

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：研究會議)

飛航資料記錄器解讀分析與動畫研討會 (RAPS) 報告

服務機關：行政院飛航安全委員會
出國人職稱：副工程師、副工程師
姓名：官文霖、蘇水灶
出國地區：加拿大渥太華
出國期間：民國九十年二月十二日至二月十五日
報告日期：民國九十年二月二十三日

行政院及所屬各機關出國報告提要 系統識別號
出國報告名稱：飛航資料記錄器解讀分析與動畫研討會（RAPS）報告
頁數： 60 頁含附件：是 曜

出國計畫主辦機關：行政院飛航安全委員會
聯絡人：鄧嵐嵐 電 話：(02) 2547-5200 分機 175

出國人員姓名：官文霖、蘇水灶
服務機關：行政院飛航安全委員會
單位：飛航記錄器實驗室
職稱：副工程師、副工程師 電話：(02) 2547-5200

出國類別：☐1 考察☐2 進修☒3 研究☐4 實習☐5 其他

出國期間：民國九十年二月十二日至二月十五日
出國地區：加拿大渥太華

報告日期：民國九十年二月二十三日

分類號/目

關鍵詞：3D 地形及飛航動畫系統(DTFAS)、事故現場測量系統(GIS & GPS)、
RAPS、飛航記資料錄器

內容摘要：

今年 RAPS 會員新增了韓國民航局、瑞士民航局及瑞士空軍等新會員，從原本的十一個會員增加到十四個會員。顯示注重飛安的國家都逐漸認同並採用 RAPS 於飛航資料記錄器之解讀、分析及動畫製作等工作。現有許多 RAPS 會員對飛航軌跡計算與地形整合有不殆之慮，進而殷切期待 PC 版 RAPS 之發展。本會已成功整合 CVR 時間同步、RAPS 系統，事故現場測量系統（GIS & GPS）與 3D 地形及飛航動畫系統（DTFAS）。RAPS 作業平台轉換問題，本會並無很大衝擊且樂觀其成。基於落實飛安之理念，RAPS 對航空公司之 FOQA 計劃大可縮短資料分析與飛航動畫製作時間，然投資成本甚高，發展資源共享與收費制度之技術服務策略已然成型。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱:飛航資料記錄器解讀分析與動畫研討會 (RAPS) 報告

出國計畫主辦機關名稱: 行政院飛航安全委員會

出國人姓名: 官文霖、蘇水灶

職稱: 副工程師、副工程師

服務單位: 行政院飛航安全委員會

出國計畫主辦機關審核意見:

- ☐ 1. 依限繳交出報告
- ☐ 2. 格式完整
- ☐ 3. 內容充實完備
- ☐ 4. 建議具參考價值
- ☐ 5. 送本機關參考或研辦
- ☐ 6. 送上級機關參考
- ☐ 7. 退回補正, 原因:
 - ☐ (1) 不符原核定出國計畫
 - ☐ (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
 - ☐ (3) 內容空洞簡略
 - ☐ (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理
 - ☐ (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔
- ☐ 8. 其他處理意見:

層轉機關審核意見:

- ☐ 同意主辦機關審核意見
 - ☐ 全部 ☐ 部份 _____ (填寫審核意見編號)
- ☐ 退回補正, 原因: _____ (填寫審核意見編號)
- ☐ 其他處理意見:

目錄

一、行程說明	P4
二、會議內容	P6
2.1 RAPS 簡介與分組討論	P6
2.1.1 『資料解讀與功能函數應用小組』會議摘要.....	P6
2.1.2 『飛航動畫小組』會議摘要.....	P7
2.2 RAPS 會議開幕儀式與未、來合作訓練議題.....	P9
2.2.1 RAPS 私人化議題	P9
2.2.2 全球共通飛航參數資料庫探討.....	P9
2.3 RAPS 5.0 版探討	P10
2.3.1 會員網站展示.....	P10
2.3.2 飛航資料解讀特性	P11
2.3.3 飛航資料分析特性	P13
2.3.4 飛航資料展示特性	P14
2.3.5 飛航動畫製作特性	P16
2.4 最近調查案例展示	P19
2.4.1 美國 NTSB 之展示.....	P19
2.4.2 美國空軍之展示	P21
2.4.3 加拿大 TSB 之展示	P22
三、RAPS 未來的發展.....	P28
3.1 RAPS 發展過程	P28
3.2 PC 作業平台之發展需求	P29
3.3 RAPS 未來發展方向	P29
3.4 對本會之影響	P31
四、結論	P33
五、附件	P34

一、行程說明

2001 年的飛航資料記錄器解讀、分析與動畫研討會 (Recovery, Analysis and Presentation System User Meeting、以下簡稱 **RAPS** 研討會) 共四天，地點位於渥太華市中心的 Minto Place 的商務旅館舉行，來自各國的 RAPS 會員均為從事飛航事故調查的政府機關與數家飛機製造廠等四十餘員。

RAPS 研討會從參加的第一天開始，直覺是各失事調查單位對此系統有興趣的人月來越多了。例如，澳洲運輸安全委員會 (ATSB) 由 Kenneth Kell 帶隊兩人與會，新會員韓國運輸安全委員會也來了三人，美國飛行員協會 ALPL 則有兩人參加。已正式新加入的使用者包括荷蘭運輸安全委員會 (Dutch Transport Safety Board)、南韓民航局 (KCAB)、瑞士空軍 (Swiss Air Force) 及瑞士飛航安全委員會 (Swiss Aircraft Accident Investigation Bureau)。而對此系統有強烈興趣的飛機製造廠參加此次會議的包括波音飛機製造公司 (Boeing Aircraft Company)，瑞典紳寶飛機製造公司 (Saab Aircraft AB)，及法國空中巴士 (Air Bus Company)。因此，RAPS 的會員已有 14 個飛航事故調查的政府機關參與。除此之外，美國運輸安全委員會 (NTSB) 甚至派五名專業人員包括載具記錄器 (Vehicle Recorders) 及航機性能 (Aircraft Performance) 小組人員加此會議。法國 BEA 也派員 6 名參加。

議程及討論議題如下：

日期與主題	講員
星期一 二月十二日	
RAPS 簡介	TSB, Flightscape
RAPS 基本功能展示與分組討論	
星期二 二月十三日	
RAPS 研討會簡介	Mike Pool, TSB
RAPS 開幕式	B. Tucker, 調查處處長 TSB
	J. Hutchinson, 工程處處長 TSB
RAPS 私人化議題	M. Pool, TSB

RAPS 會員網站展示	R, Runolfson, Flightscape
RAPS 5.0 資料解讀特性	R, Hoyle, TSB
RAPS 5.0 資料分析特性	Mike, Poole, TSB
RAPS 5.0 資料展示特性	R, Armstrong, Flightscape
星期三 二月十四日	
RAPS 5.0 飛航動畫特性	R, Runolfson, Flightscape
最近調查案例展示（一）	M. Poole/P. Kramar, TSB
最近調查案例展示（二）	E. Gormley/T. Jacky, NTSB
最近調查案例展示（三）	G. Smith, US Air Force
星期四 二月十五日	
PC 發展議題	B. Hoyle, TSB
未來發展計劃	R, Runolfson, Flightscape
開放討論	
TSB 實驗室參觀	

二、會議內容

2.1 RAPS 簡介與分組討論

第一天上午會議主要由 Mike Poole/TSB 用很簡要的方式介紹整個 RAPS 系統的特色。第一天下午分成三組直接上機進行分組討論，小組十實作討論議題包括：資料解讀與功能函數應用、資料表列與繪圖展示，以及飛航動畫製作等。第一天的分組討論主要是讓新會員能較熟悉 RAPS 的基本功能，會議中開放有興趣的會員上機實作，並且與 FLIGHTSCAPE 及 TSB 的人進行教學討論。本會人員主要參加資料解讀與功能函數應用以及飛航動畫製作二組討論。本日會議重點摘要如下：

2.1.1 『資料解讀與功能函數應用小組』會議摘要

本組由資深工程師 Bob Hoyle 主持，主要議題包括：複習磁帶式 FDR 之解讀 (Recovery) 程序、部分損壞之數位波形修正 (wave form correction) 技巧、各式飛航參數資料庫 (FDR Database) 之載入與編修以及功能函數應用 (Function) 之程式寫作等。

磁帶式 FDR 之解讀程序與部分損壞之數位波形修正技巧與過去所學到專業訓練一致，需要專業判斷與耐心修正。Bob 特別提醒一有問題的數位波形檔案會非常大，將與飛航事故有關的原始資料找出並解讀出正確的工程資料最為重要，不要花費大量時間嘗試將與飛航事故無關的原始資料全部修正。

從早期飛航資料記錄器發展的歷程可以發現各廠商提供的飛航參數資料庫不無法互相轉換格式，造成 FDR 解讀之困難與時間成本。TSB 與 NTSB 經過幾年於 ICAO 與 EUROCAE 會議陣聲急呼飛航參數資料整合的重要性，目前美國民用航空總署 (FAA) 與歐盟飛航監理機關已積極立法配合，惟飛機製造廠與飛航資料記錄器製造商並不完全捧場！RAPS 已建有全球共通飛航參數資料庫 (Import International Exchange Standard、簡稱 FRCS) 匯入功能。因此，使用者可以將 Teledyne 的 FRCS 格式的 Database 匯入 (IMPORT) RAPS 不需重新打字輸入，如此可大幅縮短解讀時間，並可減少打字的錯誤。實際上，台灣的民航業者會於購買新飛機時取得 FDR 的飛

航參數資料庫文件，部分業者為了建立 FOQA 而花錢請航電廠商建立適合於 FOQA 系統（GRAF 或 FDS）的飛航參數資料庫電子檔。例如，華航的 B737-800 型機是裝置 L3 Communication FA2100 型 SSFDR，它們的飛航參數資料庫由 L3 Communication 提供，且適合與 ROSE 解讀系統使用。而華航飛安室為了例常性查閱 B373-800 的機隊飛航資料，他們委請 FDC 公司協助建立該機的飛航參數資料庫電子檔（GRAF 系統使用）。而 FRCS (Flight Recorder Configuration Standard)，就是要建立一套標準讓飛機製造商、記錄器製造商、數位飛航資料擷取單元製造商、航空公司及航機事件調查單位彼此間有共同的語言，以減化飛航參數資料庫之建立與轉化時間。

RAPS 5.0 版的功能函數應用（Function）十分先進，它完全開放會員自由增訂函數功能，它是以 ANSI C 程式撰寫。功能函數之程式由 Function Editor 啟動，以 Functional Interface 查閱程式碼，並以 Compile 將程式組譯成自訂函數選單。目前較有用的內建函數包括：F-28 型機性能分析函數、飛航軌跡計算函數（Vtas-Heading-Windspd-Tmp-QNH、Vgspd-drift-QNH、壓力高度校正、加速儀資料積分）、地圖投影函數（經緯度轉 UTM 座標）、雷達資料分析函數（讀取時間與經緯度，並轉為 EN 座標）、訊號分析函數、單位轉換函數以及 RAPS 基本函數（內插，外差，平滑，差分，跡分，計算機功能訂定等）。

2.1.2 『飛航動畫小組』會議摘要

RAPS 之飛航動畫模組之攝影機設定主要分成二種。

- 一、**CHASE 目標追逐**：這是一般攝影機的設定，應用在飛機外的某個角度，一直追逐目標攝影。因此設定上會有下列的參數設定：
- ✓ TARGET：設定追逐的目標，主要是飛機。
 - ✓ RADIAL：以目標為圓心，攝影機距目標的長度。
 - ✓ HORIZONTAL：以目標為圓心，攝影機在水平方向的角度，範圍為正負 180 度。
 - ✓ VERTICAL：以目標為圓心，攝影機在垂直方向的角度，範圍為正負 180 度。
 - ✓ HORIZITAL TILT：攝影機在設定的位置，左右轉的角度（如同頭部左看右看）。

