

出國報告（出國類別：研究）

# 赴荷蘭阿姆斯特丹市參加飛航事故 調查員紀錄器會議出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：調查實驗室主任／官文霖

派赴國家：荷蘭阿姆斯特丹市

出國期間：民國 101 年 6 月 24 日至 6 月 30 日

報告日期：民國 101 年 7 月 11 日

# 目次

一、目的.....	2
二、過程.....	3
三、心得.....	6
3.1 各調查機構之工程技術發展.....	6
3.2 破損飛航紀錄器及機載晶片解讀 .....	9
3.3 飛航紀錄器水下偵查技術.....	18
3.4 雷達資料及錄像分析技術.....	20
3.5 濕滑跑道相關調查技術.....	23
3.6 飛航紀錄器相關缺失及建議.....	25
3.7 飛航紀錄器資料保全及交換議題.....	27
四、建議.....	31

## 一、目的

本次 AIR 會議由荷蘭安全委員會(Dutch Safety Board, DSB)主辦，會議行程圓滿且收獲豐富，35 位各國的飛航紀錄器調查員代表出席，相關議題之討論及交流熱絡，主要重點包括：各調查機構之工程技術發展、破損飛航紀錄器及機載晶片解讀、飛航紀錄器水下偵查、雷達資料及錄像分析技術、濕滑跑道相關調查、相關缺失及建議，以及飛航紀錄器資料保全及交換議題等。此外，本次會議最大的研討重點包括：我國提報的溼滑跑道工作小組、加拿大提報的航空器減速率及煞車係數分析、荷蘭 DSB 與愛爾蘭 AAIU 共同提報的 ASTERIX 航管資料之分析及應用等。

職於本次會議中提報兩篇論文，其一為「飛安會籌組衝出跑道工作小組之規畫及初步成果」，以及「飛航紀錄器資料保全及交換議題」等。另外，IRIG 網站的互動功能及改版，及會員的管控均有所討論。我國發展飛航事故調查技術起步較晚，歷經 14 年努力並藉由參與國際相關會議（ISASI、AIR、RAPS 等），本會實驗室工程能量已引起歐美先進國家的重視，會議中與臨近亞太國家代表對未來合作發展亦有相關討論及建議。

## 二、過程

日期	起迄地點	詳細任務
06/24	台北 - 阿姆斯特丹	起程
06/25	上午 休息 下午 報到	
06/26	上午 08:30 ~ 12:00 ■ 荷蘭安全委員會秘書長伊薇索女士(Iep Visser)致詞 ■ 各會員國提報實驗室發展現況及人員編制(AAIB、AAIB、AAIIC、AAIU、AASPO、ANSV、ASC、ATSB、BEA、BFU、HK CAD、EASA、FAA、JTSB、MAK) 下午 13:00 ~ 16:00 ■ 各會員國提報實驗室發展現況及人員編制(NTSB、SCAAI、TSB、NTSC、MAIB)  ■ ULB search and associated software development - Florent Duru (BEA) 法國 BEA 對 ULB 水下偵查技術之研發及工作經驗  ■ ANSV Data Recovery Operation - Alessandro Cometa (ANSV) 義大利 ANSV 對某 ATR-72 之 CVR 損壞磁帶及 FDR 損壞晶片解讀經驗  ■ FDR/CVR Data Recovery - ATSB Experience - Neil Campbell (ATSB) 澳洲 ATSB 對損壞 CVR/FDR 之解讀經驗與飛安建議  ■ Honeywell SSCVR recording defect - Mark Ford (AAIB) 英國 AAIB 對 Honeywell 某型 SSCVR 的錄音品質調查  ■ Introduction the Netherlands - Wim Furster (DSB)	會議

<p>06/27</p>	<p>上午 08:45 ~ 12:00</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Excursion Occurrence Investigation Working Group at ASC - Michael Guan (ASC) 台灣飛安會籌組衝出跑道工作小組之規畫及初步成果</li> <li>■ Assessing a hard landing with flight parameters - Aigoin Guillaume (EASA) 歐盟對重落地的分析與研究成果</li> <li>■ Air accident reconstruction process with insufficient FDR data - Alexander Dyachenko (MAK) 俄國 MAK 對舊型紀錄器資料不足下發展軌跡重建分析程式</li> <li>■ Braking Performance/Runway Friction Calculations - Doug Baker (TSB Canada) 加國 TSB 航空器煞車係數計算及衝出跑道之分析</li> <li>■ A330 VH-QPA QF72 Investigation - Comparison of FDR &amp; DAR Data - Neil Campbell (ATSB) 澳洲 ATSB 對某 A330 事故之 FDR 及 DAR 的比較與調查發現</li> <li>■ LEA - BEA analyses tool - Stephane Pion (BEA) 法國 BEA 發展新式分析軟體之進展 iLEA</li> </ul> <p>下午 13:00 ~ 17:30</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Recorder Challenges with Newly Manufactured Aircraft - Cassy Johnson (NTSB) 美國 NTSB 針對新適航航空器之紀錄器調查發現</li> <li>■ AF447 computers examinations (FMGEC, ISIS, DAR Optical disk,...) - Florent Duru (BEA) 法航 447 航班之機載 NVM 晶片解讀</li> <li>■ GPS recording evaluation tests/findings conducted by UK AAIB - Pete Wivell (AAIB) 英國 AAIB 對 GPS 晶片解讀及精度測試</li> <li>■ EUROCAE Working Group 62 - Aigoin Guillaume (EASA) 歐盟 WG-62 工作小組</li> <li>■ GPS recovery - standardising the format of memory map - Pete Wivell (AAIB) 英國 AAIB 對 GPS 晶片解讀及資料庫需求</li> <li>■ The use of ASDE (Airport Surface Detection Equipment) radar - Doug Baker (TSB Canada)</li> <li>■ Using ASTERIX radar data DSB and AAIU - Michiel Schuurman (DSB)/ Paul Farrell (AAIU) ASTERIX 航管資料之分析及應用</li> </ul>	
--------------	--	--

06/28	<p>上午 08:45 ~ 12:00</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ FDR documentation and maintenance program issues - Greg Smith (NTSB) 飛航資料紀錄器維護計畫及文件管理</li> <li>■ Data Protection in the Air Accidents Investigation Process - Michael Guan (ASC) 飛航紀錄器資料保全及交換議題</li> <li>■ CVR acoustic information processing - Irena Krasotkina (MAK) 俄國 CVR 分析發展</li> <li>■ ATSB developments in data retrieval/analysis from apple devices - Aaron Holman (ATSB) 智能裝備之晶片解讀經驗</li> <li>■ IOS Data Recovery - Cassy Johnson (NTSB) 智能裝備之晶片解讀經驗</li> <li>■ EASA rulemaking activities in the field of flight recorders - Aigoin Guillaume (EASA) 歐盟對飛航紀錄器相關法規修訂進展</li> </ul> <p>下午 13:00 ~ 16:00</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ FAA rulemaking on helicopter medical operations - Anna Cushman (FAA) 美國 FAA 對醫療救護直升機之相關立法作為</li> <li>■ Recorders in small commercial aircraft - Ted Givins (TSB Canada) 加拿大對普通航空業建議安裝簡式飛航紀錄器</li> <li>■ ICAO flight recorder panel update ICAO 對飛航紀錄器相關法規修訂進展</li> <li>■ Free discussions</li> <li>■ Next AIR 2013 meeting actions</li> <li>■ AIR 2012 Closing remarks</li> </ul>	
06/29~06/30	阿姆斯特丹-台北	返國

### 三、心得

第一天會議聽完荷蘭安全委員會秘書長伊薇索女士(Iep Visser)致詞內容，職對於 DSB 的任務執掌及相關工作甚為佩服。DSB 委員會由五位常任委員組成，並由秘書長統領日常性事務及各種調查工作。任何涉及公眾安全的事務，DSB 均可以施展獨力調查作為。伊薇索強調 DSB 的工作為**防止事故或限制他們的後效應**(prevent incidents or to limit their after-effects)。

目前，DSB 每年預算約 110 萬歐元，合計 70 名員工，每年主要產出 10 件重大調查報告及 30 件小型調查報告。最後，她也提到 DSB 的發展方向，包括：  
1. 提升調查效率，因為 DSB 未建置 CVR/FDR 下載裝備，常委託其他國家下載，進而浪費許多往返時間；  
2. 研擬辦法評估已發布調查報告及安全建議的後續效應。

本心得分為六段探討本次行程之心得，包括：各調查機構之工程技術發展、破損飛航紀錄器及機載晶片解讀、飛航紀錄器水下偵查、雷達資料及錄像分析技術、濕滑跑道相關調查、相關缺失及建議，以及飛航紀錄器資料保全及交換議題。

#### 3.1 各調查機構之工程技術發展

首先，有關 AIR 會員國使用之資訊網站(IRIG)的改版建議有三：1. 嚴格管控會員資格，如學界及民航界可能有利益衝突者均不能申請；2. 強化網站內容，如增加頁面說明 AIR GROUP 的主要工作及目的；3. 建立航太產業相關 HYPERLINK(如航空器製造商、航電製造商、紀錄器製造商、直升機相關廠商等)；4. 改善資料下載頁面功能，多選項功能。(按 day 1.zip, day1-1.zip, day 1-2.zip; day 2.zip, day 2-1.zip...加入 speaker & topics)

