

出國報告（出國類別：開會）

# 參加 2024 年國際飛安調查員協會年會 出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：執行長／林沛達

航空調查組組長／劉東明

派赴國家／地區：葡萄牙／里斯本

出國期間：民國 113 年 9 月 27 日至 10 月 5 日

報告日期：民國 113 年 12 月 31 日

公務出國報告提要 系統識別號

出國報告名稱：參加 2024 年國際飛安調查員協會年會出國報告

頁數：29 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) 7727-6228

出國人員姓名：林沛達、劉東明

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：執行長室、航空調查組

職稱：執行長、組長

電話：(02) 7727-6285

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 113 年 9 月 27 日至 10 月 5 日

出國地區：葡萄牙里斯本

報告日期：民國 113 年 12 月 31 日

分類號/目

關鍵詞：飛航安全、國際飛安調查員協會

內容摘要：

國際飛安調查員協會(ISASI)成立於 1964 年，是一個致力於提升全球航空安全調查標準的專業性國際組織。其主要成員包括航空事故調查員、航空安全專家、航空工程師、飛行員以及其他相關領域的專業人士及學者。ISASI的宗旨是促進航空安全知識的分享與交流，為成員提供深入探討航空安全議題的機會，同時促進跨國合作與溝通，提升全球航空安全水平。

ISASI 每年舉行國際研討會，邀請航空安全專家、事故調查員及相關領域的專業人士發表研究成果與經驗分享。此次 ISASI 年會於本 (113) 年 9 月 30 日至 10 月 3 日在葡萄牙里斯本舉行，討論議題包括：火災調查、航空心理建設與健康議題、跑道碰撞擊事故經驗分享、反推力起啟動後之放棄起飛、粉末金屬合金加工相關之引擎故

障、改善事故現場之證據蒐集、硬體證據，以數位成像技術強化調查能量、目擊者資料之使用、監管機構在調查中之重要性、安全資訊保護、山地直升機事故碰撞碎片之軌跡分析、非精確進場期間大氣標準設定不正確之可控撞地分析案例研究、開發用於飛機運作監控之地形感知預警系統工具、從致命事故到航空安全帽之設計標準、無人載具系統的認證和運行、太空事故發生時之國家組織法律調和及調查程序之建置、防止飛機在海洋地區失蹤的最新法規要求、人工智慧運用於航空事故分析與預防、城市空中交通和電動垂直起降飛行器（eVTOL）的新興實現，及重大飛航事故案例探討等。

本頁空白

# 目次

一、目的.....	6
二、過程.....	8
2.1 行程.....	8
2.2 參與人員.....	8
2.3 議程.....	8
三、會議摘要與心得.....	13
3.1 ELT-DT 安裝的好處_防止商業運輸飛機在海洋上消失的新措施 .....	13
3.2 安全資訊的保護.....	16
3.3 飛安調查未來的挑戰與機會 .....	17
3.4 直升機飛行路徑管理和手動飛行操作.....	18
3.5 葡萄牙航空(TAP)改善穩定進場、降落和重飛性能.....	20
3.6 應用 AI 於調查航空事故 .....	21
3.7 人工智慧、先進自動化和數位解決方案對飛航安全的影響.....	22
3.8 液氫研究挑戰飛航安全.....	23
3.9 探討推力反向器部署後的放棄落地應用.....	24
3.10 太空事故調查.....	25
四、建議.....	26

本頁空白

## 一、目的

國際飛安調查員協會（International Society of Air Safety Investigators, ISASI）成立於 1964 年是一個致力於提升全球航空安全調查標準的專業性國際組織。ISASI 每年舉行國際研討會，係為提升全球航空事故調查程序、安全標準及先進技術，邀請航空安全專家、事故調查員及相關領域的專業學者發表研究成果與經驗分享。本會參加每年舉行國際研討會，提供與事故調查員及相關領域的專家深入探討航空安全議題的機會，同時促進跨國合作與溝通。

此次研討會於 113 年 9 月 30 日至 10 月 3 日在葡萄牙里斯本舉行，討論議題包括火災調查、航空心理建設與健康議題、跑道碰撞擊事故經驗分享、反推力起啟動後之放棄起飛、粉末金屬合金加工相關之引擎故障、改善事故現場之證據蒐集、硬體證據，以數位成像技術強化調查能量、目擊者資料之使用、監管機構在調查中之重要性、安全資訊保護、山地直升機事故碰撞碎片之軌跡分析、非精確進場期間大氣標準設定不正確之可控撞地分析案例研究、開發用於飛機運作監控之地形感知預警系統工具、從致命事故到航空安全帽之設計標準、無人載具系統的認證和運行、太空事故發生時之國家組織法律調和及調查程序之建置、防止飛機在海洋地區失蹤的最新法規要求、人工智慧運用於航空事故分析與預防、城市空中交通和電動垂直起降飛行器（eVTOL）的新興實現，及重大飛航事故案例探討等。



