

出國報告（出國類別：其他）

參加第三屆亞洲飛航事故 調查員年會出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：資深飛安調查全官／王興中

副飛安調查全官／官文霖

派赴國家：香港

出國期間：民國 103 年 5 月 28 日至 5 月 31 日

報告日期：民國 103 年 7 月 1 日

目次

一、目的.....	2
二、過程.....	3
三、心得.....	5
3.1 香港民航處及事故調查中心.....	5
3.2 飛航紀錄器水下定位案例.....	8
3.3 直昇機事故案例探討.....	17
3.4 衝/偏出跑道事故案例探討.....	20
四、建議.....	25

一、目的

本次第三屆亞洲飛航事故調查員年會由香港民航處(HKCAD)主辦，會議圓滿且收獲豐富，且兩天全程會議亦開放給香港的民航業者參與，出席人數約 80 人。本次會議相關議題討論熱絡，主要重點包括：亞太地區各調查機關間的技術合作與資源共享、直昇機事故案例、紀錄器水下定位案例、衝/偏出跑道事故案例、飛航資料分析，及航空器遇險後的定位研發等議題。此外，參觀香港民航處殘骸棚廠及事故調查中心，獲得許多寶貴的心得。

職於本次會議中提報一篇論文：「衝/偏出跑道事故案例及檢查表」。會議中，各國人員對於本會所發展的衝/偏出跑道事故的檢查表獲得許多詢問及請求提供相關技術資料。此外，新加坡航空失事調查局(AAIB)今年也導入無人載具空拍系統及三維雷射掃描儀等新裝備。近期，香港民航處調查中心也將朝此方向發展調查技術。

二、過程

日期	起迄地點	詳細任務
05/28	台北→香港	起程
05/29	會議	
0830-0900	報到	
0900-0930	貴賓致詞及團體拍照	
0930-1000	中場休息	
1000-1020	Statistics and a brief introduction of an investigation on a helicopter's accident [Mr. Itsuro NAKAJO] 日本運安會之直昇機事故案例統計與飛安研究	JTSB
1020-1040	Desert survival and search preparation [Mr. GUO Fu CAAC] 大陸航安辦之沙漠事故演練心得分享	CAAC
1040-1110	An Investigation beyond Aviation Industry – A Collaborated Effort [Capt. Victor LIU , Mr. Steven NG] 香港民航處籌建之事故調查中心與近期案例	HKCAD
1110-1140	Sharing BEA's Experience of Underwater Searches [Mr. Philippe PLANTIN DE HUGUES] 法國航空失事調查局之海上空難案例探討	BEA
1140-1200	AACM's Preparation Work on air Accident Investigation [Mr. Edwin SIN AACM] 澳門民航處之飛航事故調查能量準備	
1200-1300	中場休息	
1300-1330	Working Together Towards Safety - An Operator's Perspective on Investigations Challenges [Mr. Marc ST-LAURENT] 國泰航空對參與飛航事故調查之作為與挑戰	CPA
1330-1400	Lesson Learnt Sukhoi SSJ-100 Accident Investigation [Captain NURCAHYO Utomo] 印尼運安會對 SSJ-100 飛航事故案例探討	NTSC
1400-1430	Lessons Learnt from ASC Runway Excursion Occurrence Investigation Working Group [Dr. Michael GUAN] 台灣飛安會籌組衝/偏出跑道事故工作小組及其成果	ASC
1430-1500	Communication Errors in Helicopter Accidents (2003-2012) [Dr. Yukiko KAKIMOTO] 日本人因研究所對直昇機事故之通信疏失探討	Japan Institute of Human Factors Inc.
1500-1530	中場休息	
1515-1545	Passengers' Perception of Cabin Safety Information [Dr. Jenny YOO] 韓國 KSASI 對客艙安全之資訊分享	KSASI
1545-615	New Equipment Acquired by AAIB Singapore [Mr. NG Junsheng] 新加坡航空失事調查局之新式調查裝備與能量	AAIB

1615-1645	Investigation Techniques for Upcoming Technologies: Software & Systems Safety [Mr. Dinesh JEGANATHAN] 巴西 Embraer 公司對飛航事故調查技術之發展與改善飛 安之作為	Embraer
-----------	--	---------

05/30	會議	
0830-0900	Accident Investigation Bureau of Mongolia [Mr. BAT-ORSHIKH Ovgor] 蒙古民航局對一起 Y-12 事故調查案例分享	AAIB Mongolia
0900-0930	Bangladesh Experience on the Recovery of Serious Accident Aircraft [Mr H M Akhter Khan] 孟加拉民航局對一起 ATR 72 事故之殘骸處理經驗分享	CAA Bangladesh
0930-1000	中場休息	
1000-1200	Under Water Search Operations: Ways to Know the Position of Wreckage and Recorders Under Water 紀錄器水下定位案例 1. Recovery of Flight Recorders in Pakse, Laos (Mr. CHONG Chow Wah) 2. Wreckage Recovery of the B747 Freighter OZ991 [Mr. Jungho (John) KIM] 3. Search and Rescue – Hong Kong Coordination and Operation [Mr. Tommy AU-YEUNG] 4. Updates of the ICAO Global Flight Tracking Meeting and Annex 6 SARPS Amendments [Mr Philippe PLANTIN DE HUGUES]	AAIB KARAIB HKCAD BEA
1200-1300	中場休息	
1300-1330	Tour of the Air Accident Investigation Centre (AAIC) of CAD 參觀香港民航處事故調查中心及殘骸棚廠	HKCAD
1330-1430	Flight Recorders – FDR/CVR and data downloading and analysis 香港民航處於飛航資料解讀能量展示	HKCAD
1430-1500	中場休息	
1500-1630	Tour of the CAD Education Path 參觀香港民航處訓練中心	HKCAD
05/31	香港→台北	返程

三、心得

本出國報告的心得區分為四項：香港民航處及事故調查中心、直昇機事故案例探討、飛航紀錄器水下定位案例、及衝/偏出跑道事故案例探討。

3.1 香港民航處及事故調查中心

香港民航處屬於香港特別行政區政府常設機關，其首長稱為民航處處長，另有一位副處長。香港民航處共有 7 個一級部門，包括：機場安全標準部門、航空交通管理部門、航班事務及安全管理部門、飛行標準及適航部門、航空交通工程服務部門、行政部門、財務部門，詳圖 1。

因國際民航組織的安全監督稽核計畫(Universal Safety Oversight Audit Programme, USOAP)的查核缺失，香港民航處近期成立失事調查部門(以下簡稱事故調查中心)，它直接隸屬於香港特首，相關調查專業人力則由香港民航處各部門統一培訓，詳圖 2。事故調查中心按照國際民航組織第 13 號附約(ICAO Annex 13)負責民用航空器及公務航空器之失事及重大意外事件調查。目前，事故調查中心計有 5 名全職人員，另有 20 餘位民航處人員已完成英國 Cranfield University 6 周的調查員訓練課程。

香港民航處事故調查中心的工作場所，主要有四：事故調查指揮中心、調查人員裝備保管庫房、飛航紀錄器拆解及解讀區、殘骸棚廠。有別於其它國家的事故調查指揮中心會隨事故地點而改變，香港民航處將其永久的設立於機場旁邊的大樓內。它整合所有航機到離場資訊、天氣測報資訊、搜索及救援處理系統、事故調查現場管制席，以及各式陸空通信裝備等，且可容納近 100 人，詳圖 3。

香港民航處的調查人員裝備保管庫房，主要存放約 30 套調查人員的個人裝備、現場通信裝備、現場測量裝備、現場拍照裝備等，詳圖 4。香港民航處的

殘骸棚廠可以容納 2 架直升機及 1 架 Cessna 飛機，設有專屬天車(Crane)及特殊進出管制門。香港民航處的飛航紀錄器拆解及解讀區，計有簡易的飛航紀錄器下載設備及一套解讀系統，詳圖 5。

