

出國報告（出國類別：考察）

赴新加坡參加飛航紀錄器 水下演練研討會出國報告

服務機關：行政院飛航安全委員會

姓名職務：調查組組長／蘇水灶
調查實驗室主任／官文霖

出國地區：新加坡

出國期間：民國 100 年 7 月 19 日至 7 月 22 日

報告日期：民國 100 年 8 月 9 日

目次

一、目的	2
二、過程	3
三、心得	4
3.1 各國對海上空難之偵搜及打撈經驗分享	
3.2 ACSA 對海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗	
3.3 BEA 對 AF447 海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗	
3.4 黑盒子海上偵蒐演練	
四、建議	19

一、目的

為促進行政院飛航安全委員會（以下簡稱本會）與國際飛安專家交流，並推動亞太地區區域飛航安全調查能量互相支援網絡，提升我國飛航紀錄器水下偵搜及分析技術，保持本會在紀錄器解讀及未來發展能與先進國家並駕齊驅，本會派 2 名調查人員於今年(100 年)7 月 19 日至 22 日，赴新加坡航空事故調查局(AAIB)參加飛航紀錄器水下演練研討會（Workshop on Sea Search of Flight Recorders），並代表本會發表 1 篇論文：「飛航紀錄器之水下偵搜經驗與技術發展」。

本次研討會係由 AAIB 主辦，地點在新加坡航空學院，參與人數約 40 餘人，幾乎亞太地區各國民航監理機構及飛航事故調查機構均派員參加，參與人員合照如圖 1。研討主題包括：各國對海上空難之偵搜、打撈規畫與執行、相關經驗分享、法航 AF447 事故的實際作業與挑戰等。此外，第 2 天屬實際演練操作，參與人員分乘五艘小艇執行黑盒子定位工作等。



圖 1 研討會亞太地區各國代表合影

二、過程

日期	起訖地點	詳細任務
07/19	台北 - 新加坡 BR225	起程
07/20~21	飛航紀錄器水下演練研討會	會議
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 07/20 全天行程 ◆ AAIB/S 對海上空難之偵搜及打撈規畫 ◆ NTSC 2 起海上空難偵搜及打撈經驗分享 ◆ BEA 近 10 年海上空難偵搜及打撈經驗分享 ◆ ACSA 對海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗 ◆ ATSB 3 起海上空難偵搜及打撈經驗分享 ◆ HKCAD 1 起海上空難偵搜及打撈經驗分享 ◆ ASC 3 起海上空難偵搜及打撈經驗分享 ◆ BEA AF447 海上空難偵搜及打撈經驗分享 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 07/21 上午 (08:00 ~ 13:00) <ul style="list-style-type: none"> ◆ 四組 Pinger Receivers 以四艘小艇到第一作業區演練 (Boat 1/2/3/4) ◆ 以另一大船接駁到第二作業區，觀摩前四組作業情形並登船參觀 ACSA 的 ULB 定位系統 ◆ 07/21 下午 (14:15 ~ 17:30) <ul style="list-style-type: none"> ◆ 第五組出海至第一作業區演練； ◆ 上午前四組人員登上接駁船到第二作業區，參觀 ACSA 的 ULB 定位系統 ◆ 07/21 下午 (17:45 ~ 18:20) <ul style="list-style-type: none"> ◆ 講評與討論 ◆ 授於訓練證書 	
07/22	新加坡-台北 BR226	返國

三、心得

以下心得分爲四段探討本次行程之心得，包括：各國對海上空難之偵搜及打撈經驗分享、ACSA 對海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗、BEA 對 AF447 海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗、黑盒子海上偵蒐演練。

3.1 各國對海上空難之偵搜及打撈經驗分享

新加坡 (AAIB) 對海上空難之偵搜及打撈規畫：有鑑於新加坡四周環海，且其航線均跨越海洋飛行；近期，印尼 Adam Air 及法航 AF 447 兩事故的啓發；新加坡 AAIB 組成工作小組以期強化海上空難之偵搜及打撈之協調，資源整合及人員訓練。該工作小組包含偵搜及打撈組 (Survey and Recovery Team, SRT) 及支援調查組 (Investigation Support Team, IST)。

- **偵搜及打撈組 (SRT)**
 - ◆ 計劃和執行偵搜作業，審查偵搜結果，及修定偵搜區域不論透過 ROV 或潛水員
 - ◆ 水下殘骸現場之監測、測繪及評估
 - ◆ 取得商用打撈公司之協助，以打撈水下殘骸
 - ◆ 評估偵搜行動，並建議 IIC 何時應當停止偵搜行動
 - ◆ 組成成員：AAIB 調查員、國內外水下專家、國際調查機構水下偵搜顧問、新加坡海軍／空軍／機場消防人員、航空公司技術代表、飛機製造商之結構及發動機工程師等
- **支援調查組 (IST)**
 - ◆ 後勤支援偵搜及打撈組
 - ◆ 協調與其他政府機構 (包括國家搜救隊)
 - ◆ 協調罹難人員之 (DNA) 檢定和識別事宜
 - ◆ 負責媒體事宜
 - ◆ 殘骸儲存、識別與重建