圖 1-1 林執行長(右)與國際飛安調查員協會總裁 Ms.Barbara M. Dunn（中）及航空組劉組長（左）合影



圖 1-2 國內與會人員合影

## 二、過程

### 2.1 行程

日期		起訖地點	詳細任務
月	日		
9	27	台北-法國巴黎	啟程
9	28-29	巴黎-葡萄牙里斯本	抵達
9	30	葡萄牙里斯本	會議
10	1-3	葡萄牙里斯本	會議
10	4-5	葡萄牙里斯本 - 英國倫敦 - 台北	返程/抵達

### 2.2 參與人員

國際飛安調查員協會 2024 年會計有約 50 個國家，200 多名代表參加，包含民航管理機關、事故調查機關、大學、研究單位等機關構，以及產業界如航空公司、航空器/系統製造商與相關軟體公司等。國內有本會、華航及長榮共 4 名代表參加。

### 2.3 議程

本此次年會由飛航安全相關之專業人士與學者專家進行多篇專題報告與研討，議程如下：

MONDAY 30th SEPTEMBER 2024		
Time	Event 1	Event 2
0730	Registration Desk Opens	
0845	Welcome and safety brief	
0900	Fire investigation tutorial session 1	MASI session 1

1030	<b>Coffee</b>	<b>Coffee</b>
1100	Fire investigation tutorial session 2	MASI session 2
1230	<b>Lunch</b>	MASI close
1330	Fire investigation tutorial session 3	Human Factors / Mental Health tutorial
1500	<b>Coffee</b>	<b>Coffee</b>
1530	Fire investigation tutorial session 4	Human Factors / Mental Health tutorial
1700	Tutorial closes	Tutorial closes

TUESDAY 1ST OCTOBER 2024		
Time	Event	Speaker
0730	Registration desk opens	
0830	Session begins – Nuno Aghdassi,	<b>Moderator:</b> Olivier Ferrante, BEA, France
0840	President’s welcome	Barbara Dunn, ISASI President
0850	Announcement of Kapustin	Chad Balentine, ISASI
0900	Keynote speech: Small SIAs, big challenges – Reflections on performing safety investigations in a	Nelson Oliveira, Director-General, Portuguese Safety Investigation Authority (GPIAAF), Portugal
0930	Runway collision accident - Experience sharing	Jordane Soula-Oudot and Stéphane Cote, Airbus Commercial Aircraft.
1030	Aborted landing after Thrust Reverse deployment	Kristian Sivertsen and Anders Kristensen, Accident Investigation
1100	Engine failures related to powder metal alloy processing	Ms Adrienne Lamm, Materials Engineer-NTSB Materials Laboratory and Mr Jean-Pierre Scarfo – NTSB Powerplant lead, NTSB
1130	The Benefits of BAGAIA Assistance Missions to States in the AFI Region and	Charles Irikefe Erhueh, Commissioner of BAGAIA, Banjul Accord Group Accident Investigation Agency (BAGAIA), Africa
1325	Session begins	<b>Moderator:</b> Phil Sleight, UK AAIB
1330	Improving evidence collection at the accident scene	Ms Natasha Heap, Lecturer in Aviation, University of South Queensland, Australia
1400	Enhancing Investigations: Digital Imaging Techniques for Hardware Evidence Capture	Andy Byrne, Air Safety Investigation Engineer, Rolls-Royce plc
1430	Potential and capability of eyewitness	Dr Marcus Bauer, iwiation GmbH
1500	The Importance of the Regulator in Investigations – Immediate Change! .	Patrick Lusch, Air and Space Accident Investigator, FAA, USA

1600 - 1700	Regional meetings	
-------------	-------------------	--

WEDNESDAY 2 OCTOBER 2024		
Time	Event	Speaker
0730	Registration desk opens	
0825	Session begins	<b>Moderator:</b> John Ahlberk, Chairman ENCASIA
0830	Keynote speech: Protection of safety information – are we seeing a shift in the balance of interests?	Kristina Börjevik Kovaniemi, Chair of Safety Investigations, The Swedish Accident Investigation Authority
0900	Mountain Helicopter Accident (AW139 JA139F, main rotors severed tail drive shaft)	Okuyama Katsuya, Aircraft Accident Investigator, Japan Transport Safety Board, (JTSB)
0930	Probabilistic Trajectory Analysis of Debris Items for crash investigations	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Arild Barrett (Presenter)/Senior Staff Engineer/Sikorsky Aircraft, A Lockheed-Martin Company</li> <li>● Dr. Patrick Bowles/Chief, Computational Aerodynamics Group/Sikorsky Aircraft, A Lockheed-Martin Company</li> <li>● Javier Casanova/Chief Air Safety Investigator and Associate Fellow/Sikorsky Aircraft, A Lockheed-Martin Company</li> <li>● Dr. Dustin Coleman (Presenter)/Aeronautical Engineer / Sikorsky Aircraft, A Lockheed-Martin Company</li> </ul>
1030	Near CFIT Due to Incorrect QNH setting during BaroVNAV approach	Thierry Rozec, Senior Investigator, BEA, France
1100	Development of a Terrain Awareness Warning System Tool for Aircraft Operation Monitoring.	Mr Pedro Soares, Flight Data Engineer, TAP Air, Portugal
1130	ISASI Members Meeting	Chaired by Barbara Dunn
1325	Session begins	<b>Moderator to be announced</b>
1330	From fatal accident to influencing aviation helmets safety standards.	Stephen Philip Connor, Senior Accident Investigator, Air Accidents Investigation Branch, UK