- ✓ VERTICAL TILT：攝影機在設定的位置，上下轉的角度。（如同頭部上看下看）

二、**FIXED 固定位置**：固定攝影機於空間的某一點，可以應用在如從塔台上看飛機事故經過。固定點攝影機也可以是事先以程式設定之，常應用在 COCKPIT VIEW，只要給攝影機與 TARGET 相同的飛航軌跡即可。

飛機 3D 模組輸入至 RAPS 的注意事項：從其他非 RAPS 內定（Default site）的來源輸入飛機 3D 模型時，可能因 3D 模型的方向定義及尺寸定義不對造成動畫不切實際，為確認輸入模型的設定，必須從輸入模型上尺寸的註解設定輸入模型的單位（Feet, Meter, or Inch），再嘗試輸入至動畫中配合飛航軌跡確認三軸的對應方向，而 SCALE 的設定基本上是'1'，僅適合做小幅修正。

受到美國國家運輸安全委員會於 TWA800 失事動畫的啟發（不是 RAPS 製作的，EAI 動畫產品），RAPS 5.0 版的飛航動畫模組新增尾跡（Contrail）功能，它可於 Scene 模組的航機組件中加入尾跡，屬性可設定為線形或網格。
圖 2.1 RAPS 2001 年研討會展示畫面。



圖 2.1 RAPS 研討會場概況圖

2.2 RAPS 會議開幕儀式與未來合作訓練議題

不同於第一天 RAPS 簡介，第二天出席 RAPS 會議開幕儀式的會員更多人，超過四十人。波音公司出席 4 人，紳寶公司出席 3 人，FAA 負責 GAINS 計劃經理也來了，法國 BEA 更是來了 6 人（該國記錄器實驗室共 7 人）。2001 年的 RAPS 會議開幕儀式由 TSB 的執行長及調查處處長共同出席並致詞。

TSB 執行長強調 RAPS 是基於飛航事故調查用途下發展出來的，希望在政府之間共同合作。因此，今年 RAPS 會員將出現飛航製造商－波音、空中巴士與紳寶。TSB 有感於 RAPS 會員日益增加，已出現人力不足於提供相關技術支援與服務。所以，TSB 提出私人公司議題（Private Sector Issue），即今年開始將 RAPS 會員與 TSB 之年度合作契約改為與 FlightScape 公司，同時允許私人公司加入 RAPS 會員。

2.2.1 RAPS 私人化議題

TSB 因其財務人員不足無法再替眾多調查單位管理 RAPS 的發展計劃，以及各國會員對 RAPS 技術問題均向 TSB LAB 請求支援，TSB LAB 實驗室人員工作繁忙實無暇再滿足日益增多使用者的需求，再加上 RAPS 網路化之後，網路需隨時維護，因此提出 RAPS 私人公司之議題。主要重點強調此後 RAPS 會員直接對 FlightScape 公司付費及取得技術服務。該做法的優點包括：TSB 不再是 RAPS 軟體的擁有者、私人公司也能使用 RAPS（例如：飛航製造商、航電製造廠商與航空公司）、使用者仍付相同費用，因更多的使用者加入所產生的收入可提昇 RAPS 服務品質、提昇研發成果、改善政府調查機關與私人公司調查人員間的相容度。

因此，未來調查機關之合作訓練將有重大改變。RAPS 系統允許會員參加不同層次的需求訓練，規劃中的合作訓練分為三大模組：飛航資料解讀、飛航資料分析、以及飛航動畫製作等。RAPS 會員可以付費參加該三項訓練，訓練時間分別為兩天，三天，三天。

2.2.2 全球共通飛航參數資料庫探討

FRCS 由加拿大運輸發展中心提出，發展迄今已有三年，以獲得美國 FAA 於去年提出 Advisory Circular 20-141 建議相關單位採用。另外，加拿

大交通部也正式要求 Bombardier 公司將其所有飛機之飛航參數資料庫以 FRCS 格式建立標準。圖 2.2 為 FRCS 3.0 版執行畫面

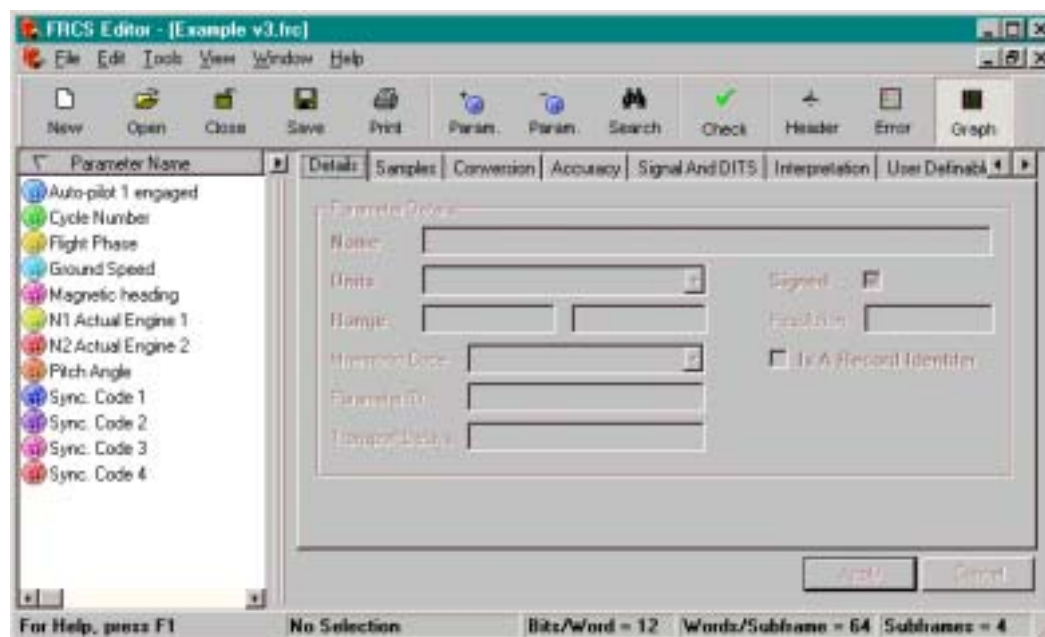


圖 2.2 FRCS 執行畫面

2.3 RAPS 5.0 版探討

2.3.1 會員網站展示

RAPS 的網址是 <http://www.flightscape.com/raps/>，圖 2.3 為 RAPS 網站所顯示之全球會員分布圖其使用者的網頁如下。

RAPS 網頁的目的主要是為了加強使用者與 RAPS 程式者之間的溝通，站在使用者的立場其主要的功能有下：

- 1、可以從網路上下載 RAPS 專用的飛機 3D 模型、新的儀表面版。
- 2、使用者可以上載及下載飛機的資料庫 (FFD File)，只要使用者均貢獻各國機關建立好的 FFD 檔案在網路上，則大家都能獲得很多好處。
- 3、若有問題或建議可以在網路上通知程式設計者，也可以請各使用者提出建議或解決方法 (Solution)，大幅減少使用者彼此間的距離。
- 4、有現成的 FAQ 資料庫，提供初學者很好的問題解決的方法。
- 5、軟體修正檔 (Patch File) 可快速從網路上下載，無須在年度會議提出。

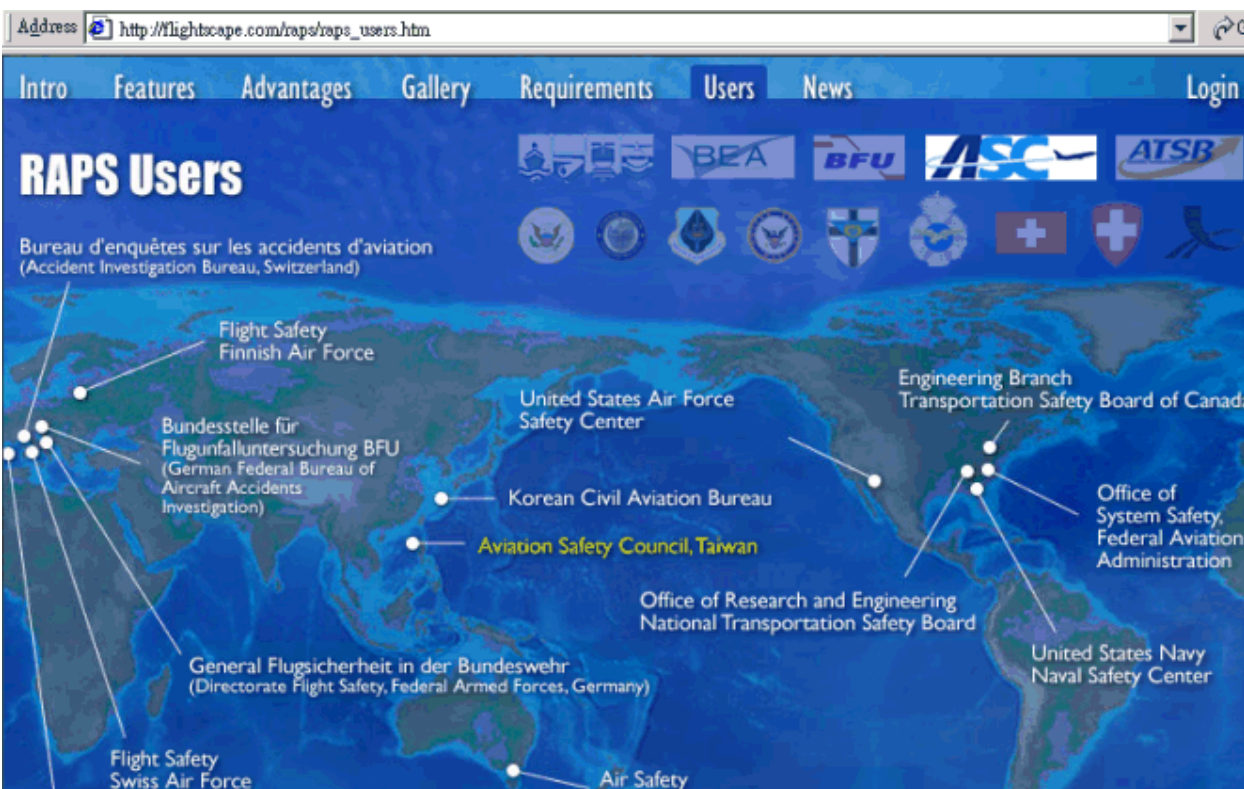


圖 2.3
RAPS 網
站所顯示
之全球會
員分布圖

2.3.2 飛 航資料解 讀特性

5.0 版
大幅改善
磁帶式
FDR 資料
解讀的介

面設計，及新款 HP 工作站無 ISA 插槽的介面，而導入新的 PCI 類比轉數位介面卡 DT304。目前有兩種版本磁帶波形數位化的技術。一、HP UNIX 工作站使用 DT2839 (ISA Slot)；二、以 PC 98/NT/2000 工作站使用 DT304 (PCI Slot)。因此，新款式的 HP Visualize 工作站可以安裝 DT304 將磁帶波形數位化後，再傳入 HPUNIX 工作站 (C180/C200/C240/C360...etc) 以 RAPS 進行解讀。波形數位化後可用 CDROM, FTP 或是 NFS 檔案共享方式由 PC 端匯入 HP 工作站。一般而言，一軌 FDR 磁帶波形數位化之資料約 200MB。DT304 基本特性：16 通道類比輸入 (12 位元)、2 通道數位輸出 (12 位元)，取樣率為 400 Ksample/sec。圖 2.4 是磁帶式 FDR 之飛航資料解讀設定圖與即時繪圖展示。