- ◆ 執行事故初步調查及羅列事實發現
- ◆ 例行性新聞發布及更新

法國飛航事故調查局（Bureau d' Enquêtes et d' Analyses pour la sécurité de l' aviation civile, BEA）近 10 年海上空難偵搜及打撈經驗分享：與水下黑盒子專業偵蒐公司 ACSA 之合作經驗與成果；BEA 主導歐盟 2009 年及 2010 年之海上演練，並對國際民航組織（ICAO）／歐洲航空安全局（EASA）提出之相關建議。

- 自 2004 年至 2011 年，平均每年主導 1 件海上空難之偵搜及打撈工作
- 相關海上空難的調查經驗要與國際社會分享
- EASA 透過歐盟民航研討會（European Civil Aviation Conference, ECAC），已舉辦 2 屆海上偵蒐演練，藉以收集各國的經驗技術，並與打撈公司建立聯絡管道
- BEA 提出” Guidance on the Underwater Location and Recovery of Aircraft Wreckage and Flight Recorders, “（2011.07.13）。本文件涵蓋黑盒子偵搜及定位、殘骸偵搜及定位、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。

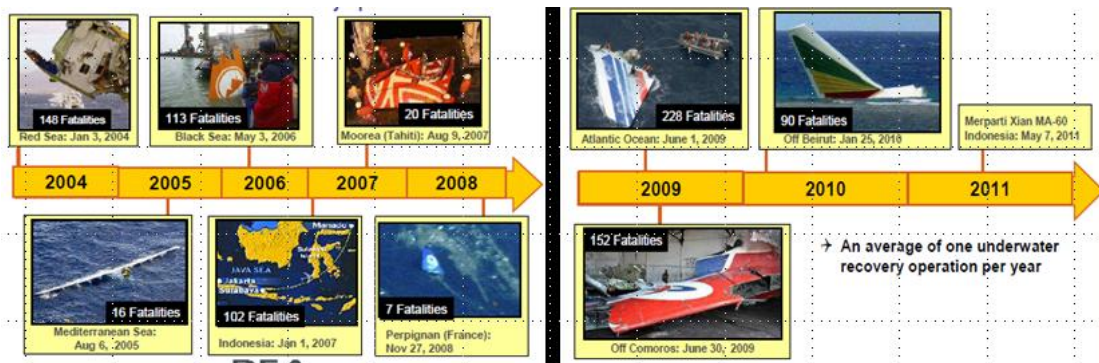


圖 2 BEA 最近 8 年參與海上空難

ATSB 3 起海上空難偵搜及打撈經驗分享：整合澳洲水警資源；3 起事故可能的環境危害；手持式 Pinger Receiver、迷你 RO 及側掃聲納之應用。

- SA227 'Metro III' 墜海事故 (2008, 雪梨機場南邊約 6.2NM, 105 公尺水深)
 - ◆ 先以水警小船及手持式 pinger receiver 完成初始定位
 - ◆ 再用水警大船+迷你 ROV (Seabotix LBV150-SE 5, 屬水警) 取得紀錄器
 - ◆ 花費 10,000~20,000 澳元
- GA-8 Airvan 墜海事故 (2008, Elcho Island 東邊約 5.0NM, 17 公尺水深)
 - ◆ 先以水警快艇尋找"消失"的飛機
 - ◆ 再用水警搜救船+迷你 ROV (Seabotix LBV150-4)+側掃聲納找到殘骸
 - ◆ 水母危害!!
 - ◆ 花費 700,000 澳元
- Westwind 114A 墜海事故 (2009, Norfolk Island 西邊 3NM, 約 50 公尺水深)
 - ◆ 先以水警快艇尋找"消失"的飛機

- ◆ 再用水警搜救船+迷你 ROV (Seabotix LBV150-4)+側掃聲納
找到殘骸
- ◆ 大鱷魚危害 (體長 5.5 公尺)
- ◆ 花費 40,000~50,000 澳元
- **重大失事執行小組 (major accident executive team)**
 - ◆ IIC Mr. Joe Hattley EMAIL:joe.hattley@atsb.gov.au;
tel: +61 2 6274 6479
 - ◆ Team members: Mike Watson (mike.watson@atsb.gov.au);
Simon Grummett (simon.grummett@atsb.gov.au); Derek
Hoffmeister (derek.hoffmeister@atsb.gov.au); Dale
Mcallum (dale.mcallum@atsb.gov.au)

HKCAD 1 起海上空難偵搜及打撈經驗分享：AW139 直升機因尾旋翼斷裂而墜海；應用多聲束聲納、地面監控攝影機及 GPS RTK 定位技術尋找墜海之尾旋翼組件；應用三維雷射掃描儀 (3D Laser Scanner)，製作尾旋翼三為模型。

2010/07/03 一架 AW139 直升機從香港 Sky Shuttle Heliport 起飛後墜海，約 1200 香港時間，離海平面高度約 350 呎。因尾旋翼斷裂後機組執行海面迫降 (水深約 13~20 公尺)。

徵詢各調查機構的意見，進行水下殘骸偵搜與打撈規畫；經協調香港相關部門後展開，機體殘骸打撈；使用相關技術 (多波束及地面監控攝影機) 尋找水下的尾旋翼；最後以 2 組在港口之海面船隻監控攝影機發現尾旋翼墜落過程，再配合 GPS RTK 定位技術算出尾旋翼落水點。