1400	How Old Are Pilots Involved in Accidents?	Dr Susann Winkler, Accident Investigator BFU, Germany
1430	Certification and Operation of UAS.	Alessandro Cometa, Section Manager – Safety Investigation, European Union Safety Agency
1500	Kapustin presentations: Improving eye witness Testimony in Air Accident Investigation Through the use of AI Generative Pre-Trained Transformers.	Ben Wright, attending Cranfield University. Gustavo Sánchez Cortés, attending Purdue University
1600	Working Group meetings	

**Thursday 3 OCTOBER 2024**

<b>Time</b>	<b>Event</b>	<b>Speaker</b>
0730	Registration desk opens	
0825	Session begins	<b>Moderator:</b> Christopher McGregor, ATR
0830	Keynote speech: State organization in case of space accident - legal aspects and inquiry process	Brigadier General Christophe Michel, Head of French State Aviation Safety Investigation Board
0900	Underwater Locator Beacon Testing and Case Studies	Jacob N Zeiger, Senior Air Safety Investigator, Boeing,
0930	Recent Development to Prevent Aircraft Disappearances over Oceanic Areas	Mr Philippe Plantin de Hugues, Head of European and International Affairs, BEA
1030	Human Error – Intervention Strategies for One of Aviation Safety’s Most Common Accident Themes	Daniel I. Cheney Safety Program Manager Aircraft Certification Service and Mike Wilson Aviation Safety Inspector, Flight Standards, Safety Standards Training and Simulation Group Federal Aviation Administration, USA
1100	Artificial Intelligence in Aviation: Developing Generative Pre-Trained Transformer for Accident Analysis and Prevention	Wen-Chin Li, Reader in Safety and Accident Investigation Centre, Cranfield University. Professor Miwa Nakanishi, Board Member on Aviation Human Factors, Japan Transport Safety Board. Mr Thomas Wang, Chief Investigator Aviation, Taiwan Transportation Safety Board.

1130	Events and Mishaps in Colour (NASA's Red Light / Green Light analytical model and methodology – human and organisational factors)	Dr Tracy Dillinger, Isabel Hernandez, and Samuel Serafini, NASA, USA
1325	Session begins	<b>Moderator:</b> Patrick Lusch, FAA, USA
1330	Liquid Hydrogen Investigation Challenges	Professor Graham Braithwaite, Cranfield University, UK
1400	Emerging Reality of Urban Air Mobility & eVTOLs	Paulo Soares Oliveira Filho, Embraer, Brazil
1430	Emotional Health of Investigators: Manufacturers' Perspectives	Sam Farmiga, Consulting Engineer, GE Aerospace. Douglas Zabawa, Senior Technical Fellow, Pratt & Whitney. Jacob N Zeiger, Associate Technical Fellow, Boeing
1530-1600	Updates from AIG, ENCASIA, MASI	
1600-1700	Awards ceremony and ISASI 25	ISASI President, Barbara Dunn

### 三、會議摘要與心得

#### 3.1 ELT-DT 安裝的好處\_防止商業運輸飛機在海洋上消失的新措施

講者為法國失事調查局資深調查官，針對曾經發生的 AF447 和 MH370 事故強調商業飛機在海上消失是不可接受的，因此需要採取新的規定來確保航機殘骸有更好定位和有效還原飛航紀錄器數據。重點如下：

1. 2009 年 6 月 AF447 和 2014 年 3 月 MH370 這兩起在海上消失的事件引發了全球對航空安全的關注，國際民航組織(ICAO)在 2014 年和 2015 年召開會議，討論全球航機追蹤和飛航紀錄器的要求，並開始制定新的標準和建議（SARPs），以防止類似事件的再次發生。
2. 當時法國事故調查局（BEA）也成立國際工作組，開發最佳解決方案，以確保未來的海上搜索不再面臨 AF447 事件相同的問題，BEA 提出的安全建議包含使用 8.8 kHz 的超低頻發射器（ULBs）、90 天 37.5 kHz 的 ULBs、定期傳輸參數的自主求救追蹤系統(ELT-DT)等。
3. 國際民航組織文件 10165 全球航空災難安全系統手冊，內容涵蓋全球航空災難安全系統 GADSS 的四個要項：AT（飛機追蹤）；ADL（遇險飛機定位）[自動遇險追蹤]；PFL（飛行後定位）[可能生還者的救援 - ELT] 及 FRDR（飛航紀錄器數據還原）。
4. 意即現有設計的新建機型在正常飛航狀態下必須透過 AT（Aircraft Tracking）維持定期發報追蹤，若航空器遇險時則需具備 ADL (Aircraft in Distress Location，若航空器遇險時則需具備 ADL (Aircraft in Distress Location)傳輸遇險位置，並以 PFL (Post Flight Localization) 提供搜救機構更明確的搜救範圍，並需要在有可能無法找到失事航空器的狀況下，仍然確保能取得飛航紀錄器資料之能力 FRDR (Flight Recorder Data Recovery)。