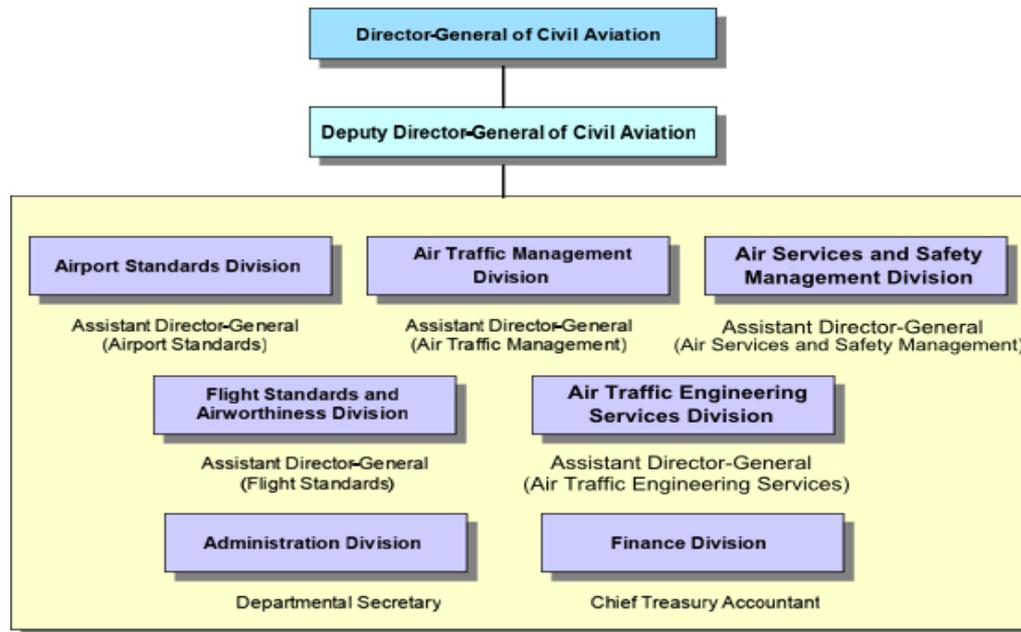


圖 1 香港民航處組織架構圖

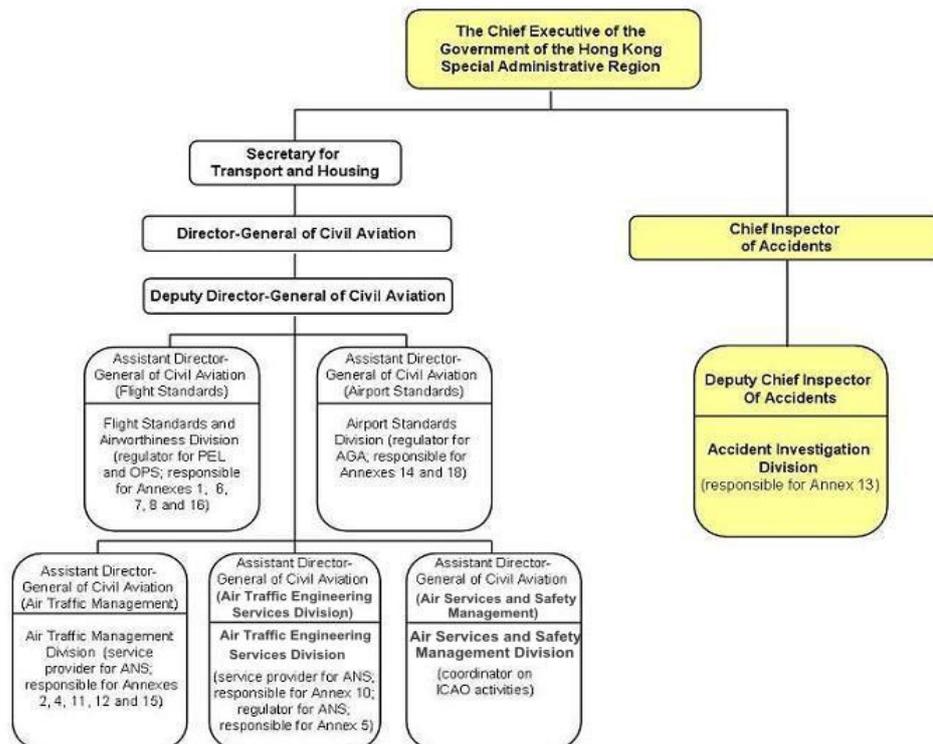


圖 2 香港地區政府與事故調查中心之架構圖

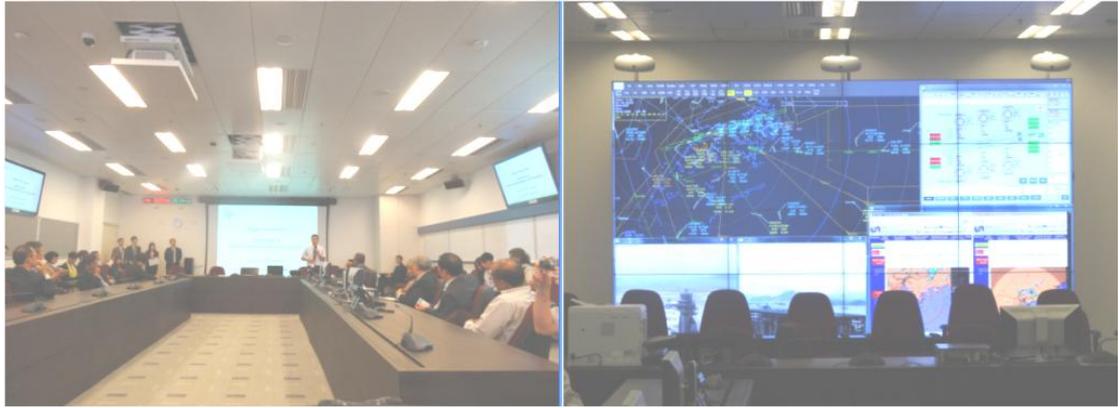


圖 3 香港民航處之事故調查指揮中心



圖 4 香港民航處之調查人員裝備保管庫房



圖 5 香港民航處之飛航紀錄器拆解及解讀區

2003 年香港民航處成立香港民航訓練中心，2012 年搬到事故調查中心的大樓內，其目的是為培育亞太區的航空專業人才。民航訓練中心提供的訓練課程廣泛，涵蓋航空交通管理、機場標準、工程及系統、飛行標準、適航及航班事

務等。開放對象，包括：監理部門、航空交通管理部門、機場管理局、航空公司、維修或工程機構等。



圖 6 香港民航訓練中心之 ATC Simulator 及 Airport Simulator

3.2 飛航紀錄器水下定位案例

因應馬航 370 航班失蹤緣故，本屆年會特別安排一場次討論近期的海上空難及 ICAO 未來的因應之道，並邀請為法國航空事故調查局(Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile, BEA)主持該場次會議，會議中主要討論 BEA 相關案例、法航 447、2011 年韓亞航波音 747-400 貨機墜海、2013 年寮國 ATR72 客機墜入湄公河，及 ICAO Annex 6 未來的修訂內容等，包括：水底定位信標(Underwater Locator Beacon, ULB)的電池壽命、機身新裝低頻 ULB、Global Flight Tracking 等。

BEA 相關案例

BEA 表示，法國自從 1973 年以來已參與 52 件海上空難的調查工作，過程中遭遇許多困難並累積許多寶貴的經驗，詳圖 7。例如：ULB 脫離及水下定位信標因劇烈撞擊而損壞，如何透過各種水下偵蒐裝備找到紀錄器與殘骸等經驗。BEA 表示，超過 1,000 公尺水深動用水下無人載具(ROV)去找殘骸是關鍵工作，其每日平均費用為 20 萬美元(約 600 萬台幣)。因此，如何使用水下聽音器將水下定位信標的位置確保其定位精度至 50 公尺內，才動用水下無人載具是節省經

