

出國報告（出國類別：其他）

參加歐洲飛安調查員協會 2017 年會 出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：王興中／資深飛安調查官

派赴國家：斯洛維尼亞盧比安納

出國期間：民國 106 年 4 月 17 日至 4 月 22 日

報告日期：民國 106 年 6 月 16 日

目錄

壹、前言

貳、會議議程

參、會議重點摘要及心得

肆、建議事項

壹、前言

國際飛安調查員協會(International Society of Air Safety Investigators, ISASI)是一個為了提升飛航安全而成立的協會。成員來自約 70 個國家，會員數約 1,400 人。目前在亞洲、澳洲、加拿大、歐洲、韓國、拉丁美洲、紐西蘭、巴基斯坦、蘇俄及美國等地皆有其分支協會。其成立之目的乃希望經由對航空器飛航事故的調查，交換經驗及資訊，以促進飛安。並藉由提供各種專業教育訓練提升調查技術，及藉由資訊交換，以發展更進步之調查方式。

歐洲飛安調查員協會(European Society of Air Safety Investigators, ESASI)是 ISASI 在歐洲的分支協會，每年皆會召開歐洲飛安調查員協會年會以分享、交換飛航事故調查技術及飛安相關資訊。此次年會約有 28 個國家的事務調查或飛安相關機構，共超過 100 人參加會議。本會並與英國 Cranfield 大學在會議中共同發表專題報告。

貳、會議議程

此次年會由歐洲飛安調查員協會（ESASI）舉辦，議題包括事故調查機關之運作、歐洲事故調查之近況及重點發展、飛航事故調查之經驗交流、事故調查技術及工具之發展、及人為因素事故調查相關議題等。議程如下：

Wednesday 19 April

09:00 - 09:10	Opening address - Olivier Ferrante, President ESASI
09:10 - 09:15	Welcome address - Mr Toni Stojčevski, Head of the Safety Investigation Authority of Slovenia
09:15 - 09:30	Keynote address - Alojz Krapež, PhD, Head of Aviation Division, Ministry of Infrastructure, Slovenia
09:30 - 09:50	Update on the work of ENCASIA - Brian McDermid, ENCASIA Secretariat
09:50 - 10:20	Loss of control following a lightning strike - lessons in human factors and autopilot design - Adrian Burrows and Stuart Hawkins (AAIB).
10:50 - 11:20	Safety as an integral part of the Operator's Strategy - Captain Ruslans Sabanovs (Safety Officer Nordica airlines)
11:20 - 11:50	Beyond ATR-72 Accident investigation: The consideration of applied eye tracking device in the cockpit to facilitate accident investigation - Dr Wen-Chin Li (Cranfield University) & Thomas Wang (Aviation Safety Council)
11:50 - 12:10	Update on the work of EASA - Alessandro Cometa (EASA)
13:15 - 13:45	An example of benefits using manufacturer's advanced simulation models - Denis Cadoux (Airbus)
13:45 - 14:15	The limits of analysing Internet data from home - Frédéric Walbrou and Angélique Lefèvre (BEA)
14:15 - 14:45	The Evaluation of Regulation (EU) No 996/2010 - Job Smeltink (Ecorys/NLR)
14:45 - 15:15	Tea / Coffee
15:15 - 15:45	Investigating fumes in cockpit / cabin incidents - Johann Reuss (BFU)

15:45 - 16:15 Open discussion on approaches to investigating fumes in cockpit / cabin incidents - Led by Rob Carter (AAIB)
16:15 - 17:00 ESASI Members meeting

Thursday 20 April

09:00 - 09:40 A Mission Beyond the Border, Flight MH17, Field Investigation, Recovery and Reconstruction - Ron Smits (Dutch Safety Board)
09:40 - 10:10 The Challenges of investigating fatigue and the role of bio mathematical models - Dr Camille Burban (Clockwork Research Ltd)
10:10 - 10:40 Investigating in the context of an SMS. The perspective of a small operator - Gunnar Flóvenz (Bluebird Cargo)
10:40 - 11:00 Tea / Coffee
11:00 - 11:30 Summary of Military Accident Investigators Meeting - Jim Roberts (Boeing Military) / Wg Cdr Stuart Oliver (DAIB UK)
11:30 - 12:00 Accident Investigation of Civil Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) - Dawn of a new era in Air Safety Investigation - Dr Stuart Gilmartin - (Gilmartin Global Consultancy)
13:00 - 13:30 Unstacking the Russian Dolls to find the important links - Lisa Fitzsimons (AAIB)
13:30 - 14:00 Claiming transparency: The collapse of credibility - Martine Del Bono (BEA)
14:00 - 14:30 Research techniques in case of not having a FDR - Roberto Porrón Alarcon - (Airbus Military)
14:30 - 14:45 Closing comments - Olivier Ferrante, President ESASI

參、會議重點摘要與心得

歐洲飛安調查員協會主席 Olivier Ferrante 首先致詞歡迎各國會員代表參加 2017 年的年會後，正式展開會議。

這次的會議共分兩天進行，總共包括約 20 篇專題報告。其中約一半的專題報告是由大會主動邀請至年會中提報，另一半的報告則是由會員主動提出申請於會議中發表之專題報告。本會和英國 Cranfield University 共同發表的專題報告「Beyond ATR-72 Accident investigation: The consideration of applied eye tracking device in the cockpit to facilitate accident investigation」，則是在今年 2 月份左右接到大會技術論文工作委員會的邀約，至年會中發表專題報告。

此次年會中專題報告討論的議題包括，歐洲民航相關法規的發展，自動駕駛設計與人為因素，航空器原廠模擬機的使用，網路飛行數據使用的限制，疲勞調查的挑戰，安全管理系統的調查，以及馬航 MH17 調查相關討論。在此將和本會有直接關聯之內容摘要如下。

歐洲民用航空安全調查機構

2010年12月2日，歐盟發布關於民用航空事故調查和預防的第996/2010號條例。該條例生效後，歐盟成員國民航安全調查機構於2011年1月19日在布魯塞爾聚集，共同成立歐洲民用航空安全調查機構（European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities, ENCASIA）。負責歐盟地區飛航事故調查及提升飛航安全等相關事務。