5. ELT-DT 系統的優勢在於其能夠在飛機遇險時每分鐘自動傳輸位置訊號，這一點在 2025 年 1 月 1 日起將成為所有最大起飛重量超過 27,000 公斤的飛機的強制要求。這一新規定主要能提高飛機在海洋上失事後的定位精度，從而加快救援行動的反應時間。
6. 目前 FRDR 的第一種措施為使用可部署的紀錄器(Deployable Recorder)：Automatic Deployable Flight Recorder (ADFR) 在發生緊急情況或事故時，該記錄儀能夠自動釋放並降落到安全區域，以便於後續的搜索和恢復；Recorder Interface Unit (RIU)主要功能為連接和管理飛航紀錄器與飛機其他系統之間的數據傳輸。； Combined Voice & Data Recorder (CDVR)綜合語音及資料紀錄器。
7. 承上，FRDR 的第二種措施為將飛航紀錄器數據傳輸到地面：歐洲航空安全局（EASA）已完成 FRDR 報告評估將所有飛航紀錄器數據傳輸到地面的能力及哪個實體可以在地面存儲這些數據等。
8. ICAO 附錄 6 第 1 部 6.18.1 節有 ADL 條款：自 2025 年 1 月 1 日起，所有最大認證起飛重量超過 27,000 公斤的飛機，若其個別適航證書是在 2024 年 1 月 1 日或之後首次發放的，應在遇到緊急情況時，自動傳輸可由操作人員確定位置的訊號，至少每分鐘一次。
9. 西方飛機製造商已決定透過安裝 ELT-DT(緊急定位發射器 - 緊急追蹤)以滿足 ADL 的需求並符合國際民航組織（ICAO）附錄 6 第 1 部分第 6.18.1 標準。截至 2024 年 6 月底，已交付超過 380 架配備 ELT-DT 的空巴飛機（A320 系列、A220、A330、A350）。
10. 406 MHz 的信號將傳輸到 MEOSAR（GPS、GALILEO、GLONASS）衛星上的 Cospas-Sarsat SAR，將從第一次發射訊號開始提供持續的位置資訊。這意味著在飛機發生事故的第一時間，就能夠獲得其精確位置，這對於後續的搜索和救援行動至關重要。

11. LADR 遇險飛機位置儲存庫是由任何 ADT 設備發送的位置的儲存庫，接受來自任何 ADT 系統的消息：ELT-DT、SatAuth GCP 等。ICAO 國家信函指出 LADR 自 2024 年 6 月 25 日起開始運行，所有航空公司、ATSUs、RCC 等需要在操作控制目錄中註冊，以便接收有關緊急消息已發送到儲存庫的通知。所有 ELT-DT 消息將發送到 COSPAS-SARSAT 和相關當地 RCC 的儲存庫或發送到歐洲空中交通管理局（Eurocontrol）LADR 儲存庫。
12. 講者以法航 AF447 班機事故為例，假設如果事故當下航空器已安裝 ELD-DT，透過在事故發生前及遇險當下所發送的定位信號，事故後的搜索區域將能從原本的 40 海浬範圍收斂至最後撞擊點 0.1 海浬，可大幅改善搜救效率。
13. 目前可提供給地區搜救或事故調查機構做為 AT 及 ADL 航機位置資訊的來源：
  - ADS-B via ground antennas for Public
  - ADS-B via satellite (AIREON)
  - Secondary radar information for ATS unit
  - Primary radar information for ATS unit
  - Aircraft Tracking every 15 min for Operator
  - ADT means: ELT-DT for RCC and LADR

講者強調，隨著這些新規定和技術的實施，航空業在防止飛機在海洋上消失方面將會有顯著的進步。這不僅能夠提高航空安全，還能增強乘客和航空公司的信心，確保在面對潛在危險時能夠及時有效地對應。

## 3.2 安全資訊的保護

講者為法官背景，目前擔任瑞典事故調查局局長，演講內容主要強調平行調查單位於調查時，對安全資訊的共享及保護的平衡，重要內容摘要如下：

運輸事故發生時會有許多單位進行調查，稱之為平行調查，包括：安全調查；刑事調查；保險調查；行政或監理調查；

平行調查單位間有許多的互動原則，如司法機構與安全調查是獨立的，但存在必要的互動，而法律問題可能會影響安全調查和司法調查的進行；

SIA 的共同法律框架可能為《國際民用航空公約》第 13 附約及歐盟第 996/2010 號法規，關於民航事故和事件的調查與預防及報告；然而國內法律和司法傳統想法可能會影響對共同法律框架的解釋方式；

