

## 出國報告（出國類別：進修）

# 參加海事事務調查技術工作坊在職訓練 出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：正研究員／莊禮彰

研究員／陳沛仲

助理研究員／顏怡庭

副調查官／王子韋

派赴國家／地區：英國南安普敦市

出國期間：民國 112 年 10 月 17 日至 10 月 22 日

報告日期：民國 113 年 1 月 18 日

本頁空白

公務出國報告提要 系統識別號\*\*\*\*\*

出國報告名稱：參加海事事故調查技術工作坊在職訓練出國報告

頁數：25 頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會

聯絡人：郭芷桢

電話：(02) 7727-6228

出國人員姓名：莊禮彰

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：正研究員兼組長

電話：(02) 7727-6333

出國人員姓名：陳沛仲

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：研究員

電話：(02) 7727-6335

出國人員姓名：顏怡庭

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：助理研究員

電話：(02) 7727-6219

出國人員姓名：王子韋

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：副調查官

電話：(02) 7727-6327

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 視察 6 訪問 7 開會 8 談判 9 其他

出國期間：民國 112 年 10 月 17 日至 10 月 22 日

出國地區：英國

報告日期：民國 113 年 1 月 18 日

分類號/目

關鍵詞：船舶航行資料紀錄器 (voyage data recorder, VDR)、海事事故調查、運輸安全

內容摘要：

本次訓練由英國政府海事事故調查局 (Marine Accident Investigation Branch, MAIB) 之實驗室主導，就船舶航行資料之解讀與分析處理進行訓練及國際交流。主題包含案例探討、技術報告、實際演練各型船舶紀錄器之資料救援技術及海事事故資料分析系統 (Marine Accident Data Analysis Suite, MADAS) 使用者交流等工作坊，並由各國海事事故調查機構分享處理技術問題上之突破、或提出遭遇之困難供在場所有單位集思廣益，另亦就建立跨國線上 VDR 資料庫之構想進行討論。

# 目次

一、前言.....	1
二、行程.....	2
三、訓練摘要及心得 .....	7
四、訓練心得及建議事項 .....	23

本頁空白

## 一、 前言

民國93年，美國國家運輸安全委員會(National Transportation Safety Board, NTSB)、法國航空失事調查局(Bureau d' Enquetes et d' Analyses pour la Securite de l' Aviation Civile, BEA)、加拿大運輸安全委員會(Transportation Safety Board of Canada, TSB)、澳洲運輸安全局(Australia Transportation Safety Bureau, ATSB)及本會前身飛安會共同創立飛航紀錄器調查員(Accident Investigator Recorder, AIR)會議，原為提供全球飛航紀錄器專家研討相關議題及解決方案之技術平台，後續該會議範圍逐漸擴充至不同運輸模組之紀錄器議題，廣泛探討所有應用於事故調查中記錄各種事件及參數之裝置及技術，促進各國運具紀錄器領域技術合作及共同成長。然而，有鑑於船舶航行資料與其他模組不同之特性，英國政府海事事務調查局(Marine Accident Investigation Branch, MAIB)遂提議於本(112)年度邀集各國海事事務調查機構之技術人員，於AIR年會之後舉辦本次海事事務調查技術工作坊在職訓練。

MAIB 成立於 1989 年，具備豐富海事事務調查實務經驗，其技術支援部門(Technical Support Team)在船舶航行資料紀錄器(Voyage Data Recorder, VDR)解讀、海事資料分析及操船模擬等方面之技術能量先進，為各國海事事務調查機構遭遇技術問題時之諮詢對象，亦受託辦理他國調查機構海事調查相關技術訓練，是為該領域之領導者。本次訓練即由 MAIB 實驗室主導，主題包含案例探討、技術報告、實際演練各型船舶紀錄器之資料救援技術及海事事務調查資料分析系統(Marine Accident Data Analysis Suite, MADAS)使用者交流等工作坊，並由各國海事事務調查機構分享處理技術問題上之突破、或提出遭遇之困難供在場所有單位集思廣益，另亦就建立跨國線上 VDR 資料庫之構想進行討論。


## 二、 行程

本訓練舉辦時間為 112 年 10 月 19 日至 20 日共 2 天，地點為英國南安普敦市 MAIB 總部，共有約 21 位各國政府海事事故調查機構之紀錄器調查員出席，分別來自英國 MAIB、荷蘭安全委員會（Dutch Safety Board, DSB）、澳洲 ATSB、紐西蘭運輸事故調查委員會（Transport Accident Investigation Commission, TAIC）、新加坡運輸安全調查局（Transportation Safety Investigation Bureau, TSIB）、日本運輸安全委員會（Japan Transport Safety Board, JTSC）、加拿大 TSB 等，另有美國 NTSB 線上參與。本會選派運輸工程組助理研究員顏怡庭及副調查官王子韋參與本次訓練，另適逢本屆飛航紀錄器調查員 AIR 會議於 112 年 10 月 16 至 18 日由英國航空失事調查局（Air Accidents Investigation Branch, AAIB）主辦，運輸工程組正研究員兼組長莊禮彰及研究員陳沛仲參加 AIR 會議後，接續參與本次訓練，訓練後再繼續下一行程，執行 VDR 資料救援作業。行程表如下：



