

出國報告（出國類別：其他）

參加 2016 年國際航空安全調查員 協會年會出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：副飛安調查全官／官文霖

派赴國家：冰島雷克雅未克市

出國期間：民國 105 年 10 月 14 日至 10 月 22 日

報告日期：民國 105 年 11 月 03 日

目次

一、目的	2
二、過程	3
三、心得	8
3.1 參與 ISASI 工作小組相關議題	8
3.2 技術研習相關議題	15
3.3 調查技術研討會相關議題	18
3.4 重大調查案相關議題	26
四、建議	38

一、目的

為持續提升本會的調查技術並與國際同業經驗交流，職奉派參加第 47 屆國際航空安全調查員協會年會，本次年會主題為「事故中的每個環節都很重要」。45 個國家逾 300 人參加會議。

整體議程包括：工作小組會議、兩場事故調查技術研習，及調查技術研討會。主要內容包括：擴展事故調查機構間的合作網路、無人機及駕駛艙圖像紀錄器之事故調查應用、航空安全系統及逆向工程之肇因分析技術等。其中，三場貴賓致詞、18 篇技術研習提報論文，22 篇調查技術研討會論文，及 5 篇學生論文。本會於會中發表一篇論文「擴展網路與利用可獲得的資源：兩大事故調查之經驗與教訓」，深獲好評。

今年的重大調查案例分享有四：馬航 17 航班、德國之翼 9525 航班、復興 ATR 72 事故及埃及 804 航班，相關調查技術與各國調查機構間的合作，值得本會學習。此外，本會也參與三個工作小組的研討工作，這對我國參與國際民航的相關技術會議意義重大。



圖 3.1 與會人員合影

二、過程

出國地區及行程

日期		起迄地點	詳細任務
10	14-15	台北-阿姆斯特丹-雷克雅未克	起程
10	16-20	雷克雅未克	會議
10	21-22	雷克雅未克-阿姆斯特丹-台北	返程

2016 年國際飛安調查員協會年會議程

大會主題：事故中的每個環節都很重要

會議地點：冰島雷克雅未克市

會議時間：10 月 16 日報到註冊及工作小組會議、10 月 17 日事故調查技術研
習、10 月 18 日至 20 日技術研討會

Tuesday 16 October 10 月 16 日報到註冊
<p>Registration 13:30~21:30 Location: Grand Hotel Reykjavík, 2F SIGTÚN 38, 105 REYKJAVÍK, ICELAND</p> <p>ISASI Working Group Pre-meeting Location: Grand Hotel Reykjavík, 2F 15:30~17:30</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Flight Recorder WG ◆ Unmanned Aircraft Systems WG ◆ Military Aviation Safety & Accident Investigation Military Air Safety Investigators WG

<p>Tutorial 1: Extending the Networks 擴展事故調查機構間的合作網路</p>	<p>Tutorial 2: Military Accident Investigations 北歐地區之軍機事故調查</p>
<p>在本次研討會的主題「事故的每個環節都很重要」，技術研習項目：擴展事故調查機構間的合作網路，涉及各種失事與意外事件調查網路。有些屬正規的，也有其它形式的技術支援。</p> <p>從地理角度來看，冰島可視為歐洲與北美間的北大西洋連接點。例如，冰島運輸安全委員會一直依賴周邊國家提供國際技術援助來執行事故調查。</p> <p>本研習課程是為探討北歐事故調查小組（NAIG）或歐洲網絡民航安全調查機構（ENCASIA）的合作方式，並討論未來的合作模式，透過案例探討 ICAO 的相關合作。並將現有的工作網路推廣至飛機製造商，航空公司，ATM 等。課程中將探討特定重大事故如：MH17 保安及戰爭；德國之翼 9525 體檢及法律問題。</p>	<p>本研習項目「歐地區之軍機事故調查」，為共同實踐與分享事故調查機構間的技術、經驗、流程和程序等知識。遵循歐洲軍事航空安全調查論壇，首次會議於 2013 年 4 月 17 日；延續 2013 年和 2015 年 ISASI 兩次論壇討論。</p> <p>講師分別來自歐洲、澳大利亞、北美和亞洲。</p> <p>本研習項目的相關成果也將在大會中論文提報。</p>

Tuesday 18 October 10月18日技術研討會

09:00

- Seminar opening - Chairman: Þorkell Ágústsson, Director of the Icelandic Transportation Safety Board
ISASI President: Frank Del Gandio (冰島運輸安全部門主委開幕致詞)
Presentation of Rudolph Kapustin Scholarship Recipients
Welcome address by Icelandic minister
- Sukhoi Superjet - Cockpit Image Recorder Supported Investigation 駕駛艙圖像紀錄器於事故調查之運用 (冰島運輸安全部門)
Ragnar Gudmundsson, Icelandic Transportation Safety Board
- Protection of Investigation Records 保護事故調查紀錄 (ICAO 調查小組組長)
Marcus Costa, Chief Accident Investigation Section, ICAO

10:45 Tea/Coffee break

11:15

- Reverse-Engineering the Causal Links Reveals 逆向工程於事故因果關係之應用 (法國 BEA)
David Romat and Sébastien David, Senior Safety investigator, Bureau d' Enquêtes et d' Analyses
- In Aviation Safety Investigations, All links are vital 飛航事故調查的每個環節都很重要 (美國聯合航空空)
Jerry Tsujimoto, United Airlines
- Presentation by Rudolph Kapustin Scholar 魯道夫·卡普斯京學生論文

Afternoon session

14:00

- Investigation of Single-pilot Operation Accidents 單座航空器之失事調查 (巴西 Embraer)
Fabio Bonnett, Air Safety Investigator, Embraer
- Aircraft Component Examination and Etiquette 航空器零組件檢測及禮儀 (波音公司)
James I. Murphy, Technical Principal, Boeing
- Presentation by Rudolph Kapustin Scholar 魯道夫·卡普斯京學生論文

15:10 Tea/Coffee break

15:30

- Feedback from Tutorial on Extending the Networks 擴展事故調查機構間的合作網路的反饋討論 (歐盟 EASA)
Olivier Ferrante

16.10

- National Society meetings 國際飛安調查員協會各分會會議
Asia Society; Canadian Society; European Society
International Society; Middle East Society; US Society

Wednesday 19 October 10月19日技術研討會

- Keynote address - To be confirmed
- MH17 Safety Investigation MH17 事故調查 (荷蘭運安會)
Kas E. Beumkes, Senior Investigator, Dutch Safety Board
- A Chain is Only as Strong as its Weakest Link 事故鏈之間的強弱連結性 (歐盟 EASA)
Marion Colavita, Safety Investigation Officer, European Aviation Safety Agency

10:45 Tea/Coffee break

11:15

- Aviation Safety Improvements: Advancing Safety Through Multiple Means 多途徑改善飛航安全 (美國運安會)
Kristi Dunks, National Transportation Safety Board
- Accidents During Non-Precision Approaches - Still a Recurrent Issue 非經密進場類的失事仍是經常性問題 (空中巴士)
Frederic Combes, Head of accident / incidents investigations, Airbus
- Presentation by Rudolph Kapustin Scholar 魯道夫·卡普斯京學生論文

Afternoon session

14:00

- Using a Drone and Photogrammetry Software to Create Orthomosaic Images and 3D Models of Aircraft Accident Sites 應用無人機與航空測量工具執行事故調查與 3D 建模 (英國 AAIB)
Stuart Hawkins, Senior Inspector of Air Accidents (Engineering), UK Air Accidents Investigation Branch
- Extend the Network and Exploit Available Resources: Lessons Learnt from Two Major Investigations 擴展網路與利用可獲得的資源: 兩重大事故調查之經驗與教訓 (台灣飛安會)
Michael Guan, Aviation Safety Council, Taiwan, and Yann Torres, Bureau d' Enquêtes et d' Analyses
- Presentation by Rudolph Kapustin Scholar 魯道夫·卡普斯京學生論文

15:10 Tea/Coffee break

- Cabin Safety Aspects in Accident Investigations: A Crucial Link 客艙安全於事故調查中的重要環節 (ICAO)
Martin Maurino, ICAO

16:10

- ISASI Working group meetings. 國際飛安調查員協會各工作小組會議
Cabin Safety; GASIG; General Aviation; Military ASIs; Reach out Flight Recorder WG (飛航紀錄器工作小組本會有參與)
Unmanned Aircraft Systems WG (無人機系統工作小組)

Thursday 20 October 10月20日技術研討會

09:00

- Keynote address - To be confirmed
- Germanwings Safety Investigation 德國之翼事故調查
(法國 BEA)
Bureau d' Enquêtes et d' Analyses
- An Additional Approach to Establishing the State of Operation of a Turbofan Engine During an Aircraft Accident 另闢方法來建立渦扇發動機的運行狀態的飛機事故調查 (P&WC 公司)
Douglas Zabawa, Pratt & Whitney

10:45 Tea/Coffee break

11:15

- The Forgotten Link? How Commuting Influences a Pilots Stress Level and Susceptibility to Error
Thomas Friesacher and Matthew Greaves, Cranfield University 被遺忘的環節? 航空通勤如何影響飛航組員的壓力水平和易感性錯誤 (英國克蘭菲爾德大學)
- Investigating Linkages Between an Occurrence Event and an Organisations' Safety System Performance 飛航事故與組織的安全系統效能之間的連結性調查 (澳洲運安會)
Heather Fitzpatrick, Senior Transport Safety Investigator, Australian Transport Safety Bureau
- Presentation by Rudolph Kapustin Scholar 魯道夫·卡普斯京學生論文

Afternoon session

14:00

- Linking the Efforts of Interdependent Agencies within a State for Modern Accident Prevention and Investigation 獨立的事務調查機構與現代事故預防的連結性 (美國 FAA)
Jeff Guzzetti, Manager of Accident Investigation Division, Federal Aviation Administration
- Aircraft Controllability and Primary Flight Displays - Every link is important 航空器可控性及主飛行顯示器_每一個環節都很重要 (LandAvia 公司)
Knut Lande, Flight Safety Advisor, LandAvia Ltd

15:10 Tea/Coffee break

16:10

- Links for a Successful Investigation 事故調查的成功連結 (空中巴士)
Luis Gracia, Head of Product Safety, Airbus (Military)
- Introduction to ISASI 2017 2017 年年會