5.0 版最特殊的功能是解讀 Penny&Giles 公司的 QAR 磁帶技術—MFM 位元解讀技術。該技術是由 1998 年瑞士航空 SWISS-111 失事期間研發出來的成果，專門用於解讀毀損 QAR 磁帶飛航資料之用。圖 2.5 為 MFM 解讀技術之方塊圖。圖 2.6 QAR 之 MFM 波形與 FDR 之 Harvard Bi-Phase 波形比較圖。此次展示讀取 QAR 磁帶的技術，基本上它的解譯過程相當困難，若加上磁帶受損則其解譯成功率相當低，目前以 RAPS 解讀 QAR 磁帶尚不成熟。

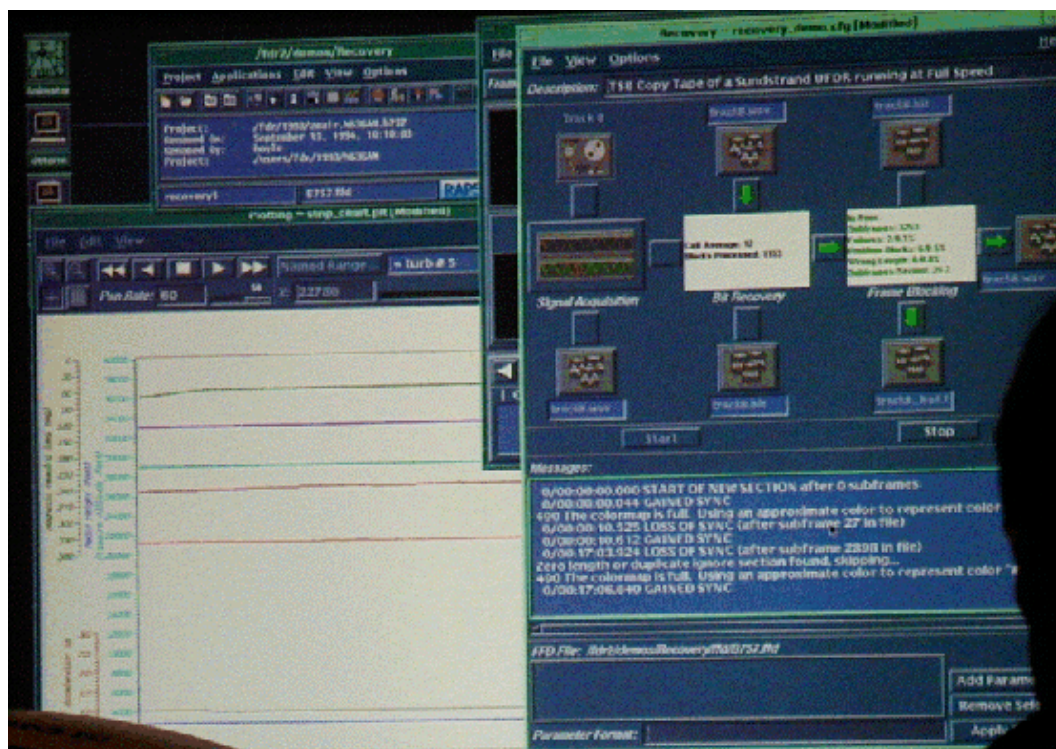


圖 2.4 RAPS 之飛航資料解讀設定圖與即時繪圖展示

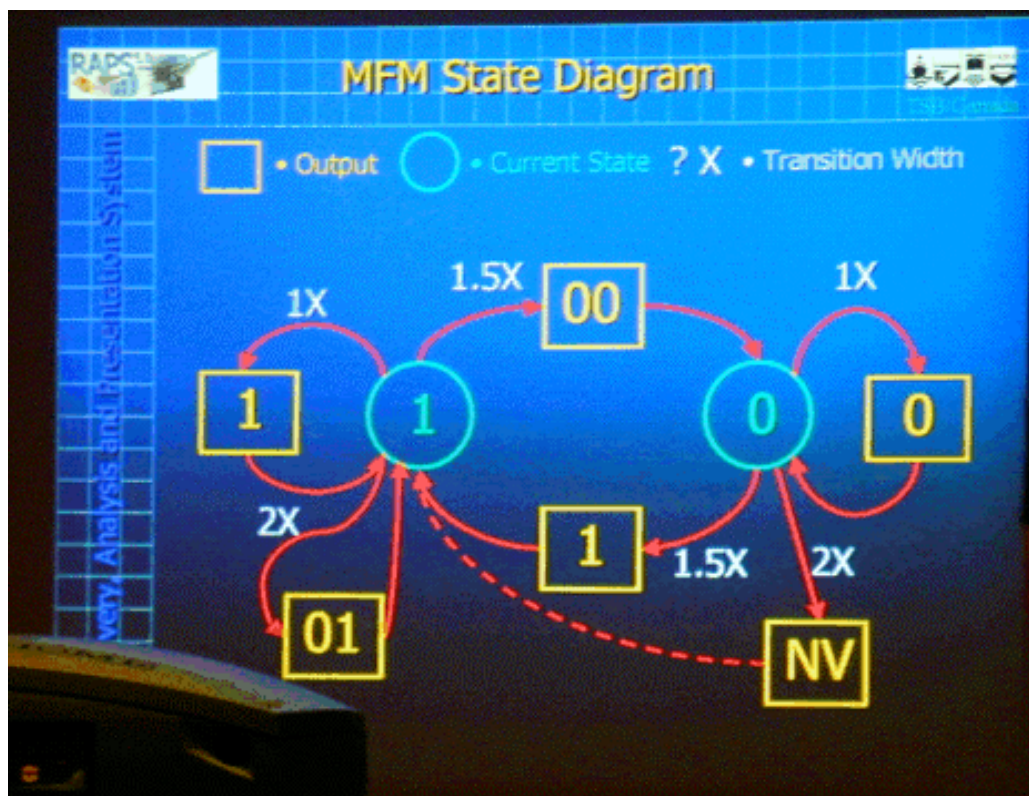


圖 2.5 QAR 之 MFM 解讀技術之方塊圖

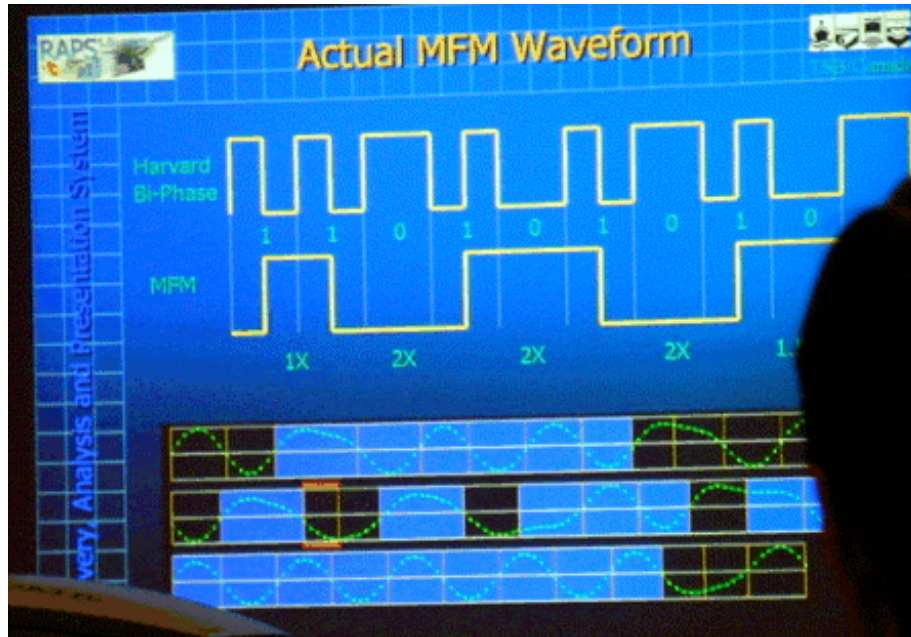


圖 2.6 QAR 之 MFM 波形與 FDR 之 Harvard Bi-Phase 波形比較圖

2.3.3 飛航資料分析特性

飛航資料分析特性與舊版 RAPS 大同小異，比較特別的功能將於本節討論。主要的飛航資料分析次模組包括：環境編輯器（Environment Editor）、飛航資料編輯器（Flight Data Editor）、功能函數編輯器（Functional Editor）、飛航參數資料庫編輯器（FFD Editor）、事件編輯器（Event Editor）、飛航資料匯入/匯出模組（Data/Frame Import & Export）等。其中，事件編輯器與環境編輯器是新功能。功能函數編輯器則是首度開放 RAPS 會員自訂使用。

環境編輯器：整合 RAPS 基本設定環境用。例如：印表機與新增的下拉視窗、字型與磁帶機相關設定、影像檔－PPM/TIFF/TGA 格式－設定等。

飛航資料編輯器：修正磁帶波形模組，介面改進甚多。搜尋原始資料位元字串功能甚強。

事件編輯器：圖表分析模組應用附加註解文字之用。控制變數有三：x、y 與文字。X 為時間參考項，y 為相對畫面垂向百分比，文字可為輸入字串或 CVR 抄文。

飛航資料匯入/匯出模組：匯入各類 FDR 原始資料與 CSV 格式工程資料模組。最大改善之處為可以匯入尚失同步字元的 FDR 原始資料，它能

手動設定 SKIP SYNC ERROR。CSV 格式工程資料匯入較具彈性，且允許 ASCII/CSV 格式；工程資料匯出則支援 Boeing 的 ESA 格式，ESA 為 Boeing 內部飛航資料流通格式，可用於飛航資料輸入飛航模擬器之性能分析之用。

功能函數編輯器：RAPS 5.0 版的功能函數應用（Function）十分先進，它完全開放會員自由增訂函數功能，它是以 ANSI C 程式撰寫。功能函數之程式由 Function Editor 啟動，以 Functional Interface 查閱程式碼，並以 Compile 將程式組譯成自訂函數選單。目前較有用的內建函數包括：F-28 型機性能分析函數、飛航軌跡計算函數（Vtas-Heading-Windspd-Tmp-QNH、Vgspd-drift-QNH、壓力高度校正、加速儀資料積分）、地圖投影函數（經緯度轉 UTM 座標）、雷達資料分析函數（讀取時間與經緯度，並轉為 EN 座標）、訊號分析函數、單位轉換函數以及 RAPS 基本函數（內插，外差，平滑，差分，跡分，計算機功能訂定等）。

飛航參數資料庫編輯器：增訂飛航參數設定模組。新增 BCD Conversion、Trigonometric function、Logarithmic function 與 Local Table 等轉換函數。其中，Local Table 可以取代原來的 DC-Table。對於，飛航參數資料庫之匯入，多了全球共通飛航參數資料庫匯入（FRCS）。

2.3.4 飛航資料展示特性

RAPS 5.0 版大幅改善飛航資料展示之介面設計，所謂飛航資料展示係指飛航資料表列與繪圖。表列部分新增設定不同字型，便於加入更多參數一次檢視。資料表列也支援各參數細部設定，而輸出原始 2/10/16 進位數值（BCD Function）。資料繪圖模組改變不大。此外，RAPS 5.0 版新增許多花俏的設定功能，如加入網格、箭頭、參數誤差範圍等。

