

出國報告（出國類別：進修\_線上訓練課程）

參加美國國家運輸安全委員會  
訓練中心航空事故調查課程  
「NTSB Training Center  
Aircraft Accident Investigation Course」  
線上課程報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會  
姓名職務：盧樹欣/航空調查組副調查官  
派赴國家：台灣，中華民國（線上訓練課程）  
會議期間：民國 110 年 09 月 20 日至 10 月 01 日  
報告日期：民國 110 年 11 月 30 日

## 摘要：

為強化航空事故調查人員於航空事故調查上的基礎能力需求，故派訓本會 110 年度新到任的盧員，參加美國國家運輸安全委員會訓練中心所舉辦之航空事故調查訓練課程。本年度的課程，由於新冠疫情之故，改為全程遠距線上課程。然而授課教師均在相關領域具有深厚的歷練，課程設計雖然無可避免地少了親身實歷的感受，但仍藉由豐富的圖文乃至影片資料，將授課教師自身的知識與經驗，盡可能地教授予學員。模擬案例調查，更在細心設計下，最大程度地讓學員體驗到，進行一項事故調查所需具備的標準程序與團隊合作。為期兩周的課程，為報告人在事故調查知識與能力奠下良好的基礎，但飛安調查必須永不停歇的學習新知，方能在進步飛速的飛安調查領域不被淘汰。

# 目次

壹、	目的.....	1
貳、	過程.....	2
	2.1概述.....	2
	2.2關於美國國家運輸安全委員會.....	6
	2.3航空事故調查.....	9
	2.4空中相撞與空中解體.....	11
	2.5飛航操作因素.....	16
	2.6認知訪談.....	18
	2.7飛航紀錄器.....	21
	2.8人為因素調查.....	23
	2.9分組調查實作訓練.....	27
參、	心得及建議.....	31

# 壹、 目的：

國家運輸安全調查委員會(後簡稱運安會)為培養新進航空事故調查人員，會安排新進人員接受一系列訓練課程。除了新進人員訓練 Module1 屬於一般事務性的基礎課程外，屬於專業能力培養的有包含初始訓練及航空調查組國內訓練兩階段的飛航事故調查訓練。於上述訓練課程完成後，新進人員已粗具調查人員的基本學識。然而飛安調查不僅是技術導向的工作，在很多時候更是國際相關飛安調查機關構間的團隊合作。因此，本會會繼續安排新進人員前往國外飛安調查相關機關，例如美國的國家運輸安全委員會（NTSB），接受航空器失事調查訓練，除了精進調查工作的技術，也期望藉由移地學習，增進調查人員國際交流與團隊合作的能力。本次國外訓練為美國國家運輸安全委員會訓練中心（NTSB Academy）舉辦為期兩週的「航空器失事調查基礎訓練（AS101）」課程，訓練課程均由各專業領域經驗豐富之講師教授或現役或退休之資深調查人員擔任，藉由基礎學理的講授，經驗的分享與傳遞，使受訓學員能夠在完訓後得以具備從事飛安調查工作所必需的概念與能力。

# 貳、 過程：

## 2.1 概述

由於課程的特殊性，NTSB 的課程對於參訓學員的身分有所要求。NTSB 訓練中心每年都舉辦兩次的航空事故調查課程，培訓包含來自全美的各公私機關，乃至全世界飛安調查相關機關構的航空事故調查人員。過去，此項訓練課程為實體課程，參訓人員須前往位在維吉尼亞州阿什本（Ashburn）的 NTSB 訓練中心接受兩星期的訓練。訓練中心所在地，亦是 NTSB 中大西洋區域的航空事故調查辦公室所在，因此這個地方，不僅擔負教育訓練工作，也同時是 NTSB 實際執行事故調查的實驗室。但是，今年因為新冠肺炎疫情的影響，訓練中心所有開課的課程皆以遠距線上課程方式執行。因此如何將原先在課堂與學員面對面的實體課程，有效轉換為線上遠距教學，著實考驗著授課講師的智慧。

在寄發給學員的關於課程訊息的電子郵件中，多次強調嚴禁使用各種方式側錄課程內容，這不僅牽涉到智慧財產權的問題，還因為線上會議所談論的內容，或有牽涉機密的可能。現在的網路世界，各式各樣的資訊透過網路流通交換與傳遞，確實對使用人來說非常便利及有效率，然而這些在網路上傳遞的訊息卻非常容易遭到截取，如何維護資訊安全確實是一大課題。

此次線上課程所採用的平台為美國政府特規版的 Zoom for Government，但在客戶端也就是使用者的部分，則使用一般的 Zoom。猶記得去年在線上會議與課程的需求，因為疫情肆虐而突然暴增時，原先出盡鋒頭的 Zoom 卻因爆出资安問題而陷入困境。個人並非資訊專業，但仍嘗試去了解，何以曾經有過資安不良紀錄的 Zoom，會被美國政府單位選擇做為線上會議與課程的平台。由文字簡短說明中，可以大致理解這個特規版的 Zoom，是一個專為符合美國政府以及被許可的單位使用需求而設計的平台，平台設計加強資安的部分，使用者以一般的

Zoom 軟體，但所連結的伺服器均位在美國，所有操作人員也均為美國人，因此在資安上相對較有保障。同時為應對使用者對資安與日俱增的重視，一些線上會議軟體所具有偵測側錄的功能，Zoom 自然也不例外。美國政府為了因應各單位在遠距課程與會議需求，而特意構建了專屬平台，顯見美國政府不只在智慧財產權的維護上不遺餘力，同時對數位網路資訊安全課題的更是嚴肅以對。

本次課程學員共計有 48 名，大多數都是來自美國，有飛航安全相關業務的各公私立單位，如 NTSB 新進人員，FAA，美國三軍，海岸巡防隊，緝毒署，國土安全部，農業部等等，較為特殊的還是有一位來自蘋果公司的學員。另也有包含本次送訓盧員在內的來自其他國家飛安相關業務單位的學員，如 Transport Canada，巴林 ATC，SASI Pakistan，南非，英國私人安全調查機構等等。學員工作的相關背景也相當多元，與航務及機務相關者所佔比例較高，其他如空中管制、安全管理等等也有不少。以下是本次課程共計十天的每日課程表。