日期	梯次(1)		梯次(2)	
	起訖地點	記要	起訖地點	記要
10/14-15	台北-倫敦	啟程		
10/16	倫敦	飛航事故紀錄器調查員(AIR)年會 (另案報告)		
10/17-18	倫敦	飛航事故紀錄器調查員(AIR)年會 (另案報告)	臺北-南安普敦	啟程
10/19-20	南安普敦	海事事務調查技術工作坊在職訓練	南安普敦	海事事務調查技術工作坊在職訓練
10/21-22	倫敦	例假日/前置準備作業	南安普敦-臺北	返程
10/23-24	倫敦/南安普敦	VDR 資料救援作業 (另案報告)		
10/25-26	倫敦-台北	返國		

會議議程如下：



## Marine Specific Technical Seminar 19<sup>th</sup> October 2023

Agenda:

09:00 - 09:30 - Coffee and registration (30min)  
**09:30 - 09:40 – Start: Hello and welcome (Richard North 10min)**  
09:40 - 10:40 - VDRs Only as good as the last APT or are they? And “**ALFRED**” Case Study. (Richard North 60min)  
10:40 - 11:00 - **Coffee (20min)**  
11:00 - 11:30 - Accident Investigation Branch Technical Group (AIB-TG) VDR database and VDR resource forum, (Richard North and group 30min)  
11:30 - 12:00 - Fremantle Highway HVR-03 capsule data recovery (David Owsianka 30min)  
12:00 - 12:30 - Delegate Case Studies (30min)

- DSB The Netherlands - Open-source On-premise Automated Audio Transcription. (Floris Gisolf)
- TTSB Taiwan - Enhancing Marine Accident Investigation Capabilities. (Yitin Yen)

12:30 - 13:10 - **Lunch (40min)**  
13:10 - 13:40 - Delegate Case Studies (30min)

- ATSB Australia - Recovery of VDR audio following incomplete data. (David Wilson)
- TAIC New Zealand - Frustration with the difficulty of decoding Garmin memory chip data. (Penglin Song)
- TSB Canada - Presentation to discuss our experience recovering the data from the ZIM KINGSTON VDR. (Eric Brown)
- TSB Canada - Brief update on the Titan submersible investigation (Pending DOI Marine Approval) (Eric Brown)

13:40 - 14:40 - MAIB case studies and technical discussions (Joe Steel, Scott Rogers David Owsianka 60min)  
14:40 - 15:00 - **Coffee (20min)**  
15:00 - 15:30 - VDR Session 1 (30min)  
15:30 - 16:00 - VDR Session 2 (30min)  
16:00 - 16:30 - VDR Session 3 (30min)  
16:30 - 17:00 - VDR Session 4 (30min)  
**17:00 – 17:10 - Finish and thank you (10min)**

Dinner booked for 19:30 further details will be provided on the day.

圖 1、10 月 19 日訓練課程

**MADAS User Group Meeting**  
**MAIB UK**  
(Spring Place, 105 Commercial Rd, Southampton SO15 1EG)

**Friday 20<sup>th</sup> October 2023**

**AGENDA**

- 09:30<sup>1</sup>      Arrival/signing in/get a coffee etc.
- 09:45      Welcome / Overview of the Agenda and introductions.
- 10:00      New MADAS Developments -
- MADAS replay V12 enhancements (Joe Turner Avenca)
  - Transcript wizard (Matt Ashman Avenca)
- 10:45      Stena Europe – New Transcript wizard (Richard North MAIB)
- 11:00      Coffee Break
- 11:30      User Contributions/Examples of MADAS Use –
- Stena Europe – Fire in engine room. (Richard North MAIB)
  - Alnic MC c/w USS John S McCain (Chris Cox ABL- group)
- 12:00      MADAS-related tips: Interschalt data formats (Richard Ford Avenca)
- 12:30      Lunch
- 13:30      User Contributions/Examples of MADAS Use –
- BITER - Tug capsize whilst towing (Richard North MAIB)
  - JRC GPS anomalies from the Rosco Poplar (Laura Henwood ATSB)
- 14:00      MADAS replay - the way ahead (Neil Baines Avenca)
- 14:15      MADAS Replay Pro Demo (Matt Ashman Avenca)
- 15:00      Coffee Break
- 15:30      Review of suggestions for further enhancements
- 15:45      General Discussion/Open Forum Session
- 16:30      Close.

---

<sup>1</sup> Times are BST (UTC+1)



圖 3、各國參訓調查員於 MAIB 總部合影留念

### 三、 訓練摘要及心得

本次訓練內容因牽涉各國調查中案件應保密及講者未授權，簡報資料不公布，僅以文字記述相關內容摘要及本會參訓人員心得。

#### 3.1 「ALFRED」客滾船擱淺案之 VDR 解讀案例分析及研討

本場案例分析課程由 MAIB 技術支援部門主管 Richard North 主講，使受訓人員明瞭完整的調查過程中可能遭遇之問題及應對邏輯。



圖 4、MAIB 講解 VDR 解讀實例分析

ALFRED 為一艘航行於英國海域且有固定國內航線的客滾船，於 2022 年 7 月 5 日擱淺於 Swona Island 東岸，造成該船乘客受傷、船體左側球狀船艙及其所載運之車輛受損。MAIB 取得之資訊包含該船設計及配置、航行計畫、潮汐資料、船舶自動識別系統（Automatic Identification System, AIS）航