ENCASIA由各成員國的安全調查機構或其航空部門的負責人或代表組成。以確保各會員國能夠進行有效和獨立的事務調查並預防事故的再次發生。ENCASIA年度工作計畫包括以下工作：

1. 建立歐盟國家事故調查單位間的通訊網路平台，該工作小組的成員包括比利時，匈牙利，葡萄牙，英國和歐盟委員會。由比利時安全調查局主持。
2. 綜整歐盟會員國各飛航事故調查單位之最佳調查方法。該工作小組的成員包括法國，德國，匈牙利，意大利，波蘭，瑞典和歐盟委員會。由法國安全調查局主持。
3. 建立歐盟成員國可用的安全調查資源及能力清單，並加強程序及自動化工具，以分享這些調查資源及能量，並根據2014和2015年重大飛航事故調查相關的演習經驗，提供歐盟飛航事故調查機構間之協助及建立合作模式。該工作小組的成員包括克羅地亞，捷克共和國，芬蘭，法國，德國，科索沃，盧森堡，荷蘭和歐盟委員會。由芬蘭安全調查局擔任主席。
4. 協調歐盟成員國飛航事故調查機構間之培訓活動。該培訓指導委員會由丹麥和比利時安全調查當局負責協調。
5. 實施同儕評議(Peer Review)計畫，協助歐盟成員國各飛航事故調查機構提高調查能力。該工作小組的成員包括法國，德國，冰島，意大利，荷蘭，英國和歐盟委員會。由英國安全調查局主持。
6. 要求各歐盟成員國建立安全改善建議資料庫，並依據資料庫之數據，分析各重要安全建議之相關性以及對歐盟成員國的影響。該工作小組的成員包括法

國，愛爾蘭，挪威，波蘭，羅馬尼亞，瑞典，英國，歐洲航空安全局和歐盟委員會。由挪威安全調查局主持。

7. 編寫手冊或傳單形式的實用指南，以便飛航事故受難者及其親屬了解安全調查的目的及程序，以及涉及事故調查各單位間之關係。該工作小組由法國，德國，荷蘭，英國和歐盟委員會組成。

目前 ENCASIA 的工作重點是著重在培訓和同儕評議，現已審議了 16 個成員國的調查機構，並對 58 名調查員進行了調查管理訓練和同儕評議。ENCASIA 除了與歐洲鐵路安全調查機構分享經驗和文件外，也協助其設立同儕評議計畫。ENCASIA 各項工作計畫的成功推動已引起了國際民航組織和歐洲以外其他國家的注意。

航機遭雷擊後失去控制事故調查

英國航空失事調查局（AAIB UK）提報一件航機遭雷擊後失去控制的事故調查結果。

2014 年 12 月 15 日，Loganair 航空公司一架 Saab 2000 型機，國籍標誌及登記號碼 G-LGNO，由 Aberdeen 機場飛往 Sumburgh 機場。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 1 人與乘客 30 人，共計 33 人。

事故航機在飛行的過程一切正常，當航機在接近 Sumburgh 機場，使用 27 跑道進場時，因機場西面的天氣惡劣，駕駛員決定停止進場，執行誤失進場程序。正當航機朝向機場南方飛行時遭受雷擊，當時駕駛員立即帶桿，意圖將航機機鼻帶起，但是航機並沒有如預期般的反應，反而持續下降，最大下降俯角為 19 度，下降速度已經超過航機可容許之最大速度 80 海浬，並且以每分鐘 9,500 尺的速度持續下降。事故航機最低下降到距水平面 1,100 呎的高度後，駕駛員才重新獲得控制，並開始爬升高度，依程序返回機場落地（如圖 1）。人員無傷，航機因雷擊輕微受損。

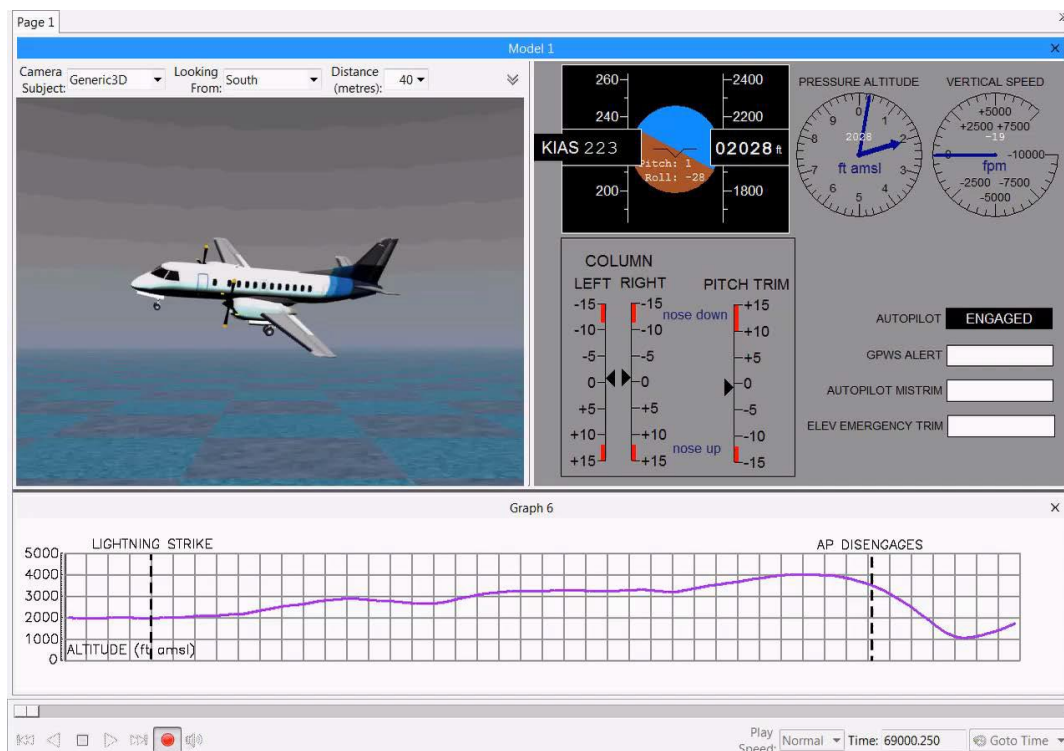


圖1. 事故航機高度變化圖示

當航機安全落地後，事故調查機關針對航機的飛行操控系統以及自動駕駛系統進行檢測，並未發現任何故障。閃電僅對飛機的天線罩和 APU 排氣管造成輕微的傷害。航空器製造商使用模擬機模擬飛機之操控反應，亦顯示飛機的反應並無異常。