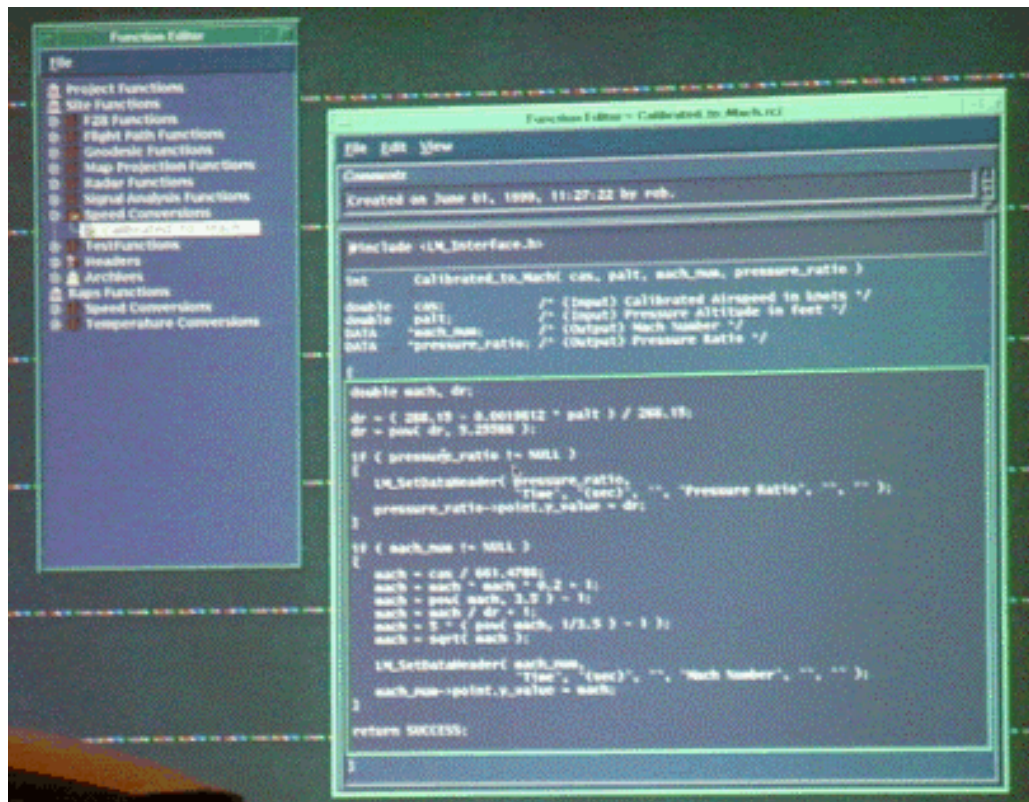


圖 2.6 RAPS 之功能函數列示與程式原始碼

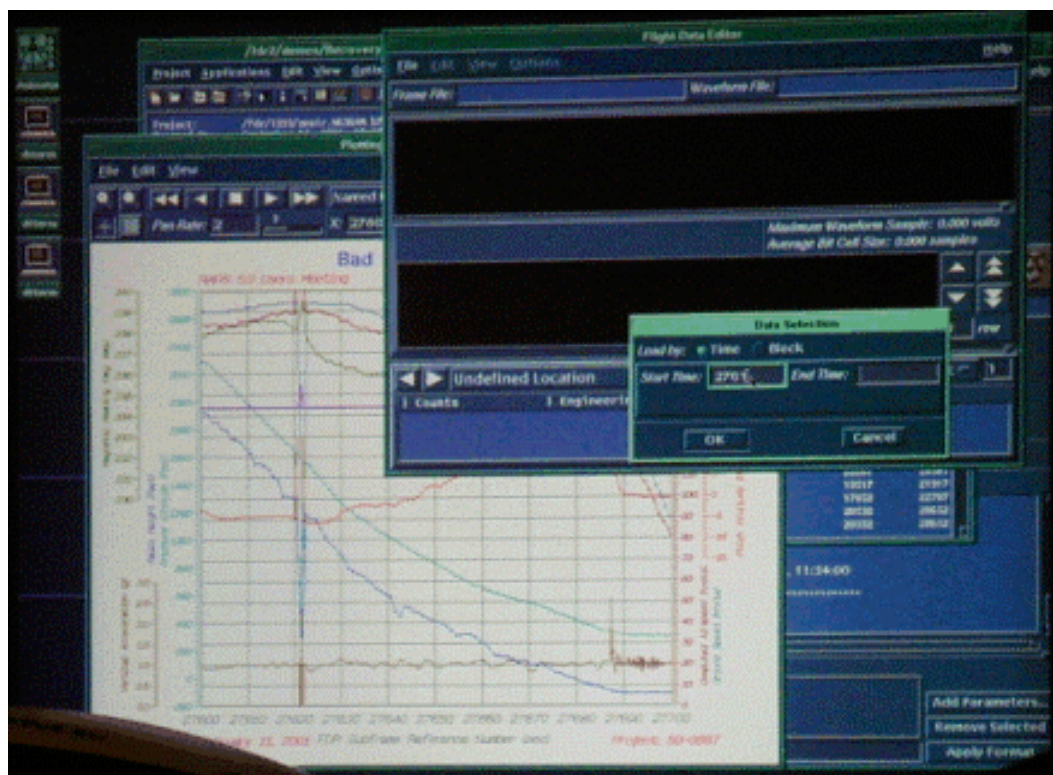


圖 2.7 RAPS 之飛航資料繪圖分析展示圖

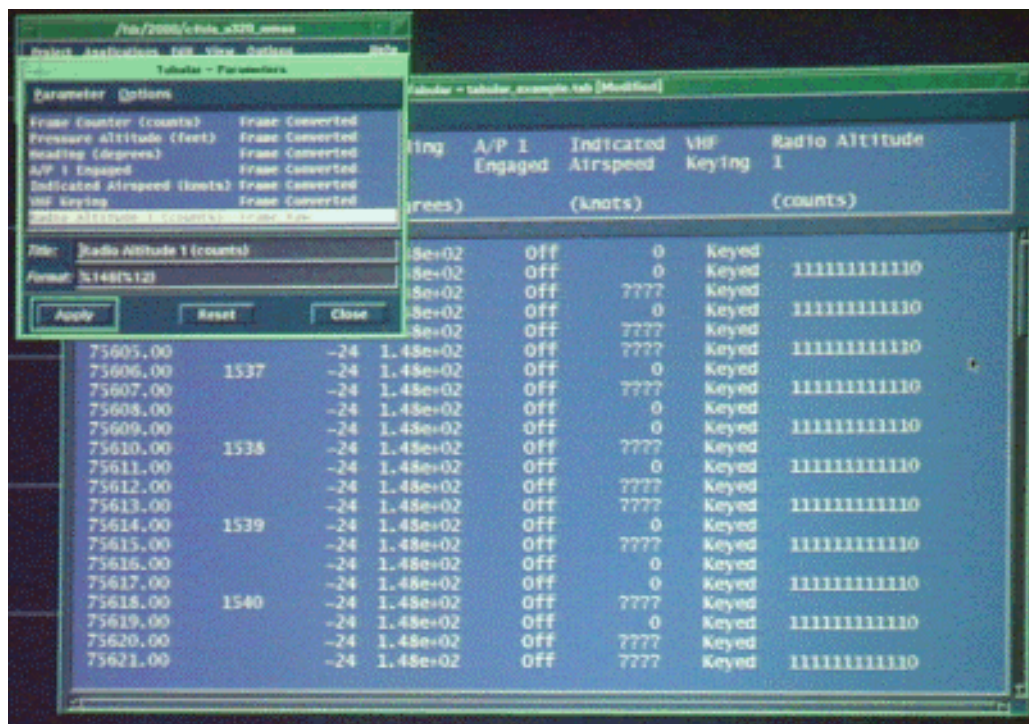


圖 2.8 RAPS 之飛航資料表列展示圖，其中 RA 以二進位顯示。

2.3.5 飛航動畫製作特性

RAPS5.0 版新增以下的功能對實務運用上有較明顯的功用，

- 1、**CVR 抄本 Import**：CVR 抄本可由 Subtitle 下的 Import 輸入 CSV 檔案，原則是不同來源（說話者）必需存在不同的檔案，檔案格式為 CSV，如下例：
15, “119.3 Dynasty 212”
18, “Taipei tower Dynasty 212 request wind and weather.”
分成兩行，第一行是起始時間單位是秒（可以有小數點），第二行是發話內容。Import 進去之後再到 Subtitle 下修改說話的長度（Duration）。
- 2、**所有的應用程式允許多重執行**：如 Recovery, Data Analysis, Tabular/Plot and Animator 都可以不限次數同時打開，為限於 HPUNIX 工作站之硬體效能。
- 3、**尾跡 (Contrail)**：機身可不限次數拉出航機之尾跡，尾跡是與航機之飛行軌跡平行，如下圖 2.9。尾跡的起始點是飛機模組的原點，長度是以時間為參考單位，起始為負的則尾跡向前的長度，End 為向後的長度。Step 為幾秒一格（Resolution），Position 控制 contact 在飛機上的點。尾跡的數量不受限制。尾跡應用在飛航軌跡非常重

要時。

4、新增許多儀表模組與地面導航模組



圖 2.9 RAPS 3D 動畫之尾跡展示圖



圖 2.10 駕駛桿之儀表選單展示圖



圖 2.11 飛航高度儀表之展示圖



圖 2.12 飛航姿態儀表 (EADI) 展示圖

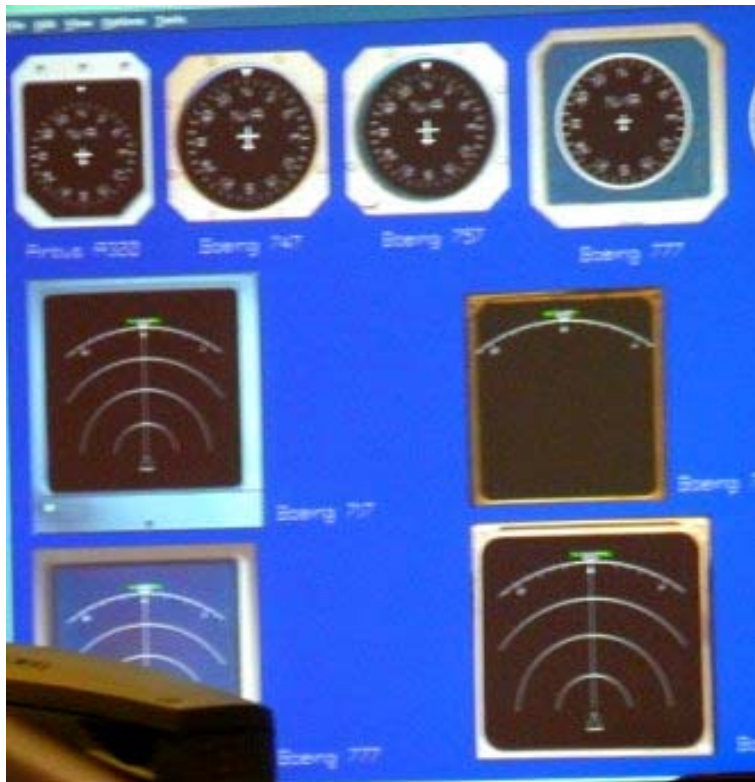


圖 2.13 飛航水平姿態儀表（EHSI）展示圖

2.4 最近調查案例展示

2.4.1 美國 NTSB 之展示

提報者：NTSB 載具記錄器工程師 Mr. Tom Jacky（15 年記錄器解讀經驗）

主要報告重點有三：(1) 載具記錄器與載具性能分析小組對 RAPS 之使用情形；(2) 近年 NTSB 之調查案例說明；(3) NTSB 對未來 RAPS 之發展看法。

載具記錄器（VRG）與載具性能分析小組（VPG）對 RAPS 之使用情形：載具記錄器小組組長—Charley Pereira，載具性能分析小組組長—Jim Ritter。VRG 小組負責解讀所有的記錄器，是 RAPS 的主要使用者。以 2000 年為例，分別解讀了 74 個 FDR 及 69 個 CVR。主要解讀國外的記錄器包括：墨西哥、阿根廷與埃及。參與國外記錄器解讀包括：台灣（新航 SQ006）、法國（協和號）與加拿大（邁阿密 B-727）。並協助土耳其解讀 B737-400 之毀損磁帶，該磁帶從失事現場送至 NTSB 實驗室時為 13 段磁帶。VRG 小組負責研究載具之運動性能，是 RAPS 的 End User。圖 2.14 為 NTSB 之 VRG 與 VPG 小組使用 RAPS 之整合流程圖，值得本會參考。土耳其 B737-400 之毀損磁帶校正波形後之結果（24008-24020 LOSE DATA）如圖 2.15。