費且提升調查效率的竅門。

過去 10 年中，BEA 長期與法國海軍及一家民間公司 ACSA 合作，三方的人員及裝備均能迅速整合，這是亞太地區調查部門間最值得學習的地方。BEA 已開發一套水下定位系統(稱為 Balisa)，它整合手持式水下聽音器、GPS 定位儀及磁羅盤以程式來儲存相關資料及 ULB 音頻訊號，計算 ULB 的位置，詳圖 8。以法航 447 為例，事故第 22 天及 23 天，法國曾用拖曳式聲納(TPL-20)來找黑盒子，均未發現訊號。後經證實，法航 447 的墜海劇烈撞擊兩具 ULB 無法發射訊號，後來使用自主式水下無人載具 Bluefin 21 才找到法航 447 的黑盒子與殘骸，詳圖 9。

BEA 總結過去的海上空難經驗重點有三：1.飛航事故調查部門應積極籌劃面對海上空難之水下定位及殘骸打撈能量，建立相關資料庫，簽署合作備忘錄，跨國政府部門間的相互支援，訪查租用水下作業之裝備及潛水夫的費用等；2.面對事故現場的各種可能挑戰提出因應策略，各種環境變數與威脅，訂定打撈原則及順位；3.有關人員的專業訓練及編列特別預算的程序，涉及民航業者的保險理賠，動用政府的預備金等議題。



圖 7 BEA 近期之深海海上空難之發生時序圖

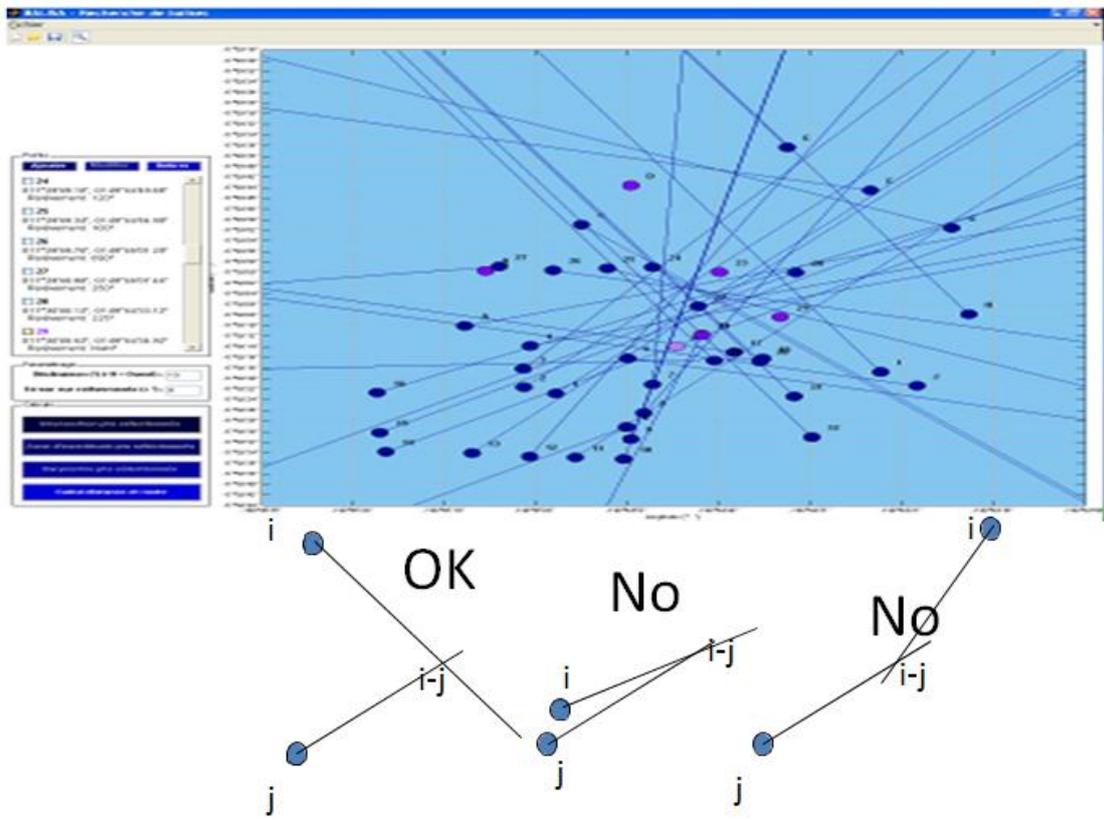


圖 8 BEA 開發之水下定位系統

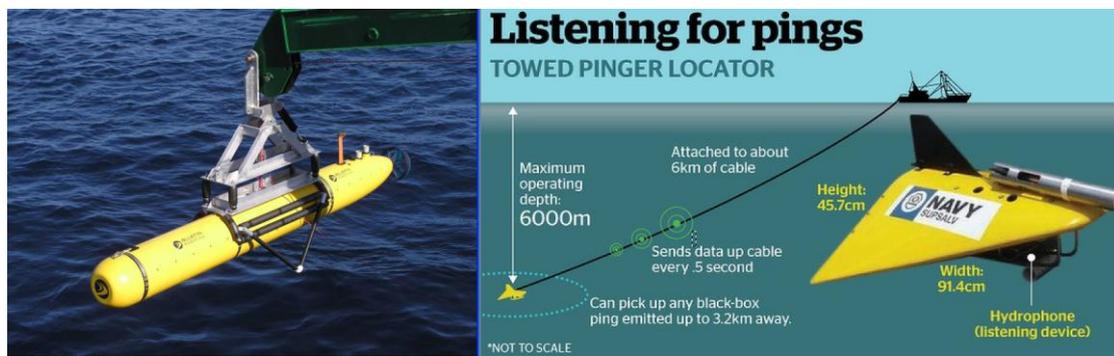


圖 9 BlueFin 21 及 TPL-20/25 外觀圖

韓亞航波音 747-400 貨機墜海

2011 年 7 月 28 日，韓亞航一架波音 747-400 貨機(航班編號 991)執行首爾仁川國際機場飛往上海浦東國際機場的貨運任務。南韓當地時間約 0247 時，該機從仁川機場起飛，機上貨物約重 58 公噸，包括大批的行動電話、鋰電池、半導體、發光二極體和液晶顯示器，及油漆和化學物品等。約 0403 時，機長向仁

川區管通報機艙發生火警(cabin fire and smoke)，要求緊急降落至濟州島。0411 時，該機與仁川區管失去聯繫。後經證實該機墜入濟州島以西約 110 公里的海中，事故海域平均水深 80 公尺，水下能見度不到 1 公尺。