調查結果顯示，駕駛員在雷擊之後開始以手動方式控制飛機，乃是因為他以為以飛機遭到雷擊後自動駕駛會解除，故本能的改以手動飛行。然而，實際上自動駕駛沒有因雷擊而解除，反而正在依照控制指令，嘗試將飛機下降並維持目標高度 2,000 呎。故駕駛員以手動操控將飛機向上爬升時，自動駕駛卻開始操控飛機往 2000 呎下降，造成駕駛員與自動駕駛之間的人機介面衝突。自動駕駛持續調整水平安定面（horizontal stabilizer）的向下配平以保持下降姿態，當其力量超過駕駛員所能負荷時，航機就進入急速下降之姿態並迅速失去高度。所幸最後自動駕駛由於內部訊號偵測異常而解除，駕駛員重新獲得航機的操控權，以致避免了重大失事的發生。

大部分飛機的自動駕駛在設計上會感測駕駛員對操縱桿所輸入之力量。當駕駛員輸入操縱桿的力道超過某一設定值時，自動駕駛就會自動解除，以免造成人機衝突之狀況。UK AAIB 檢視 22 種不同類型的航空器設計，發現只有 Saab 2000 型機的自動駕駛設計邏輯，在當駕駛員使用自動駕駛操控飛機時，具有以下三個特性：

1. 強制使用操控桿可以調整水平安定面之角度，但不會解除自動駕駛。
2. 當駕駛員使用操控桿控制飛機時，自動駕駛可以自動向相反的方向調整配平。
3. 按下俯仰姿態配平片開關不會有任何作用，但也不會解除自動駕駛。

類似的飛航事故在過去就曾經發生過。1994 年 4 月 26 日，中華航空 140 班機，一架空中巴士 A300-622R 型客機執行由臺北中正國際機場（今台灣桃園國際機場）飛往名古屋機場的航班，搭載 271 名乘客及機組員，在名古屋機場降落時不幸墜毀，造成 264 人死亡。

調查結果顯示，CI140 在執行進場時，正駕駛員坐在左座，擔任監控駕駛員。

副駕駛員坐在右座，擔任操控駕駛員。副駕駛員在操縱飛機進場時，不小心誤觸 TOGA 按鈕，將飛機設定在「重飛」(go-around) 的狀態。由於當時是使用自動駕駛在飛行，故飛機開始進入爬升的姿態。駕駛員努力用手動操作，想要將機首壓低，繼續進場落地。然而飛控電腦仍持續執行「重飛」爬升自動操作的指令，電腦將機尾的水平安定面設定到機首上升的狀態，以抵消駕駛員壓低機首的手動操作，最後駕駛員無法抵抗向上之力量，飛機大角度向上爬升，攻角過大而失速墜毀。為避免再發生類似的事件，空中巴士公司發出維修指令，修改 A300 系列的電腦程式以防止駕駛員與電腦互搶操控權而產生人機衝突。

UK AAIB 表示，過去福克 70/100 型機自動駕駛的設計亦具有這樣的屬性，由於飛行員和自動駕駛產生衝突，發生了幾起事故，航空器製造廠商亦修改了自動駕駛的設計。

根據最後的調查結果，UK AAIB 建議歐洲航空安全局重新審查 Saab 2000 自動駕駛系統的設計，並要求進行修改，以確保自動駕駛不會在駕駛員介入操控時，產生人機衝突之潛在風險。

無人駕駛航空系統之事故調查

無人駕駛航空系統 (unmanned aerial system/ remotely piloted aircraft systems - UAS/RPAS)，泛指包含無人載具、地面控制站及無線數據傳輸系統所組成的飛行系統，操作者可透過地面控制站以無線傳輸方式監看、引導或控制飛行器以達成所需任務目標。

根據美國聯邦航空總署 (FAA) 的統計，2014 年全美共有 238 次無人機與航機接近的飛安通報，而在 2015 年的 1 至 8 月就超過了 650 次通報。在英國倫敦的希斯洛國際機場，2015 年與 2016 年接獲無人機與航機接近的飛安通報次數從 7 件增加到 26 件。我國民航局從 2013 年至今亦已針對 15 起被警方查獲的無人機違規事件裁罰，國內新聞亦有多起無人機撞擊 101 大樓、入侵機場地帶或掉落傷人之事件報導。顯示近年來無人機對全球飛航安全的影響有增無減。根據美國軍方的統計，從 2012 年到 2016 年 3 月，就已經發生至少 138 件以上的無人機失事事件。如下圖所示。



ACCIDENTS – STATISTICS

YEAR	NO. OF OCCURRENCES	MAIN CAUSE/S
2016 (MAR 16)	7	Unknown/Mechanical Failure
2015	43	Unknown/Mechanical/Electric Failure
2014	23	Unknown/Mechanical/Electric Failure
2013	29	Unknown/Mechanical/Electric/Communications Failure
2012	36	Pilot Error/Unknown/Mechanical/Electric/Communications Failure
TOTAL	138 +	

圖2. 美國軍方無人機失事事件統計

無人機的種類非常的多，主要依照其重量、飛行的方式、推進系統的設計等而有不同的分類，如圖 3 所示。國際民航組織（ICAO）目前已發布遙控無人機指引手冊（Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems-RPAS, Doc-10019），明確訂定無人機於民航體系中之定位及建議之管理辦法，並於國際民航公約第 13 號附約（ICAO Annex 13）中明確將無人機造成之飛航事故納入飛航安全調查的範圍。國際飛航事故調查員協會（ISASI）亦組成了無人機系統工作小組（UAS Working Group），頒布無人機事故調查指引文件以作為各會員國飛航事故調查機關關於未來執行無人機事故調查時之參考。