NTSB 對未來 RAPS 之發展提出五點建議：由 FlightScape 公司來提昇服務跡效 發展 PC 平台 RAPS 發展影像記錄器與地面載具記錄器之解讀技術、NSTB 計劃發展 CVR 解讀技術及 RAPS 飛航資料備分與資料庫搜尋功能等。

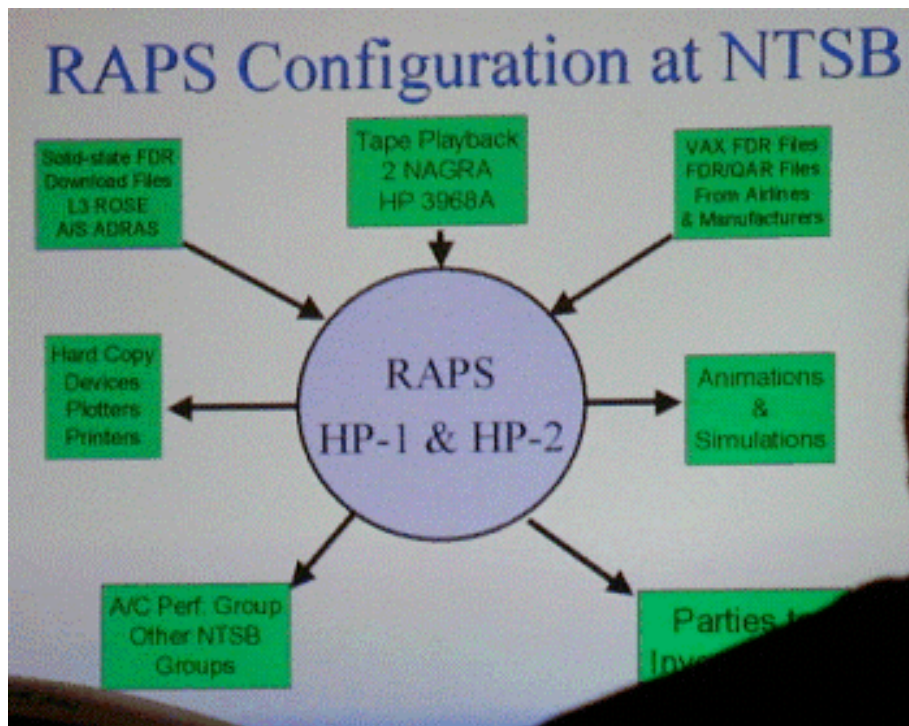


圖 2.14 NTSB 之 VRG 與 VPG 小組使用 RAPS 之整合流程圖

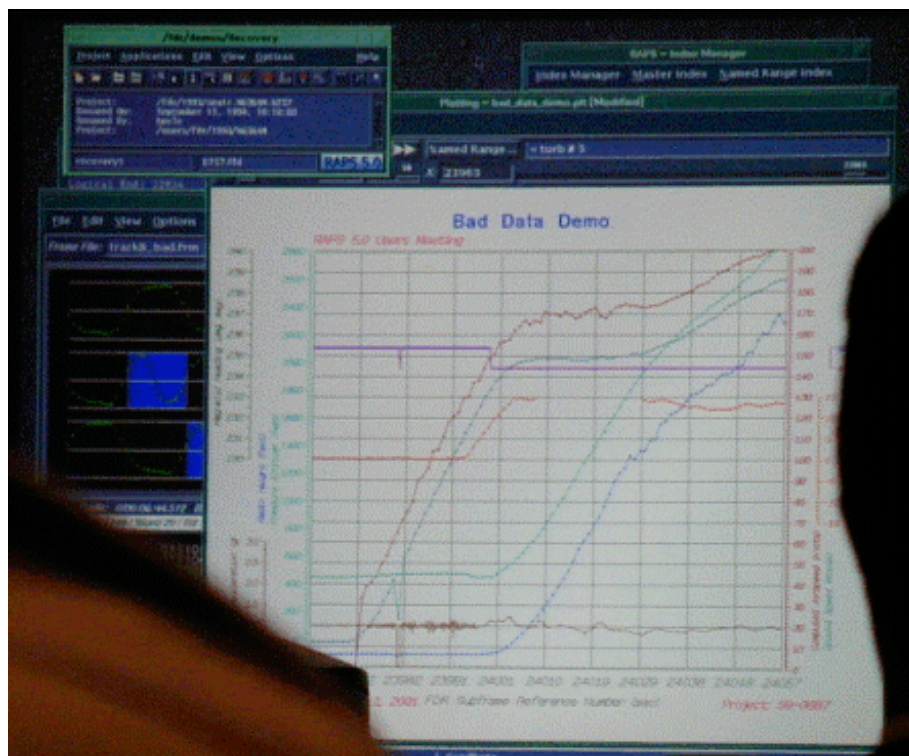


圖 2.15 NTSB 展示土耳其 B737-400 之毀損磁帶校正波形後之結果 (24008-24020
LOSE DATA)

2.4.2 美國空軍之展示

提報者：美國空軍 MAAF 小組負責人 Mr. Greg Smith

主要報告重點有三：(1) 美國空軍 MAAF 小組之 RAPS 使用情形；(2) 直昇機與戰機空中接近調查案例；(3) 機動性解讀裝備－UNIX 筆記型電腦等。

美國空軍的失事分析及動畫小組（Mishap Analysis and Animation Facility、MAAF）負責美國空軍之失事飛機之記錄器解讀與飛航動畫製作。另外，MAAF 也協助海岸防衛隊（USCG）之記錄器解讀。這些軍用記錄器包括：FDR、CVR、HUD TAPE、Radar Data 等。為了製作精細的調查用途動畫，MAAF 也使用 DTED 精密的 DEM 資料作為飛航動畫製作之用。

Greg 提報的直昇機與戰機空中接近案例十分精采，它以 RAPS 整合雷達管制區域標示、飛航軌跡與雷達軌跡接合、目擊者發現、不同層次的 3D 地面物件（地面房子、太陽、目擊者、地面電線等）。該事故發生時 F-15 戰機從直昇機正前方通過，兩機未相撞。然而，F-15 戰機接連多次的翻滾後墜毀於新墨西哥州的民房旁邊。相關結果如圖 2.16 至圖 2.19。