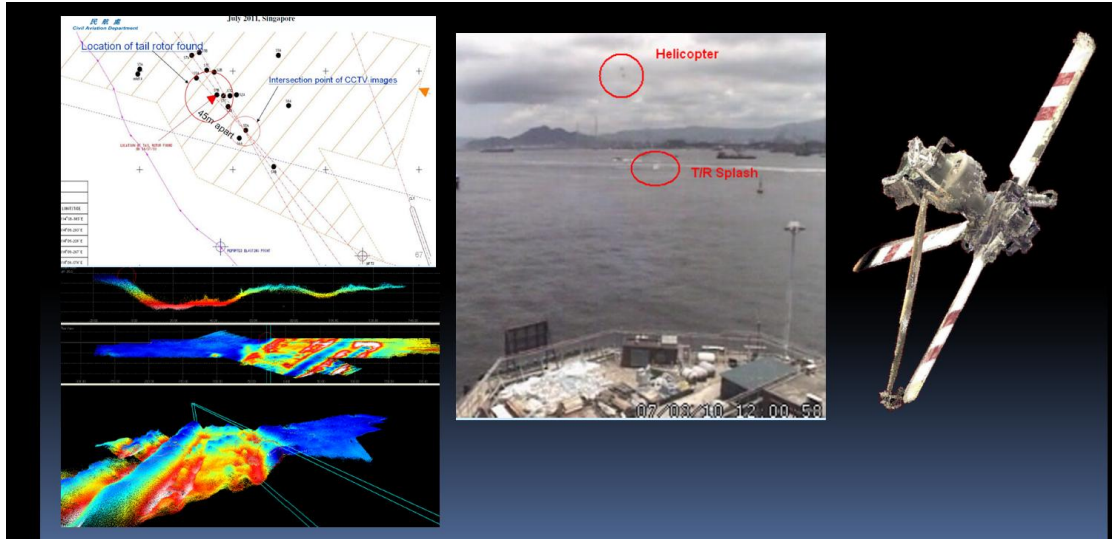


圖 3 香港 HKCAD 針對 AW139 直升機事故所作之調查工作

3.2 ACSA 對海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗

ACSA 是一家法國公司，該公司成功應用衛星定位技術於水下黑盒子之偵蒐。主講人從講解傳統手持式 Pinger Receiver 的操作及困難；並分享該公司近年成功經驗及全年無休的飛行小組（3 人）；一般在 2000m 內之水深，使用裝備型號 Detector 1000 或 GIB-SAR 皆可達成；由於 AF447 事故地點深度超過 3000 公尺，因此該公司目前正研發水深 2000~6000 公尺之偵測裝備，預計 2012 上半年完成，研發經費逾 1000 千萬美元；該公司與法國海軍及 BEA 的有密切的合作。

◆與法國海軍與BEA的合作經驗

<p>Detector 1000 可以下潛收資料10MIN 偵測範圍5 KM</p>		<p>GIB-SAR 4~12組 定位精度1 m</p>	
---	---	---	---

圖 4 ACSA 之水下定位裝備外觀圖

- 埃及航空公司 *Flash Air B738* (2004, 紅海 約 1000 公尺水深)
 - ◆ 事故後 11 天收到法國海軍通知
 - ◆ 到達現場後，4 小時完成紀錄器水下定位（精度 5m），隔天取得紀錄器

- **亞美尼亞共和國 Armavia A320 (2006, 俄羅斯黑海 約 500 公尺水深)**
 - ◆ 事故後收到法國 BEA 通知
 - ◆ 到達現場後，4 小時完成紀錄器水下定位，隔 5 周後取得紀錄器
- **法國軍用直升機 (2007, 埃及紅海 超過 1000 公尺水深)**
 - ◆ 事故後收到法國海軍通知
 - ◆ 到達現場後，24 小時完成紀錄器水下定位(精度 5m)，13min ROV 找到殘骸及組員
- **聯絡人資訊**
 - ◆ 總經理 Mr. Hubert THOMAS - hthomas@underwater-gps.com
 - ◆ 銷售部門經理 Mr. Patrice PLA - ppl@underwater-gps.com
 - ◆ Website <http://www.underwater-gps.com/>

3.3 法國 BEA 對法航 AF447 海上空難之黑盒子偵蒐技術與經驗

法航AF447空難發生後，BEA發現水下超過3000公尺的殘骸偵搜及黑盒子定位困難後，BEA於2009年8月上旬決定成立一個跨國的工作小組，稱為飛航資料回收小組 (Flight Data Recovery Working Group)，以作為AF447調查的技術輔助小組，著重於探討飛航資料(緊急)傳送技術、飛航紀錄器新技術及殘骸定位技術。其中，飛航資料傳送議題，主要研討透過衛星傳送航空器發生事故前及初期的資料，以及飛航紀錄器水下信標 (ULB) 的持續運作的時間 (壽命) 與傳送距離。