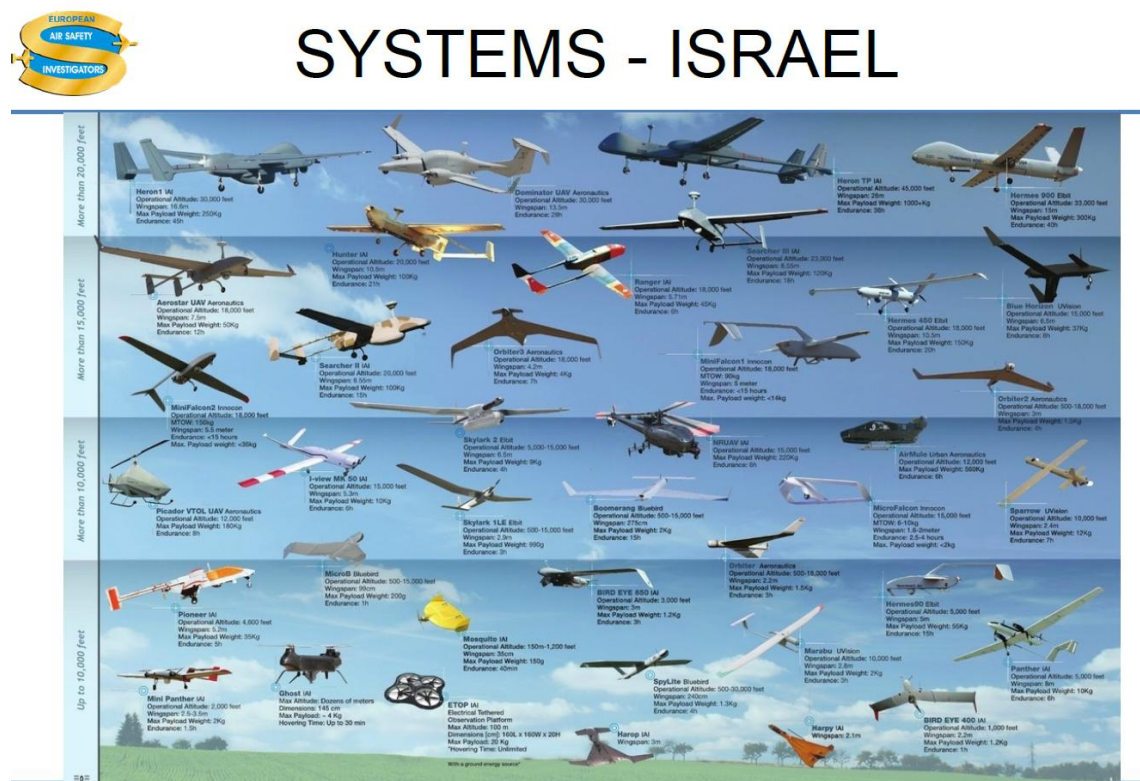


圖 3. 無人機的種類

依據 ICAO 無人飛機系統通告 (ICAO Cir 328) 以及遙控無人機系統手冊 (ICAO Doc 10019)，最大起飛重量 150 公斤以上之無人機，目前比照歐洲航空安全局 (EASA) E.Y013-01 無人機適航規範，必須取得適航認證後才能作業。未達 150 公斤之輕型無人機系統則可參照無人系統官方聯合立法工作小組 (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems, JARUS) 與 EASA 共同發展

中之相關技術及認證規範。

FAA 於 2015 年底發布小型無人機管理法規 (Part 107 - Operation and Certification of Small Unmanned Aircraft Systems)，將 250 克以上 25 公斤以下之無人機分類為小型無人機，並要求所有小型無人機必須註冊以納入管理。小型無人機不需要取得適航認證，但必需飛行在 400 呎以下、避開人口密集區、只能在白天及目視條件下飛行，飛行員必須隨時保持無人機在目視範圍之內運作。若操作小型無人機進行商業飛行（如空中攝影、測繪等），飛行員必須通過 FAA 的考試，於取得操作執照後方能進行商業飛行。

ICAO 國際民航公約第 13 號附約，已將民用無人機造成之飛航事故納入飛航安全調查的範圍，其無人機失事定義如下：

自無人機為飛航目的準備移動時起，至飛航結束且推進系統關閉時止，於無人機運作中所發生之事故，直接對他人造成死亡或傷害，或使無人機遭受實質上損害或失蹤。

第 13 號附約表示對於無人機事故之調查，應著重於無人機取得適航設計或操作認證之系統面調查。

由於無人機是近幾年新興發展的議題，國際上各國對無人機相關管理法規也還未非常完善。目前各國飛航事故調查機關亦尚在發展針對無人機事故調查之相關法規。基於無人機在軍事領域已經廣泛被使用，事故調查之實務及相關研究亦較民航領域領先，北約 STANAG 3531 標準已經明定軍用機、飛彈及無人機事故之安全調查及報告準則，其概念與 ICAO Annex 13 相似，皆表示調查作業需包含至少四個階段：事實資料收集；調查與分析；調查發現與事故肇因；避免事故再次發生之改善建議。

無人機事故調查作業與載人航空器事故調查類似，通常皆包括飛機系統、飛航操作、天氣、人為因素、飛航紀錄器、現場測量等調查專業分組，而對於無人機系統特有且常見的事故種類，如無線數據傳輸中斷事故，調查人員則需了解無人機特有的機載紀錄器及地面站無線數據傳輸紀錄。若發生無線數據傳輸中斷之

事故，則需要透過無線頻譜分析儀研究環境中之無線電波干擾情形。

美國 FAA 預測到 2019 年底，將會有高達 7,500 架無人機在美國國家空域系統內飛行。這一種無人機高速成長的趨勢，相信在全世界各地皆相同。故本會亦已著手研習無人機事故調查技術、蒐集國外無人機調查相關法規、並派員接受無人駕駛航空系統之調查訓練，預計於我國無人機管理相關法規立法完成後，盡速修訂飛航事故調查法關於無人機事故調查內容，並編寫相關調查程序指引手冊。