表 2.1 NTSB 航空器失事調查基礎訓練課程表

Day1:Monday,September20,2021

Time	Topics	Instructor(s)
0800-0830	Welcome & Introductions	Paula Sind-Prunier
0830-0930	NTSB Mission	Paula Sind-Prunier
0930-1030	Operating Rules and Legal Authority	Kathleen Silbaugh Casey Blaine
1030-1200	Overview of Accident & Regional Investigations	Mitchell Gallo
1200-1245	LUNCH	
1245-1445	Major Investigations	Dan Bower
1445-1600	International Investigations	Dan Bower

Day2:Tuesday,September21,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1000	In-Flight Breakups and Mid air Collisions	Jeff Guzzetti
1000-1200	FAA'S Role in Accident Investigation	Eric West

1200-1245	LUNCH	
1245-1445	Systems Investigations	Bob Swaim
1445-1615	TWA800CaseStudy	Bob Swaim

Day3:Wednesday,September22,2021

Time	Topics	Instructor(s)
0800-1000	Medical Investigations	Turan Kayagil
1000-1200	Aircraft Performance	Marie Moler
1200-1300	LUNCH	
1300-1415	Meet and Greet Professional Knowledge Exchange “Break out Room Introductions”	Paula Sind-Prunier Roland Thompson
1415-1530	Criminal Investigations	Erik Grosop

Day4:Thursday,September23,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1015	Air Traffic Control(ATC)	Brian Soper
1015-1215	Meteorology(MET)	Don Eick
1215-1300	LUNCH	
1300-1600	Flight Crew/Operational Factors(OPS)	David Lawrence

Day5:Friday,September24,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1130	Survival Factors & Airport Investigators	Jason Fedok
1130-1230	Safety Recommendations	Jeff Marcus
1230-1315	LUNCH	
1315-1515	GA Investigations and Party Perspective	Henry Soderlund

Day6:Monday,September27,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1130	Human Performance	Katherine Wilson
1130-1215	LUNCH	

1215-1615	Cognitive Interviewing	Dr. Ron Fisher
-----------	------------------------	----------------

Day7:Tuesday,September28,2021

Time	Topics	Instructor
0800-0900	Site Management	Brian Murphy
0900-1100	Structures Investigation	Brian Murphy
1100-1200	Damage Classification	Brian Murphy
1200-1245	LUNCH	
1245-1545	Turbine Engines	Harry Reichel

Day8:Wednesday,September29,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1000	Recorders	Sean Payne
1000-1200	Fire Related Accidents	Daniel Benac
1200-1245	LUNCH	
1245-1545	Fracture Recognition	Erik Mueller
1545-1615	Site Documentation with UAS(Drones)	Joshua Lindberg

Day9:Thursday,September30,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1000	Trauma and Resilience	Maggie Bradford
1000-1200	Family Assistance Operations Following an Aviation Accident	Max Green
1200-1245	LUNCH	
1245-1400	Media Relations	Keith Holloway
1400-1600	Board Meetings and Public Hearings	Dan Bower

Day10:Friday,October1,2021

Time	Topics	Instructor
0800-1100	Practical Exercise	Bob Swain Roland Thompson
1100-1200	Wrap-up and Presentation of Certificates	TC Staff

課程開始前，先由學員各自簡短的自我介紹拉開序幕。由於疫情已經持續了一段時間，各式線上會議或遠距教學的軟體已被廣泛使用了相當的時間，參與課程的學員們，多數已經對此類的線上介面有所經驗，因此過程進行可說相對流暢。之後便開始共計 10 天的正式課程，涵蓋了介紹 NTSB 這個機構的業務職掌；以及進行事故調查所需要掌握的基本知識；NTSB 與其他調查機關，包括主導犯罪調查的 FBI 彼此間合作所擔任的角色；也提到了調查報告的撰寫、聽證，到如何就飛安調查報告結果，提出飛安改善建議；還提到了現今逐漸為人所關注的罹難者家屬的關懷。最後，以一件模擬事故，將學員分組，依照真實事故調查的程序，對此事故作事實資料的收集。整體來說，課程相當的緊湊與充實，以下將對課程擇要做重點整理敘述。

## 2.2 關於美國國家運輸安全委員會

美國國家運輸安全委員會（NTSB）最早是在 1967 年，由國會設立於交通部下，1975 年始改制為美國聯邦政府轄下的獨立機關。委員會的任務為透過事故調查程序，評定事故之事實及情境，判斷可能肇因，提出安全改善建議及飛安研究，以提升運輸安全環境，其調查對象包含航空、鐵道、海事、公路及油管。美國 NTSB 設置 5 位委員，但目前實際在位的為 4 位。每位委員任期 5 年，其中一位委員由總統提名，經國會同意任命為主席，另一位由總統指派為副主席。主席及副主席任期為 3 年，現職之主席為 Jennifer L. Homendy。