國際民用航空組織 (ICAO) 功能在於制定航空安全的全球標準，第 13 附約涵蓋飛機事故和事件的調查，其目的是通過客觀且徹底的調查改善航空安全，核心價值是預防未來事故，而非分配責任或追究法律責任；

安全調查中的資訊保護很重要的是保密性，被訪談者或事件相關資料提供者若能信任安全調查單位，對於鼓勵完整資訊披露至關重要，其中受保護資料包括：駕駛艙語音紀錄、飛行數據紀錄、證人陳述、及調查筆記。如此才能保護敏感數據可防止資訊被濫用，並支持安全文化的建立；

因此資訊保護的挑戰在於平行調查單位如法院、執法機構和監管機構可能要求獲取數據，為了公共利益，家屬、媒體和公眾也會尋求資訊，另外有透明度的需求，因此有需要在在資訊透明化與保護敏感資訊之間取得平衡；

平衡測試相當的重要：核心原則是在資訊透明與法律責任需求，及保護安全資訊需求之間需要進行平衡，平衡測試的評估標準在於 1. 資料披露後對未來資訊披露是否產生可能負面影響，2. 公共利益；因此只有在披露的益處大於對未來安全調查的潛在損害時，才會發布資料；

平衡測試的應用: 以個案基礎，依據案件的事實進行決策，決策後產生可能的結果為 1. 資料完全保護、2. 有附加條件的公布、完全公布；

講者提供案例研究一對駕駛艙語音記錄進行完全保護，並通過刪減來保護隱私及案例研究二對航空器所有人針對草案報告的陳述進行完全保護；結論是平衡測試在維護安全調查完整性的同時，應對司法和公眾需求方面發揮了關鍵作用。

在不同使用資料者，此議題發揮了一些影響力及結果，如對安全調查員而言，希望能確保徹底的調查，並無需擔心資料被濫用；對司法機構而言，提供何時及如何在法律過程中使用調查數據的框架；對航空業而言，希望維持對調查過程的信任，鼓勵開放報告並持續改進安全性。

主要結論是安全調查中資料的保護對於航空安全的持續改善至關重要，第 13 附件中的平衡測試提供了一種結構化的方法來管理保護安全資訊與滿足司法或公共利益之間的平衡，而我們會看到法律環境有因此變化。

### 3.3 飛安調查未來的挑戰與機會

此主題由 Natasha J. Heap、Xenia Kyriakou 與 Dennis Dirkmaat 主講，主題集中在改善事故現場的證據收集。會議深入探討了現場保護、證據採集、和相關訓練的重要性，以及這些因素如何影響飛行安全調查的效果。會議內容重點摘要如下：

現場保護不足問題：會議指出，非授權人員（例如遇難者親屬）進入現場，可能對證據的完整性造成破壞。有效的現場管理和控制對於保護證據非常關鍵。

ICAO 安全監察缺失：根據 ICAO 2019-2021 年的全球安全監察計畫，多個領域存在不合規範之情況，包括獨立事故調查權威的建立、嚴重事件的有效調查、調查人員的適當訓練，以及事故報告系統的建立。

法醫鑑識學的應用：會議強調法醫鑑識學在事故調查中的應用，特別是在證據的空間分佈和層序學背景方面。這包括使用鑑識學方法系統地搜尋、記錄和處理現場證據。

系統化證據收集步驟：包括廣泛搜索和定位物理證據、收集 3D 空間數據、攝影紀錄和證據的物理收集。這些步驟確保從現場得到的資訊可以全面且精確地反映事故狀況。

培訓與協調：講者提到，提高事故調查人員的專業培訓是非常必要的，尤其是在證據處理和事故分析方面。此外，強化事故調查與司法調查之間的協調與分離也同等重要。

事故現場的有效管理與專業證據收集對於航空安全調查的重要性。透過改進證據收集的方法和標準，以及增強調查人員的專業訓練，可以顯著提高調查的質量和安全建議的實用性。

### 3.4 直升機飛行路徑管理和手動飛行操作

此次會議深入探討了 2020 年 2 月 1 日發生於日本福島縣米澤町的 Agusta AW139 型直升機事故，詳細分析了事故發生的過程、氣象和地形因素對飛行穩定性的影響，並提出了技術和操作上的改進建議。這起事故由於山區飛行中的強風和擾流導致了主旋翼碰撞尾傳動軸，迫使直升機硬著陸，造成機上 7 人受傷、機體嚴重受損，所幸無人死亡。

#### ● 事故概要

根據日本運輸安全委員會的調查報告，事故發生於直升機從會津若松市醫院起飛後約 30 分鐘，機長在經過奧羽山脈時遇到了意外的強勁下沉氣流與擾流。此擾流不僅造成空速異常迅速上升，還使飛機發生劇烈的右滾轉。經過激烈的控制操作後，直升機主旋翼刮斷尾傳動軸，飛機最終無法正常控制，迫降於稻田間，並在觸地後發生滾轉。