使用網路公開資訊協助飛航事故調查

本次會議中法國航空失事調查局（BEA）提報了使用網路公開資訊協助飛航事故調查之經驗。BEA 是使用在網路上廣泛被一般大眾使用的 Flightradar24 作為例子。Flightradar24 是一個即時追蹤全球飛航狀況的線上服務系統，該系統結合了 Google Maps 與 Google Earth，在地圖上顯示世界各地的空中交通狀態及流量。Flightradar24 是使用 ADS-B 技術接收飛機航班的相關資訊，故該網站只能顯示有配備 ADS-B 發射器的飛機資訊，目前包含全球約有 60% 的客機數。全球目前大約有 500 個 ADS-B 的接收站會將飛機和航班資訊發送到 Flightradar24 後，在網站地圖上顯示各地上空的飛航情形。如圖 4 所示。



圖 4. Flightrader24 網頁顯示航機動態

BEA 使用 Flightrader24 協助飛航事故調查，主要是用於當事故調查機關無法迅速取得事故航機之相關飛航資訊及位置時，事故調查機關可由 Flightrader24 取得事故航機之位置、高度、航向等相關資料，以盡速重建飛行軌跡。BEA 近期已經在 5 個不同的事故調查中，使用 Flightrader24 的資料協助飛航事故調查。如圖 5 所示。

- ➔ A320 – Air Asia accident in Indonesia that crashed into the sea. Data helped investigators determine the last known position.
- ➔ A321 – Metrojet accident in Egypt. The FR24 data stream was longer than that from the FDR (during descent).
- ➔ A320 – GermanWings accident in France but not used (mode S data was recorded by the Air Navigation Service Provider).
- ➔ CRJ200 accident in Sweden. Data was of limited use
- ➔ A320 – Egyptair accident in Egypt that crashed into the sea. Data helped investigators determine the last known position.

Data are asked in major cases only

- ➔ BEA obtained server and receiver data for these cases (special procedure) – More than what's available on the internet

The limits of analysing Internet data from home – ESASI 2017 – April 2017

11

圖 5. BEA 近期使用 Flightrader24 的資料協助飛航事故調查

由於 Flightrader24 僅會將部分的飛航資料公布在網站上，故在執行飛航事故調查時，若屬於重大飛航事故，BEA 會經由特別的申請管道聯繫 Flightrader24，請其協助提供完整之事故航班飛航資料以利事故調查之進行。

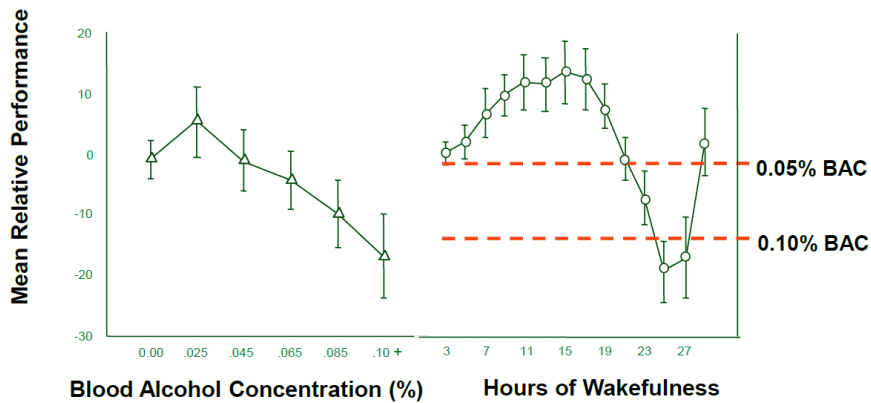
疲勞風險評估

Clockwork Research 在此次會議中提報了該公司在疲勞管理及調查方面的研究成果。

國內外許多調查報告都曾指出，疲勞（fatigue）是事故發生的重要影響因素。近年來，我國多件飛航事故與飛航組員疲勞有關，例如：民國 98 年中興航空 B-77088 直昇機距金門尚義機場 1 哩處墜海事故，99 年中華航空 CI5233 班機於美國安克拉治國際機場跑道起飛階段機腹觸地事故，103 年飛特立航空 B-95995 商務專機誤降於未經授權之馬祖北竿機場事故，以及 103 年復興航空 GE222 班機於馬公機場 20 跑道進場時撞擊地障墜毀於住宅區等。此外，民國 99 至 103 年間，飛安會 24.3%的飛安自願報告與飛航組員、客艙組員或維修人員疲勞有關，顯示除了飛航組員外，客艙組員與維修人員疲勞亦是值得關注的議題。

疲勞係人類處於一種疲累（tiredness）或想睡（sleepiness）的狀態。依據加拿大運輸部之技術文件，疲勞形成的主要原因包括：睡眠/清醒相關因素，包括短期或長期睡眠不足、睡眠品質不佳、清醒時間過長；生理時鐘相關因素，包括工作或睡眠時間與生理時鐘不協調、時差；藥物影響，包括服用影響睡眠或工作時精神狀況之藥物；工作環境，包括偏冷、偏熱、吵雜、昏暗之工作環境；工作負荷，包括過高或過低之工作負荷；心理壓力，包括班機延誤、準點要求、遭遇惡劣天氣等；飲食因素，包括長時間未用餐，血糖濃度不足等。疲勞的影響則包括：生理性、心智性、及情緒性三大類。睡眠疲勞對人類的影響，亦可和酒精對人類的影響作相關的比較，如圖 6。

Sleep deprivation vs alcohol



Dawson and Reid, Nature (1997)



圖 6. 睡眠疲勞 vs 酒精對人類的影響比較

面對全球航空運量持續增加，民航人員需求有增無減，衍生的人員疲勞問題除了需要相關單位的重視外，亦需要應用更系統化、科學化與高效率的疲勞調查與風險評估方法。國際民航組織（ICAO）於 2011 年 7 月發表疲勞風險管理系統（FRMS）建置指引。在 FRMS 的架構下，核心要素之一即為如何有效的識別民航人員的高疲勞風險工作時段。另外，疲勞評估模式的日漸成熟與普及，亦提供一個疲勞風險評估與調查更科學化的方法。

過去本會在執行飛航事故調查時，曾針對飛航組員的疲勞現象進行探討。本會亦依據美國 NTSB、澳洲 ATSB 以及加拿大 TSB 等事故調查機關之調查指引，建置本會調查人員疲勞風險調查之相關指引。原則上，調查員要歸納疲勞可能為事故發生之可能因素，必須證明以下兩點：依據睡眠量、睡眠品質、生理時鐘、持續清醒時間、健康狀況、或藥物使用等事實資料，判定調查對象於事故時符合疲勞形成條件，是否處於疲勞狀態；依據調查對象之績效表現、行為舉止、或外觀跡象等相關資訊，判定調查對象於事故時之行為表現，與人在疲勞狀況下可能之