16:50

- Seminar Conclusion: Mr Frank Del Gandio, ISASI President

三、心得

本次年會整體議程包括：工作小組會議、兩場事故調查技術研習，及調查技術研討會。主要內容包括：擴展事故調查機構間的合作網路、無人機及駕駛艙圖像紀錄器之事故調查應用、航空安全系統及逆向工程之肇因分析技術等。以下分成四個章節探討：

3.1 參與 ISASI 工作小組相關議題

3.1.1 政府航空安全調查員工作小組

2014 年 9 月 30 日，國際民航組織成立飛航事故調查專家小組（ICAO Accident Investigation Panel, AIGP），該小組由 ICAO 首席調查員領導。ISASI 的飛安專家為配合 AIGP 相關技術活動，另成立政府航空安全調查員工作小組（Government Air Safety Investigators WG, GASIG）。AIGP 及 GASIG 均為推動有效率的調事故調查、發展調查技術、修訂第 13 號附約內容，並支援全球航空安全計畫（Global Aviation Safety Program, GASP）。

- AIGP 會員包括：澳洲、巴西、加拿大、哥斯大黎加、法國、愛爾蘭、尼日利亞、新加坡、阿拉伯聯合大公國、英國、美國；國際運協（IATA）、國際飛協（IFALPA ISASI）、國際航空安全調查員協會（ISASI）、俄國航空事故調查委員會（IAC）。
- AIGP 觀察員包括：阿根廷、中國、科特迪瓦、多明尼加共和國、埃及、德國、伊朗、意大利、肯亞、荷蘭、大韓民國、南非、委內瑞拉、航太工業協會國際協調委員會（ICCAIA）。

AIGP 專家小組的職權範圍如下：

- 研擬及修訂航空器失事及意外事件調查的相關規定
- 發展飛航事故調查的新程序、技術及方法，提出相關規定的修正及必要性的指導文件
- 針對第 13 號附約附錄 E 及相關規定，研擬事故調查期間加強安全資訊

的保護作為，特別是紀錄資料（指 ATC, RECORDER）

- 確認重大意外事件類別，它可能是重大失事的前兆（LOC-I, CFIT, RE），應探討此類事故調查的策略
- 研擬辦法協助資源有限的國家執行大規模的事故調查，包括地區性的失事及意外事件調查組織（regional accident and incident investigation organizations, RAIOs）
- 考慮加強保護飛航事故調查的紀錄資料，包括飛航事故調查機構及司法調查機構間的指導性文件及協議書的文件等。
- 涉及遙控駕駛航空器之事故調查相關規定。

本次會議中，加拿大代表提報 GASIG 研討議題包括：

- 事故現場的危險指導文件；實證培訓（evidence-based training）；應用新式調查技術（use of emerging technologies），如智能手機內的導航資料，GPS 及 GIS 於事故現場應用，雷射掃描儀及無人機等；
- 事故後相關檢測；存取航空材料；飛安改善建議之處置；
- 涉及第 12 號及第 13 號附約間之搜索及救援；當主導調查機構無法及時發布調查報告，如何委託其它國家進行調查；
- 保護飛航事故調查之紀錄資料；飛航事故調查機構及司法調查機構間的協議書範本；
- 遙控駕駛航空器之事故調查相關規定；
- 第 13 號附有關相互合作及委託的規定；
- 第 13 號附有關重大意外事件的修訂；

ICAO 全球民航機追蹤倡議

自從 2014 年 3 月 8 日，馬來西亞航空公司一架波音 777 客機 MH370 航班於執行馬來西亞至中國北京途中失蹤。迄今，跨國的搜索行動仍持續進行中。鑒於 2009 年 6 月 1 日，法國航空公司一架 A330 客機 AF447 航班於執行巴西里約熱內盧飛往法國巴黎途中失事墜海，跨國的搜索行動約持續兩年，最後才找到機體殘骸及兩具飛航紀錄器，事故地點水深約 3,900 至 4,000 公尺。

上述兩起空難調查的複雜性都很快引起國際民航界的關注。MH370 失蹤不久後，國際民航組織（ICAO）於加拿大總部召開會議「全球民航機追蹤（Multidisciplinary Meeting on Global Flight Tracking, MMGFT）」，以尋求共識並提出改善建議。本會議主要的決議是要求航空公司以積極的作法去尋求民航機的追蹤方案。

本會議中也啟動「全球航空遇險和操作安全系統（Global Aeronautical Distress and Safety System, GADSS）」的運作概念。會議中通過 GADSS 的短中長期的技術發展要求與效益的相關執行措施。GADSS 的短期發展措施為號召民航界籌組「航機追蹤工作小組（Aircraft Tracking Task Force, ATTF）」，ATTF 工作小組負責提出全球民航機追蹤的規範文件，並列入 GADSS 技術文件中。

2015 年 2 月 ICAO 召開第二屆全球飛安高階會議（HLSC），締約國代表均支持 GADSS 概念，呼籲 ICAO 應用現有的科技出面領導「全球民航機追蹤實施計劃（Normal Aircraft Tracking Implementation Initiative, NATII）」。隨即隸屬於 ICAO 的 NATII 指導委員會邀請全球參與，並選定亞太區域為主動的示範區域。

有關航空器的追蹤技術是透過飛機通信定址與報告系統（Aircraft communication addressing and reporting system, ACARS）、廣播式自動回報監視（Automatic dependent surveillance broadcast, ADS-B）等手段，及時獲取航空器 4D 位置報告與身份資訊，實現在運行區域內對航空器的追蹤監控。2015 年 11 月，ICAO 理事會通過了國際民航公約第 6 號附約第 I 部的修訂（第 39 次），該內容制定了航空器的例常性追蹤規範，並強制要求航空公司在 2018

年 11 月 8 日前實現對其航空器於越洋飛行期間至少每 15 分鐘，自動報告航空器位置並進行追蹤。

全球民航機追蹤實施計劃大事記

日期	大事記摘要內容
2009/06/01	法航 AF447 失蹤
2014/03/08	馬航 MH370 失蹤
2014/04/01	國際航空運輸協會（IATA）成立航機追蹤工作小組（ATTF）
2014/05/12-13	國際民航組織（ICAO）召開全球民航機追蹤會議（MMGFT）
2014/11/11	ICAO 提交航機追蹤工作小組的研究報告及建議 “全球航空遇險與安全系統（GADSS）”
2015/02/02-05	ICAO 召開第二屆全球飛安高階會議（HLSC）
2015/06/12	ICAO 提交航機追蹤工作小組的研究報告及建議 “修訂版全球航空遇險和操作安全系統（GADSS）”
2015/09/01	ICAO 提交全球民航機追蹤實施計劃（NATII）
2016/03	ICAO 採納全球航空遇險和操作安全系統（GADSS）的運作倡議

3.1.2 飛航紀錄器工作小組

1993 年 8 月，ICAO 成立飛航紀錄器工作小組（Flight Recorder Panel，FLRECP）。FLRECP 的專家負責 ICAO 第 6 號附約飛航紀錄器適航規範之研擬與修訂，發展事故調查技術支持飛航事故調查專家小組（AIGP），並研擬與修訂 ICAO 第 13 號附約中涉及飛航紀錄器之相關內容。據此，ISASI 的飛航紀錄器專家為配合 FLRECP 相關技術活動，另成立飛航紀錄器工作小組（Flight Recorder WG）。

近期，ICAO 及 ISASI 飛航紀錄器工作小組的工作重點為：延長座艙語音紀錄器之紀錄時間為 25 小時、延長飛航紀錄器水下信標電池壽命至 90 天、發展機身 8.8 KHZ 水下信標、研擬座艙語音紀錄器及駕駛艙圖像紀錄器的保護規定、發展全球航空遇險和操作安全系統，及遙控駕駛航空器系統之紀錄系統等工作。

安全資訊保護手冊

2016 年 ICAO 提出 10053 號技術文件「安全資訊保護手冊 (Manual on Protection of Safety Information)」，其中第一部份屬於事故調查紀錄之保護內容。這份文件中涉及座艙語音紀錄器及駕駛艙圖像紀錄器的保護作為，是由 FLRECP 專家負責擬定。

遙控駕駛航空器系統之紀錄系統

遙控駕駛航空器系統之紀錄系統 (RPAS recording system, RPAS RS)：安裝於遙控駕駛航空器系統內之裝置，作為失事/意外事件的調查用途。RPAS RS 包含以下內容：

- (1) 遙控駕駛航空器之紀錄系統 (RPA recording system, RPA RS)：安裝在遙控駕駛航空器之電子裝置，用於收集及記錄航空器之狀態和性能參數。
- (2) 遙控駕駛員之紀錄系統 (RPS recording system, RPS RS)：安裝在地面的紀錄系統，用於管理遙控駕駛員地面站的活動。

注：遙控駕駛航空器系統包含：機載及地面的任何系統，管理遙控駕駛航空器之影像、聲音、資料傳輸、資料鏈結。

修訂中的第 6 號附約 Part IV 相關標準及建議措施內容如下：

- (1) 所有適航的遙控駕駛航空器最大起飛總重超過 3,175 公斤者，應安裝遙控駕駛航空器之紀錄系統 (RPA RS)，具備簡式飛航紀錄器之抗毀殘存及火燒之保護。參考規格承受 1000 g 撞擊；承受 15 分鐘火燒 1100 度 C，及 5 小時火燒 260 度 C，詳 ED-155。
- (2) 所有適航的遙控駕駛航空器最大起飛總重超過 5,700 公斤者，其適航是為從事載客運輸，應安裝遙控駕駛航空器之紀錄系統 (RPA RS)，具備飛航紀錄器之抗毀殘存及火燒之保護。參考規格 6.5 毫秒承受 3400 g 撞擊；承受 1 小時火燒 1,100 度 C，及 10 小時火燒 260 度 C，詳 ED-112A。