這個工作小組共有50個機構參加，區分為事故調查機構、飛安監理機構、航空器及航電製造商等。其中，事故調查機構包括：法國BEA、德國BFU、美國NTSB、加拿大NRC、加拿大TSB、英國AAIB、台灣ASC及大陸CAAC等。此工作小組成立之初，先收集整理1970年至2009年間，大型民用航空器的墜海資料計有36件，其中有4件(含AF447)未找到殘骸，且9具黑盒子也未尋獲。根據各國提供資料，這些成功找到黑盒子的案例，只要動用水下ROV其平均每日操作費用為2,000,000

USD，且因黑盒子受損使ULB分離的機會約佔66%。值得一提的是，研究成果指出若大型民用航空器機身安裝低頻ULB（8.5 ~ 9.5 KHZ）其成本每具約2,000 USD，且現有船艦都可以在4 NM至10 NM內偵測到訊號。據查本會現有Behthos DPL-275水下聽音器亦可探測8.5 ~ 9.5 KHZ訊號。

BEA經歷五階段偵搜的工作，共176天海上作業，才找到AF447主殘骸，紀錄器及部分遺體（水深約3900公尺），重點摘要如下：

- 第 1 及第 2 階段均已整合各種資源（空中偵察機、多波束聲納、側掃聲納、潛艦、水下無人載具（ROV）、水下駟主無人載具（AUV）、投落送探測器、拖曳式聽音器……）
- 發展 5 種 Reverse-Drift Simulation 以找出可能落水區域（CNRS, Meteo France, SHOM…）
- 組成跨國工作小組，收集近 20 年海上空難案例，探討落水點及打撈的技術
- 第 3 至第 5 階段，採用國際標方式” call for tender” 尋求業界最佳的技術，最後 BEA 整合了巴西經貿部門及 BIMCO（Time charter party for offshore service vessels）及 FMS（Foreign Military Sales）兩大資源，獲得（phase 3 & 4）：
- 伍茲霍尔海洋研究所（Woods Hole Oceanographic Institution），配備 REMUS 6000 AUV
- ANNE CANDIES - Phoenix International，配備 ORION SSS, CURV21 ROV
- Seabed Worker，配備 TRITON ROV
- 第 5 階段（遺體、紀錄器及部份主要殘骸打撈）：
 - ◆ Alcatel-Lucent/LDA - Cable Ship + Phoenix
 - ◆ France Telecom Marine（FTM）
 - ◆ Phoenix International：MV EDT ARES

2011年4月2日側掃聲納找到疑似殘骸區域；一天內以ROV確認殘骸。整個AF447 水下偵蒐面積達17,000平方公里，殘骸分布面積約才0.12平方公里，平坦的水底，水深3900公尺，簡直就是大海撈針，參考圖5~6。