行為表現一致，即存在疲勞徵狀。如圖 7。

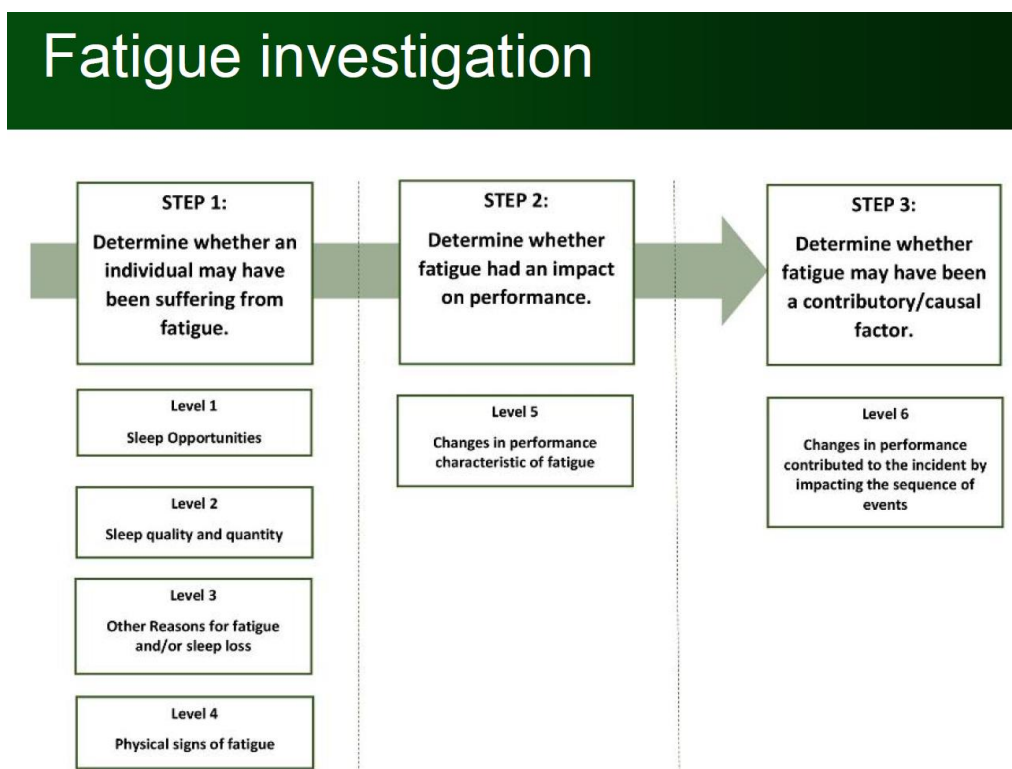


圖 7. 疲勞風險調查步驟

本會在過去執行飛航事故調查時，亦以開始使用疲勞調查相關輔助工具，如「System for Aircrew Fatigue Evaluation (簡稱 SAFE) model」。Clockwork Research 在簡報中亦使用 SAFE 分析工具協助進行疲勞風險評估。SAFE 係由英商 Fatigue Risk Management Science Limited (FRMSc) 使用微軟 Azure Cloud 平台所開發之商用雲端軟體，專為評估飛航駕駛員班表疲勞風險，並在某種程度上被用以評估飛航組員之警覺度與任務表現，其成效已廣受驗證。如圖 8。