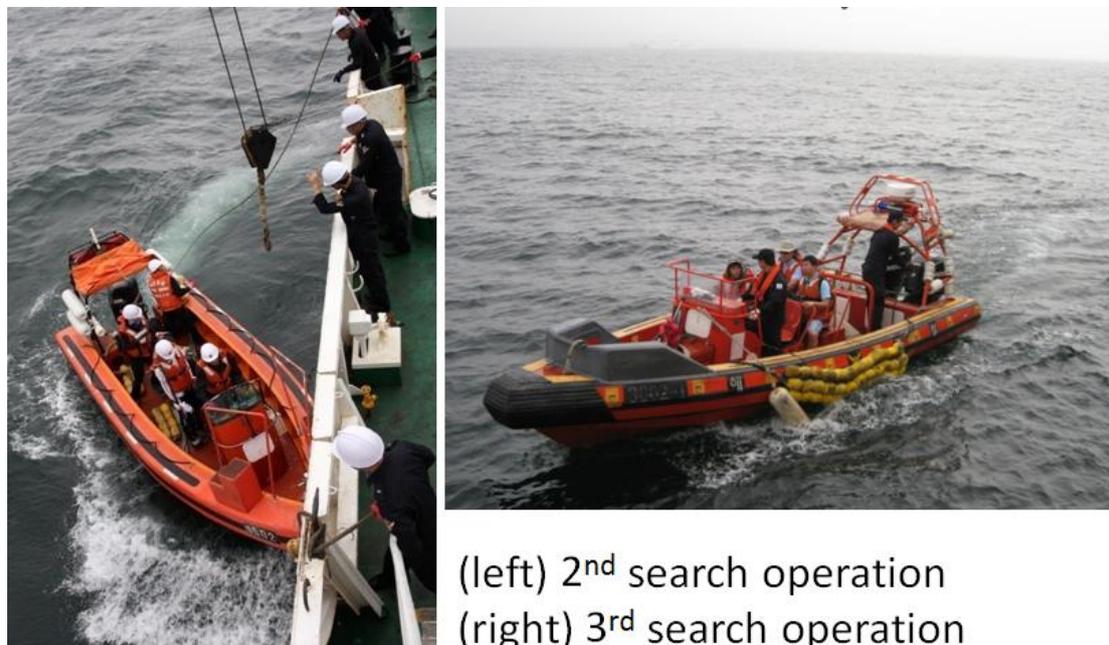


圖 10 韓亞航 991 航班之水下定位信標作業階段圖

該事故由南韓的航空及鐵道事故調查局(KARAIB)負責，該事故的水下定位信標及殘骸定位工作，係由南韓海巡署、新加坡 AAIB 及台灣飛航安全調查委員會(ASC)等單位共同執行。整個海上作業區分為三階段，包括：水下定位信標階段、殘骸定位階段，以及打撈階段，詳圖 10 及圖 11。KARAIB 將於今年 6 月完成調查報告草案，並於今年 9 月發布調查報告。

KARAIB 表示，本案主殘骸分布範圍約 5 海哩 X 3 海哩，已完成約 40% 的航機殘骸打撈及 15% 的貨物打撈。最關鍵的破碎殘骸及紀錄器打撈均由網拖作業來完成。

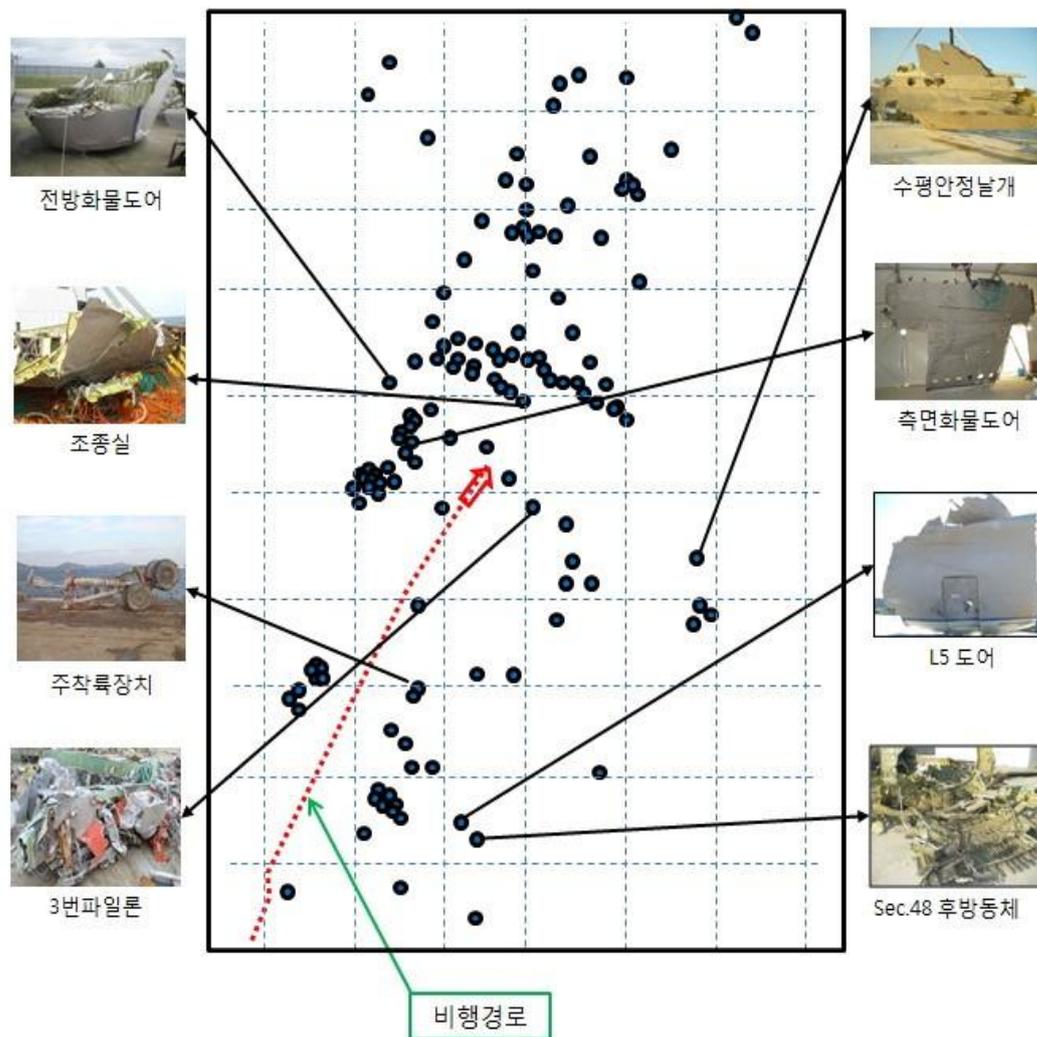


圖 11 韓亞航 991 航班之水下殘骸分布圖

寮國 ATR72 客機墜入湄公河

2013 年 10 月 16 日，寮國航空(Lao)一架 ATR 72-600(航班編號 301)執行寮國萬象瓦岱機場到巴色機場的載客任務。當地時間約 1445 時，該機從瓦岱機場起飛，該機於巴色機進場階段因天氣因素執行重飛。約 1555 時，於第二次進場階段墜落湄公河，事故區平均水深 10 公尺，水下能見度不到 0.2 公尺，機上所有乘員全數罹難(5 名機組人員，44 名乘客)。

該事故由寮國民航局負責，整個現場調查階段法國 BEA 及新加坡 AAIB 全程參與。本事故最大的挑戰在於湄公河水流湍急約 4 至 8 哩/時、零能見度、河床遍布爛泥及岩石、當地潛水夫無法使用英文或法文溝通，及潮濕酷熱 35 度 C 等。此外，寮國民航局准許當地記者登船拍攝現場作業情形，造成許多困擾，

詳圖 12 及圖 13。

AAIB 表示，本案最大的經驗分享是善用當地的所有資源且與人為善、充分溝通及尋求協助的合作態度等。



圖 12 寮國航空 301 航班之 ULB 水下定位作業圖 (水流湍急造成聽音器支撐桿斷裂)



圖 13 寮國航空 301 航班之 ULB 水下定位作業圖 (外界強光干擾及防止媒體偷拍的應急作法)

ICAO Annex 6 未來的修訂內容

Philippe PLANTIN DE HUGUES 是 BEA 國際調查部門的連絡人，也是歐盟推派參加國際民航組織飛航紀錄器專家工作小組(ICAO FLIRECP)的首席代表。本次會議，他提出歐盟及 ICAO 未來對 Annex 6 修訂內容，相關內容節錄：

(1) Annex 6 對水下定位信標的新標準及建議措施

法航 447 的第二份期中報告曾建議 ICAO 修訂第六號附約有關水下定位信標的相關內容，將現有 37.5 kHz ULB 的電池壽命提升至 90 天，並於航空器機身安裝一具較低頻的 ULB (8.8 kHz) 電池壽命 30 天，其特點為增加可偵蒐範圍約 6 海哩。

Annex 6 Amended (No later than 1st January 2018):

All aeroplanes of a MCTOM over 27 000 kg with after 01/01/20xx, shall have the capability to either automatically transmit positional information or an emergency locator signal prior to an accident occurring, or be fitted with a deployable ELT in order that an accident site for an aeroplane shall be established within a 6 NM radius.