日本 JTSB 與法國 BEA 針對海上空難發生後，為有效提升 ULB 海上搜查效率

已持續進行相關研發；目前，日本 JTSB 合計有 22 名航空事故調查員，負責飛航紀錄器有 3 人；最近 3 年的事故調查件數已從 35 件減為 20 件，平均一年各下載解讀 10 具 CVR 及 10 具 FDR，各年統計資料詳圖 1。新加坡 AAIB 表示，他們對於 UAV 空拍、損壞紀錄器及晶片解讀十分興趣。



圖 1 JTSB 年度飛航紀錄器解讀統計圖 (2003~2011 年)

最近三年，印尼 NTSC 於 ATSB 及 Flightscape 公司協助下，已具備基本的解讀能量，平均一年約解讀 43 具 CVR 及 47 具 FDR；NTSB 實驗室配有 4 名調查員，CVR 工具 Adobe Audition v3，Avid Pro Tools v7；FDR 工具 Flightscape Insight v4、GRAF V8.4、Flight Data System STARs V1.5。根據事故統計，NTSB 致命事故前三名依序為衝出跑道、與起落架損壞有關或重落地、發動機空中失效等。

德國 BFU 表示，近期除有序整理各種 FDR 資料庫外，詳圖 2；也積極發展損壞紀錄器及 GPS 晶片解讀能量，詳圖 3。值得一提的地方，BFU 自行發展程式 LAVIEW PLATFORM，可直接下載各式 CVR/FDR/GPS CHIP/ENGINE CHIP，關鍵在於自行開發 FPGA 控制程序透過 LAVIEW 來直接驅動下載功能。



	A	B	C	D	E
32	B737-4	B737-300	Boeing	D6-5533IID226A101-1 Rev CIID226A101-1 Rev D	64
33	B737-QAR	B 737	Boeing		
34	B747-2MC	B 747	Boeing	FAA 121 344	
35	B747-2F	B747-200 B-HVY	Boeing	Cathay Pacific	64
36	B747-2FAA	B747-200	Boeing		64
37	B747-2XA	B 747	Boeing		
38	B747-2LH	B 747	Boeing		64
39	B747-3-Cfg1	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
40	B747-3-Cfg2	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
41	B747-3-Cfg3	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
42	B747-3-Cfg4	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
43	B747-3-Cfg5	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
44	B747-3-Cfg6	B 747	Boeing	D243U316 Rev FIID243U316 Rev N	64
45	B747-4	B 747-400	Boeing	D243U316 Rev H	128
46	B747-7	B 747	Boeing	D243 U 316 Rev N	256
47	B757-2	B 757-200	Boeing	D6-5533IID226A101-3 Rev F	64
48	B757-3	B 757-300	Boeing	D226A101-3	256
49	B757-3A	B 757-300	Boeing	D226A101-3	256
50	B757-4	B 757 retrofit	Boeing	D226A101-3 Rev F	64
51	B757-111	B 757-200	Boeing	S283T010-11HBA AIDS Data Manual B757-236 issue 11.03.1986	64
52	B757-117	B757-200	Boeing	S283T010-17	64
53	B757-EA	B 757-200	Boeing	D283N010-1	64
54	B757-N010-1	B 757	Boeing		64
55	B767-1	B 767-200	Boeing	D-6-5533IID226A101-4 Rev FIID226A101-4 Rev G	64
56	B767-3	B 767-300ER	Boeing	D226A101-4 Rev FIID226A101-4 Rev G	256
57	B767-3A	B 767-400	Boeing	D226A101 Rev F	256
58	B767-4	B 767 retrofit	Boeing	D226A101-4 Rev F	64
59	B767-458	B 767	Boeing		64
60	B767-62	B767-300	Boeing	Teledyne SCD22227000-58	64
61	B777-1	B 777	Boeing	D243U316 Rev H	64

圖 2 BFU 各種 FDR 資料庫管制圖

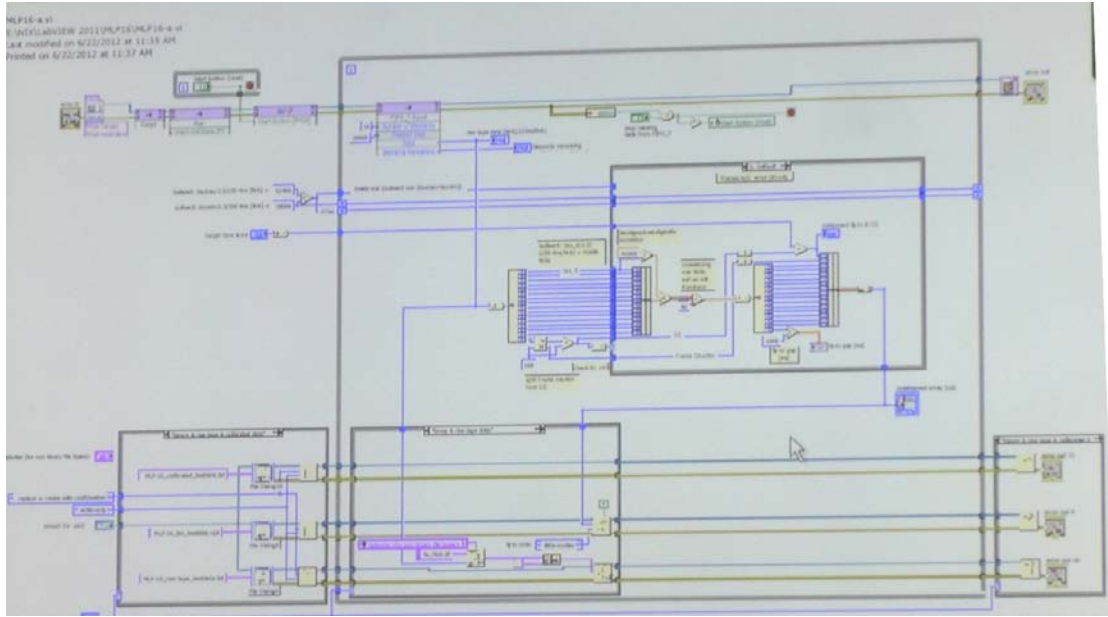


圖 3 BFU 之損壞紀錄器及 GPS 晶片解讀介面圖

NTSB 表示，工程部負責各種紀錄器解讀的人員合計 11 人。2011 年處理超過 500 件紀錄器(CVR/FDR/AIR/GPS/smart phone chip)，其中以非 ARINC 類紀錄器耗費 63%人力，詳圖 4。2012 年發展重點有四：提升微晶片解讀能量、開發 Smart Device 晶片解讀技術(Ipad/Cell Phone)、開發 NEXRAD 氣象雷達影像處理技術、3D Laser Scanner 於事故現場之應用等。

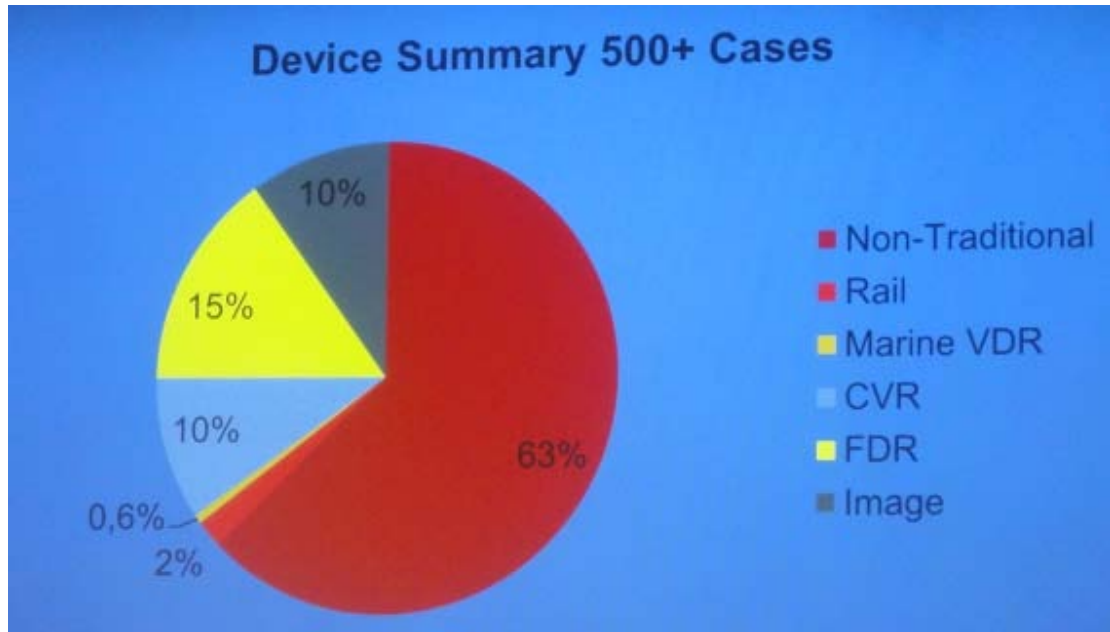


圖 4 2011 年 NTSB 各種機載紀錄器及晶片解讀統計圖

### 3.2 破損飛航紀錄器及機載晶片解讀

本節探討磁帶式及固態晶片式飛航紀錄器，以及各式機載晶片的下載與解讀三部份。關注的焦點：取得適航認證的飛航紀錄器(固態晶片)、未取得適航認證的航空導航裝置(如：可攜式GPS、IPAD、IPHONE等)、取得適航認證的航空導航裝置(如：Avidyne MFD, PFD)。