SAFTE-FAST output

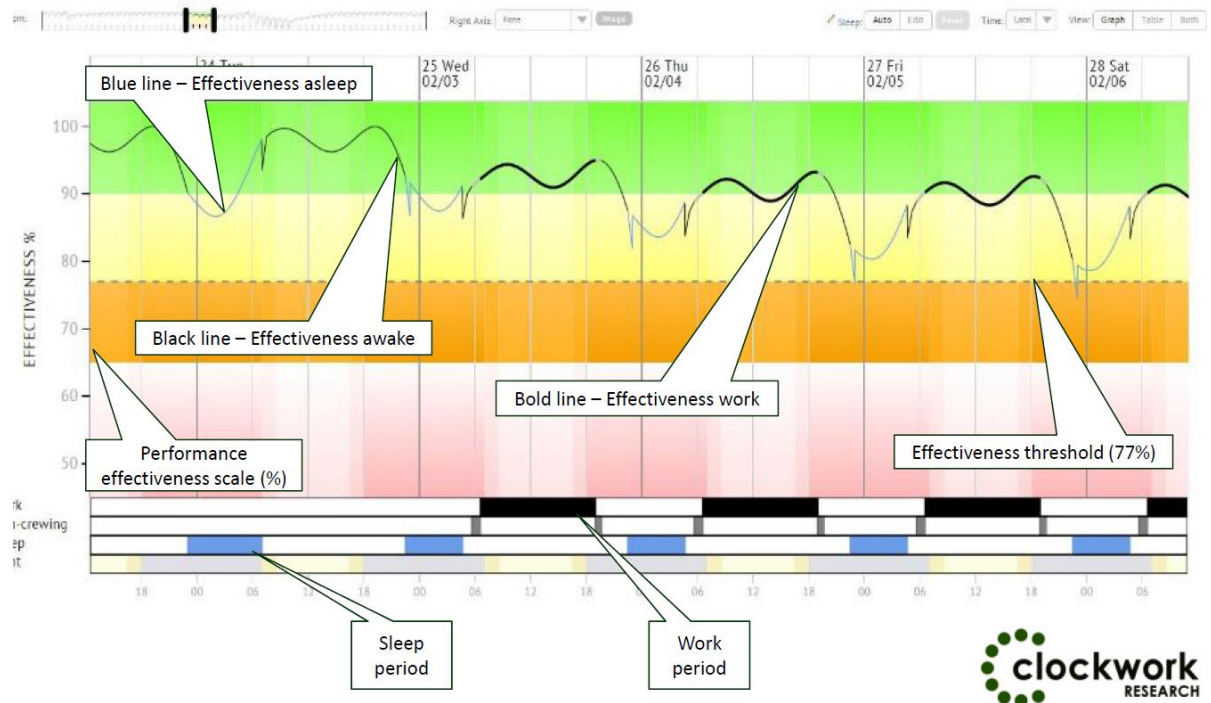


圖 8 . SAFE 分疲勞風險析工具

本會已於民國 106 年開始展開我國民航人員疲勞風險評估之研究計畫。目前已完成疲勞評估軟體之採購與相關訓練，以及建立疲勞調查與風險評估指引。本會研究採用之疲勞分析軟體 SAFE，當輸入飛航組員任一段時間之班表資料後，SAFE 會預測出飛航組員可能之睡眠時間以及疲勞風險預測值，包括警覺度指數；Samn-Perelli 疲勞指數；Karolinska 疲勞指數；視覺警示項目之反應時間；複雜任務警示燈號；持續注意力的預測項目；及血液酒精濃度百分比等。未來本會將針對我國籍航空公司，應用 SAFE 對不同航線特性或營運類型之飛航駕駛員進行疲勞風險識別，例如：國內短程航線、亞洲區域航線、越洋歐美航線等，再藉由專家訪問、資料蒐集、參加國際疲勞風險管理論壇等方法，針對國籍航空公司不同航線特性或營運類型之作業特性與疲勞管理策略進行蒐集與分析，進而對航空公司提出建議，降低飛航組員疲勞風險。

眼動儀於飛航事故調查之應用研究

此次年會中，本會與英國 Cranfield 大學 Dr. Wen-Chin Li 共同發表專題報告，題目為「Beyond ATR-72 Accident Investigation: The Applications of Eye Tracking Device in the Cockpit to Facilitate Training and Accident Investigation」，專題報告是以復興航空 GE222 事故調查為例，探討飛航事故調查時所遇到證據及技術之限制及如何運用新科技之發展以協助事故調查及飛航組員之訓練。

民國 103 年 7 月 23 日，復興航空公司定期載客班機 GE222，機型 ATR72-212A，自高雄國際機場出發，目的地為澎湖馬公機場。機上載有正、副駕駛員各 1 人、客艙組員 2 人、乘客 54 人。1906 時，該機撞擊馬公機場 20 跑道頭東北方約 850 公尺處之地障，隨後墜毀於最初撞擊區東南方約 200 公尺處之西溪村外圍住宅區。強烈撞擊與隨後引發之火勢導致航空器全毀，10 名生還乘客中，9 人重傷及 1 人輕傷，地面居民有 5 人輕傷。

該機於 1745:02 時自高雄國際機場起飛。正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員 (pilot flying, PF)，副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員 (pilot monitoring, PM)。

事故當時，麥德姆 (Matmo) 颱風約位於馬公機場北北西方 142 哩處朝西北方向離開馬公，馬公機場颱風警報於 1740 時解除。1800 時馬公機場之天氣狀況為風向 220 度、風速 17 哩/時、陣風 27 哩/時，能見度 800 公尺，伴隨大雷雨。由於馬公機場天氣狀況低於落地最低限制，飛航組員決定繼續飛往目的地上空盤旋等待天氣狀況改善。接近澎湖時，該機由航管以雷達引導並於 1811:17 時加入等待航線。

1842:28 時，馬公 20 跑道之能見度提升至 1,600 公尺，GE222 飛航組員遂於 1845 時，請求 20 跑道 VOR 進場。1855:10 時，該機約位於馬公機場東北方 25 哩、高度 3,000 呎處，飛航組員獲得 20 跑道 VOR 進場許可，開始下降並保持 2,000 呎高度。1902:50 時，該機約於通過最後進場定位點 (FAF)，開始下降至飛航組

員設定之 400 呎高度。

1905:12.4 時，駕駛艙「500 呎高度自動播報」，3 秒後，該機正通過 450 呎，該機高度設定被重設至 300 呎。1905:25.7 時，該機通過 344 呎，該機高度設定被重設至 200 呎並繼續下降。

馬公機場 20 跑道 VOR 進場之最低下降高度 (MDA) 為 330 呎；於該機下降低於 MDA 前，CVR 未有飛航組員提及已獲得必要目視參考之對話內容。

該機下降通過 249 呎時，副駕駛員道「我們要到零點二哩」。1905:44 時，該機下降通過 219 呎，正駕駛員解除自動駕駛，並於 4 秒後呼叫「保持兩百」。隨後 10 秒期間，該機高度約保持於 168 呎至 192 呎間。

1905:57.8 時，正駕駛員詢問副駕駛員「看到跑道了嗎」，幾乎於同時間，在無任何組員依規定呼叫或相互告知情況下，偏航穩定器 (yaw damper) 被解除。飛航組員於接續之 13 秒期間，有一段試圖尋找跑道環境之對話。同一期間內，該機之高度、航向與姿態皆開始明顯偏離原有之設定 (圖 9)，但飛航組員並未針對此一非預期狀況進行對話。

1906:11 時，該機高度 72 呎，正、副駕駛員同時呼叫「go around」，兩具發動機之油門桿被推向前。兩秒後，該機碰擊 20 跑道頭東北方約 850 公尺處之樹叢並肇致嚴重損害，隨後撞擊附近住宅區。強烈衝撞與隨後引發之火勢導致航空器全毀。



圖 9. 事故機最後進場軌跡

本次事故係歸因於可控飛行撞地（CFIT），亦即航空器於適航情況下，因飛航組員缺乏近地警覺之操控，非蓄意撞擊地障。飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs），於未獲得所需目視參考下，持續進場並操控該機下降低於最低下降高度（MDA）。

經過 17 個月的調查後，本會於民國 105 年 1 月發布事故最終調查報告。調查報告指出與事故飛航組員、復興航務作業與安全管理、天氣資訊之提供、軍民合用機場之協調、民航局監理業務等相關議題。獲得之調查發現共計 46 項，提出改善建議共計 29 項。