- (3) 所有適航的遙控駕駛航空器，應紀錄遙控駕駛員之紀錄系統（RPS RS）之相關資料。
- (4) 於飛航期間遙控駕駛航空器之紀錄系統不得關閉。
- (5) 飛航期間遙控駕駛航空器之紀錄系統應於飛行計畫期間開始紀錄，該紀錄系統應持續紀錄直至完成飛行，或及電源被關閉停止。
- (6) 依據國際民用航空公約第十三號附約之規定，遙控駕駛航空器系統若涉及失事或重大意外事件，任何人應確保遙控駕駛航空器之紀錄系統（RPA RS）所有相關紀錄，不得重新開機。
- (7) 遙控駕駛航空器之紀錄系統製造商應提供飛航事故調查機構有關紀錄器系統的電子文件，並得考慮紀錄器的技術規範。
- (8) 遙控駕駛航空器之紀錄系統（RPA RS）應具備之功能：
 1. 遙控駕駛航空器與地面站之間的上傳指令與下傳資料（C2 link）。
 2. 與遙控駕駛航空器有關之飛航軌跡資訊：飛航軌跡、速度、姿態及構型。
 3. 與遙控駕駛航空器有關之系統資訊：飛航控制、動力、導航、飛行模式。
 4. 涉及資料鏈結失效之相關參數。
 5. 涉及航管機構之數位資訊，其與遙控駕駛航空器的導航模式及飛航軌跡之相關參數。
 6. 持續或緊急情況之相關參數（航管識別碼…）。
 7. 用於管理遙控駕駛航空器之影像，涉及此類影像之參數。
- (9) 遙控駕駛員之紀錄系統（RPS RS）應具備之功能：
 1. 遙控駕駛航空器與地面站之間的上傳指令與下傳資料（C2 link）。
 2. 涉及遙控駕駛員輸入模式、一架或整群遙控駕駛航空器之操縱與管理情況。如果遙控駕駛員直接控制遙控駕駛航空器之姿態，則姿態應及時顯示於地面站，並適當的速率紀錄。考量 C2 link 的傳輸頻寬，地面的紀錄與機載紀錄之取樣率可以不同。
 3. 涉及遙控駕駛員的顯著操縱參數，如遙控開關、啟動或嘗試手動程序、切換自動駕駛模式，包括開關狀態及遙控駕駛員地面站之

顯示設定及實際狀態等。

4. 涉及遙控駕駛航空器發生事故期間之飛航軌跡、速度、姿態及構型等參數。用於管理遙控駕駛航空器之影像，涉及此類影像之參數。

3.1.3 亞洲航空安全調查員協會活動

目前，亞洲航空安全調查員協會（AsiaSASI）的主席由香港民航處擔任，副主席由日本運安會擔任，秘書長由新加坡運安會擔任。AsiaSASI 執委會包括：香港、日本、新加坡、台灣、澳門，及印尼。迄今，AsiaSASI 擁有 30 個團體會員，及 120 餘位個人會員；AsiaSASI 將韓 KSASI，中東北非 MENASASI，Pakistan SASI 納入 AsiaSASI 會員，與會人員合影如圖 3.2。

今年 8 月日本運安會（JTSB）舉行第四屆亞洲航空安全調查員年會，73 個會員 24 個機構出席，計 12 篇論文。2017 年於台灣舉行執委會會議（EXCO Meeting）。

本次會議中會員提議使用 e- newsletter 發布相關訊息與分享飛安資訊。巴基斯坦代表並建議架設網站，以提供服務給會員。



圖 3.2 亞洲航空安全調查員協會之會員合照

3.2 技術研習相關議題

第一天的技術研習分為兩場次，每場次約有 10 篇提報及大量的討論。今年的兩大技術研習主題：擴展事故調查機構間的合作網路及北歐地區之軍機事故調查。

3.2.1 擴展事故調查機構間的合作網路

會議中針對 ICAO 的全球安全監督稽核計畫 (USOAP) 涵蓋八大領域：基本航空立法和民用航空法規；民用航空組織；人員執照頒發和訓練；航空器運行；航空器適航；航空器事故調查；空中航行服務；及機場和地面助航設施。為持續提升全球飛安，大家一致認為透過研討會、技術訓練及飛安資訊交流，以主動預防的角度來強化各種合作關係。

本場次由 ICAO 航空事故調查首席開講，他強調約 40% 締約國因缺乏專業人力及調查經費，以致飛航事故調查不盡周延，詳圖 3.3。ICAO 提出的區域失事及意外事件調查組織 (Regional Accident and Incident Investigation Organization, RAIIO) 的標準及建議措施¹，並非意味著各國政府放棄其調查主權或責任，而是透過分享調查資源及共同關注事故議題，來提升各區域的飛安水準。

¹Annex 13 5.1 The State of Occurrence shall institute an investigation into the circumstances of the accident and be responsible for the conduct of the investigation, but it may delegate the whole or any part of the conducting of such investigation to another State or a regional accident and incident investigation organization by mutual arrangement and consent. In any event, the State of Occurrence shall use every means to facilitate the investigation. Detail information refer to Doc 9946.

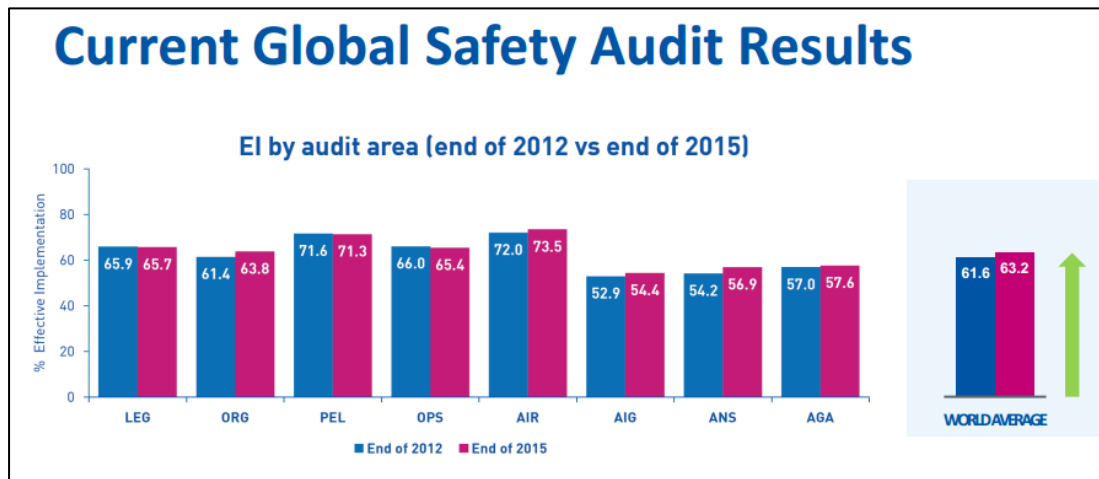


圖 3.3 ICAO 全球安全監督稽核計畫之統計圖

ICAO 推動 RAIO 目的有四：籌組各地區的獨立而專業的事故調查組織，且使其資源充足；確保貫徹 Annex 13 的事故調查相關規定；加強區域合作並避免重複工作；加強飛安資訊分享。他鼓勵各國事故調查機構透過協商，參考 ICAO Doc 9946 的合作協議書去研擬各區域的調查技術合作事項，此為未來 USOAP 的查核重點。

今年 8 月，新加坡交通部航空失事調查局（AAIB）改制為新加坡運輸安全調查局（TSIB）。會議中 TSIB 代表也提報亞太地區的事故調查合作情形。他指出 ICAO 每年的亞太地區事故調查工作小組會議（ICAO APAC Regional Accident Investigation Workshop）提供很好的技術交流與合作機會，例如調查訓練與事故演練活動。近年，新加坡的航空事故調查員，除主動參與 ICAO 總部的活動外，也積極協助韓國、印尼、寮國及馬來西亞等國的事故調查工作。

3.2.2 北歐地區之軍機事故調查

本場次由荷蘭運安會（DSB）率先提報馬航 MH17 航班的事務調查，它涉及歐盟多數的民航/軍機事故調查機構、俄羅斯/烏克蘭的司法調查機構與飛航事故調查機構間的合作議題。

DSB 表示，取得 MH17 航班的調查權後他們參照 SQ006、SWISS 111、TWA 800 及 PAN AM 103 等重大事故案例，研擬調查時程及管制計畫，主要工作包括：動用維安部隊保護調查團隊進入事故現場、尋找及保存遺體、檢視殘骸、雇用吊車及火車運送殘骸、殘骸三維重建等，詳圖 3.4。DSB 針對 MH17 航班共作了

4 次提報與動態展示。

瑞典航空事故調查局（SHK）是國際民航事故調查機構中最特殊的單位，它屬瑞典的獨立調查機構。SHK 多模組運輸安全調查機構，1990 年由該國司法部獨立出來。SHK 最高行政首長為局長，調查人力 35 人，下設三個組別（第一調查組、第二調查組、行政組）。SHK 的事故調查權涵蓋：軍用航空器、民用航空器、海事、軌道、道路及其它事故專案調查。SHK 屬北歐地區事故調查資源最充足的機構，它與英國 AAIB、MAIB 也常有業務往來。

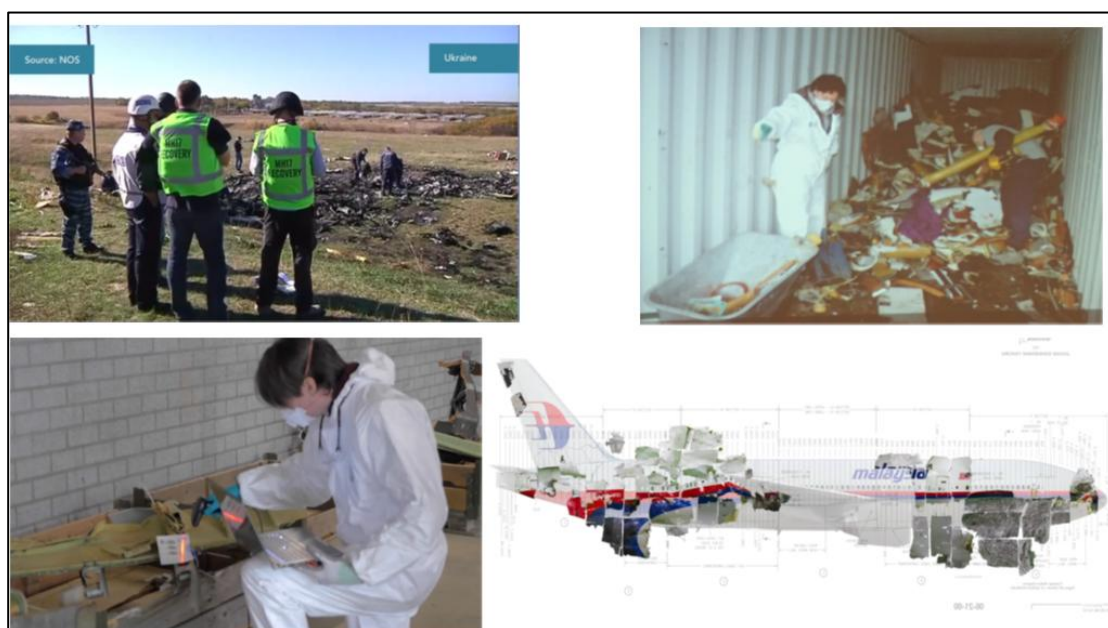


圖 3.4 MH17 航班之現場調查情況



圖 3.5 應用無人機執行山區及機場地帶之事故調查案例

本場次的另一熱門討論議題為無人機於軍用及民用航空器之事故調查用途。主辦單位邀請美國國家運輸安全委員會（NTSB）、波音公司及北歐的調查機構一起分享心得，詳圖 3.5。北歐地區因事故地點常屬複雜而寒冷地形，無人機可以以空中拍攝方式節省調查人力。最近兩年，發生於美國本土的事故調查，波音與 NTSB 都常用無人機。NTSB 人員表示，導入無人機於事故調查可以提升調查效率、增加機動性，且可能節省調查費用。