飛航紀錄器專家工作小組也提出以下建議來增加海上空難的偵蒐效率：

- *regular transmission of the position of the aircraft at an appropriate frequency rate;*
- *the transmission at an appropriate frequency rate of position when triggered by an emergency situation;*
- *a ground-based solution such as by means of automatic dependent surveillance;*
- *an ELT (ATF) capable of transmitting an emergency locator signal automatically prior to impact; and*
- *an automatic deployable flight recorder incorporating an ELT.*

(2) 2014 年 9 月飛航紀錄器專家工作小組會議討論重點

主要的討論議題至少包含：機載影像紀錄器、延長座艙語音紀錄器之記錄時間、發展飛航紀錄器之養護指引文件、訂定無人載具之飛航紀錄器規格，通盤檢討飛航紀錄器未來的相關法規。

(3) 全球民航機飛行監控規劃會議(Global Flight Tracking Meeting)

因應馬航 370 事故，ICAO 於今年 5 月 12 日及 13 日召開全球民航機飛行監控規劃會議，主要檢討現有可行的監控技術、技術限制及其他非技術性困難等議題，其短期與長期規劃如下：

短期

- ICAO 將成立全球民航機飛行監控專家工作小組(Aircraft Tracking Task Force)。
- 國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)及民航業者將一起積極努力尋求新技術來實現民航機的即時監控能量。例如，國際海事衛星(INMARSAT)衛星公司提出免費即時監控民航機的通信服務，其通信技術係應用現有 ADS-C 的飛航資料每 15 秒的廣播方式，約涵蓋 80%全球大型民航機機隊，其他 20%的機隊只要更新航電設備(FANS-1)即可加入監控範圍，詳圖 14。
- ICAO 將提出指導性文件來規範民航機的即時監控技術。
- 2015 年 ICAO 高階飛安會議(HLSC)將闢一場次集中討論此議題。
- ICAO 開始研擬 Annex 12 相關標準及建議措施之修訂內容。

長期

- ICAO 新版的 Annex 12 將提出搜索及救援的新內容，以求迅速找到事故地點。
- ICAO 鼓勵各國與國際通信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)積極溝通，以爭取必要的搜索及救援的無線電通信頻寬。

- ICAO 邀請 COSPAS-SARSAT 組織持續調查提高緊急定位發射機 (Emergency Locator Transmitter, ELT)之可靠度和實用的方法。現有的 COSPAS-SARSAT 衛星群是組合地球同步軌道(GEO)及低的繞極軌道衛星(LEO)，作為 ELT 訊號的定位接收裝備。

未來，規劃將現有的 6 顆 LEO 及 6 顆 GEO 衛星，加入 24 至 75 衛星中軌道衛星(MEO)以及增加 7 顆 GEO 衛星，以達到全球覆蓋與即時監控 ELT 訊號的要求，詳圖 15。

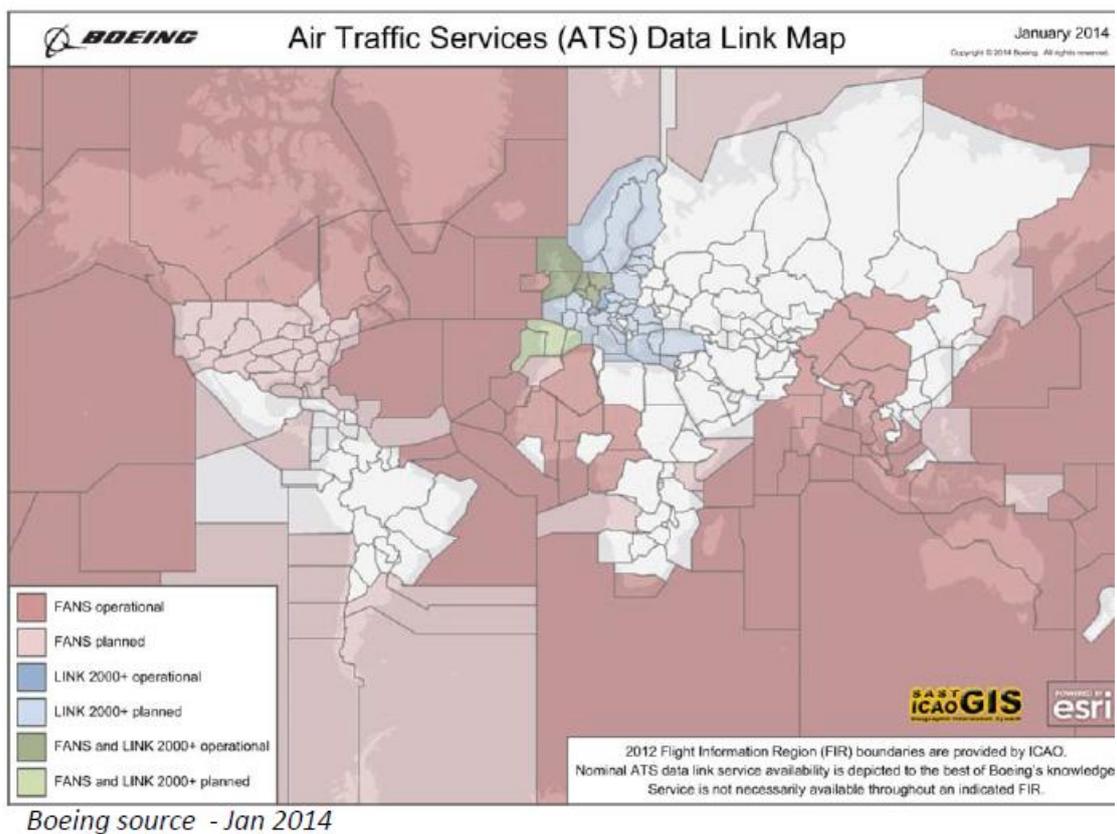


圖 14 INMARSAT 衛星公司提出免費即時監控民航機的通信服務(約涵蓋 80% 全球大型民航機機隊)

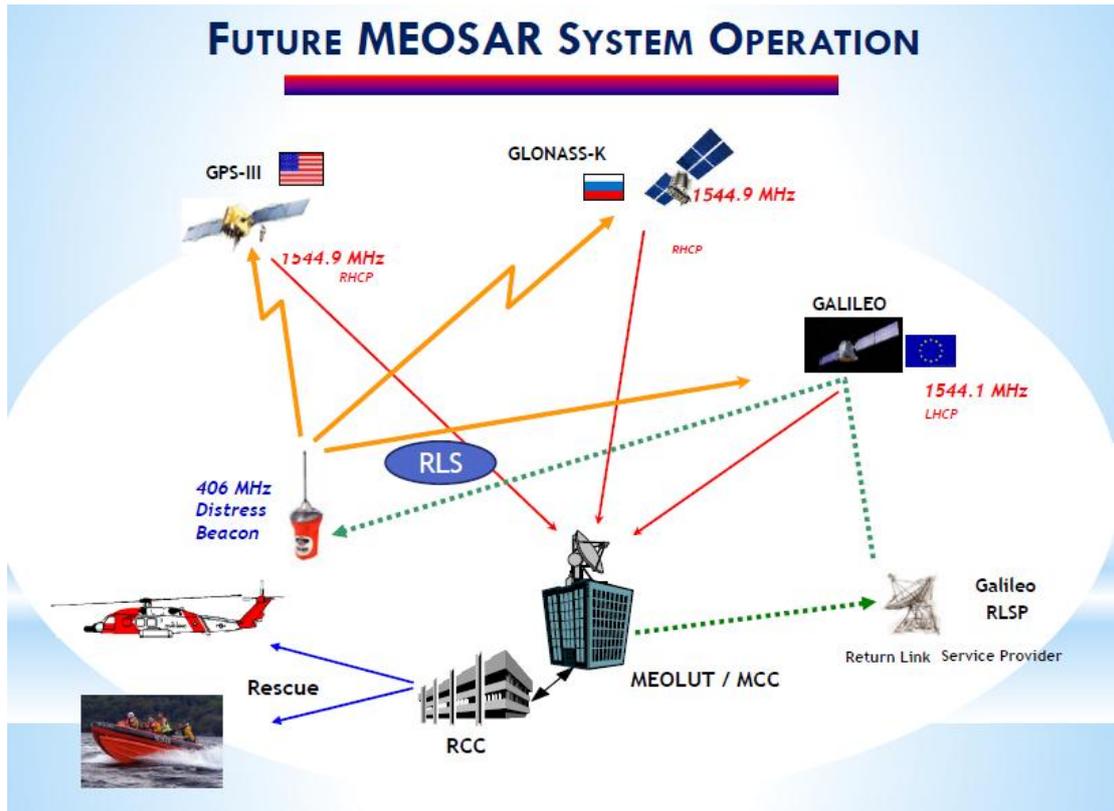


圖 15 未來 COSPAS-SARSAT 衛星群即時監控 ELT 訊號的示意圖

3.3 直昇機事故案例探討

本次會議中日本運安會(JTSB)及日本人因研究所(Japan Institute of Human Factor)均以直昇機事故案例為研討議題。JTSB 的提報內容值得本會學習，主要有三大部分：長時間統計資料(1975 年至 2012 年)、涉及人為因素的案例研討，以及事故調查的經驗與建議等。