圖 2.2-1 美國國家運輸安全委員會現職委員

NTSB 的組織架構如下圖：

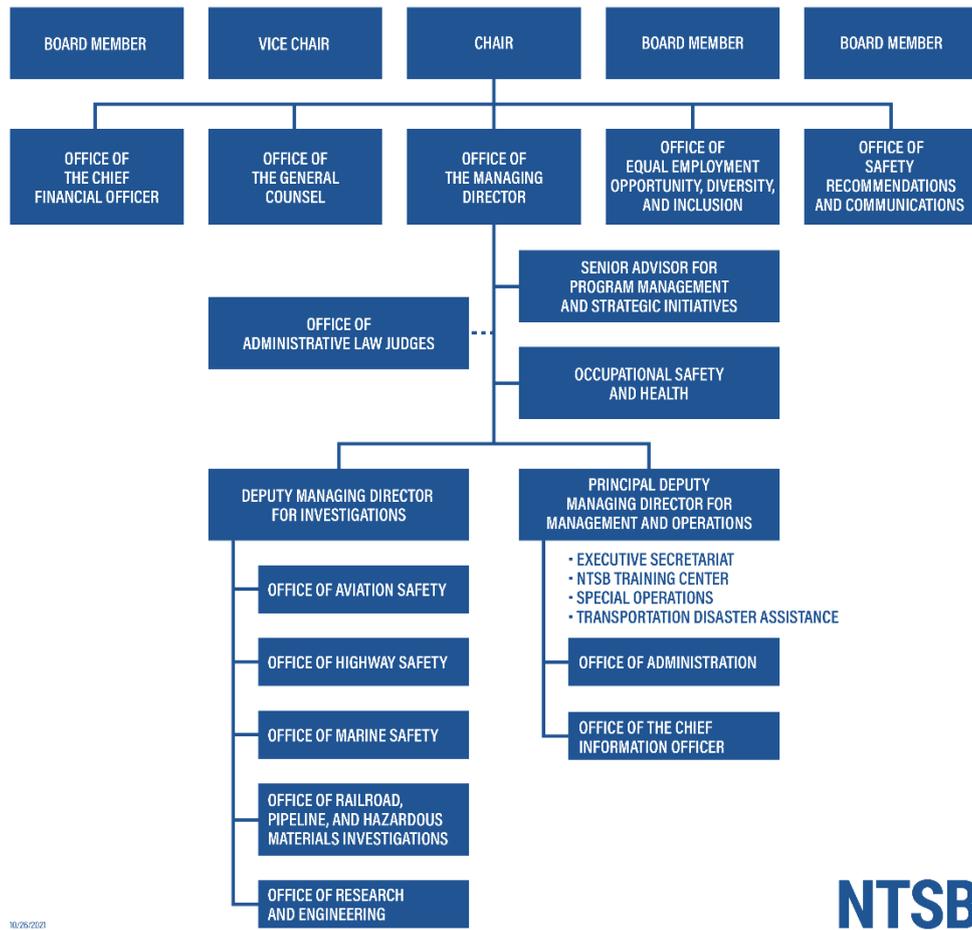


圖 2.2-2 美國國家運輸安全委員會組織架構

與大部分國家的飛航事故機構包含本會在內，NTSB 的事故調查，同樣都是遵循國際民航組織（ICAO）對飛航事故調查的精神，即 ANNEX 13 中所述，飛航事故之調查，旨在找出危害飛行安全的風險因子、提出改善建議、以避免類似飛航事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。NTSB 主導失事調查時，美國聯邦航空總署（FAA）自動成為參與調查的成員。其他所有的機構、業者，都必須在 NTSB 認為有需要請其協助調查的情況下，方以協助調查團（Party）的身分參與調查工作。調查團隊成員中，不得有代表任何權利（如保險公司）的人員，所有成員亦不得有涉及法律職責的職位。於事故調查過程中，NTSB 為發布事故相關資訊之唯一機構。調查團隊若有其他國家的參與，則依照國際民航組織的規定需有官方指派的授權代表（Accredited Representative；AR）協助執行。不過，

若是 NTSB 於調查過程中，發現事故肇因於犯罪行為時，則會調查主導權移交給美國聯邦調查局（FBI），轉而以技術協助的角色，協助調查。

美國的一般航空業極為發達，航空事故發生的數字相對較多。據統計，在美國每年約有 1750 件的航空事故需要調查，業務量極為繁重。因此 NTSB 的航空事故調查，概分為五個等級，分別為：

1. 資料收集：也就是事故資料納入飛安資料庫做飛安統計，而不進行調查。
2. 有限度的資料調查：即 NTSB 不到現場，僅就其他單位收集的資料作事故分析。
3. 現場調查：在一般航空業發生有 1-2 人死亡的事故時，會有 1 名 NTSB 區域辦公室的調查人員前往調查。
4. 大型現場調查：規模較大的調查，會有 1-2 名區域辦公室的調查人員，在總部的支援下進行調查。
5. 重大事故調查：在面對有較大傷亡的重大時故時，調查會由位在華盛頓特區的 NTSB 總部主導，自總部派出 Go team，由委員帶隊前往現場做調查。參與現場調查的調查人員可達 10-30 人。

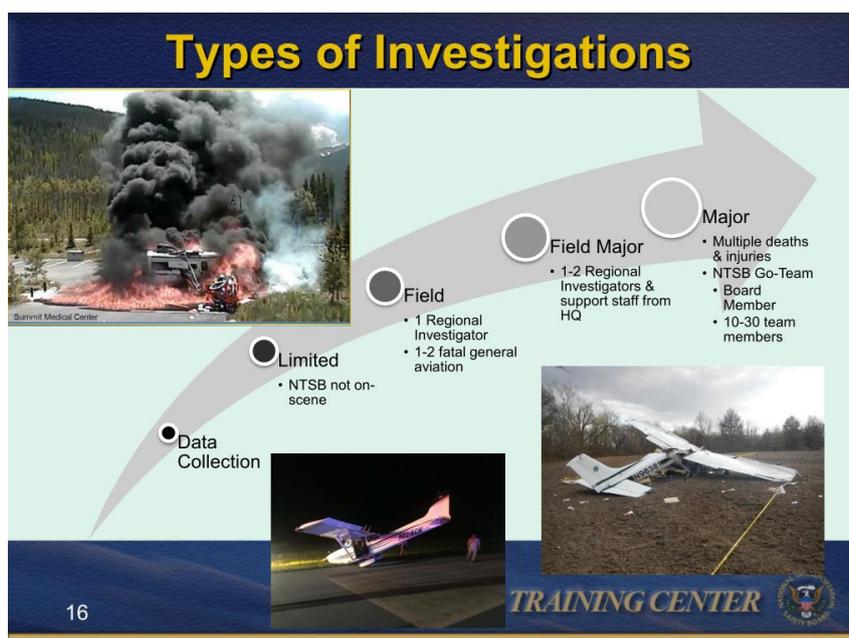


圖 2.2-3 美國國家運輸安全委員會調查規模

## 2.3 航空事故調查

一名調查人員在面對事故時，該如何準備調查的前置工作，如個人的調查裝備 Go-bag 中需要的品項，前往調查時應該如何進行調查的程序，在事故現場實地探查時所需要注意的事項，課程中皆有詳細的說明。



圖 2.3-1 調查人員 Go-bag 物品範例

而關於重大事故調查，由於參與單位與人數較多，團隊如何分工合作變成首要的課題。諸如抵達現場後如何與消防人員協同合作，調查過程中，事故現場如何管理，各分組所需要注意的重點，各分組間如何分工與橫向聯繫，後續如何與協助調查的組織或授權代表合作等等，講師都以親身參與過的事務調查經驗，與學員分享說明。

在現場作業的調查人員，有相當多的地方需要注意。例如如何在現場作業時，能以最有效率的對現場做紀錄。因為人的記憶並不可靠，即便是攝影做了紀錄，若沒有適當的註記，很有可能會遺忘了這張照片紀錄的重點與目的，而因此漏失了重要的資訊。所以如何做現場紀錄是相當重要的課題。