3.3 調查技術研討會相關議題

本次研討會技術論文有 22 篇，以下針對簡式飛航紀錄器、非精確儀器進場事故、遙控駕駛航空器系統及飛安改善建議闡述心得。

3.3.1 涉及簡式飛航紀錄器之事故案例

近 10 年，歐美各國的調查報告提出數項小型航空器應安裝簡式飛航紀錄器的建議。例如，2002 年美國國家運輸安全委員會曾建美國聯邦航空總署：「於發布新的技術標準命令 5 年內，要求所有 Part 135²業者、使用渦輪發動機、非

²FAR Part 135：適用於直升機、單發動機定翼機、5700 公斤以下或者座位少於 30 個的多發動機定翼機進行公共運輸的航空業者。

屬實驗性質、非屬限制類別，且現有法規未要求安裝飛航紀錄器之航空器，皆應安裝簡式飛航紀錄器系統。」

此外，2008 年英國 AAIB 向 ICAO 建議：「最大起飛重量不超過 5,700 公斤（含）的渦輪噴射航空器應安裝簡式飛航紀錄器。」

據查，ICAO 第 6 號附約已發布小型航空器安裝簡式飛航紀錄器的標準及建議措施。

本次會議中冰島運安會提報俄羅斯蘇愷航空公司一架 SuperJet 於冰島執行試飛任務期間，重飛時墜毀於凱夫拉維克機場的事故案例，詳圖 3.6。該事故發生於 2013 年 7 月 21 日，本案例的重點為 SuperJet 除有兩具飛航紀錄器外，因任務需求另外安裝簡式飛航紀錄器（駕駛艙內有 5 具攝影機）。該簡式飛航紀錄器除了揭露出 SuperJet 飛航資料紀錄器的紀錄參數錯誤外，如何製作及公布簡式飛航紀錄器的圖像內容，引發調查團隊的爭議是本次研討會的討論重點。



圖 3.6 SuperJet 事故現場圖

按照冰島法律，冰島運安會只能製作及公布簡式飛航紀錄器的圖像抄件，相關圖像紀錄不得提供及分享給授權代表，除非該國法務部同意。

本事故的試飛任務為執行第九次 CAT IIIA 自動進場，當時側風約 19.5 哩/時。無線電高度 25 呎時，貳號發動機故障。第三名組員自行關斷貳號發動機且將其油門手柄移至慢車位置，導致貳號拖離自動油門控制。無線電高度 4 呎時，

操控駕駛員解除自動駕駛及自動油門，自動油門控制變成 SPEED 模式，壹號發動機手柄自動收回至慢車位置，此時航機瀕臨失速狀態。當航機主輪觸地時，操控駕駛員執行手動重飛程序，他誤將已故障的貳號發動機手柄推至 TO/GA 位置，而忽略正常的壹號發動機手柄仍處於慢車位置。前述操作，導致航機動力不足僅爬升至 27 呎即下墜至地面。

本事故可能肇因涉及飛航組員已超過 21 小時未休息的疲勞問題；該機於降落階段遭遇貳號發動機故障，操控駕駛員極可能疲勞誤將已故障的貳號發動機手柄推至 TO/GA 位置。經查閱該事故調查報告，發現冰島運安會未公布 CVR 抄件、簡式飛航紀錄器抄件，及飛航資料。這部份的做法值得本會參考。

3.3.2 非精確儀器進場之事故案例

儀器進場程序可分為非精確及精確儀器進場程序兩類。非精確儀器進場程序主要係利用特高頻多向導航台（VOR）、歸航台（NDB）、測距儀（DME）及雷達（Radar）等地面助導航設備之進場程序。精確儀器進場程序則係以儀器降落系統或微波降落系統等地面助導航設備之進場程序。兩者主要差異為精確儀器進場程序提供水平方向之航跡導引及距離指示，及垂直方向之下滑導引。非精確儀器進場程序只有水平方向之航跡導引及距離指示。

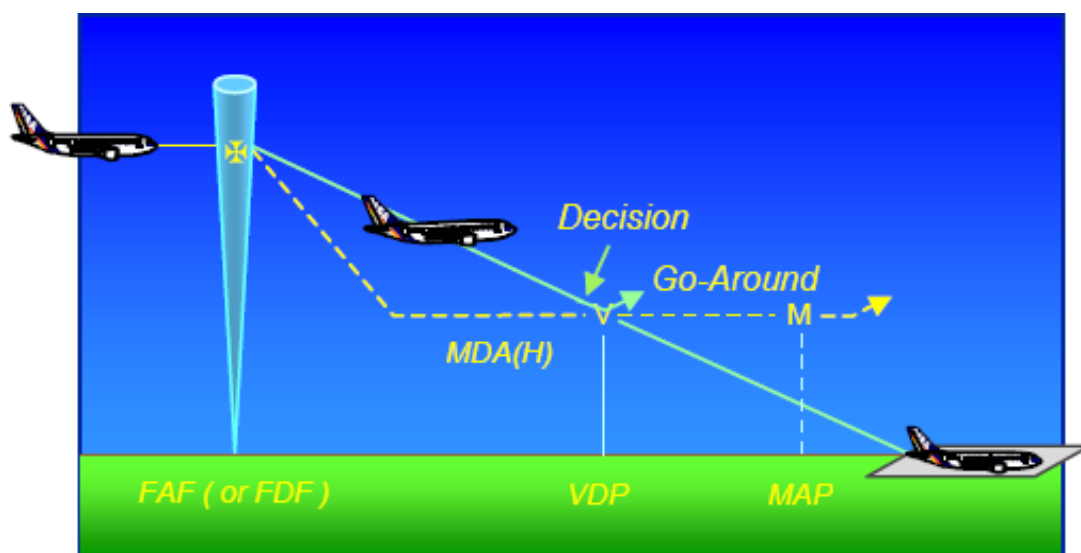


圖 3.7 航機進場程序示意圖

駕駛員應根據進場程序規定之最後進場下降梯度及地速，參照進場航圖資

料，計算出所需的下降率，並按此下降率下降至最低下降高度（MDA）或最低下降高（MDH）。儀器進場程序可分為五航段依序為到場、最初進場、中間進場、最後進場及重飛五個階段，詳圖 3.7。圖 3.7 的目視下降點（VDP）為仿效持續性下降進場（Continuous Descent Final Approach，CDFA）程序所計算出來的位置，它不一定會畫在航圖上。為確保航機通過 VDP³後可穩定使用 3 度下滑角下降至跑道落地。一般而言，駕駛員下降至 MDA/MDH 提前 50 呎改平，如到達 VDP 未獲得足夠的目視參考即執行重飛。

本次會議中 Airbus 安全部門的調查員提報涉及非精確儀器進場之飛航事故特性與預防之道。統計資料顯示，非精確儀器進場之飛航事故機率高於精確儀器進場約 8 倍，其特性包括：涉及飛航組員疏失、多發生於最後進場階段、航機未建立降落所需之目視參考、受天氣影響航跡呈現不穩定狀態、未執行重飛或重飛時發生事故。此類事故最容易發生可控飛行撞地，撞地地點多位於跑道頭延長線 10 哩以內。

涉及飛航組員疏失因素主要原因是失去航機高度的狀況警覺，對下降高度、最低高度及速度等判斷與控制出現失誤。當環境更為惡化，又進一步干擾了駕駛員的注意力，使其喪失對高度的監控與交叉檢查。技術解決方案，包括：航機安裝增強型近地警告系統（Enhanced Ground Proximity Warning System，EGPWS）；將階梯式進場程序改為持續性下降進場（CDFA）程序。

Airbus 專家一再強調，採用非精確儀器進場程序的相關相關訓練時，應考量航機到達決定高度（DH）或最低下降高度（MDA）時，操控駕駛員傾向於繼續平飛、冒險持續下降高度或重飛的決策；最後進場航段的航向不一定對正跑道，且誤失進場點（MAPt）不在跑道頭；非精確儀器進場的導航精確度較差；現有的儀表無法直接提供垂直導引，監控駕駛員扮演很重要的角色。

會議當中，Airbus 提到兩個經典案例。（1）泛非航空 771 航班，2010 年 5 月 12 日。（2）加拿大航空 624 航班，2015 年 3 月 29 日。

³目視下降點之計算：以 3 度下滑角（即 5.2% 下降梯度）為例，採用水平 1 哩高度下降 300 呎，稱為 1:300 法則。VDP distance = (MDA - 50 呎) / 300；非 3 度下滑角，VDP Distance = (MDA - (TCH + TDZE)) / TAN (VGSI Angle), TCH Threshold Crossing Height, for an ILS approach (or non-precision with VNAV); TDZE - Touchdown Zone Elevation

泛非航空 771 航班

事故當日泛非航空一架 A330-200 型機，執行南非約翰尼斯堡市至利比亞黎波里市的定期載客服務。該機降落期間發生可控飛行撞地。本案由利比亞民航局主導調查，邀請的授權代表包括：法國 BEA 及荷蘭 DSB，整個調查技術工作完全由法國 BEA 及 AIRBUS 協助完成。

本事故可能肇因：該機進場期間，兩名飛航組員之協調及合作不佳，欠缺共同的進場及降落規畫，兩人未能查覺非精確儀器進場程序中的風險，且存在飛行疲勞現象。飛航組員通過最低下降高度仍未建立目視參考，EGPWS 警告作動後未執行誤失進場程序；直至航機觸地時才重飛，此期間兩人擔心超速，又因瞬間的加速度產生軀體旋動錯覺 (somatogenic illusion)，以致無人監控及修正航跡。