1975 年至 2012 年期間，日本 JTSB 調查超過 200 件的直昇機飛航事故。以 2001 年至 2012 年為例計有 74 件，平均一年 6.2 件，且失事與重大意外的比例約為 3 比 1。根據案例統計資料，直昇機飛航事故的發生階段屬巡航中最多佔 70%，落地階段佔 20%次之。就飛行任務區分，約 18.6%屬載運貨物(含吊掛)最多，其次是空中巡邏/飛渡任務/飛行訓練各占 8.6%，詳圖 16。圖 17 為事故可能肇因與人為因素分類比較圖，約有 80%的直昇機飛航事故之可能肇因與人為因素或多重原因且包括人為因素；其中，個別人為因素佔 22.9%，環境因素包含

人為因素也佔 22.9%。根據 JTSB 的調查報告，其涉及人為因素的原因，區分為：不當行為(inappropriate actions)、判斷疏失(judgment error)、多重人為因素(Compound human factors)、不安全行為(unsafe actions)、空間迷向(spatial disorientations)、身體疲勞(physical fatigue)、遺忘(forgot)、未能偵測出問題(failed in detection)，及其他(others)等 9 類。上述事故的可能肇因中，以不當行為為最常見佔 33.3%，其次是多重人為因素佔 26.3%，判斷疏失屬第三高佔 12.3%。

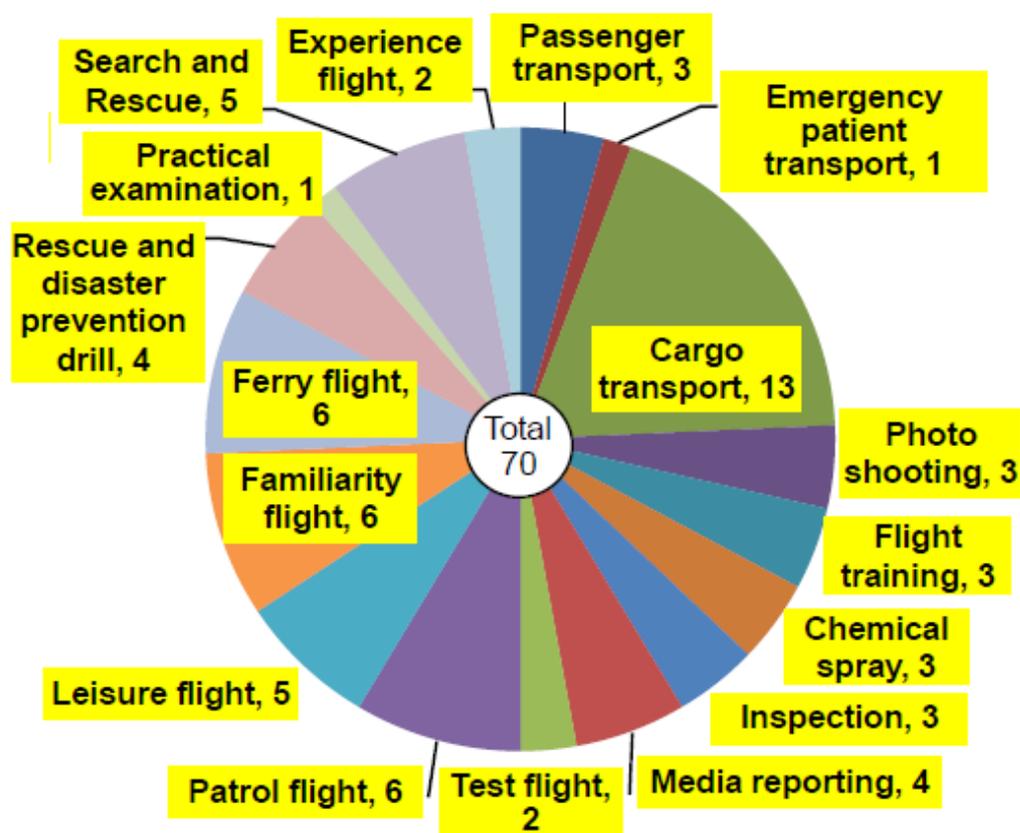


圖 16 日本 JTSB 直昇機飛航事故統計圖(以飛行任務區分)

2014 年 4 月，日本 JTSB 發布一份直昇機飛航事故的專欄研究報告，其內容對 JTSB 的調查報告中的可能肇因相關分類及定義，均有明確說明及例舉，詳圖 18。該研究報告計有六件案例，每一案例只用 4 頁涵蓋其事實資料(含飛航經過)，調查重點(含事故發生序列，重要證據)，及預防作為。

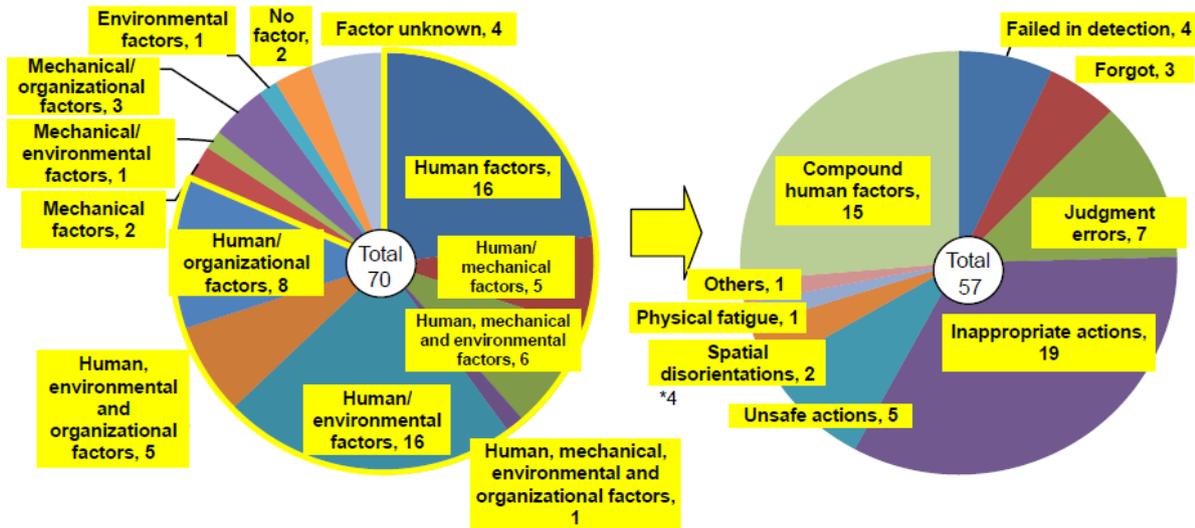


圖 17 日本 JTSC 直昇機飛航事故統計圖(事故可能肇因與人為因素分類)

Examples of human factors	Examples of mechanical factors
<p>Failed in detection</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Indistinct contrast of a steel tower and power lines against ground background made their detection difficult. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Not considered repetitive compression and shear strain generated lead to fatigue of the composite material. ○ Red rust created with the corrosion of the contact surface of the inner ring and the outer ring caused volume expansion in the space between the two rings and this restricted the movement of the two rings.
<p>Judgment error</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Safety was not the first priority in in-flight decision making such as returning to the original point or destination change. 	<p style="background-color: #2e7d32; color: white; text-align: center;">Examples of environmental factors</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Visibility degradation from rain at night. ○ Sudden strong tailwind. ○ Fog restricted visibility.
<p>Inappropriate actions</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Insufficient rudder pedal input. ○ A lack of awareness in near-by aircraft due to concentration on to flying direction. ○ No advance checking performed on the ground or from sky for any obstacles in the accident site. 	<p style="background-color: #8e2426; color: white; text-align: center;">Examples of organizational factors</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ No established communication system in place for cargo transport. ○ Regarding the burden sharing for mountain rescue activities no clear recognition.