首先，義大利 ANSV 提報某一起直升機空難的損壞 CVR 及 FDR 的前置處理及克服困難的過程值得我會學習。該事故由西班牙 CIAIAC 負責，義大利 ANSV 為授權代表，然兩具紀錄器的損壞處理作業，均由 ANSV 全程代理執行。CVR 為 30 分鐘磁帶式紀錄器(A100-A)，FDR 為固態晶片式紀錄器(S800-2000-00)，兩具紀錄器因墜毀後火燒造成嚴重損壞，詳圖 5。

FDR 參照 L3-COM Accident Investigation Kit 及 Flightscape 使用手冊拆解後完整取出 CSMU 記憶體模組，然而看不到溫度指標(memory dot indicator)進而決定送交 L3-COM 處理。剪下 Flex cable 換成新的 cable 後，分別以 RSU II 及 ROSE 下載取得 3.07 Mb 資料!但是以 ROSE 及 Insight 均無法

解讀。因為 CSMU 部份腳位的錫熔化使得下載程序出現異常；經過多次檢測後 L3-COM 採用新生產的 Flex cable (P/N 063-98-00644)以解決排線訊號干擾問題，終於成功完成 9.8Mb 的原始資料下載。



圖 5 某 L3-COM F1000 型 FDR 之損壞 CSMU 外觀圖

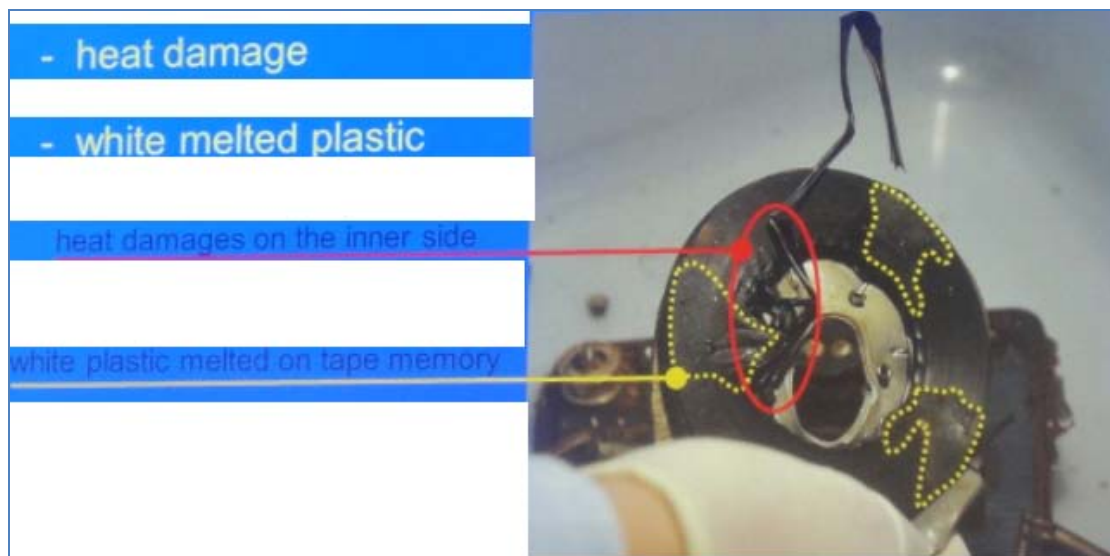


圖 6 某 L3-COM A100-A 型 CVR 損壞磁帶外觀圖

至於 A100-A CVR 因 CSMU 承受過高溫度，約 7.9 公分磁帶嚴重碳化致使約 2 秒聲音完全無法解讀；另固定磁帶的周邊導輪及背面滾輪亦有融化現象，這些膠質與鋁溶化後沾附在整個磁帶背面，詳圖 6。ANSV 克服種種困難後，分別

於磁帶最前端及最後端各接入 20 ~ 30 公分的空白導帶。磁帶經小心撥離後以不含酒精的 cotton wipe 來反覆清洗，詳圖 7。最後透過多軌磁帶機(Racal Store 4DS, 1.875 IPS)轉換四聲軌，而成功取得 24 分 38 秒資料，其中邊上的 CAM 音軌平均雜音均偏高，係因高溫損傷所造成。



圖 7 某 L3-COM A100-A 型 CVR 損壞磁帶之清洗處理圖

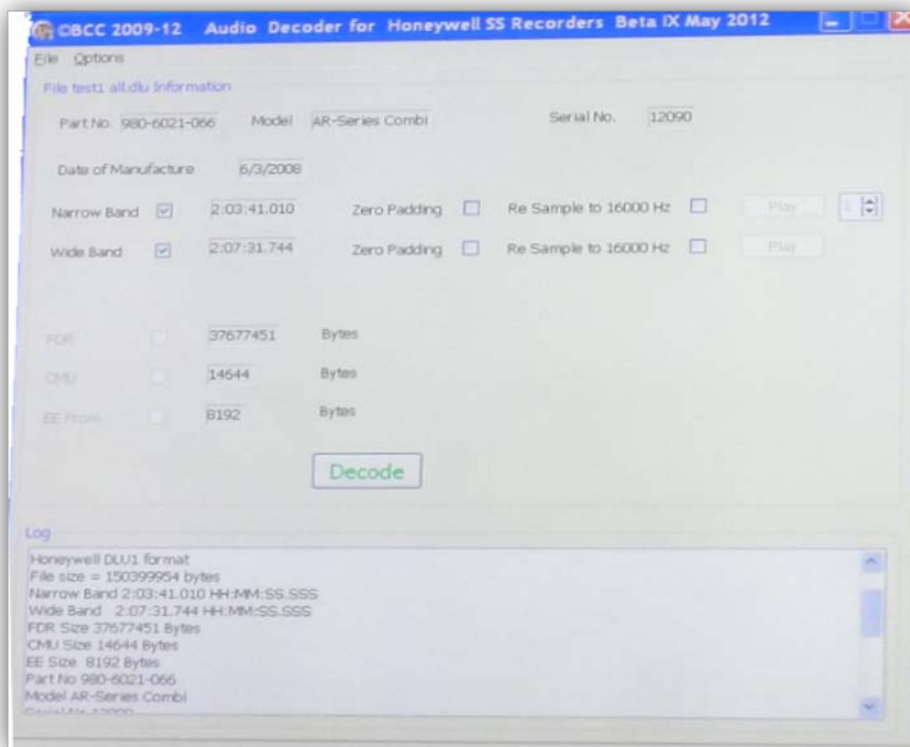


圖 8 英國 AAIB 自行發展的 SSFDR Decoder 介面程式圖

英國 AAIB 亦簡報一起 HONEYWELL 固態式座艙語音紀錄器(980-6022-001，4 軌 30 分鐘及混音 120 分鐘 )的缺失案例，某一件事務調查中發現該具 SSCVR 整個 CAM 聲軌只有紀錄 12 分鐘，另 3 軌只有紀錄 5 分鐘。經過完整的調查後發現，CSMU 電路板某一顆 DATA PACK IC 如受高溫度影響，就會產生雜訊干擾各個聲軌的 ADPCM 處理流程進而影響錄音品質。另外，AAIB 表示現行 PLAY Back 32 V5.09 軟體無法識別 DVDR 及 COMBI-AR 的原始資料格式，上述問題有待 HONEYWELL 改進。目前，此問題 BEA 與 AAIB 均已自行發展程式解決問題，詳圖 8。

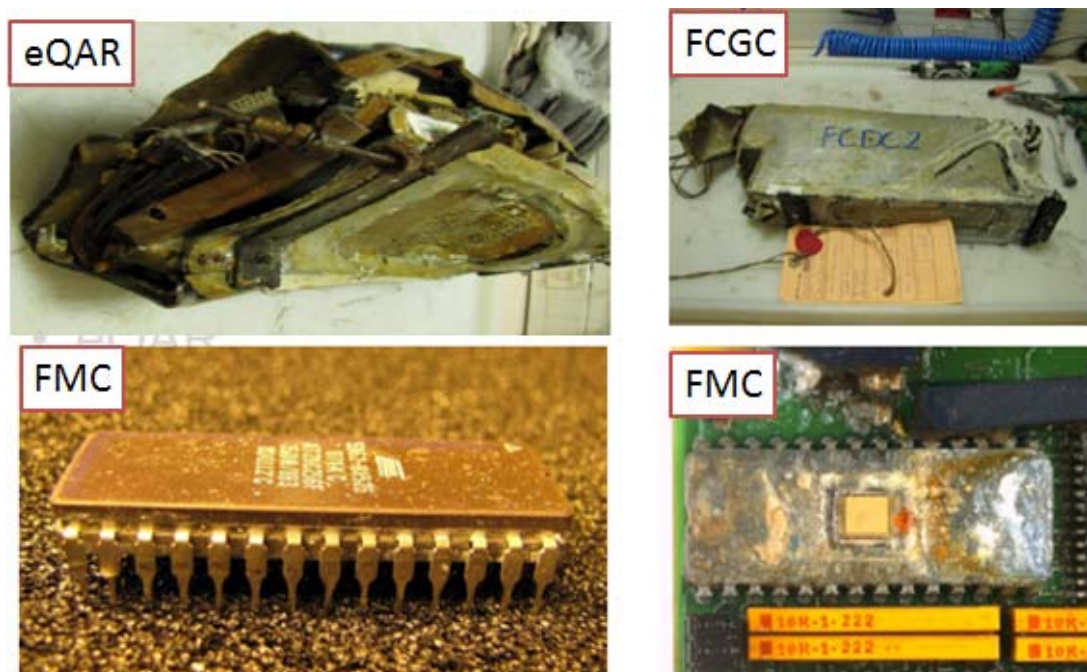


圖9 AF447之各式機載晶片(含有飛航資料部分)