事故現場記錄的方式首重由外而內，在開始調查作業以前先環繞現場外圍進行巨觀的記錄，記錄下現場的範圍與相關方位，在將事故航機留下的痕跡乃至殘骸，依照其在現場的位置，記錄下這些跡證與證物與參考點的相關方位與距離。若情況許可，可以使用無人機取得空中俯瞰資訊，或是以更先進的使用無人機測量的方式，將更有助於記錄整個現場，釐清整個現場的規模。



圖 2.3-2 現場調查記錄範例之一



圖 2.3-3 現場調查記錄範例之二

課程中即有一門課程介紹 NTSB 如何使用無人機協助調查，課程中所介紹的無人機在航空事故調查中的運用方式，本會皆已建立同等甚至超越的能量，並無需要特別多做說明。然而較令人驚訝的是，NTSB 所使用的無人機機隊，大部分都是中國大疆公司所製造的機種。美國政府基於國家安全的理由，禁止所屬單位在公務上使用大疆公司所製造的無人機。這一點，也引起來自美國農業部學員的好奇與發問，因為他們單位原先也是使用大疆的機種，在此禁令下，使用無人

機的業務幾乎全部停擺。講師回應，他們準備了許多的證明文件，證明這些無人機的使用並不會危害國家安全，而取得了使用許可，得以繼續使用原先已建構的無人機機隊。這個小插曲，讓我對於美國政府務實的一面有所體認。

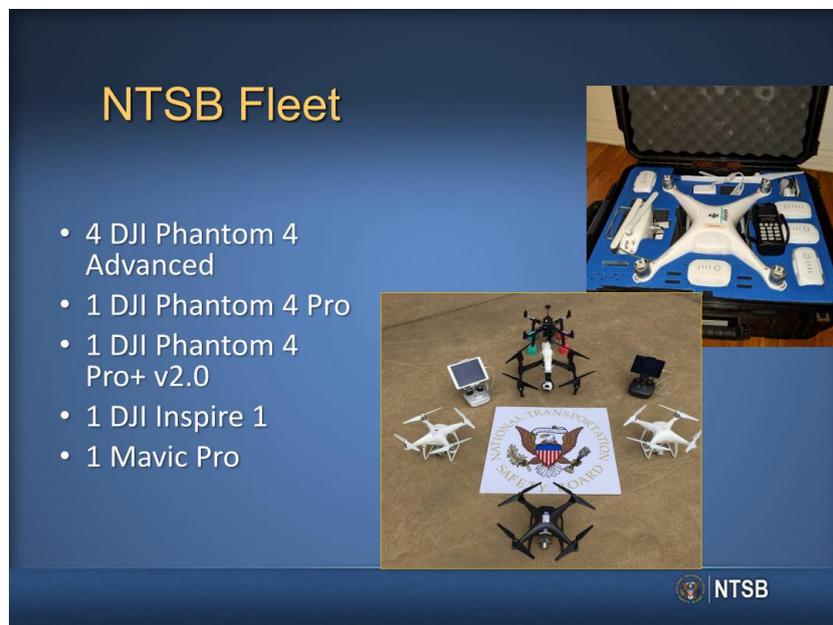


圖 2.3-4 NTSB 現場調查使用之無人機機隊

## 2.4 空中相撞與空中解體

如前所述，NTSB 的調查人員需要應對相當大量的普通航空事故，包含空中相撞。這樣的事故在我國或許較少聽聞，但在普通航空業發達的美國卻不算罕見，據統計，空中相撞約占 NTSB 調查事故的 3%-5%。這類型事故，通常都是公眾矚目的焦點，加以這類事故中通常有較多運輸安全上的因素需要探討，因此需要投注心力。空中相撞與空中解體這門課程教授學員的重點，在於空中相撞事故所可能可以收集到的資料，以及判讀方式。普通航空業並無飛航記錄器及座艙通話紀錄器之設置，所以這類事故相關資料的取得，通常來自於雷達資料，全球衛星定位系統，空中防撞系統等資料外，也必須由事故現場的資料及證物收集過程中，取得可能存在任何關於該事故的跡證，例如，可能存有該次飛行影像資料的機上乘員手機或攝影器材，目擊者以及撞痕。課程中，講師撥放了 NTSB 對於一件發生在阿拉斯加的空中相撞事故動畫模擬，在其中的一個片段，放了一張來自其中

一架飛機乘客所拍，在撞擊前幾秒的照片。因為有此張照片，NTSB 的調查人員得以據此得到，兩位飛行員的視野均被座艙結構或是機翼所遮擋，而未能發現彼此的結論。



圖 2.4-1 駕駛員視野被遮蔽導致空中相撞事故

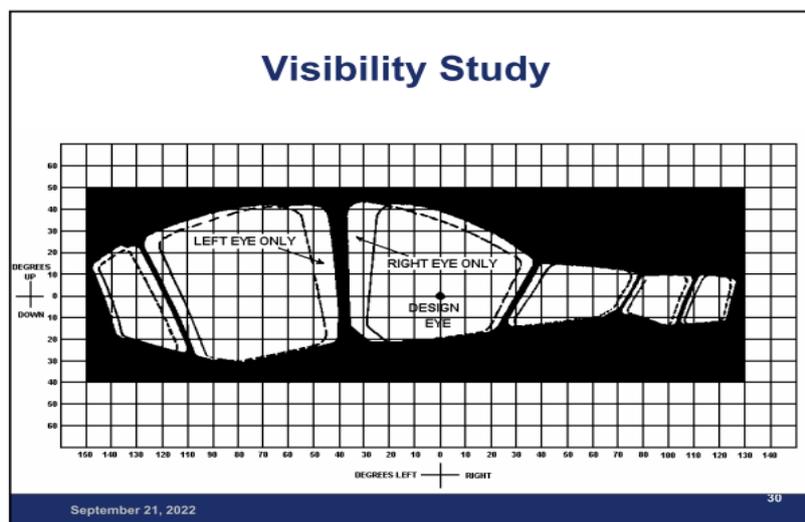


圖 2.4-2 駕駛艙視野分析圖

而若是僅發現機體殘骸而無其他證物，NTSB 也有一套早在 1960 年代即發展出來的碰撞方程式。只需要量測機身殘骸上留存的撞擊痕跡，亦可根據此碰撞方程式得到所需的數據。