圖 18 日本 JTSC 所例舉之人為因素、機械因素、環境因素及組織因素說明

於事故調查的經驗與建議方面，因應直升機事故地點的各種挑戰，調查員除熟悉調查技能外，應持續鍛鍊體能；事先準備禦寒衣物及調查裝備；攜帶事故區域的航圖及地形圖，準備小的飛機或直升機模型，作為訪談工具；蒐集及保全駕駛艙儀表(可能已受損)；善用手持式 GPS 定位儀資料(可能已受損)。

3.4 衝/偏出跑道事故案例探討

本次會議中除本會提報「衝/偏出跑道事故工作小組及其成果分享」外，孟加拉民航局亦提報「ATR72-500 衝出跑道事故之殘骸處置案例」。

ATR72-500 衝出跑道事故之殘骸處置案例

該型機係為孟加拉軍方註冊航空器，其事故調查不適用於 ICAO Annex 13 的相關規定，孟加拉民航局僅協助該國軍方處置殘骸。該案發生後，孟加拉軍方先詢問 ATR 公司及歐美地區的專業殘骸處置公司，一家公司提出 165 萬美元報價，且需耗時 3 個月。最後，孟加拉軍方決定自行整合資源來處理屬失事全毀的航空器殘骸。因此，孟加拉民航局根據軍方的要求，訂定其航空器殘骸的處置計畫，包括：卸油作業程序、航空器總重量及尺寸圖表、現場兩具大型吊掛機具、大型移動式發電機、油壓剪、切割工具、大型運輸用拖板車、現場作業人員安全提示等，該作業耗時 3 天，總費用 2 萬美金(註所有動用軍警人力，民航局人力均為無償)，該機落地軌跡及撞擊無人職守的塔台的情況，詳圖 19。



圖 19 孟加拉某一 ATR72-500 型機落地後衝出跑道並撞擊無人職守的塔台

本案例值得本會省思的地方在於：事故地點如屬偏遠山區或離島機場情況下，肇事航空公司資源有限，本會如何發揮團隊力量迅速而有效的保全相關證物，圖 20 為 本事故殘骸的處置過程。



圖 20 孟加拉某一 ATR72-500 型機之殘骸的處置過程

衝/偏出跑道事故工作小組及其成果分享

本次簡報涵概三項重點：飛安會年度飛安統計資料涉及衝/偏出跑道事故部份、飛安會成立衝/偏出跑道事故工作小組之目的及相關成果、涉及衝/偏出跑道事故的檢查表與應用。

1999 年至 2013 年期間，飛安會年度飛安統計資料顯示衝/偏出跑道事故屬最高的案件計 17 件，其次為非發動機之飛機系統失效或故障計 12 件，詳圖 21。17 件衝/偏出跑道事故均發生於落地階段，82.4%屬落地偏出跑道，17.6%屬落地衝出跑道；47.1%於事故發生期間屬大雨狀態。為能更深入探討衝/偏出跑道事故的共通性風險，及提升調查能量。飛安會於 2011 年 8 月成立衝/偏出跑道事故工作小組，並於 2013 年 12 月完成研究報告及製作相關檢查表，提供調查

員使用，本次會議中已將檢查表翻譯成英文版本，以作為調查技術的研討教材，詳圖 22。

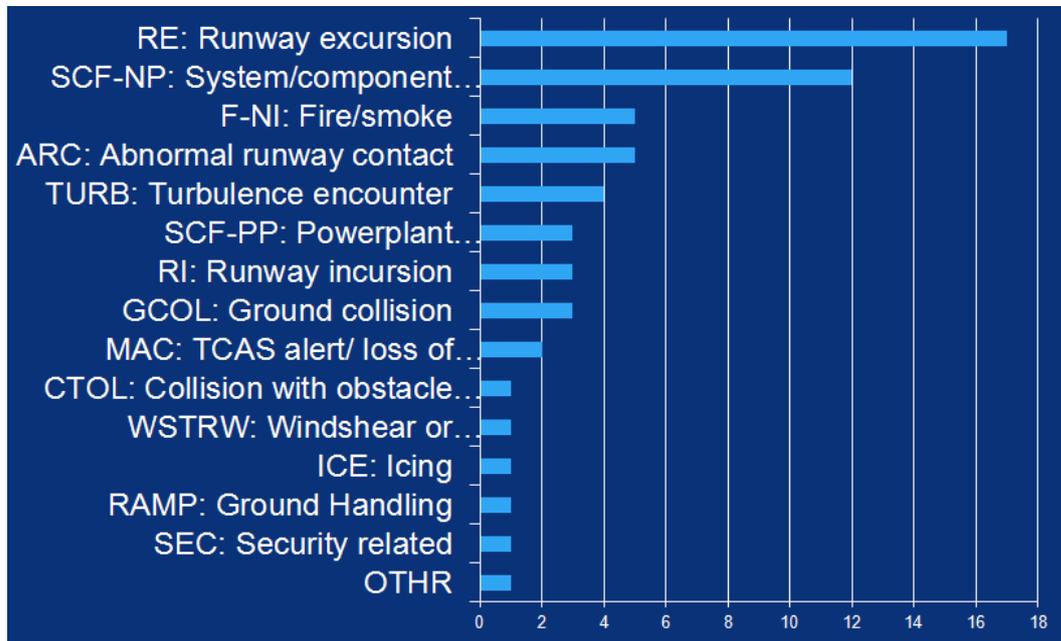


圖 21 飛安會之飛安統計資料 (1999~2013 年)

Runway Excursion Occurrence Investigation Working Group.
Issued: 2014/04/15.

On-Scene Check List

Occasions: Aviation occurrences involving wet or contaminated runway conditions, fixed-wing aircraft runway veer-off or overruns occurrences.

Execution Timing:

- A0 immediately
- A1 within 24 hrs after the event
- B0 within 7 days after the event
- B1 within 14 days after the event
- ZZ depends on available factual information and not urgent

Item	Content	Confirm	Date
1...	<p>ATS group.</p> <p>B0 related interview records.</p> <p>B1.</p> <p>1. Airport ground observation records (METAR/SPECI/AWOS/LLWAS/rainfall instrument). 2. weather radar data. 3. relevant PIREPs (1 hr before and after event).</p>		
2...	<p>Airport Group.</p> <p>A0.</p> <p>1. Measure the ground tracks on runway pavement, record water depth and survey time (every 100 m). 2. Collect rainfall records (some raw data sampling rate is 1 min.). 3. If applicable, request airport officers to perform a special runway friction test. (No further water spray, travel speed 65km/h; if possible, covering the event track zones).</p> <p>A1.</p> <p>1. Request airport officers to perform a standard runway friction test, and collect relevant records. 2. Request airport officers to provide relevant NOTAMS, PIREPs, and communication notes between ATC and airport engineering unit.</p> <p>B0.</p> <p>1. Request airport officers to provide schedule/non-schedule runway friction test reports.</p>		

1 on-scene checklist

+ 9 reference charts

- ① Aircraft basic dimensions and wheel configuration
- ② Relationship of hydroplaning critical speed and Tire Pressure
- ③ Investigation Procedure for suspected hydroplaning
- ④ Relationship of rainfall rate and water depth (TTI)
- ⑤ Relationship of rainfall rate and water depth (TC)
- ⑥ Relationship of ground vehicle friction and Aircraft Friction
- ⑦ Runway Condition Assessment Matrix (FAA)
- ⑧ Runway Condition Assessment Matrix For Landing (Airbus)
- ⑨ Site Survey Forms