跡、VDR、CCTV 等，此案仍在調查程序中。



圖 5、ALFRED 於 Swona 島東岸擱淺（資料來源：<https://rnli.org/>）

依照英國法規，國內航線之客船不需安裝 VDR，然而該船製造地為越南，因此在越南當地由技師安裝英國廠牌 AMI Marine 之 S-VDR 後，由越南航行回到英國境內。然而，該 VDR 並未被妥善安裝，VDR 年度檢修 (Annual Performance Test, APT)，亦未被確實執行，因此 MAIB 介入調查後，發現該 VDR 之安裝及設定存在許多問題。事實上，VDR 製造商與 VDR 技師之間對於 VDR 的認知是有所差異的，VDR 製造商也許對於 VDR 本身的技術細節較為了解，但 VDR 安裝技師需要全面掌握船上所有航行儀器設備的設定，以及訊號輸出端與 VDR 之間的介接，當遇到 VDR 製造商和造船廠委託的技師之間資訊有所落差時，就會需要花費更大的心力來處理該事故調查。

其中，VDR 資料中，電子海圖顯示及資訊系統 (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) 和 RADAR 擷取畫面出現問題，同時數據資料方面也缺失釐清此案最關鍵的舵角反應 (Rudder Sensor Angle) 參數「\$AGRSA」，該 NMEA 碼<sup>1</sup>只在部分時間會出現，並非持續記錄於 VDR 中。經過進一步的追查及翻閱當時各項設定文件後，發現該船操縱系統 (Steering System) 僅會在船舶進入自動駕駛模式 (Auto Mode) 時才會將舵角等相關參數轉換為 NMEA 碼並寫入 VDR，因此 MAIB 建議於調查類似船舶時，除解讀 VDR 資料外，同時亦須注意 VDR 紀錄參數的時機。而當船舶在手動

---

<sup>1</sup> 美國國家海洋電子協會 (National Marine Electronics Association, NMEA) 所制定的航海電子儀器通訊標準。

操控模式下，MAIB 注意到船舶仍有將訊號傳入 VDR，但因設定問題該 VDR 播放軟體並無法呈現該訊號相關資訊。再經過逐項檢查及與原廠來回溝通後，發現該訊號並非標準 NMEA 碼的形式，需要經過特殊換算後，才能轉換為當時的舵角。因此，VDR 內紀錄參數並不一定為標準 NMEA 碼的形式，若於 VDR 解讀時，有相關航行資料遺失，應檢視轉出之 NMEA 碼是否有特殊代碼，確認編碼方式後，利用 MADAS 系統中之 NMEA Parser 解析工具，由 Sentence Editor 編輯相關設定後解算出正確的數值。將 VDR 解讀結果及此案所收集之資料整合於 MADAS Replay 模組後，即可完整重現該事故發生之事件序，進行相關事故肇因分析。

此外 MAIB 也會嘗試將 VDR 原始檔進行多次解壓縮，可能可以完整檢視或推測其內含的資料內容，此為另一項 MAIB 分享於 VDR 解讀時可利用的小技巧。而為了避免無法取得 VDR 安裝時相關的設定資訊，當至事故船舶下載 VDR 資料時，MAIB 也建議可於 VDR 開啟記錄狀態的情況下，請求船方操作相關儀器，並將該紀錄攜回一併解讀，作為事故紀錄資料的對照與確認。

本案另一分析重點則為事故船舶過往航跡。該事故船舶航行於固定航線，MAIB 透過歷史 AIS 軌跡，比對事故當下航次之航行軌跡與過往相同船長駕駛之航行軌跡做比較，可看出事故航次之航跡與過往航跡的不同之處，藉此可作為事故肇因的分析依據。另外也可分析在不同的天氣、洋流或潮汐條件下，對船舶航行路徑的影響，亦可看出不同船長操船時不同的習慣可能隱藏的危險因子。MAIB 說明，此歷史航跡分析，除了用作事故肇因調查的手段，亦可能為船隊管理所應用，平時船方若進行此項工作，除了可以大幅提昇船舶的安全管理，亦可能提升燃油使用效率等與營運相關的績效。

### 3.2 事故調查技術小組 AIB-TG 及 VDR 資料庫與資源論壇

水路事故調查員國際論壇 (Marine Accident Investigators' International

Forum, MAIIF) 為一個國際性組織，致力於促進海事事故調查者之間的合作和知識分享，以提高海上安全性和預防事故發生。MAIIF 由 MAIB 主導建置了 VDR Resource Forum 技術資源論壇資料庫，並由英國廠商 Avenca Ltd. 負責維運。該資料庫由 MAIIF 向各 VDR 製造商收集市面上各式 VDR 紀錄器相關技術文件及資料，甚或是回放軟體及其他相關應用程式，提供會員國之調查員作為事故調查時下載使用。MAIB 亦說明目前該 VDR Resource Forum 近況，目前已有 100 多個註冊會員，2023 年共收到 20 份 VDR 手冊更新，以及 Kevin Hughes、Sperry、AMI 等廠牌的程式更新。而 2023 年市面上未出現新的 VDR 型號，並以 Danelec、Sperry 及 Furuno 為主要廠牌。