法國BEA今年的簡報相對比較低調，可能是AF447調查團隊過於疲累(預計於7月5日發布調查報告)，造成部分資深人員離職，進而影響部分工程能量的銜接。目前，BEA逐步將AF447班機的機載晶片從殘骸中標示出來，並將晶片內的原始資料進行解讀，包括：FMC、eQAR、ISIS、FCGC等，詳圖9。晶片的解讀程序與損壞GPS晶片的解讀程序一致，BEA係用LOLA軟體系統進行原始資料下載及解讀，再以LEA軟體進行分析。

針對普通航空業及超輕型載具事故調查，損壞機載晶片及智能手機晶片之解讀越來越普及。歐美英澳加法等調查實驗室，均是透過自行發展的Golden Chess基座套裝TSOP及BGA等晶片的下載介面，至於下載及解讀軟體亦百花爭鳴且不一而足。

ATSB調查實驗室計有六名人員，其中新聘兩位調查人員負責各式機載晶片的下載與解讀工作，平均一年約有15~20件各式機載晶片需要進行解讀，詳圖10。ATSB自行發展的Golden Chess基座套裝TSOP及BGA等晶片的下載介面，與本會的發展極為類似。



圖 10 ATSB 已發展之各式機載晶片之解讀能量圖

至於智能手機晶片方面，目前最常見的裝備 Apple iPad 及 iPhone，因作業系統對於原始資料有加密處理，需要特殊軟體進行破解，此部分涉及專業及敏感的作為不宜公開說明。對於無損壞的智能手機的 Raw Image 下載是透過『XRY Forensic Software』；對於有所損壞的 iPad 及 iPhone，將損壞模組取出後，先透過 Apple iPhone Logic Board 作為 Golden Chess 將『Zdziarski Software』Raw Image 下載。圖 11 為某一起飛航事故之機載智能手機所紀錄之飛航軌跡圖。

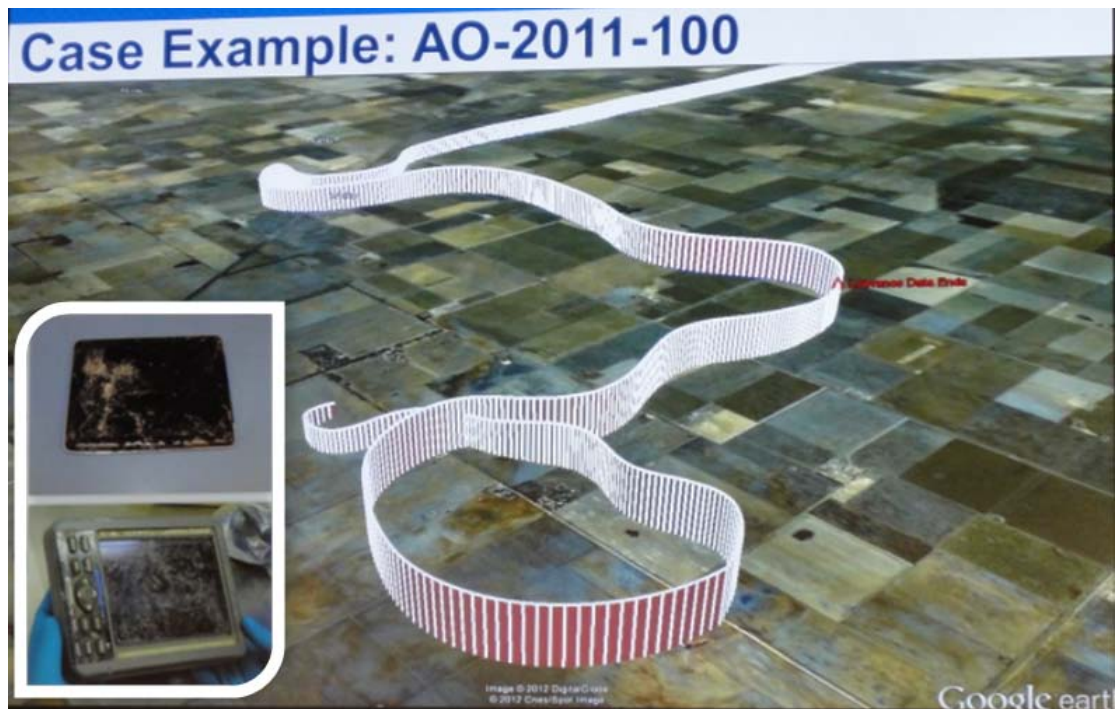


圖 11 某一飛航事故之機載智能手機機所紀錄之飛航軌跡圖

NTSB 與會人員表示，近期美國國會要求 NTSB 對全模載具可能找到的損壞晶片建立其完整能量，NTSB 正在研擬建議並回應國會，目的是透過立法要求任何在美上市販賣及生產導航裝置的製造商，要無條件提供這類導航裝置之晶片的解碼文件及規範，以俾利於事故調查工作及提升運輸安全。

至 2009 年以來，NTSB 已投入超過 5,000 萬預算以提升其實驗室有關損壞晶片的解讀能量，平均一年解讀約 500 餘件的飛航紀錄器及損壞晶片。其中，損壞晶片約 300 件，造成很大的工作負擔。NTSB 的發展中多功能解讀及分析軟體 CIDER 為核心，分別探討如何解讀 GPS 原始資料，並列舉許多小型航空器機載的資料紀錄設備及其解讀方法。Traditional Data Logger

- ✓ New style Data Logger
  - Coliri— USB 下載資料，資料儲存於 SRAM
  - VOLKS—RS-232 下載資料，資料儲存於 Flash memory。以 micro-switch 來保護資料。

- EW MicroReader－USB 或 SD 卡下載資料，資料儲存於 Flash memory。資料格式稱為 IGC，屬全球滑翔翼學會標準格式。

對於智能手機晶片的解讀裝備，NTSB 常用『Cellebrite Forensic Software』及『Lantern Forensic Software』，對於破解原始資料加密處理與 ATSB 手法類似。Cellebrite Forensic Software 費用約 3000~6000 美元，支援 Apple 智能手機、Android 智能手機、Blackberry 智能手機、一般型智能手機，屬 Windows XP/Vista；Lantern Forensic Software 費用約 700 美元，另年度保固費用為 200 美元，僅支援 Apple 智能手機，屬 Mac OS。圖 12 為 Lantern Forensic 的各式晶片解讀裝備外觀圖；圖 13 為 iPad Golden Chess 外觀圖。



圖 12 Lantern Forensic Toolkit 外觀圖



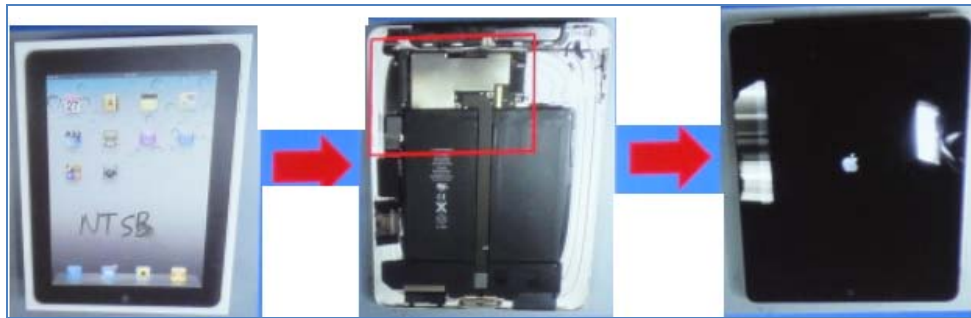


圖 13 iPad Golden Chess 外觀圖

目前，英國 AAIB 針對雷射蝕刻裝備於損壞飛航紀錄器之解讀提出一個案例解說，處理經過較為複雜本報告僅說明解讀流程，詳圖 14。調查人員取得蝕刻後的 CSMU 晶片，因其接腳已全數曝露出來，其接點極為脆弱要小心移動至萬用 PCB 電路板。AAIB 的作法係將事故的 CSMU 晶片經由萬用 PCB 電路板下載原始檔 (image files)，再寫入同型 CSMU 晶片內，最後以新的 CSMU 晶片裝上同型飛航紀錄器的模組執行正常下載。