#### ● 技術分析

調查團隊對事故中的氣象條件進行了深入模擬和分析，尤其是事故發生地的特

殊地形如何影響空氣流動。根據模擬結果，直升機在經過奧羽山脈南側時，遇到由地形引發的強烈上升和下降氣流，這些氣流形成了一個類似“液壓躍升”的現象，導致風速和風向迅速改變。地形的抬升效應和突變氣流造成直升機快速滾轉和姿態失控，這對機長的應變能力和飛機的操控穩定性提出了極大挑戰。

在事故發生前，直升機的空速由於慣性定律而異常增速，使得機體受到了更高的動力負荷。機長為了糾正姿態，切換了自動穩定模式並按下了力矩釋放按鈕，試圖以此快速應對擾流。然而，這一操作導致飛機姿態變化劇烈，並使主旋翼開始過度擺動。最終，主旋翼刮斷了尾傳動軸，導致飛機進一步失控，最終迫降並發生滾轉。

### ● 氣象模擬與地形影響

此次調查中特別針對事故發生地區的山區氣象條件進行了模擬分析。模擬分為兩種模式，一種是 300 平方公里範圍、1 公里解析度的模擬，另一種是 150 平方公里範圍、100 米解析度的模擬。模擬結果顯示，事故當時的風速可達 20-30 米/秒（約 40-60 節），並且在山脊上方形成了強烈的上升和下降氣流。由於地形抬升效應，該區域出現了垂直風流的快速變化，形成了一種水平風速迅速下降、同時出現強下沉氣流的局部現象。這些突發性氣流變化對飛機的控制產生了顯著影響，增加了機長在複雜氣象條件下的操作困難度。

### ● 機長操作分析

針對機長的操作行為，調查團隊發現其在遭遇擾流時按下力矩釋放按鈕並切換到自動穩定模式，目的是迅速調整姿態。然而，擾流的持續影響導致飛機空速進一步上升至 188 節，並在此過程中發生了不可預見的右滾轉運動。此時機長在試圖重新穩定飛機時，進行了大量的控制桿操作，包括向後拉動及向右推動循環桿，並上升了集體桿，最終導致主旋翼與尾傳動軸發生碰撞。調查顯示，機長的這一大幅度操控行為或受累於擾流帶來的持續不穩定現象，並未能有效回復飛機穩定。

### ● 結論與建議

報告指出，此次事故的主要原因是飛行器在高速山區飛行中遇到強烈擾流和下沉氣流，導致主旋翼刮斷尾傳動軸，進而失去控制。該事故凸顯了山區飛行的風險，尤其是在地形引發的擾流環境中。針對該類山區飛行操作，報告建議強化飛行員對地形與氣象條件的風險評估，並強化應對擾流的操作指導。此外，建議進一步優化直升機的飛控系統，使其能在遭遇極端氣流時提供更為穩定的操控支援。

## ● 心得

從技術層面來看，現有的模擬技術和事故重建工具可以提供有價值的數據支持，但同時也提醒我們在山區飛行中需要更精細的氣象預測系統，以便提前辨識風險。另一方面，飛行員在遇到突發擾流時的應變決策對事故結果產生了深遠影響，這凸顯出加強飛行員的風險意識和應變能力培訓的必要性。未來針對山區飛行的氣象和操控挑戰，應加強對高風速與地形擾流的模擬研究，並優化飛機的穩定性設計，使飛行員在極端環境下能更有效地保持控制。

### 3.5 葡萄牙航空(TAP)改善穩定進場、降落和重飛性能

此講題聚焦於地形資料庫在地形警示系統（TAWS）事件監控中的整合應用，尤其是在複雜地形環境中的應用，透過整合地形資料庫，可顯著提高飛行安全，避免可控飛行撞地（CFIT）事故的發生。

此講題提供了 TAP 航空從里斯本向全球擴展的情況，特別是在美洲、歐洲和非洲的航線運營狀況，以及 TAP 的安全數據狀況，突顯了 TAP 在飛行安全管理方面的專業和持續努力。

講者詳細討論了增強地面接近警告系統（EGPWS）的基本模式以及地形前方警告模式。透過使用 R 語言和飛行數據檔案，開發了一個工具，增強了對飛行安全的監控能力，也提供了一種視覺分析工具，有助於評估和優化 EGPWS 的警告偵測功能。

此外，講者討論了創建數字高程模型（SRTM 資料庫）的方法，這是實現精確

地形分析的關鍵步驟。透過詳細分析不同的飛行事件和模擬結果，揭示了 EGPWS 在實際運作中的效果及其在特定複雜地形下的表現。透過不斷完善和優化地形警示系統，能有效提升飛行安全，降低飛行事故的風險。這次會議不僅增強了參與者對 TAWS 技術的理解，也為未來的飛行安全管理和技術發展提供了寶貴的參考和啟示。

### 3.6 應用 AI 於調查航空事故

此講題由 Gustavo Sánchez Cortés 主講，探討了人工智能（AI）在航空事故調查中的應用，內容包括人工智能在當前航空事故分析中的多種應用及未來發展的潛力和面臨的挑戰。