然而，成為 MAIIF 會員需具備聯合國會員資格，我國因政治因素無法加入，亦無法直接獲取各國在該論壇資料庫所分享之技術資源。然而運輸安全無國界，各國事故調查技術人員亦同意和船舶航行紀錄器相關的資訊交流不應受到政治干擾，因此英國、法國及日本等多國海事調查單位擬發起事故調查技術小組 (Accident Investigation Branch - Technical Group, AIB-TG) 的籌辦，藉由更密切的聯繫，共同專注於海事相關的各項技術問題，研擬解決方案。

有鑑於近期 VDR APT 是否確實執行之議題，該小組目前主要工作內容之一為建置船舶 VDR 資料庫，並受 MAIIF 認可及經費贊助，目前正在籌劃過程並徵詢各國調查技術人員之意見中。該資料庫記錄之客體為航行於國際海域且依據國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 規定需裝設 VDR 之船舶，記錄內容則包含船舶基本資料如名稱、IMO 編號及船旗國等；船舶設計及 VDR 介面需求文件；所對應安裝的 VDR 型號、VDR 安裝紀錄及年度檢修報告、設定檔及船籍社檢查紀錄等相關內容。當事故發生，可透過查詢資料庫快速確認事故船舶所安裝之 VDR 型號並取得相關文件，以利後續調查作業。

本會自 108 年改制為運安會以來，即每年進行水路紀錄器普查，並將普查取得之資料登錄於本會建置之船舶 VDR 資料庫。112 年度之普查對象包



含國籍航商之國籍貨船、固定航線之客船及動力漁船（筏），因此若事故船舶為國籍船舶時，即可透過本會國籍船舶 VDR 資料庫快速確認該船舶所安裝之 VDR 品牌及型號，並準備資料下載所需的軟硬體設備，增進事故調查之效率，故若上述國際船舶紀錄器資料庫建置完成後，即可方便本會快速查詢事故船舶上紀錄器的資訊，用以決定所需攜帶之設備。更重要的是，AIB-TG 期望透過該資料庫的資訊收集及統計分析，了解 VDR 是否在事故調查上真正發揮作用，或是 VDR 無法作用的關鍵原因為何（例如 APT 未確實執行；事故緊急儲存鈕啟動程序未正確執行；訊號源資料介面問題等），作為往後修訂 VDR 相關標準之依據。

### 3.3 VDR 膠囊拆解及資料下載技術解說

MV Fremantle Highway 為一艘滾裝船，2023 年 7 月 25 日由德國航行至埃及，船上有 23 名船員及 1 名英國籍領航員，並載運 3,000 餘輛汽車。途中於荷蘭北海岸時發生火災事故並延燒多日，造成 16 名船員受傷、1 名船員死亡及沈船危機，同時 VDR 主機所在的駕駛艙周邊皆受到嚴重的火燒損害。荷蘭安全委員會 DSB 對此事故展開調查並取回事故船舶 VDR 膠囊，並請 MAIB 協助膠囊拆解及資料救援。該船 VDR 製造商為 JRC，型號為 JCY1800，膠囊製造商為 L3 HARRIS 公司，型號為 HVR-03。MAIB 透過本堂課程講解膠囊組成、拆解步驟及注意事項，更重要的是分享了拆解及救援過程中許多重要的決策細節。

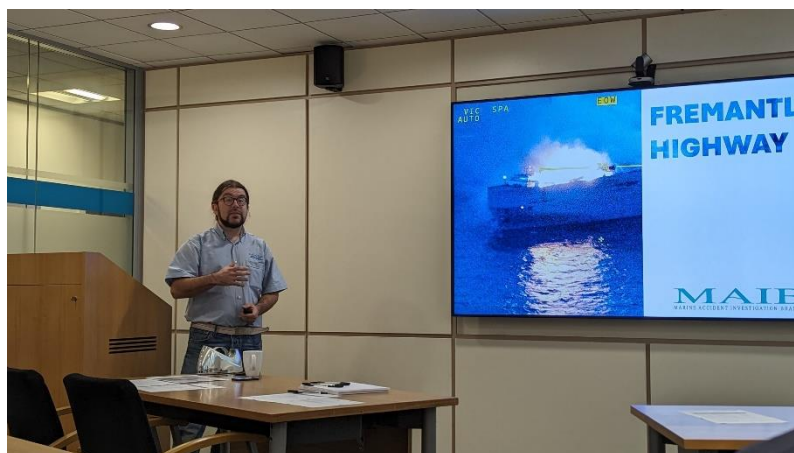


圖 6、MAIB 講師說明膠囊拆解技術

MAIB 在收到 DSB 的共同調查請求後，對此膠囊救援行動進行事前準備，在知悉膠囊型號後，利用 MAIB 先前所留存相似型號之 HVR-02 膠囊做拆解練習，並成功利用 L3 HARRIS 的事故調查員工具( Accident Investigator Kit, AIK) 完成下載測試。MAIB 平時即積極收集、留存各式 VDR 及電子航儀相關設備、零件及手冊等，做為日常訓練及測試之用，因此在此類情況能立刻派上用場，由此可知調查機關平時就要規劃事故發生時的事前準備。