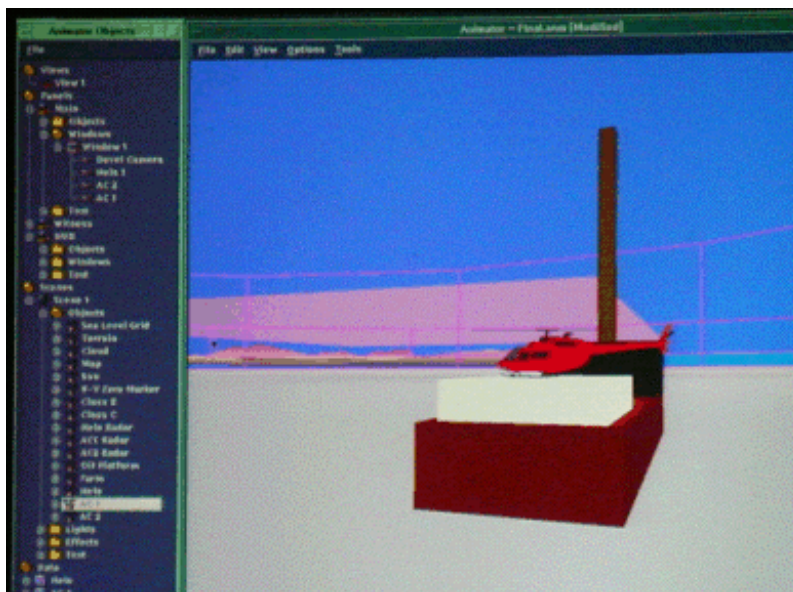


圖 2.16 美國空軍 MAAF 展示之直昇機於平台起飛前之 3D 動畫圖

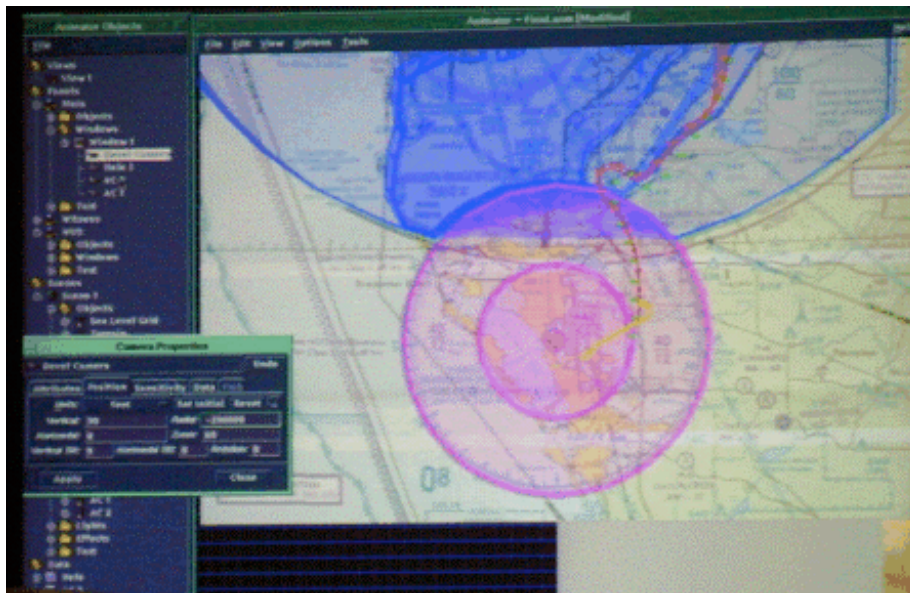


圖 2.17 美國空軍 MAAF 展示之雙管制空域與雷達軌跡圖

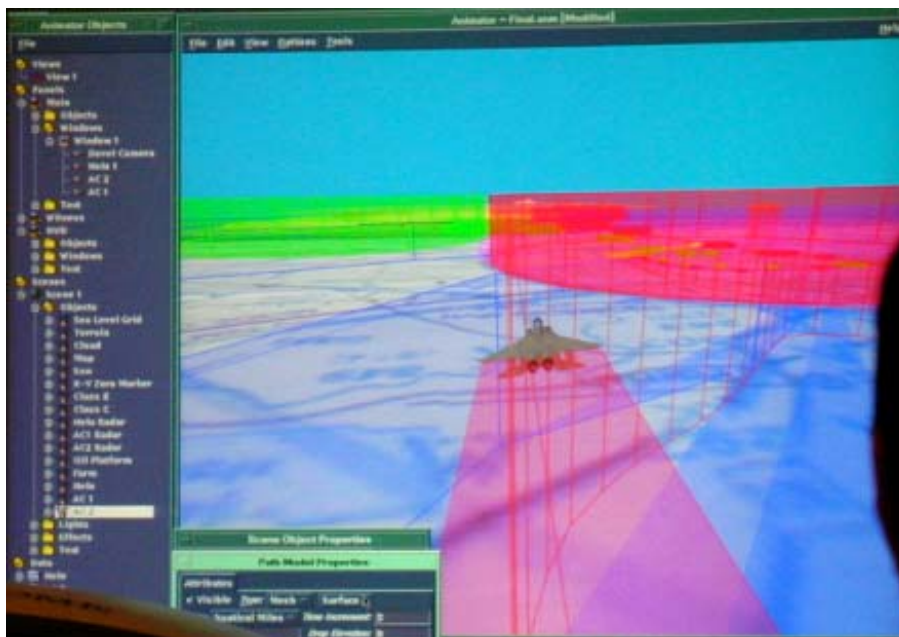


圖 2.18 美國空軍 MAAF 展示之 F-15 於管制空域飛行之 3D 動畫

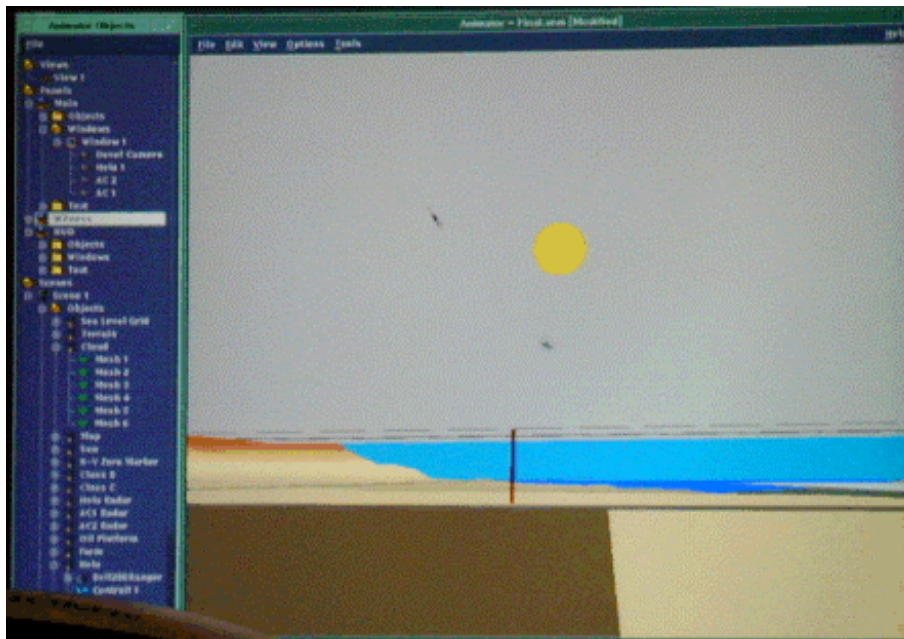


圖 2.19 美國空軍 MAAF 展示之 DTED 地形、地面纜線與太陽模組圖

2.4.3 加拿大 TSB 之展示

提報者：加拿大 TSB Mike Poole 及 Peter Kramar

主要報告重點為 RAPS 於過去三年實際事故調查之應用。

1999 年 B-727 於邁阿密衝出跑道：以雷達資料的地速及 FDR 的空速計算航機的風向與風速。並以加速儀計算地速來校正雷達資料的地速，**需考慮 $G-bias$ (A_x 修正量- $Gsin\theta$ 、 A_n 修正量+ $Gcos\theta \cos\phi$)**。(如圖 2.20 至 2.22)。

A320 機尾觸地事故：加入 Contrail 及 3D Spark 於飛機模組內，增加航機陰影顯示功能（與飛航軌跡資料相同，另增一航機陰影模組【 $z=0.001$ ；設定透明度、關閉 Roll 與 Pitch 功能】）。(如圖 2.23)。

1998 SWISS-111 失事：整合 ATC/Radar/CVR/FDR 資料於 RAPS 中，並以 RAPS 製作兩種動畫—Radar 軌跡動畫（只有用位置，與航向）與 FDR 資料動畫。3D 飛航軌跡加註 ATC/CVR/FDR/Radar 文字，並以顏色區分。(如圖 2.24 至 2.25)。

RJ 噴射客機翼尖觸地事故：該航機於著陸後翼尖觸地，並造成 FDR 停止。最後四秒軌跡是用地面測量資料。(如圖 2.26)。

1999 年火車失事：Trans74 火車失事是以衛星影像，火車 3D 模組，記錄器求得之軌跡與專用儀表製作動畫。（發生於 Ontario，如圖 2.27）。



圖 2.20 B-727 於邁阿密衝出跑道之 RAPS 動畫展示圖（IAF，Flight Profile）



圖 2.21 B-727 於邁阿密衝出跑道之 RAPS 動畫展示圖（儀表、DME Chart）



圖 2.22 B-727 於邁阿密衝出跑道之 RAPS 動畫展示圖 (儀表、地圖、Flight Profile、跑道貼圖)



圖 2.23 A320 Tail Strike 之 RAPS 功能展示 (3D Spark、跑道貼圖、3D 軌跡)



圖 2.24 SWISS-111 失事動畫之 RAPS 功能展示（地圖、文字標示、3D 軌跡）



圖 2.25 SWISS-111 失事動畫之 RAPS 功能展示（地圖、抄文、3D 軌跡、子母畫面）

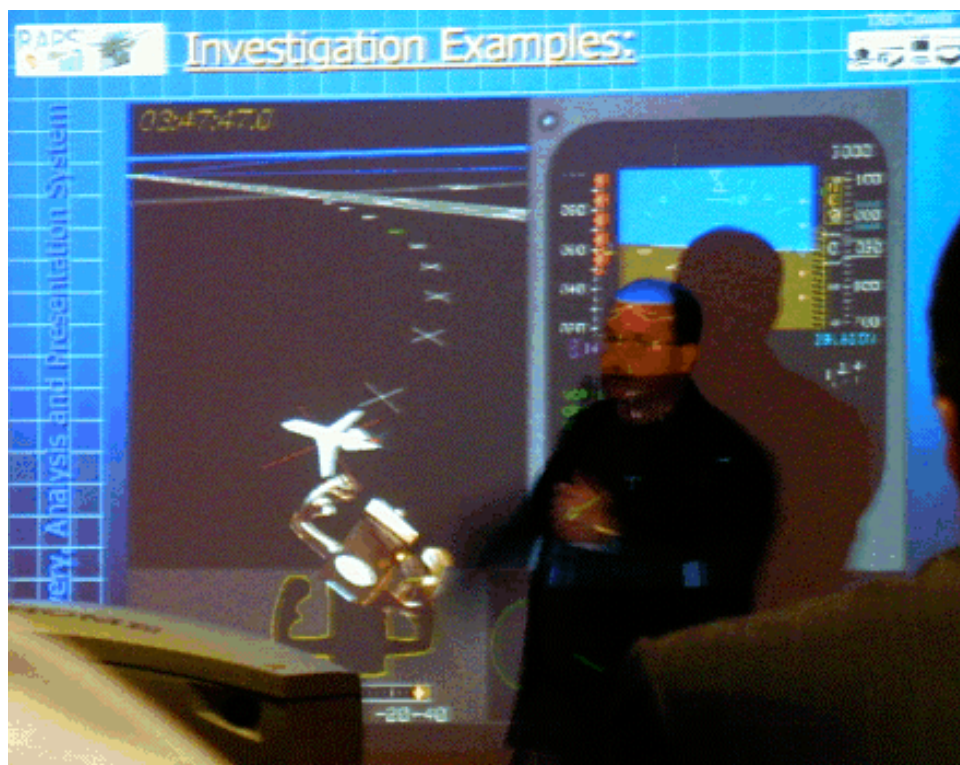


圖 2.26 RJ 噴射客機翼尖觸地之 RAPS 動畫展示（結合 3D 軌跡與地面軌跡）

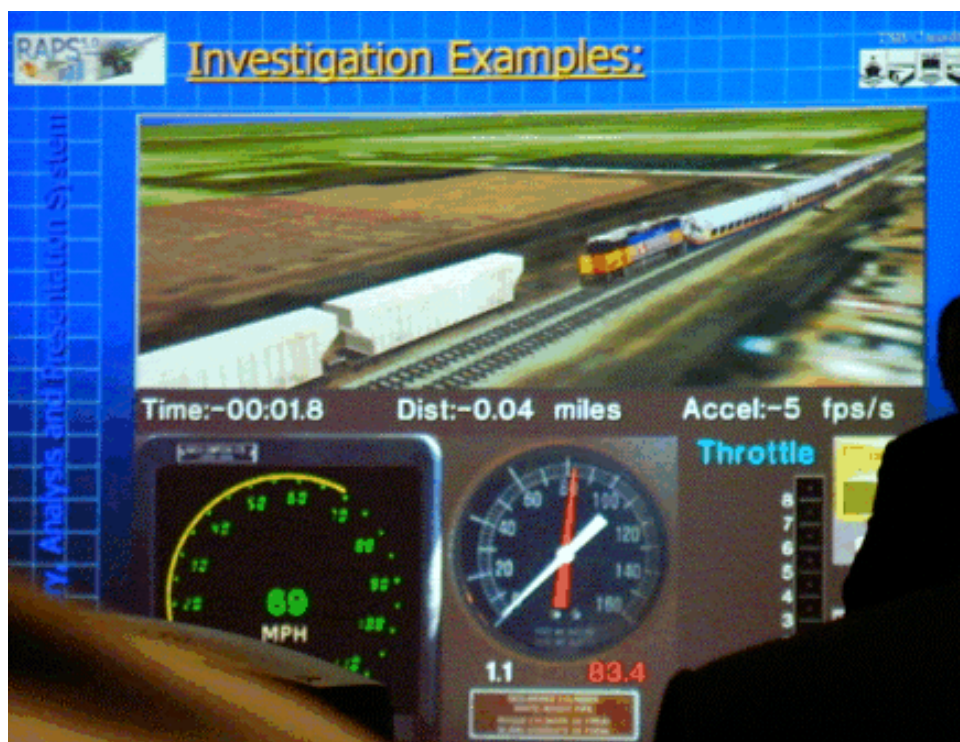


圖 2.27 火車失事之 RAPS 動畫展示（衛星地圖、儀表、火車模組）

三、RAPS 未來的發展

RAPS 的發展歷程始於 1986 年加拿大交通部的專款研究經費，經過 10 年的國際飛航事故調查之政府機關合作，才有今日的卓越貢獻。本章將以 RAPS 發展過程、PC 作業平台之發展需求、RAPS 未來發展方向以及對本會之影響等四小節緒述之。

3.1 RAPS 發展過程

RAPS 的發展過程分為五階段，直至 2000 年為止均由加拿大運輸安全局（TSB）主導。RAPS 原屬於加拿大交通部出錢研發的飛航事故調查工具，後來各國飛航事故調查機關陸續加入使用 RAPS，進而組成 RAPS USERS Group。近年由 FlightScape 公司負責後續研發服務各國之政府飛航事故調查機關。2001 年，TSB 同意轉移 RAPS 軟體擁有權給 FlightScape 公司，該公司將以私人公司繼續發展 RAPS，並且同意 RAPS 給全球之相關飛機與航電製造商及航空公司使用。

- I（1986-1987）：加拿大飛航安全局（CAB）開始發展 FDR 解讀與分析軟體（FEPS & DAPS）。以 HP1000 工作站為平台。當時，NTSB 的 DENNIS 與 Jim Cash 建議共同發展通用磁帶解讀技術。此時，HP UNIX 發表了 HP UNIX 1.0 版。
- II（1988-1990）：FDR 解讀與分析軟體加入了動畫功能（RAGS），以 HP9000 工作站為平台。當時，以外加介面—Knob bottom box 操作動畫，然而 3D 模組之修改十分困難。澳洲 BASI 率先使用 HP9000 與 RAGS 的海外調查機關。此時，HP UNIX 推出 X-Windows，微軟推出 Windows 2.0。
- III（1991-1995）：改寫 RAGS 程式，加入 GUI 介面，改名為 RAPS。並且發展 DT2839 之磁帶波形數位化模組。德國空軍於 1991 加入，美國 NTSB 於 1993 加入。LINUX 於 1994 誕生，微軟推出 Windows 3.1/NT 3.5。
- IV（1996-2000）：1996 年 FlightScape 公司取得 RAPS 研發合約，更多的會員

與功能開發出來。HP UNIX 於 1998 年推出 10.2 版與 CDE 介面，2000 年推出 Windows XP。LINUX 於 1996 年推出 2.0 版，微軟於 1998 年推出 Windows 98/NT 4.0，並於 2000 年推出 Windows2000。