此作法可徹底解決 CSMU PCB 電路板或及個別 CSMU 晶片的腐蝕問題，但蝕刻過程需要事先練習至熟練階段。此外，應該收集各國的經驗發展最佳的處理程序，以確保 CSMU 晶片的乾燥過程，晶片的前置檢查程序。為有效整合各式機載 GPS 晶片的解讀效能，他們建議各調查實驗室合作，將已建立的 DATA MAP 及解讀軟體設定收集並整合統模組便於後續發展。

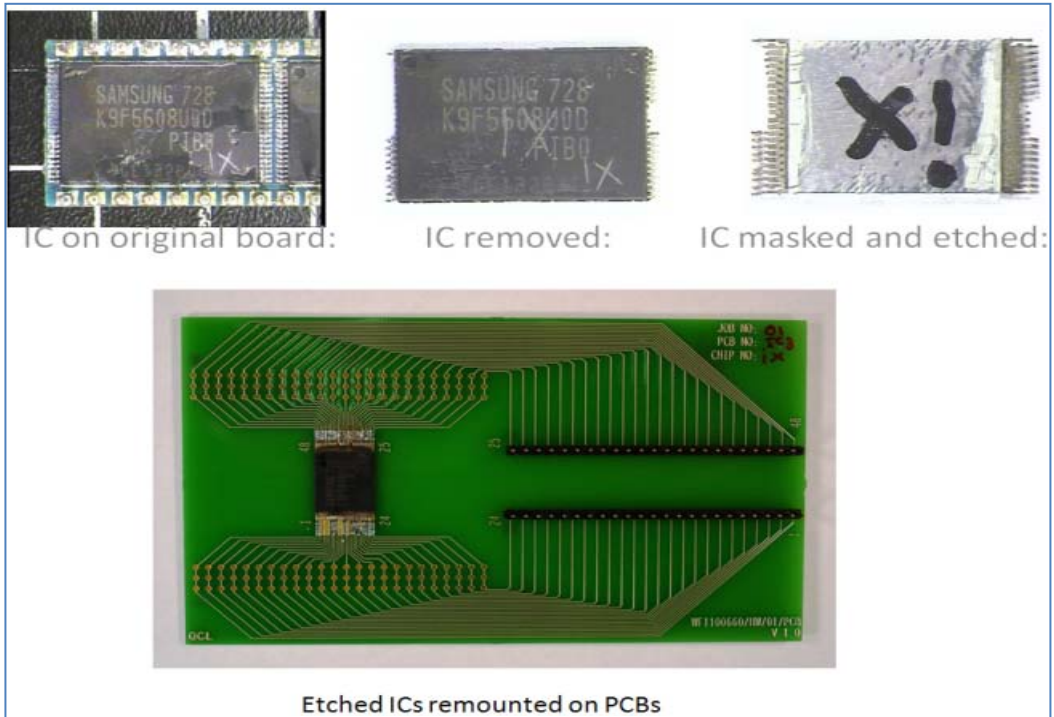


圖 14 ATSB 發展之某一 SSFDR CSMU 晶片之蝕刻、解讀及機載基座

### 3.3 飛航紀錄器水下偵查技術

最近 10 年，法國 BEA 平均一年要處理一起海上空難及 ULB 偵查及打撈工作；對於水深低於 1,500 公尺，多數案例均由實驗室人員負責 ULB 海上偵查；對於水深高於 1,500 公尺，則委託水下黑盒子專業公司 ACSA 協助。

自 2009 年起，EASA 透過歐盟民航研討會(European Civil Aviation Conference, ECAC)每年舉辦海上演練，藉以收集各國的經驗技術，並與打撈公司建立聯絡管道。2011 年 7 月，BEA 提出” Guidance on the Underwater Location and Recovery of Aircraft Wreckage and Flight Recorders。本文件涵蓋黑盒子偵查及定位、殘骸偵查及定位、遺體處置、海上空難計畫擬定與管理、經費評估與控管、人員訓練、發展標準作業程序及對 ICAO 標準及建議措施(SARPs)修訂建議等，該文件值得本會技術同仁深入研讀。

今年，BEA 主要強調自行開發及整合飛航紀錄器水下偵查系統 BALISA 的過程及實作經驗。整個系統有三部份硬體及軟體功能，三部份硬體包括：Omni-directional 及 Directional Pinger, Pinger Receiver, 詳圖 16；BALISA 軟體以 C 語言為核心獨立於任何 GIS 商業軟體之外，以 Getac 防水 NB 為平台，主要軟體功能模組：Data Layer Editor (含匯入或註冊圖檔)、New Bearing Measurement (抓取 GPS NMEA 183 位置輸入、手動輸入 ULB 的 Bearing angle)、Calculation Module (相關參數設定包括：lat., long, magnetic variation, pinger detection [i.e. 4,000 m], Bearing error [i.e. +/- 2 deg], water depth [i.e. 1,200 m], min. valid angle [i.e. 50 deg], no. of GPS measurement points [i.e.50], auto safe time [i.e. 5 min])，這部份功能對本會 FRULS 的未來發展參考極為重要，詳圖 17 及圖 18 所示。



圖 15 BEA 現有各式飛航紀錄器水下偵查系統之裝備圖



圖 16 BEA 發展之 BALISA 軟體介面圖(1)

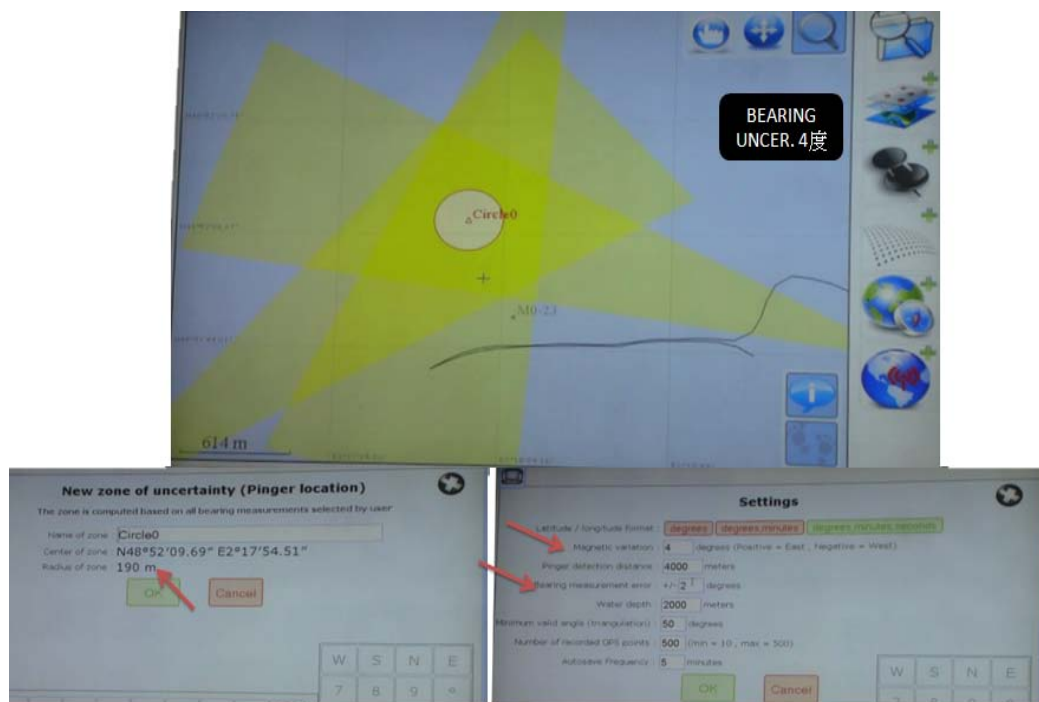


圖 17 BEA 發展之 BALISA 軟體介面圖(2)

### 3.4 各式雷達資料及錄像分析技術

本次會議TSB簡報一起放棄起飛的事故案例，因為飛航資料有限無法有效研判起飛距離及速度的變化關係。該案主任調查官要求TSB工程部進行相關性能分析，實際作法時取得事故期間同跑道五組航空器起飛的ASDE-3錄像資料，該資料僅有航空器相對機場場面位置及時間資訊。資料處理方法，逐秒截圖，手動量測航空器相對於跑道的影像距離，並逐一轉換為平面座標，最後再以迴歸曲線計算航空器的距離變化(地速)，詳圖18 及圖19。