圖 2.4-3 空中相撞痕跡分析之一

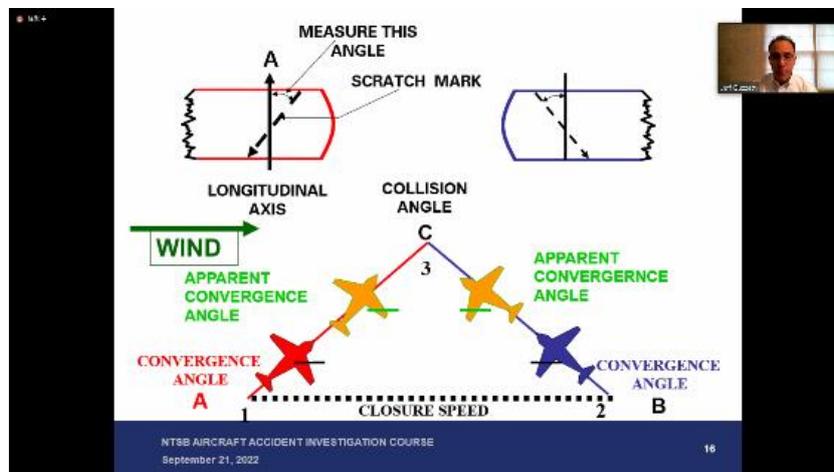


圖 2.4-4 空中相撞痕跡分析之二

空中解體的事故起因於結構失效，因此調查的重點在於找出結構失效的原因，課程由空氣動力學特性開始，討論結構負載突增，或是飛行員控制問題，再討論結構失效模式，以及如何由殘骸上所留下的應力痕跡，找尋結構最早之失效點，課程也用了環球航空 800 次航班(後簡稱 TWA-800)空中解體事故為例。TWA-800 在 1996 年 7 月 17 日，從美國紐約甘迺迪國際機場起飛，起飛後約 12 分鐘在大西洋上空爆炸解體落入海中，機上全部人員罹難。事故發生後，對於爆炸原因眾說紛紜，一說是海軍演習飛彈誤擊，亦有說法認為可能是恐怖行動。由於有相當數量的目擊描述，看到類似飛彈發射的火光與尾部白色煙霧，因此聯邦調查局與中央情報局都介入調查。16 個月後聯邦調查局宣布，因為找不到任何與炸彈相關之證物，無強而有力證據證明這是恐怖攻擊，並停止相關調查，由 NTSB

接手後續調查。前述的火光與尾部白色煙霧，最後被認為是來自於反射陽光的高空航機與其凝結尾。

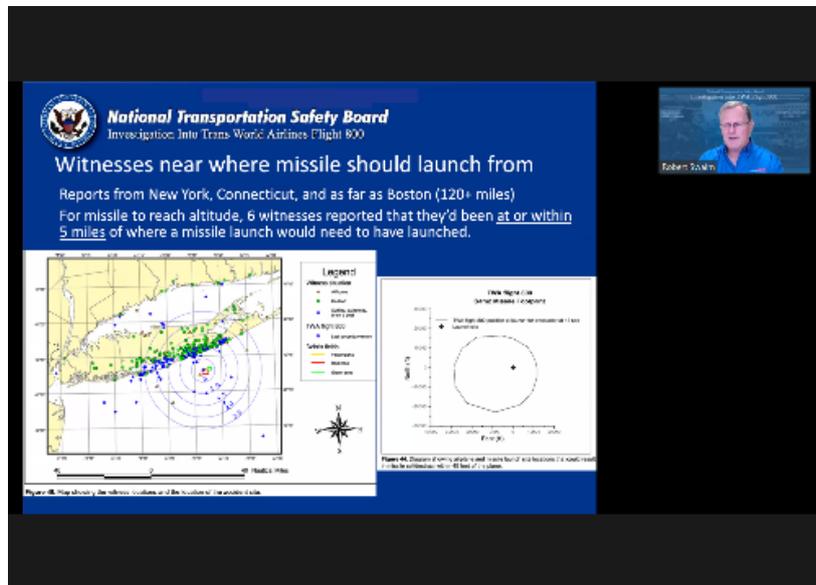


圖 2.4-5 調查初期收集目擊者目擊資料，定位可能飛彈發射點

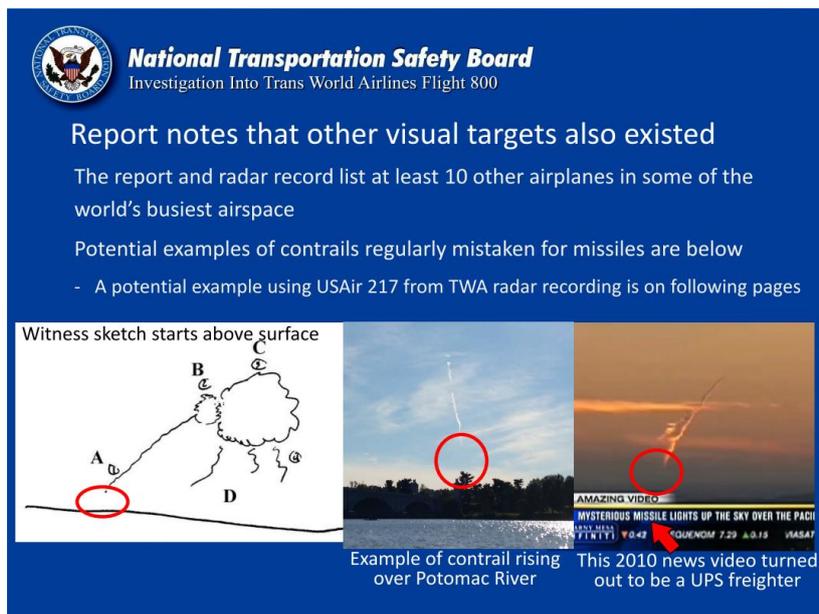


圖 2.4-6 調查初期分析目擊者所見，可能之飛彈發射軌跡影像

在過程中也將打撈到的殘骸作重建，並由重建殘骸過程中，發現該機解體最早墜海的部份為機身靠近機翼前端的部份，接著是前段的機身，最後落海的則是後段機身和機翼。這個過程，提示了機身前端靠近機翼的部份，很可能是造成事故的關鍵。而此部份這是前段機腹油箱所在，因此給予調查小組一個較