V (2001-Future)：RAPS 將開放給飛航事故調查機關，積極考慮 PC 版之發展。

3.2 PC 作業平台之發展需求

RAPS 會員對 PC 平台的發展建議以超過 5 年以上。例如：美國空軍 MAAF 對 PC 版 RAPS 之需求為移動式 PC 筆記型電腦，MAAF 規劃 RAPS 系統能直接攜帶至戰機事故現場進行戰機之記錄器解讀與動畫製作。概觀言之，PC 視窗掌握更多程式開發工具，製作報告易於整合。PC 平台 RAPS 發展之相關重點如下所列：

- ✓ PC 電腦使用人數眾多
- ✓ 作業系統提供多樣化的工具，如文書處理，網路平台等
- ✓ 較為複雜的平台，擁有複雜的驅動程式與次系統元件
- ✓ 較佳的程式開發工具（development tools & toolkits）
- ✓ 低成本又高性能的 PC CPU（Intel & AMD）已然成型
- ✓ 可以發展高性能筆記型電腦作為 ON-SCENE 調查用

3.3 RAPS 未來發展方向

其實，這個複雜又詭譎的 RAPS 未來發展方向光憑一次的討論是不夠的。今年 RAPS 研討會招開之前，沒有 RAPS 會員知道要何制定 RAPS 未來 PC 版的發展方向，故目前 RAPS 未來發展方向大多由 TSB 提出。較可能的趨勢有二：改版 RAPS 及跨平台 RAPS。

跨平台 RAPS：目的是提昇調查人員使用 RAPS 與製作調查報告之效率。可能的發展趨勢是發展 Windows 版模擬器（如 Hummingbird Exceed SDK；Unix Motif），讓 Unix 程式（RAPS）可跨平台執行。優點是發展時程較短，然未來 RAPS 性能改善空間有限。

改版 RAPS：例如，推出 Windows 版成為 WinRAPS；推出 MAC 版稱為 MacRAPS；或是改用 Linux 平台。關鍵技術是所有 RAPS 程式碼均需改寫再組譯，發展時程變長。缺點是發展時程較長，然未來 RAPS 性能改善空間很大。如果選定 Windows 版本為發展方向，則可利用微軟的 Visual C++ 的快速應用發展工具（Rapid Application Development、RAD）進程式模組化改寫，並以 Mainsoft 的 MainWin 程式發展工具進程式移植之發展。微軟的 IE 流覽器即以 MainWin 移植至 Unix 平台。圖 3.1 為 PC 版 RAPS 資料改寫之位元組反序 (byte ordering) 示意圖，圖 3.2 為 PC 版 RAPS 資料改寫位元組反序及調整示意圖。

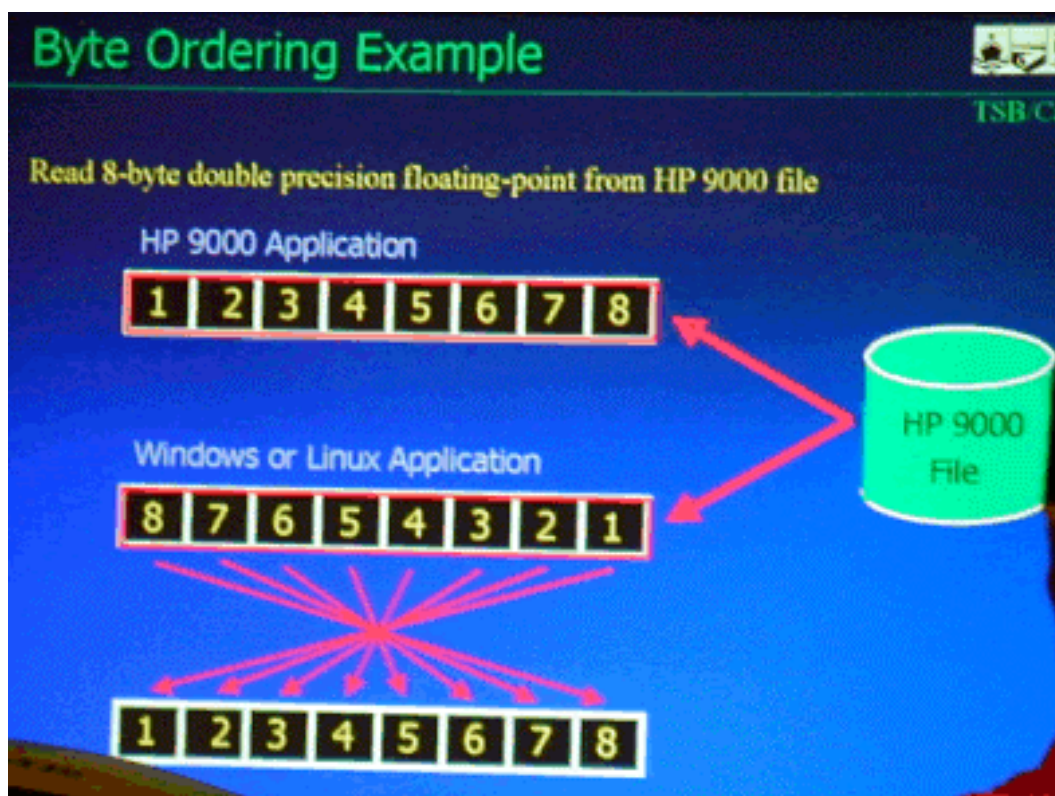


圖 3.1 PC 版 RAPS 資料改寫之位元組反序示意圖

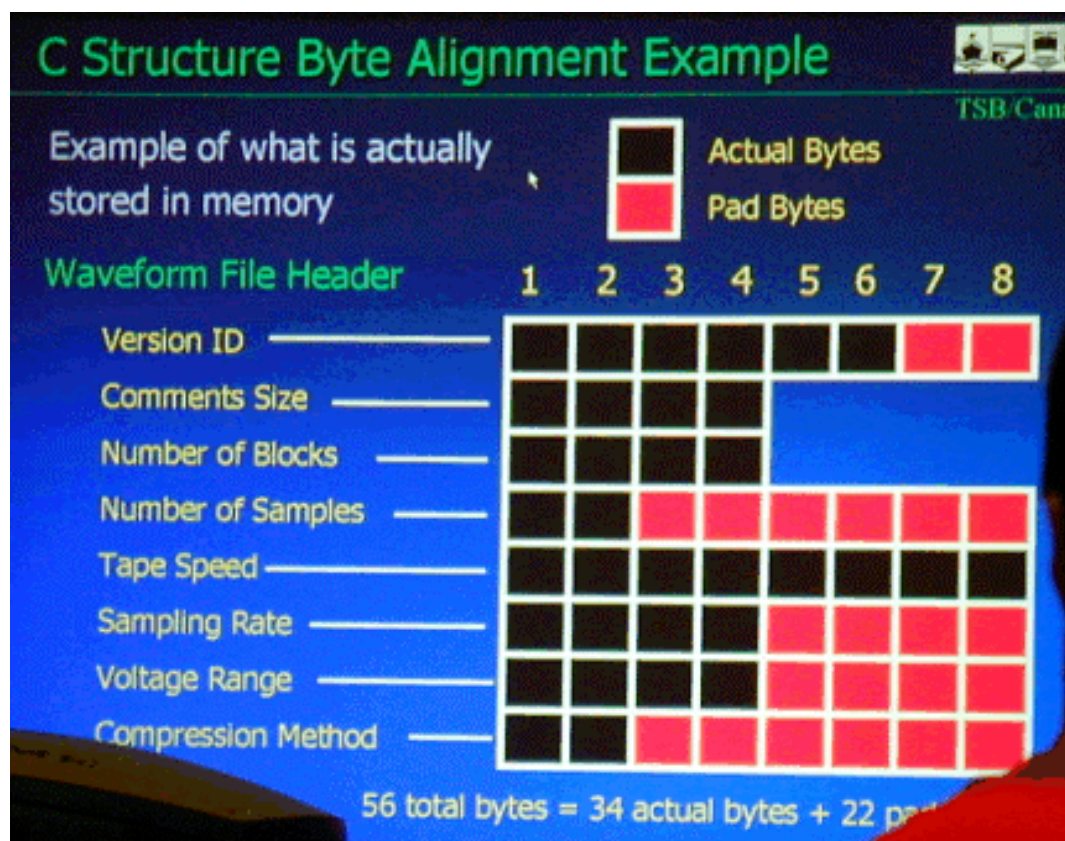


圖 3.2 以 C 語言發展 PC 版 RAPS 資料之位元組反序及調整示意圖

3.4 對本會之影響

現有許多 RAPS 會員對飛航軌跡計算與地形整合有不殆之慮，進而殷切期待 PC 版 RAPS 之發展。本會已成功整合 RAPS 系統、事故現場測量系統 (GIS & GPS) 與 3D 地形及飛航動畫系統 (DTFAS)，故 RAPS 作業平台轉換問題，本會並無很大衝擊且樂觀其成。PC 除了價格較低，移動性強，配合的作業軟體硬體相容性也較高；惟系統穩定性堪慮。依目前 RAPS 的功能，都可滿足本會調查的需求，作業平台轉移所需額外的發展時間，目前看不出有何影響。倒是本會急需改善即提昇實驗室 UNIX 工作站速度，以配合大量的動畫物件及 3D 地形的處理能力。

RAPS 軟體私人化議題對本會衝擊應是較明顯，RAPS 版權本屬加拿大 TSB 所擁有，因種種的原因使 TSB 將軟體版權私人化。依目前 RAPS 轉移政策，使用者每年所繳交的年費與舊合約（使用單位與 TSB 所簽訂的合約）相同（美金 15,000.00 元），但必須與 Flightescape 公司簽訂合作發展合約。任何單位的新使用者向 Flightescape 購買 RAPS 軟體，其費用為美金 75,000.00 元（一

次買斷，有限時間的軟體更新)。基於實驗室的立場，其軟硬體技術支援並無差異；然而本會年費支付的程序則是必須重新與 FlightScape 公司簽訂合約，依合約每年付費 (USD15,000.00)，本會才能繼續享有與之前相同的權利。以韓國民航局及瑞士民航局會例，他們於去年與加拿大 TSB 簽訂 RAPS 合作發展合約則享有美金 15,000.00 元續約權利。但以美國 FAA 為例，FAA 曾與 TSB 簽訂合作發展合約而擁有 RAPS，但去年 (2000 年) 未依約繳年費，今年若向 FlightScape 採購 RAPS 則需付費 USD75,000.00 元。

RAPS 的功能對航機事故調查的功能十分卓越，為能不斷改善及增進本會飛航記錄器實驗室之解讀與分析能力，實驗室工程人員仍希望持續成為 RAPS 會員。另外，基於落實飛安之理念，RAPS 對航空公司之 FOQA 計劃大可縮短資料分析與飛航動畫製作時間然投資成本甚高。未來 ASC 人力若能充足，本會可以酌量收費方式進行飛航記錄器實驗室之記錄服務項目，另外購買一 RAPS 系統租給國內航空公司使用，以其共享 RAPS 成果及降低操作成本。

另外，本次 RAPS 研討會與 TSB 的 Mike Poole、Bob Hoyle 及 Rob Runolfson (FlightScape 公司負責人) 相關建議結論如下：

- ✓ RAPS 中文抄本顯示程式開發 (支援非英文字型)
- ✓ 協助強化 RAPS 之性能分析模組開發 (本會提供航機性能分析方法)
- ✓ 改善 RAPS 之 3D 模組匯入與開發功能 (目前程序十分繁瑣)
- ✓ 新增地圖導引式之 3D 飛航軌跡編輯功能 (類似本會 DTFAS 之 Map-Aided Flight Path Editor；控制參數：時間、位置、姿態)
- ✓ 改善 APS 相關功能使用手冊之說明 (目前十分簡化)
- ✓ ASC 應積極參加飛航記錄器相關法規研討會 (ICAO 之 AIG 會議、EUROCAE 會議等；Mike 是 AIG 會議的飛航記錄器發展小組的召集人，他言道 AIG 會議中亞洲國家至少十年沒政府機關參加)