#### ● 人工智能技術應用

人工智能的應用主要包括機器學習、專家系統、自然語言處理、數據分析、模式識別、預測分析、模擬與建模。這些技術能夠幫助調查人員從大量的飛行數據紀錄器中獲得有用資訊，這些紀錄器的數據參數，從 2000 年的 25 個，增加到 2020 年的 25,000 個。

在安全程序方面，AI 分析能力被應用於提升飛行安全訓練，技術改進和規章制度的制定，減少人為因素導致的事故。

#### ● 技術挑戰與道德考量

儘管 AI 提供了顯著的助益，但其應用也面臨著數據過載、操作複雜性及倫理問題等挑戰。AI 系統在分析龐大的數據集時可能導致過載，並且 AI 解決方案的實施需要確保數據隱私、網絡安全和數字包容性的倫理責任。此外，隨著 AI 技術的不斷發展，相關的航空安全規範也需要不斷更新以適應新技術。

隨著 AI 技術在航空領域的進一步應用，我們預期會有更多創新的解決方案來處理航空安全的複雜問題。這不僅將增強事故調查的能力，也將推動航空安全管理向更高效、更精準的方向發展。我們需要在尊重隱私權和確保數據安全的前提下，合

理地利用 AI 技術，推動航空安全持續改進。

### 3.7 人工智慧、先進自動化和數位解決方案對飛航安全的影響

人工智慧（AI）在航空事故分析中的應用由李文進教授及其團隊發表，介紹了生成式預訓練轉換器（GPT）如何應用於人為因素分析分類系統（HFACS）以強化事故報告的分析與預防。內容重點摘要如下：

#### 1. 研究背景與方法：

研究的核心在於使用 ChatGPT-4 進行文本分析，透過 HFACS 框架對多起航空事故報告進行分類與解析，包含臺灣及日本兩起重大航空事故（GE-235 和 HL-7762）。

研究小組利用 HFACS 的四個層次和 18 個分類項目開發出結構化提示，以提高 AI 生成結果的準確性。其評估標準涵蓋「準確性」、「滿意度」、「全面性」及「幻覺」的評分。

#### 2. 技術應用與挑戰：

GPT 的 AI 生成模型能夠快速生成符合 HFACS 分類的分析結果，並有助於處理大量文本數據。然而，GPT 生成的內容中有時會出現「幻覺」，即表面看似正確但實際上是不真實的資訊。研究顯示，AI 在類似的錯誤分類（如「決策錯誤」、「技能錯誤」及「違規」）中，容易混淆並產生不準確的結果。

另外，AI 在事故報告中的引用標題與頁碼時表現較差，這樣的語法錯誤也顯示出 AI 在理解語境上仍然存在挑戰。

#### 3. 模型驗證與結果：

研究團隊通過多次試驗來調整 GPT 模型的溫度及其他參數，以提高其在不同層次的準確性和滿意度。結果顯示，GPT 在「不安全行為」層次的表現最穩定，但在「組織影響」層次的準確性仍有較大提升空間。

對於「幻覺」問題，研究建議透過在提示中加入「若無相應因素則回覆 N/A」

的指示來減少不真實資訊的生成，並在多個章節間排除已被拒絕的事故因素，進一步提高 AI 的真實性。

#### 4. 未來改進方向：

研究建議未來可以透過「微調」GPT 模型來降低幻覺頻率，並強化 AI 在特定內容上的準確性。另外，考量到文化差異在事故調查中的潛在影響，未來 AI 應在語境理解上進行更深入的培訓，尤其是跨國事故調查中的語境理解。

AI 雖然可快速分類並分析大量事故數據，但需要人類專家的協同驗證，以避免 AI 在缺乏語義理解下作出錯誤判斷。因此，AI 應作為輔助工具，而非完全取代人類專業知識。

AI 技術的進步提供了巨大的效率提升機會，然而其「黑箱」屬性提醒我們必須謹慎使用，並維持人類專業的價值。未來我們應當持續探索 AI 與人類團隊的最佳協作方式，以充分發揮科技與專業知識結合的潛力，確保航空安全的進一步提升。

### 3.8 液氫研究挑戰飛航安全

此議題主要探討了液態氫（LH<sub>2</sub>）在航空業的應用挑戰，特別是在國際民航組織（ICAO）制定的 2050 年實現航空業淨零碳排放的長期目標下，液態氫作為未來航空燃料的可行性及其對飛機設計和運營安全的影響。內容重點摘要如下：

#### 1. 技術背景與挑戰

氫燃料的主要優勢包括燃燒過程不產生 CO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>，其能量密度遠高於傳統航空燃料和鋰離子電池。然而，液態氫的儲存和運輸需要在極低溫（-253 度）條件下進行，對飛機的燃料系統設計產生高度的技術挑戰。包括氫脆現象、壓力和溫度變化的影響、燃料晃動等問題。此外，從航空到太空應用，液態氫儲罐需要經過特別設計，以適應飛行過程中的高負荷循環和長時間的液態存儲。