HVR-03 膠囊產品外觀如下圖 7，而該事故膠囊外觀目視有輕微火燒痕跡，為進一步確認內部受損狀態，MAIB 及 DSB 決定進行膠囊拆解。拉開插梢後即可解開扣環，進一步拆解內部構造。其上部為受保護的抗撞殘存記憶體單元 (Crash Survival Memory Unit, CSMU) 電路板，具備可抗撞擊、耐火燒、防水、防鏽蝕等對抗嚴苛環境條件之外殼，而其底部為 24V 電源供應單元，分別為處理器 (Processor) 電路板及電源供應 (Power Supply) 電路板，處理器電路板中內含直接下載讀取記憶體單元內容所須之設定檔資訊。



圖 7、L3 HVR-03 膠囊外觀 (資料來源：<https://www.aeck.com/>)

拆解過程中，MAIB 及 DSB 逐步依照標準程序確認內部構造的完整性，採取必要的測試，並避免不必要的風險。例如拆解步驟來到 CSMU 電路板保護盒時，該電路板以特殊螺絲嵌於保護鐵盒中，MAIB 說明，拆解至此，

可確認火燒並未影響內部記憶體單元，該電路版狀態完整，溫度指示用焊錫無曾熔解跡象，並不需要額外冒風險繼續將電路板拆卸下來，可直接透過 AIK 設備進行資料下載。AIK 設備具有防覆寫功能，可以保護其所讀取的資料不被操作失誤影響，MAIB 所擁有之 AIK 於建置時即已預畫包含 S(H)VR-03 系列下載能力，然而此案最終並未下載成功，經與 L3 原廠確認後，L3 表示 S(H)VR-03 膠囊之 CSMU 於 10 多年前停產前有經過大改版，認為 MAIB 手上之 AIK 只能對應改版前的早期型 S(H)VR-03，DSB 該案之 CSMU 應為後期型版本。目前此案由 DSB 持續會同 L3 原廠進行資料救援，目前該案仍在調查中。

### 3.4 AI 語音轉錄文字技術解說—荷蘭

在進行運輸事故調查，常會取得許多音頻資料，包含人員訪談的錄音紀錄、船舶航行資料紀錄器的聲音資料及飛航語音記錄器內的資料等，而最終這些資料皆須被轉寫成文字抄件，而這個過程需要耗費大量的人力及時間，故不論是本會亦或是國外事故調查單位皆在尋找適合的工具提高語音資料轉為文字抄件的效率。本會之前即採用 Google 所開發的語音轉文字（Speech-to-Text, STT）為核心技術，試圖建置相關能量，惟當時 AI 技術仍未成熟，試驗之結果不盡理想，轉換正確率仍待突破。

此次由荷蘭 DSB 分享該單位如何將 OPEN AI 公司所開發之 Whisper 軟體應用於事故調查相關語音資料的轉譯。Whisper 透過大量多國語音資料進行 AI 模式訓練，可辨識多種語言，除將轉譯結果以對應語言輸出成文字外，亦可直接將對應語言翻譯成英文後以文字方式輸出，且該軟體為開源免費軟體，無須授權費用即可使用並進行後續 AI 模型或軟體之更新。同時該軟體除了可利用網路虛擬平台進行運算外，亦可於單機使用，故於單機使用時，不須連結網路或將相關語音資料上傳至特定雲端空間，確保資料之安全性，惟運算資源皆須由單機電腦提供，故使用該軟體並搭配較大型的 AI 模型時，電腦需具備較佳的 CPU 及 GPU 硬體配置。

荷蘭 DSB 已將其運用於訪談資料的文字抄件撰寫，效果卓越，每 1 小時的語音資料在過往以人工方式處理需費時 7 小時，運用 AI 技術協助後可大幅縮減至 1.5 至 3 小時。然而船舶航行資料紀錄器中，透過麥克風收音的駕駛艙對話，因為環境吵雜錄音品質差，轉錄文字效果並不理想，至於特高頻無線電（Very High Frequency, VHF）錄音則亦可應用，甚至可嘗試將其用於飛航語音紀錄器之音頻資料。DSB 未來將持續優化此應用程式之 AI 模型，包含設定參數微調、突破音頻雜訊處理技術、增加發言人辨識等功能，並於本次技術報告中提供 Whisper 應用的 Python 語法供各國調查單位使用。



圖 8、荷蘭 DSB 分享語音轉文字技術

### 3.5 各國工程能量及技術分享—臺灣、澳洲、紐西蘭、加拿大

本次工作坊訓練，除了由 MAIB 主講，亦邀請各國海事調查單位之工程組（實驗室）進行調查能量及新型技術之分享討論，就調查技術上的實務經驗，分享技術問題上之突破，或提出遭遇之困難，供在場所有單位集思廣益，相互學習。

本會提報主題為水路事故調查方面的能量建置經驗。本會 4 年前由飛安會轉制為運安會，調查範圍擴及水路、鐵道及公路，相較於他國調查機構，於海事事務調查上無法分享太多案例，然而本會運輸工程組自飛安會時期所籌建之技術能量亦為深厚，現場測繪及工程分析技術可跨模組應用於調