為明確的調查方向。目前重建的殘骸就存放在 NTSB 訓練中心。



圖 2.4-7 存放於 NTSB 訓練中心之 TWA-800 航班重建殘骸

這一件 NTSB 到目前為止規模最大，牽涉範圍也最廣的空難調查，經過四年的調查，最終調查報告在 2000 年 8 月 23 日公布。總結該班機墜毀的可能肇因，為油量偵測器電線短路產生的火花，引燃空油箱內因高熱汽化的燃油油氣，導致中央油箱爆炸，因而導致航機解體。

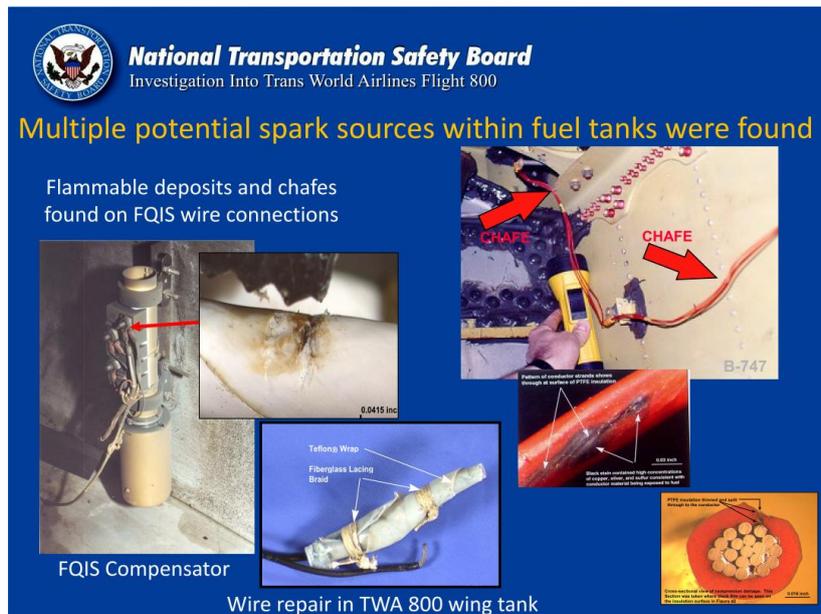


圖 2.4-7 TWA-800 航班油箱中，可能引爆油氣之油量偵測器

## 2.5 飛航操作因素

由於本身的專業是偏向飛航操作的部分，因此對於飛航操作因素調查，會較有興趣。這部分的課程，主要介紹 NTSB 飛航操作分組調查員的主要職責，以及其特定任務、調查重點、事故後追蹤等特定工作。課程一如其他課程在講解調查程序時，也引用了不少的實際案例。不過基於保密的原因，在講師的第一張投影片，就出現警語嚴禁對這門課程內容的任何部分作紀錄。

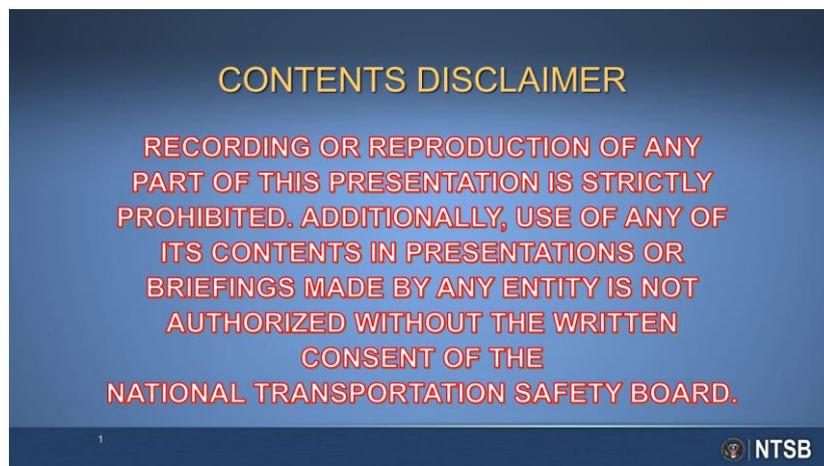


圖 2.5 課程材料免責說明

NTSB 飛航操作分組是在 NTSB 總部下的編制，主要是應對大型事故調查時的分組。調查員的背景均具備民航運輸業航空公司的相關經驗，不論是飛行、管理、飛安或是訓練。所參與的調查案，主要為依 FAA Part121/135 法規下營運航空公司所發生之事故。因為 NTSB 在重大飛航事故發生時，需在 2 小時內到達機場，所以飛航操作分組的調查員，會以每週輪值的方式，擔任 Go team 待命組員。他們也會準備被派遣往世界上任何地方，擔任美國的授權代表。此外，他們偶爾也會協助美國國內的地區辦公室，從事 FAA Part91 通用航空器事故的現場調查、聆聽座艙語音紀錄器內容，及擬訂飛安改善建議。

飛航操作分組，通常是由前述飛航操作分組的飛航操作調查員擔任分組召集人，集合包含 FAA、航空公司、航機製造商或其他參與飛航操作調查單位之成員所組成。飛操調查之重點包含：飛行員所採取之動作、原因、不同組員間的協

調作業（CRM）、操作程序及相關訓練、飛行員執照檢定紀錄、航機性能分析、FAA 監管上可能的漏洞、航空公司組織文化、營運單位管理等等。

通常事故調查從接獲通報開始，NTSB 總部內的連絡中心會聯繫先遣小組成員，上述成員需在 2 小時內到達指定的機場搭乘飛機前往事故地點，先遣小組之裝備須配合事故地點特性進行彈性調整。隨著調查正式展開的同時召開組織會議，來自其他相關調查協助單位的人員，必須具有該事故調查所需之專業技術，才會被邀請參與調查。

進入事故現場之後，飛航操作專業分組的調查員首先需檢視整個現場，拍攝撞擊痕跡、記錄組員背包及行李內所攜帶的物品，包含個人所使用之藥物。並會同系統分組一同記錄駕駛艙內之開關、飛行控制相關設定以及指示位置等等。同時需要蒐集事故發生時相關的天氣資訊，並確認組員所取得的天氣資訊，包含起飛機場，目的地機場，航路天氣，以及是否有收任何特別天氣通報。取得這些資料之後，便須評估這些天氣條件是否超過該公司或是 FAA 所訂定的規範，及是否對航機性能產生影響。評估天候因素導致事故之可能性，最後蒐集事故航機上使用的表單、地圖、手冊、飛航文件、檢查表及快速參考手冊等等。