#### 2. 飛機設計的創新與安全

此講座敘述應用於中型概念飛機（相當於 B767-200 大小）的氫燃料引擎及

氫燃料儲存試驗，優化該機燃料系統和結構設計以符合氫燃料的特點，因為液態氫儲存需要考慮尾擊、鳥擊、腹著等安全因素，因此以未增壓區域及乾式機翼設置氫系統。

### 3.安全考量與操作挑戰

講座強調液態氫在機場地面作業中的安全和操作挑戰。液態氫的加油過程可能需要自動化技術來管理其特有的風險，例如洩漏檢測和燃料安全區域的設置。此外，與傳統煤油相比，液態氫的加油需要更多的設備和時間，這對機場的地面運營構成挑戰。

面對氣候變化的壓力，航空業的這些快速變革將對航空安全調查員提出新的要求，我們必須迅速適應這些技術進步，確保實現可持續航空運輸的目標不會影響到乘客和飛行的安全。

## 3.9 探討推力反向器部署後的放棄落地應用

講座的核​​心是討論在已選擇推力反向器（Thrust Reverser，TR）後中止著陸的航空安全事件。這類事件的發生可能導致飛機操作複雜化，甚至威脅到航班安全。

### 1. 事件背景

2022 年 4 月 22 日，在哥本哈根機場發生一起嚴重的飛安事件。一架空中巴士 A320（註冊編號 CS-TNV）在已選擇推力反向器的情況下進行了一次中止著陸。飛行數據顯示，此類事件的頻率大約是每月一次，顯示了此問題的普遍性和嚴重性。在某些情況下，由於推力操縱桿前移導致的飛行模式錯誤，使得飛行控制系統誤將飛機判定為已著陸，進而觸動推力反向器。此現象在飛機輕微彈跳而尚未完全著陸時非常危險，可能導致飛機失控或其他嚴重後果。

### 2. 安全措施與建議

針對此問題，講者提出了數項安全改進措施。首先，EIS 軟體將於 2026 年進行一次重大更新，以解決軟體中的漏洞。其次，更新的飛行操作手冊（FCOM SOPs）已於 2023 年 5 月發布，以增強飛行員對於推力反向器操作規程的了解和遵循。

此外，歐洲航空安全局（EASA）將發布航空適航指令，要求所有航空器都必須實施 ECU 軟體的修改。講者另建議使用飛行數據監控（FDM）來監督標準操作程序的遵守情況，並專注於推力反向器使用的標準操作程序訓練，以提升飛行員對於這一關鍵安全設備的操作認知和反應速度。飛行安全不僅依賴於先進的技術和設備，更依賴於對飛行操作規範的嚴格執行和不斷的安全教育。

### 3.10 太空事故調查

此講座由法國國家航空安全調查局太空調查部門（BEA-É）提供，重點討論了太空事故調查的需要與法國在此方面的策略圖。會議強調了獨立安全調查的重要性，並對太空事故的定義、商業與軍事活動的界定，以及國家安全和工業秘密的保護進行了深入探討。內容重點摘要如下

- 太空事故調查的必要性：為了提升太空活動的安全性，保護公民，並保留國家安全與產業機密。調查需獨立進行，以避免利益衝突並確保調查的公正性。由於國際技術限制（例如國際/歐盟武器限定協議 ITAR/EAR），數據轉移可能受限，這可能限制國際合作。
- 法國太空事故調查的策略規劃：已清晰定義太空事故／事件的範疇，包括太空對太空、太空對空中、太空碎片落地等情境；並區分商業與軍事（或國家）太空活動；確定國家／民間涉及工業秘密與國家安全的範圍。
- 法國太空事故調查程序與權限的決策：設定太空事故調查過程、負責機構及其職權範圍。確定所需的人力資源專業性。進行國家法規的更新，使之更符合與太空事故調查過程的組織。

## 四、建議

1. 建議應積極參與國際交流活動，關注各國航空及無人機相關安全議題、航空產業發展，以及最新之飛安/調查科技與技術，以利本會規劃及調整飛航事故調查相關法規、程序與作業細節，並可適時與相關國際各單位主動分享本會調查及提升飛安之作為。
2. 遙控無人機（UAS）與 AI 已成為國際航空發展重點，本會未來應持續關注其發展趨勢、科技應用與法規演進，以作為評估我國 AI 及無人機相關法規、管理機制、安全改善及事故調查之參考。

## 參加 2024 年國際飛安調查員協會年會出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：執行長、航空調查組組長

姓名：林沛達、劉東明

出國地區：葡萄牙里斯本

出國期間：民國 113 年 9 月 27 日至 10 月 5 日

報告日期：民國 113 年 12 月 31 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，關注各國航空及無人機相關安全議題、航空產業發展，以及最新之飛安/調查科技與技術，以利本會規劃及調整飛航事故調查相關法規、程序與作業細節，並可適時與相關國際機關/構主動分享本會調查及提升飛安之作為。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行
2	遙控無人機（UAS）與先進 AI 已成為國際航空發展重點，本會未來應持續關注其發展趨勢、科技應用與法規演進，以作為評估我國 AI 及無人機相關法規、管理機制、安全改善及事故調查之參考。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行