查，例如本次報告即展現了無人機航拍測繪應用於南方澳漁港內大橋斷裂事故、地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）套疊技術於東方德班輪事故、3D 影像船舶建模應用於永裕興漁船事故、晶片資料救援技術於天使輪事故上之成果。而飛航紀錄器的解讀能量與經驗，雖不能直接套用到船舶航行資料紀錄器的解讀，卻是重要根基，在一致的調查分析邏輯與方法論上擴充相關知識，透過與國際海事事故調查組織的交流收集資訊，完成籌建船舶紀錄器解讀及 3D 動態模擬能量，進行人員招募及培訓，並成立本會 VDR 工作小組以持續精進水路事故調查技術。這一系列的經驗分享提供了他國未來建置新能量及擴充調查範圍時的實務參考範例，也因為本會受到 MAIB 及其他國家調查單位的協助能有此成果，亦為跨國合作交流的具體實績。

圖 9、本會人員介紹能量建置經驗



澳洲 ATSB 及加拿大 TSB 皆分別分享於 VDR 解讀時遭遇之困難，因為 VDR 原始檔 config 設定檔不完整或資料夾結構錯誤等問題，造成了無法辨識和解讀資料的情況，幸而排除錯誤問題後資料可取回，但仍需要經過一些技術手段轉換為正確的格式。紐西蘭 TAIC 調查員則提出其於解讀一款 Garmin GPS 設備晶片所遭遇之問題，該設備已停產多年，因此無法找到適

合做為資料讀取橋接的產品，Garmin 原廠工程師皆已退休離職也沒有留下相應的技術文件，可能必須使用數位鑑識技術來解碼，然而目前為止還沒有找到適合的工具與方法，本會及各國與會技術人員皆分別提出可能的建議解法，有待 TAIC 調查員會後回饋測試結果。

### 3.6 技術應用探討—影像速度分析、流場分析

MAIB 於本場技術研討時提出目前尚在觀察的兩項技術應用於水路運輸事故調查狀況，雖然這兩項技術尚未取得重大進展，但發展潛力仍值得期待。

其一是影像處理技術於速度分析上的應用。當無法取得船舶航行相關參數時，例如船舶未安裝任何紀錄設備、紀錄設備未正常紀錄、紀錄資料無法救援等狀況，可能必須透過其他影像處理技術來擷取更多有用的資訊。Amped Five 這類的數位取證和影像分析軟體具備視訊修復、影像增強、視訊分析、影像編輯等功能，也可以透過影像的幀率和平面量測數據運算例如車輛行駛速度等資訊。MAIB 正在嘗試利用這類型的軟體推測船舶的航行速度，藉由港區或附近船舶上的 CCTV 影像紀錄對目標船舶之船速進行推估。然而目前為止，測試結果仍不太合理，歸究其原因，在海上並未有太多的固定平面及特徵點可以用來進行速度的推估，因此目前該方法之應用上有一些問題待討論。

其二是當有人員、船舶貨物及船舶殘骸落海後，使用 OpenDrift 這套開源軟體，透過風場及流場資料去推斷其漂流方向及推估的位置，亦或是在發現落海人員、船舶貨物及船舶殘骸後，根據當時的流場及風場回推事故發生的位置。在應用方面，不論是在人員的搜救亦或是漂流物的監控，目前都已有相關的應用，但若透過漂流物去反推事故發生地則尚未有確切的數據去證實其有效性。

### 3.7 VDR 主題工作坊

承前所述，MAIB 實驗室為了事故發生時能迅速反應做了許多準備，收集了大量 VDR 及航海儀器設備及零件，做為訓練、測試、備用基座（golden chassis）及零件替換等用途。其中，VDR 主機便有至少 3 台，使技術人員能於實際進行先遣任務前，即可初步了解 VDR 與各航儀間資料傳輸的方式及其資料儲存位置。

本單元之訓練即安排 VDR 實體操作，將與會人員分組帶開至不同區域，由 MAIB 的成員分別介紹 Rutter、New Sunrise 及 AMI 等 3 個不同廠牌型號的 VDR，並分別教學該 VDR 之資料傳輸的路徑、資料下載的位置及內部硬體的安裝配置等，其後在進行小組的輪換，使所有與會人員皆可接觸到三種不同廠牌型號之 VDR。



圖 10、學員聽取講師介紹 Rutter VDR

VDR 系統基本架構示意如圖 11，各式感測器訊號、駕駛艙麥克風錄音檔、VHF 對話錄音檔、雷達截圖、ECDIS 截圖等透過乙太網路傳輸至主機，並儲存至不同的記憶單元，如主機硬碟不同的儲存區段、資料備份硬碟或 VDR 膠囊等，另有人機介面供人員從駕駛艙查看 VDR 運作狀態或於發生事故時按下緊急備份按鈕等，此外，主機上具備輸出端供事故發生時連接電腦或 USB 硬碟下載資料之用。VDR 完好的情況下由主機即可下載完整資料，但仍會遇到需要由資料備份硬碟或 VDR 膠囊內進行資料下載的情況，故透過此課程可預先熟悉如何由 VDR 的儲存單元，透過資料傳輸線材及原廠回放軟體完成 VDR 內部資料的下載。