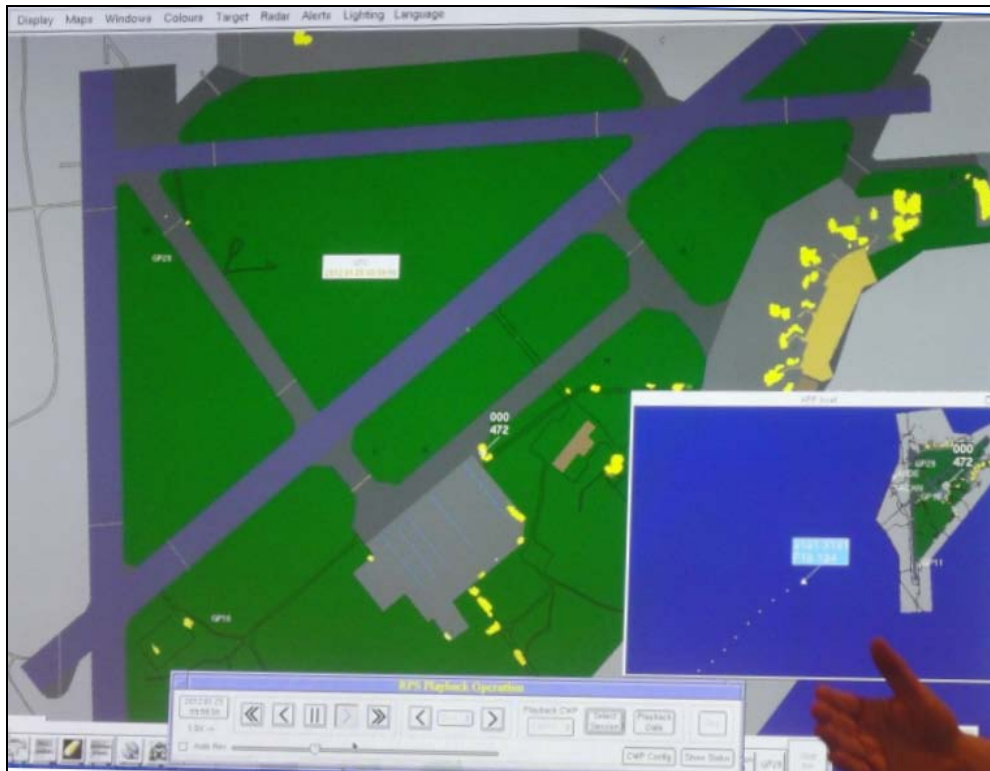


圖 18 NAVCANADA 提供之 ADSE-3 錄像

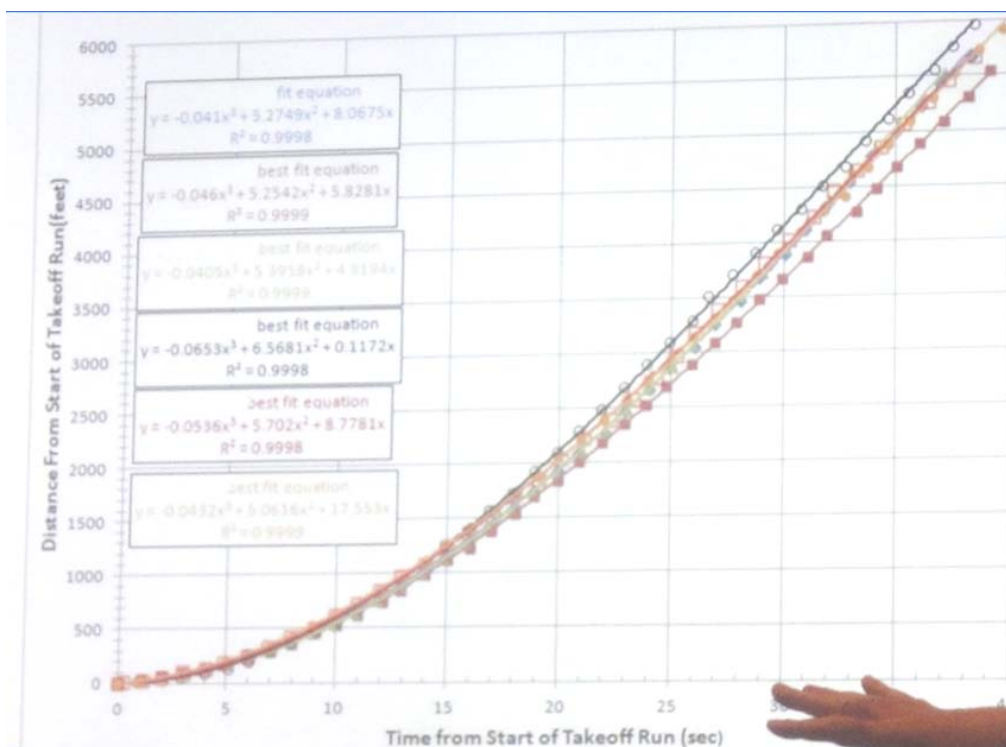


圖 19 事故航班與前後四架次航班之起飛距離變化圖

今年會議中最特別的一篇論文為荷蘭DSB與愛爾蘭AAIU共同提報歐盟最新ASTERIX雷達資料的特殊解讀過程及應用成果。應用案例涵蓋空中接近、可控飛行撞地、雷暴及風切、跑道入侵及衝出跑道等類別。自行發展的ASTERIX雷達資料解讀程式，涉及CAT 1；CAT 2；CAT 8；CAT 10（；CAT 11；CAT 21；CAT 30；CAT 48；CAT 62，這些屬性類別的欄位資料可萃取出飛航軌跡、事故發生經過、航機性能參數、TA/RA作動參數、航機結構損壞及雷暴及風切風度等。圖20 為兩架航空器發生TCAS RA警告期間的隔離變化；圖21為涉及雷暴及風切事故中，從CAT 62取得雷暴回波的強度圖。



圖 20 兩架航空器發生 TCAS RA 警告期間的隔離變化圖

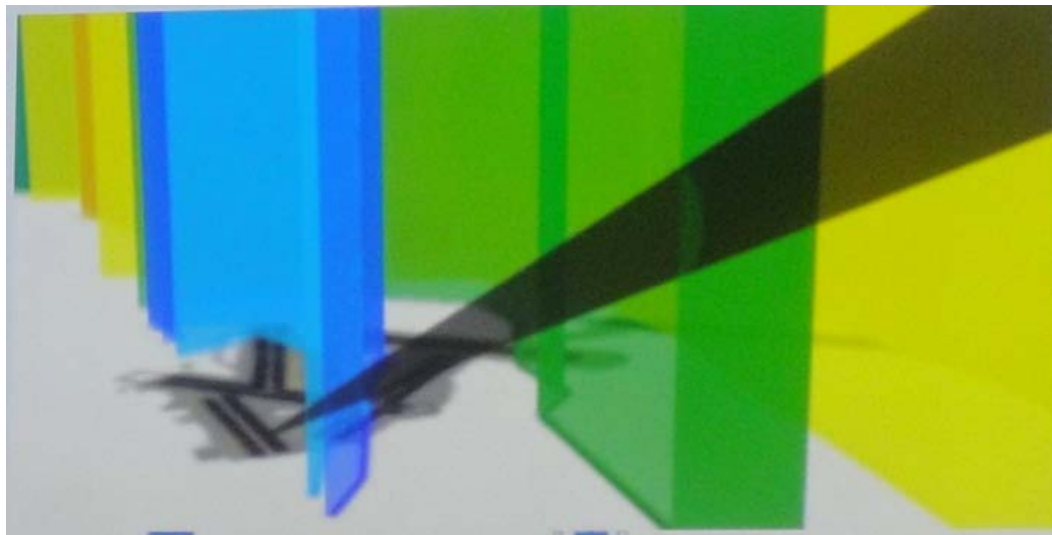


圖 21 ASTERIX 雷達 CAT 62 所紀錄之雷暴回波強度圖

### 3.5 濕滑跑道相關調查技術

針對濕滑跑道下涉及衝出/偏出跑道的事務調查，歐美澳法調查機構表示，他們的調查報告較常使用航空器減速效能降低係因『Lower Friction』，而不願去解釋或證明遭遇那一種水飄。因為發生水飄的物理現象極為複雜，調查報告通常很難證明事故發生時跑道道面摩擦係數與航空器真實的煞車係數間的關係。

至於『Lower Friction』較客觀的分析方式，是收集同機型航班於事故前



後期間使用相同跑道起降的飛航資料，以減速率(deceleration rate)或航空器摩擦係數(aircraft braking coeff. or  $\mu$ )比較之，詳圖22。另外，如跑道管理機構如能提供事故發生期間之特別跑道道面摩擦係數檢測報告，亦能與正常濕滑跑道之檢測報告比較，惟相較於正常檢測程序，此種特別檢測可能伴隨較高的風險；而於事故後數日甚至數周後的跑道道面摩擦係數檢測報告僅供參考。