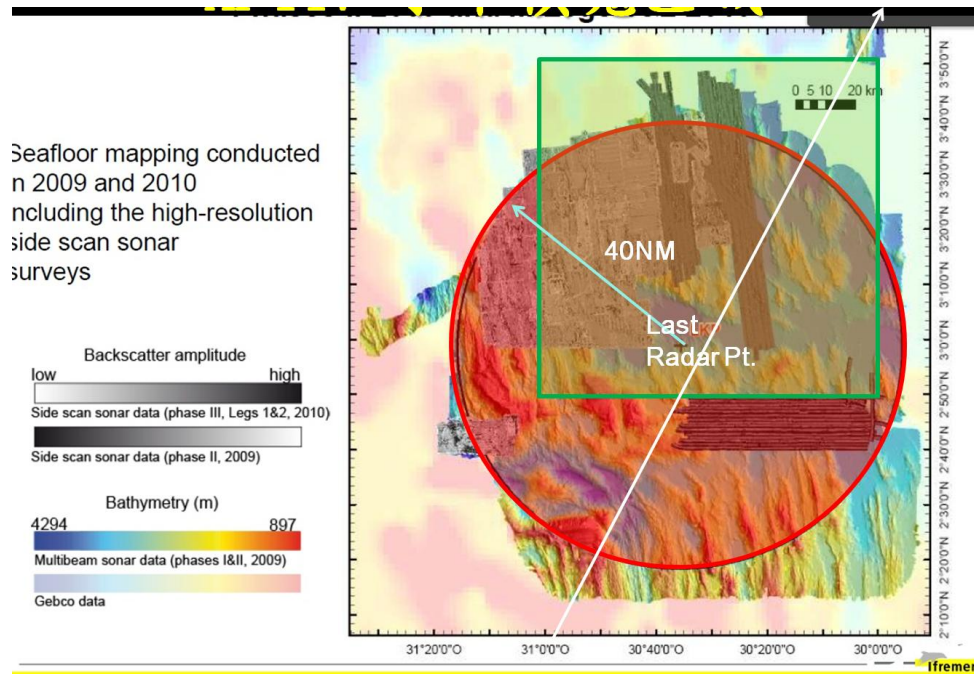


圖5 AF447 水下偵蒐區域

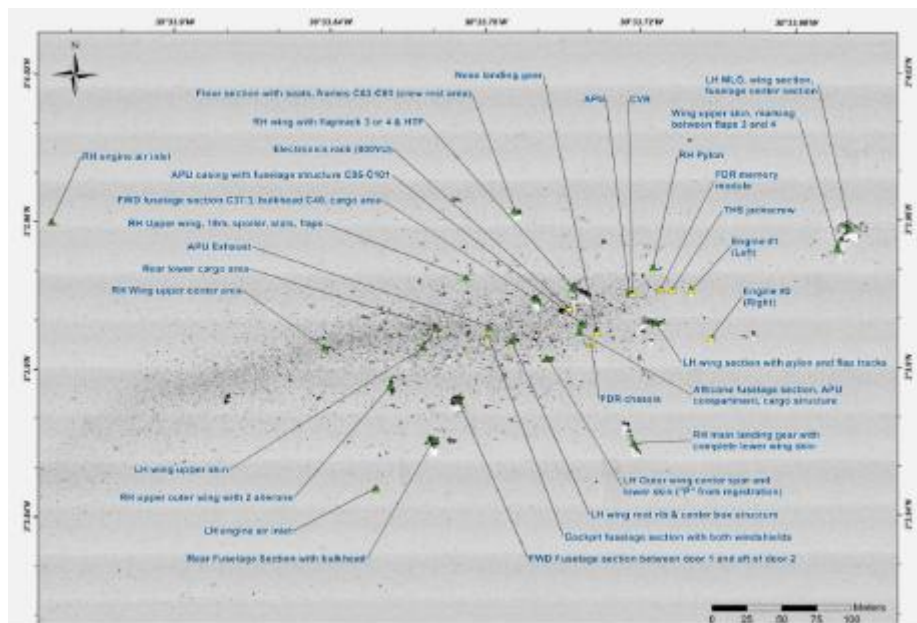


圖6 AF447主要殘骸之水下分布圖

AF447 水下偵蒐及殘骸打撈費用達3,460萬歐元，約14.4億台幣，各階段所

花費經費如圖7所示。

Surface search	June 2009	26 days	€80 million (estimated for information)
Phase 1	June/July 2009	30 days	10 M €
Phase 2	August 2009	22 days	
Phase 3	April/May 2010	52 days	11.6 M €
Phase 4	March/April 2011	15 days	7 M €
Phase 5	April-May 2011	31 days	6 M €
TOTAL phases 1-5 (on site)		176 days	€ 34.6 million (estimate)

圖7 AF447 水下偵蒐及殘骸打撈費用

AF447 經驗與學習，重點摘要如下：

1. 有賴於國際社會的共同努力及群體的技術合作，BEA才能完成艱鉅的黑盒子打撈任務；
2. 對於遺體的處置與打撈極為重要；
3. ULB的信標發射時間（電池壽命）必須增為90天，且BEA已對ICAO Annex 6提出建議；
4. 未來商用飛機應該於機身安裝低頻信標（8.8kHz），且BEA已對ICAO Annex 6提出建議（詳後補充說明）；
5. 建議新式民航機的飛機通信定址和報告系統（ACARS）應提高航機的位置發報率（AF447每10分鐘，航機約行進150公里）；
6. 投落送探測器的機體殘骸漂浮測試，要盡速執行以減少不確定性；
7. 所有偵蒐集與打撈之相關資料要詳加記錄，便於後續分析與應用；應該共同發展新的技術及工具，尤其要加強側掃聲納技術，以俾利海上

空難的作業。

2010年6月1-3日的ICAO飛航紀錄器工作小組（FLIRECP）會議亦將研討上述相關問題，該會議計有11個ICAO會員國及3位 Advisors參加。主要的議題包含如下：

- 直升機輕型簡式紀錄器（Lightweight recorders for helicopters）
- 飛航紀錄器獨立電源供應（Recorder independent power supplies）
- 等級A機載影像紀錄器（Class A airborne image recorders）
- 可拋式飛航紀錄器（Deployable recorders）
- 飛航資料持續或緊急傳送（Continuous or triggered transmission of flight data）
- 飛航紀錄器水下信標（Underwater Locator Beacons）

此次FLIRECP會議研討之議題，係針對ICAO ANNEX 6 提出新的SARPs，修訂章節為 Part I 6.5（下標線為新增），相關內容節錄如下：

Applicable to Annex 6 Part I Appendix 7

1. General Requirements

1.1.1 The flight recorder systems containers shall: be painted a distinctive orange or yellow colour:

b) Carry reflective material to facilitate their location; and

c) Have securely attached an automatically activated underwater locating device operating at a frequency of 37.5 Khz. At the earliest practicable date but not latter than 1st January 2018, this device shall operate for a minimum of 90 days.

Applicable to Annex 6 Part 1

6.5.3 All aeroplanes on long range over-water flights

6.5.3.1. c) from 1st January 2018, on all aeroplanes of a maximum

certificated take-off mass of over 27,000 kg a securely attached underwater locating device operating a frequency 8.8 kHz. This device shall operate for a minimum of 30 days.

Note —the 8.8 kHz underwater locating device should not be installed in wings or empennage.

Note —Underwater Locator Beacon (ULB) performance requirements are as contained in the SAE AS8045A, Minimum Performance Standard for Underwater Locating Devices (Acoustic) (Self- Powered) , or equivalent documents.

d) with a maximum certificated take-off mass of over 27 000 kg for which the type certificate is first issued on or after 1 January 2018, a means of automatically transmitting sufficient information to determine the position of an accident over water to within 4 NM.

e) with a maximum certificated take-off mass of over 27 000 kg for which the individual certificate of airworthiness is first issued on or after 1 January 2020, means of automatically transmitting sufficient information to determine the position of an accident over water to within 4 NM.