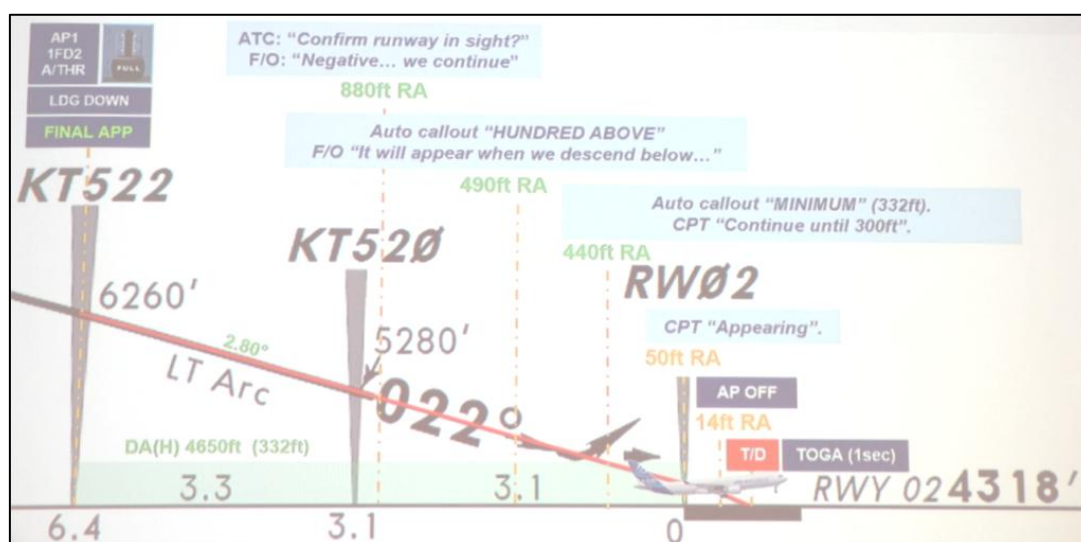


圖 3.8 泛非航空 771 航班進場階段之飛航軌跡及組員對話

加拿大航空 624 航班

事故當日加拿大航空一架 A20-200 型機，執行加拿大多倫多市至哈利法克斯市的定期載客服務。該機降落期間，機場附近下大雪低能見度，飛航組員未重飛而發生過早觸地。本案由加拿大運安會主導調查，邀請的授權代表包括：法國 BEA 及英國 AAIB。

本事故拿大運安會仍在調查中，相關事實資料顯示兩名飛航組員於最初進場及中間進場階段，飛航高度低於標準程序 300 呎，該機到達最後進場階段採

取 3.5 度的下降梯度，此期間遭遇大雪低能見度影響。該機無線電高度 100 呎解除自動駕駛，觸地前 1.5 秒執行重飛。

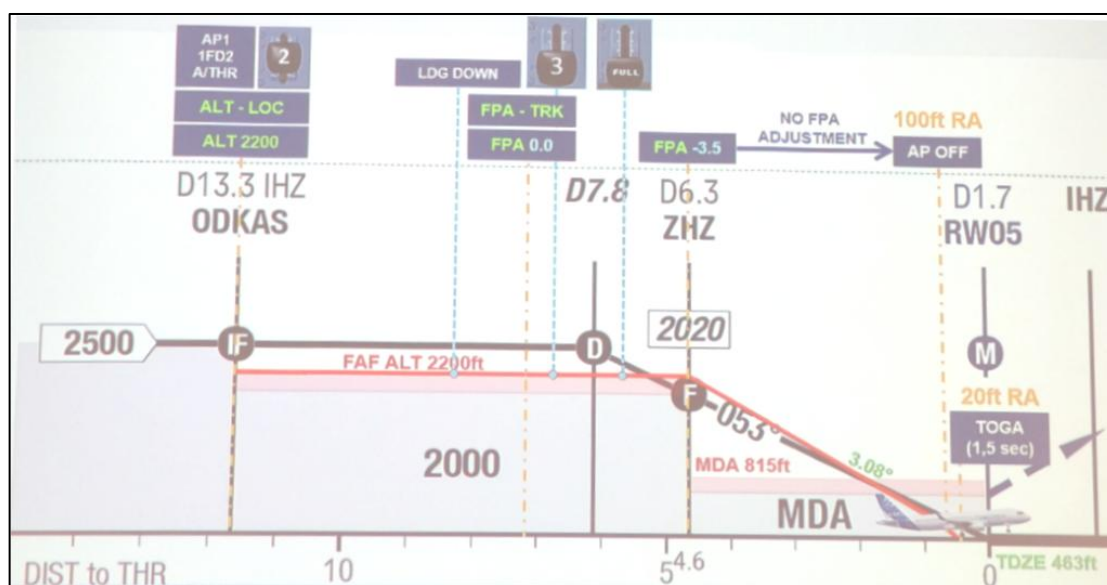


圖 3.9 加拿大航空 624 航班進場階段之飛航軌跡及參數設定

3.3.3 遙控駕駛航空器系統之事故調查議題

本次研討會有數項研討涉及遙控駕駛航空器，以下僅就 ISASI 遙控駕駛航空器手冊及事故調查指引，與英國 AAIB 的調查應用提出心得。

2015 年 ISASI 推出遙控駕駛航空器手冊及事故調查指引，全文有八章節及三份附件。該指引所稱的無人機等同於遙控駕駛航空器。該指引是由 ISASI 的無人機系統工作小組（ISASI UAS Working Group, UAS WG）所研擬，主要目的為促進遙控駕駛航空器事故調查技術，主要內容如下：

1. 確保遙控駕駛航空器系統及其操作模式，與載人航空器屬不同型式。
2. 確定可能需要開發或獲得更有利的方法，以從事涉及遙控駕駛航空器之事故調查。

3. 根據 ICAO 第十三號附約之標準及建議措施，從事事務調查：通知相關國家（包含提供地基與星基通信系統的國基）、組織調查、修訂相關附約內容、飛航紀錄器規範、調查員培訓、證據保全等。



圖 3.10 英國 AAIB 某一起直昇機事故現場應用無人機空拍

今年九月，美國 NTSB、英國 AAIB、我國飛安會曾討論遙控駕駛航空器於事故調查的應用情況，並研擬設立論壇來分享技術。英國 AAIB 有三套無人機空拍系統（DJI Phantom 2, DJI Phantom 2 Plus, DJI Inspire），近期共出動 13 次任務。應用情況為取得事故現場鳥瞰圖、監控殘骸回收情況，製作事故現場的立體模擬，詳圖 3.10。英國 AAIB 表示已向 DJI 公司表明事故調查用途，請 DJI 公司解除機場地區的操作限制功能；另與英國 CAA 協調取得無人機操作豁免權。英國 AAIB 的建模軟體為 PIX4D 及 MAPS Made Easy，詳圖 3.11。



圖 3.11 英國 AAIB 之事故現場的立體模擬圖

3.3.4 飛安改善建議之列管及公開議題

本次研討會歐洲航空安全署 (EASA)、美國 NTSB 及美國 FAA 共有三篇論文討論飛安改善建議之列管及公開議題。

EASA 代表表示，根據歐盟法規 EU 996/2010 第 18 條內容，EASA 收到各國的飛安改善建議後應研擬辦法以評估其可能性，並紀錄落實的情況。據此，EASA 於 2012 年發展飛安改善建議資訊系統 (Safety Recommendation Information System, SRIS)，並籌組內部安全調查回應委員會並每六周開會討論進度。SRIS 又與 EASA 的安全風險管理系統連結，近期將公開網站讓全球民眾查閱相關的飛安改善建議內容，及其落實情形 (如接受，修改法規/發布 AD 等)。

近期，NTSB 極為關注安全議題的全面性溝通，透過各種管道來推動與宣傳 NTSB 的安全作為，例如：便捷的社交網路平台、年度 most wanted、安全研究與技術論壇、各類事故調查進度等。NTSB 代表表示，每件事故調查都存在不同的安全改善情況，NTSB 透過電腦資料庫作系統性管制，並區分為三類：安全結果 (safety result)、安全成就 (safety accomplishment)、安全建議 (safety recommendation)。

- ◆ 安全結果：NTSB 的事故調查造成運輸環境的正面改變，如民航業者口頭承認疏失並表示將修改程序。
- ◆ 安全成就：NTSB 員工直接行為造成運輸環境的正面改變（可被量化的行為），如研究發現的安全問題經告知民航業者或 FAA 後，對方修訂程序或調整訓練資源等。
- ◆ 安全建議：經由事故調查或安全研究，NTSB 正式提列之改善建議事項。

會議最後一天，美國 FAA 代表提報美國的安全監理機構與安全建議的關聯性。他表示，NTSB 是獨立機構約 400 人，其中 150 人為飛航事故調查人員；FAA 為飛安監理機構約 45,000 人，其中 4,000 為查核人員。任何重大飛航事故發生後，除 NTSB 發布調查報告並提列改善建議給 FAA 外，另有兩個機構牽涉其中：聯邦政府督察長辦公室（Office of Inspector General，OIG），及美國政府審計準則部門（The U.S. Government Auditing Standards，GAS）。OIG 及 GAS 可以根據 NTSB 的調查報告及其獨立調查結果，提出改善建議給 FAA。此外 OIG 及 GAS 就像我國監察院及審計部，亦可針對 NTSB 的組織架構、經費動支及執掌提出改善建議與糾正。

3.4 重大調查案相關議題

3.4.1 馬航 MH17 航班

主導調查機構：荷蘭運安會（DSB）

授權代表：烏克蘭政府、馬來西亞交通部、美國 NTSB、英國 AAIB、澳洲 ATSB、俄羅斯聯邦政府

事故簡述：

2014 年 7 月 17 日，馬來西亞航空一架 B777-200ER 型機，班機編號 MH17，執行荷蘭阿姆斯特丹史基浦機場至馬來西亞吉隆坡之載客任務。事故當日途經俄羅斯邊界的烏克蘭領空巡航高度 33,000 呎遭到飛彈擊落，並墜毀於烏克蘭東部邊境距俄羅斯邊境 40 公里。機上乘員及飛航組員全數罹難（283 名乘客、15 名飛航組員）。

荷蘭運安會的調查報告指出，MH17 航班沒有證據顯示機械故障或人為疏失；可能肇因為該機遭遇大量高能物體從外部穿透後，導致機身結構損壞發生空中解體。調查報告推斷該枚飛彈於駕駛艙左上方爆炸，造成駕駛艙內的 3 名駕駛員身亡，致前機身折斷，之後發生空中解體。DSB 調查團隊並推斷山毛櫸飛彈之發射位置位於親俄叛軍控制地區。圖 3.12 飛航軌跡套疊圖，該機因天氣避讓偏離 L980 航路左側約 6.5 哩。