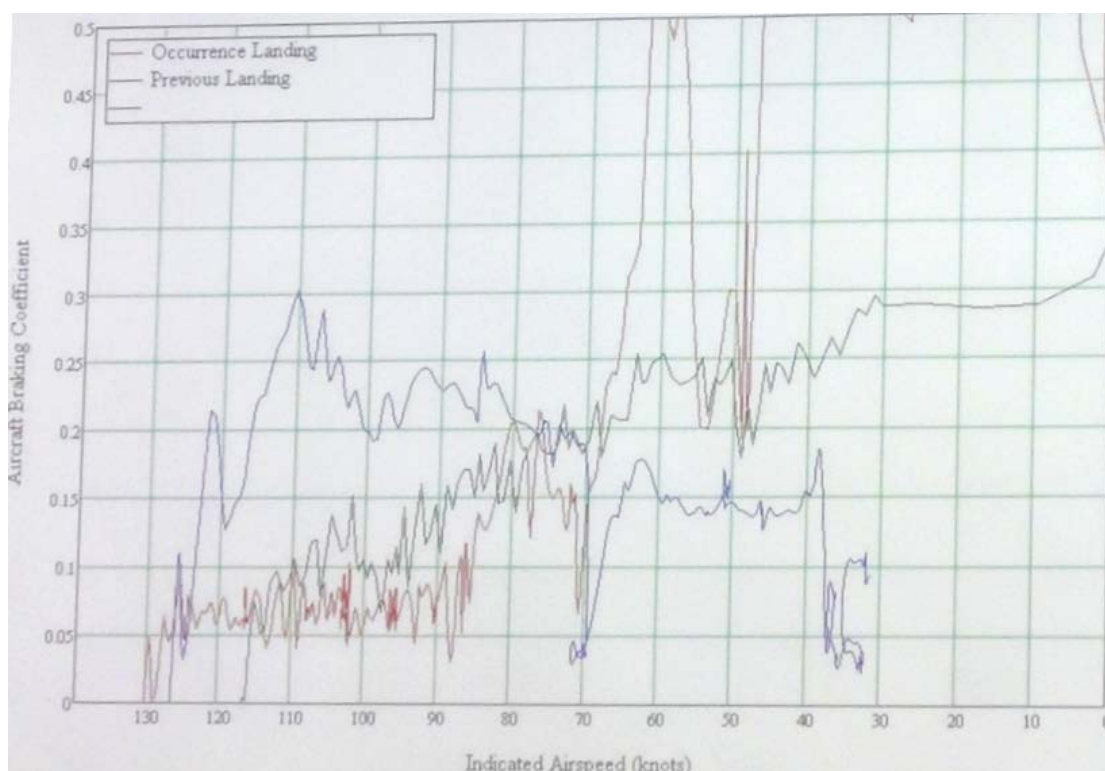


圖22 TSB調查之某起落地衝出跑道事故之航空器摩擦係數比較圖

TSB表示，要計算航空器實際的航空器摩擦係數 ( $\mu$ ) 極為辛苦，許多資料要仰賴航空器製造商提供。有兩份技術文件一定要先仔細研讀，分別是ESDU 7106 「Frictional and retarding forces on aircraft tyres. Part II: estimation of braking force.」，以及ESDU05011 「Comprehensive method for modeling performance of aircraft type tyres rolling or braking on runways contaminated with water, slush, snow, ice.」，圖23顯示某一起起飛期間衝出跑道事故之航空器摩擦係數與ESDU 71026所制定之 FAR 24.109(e)1

的適航煞車條件比較圖。

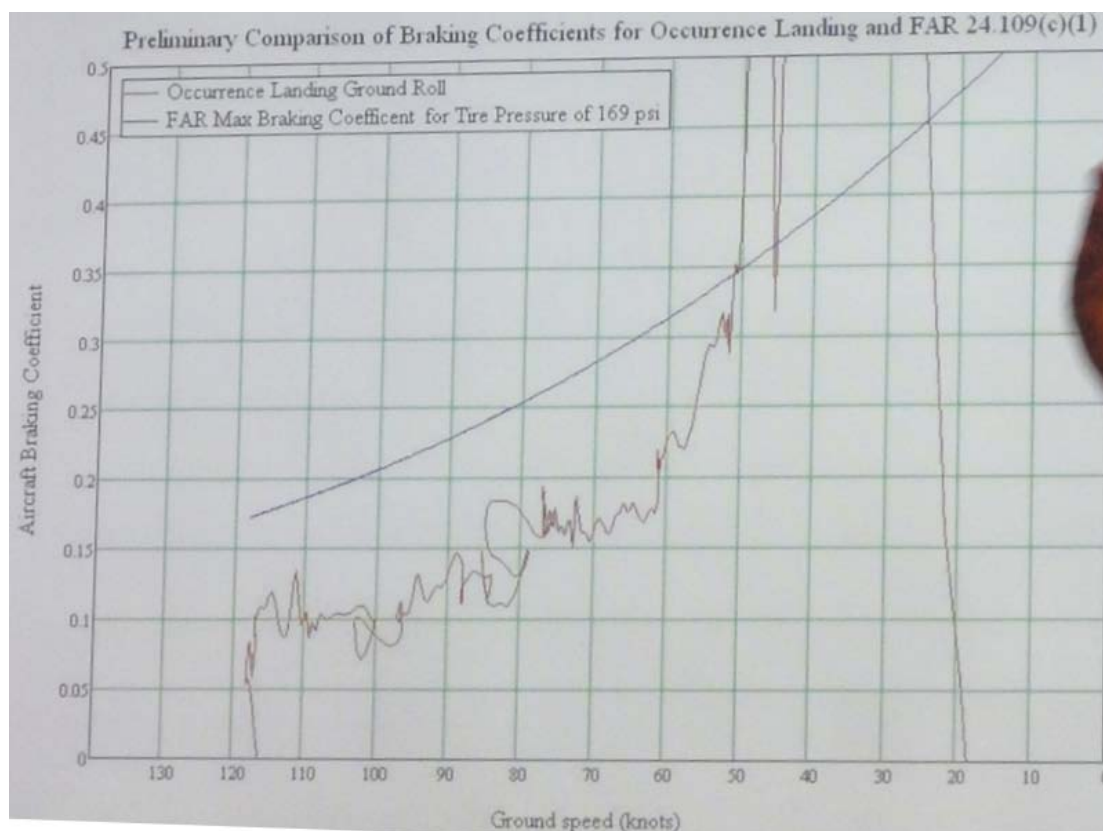


圖23 起飛期間衝出跑道事故之航空器摩擦係數比較圖

### 3.6 飛航紀錄器相關缺失及建議

有關飛航紀錄器之相關缺失而影響事故調查議題，會議歐盟EASA、法國BEA、澳洲ATSB、加拿大亦發現類似問題，與會成員決定收集更多調查發現及對應的飛安改善建議，列入近期的ICAO Flight Recorder Panel及 EASA的Flight Recorder Participation Group討論。

根據澳洲ATSB統計資料，於2007年至2012年期間合計下載120具CVR及FDR，其中108具屬於Airbus/Boeing/ Bombardier機隊，未發現任何紀錄器相關缺失；另18具中屬普通航空業所安裝，其中12具存在紀錄器缺失，造成調查困難，且9具屬FDR。據此，ATSB提出飛航紀錄器適航查核方面的改善建議信給澳洲民航局(CASA)。

無獨有偶，加拿大TSB亦簡報過去約6年間，TSB所調查的1,600件普通航空

業事故(Aerial work, Air Taxi, Commuter)或小型航空器事故(Airliners)統計資料，詳圖24。圖25顯示普通航空業事故缺乏或沒有飛航紀錄器資料可供事故調查運用的比例圖。因此，TSB一再強調該國交通部已於CAR 703的航空規則中有所規範普通航空業及小型航空器安裝簡式飛航紀錄器(Light Weight Recorder, ED-155)的規定。以下羅列3條其他調查發現，以供本會未來調查運用參考。

*The aircraft did not carry flight recorders. Lack of information about the cause of this accident affects TSB's ability to identify related safety deficiencies and to issue safety communications intended to prevent accidents that could occur under similar circumstances. (Other Finding, 2003 - A03H0002, Cessna 208B)*

*Investigators were not able to determine why the aircraft departed from controlled flight. The aircraft was not fitted with a flight recording device, which may have allowed investigators to reconstruct the circumstances that led to the accident. ( Other Finding, 2005 - A05W0137, Piper PA-18 )*

*The fact that the aircraft was not equipped with a flight data recorder (FDR) or a cockpit voice recorder (CVR) limited the information available for the investigation and limited the scope of the investigation. (Other Finding, 2007 - A07Q0063, Piper PA31-350)*

Canadian Registered Aircraft Accidents Between 10 October 1996  
and 08 September 2011

Commercial Air Service Category	Accidents	Fatal Injuries	Serious Injuries
702-Aerial Work	462	79	71
703-Air Taxi	942	266	173
704-Commuter	106	38	19
705-Airliner	91	16	35
Totals	1601	399	298

圖 24 加拿大 TSB 近 6 年普通航空業事故或小型航空器事故統計圖

會議中TSB亦簡介簡式飛航紀錄器的相關機載裝備發展現狀，包括：Appareo GAU 3000、Fairchild MFDR-1、L3-COM LDR、Physical Optics BRAVR、NORTH Flight Data Systems、Special Electronics S3DR-CVR、ETEP ED-112/ED-155 Recorder (Sentinel-CSMU, ED-112, ED-155)。

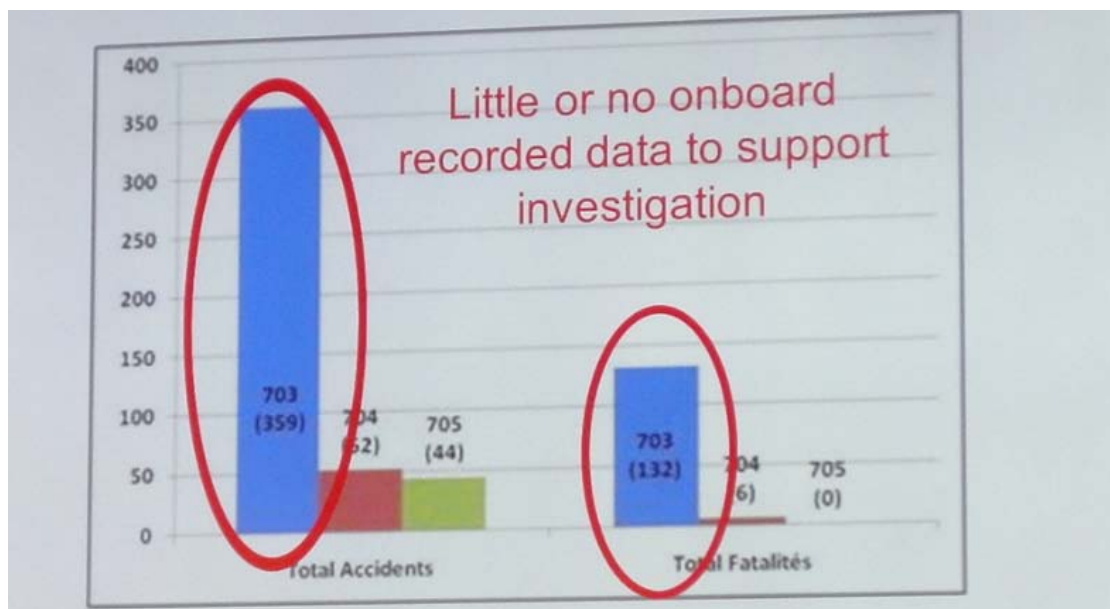


圖 25 普通航空業事故缺乏或沒有飛航紀錄器資料比例圖 (2001~2010)