Note: An ELT integrated in a deployable recorder or transmission of data may be examples of means of compliance. Transmission under water is not considered acceptable as a means of compliance.

3.4 黑盒子海上偵蒐演練

7月21日上午 (08:00 ~ 13:00) , 四組人員使用水下聽音器 (Pinger Receivers) 分別搭四艘小艇 (Boat 1/2/3/4) 到第一作業區演練 ; 以另一大船接駁到第二作業區 , 觀摩前四組作業情形並登船參觀ACSA公司之水下GPS定位系統。

7月21日下午 (14:15 ~ 17:30) , 第五組出海至第一作業區演練 ; 上午前四

組人員登上接駁船到第二作業區，參觀ACSA公司之水下GPS定位系統。約於17:45時，進行講評與討論授於訓練證書。

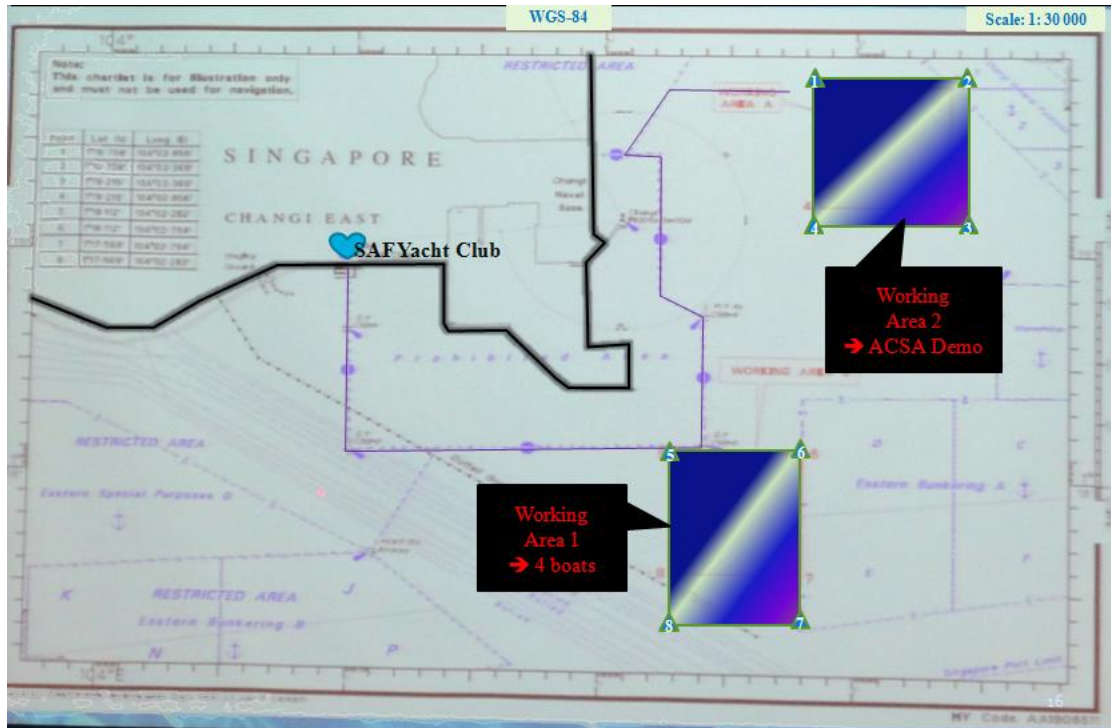


圖 8 第一作業區演練區域及動線



圖 9 演練期間相關活動照片 (1)



圖 10 演練期間相關活動照片 (2)