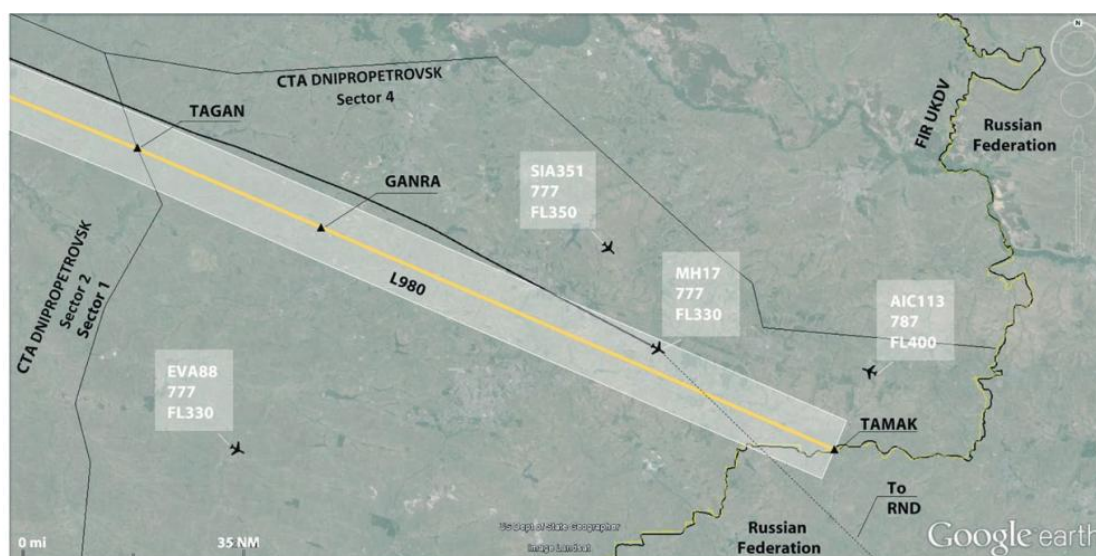


圖 3.12 馬航 17 航班飛航軌跡、套疊 烏克蘭飛航情報區 L980 航路及航點

本事故涉及進入戰區檢視及收集殘骸、運送大量殘骸及遺體、殘骸重建及彈道模擬等艱困工作。調查機構如何整合資源，如何應對罹難者家屬及社會大眾也是本案的重點。DSB 調查報告重點摘錄如下：

事故現場調查

事故當日，俄羅斯代表會同烏克蘭政府及歐洲安全與合作組織（以下簡稱歐安組織）舉行電話會議，商討籌組「國家調查委員會」，烏克蘭政府向俄羅斯及歐洲安全與合作組織承諾保證事故地區之人員與裝備安全。然而，事故第 2 天事故調查人員進入作業區時，多次遭遇烏克蘭軍方與反叛軍炮擊。隨即，調查人員放棄調查任務。

事故後 5 日，烏克蘭總統下令，要求烏克蘭軍隊在距馬航 MH17 航班墜毀地點半徑 40 公里範圍內停火。此期間，事故地區的遺體由烏克蘭政府軍及反叛軍各自處理，此造成人道疑慮與後續蒐證的困難。

事故後 30 天期間，DSB 經歷多方斡旋終於取得調查權。烏克蘭政府軍及反叛軍陸續交出遺體及證據，由 DSB 租用火車及運輸機將相關證據運至荷蘭愛因霍芬機場進行後續調查工作。

7 月 21 日，烏克蘭政府軍及反叛軍代表於頓涅茨克市將兩具飛航紀錄器交給馬來西亞政府官員。次日，馬來西亞代表將紀錄器轉交 DSB，DSB 委託英國 AAIB 解讀。座艙語音紀錄器內無任何航機警告聲響；最後 20 毫秒錄音包含兩次異常聲響，此涉及以聲紋反推爆炸點位置的技術，詳圖 3.13。

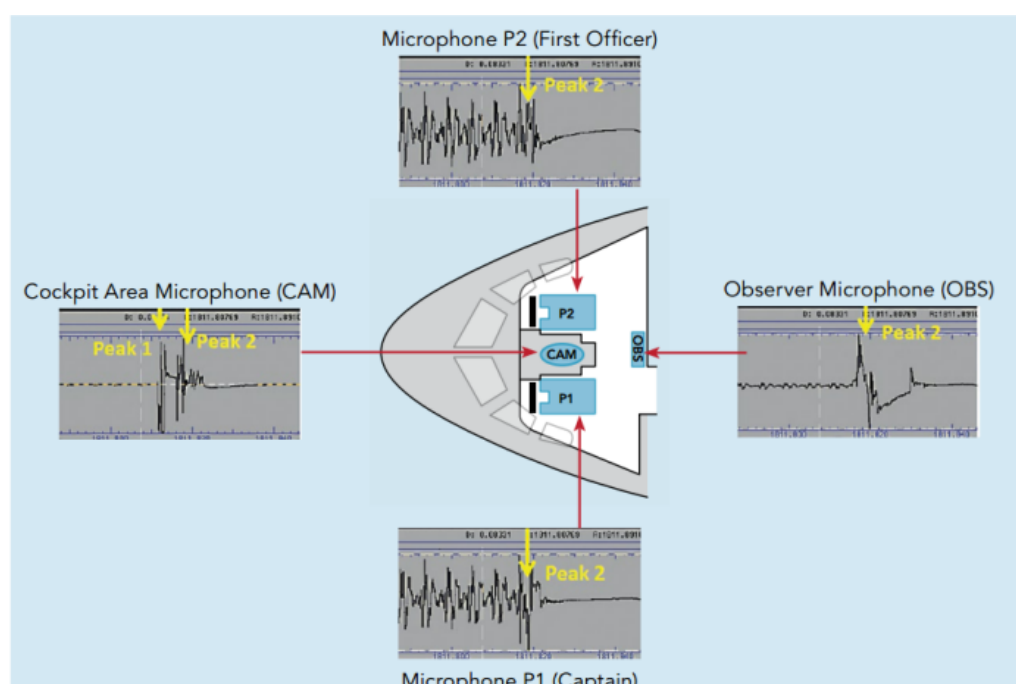


圖 3.13 MH17 航班之座艙語音紀錄器所紀錄之異常聲響

事故後 4 個月，DSB 事故調查團隊及歐洲記者在歐安組織戒護下數度進入事故現場，調查人員初期只能拍照，不能進行目擊者訪談及採集證據。荷蘭國防部經與烏克蘭軍方協調，調查人員於 11 月 16 獲得當地政府許可於六天執行所有殘骸的採證及運送準備工作。並於 2015 年 4 月才能回收被事故地區當地居民取走的相關物品與殘骸。殘骸分布約 50 平方公里，主殘骸散落於六個地點，詳圖 3.14。

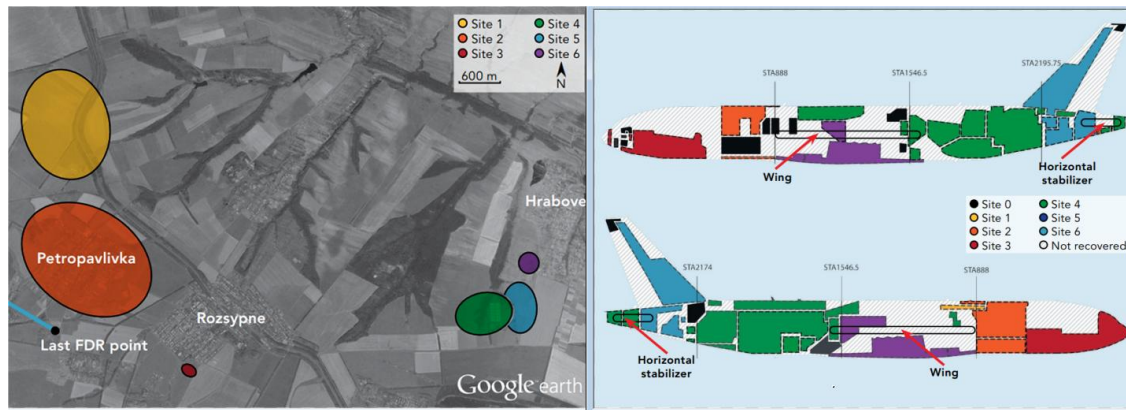


圖 3.14 H17 航班之殘骸分布圖與尋獲殘骸站位圖

事故肇因分析

DSB 根據衛星資料、航管雷達資料、事故區域天氣資料排除 MH17 航班被雷擊及隕石擊落的可能性。根據飛航紀錄器無異常警告，排除航空器因機械或發動機故障而墜機的可能性。經檢視所有收集的殘骸並未發現貨艙或客艙內部起火的證據。

DSB 調查員參考泛美航空 PA103、環球航空 TWA800、華航 CI611 等空中解體案例分析技術，經比對其最後 20 毫秒內 2.3 毫秒 2 次的聲紋，振幅較大且消散速度較快。推斷不是內部油箱爆炸引起，也不是機體結構失效導致爆炸性減壓。

相關殘骸證據顯示，MH17 左前機身與駕駛艙左上方存在幾百個小孔洞與跳彈痕跡⁴（ricochet mark），另於左發動機進氣道與左機翼翼尖亦發現孔洞與跳彈痕跡。駕駛艙內部左側座位損壞最為嚴重，前機身的穿孔損壞止於壹號門以前。據此推斷該機遭受高能物體從駕駛艙左上方射入，詳圖 3.15。

⁴跳彈痕跡：延展性物質之表面（如金屬），剖面圖會呈現入口淺出口深的情形。

DSB 的調查報告很長篇幅探討「高能物體」的可能性，包括：空對空飛彈、空對空機砲、地對空飛彈。再經比對殘骸的損壞型式，排除空對空飛彈與空對空機砲的可能性。該報告最精彩的論述為山毛櫸地對空飛彈的可能發射陣地及相關證據的分析。另依據殘骸上的微物跡證及油漆分析、地對空飛彈模擬結果，DSB 的調查結論是山毛櫸飛彈所為，詳圖 3.16。