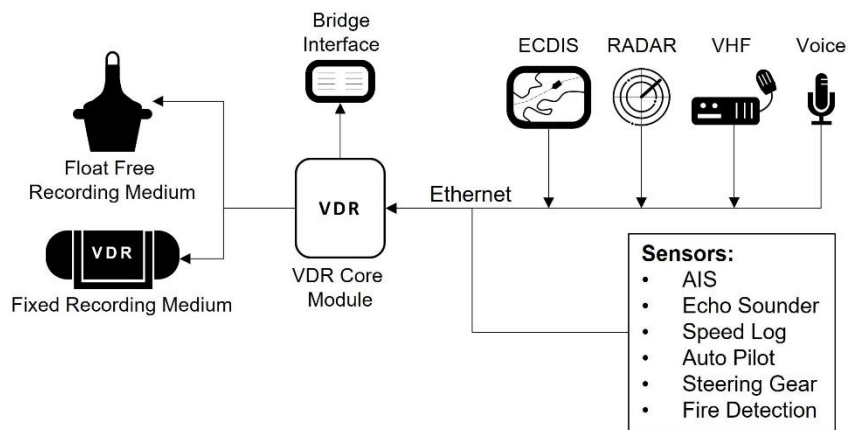


圖 11、VDR 系統架構圖

(資料來源：<https://www.mdpi.com/2077-1312/11/2/267>)

除了 VDR 主機的實體操作，本單元之訓練 MAIB 也安排 L3 HVR-02 膠囊拆解教學及實作，搭配先前 Fremantle Highway 案例中的講解，使參訓人員對膠囊之構造及拆解有更深刻的印象。本會因天使輪的案件已於該次訓練前有成功拆解膠囊並取出記憶單元的經驗，而這次的訓練則讓我們對於膠囊的拆解及組裝有更正確的認知。





圖 8、本會參訓人員實際演練膠囊拆解作業

### 3.8 MADAS 海事事故資料分析系統

MADAS 系統是一套由多項程式模組及工具元件相互搭配而成之系統，調查人員視其所取得之船舶航行資料需進行何種處理，選擇對應之模組套件，以完成資料格式轉換、解讀、時間同步、分析整合等工作，為海事事故調查員的重要工具，甚至可以說是海事事故調查機構的必備能量。該系統由 MAIB、NTSB 等事故調查單位委託 Avenca Ltd.公司為符合水路事故調查需求所共同開發，因此研發之初即由事故調查員及海事各領域專業人員參與，依照實際事故調查需求進行開發（User-driven）並持續擴充相關功能。其主要使用情境為讓水路調查員能夠將不同來源的資料如 VDR、AIS、ECDIS 等，進行時間校準後，於同一畫面上做同步呈現，使調查員能夠快速了解事故發生當下的實際情況，綜觀全局。因此第二天之訓練，除了

MADAS 使用案例分享，亦邀請 Avenca 講解重要功能更新，並透過使用者共同討論取得未來 MADAS 發展方向之共識。

MADAS 最新版 V12 的重大更新及使用說明，包含：

1. 音頻資料可以轉換為視覺化的波形圖像（Audio Waveforms），並藉波形變化判斷關鍵時間點（例如船員以 VHF 頻道與船舶交通服務（Vessel Traffic Service, VTS）溝通的時間點、駕駛艙內有音量較大的警報等），並可直接在介面上選擇回放某段波形所在時間點的相關資訊。
2. 可透過設定功能，於畫面產生隨著船舶移動的參數標示（Parameter Overlay）。
3. 內建時鐘顯示功能：在過往「時間」參數的顯示是依據紀錄資料呈現，若取得之紀錄資料有時間斷點，會需要額外處理，在新版 MADAS 中可以直接開啟時鐘功能來顯示，該功能截取回放時間做為顯示時間，故不會出現時間斷點。
4. 過往只接受 UTM 座標系統製作底圖「.mxd」檔案，現在可使用 WGS84 投影的海圖製作底圖。
5. 內建影片匯出功能：可依照資料更新頻率及快轉速度，設定錄製影片幀率、欲錄製之時間區段及畫面追隨目標後，將執行開源軟體 FFmpeg，直接匯出回放影片（不含音檔），不需再額外使用同步螢幕錄影擷取程式。
6. 回放畫面更新頻率優化：當快轉回放時，可依照快轉速度調整資料顯示更新的頻率。
7. 抄件精靈（Transcript Wizard）模組：即將於今年釋出的新模組，採用圖形化介面供使用者設定抄件逐字稿在 MADAS Replay 模組中的顯示樣式，包含代表不同發話者的文字顏色字體、插入相關圖片及設定對話標題等，都有更多的客製化空間，使用上更加快速方便且直

覺，這些在過往都必須花費大量人力透過 HTML 和 CSS 語法逐行編輯。MADAS Replay 抄件逐字稿功能的使用情境也在本次訓練的案例分享中呈現其實用性，除了以往單純以文字重現語音檔案內容外，MAIB 在 MS Stena Europe 這艘遊艇失火的案件中，利用該功能在回放過程中標示了重要警報啟動的時間點及不同系統之間的時間差，可以更清楚的釐清各事件的發生順序。