飛航操作分組調查員在現場的作業，還包括與系統分組或結構分組記錄可能的機械或結構性問題；飛航操作分組，亦需考量這些問題對於航機操作以及性能之影響。同時因為航機的載重平衡亦是可能原因之一，故須確認事故機之載重平衡是否超限、相關載重平衡文件是否正確填寫且在起飛前已完成。

飛航操作分組在現場的工作，也包含了對相關人員進行訪談。由於人類記憶會隨時間而淡忘，訪談所欲收集的，正是這些容易消失的證據，因此需把握時間進行。受訪者的範圍可能包含：組員、乘客、目擊證人以及航空公司或相關組織中之人員。

在目擊資料的提供上，影像紀錄一樣扮演著重要的角色，包括機坪監視器、個人拍攝影像、新聞媒體畫面或是交通監控影像都是可以使用的線索。

對於發生在機場地帶之事故，通常會利用空照圖或是等高線圖、航管資訊、機場燈光及無線電助導航設施狀況、機場及周遭地帶之建築物分布、分析用之燃油樣品跟機場道面之檢驗結果報告等。如果是與火災及救援有關之事故，調查人員會進一步確認場站之消防救援行動、反應時間、保全體制、通報時間、通報手段以及使用的滅火劑種類及用量。

最後將以上所有因素綜整、開始判斷從威脅到事故發生之各個環結，並從飛操觀點來審視整個作業程序，從組員操作流程、手冊、訓練等等可能改善的方針下手，擬訂相關之飛安改善建議，以防堵相同的漏洞再次發生。

## 2.6 認知訪談

在前一段落中提到，對於飛航操作分組來說，除了在現場測量、收集資料，以及之後對於手冊及航機操作的標準程序進行資料收集及分析外，另一個必須要進行的調查程序為訪談。訪談可以快速得到事故的資訊，對事故調查有所助益，因此必要時調查人員會向生還的飛行員、組員、乘客或目擊證人等相關人員進行訪談。訪談所獲取的資訊，依賴的是受訪者的記憶，由於記憶會隨時間而淡忘，因此訪談工作的進行，需盡可能及早進行，避免時間一長，造成受訪者已無法回憶事故當時情形。然而訪談進行的時間，常會因為不同因素而有所延遲，所以運用合宜的訪談工具，可以適當地抵銷時間帶來記憶流失的劣勢。這便是這門課程所要講授的認知訪談 **Cognitive Interview**(後簡稱為 **CI**)。此課程授課講師為 **Ronald P. Fisher** 博士，他是美國佛羅里達國際大學(**Florida International University**) 心理學系教授。早在 1985 年 **Dr. Fisher** 與其同事，便開始發展 **CI**。一開始是針對刑事案件調查而發展，但是在逐步精進及擴展使用領域後，**CI** 成為了航空事故調查訪談的主流方法之一。

**Dr. Fisher** 在課程一開始便開宗明義地強調，擁有調查所需關鍵資訊的，是受訪者，而非訪談者。因此，整個訪談應以受訪者為中心，由其扮演主動的角色。

訪談者由收集的資料，依其思維邏輯，預設了訪談內容，以及問答式的問題的使用，都將會限縮了訪談的方向。他將之稱為 Evidence-driven interviewing。他舉了幾個相對負面的訪談問的例子，說明前述的觀點。也就是訪談者若過於主導問答，會造成獲取資訊的匱乏。

Psychological processes engaged with evidence-driven interviewing	Continued: Short-answer Qs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interviewer does all the work</li> <li>• Q-A format: no unsolicited information</li> <li>• Constant questioning disrupts the witness's memory retrieval processes</li> <li>• Short-answer questions: impoverished (short) responses only</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INT: Joe, you didn't participate in any pre-briefing or anything, did you? By the time you got down there, all that was set up?</li> <li>• RESP: Yes</li> <li>• (cont'd)</li> </ul>

圖 2.6-1 證據驅導訪談之要點與範例

所謂的 CI，是運用一些心理學上的程序所發展出來的。著重於引導受訪者回到事故當時的情境，並幫助受訪者一次又一次的回想，以更積極的方式去搜尋記憶，提供更多潛藏在受訪者腦中之資訊，Dr. Fisher 將之稱為記憶搜尋。協助受訪者回想及搜尋他的記憶。CI 有三個重點，分別是：

1. 以受訪者為中心；
2. 不發問訪談；
3. 受訪者對其角色的錯誤認知。

### Alternative Approach The Cognitive Interview

- Prominence of Psychological Processes
- Three themes:
  1. Witness-centered
  2. "Questionless" interview
  3. Witnesses' (mistaken) beliefs about their roles

圖 2.6-2 認知訪談之三要點

以受訪者為中心，並且訪談者並不主動發問，而是鼓勵受訪者在不受限制的情況下，提供任何可能與飛航事故有關的資訊。同時要注意到，受訪者或因一般先入為主所認知的訪談(審問)，而對其角色有錯誤理解時，可能會因此限制了受訪者所能提供的資訊，所以訪談者必須要適時導正受訪者這類的錯誤認知。在訪談結束前，訪談者應重複所有紀錄，並請受訪者於發現錯誤，或需要補充時隨時打斷，這同樣也是給予受訪者多一次的回想機會。離去前務須留下訪談者聯絡方式，如此若日後受訪者回憶起訪談時未曾提及的重要資訊時，才有途徑與訪談者聯繫。

在與認知訪談多達一百多篇相關的研究論文中，CI 確實展現了相當不錯的訪談資料收集成果。但是 CI 有一個必要條件，便是需要面對面做訪談。在調查航空事故時最佳的調查設想，是立即對相關或目擊者做訪談，但真實世界中在訪談前都會有所延誤。人的記憶是會隨著時間而逐漸消退，所以對於調查有用的資訊會快速的流失，特別是某些感覺上的細節。因此，Dr. Fisher 與其研究團隊針對這項問題，在 CI 的基礎上又發展了自我引導式的 CI：也就是將 CI 的指示轉化小手冊上的文字，將這小手冊在事件後立即發給目擊者，目擊者就依手冊指示先行做自我訪談，減少記憶資訊的消退，這就是自導式面談(Self-Administered Interview，後簡稱 SAI)。