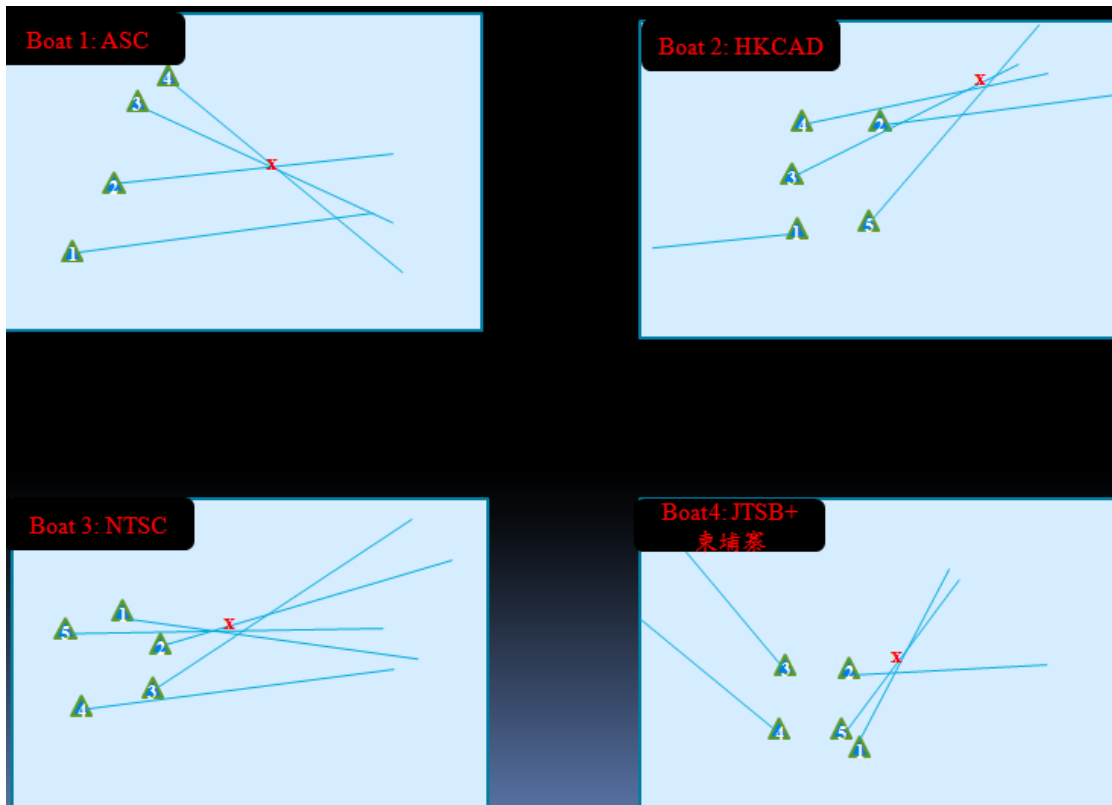


圖 11 上午四組演練成果及 ULB 定位點

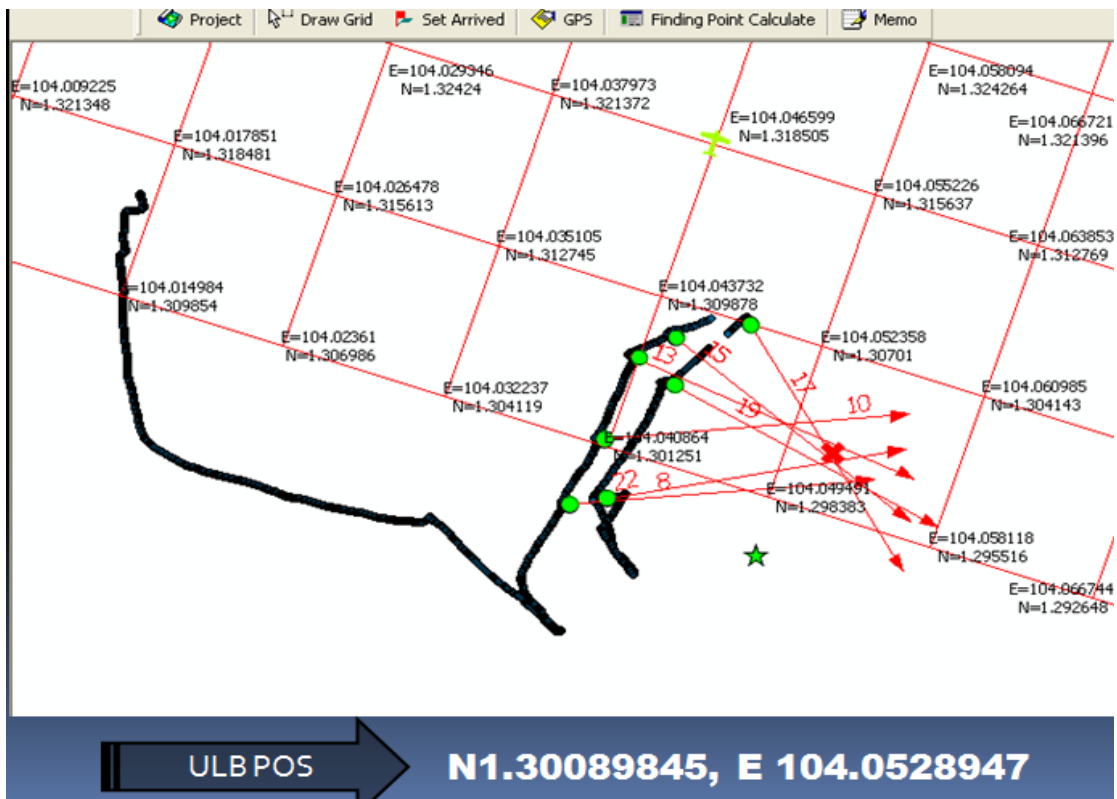


圖 12 本會FRULS1 操作畫面及ULB定位點

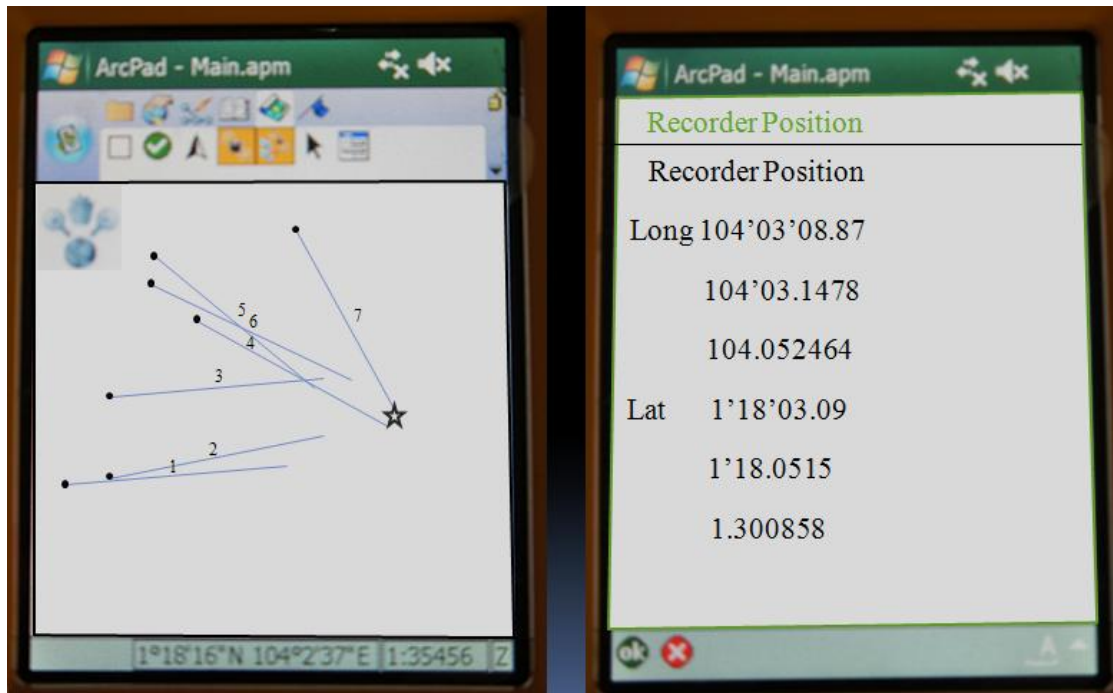


圖13 本會FRULS2 操作畫面及ULB定位點

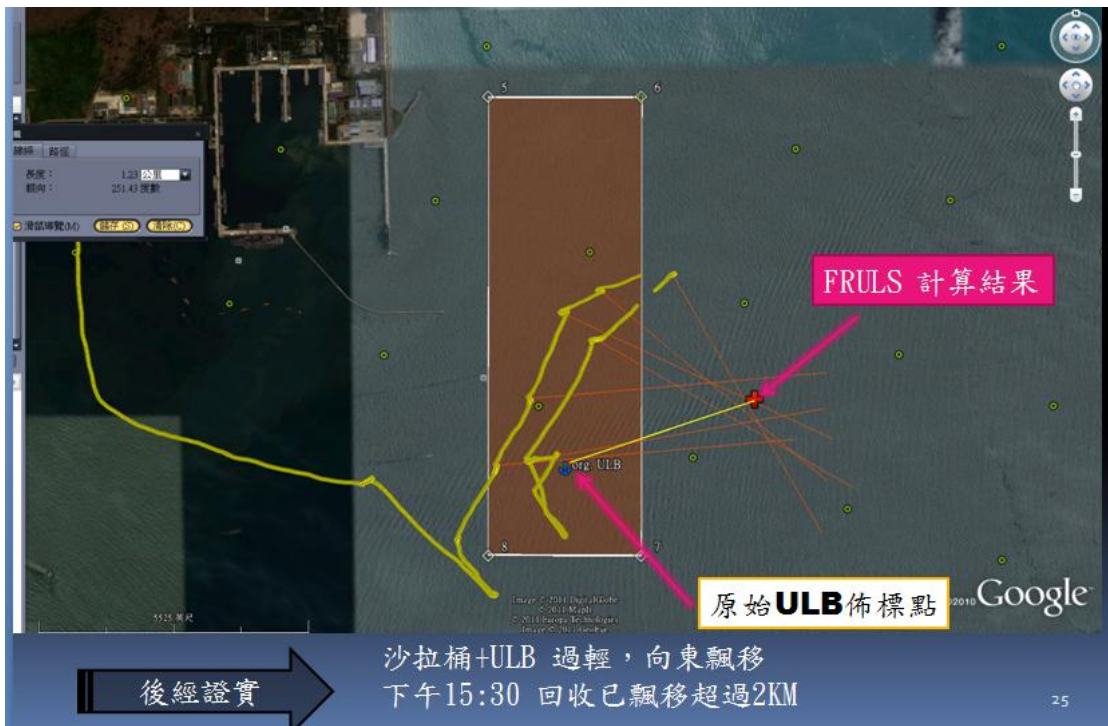


圖14 本會參與演練、ULB定位點與衛星影像套疊成果

四、建議

本次赴新加坡參加飛航紀錄器水下演練研討會，行程圓滿且收穫豐富。各國的飛航紀錄器專家計40餘人出席，相關議題的討論及交流熱絡。尤其，藉此機會了解各國對海上空難規畫及飛航紀錄器之水下定位技術。職提出兩項建議：

- 一、 因應未來可能之挑戰，持續參與亞太地區的飛航事故相關演練活動。
- 二、 持續學習新的調查方法，並改善本會調查裝備效能，以期提升我國之飛航事故調查能量。