圖 22 飛安會之衝/偏出跑道事故現場調查檢查表(英文版首頁)

國內外許多調查報告指出，航空器於起飛及著陸階段如發生水飄 (hydroplaning)，將會影響加速/減速性能、鼻輪轉向及方向控制，其效果就像失控的雪橇。形成水飄的必要條件為道面屬於濕滑或受汙染跑道，其汙染程度所形成的水膜效果使輪胎的滑滾運動無法破除水膜，使胎紋下緣部位無法與道面直接接觸。有關衝/偏出跑道事故現場調查檢查表內，也包含涉及水飄的及現場蒐證重點項目、航空器之主輪紋理及損壞識別、航空器之主輪胎壓與臨界水飄速度關係(詳圖 23)、降雨量及積水深度關係(詳圖 24)、各種地面跑道抗滑檢測資料與航機煞車係數之轉換關係、及分析流程等。

為避免水飄對航空器之安全影響，兩大改善作法：將跑道道面鋸槽，改善排水效能；確保所有輪胎胎紋之磨損均在安全門檻內。涉及水飄的調查作業應採取排除法，根據現場證據評估：側風/順風、風標效應、跑道摩擦係數、排水、道面積水深度、膠融水飄等。根據道面胎痕、輪胎胎壓及磨損，研判遭遇水飄之可能性及類型；以地面觀測紀錄或美國德州大學運輸研究所(Texas Transportation Institute, TTI)發展之數學模型分析道面的積水深度。以飛航資料進行落地性能分析，如符合原廠性能應無水飄；必要時應盡快尋求原廠協助。

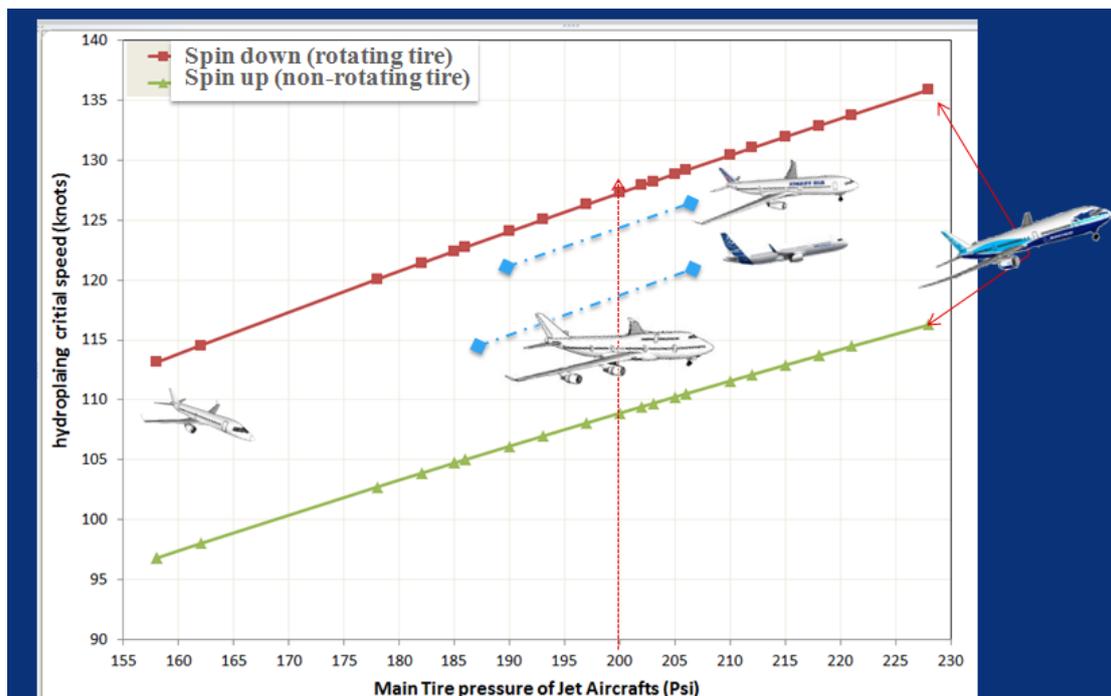


圖 23 航空器之主輪胎壓與臨界水飄速度關係圖

How to Know the Water Depth?

- ◆ Empirical model – TTI model
- ◆ Direct measurement – NASA water depth gauge

$$d = (0.00338) \left(\frac{1}{T}\right)^{-0.11} (L)^{0.43} (I)^{0.59} \left(\frac{1}{S}\right)^{0.42} - T$$

d = water depth, inches
 T = macro texture depth, inches
 L = drainage length, feet
 I = rainfall intensity, inches/hour
 S = cross slope, ft/ft

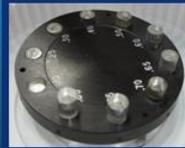
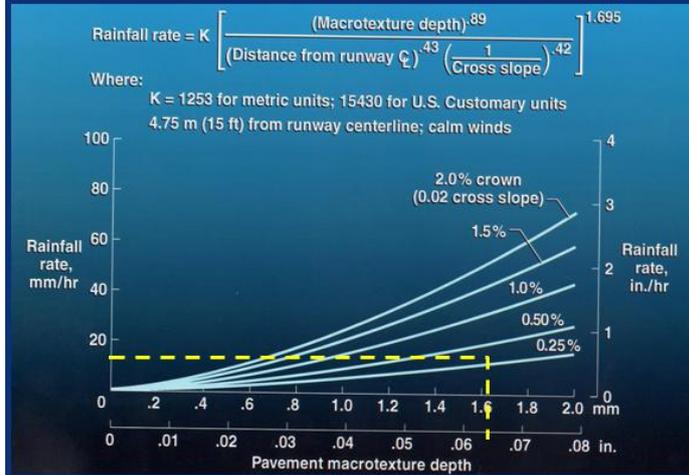


圖 24 降雨量及積水深度關係圖

四、建議

本次參加第三屆亞洲飛航事故調查員年會行程圓滿且收獲豐富。各國的事故調查人員約 80 人出席，相關議題討論熱絡。會議重要結論有四項：

1. 香港民航處事故調查中心的工作場所，主要有四：事故調查指揮中心、調查人員裝備保管庫房、飛航紀錄器拆解及解讀區、殘骸棚廠。事故調查指揮中心整合所有航機到離場資訊、天氣測報資訊、搜索及救援處理系統、事故調查現場管制席，以及各式陸空通信裝備等。調查人員裝備保管庫房管理井然有序，存放約 30 套調查人員的個人裝備、現場通信裝備、現場測量裝備、現場拍照裝備等，值得本會學習。
2. BEA 總結過去的海上空難經驗重點，值得本本會學習：(1.)飛航事故調查部門應積極籌劃面對海上空難之水下定位及殘骸打撈能量，建立相關資料庫，簽署合作備忘錄，跨國政府部門間的相互支援，訪查租用水下作業之裝備及潛水夫的費用等；(2.)面對事故現場的各種可能挑戰提出因應策略，各種環境變數與威脅，訂定打撈原則及順位；(3.)人員專業訓練及編列特別預算的程序，涉及民航業者的保險理賠，動用政府的預備金等議題。
3. ICAO Annex 6 已發布大型民用航空器安裝另一具 8.8 kHz ULB 的標準及建議措施，作為海上空難的主殘骸定位用途。本會現有的 ULB 水下定位接收系統可同時接收 8.8 kHz 及 37.5 kHz 的訊號，但偵蒐範圍已大幅增加，具備全球衛星定位系統（Global Positioning System，GPS），及（Geographic Information Systems，GIS）圖資是必然的發展方向，本會應盡早因應。
4. 持續與亞太地區的事故調查部門建立技術合作與資源分享；持續關注 ICAO 全球民航機飛行監控規劃會議(Global Flight Tracking)，及飛航紀錄器專家工作小組會議。