而因應電腦技術規格的進展，Avenca 持續針對軟體進行開發與調整，並於本次訓練中發表其全新製作，相較於原版模組之升級版 MADAS Replay Pro 模組，預計於 2024 年釋出。MADAS Replay 為 MADAS 系統中的核心模組，不同來源之資料經過處理後，可透過該軟體於地理資訊底圖上依時間序回放船位軌跡、儀表、語音及雷達紀錄、天氣資訊、抄件內容等，使得事故發生經過得以以概觀全局的角度完整呈現。然而，原版 MADAS Replay 模組，因下列原因在功能更新上有所限制：

1. 原版軟體使用之海圖底層圖台為 Ersi 公司所開發之 ArcMap，然而該產品已於 2023 年 4 月 27 日正式公告僅支援至 2026 年 3 月，故 MADAS Replay Pro 將改以內建技術較先進之 ArcGIS Pro 圖臺。
2. 電子航行圖（Electronic Navigational Charts, ENC）多以加密型式 S63 規格發行，然而原版 MADAS Replay 僅能讀取未加密之 S57 規格，事故調查員需另向電子航行圖中心申請未加密之檔案。Pro 模組則可直接讀取 S63 電子航行圖，未來亦規劃與最新的 S100 規格電子航行圖相容。
3. 原版 Replay 模組為 32 位元應用程式，目前現行硬體處理器及作業系統已多為 64 位元環境，使其在操作流暢度及功能開發上會遇到較多難題，故 Pro 版改以 64 位元進行開發，提升運算處理速度，效能大幅增加。
4. 原版模組使用者介面設計概念較為技術取向，學習曲線陡峭，不容易入門，需花費較多心力進行各項細節設定，Pro 版則依據使用者

經驗設計原則，提升操作介面流暢度。

MADAS Replay Pro 模組亦具備多項重大功能升級，例如：查詢電子海圖物件、航向指示線及航行資料標籤、不需轉檔即可支援多種影片格式且可以更流暢的同時播放多個影片、各項客製化顯示設定、支援資料紀錄頻率高於 1 秒的新式 VDR 等，並可相容原版 MADAS Replay 所製作的專案檔案；此外因運算效能高，可於一般筆記型電腦運行，本會可評估工作電腦之軟體安裝配置，若安裝於筆記電腦則調查人員可視案情所需及環境許可，於現場完成船舶紀錄資料整合，迅速掌握事故關鍵資料並據以採取下一步動作，而不需返回到會內工作站才進行處理，對於遠地發生或具時效性之現場工作有其優點。

## 四、 訓練心得及建議事項

船舶航行資料紀錄器的資料下載與解讀分析為水路事故調查中重要的一環，也是本會改制以來積極建置的能量，透過本次海事事故調查技術工作坊的訓練，以及與國外調查單位的交流，加深了本會技術人員對於 VDR 進階知識的理解及實務經驗，並可學習尚未遭遇之問題的對應方法，此外，因船舶為一世界性的交通運輸工具，透過國際交流也能使各國在事故調查上能有較一致的作法。本次訓練後建議事項如下：

- 重視平時的準備工作：
  - 執行重要技術性任務前，人員應熟讀手冊及相關處理程序，最好能事先練習。
  - 可以嘗試大量收集各式設備、線材、軟體、文件等資源，做為訓練、測試、備用基座及零件替換等用途。
- 船舶現場工作項目及程序：
  - 若時間允許及取得船方同意，盡量於現場測試 VDR 訊號是否有正常紀錄，例如測試駕駛台麥克風收音、防火門開啟、等各項操作，未來進行解讀時可做為比對及驗證的對照資料。
  - 透過原廠播放軟體於現場進行回放確認航行資料是否有正常紀錄。
- 資料解讀、分析與問題處理技巧
  - VDR 安裝時之技術文件、config 檔、年度檢修報告等資訊對於能否正確解讀及遭遇問題時之排解有相當重要性，應設法取得。
  - 注意非以標準 NMEA 碼記錄的資料，可能需要另外經過處理、運算或解析才能得到所需的線索。
  - 沒有辦法處理的檔案格式，可以先試著做兩次解壓縮的動作，

有可能得到有用的資料。

- 有些 VDR 系統，資料紀錄的格式會因為資料儲存位置的不同，或是下載的端點不同而有所改變，故若資料具有不只一種資料來源，則使用前應確認其資料型態。
- 關注新技術的發展：
  - 利用 AI 技術如 Whisper 做語音檔案抄件，節省大量人力成本。
  - MADAS Replay Pro 未來可以高度提昇在調查工作上的效率。
  - 當遭遇困難時，可以多方嘗試不同領域的分析技術，例如透過影像分析技術推算船舶速度、利用殘骸等漂流物推估事故地點等。

## 參加海事事務調查技術工作坊在職訓練出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：助理研究員

姓名：顏怡庭等 4 人

出國地區：英國

出國期間：民國 112 年 10 月 17 日至 10 月 22 日

報告日期：民國 113 年 1 月 18 日

### 建議事項：

	建議項目	處理
1	擴充 MADAS 系統，採購 MADAS Replay Pro 模組。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行
2	導入 Whisper 技術於事故調查相關語音資料轉譯作業。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行