四、結論

今年 RAPS 會員新增了韓國民航局、瑞士民航局及瑞士空軍等新會員，從原本的十一個會員增加到十四個會員。顯示注重飛安的國家都逐漸認同並採用 RAPS 於飛航記錄器之解讀、分析及動畫製作等工作。新版 RAPS5.0 除了解決很多 BUG，數位化介面卡/新 UNIX 電腦介面問題並增加很多新的功能。

現有許多 RAPS 會員對飛航軌跡計算與地形整合有不殆之慮，進而殷切期待 PC 版 RAPS 之發展。本會已成功整合 RAPS 系統、事故現場測量系統 (GIS & GPS) 與 3D 地形及飛航動畫系統 (DTFAS)，故 RAPS 作業平台轉換問題，本會並無很大衝擊且樂觀其成。倒是本會急需改善即提昇實驗室 UNIX 工作站速度，以配合大量的動畫物件及 3D 地形的處理能力。

基於 ASC 與 TSB 簽訂 MOU 的前提，其合作項目包括 RAPS 系統之支援。各國於 2001 年開始須與 FlightScape 公司簽署年度技術服務合約，該工作對本會將產生長遠之國外合作與採購合約的訂定衝擊，本會應及早訂定解決之道。RAPS 的功能對航機事故調查的功能十分卓越，為能不斷改善及增進本會飛航記錄器實驗室之解讀與分析能力，實驗室工程人員仍希望持續成為 RAPS 會員。另外，基於落實飛安之理念，RAPS 對航空公司之 FOQA 計劃大可縮短資料分析與飛航動畫製作時間然投資成本甚高。未來 ASC 人力若能充足，本會可以酌量收費方式進行飛航記錄器實驗室之記錄服務項目，另外購買一 RAPS 系統租給國內航空公司使用，以其共享 RAPS 成果及降低操作成本。

五、附件

- ✓ 加拿大 TSB 工程部參觀照片
- ✓ FRCS 技術文件
- ✓ RAPS5.0 簡介文件
- ✓ RAPS 各國會員通信錄
- ✓ 芬蘭空軍可拋式飛航記錄器解讀簡報
- ✓ **Operator's Flight Safety Handbook** (FAA GAINS 負責人提供 236 頁、CDROM)

加拿大 TSB 工程部參觀照片



圖 1 TSB 飛航記錄器實驗室 (Mike Poole 解釋各種調查案例之記錄器解讀情形)

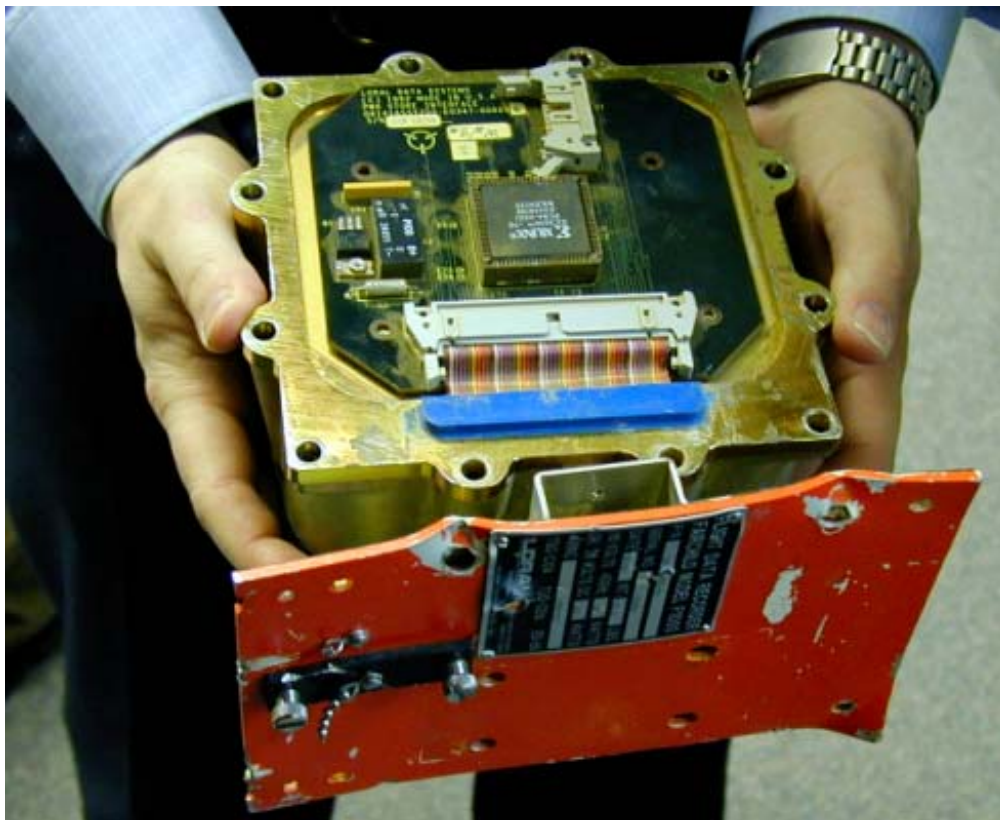


圖 2 Fairchild F1000 型 SSFDR 外觀圖 (SWISS-111)

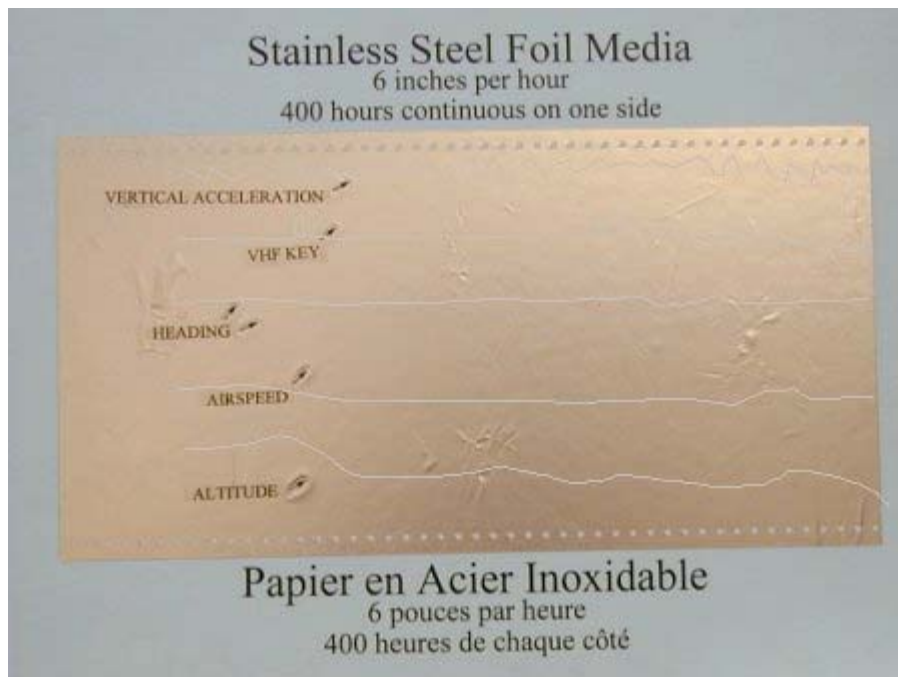


圖 3 金屬箔片記錄器外觀圖（需以高倍率顯微鏡讀取刻度或用 scan 方式）



圖 4 TSB 飛航記錄器實驗室（RAPS 製作之各類飛航動畫展示）



圖 5 TSB 機械工廠 (Mike Poole 解釋各種殘骸之處理經過)

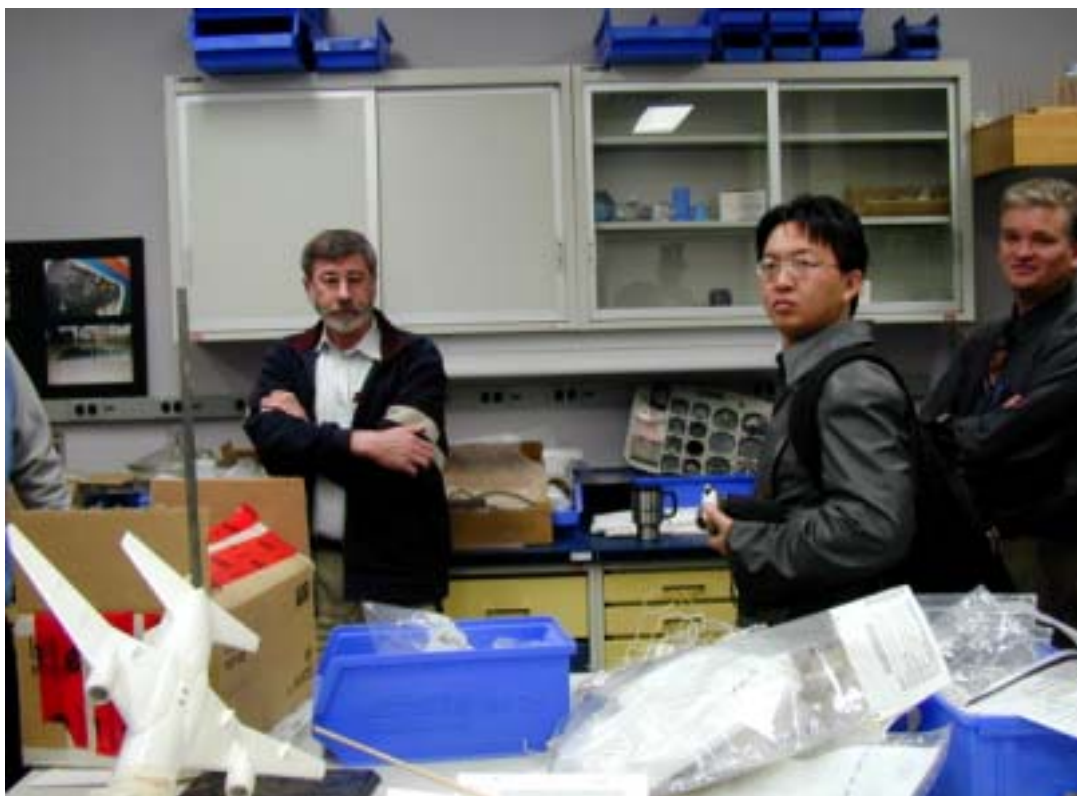


圖 6 TSB 系統組工作室 (SWISS-111 小組組長解釋如何讀取儀表指針、檢視 Wires)



圖 7 TSB 材料實驗室（材料專家解釋材料損壞後之電子顯微鏡觀察結果）

1. INTRODUCTION

1.1 Background

This Flight Recorder Configuration Standard (FRCS) defines the content and format for electronic files that describe the flight data stored on a Flight Data Recorder System (FDRS). At the time this standard is being written, multiple formats exist for the different manufacturers and airline configurations. The maintenance of this information in a common, standard format should facilitate and expedite deciphering the recorded flight data. The intended users of the FRCS are airlines, manufacturers, and air safety investigators.

xwave developed this FRCS pursuant to a contract with the Transportation Development Centre (TDC), Safety and Security, Transport Canada. This effort was supported by contributions from TDC, the Transportation Safety Board of Canada, Transport Canada Civil Aviation, the U.S. National Transportation Safety Board, the National Research Council of Canada, and the U.S. Federal Aviation Administration.

The FRCS has been developed in consideration of Federal Aviation Administration (FAA) Notice N8110.65 [1].

This document describes Version 1.0 of the Flight Recorder Configuration Standard and reflects the changes from the international field trial.

1.2 Scope

This document is intended for software systems designers and developers who wish to support the FRCS through enhanced or new software systems. To assist with becoming familiar and using the standard, **xwave** has implemented a Prototype FRCS Editor and FRCS Tester which may be made available upon request.