### 3.7 飛航紀錄器資料保全及交換議題

有關飛航紀錄器資料保全及交換議題方面，至少包括：CVR原始資料及抄

件、FDR原始資料及分析意見、ATC錄音及抄件、製造商原廠涉及專利的技術文件等。任何參與事故調查的團體，均應遵守ICAO的Party System來管制及交換資料。NRC表示，近期他們內部一名調查人員涉及連續將管制文件非法送出NRC以外的地區，該員遭解聘並判刑10年。

**“Data Protection in the Air Accidents Investigation Process”**

**Questionnaire Survey Form**

Raised by IAC at Moscow AIR meeting in August 2011 we would like to share the questionnaire among investigation labs:

**1. What kind of a protection measures against information leakage do you have?**

**a. Legal protection.**

- i. Protection of the investigation information is strongly prescribed by the national regulations.
- ii. Protection of the investigation information is part of the investigative body policy/procedures.
- iii. Protection of the investigation information is part of the tradition (not a written policy).
- iv. Other.

**b. Procedural protection.**

- i. The information we like to protect (CVR data for example) never leaves the laboratory.
- ii. The protected information can be issued to the IIC or ACREP or their representatives.
- iii. The protected information can be issued to anybody upon the request.
- iv. Other.

**c. Technical protection while data exchange.**

- i. The information we like to protect will be available on CD/DVD/USB-Flash only.
- ii. The information we like to protect will be encrypted before sharing.
- iii. The information we like to protect will be available via secure mailing server.
- iv. The information we like to protect will be available via secure web server.
- v. The information we like to protect will be available via secure ftp server.
- vi. Laboratory computer with the protected data are disconnected from the network.
- vii. Network exchange in the Lab is logged, data export is restricted by computer technologies.
- viii. Other.

**2. What kind of the data protection among investigative bodies do you consider to be the most practicable one in the nearest future?**

圖26 飛航紀錄器資料保全及交換之統計問卷

另外，與會成員感謝本會長期維護IRIG網站，建議將來要更嚴格管控會員資格，並於適當時間宣傳AIR會議的功能並擴大研討主題，網羅更多飛航紀錄器、飛航性能及工程失效領域的專家加入。

根據本會完成的統計顯示，調查部門間是採用加密或壓縮資料方式來交換FDR 資料，惟大家對 ATC 錄音及 CVR 錄音均採取極為嚴格的管控，詳圖 26 及圖 27。

IRIG Web Survey: Flight Data Protection				
AIB	Procedural Protection: the protected data...			Remarks/Others
	never leave the lab	can be issued to IIC/ACREP	can be issued to anyone upon request	
AAIB/SG	●			
ASC	●	●	●	CVR only at Lab; FDR raw data can be shared with ACREP FDR readout data can be shared with AIBs and academic units after final report is published
ATSB	●			Only FDR data can be shared
BEA	●			EU regulation 996/2010, article 14
CAAC		●		
CENIPA		●		
EASA				EU regulation 996/2010, article 14
HKCAD	●			
IAC		●		
JTSB		●		
NTSB	● (CVR)	● (FDR/GPS)	● (FDR/GPS)	Original recording returns to owner after investigation
Spain		●		
TSB		●		

圖 27 飛航紀錄器資料保全及交換之統計問卷成果

就歐盟而言，最新版調查法 996/2010 規定很清楚，本會可據以借鏡。*Article 14 Protection of sensitive safety information*

1. The following records shall not be made available or used for purposes other than safety investigation:

... (Similar to ICAO Annex 13 )

Flight data recorder recordings shall not be made available or

used for purposes other than those of the safety investigation, airworthiness or maintenance purposes, except when such records are de-identified or disclosed under secure procedures.

3. Notwithstanding paragraphs 1 and 2, the administration of justice or the authority competent to decide on the disclosure of records according to national law may decide that the benefits of the disclosure of the records referred to in paragraphs 1 and 2 for any other purposes permitted by law outweigh the adverse domestic and international impact that such action may have on that or any future safety investigation. Member States may decide to limit the cases in which such a decision of disclosure may be taken, while respecting the legal acts of the Union.

.....

...

#### *Article 23 Penalties*

Member States shall lay down the rules on penalties applicable to infringements of this Regulation. The penalties provided for shall be effective, proportionate and dissuasive.

## 四、建議

本次赴荷蘭阿姆斯特丹市參加飛航事故調查員紀錄器會議(AIR)，行程圓滿且收獲豐富。各國的飛航紀錄器專家計 35 人出席，相關議題的討論及交流熱絡。會議重要結論有 7 項：

1. 固態式飛航紀錄器偶有損壞致解讀困難，此議題並非原廠的訓練課程及調查工具(AIK)可以全部解決，唯有持續的實作經驗及學習方能掌握種種技術方案。現行 L3-Com 及 Honeywell 公司的解讀軟體均有改善空間，於此同時 AAIB、BEA、BFU 及 NTSB 都自行發展專屬程式應急解決。
2. 針對普通航空業及超輕型載具事故調查，損壞機載晶片及智能手機晶片之解讀越來越普及。歐美英澳加法等調查實驗室，均是透過自行發展的 Golden Chess 基座套裝 TSOP 及 BGA 等晶片的下載介面，至於下載及解讀軟體亦百花爭鳴且不一而足。
3. NTSB 簡報一起 B757-200 的偏出跑道事故中，肇事民航業者因偷下載 CVR 及 FDR，此過程中將 FDR 安裝到另一同型機進行下載並持續通電，造成事故機部份飛航資料遭覆寫。NTSB 獲知後，將肇事民航業者逐出調查團隊；調查中亦發現該業者的飛航紀錄器都通過年度檢查，但 57 項必要紀錄參數僅 39 項有施行解讀及比對。據此 NTSB 將針對 FAA 的航空運輸查核系統(Air Transportation Oversight System, ATOS)的飛航紀錄器相關查核重點方面提出飛安改善建議。



4. 有關飛航紀錄器之相關缺失而影響事故調查議題，會議中歐盟 EASA、法國 BEA、澳洲 ATSB、加拿大亦發現類似問題，與會成員決定收集更多調查發現及對應的飛安改善建議，列入近期的 ICAO Flight Recorder Panel 及 EASA 的 Flight Recorder Participation Group 討論。
5. 針對濕滑跑道下涉及衝出/偏出跑道的事務調查，歐美澳法調查機構表示，他們的調查報告較常使用航空器減速效能降低係因『Lower Friction』，而不願去解釋或證明遭遇那一種水飄。因為發生水飄的物理現象極為複雜，調查報告通常很難證明事故發生時跑道道面摩擦係數與航空器真實的煞車係數間的關係。至於『Lower Friction』較客觀的分析方式，是收集同機型航班於事故前後期間使用相同跑道起降的飛航資料，以減速率(deceleration rate)或航空器摩擦係數(aircraft braking coeff. or mu)比較之。另外，跑道管理機構如能提供事故發生期間之特別跑道道面摩擦係數檢測報告，能與正常濕滑跑道之檢測報告比較，惟相較於正常檢測程序，此種特別檢測可能伴隨較高的風險。
6. 有關飛航紀錄器資料保全及交換議題方面，至少包括：CVR 原始資料及抄件、FDR 原始資料及分析意見、ATC 錄音及抄件、製造商原廠涉及專利的技術文件等。任何參與事故調查的團體，均應遵守 ICAO 的 Party System 來管制及交換資料。NRC 表示，近期他們內部一名調查人員涉及連續將管制文件非法送出 NRC 以外的地區，該員遭解聘並判刑 10 年。另外，與會成員感謝本會長期維護 IRIG 網站，建議將來要更嚴格管控會員資格，並於適當時間宣傳 AIR 會議的功能並擴大研討主題，網羅更多飛航紀錄器、飛航性能

及工程失效領域的專家加入。

職提出 3 項建議：

1. 參照 AIR 會員建議，加強管控 IRIG 網站並增修訂相關功能。
2. 參照 BEA 飛航紀錄器水下偵查系統，逐步完善本會 FRULS 系統功能。
3. 調整實驗室人員工作內容，持續研習損壞晶片的解讀能量，及規畫未來的發展及經費需求。