圖 3.15 MH17 航班之機頭殘骸重建圖（包含孔洞與跳彈痕跡）

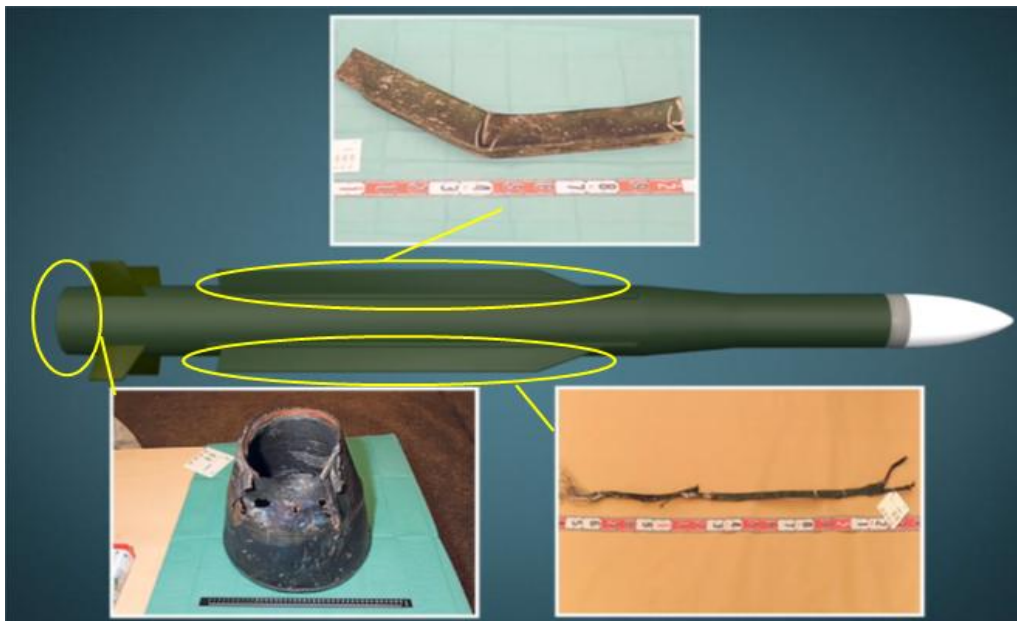


圖 3.16 MH17 航班事故現場尋獲三件屬於山毛櫸飛彈的零件

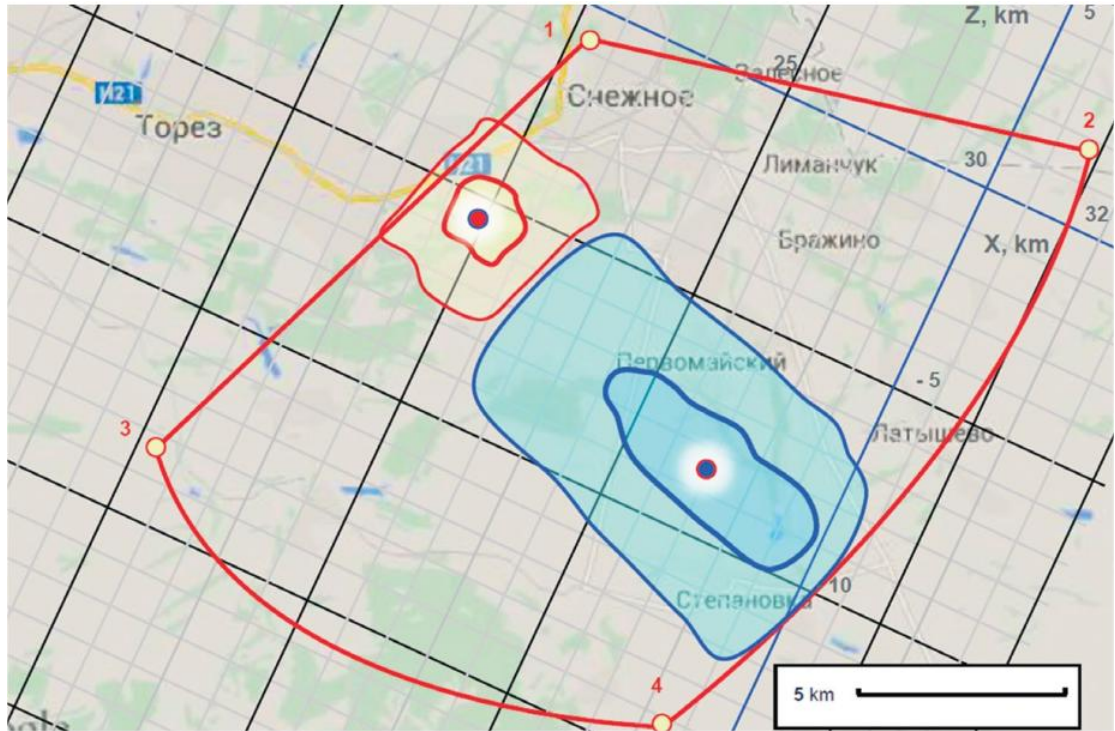


圖 3.17 MH17 航班事故山毛櫸地對空飛彈的可能發射陣地模擬圖

山毛櫸地對空飛彈的可能發射陣地模擬結果源自三個專家團隊：荷蘭航空研究所（紅色區域標記 1-2-3-4）、軍火製造商 Joint-stock Company Almaz - Antey（左側紅色區域或右側大藍色區域）、烏克蘭基輔研究所（右側小藍色區域），詳圖 3.17 與圖 3.18。

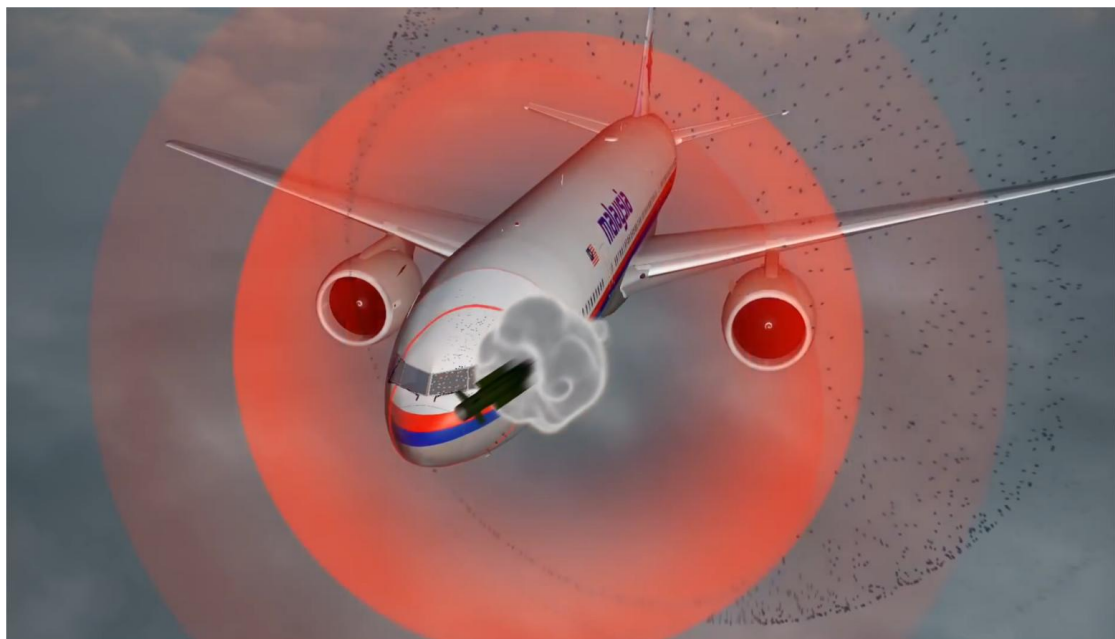


圖 3.18 MH17 航班事故與山毛櫸飛彈的彈道模擬成果

3.4.2 德國之翼 9525 航班

主導調查機構：航空失事調查局（BEA）

授權代表：英國 AAIB、美國 NTSB、德國 BFU、西班牙 CIAIAC

技術專家：歐盟 EASA、法國 DGAC、Airbus、CFM（GE aviation + Snecma）

航空醫學專家：以色列民航局、挪威民航局、加拿大運輸部、法國 SNCF

事故簡述：

2015 年 3 月 24 日，一架德國之翼航空 A320-211 型機，班機編號 9525 航班，執行西班牙巴塞隆納機場至法國杜塞道夫國際機場之載客任務。事故當日途經法國南部普羅旺斯阿爾卑斯省上空時失事，事故地點位於阿爾卑斯山地區，參考海拔高度 2,700 公尺。機上乘員及飛航組員全數罹難（144 名乘客、6 名飛航組員）。

法國 BEA 的調查報告指出，本飛航事故主因為副駕駛員罹患嚴重的憂鬱症而蓄意墜機。因此，本事故涉及飛航組員的健康評估及心理因素的分析。調查機構如何整合資源，根據副駕駛員的多次就醫紀錄，進行航空醫學領域的分析是本案的調查重點。

以本案而言，調查初期飛航組員的個人資訊及就醫紀錄很快被攤在陽光下討論；飛航事故調查與司法調查間的合作存在若干挑戰，BEA 調查報告重點摘錄如下：

事故現場調查及事故發生序列

根據現場殘骸分布，該機屬高速撞山，且撞山前飛航組員並未發出求救訊號，調查人員初步推斷該機系統屬正常運作。事故當日，BEA 派遣 7 調查員前往事故地區（參考海拔高度 1,550 公尺），並與當地司法機構的調查人員協商透過直升機進入事故現場。當日尋獲座艙語音紀錄器並立即送 BEA 解讀，初步資料顯示可能涉及非法干擾行為（acts of unlawful interference）。根據歐盟 996/2010 法規，BEA 與該國司法部展開共同調查，BEA 應就收集的相關事實資料，迅速分享給司法部。

初步資訊揭露出該機於巡航階段，副駕駛員趁機長上化妝室期間將駕駛艙門反鎖。事故後 2 天，馬賽市檢察官在記者會上宣布，本事故發生時只有副駕

駛員安德烈亞斯·魯比茲在駕駛艙內；他蓄意操控航機下降，並且拒絕打開艙門，致航機撞山 (deliberate flight into terrain)。

圖 3.19 為該機飛航軌跡及事故發生序列，標號 1 至 12 號依序說明如下：

- (1) 09:27:00 該機開始巡航飛行
- (2) 09:30:00 機長覆誦航管許可高度並說明定向航點，IRMAR 「Direct IRMAR Merci Germanwings one eight Golf」，此為最後通聯紀錄。
- (3) 09:30:24 機長離開駕駛艙
- (4) 09:30:53 副駕駛員更改飛行高度設定，由 38,000 呎改為 100 呎
- (5) 09:33:12 副駕駛員設定自動駕駛將航速提升至 308 浬/時
- (6) 09:33:47 管制員詢問 9525 航班是否更改巡航高度，副駕駛員未回答
- (7) 09:34:31 機長試著打開駕駛艙艙門
- (8) 09:35:03 副駕駛員設定自動駕駛將航速提升至 350 浬/時
- (9) 09:35:32 至 09:39:02 6 次駕駛艙艙門的撞擊聲
- (10) 09:38:38 管制員試著聯繫 9525 航班，副駕駛員未回答