雖然調查報告已經發布，調查作業也已經結束。但是在調查過程中有些疑問依然尚未獲得解答。本次事故是飛航組員持續下降航機高度至低於最低下降高度（MDA，330 呎）後，保持 200 呎高度平飛。此舉違反了標準作業程序並增加飛行操作的風險，最終因高度過低撞擊障礙物而墜毀。但在最後進場階段，當飛航組員解除自動駕駛，飛機開始向左偏離航道，並持續下降高度到 72 呎才決定要重飛。調查團隊所無法解釋的是，一位具有 20,000 多小時，非常有經驗的駕駛員，為何要將飛機操作至低於安全的高度並且偏離航向，增加自己的操作風險。當時駕駛員看到了什麼？駕駛艙儀表顯示的資訊提供給駕駛員哪些參考資料？

駕駛員是否看到並了解所獲得之資訊？由於 CVR 及 FDR 所提供之資訊有限，雖然調查團隊在調查過程中針對不同的情境有過不同的假設，並設法以蒐集到之證據加以驗證，但都因為沒有直接支持的證據而無法作出具體結論。

飛航事故調查必須根據所收集到之證據加以分析，才能做出結論。不可僅依調查員之經驗、個人判斷、或是臆測而作出結論。故在執行 GE222 事故調查時，由於無法取得事故航班最後飛行階段，駕駛員注意力、工作負荷等相關人為因素資訊，故無法證明為何駕駛員在事故當下做出持續下降且左偏之決定。

眼動儀（Eye Tracking Device）是一種能夠經由測量眼睛注視點的位置或眼球相對頭部的運動，以量測眼球位置及眼球運動等資訊的一種設備。目前眼動儀已被廣泛使用在神經科學、心理學、工業工程、人因工程等領域。眼動儀強調被量測者在不知量測目的的情況下對眼動儀所呈現的刺激進行掃視，故被量測者較難偽裝，也較能真實獲取被量測者的各種反應。且採用眼動儀進行測量，可依據蒐集的各種眼動指標數據進行結果解釋，較屬於科學研究所強調的客觀、精確原則。如圖 10。

How to Assess Pilot's Cognitive Processes? Investigation, Training, HCI Design, Certification

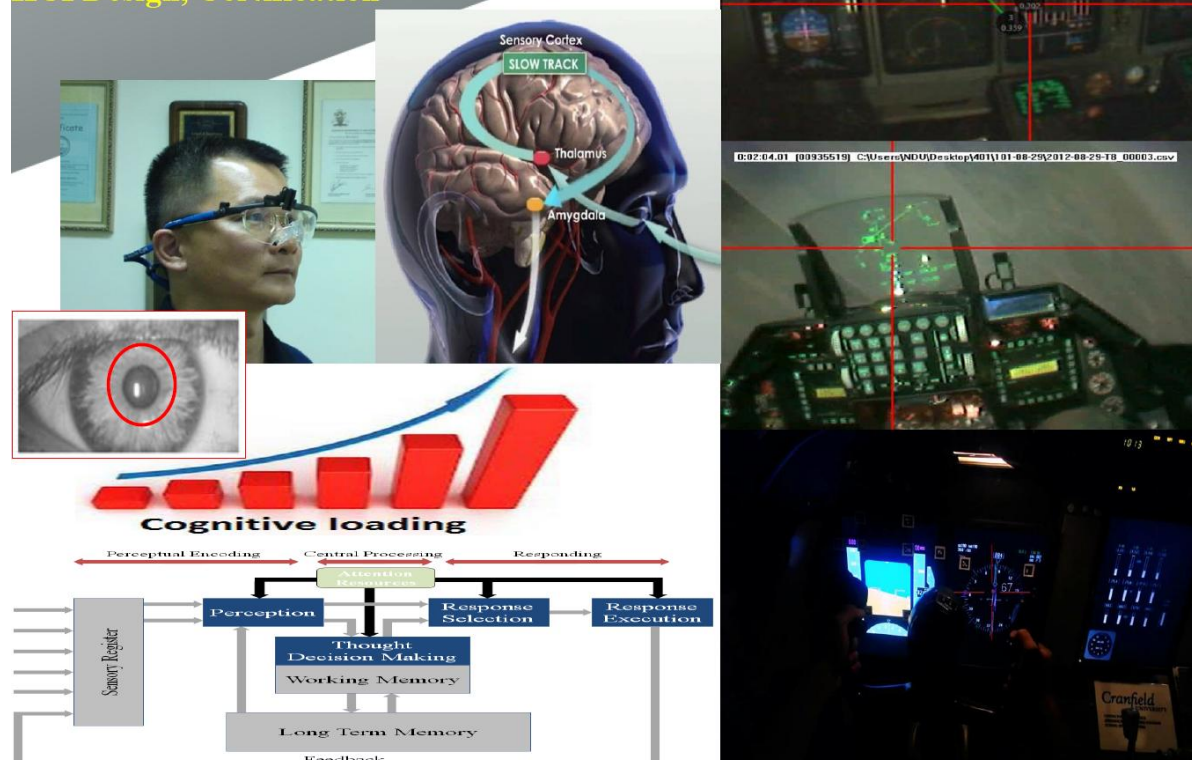


圖 10. 眼動儀之量測

眼動儀在航空界的應用研究則是在近幾年才開始發展，主要是用於量測飛行員在飛行之中所能看到的資訊、飛行員注意力的分配、駕駛艙儀表掃描之方式、飛行相關資訊的取得、以及飛行員對於資訊取得及決策下達之間的關聯性。這些資料不論是對飛航事故調查或是對飛行員的飛行操作相關訓練，都是非常重要的參考資料。

要在駕駛艙中增加眼動儀偵測的儀器並不是一件容易的事，但相關研究已經證明，眼動儀所能收集到的資訊對飛航事故調查或飛行訓練方面有極大的幫助。或許在未來時機成熟，國際飛行員協會、飛行員工會、國際民航組織及飛安相關組織能達成共識，屆時航空器製造商和模擬機製造商將眼動儀裝置於駕駛艙中，如同 FDR 及 CVR 的功用，量測駕駛員眼睛移動及注意力分配等相關的資訊，將會對未來飛航訓練及事故調查有極大的幫助。

肆、建議事項

1. 飛安會應持續執行各項和提升事故調查能量相關之研究，以精進本身之調查技術。
2. 飛安會應持續派員參加各項飛航事故調查相關之國際會議，以保持和各國事故調查機關直接溝通的管道，並持續吸取國際上事故調查之技術及經驗。