加坡 AAIB 參加海上紀錄器偵搜演練，本會亦於 2017 年赴新加坡參加海上演練，與 TSIB 有密切合作。

本會藉由轉機新加坡，本會由許副主委悅玲率隊參訪新加坡運輸安全調查局 TSIB，由張局長親自接待，並與本會就航空、水路、鐵道調查議題作深度技術探討，合照如圖 4-2。

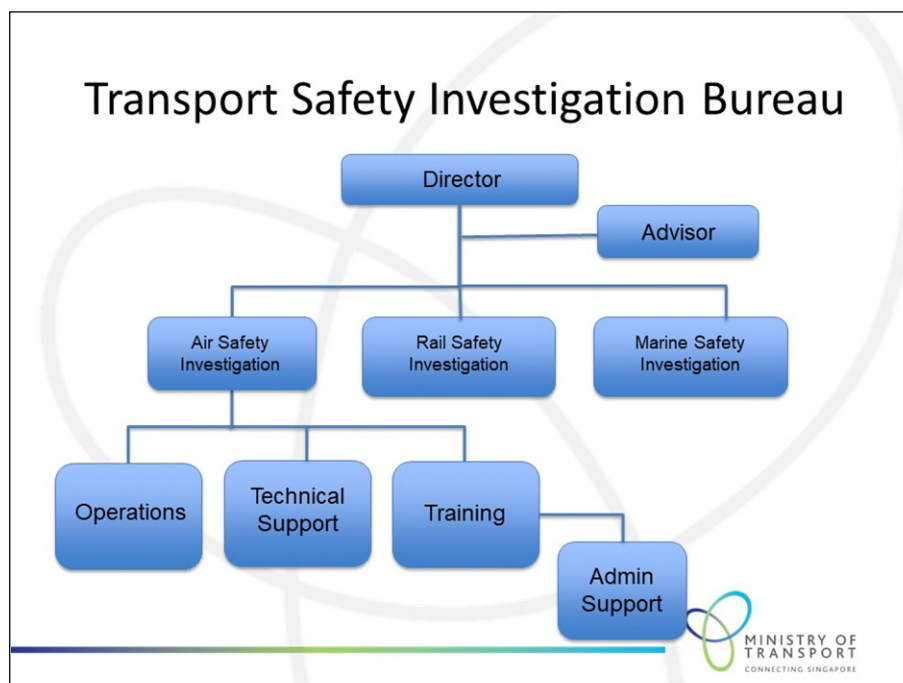


圖 4-1 新加坡 TSIB 組織架構圖



圖 4-2 本會與新加坡 TSIB 合影留念

## 五、建議

1. 本會應積極參與國際交流活動，主動分享本會調查作為，並關注各國相關安全議題、新式調查技術以及相關作為，以利本會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. 本會未來應持續關注美國 NTSB「Most Wanted List」、加拿大 TSB「Watch List」及澳洲 ATSB「Safety Watch」等國際上主要運輸事故調查機關之「運輸安全關注議題」內容，衡量其共通性與適用性，以作為評估我國「運輸安全關注議題」之參考。

## 參加 2022 年國際航空安全調查員協會 ISASI 年會暨拜會新加坡運輸安全 調查局 TSIB 出國報告

服 務 機 關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：副主任委員、調查官、正研究員、研究員

姓 名：許悅玲、張國治、莊禮彰、楊啟良

出 國 地 區：澳洲布里斯本市及新加坡

出 國 期 間：民國 111 年 8 月 28 日至 9 月 3 日

報 告 日 期：民國 111 年 12 月 2 日

### 建議事項：

	建議項目	處理
1	本會應積極參與國際交流活動，主動分享本會調查作為，並關注各國相關安全議題、新式調查技術以及相關作為，以利本會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。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行
2	本會未來應持續關注美國 NTSB「Most Wanted List」、加拿大 TSB「Watch List」及澳洲 ATSB「Safety Watch」等國際上主要運輸事故調查機關之「運輸安全關注議題」內容，衡量其共通性與適用性，以作為評估我國「運輸安全關注議題」之參考。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行