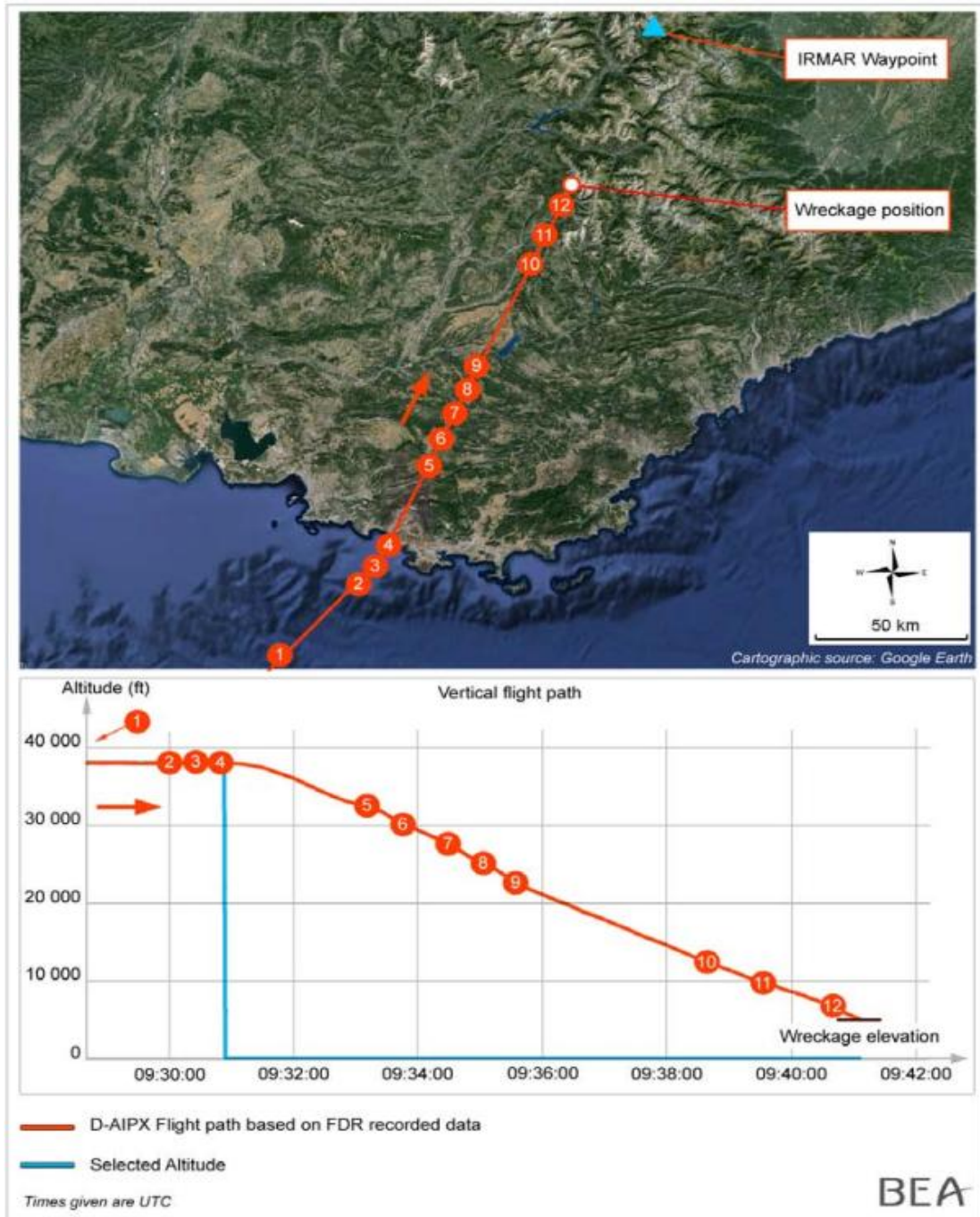


圖 3.19 德國之翼 9525 航班飛航軌跡及事故發生序列圖



圖 3.20 A320 型機之駕駛艙門的控制開關

副駕駛員就醫紀錄及預防措施

副駕駛員於 2008 年 4 月取得第一級航空醫療證書；2008 年 8 月至 2009 年 7 月，副駕駛員的航空醫療證書包含一項豁免聲明，即嚴重的憂鬱症發作沒有精神病症狀；如憂鬱症復發，則該證書無效。

2014 年 7 月，醫生診斷副駕駛員的憂鬱症已經治癒，實際上 2014 年 12 月，他的憂鬱症再次復發，他曾諮詢數名醫生，至少包括 2 次精神科醫生，且開始服用抗憂鬱症藥物。

2015 年 2 月，副駕駛員的私人醫生診斷出他患有身心障礙及焦慮症，並介紹他給其他的心理治療師和精神科醫生。2015 年 3 月 10 日，該名精神科醫生診斷出他可能患有精神病並推薦他到精神病院治療。2015 年 2 月和 3 月，該名精神科醫生開了抗憂鬱症藥和睡眠輔助藥物給他治療。此期間所有醫生未向歐盟民航監理機關及航空公司通報該名副駕駛員的病情。

現行航空醫學對飛航組員的憂鬱症診斷可能不周延，難以有效診斷憂鬱症。對於憂鬱症的評估是使用常規量表，常用的量表包括：自我評量表和第三方評量表⁵。常見的自我評量表：伯恩斯憂鬱症自評量表、貝克憂鬱症自評問卷、卡羅爾憂鬱症量表、流調中心用憂鬱症量表、憂鬱症自評量表等。第三方評量表包括：漢密爾頓憂鬱症量表、憂鬱症狀態問卷、憂鬱症狀態量表、愛丁堡產後憂鬱症量表（EPDS）、老年憂鬱症量表（GDS）、醫院焦慮憂鬱症量表（HADS）等。

⁵飛航組員的心理素質和心病

調查期間，德國漢莎航空管理人員表示，該公司每年會對飛航組員進行體檢，但沒有每年進行心理測試。該公司有一套報告機制，員工可以向公司報告自己或他人的心理問題而不受懲罰。惟該機制對本案的副駕駛員並不管用。

為防止類似事故再發生，法國 BEA 建議 EASA 及各國民航局應定期對飛航組員實施飛航能力鑑定，並關注其心理與精神狀況。BEA 建議 EASA 應制定新規範，針對存在心理疾病之駕駛員追蹤其健康狀況。

BEA 亦建議 ICAO 應明確制定標準及建議措施，要求航空醫學人員於得知民航駕駛員病情有可能威脅公共安全時，應知會有關部門，同時保護患者的個人隱私。

各國民航監理機關之作為

9525 航班事故引發各國民航界關注駕駛員的心理狀況。2015 年 7 月，英國民航局曾篩選調查該國民航駕駛員的精神狀況發現：過去 5 年有 350 人因精神疾病被暫停飛行執照。參考美國 NTSB 統計資料，1983 年至 2003 年期間發生 37 件民航機以自殺或企圖自殺案例。

2015 年世界飛安基金會的研究亦指出：「精神狀況難以準確評估，政府機構或航空公司一般會向民航駕駛員發問卷或提問，由他們自行評估，不過由於患憂鬱症或焦慮症的人不能飛行，甚至會被吊銷飛行執照，民航駕駛員很可能會隱瞞自己的病情。」

歐美的飛航組員及心理學者亦提出警告：「ICAO 的民用航空醫學手冊之相關內容，對機組人員的心理測試沒有用，無法可靠地預測心理問題。」

據此，美國 FAA、歐盟 EASA、加拿大運輸部、紐西蘭民航局及德國民航局事後實施新的規定，要求民航機在飛行期間，應有兩名獲授權的人員留在駕駛艙內⁶（at least two authorised persons to be in the flight crew compartment at all times）。

近期，歐盟執行委員會曾發表一份研究報告並建議⁷：「駕駛艙內應固定有兩個人、航空公司於聘雇駕駛員前應執行心理評估、用藥與酒精檢測、建立完

⁶[EASA_SIB_2015_04_Authorised_Persons_in_the_FCC_withdrawn.pdf](#)

⁷[Task Force on Measures Following the Accident of Germanwings Flight 9525 Final Report.](#)

善的監督及調查機制。建立歐洲航空醫學資料庫、航空公司應建立駕駛員支援決策系統。」

會議中曾有多名代表提問涉及重大事故發生後，政府調查機構與航空公司的危機處理及資訊公開的情形。以德國之翼為例⁸，Lufthansa 公司及其子公司 Germanwings 有四次重建回應策略（包括道歉與補償類型的聲明）；及 7 次強調正面回應策略（包括提醒、討好、取得受害者同情類型的聲明），詳下表。法國 BEA 從開始調查至結案共發布 5 次新聞稿。BEA 的謹慎作法與事故初期檢察官公布調查細節形成強烈對比，值得本會思考與應對。

Table 6. Crisis communication strategies used by Germanwings & Lufthansa

Crisis response strategy	N	Percentage (%)
Rebuild strategy		
Compensation	1	9
Apology	3	27
Bolstering strategy		
Reminder	2	18
Ingratiation	1	9
Victimage	4	37
Total	11	100

⁸Ivyanno U. Canny, An Application of Situational Crisis Communication Theory on Germanwings Flight 9525 Crisis Communication

四、建議

本次赴冰島參加第 47 屆國際航空安全調查員協會（ISASI）年會，行程圓滿且收獲豐富。與往年最大不同為主動參與工作小組的技術活動，將更有助於獲得 ICAO 及 ISASI 的未來工作重點及技術資料。各國查技術發展主要方向為無人機及駕駛艙圖像紀錄器之事故調查應用、航空安全系統及逆向工程之肇因分析技術等。據此職提出 3 項建議：

1. 參照 Annex 13 及 Annex 19 新版內容，研擬我國飛航事故調查法及其規則的修訂條文。
2. 持續研習逆向工程及無人機的調查應用技術。
3. 透過亞洲地區航空安全調查員協會，與鄰近國家發展技術合作關係。