SAI 最開始同樣是為刑案調查而發展，特別是大規模槍擊案。因為這樣的狀況會有大量的目擊者，但刑事調查人力則相對有限，因此面對面訪談在時程上會有所延遲。SAI 有其固定組成元素，經過實驗證明相比於一般的訪談，SAI 可以收集到的資訊多了 70%。此外，SAI 還有額外的優點，例如因為每個受訪者的問題相同，所以可以較容易的對比所獲得的資訊；也能依所獲得的結果，對安排直接訪談的受訪者做分流；SAI 甚至還可以幫助找出需要心理諮商協助的目擊者。

在最後，Dr. Fisher 用了四個提醒，為 CI 這門課程做了一個簡單的總結。

1. CI 並不是一帖靈丹妙藥，它依然有它的極限。

2. CI 需要因應狀況與受訪者做調整與適應。
3. CI 就如工具箱一般，工具並非要就都用，不然就都不用；而是要選擇適用的工具來完成。
4. CI 與現有的一般性訪談並非對立，而是可以與之結合運用，各取所長。

## 2.7 飛航紀錄器

在一般民眾的想法，裝置於航空器的黑盒子，是一個帶點神祕色彩的裝置。而實際上對於調查人員，飛航紀錄器（Flight Recorders）卻可以為事故提供最直接而可靠的證據，協助事故調查人員尋找可能肇因以及潛在風險。一般而言，民用航空器所裝置的飛航紀錄器有兩種，座艙語音紀錄器（Cockpit Voice Recorder, CVR）及飛航資料紀錄器（Flight Data Recorder, FDR）。在調查程序上，NTSB 與本會大致相同，但在歸還飛航記錄器這個部分，NTSB 與本會有所差異。NTSB 進行飛航事故調查期間，持續保管事故航空器上配備的 FDR 及 CVR，直到調查結案之後，才會將紀錄器及紀錄器內之資料，一併歸還給航空器使用人。同時，NTSB 認為紀錄器內之資料係航空器使用人之財產，NTSB 不會刪除紀錄器內的資料，況且紀錄器歸還之時機是在調查結案之後，因此調查期間並不會有資料外洩之問題。而本會歸還飛航記錄器的時機，是在所需內容皆已取得後，即可歸還。此項歸還飛航紀錄器的處理原則，是依據本會飛航事故調查標準作業程序中所訂定，關於紀錄器歸還的要點：

- 飛航紀錄器得俟飛航資料/座艙語音抄件確認後歸還所有人。歸還前應將座艙語音及機載影像紀錄器內容消除。
- 飛航紀錄器所有人如要求提早歸還飛航紀錄器，則須經主任調查官同意後歸還所有人。歸還前應將座艙語音及機載影像紀錄內容消除。

大部分的民用航空器均裝置兩套飛航紀錄器，它們都具備遭受強大外力作用或衝擊下，仍能保全資料的能力。這兩套紀錄器分別為，可儲存 25 小時飛航

資料的飛航資料紀錄器(FDR)，以及可儲存至少 30 分鐘座艙聲響資料的座艙語音紀錄器(CVR)。自 1958 年起只要搭載 10 人以上乘客、使用兩具或兩具以上的渦輪發動機、以及需要兩名以上飛行員的民用航空器都需要安裝 FDR。而 1966 年起 6 人以上乘客、複數渦輪發動機及兩名以上飛行員的民用航空器則需要安裝 CVR。

紀錄器為了便於搜尋，其外觀採用橘紅色塗裝。除了資料記錄時間外，對於墜毀生存的規定有著嚴格的要求。隨著技術的演進，紀錄器所能紀錄的參數項目與時間越來越龐大，這對於檢視事件原因，當然有更大的助益，但對於解讀紀錄器的門檻要求當然也相對增高。不過本會自飛安會時代以來，便在紀錄器解讀的領域投入極多的人力物力，目前堪稱世界上飛安調查單位中，解讀能力排名前茅的單位。這對於本會航空調查組的飛航操作調查人員來說，不啻是一柄利器。本會的實驗室，從 FDR 讀出參數之後依據調查需要及參數特性，篩選出調查團隊所需要的參數，還可透過圖表、動畫或是列表的方式呈現，其中重大事故中最常被拿來使用的是依據這些參數建立的飛航動畫，能以圖像呈現出複雜的現場情形，快速構建對於事件發生的輪廓。但須注意的，是動畫並不是絕對正確，無法完全表現出事實，存在有誤導觀眾認為動畫所表現，就是完整的內容的可能。

CVR 的裝設則可以回溯到 1960 年代，在 1966 年 7 月 1 日 FAA 規定所有渦輪發動機推進之民航運輸機需安裝 CVR，1967 年 7 月 1 日則要求具有加壓艙、四具往復發動機的民航機也要安裝 CVR。CVR 自發動機啟動程序前置檢查開始記錄聲響，持續不間斷至降落後發動機關閉為止，目前所有大型民航客機都需具備 2 小時之 CVR，而且新的 CVR 必須都是固態記憶體形式的，同時新安裝之 CVR 必須具備 10 分鐘之獨立電源。

一般 CVR 記錄 4 個音軌的聲音，分別來自座艙環境麥克風、正駕駛、副駕駛以及第 3 位組員之麥克風，基於保護隱私的理由，CVR 錄音的內容被禁止使用在 FAA 認證作業上。這些聲音資訊對於掌握飛航操作失誤、背景聲紀錄如：

發動機、開關及地面速度、爆炸聲響、結構失效判斷及天氣情況等等非常有用。在調查上的使用方式為將這些聲音寫成抄件，與 FDR 進行時間同步後一併呈現做為調查參考資料。

除了上述兩種飛航記錄器外，事實上在航機上還有一些其他儲存裝置亦可能存有可幫助調查的資訊，比如一些裝置內建的硬碟、記憶卡、PAR/HUMS 狀態監控系統、數位發動機監控系統、GPS、EGPWS、飛機系統電腦及 PFD、MFD 或 EFIS 顯示器等等多會具有儲存數據的 NVM（非揮發性記憶體）晶片。

## 2.8 人為因素調查

在航空事故中，與人相關的調查，都可以囊括在人為因素調查中。此處所提的人為因素，事實上涵蓋的範圍相當廣泛。舉凡生理學、解剖學、心理學乃至航空醫學、工業設計中的人因工程、社會學門中的社會學、人類學等等學科，因此，人為因素的調查，不僅包羅萬象，且會涉及到相當專精的部分。講師在課程中，也用了一些例子，讓學員體認人的感官是如何容易便產生錯覺，而這只是人為因素中的一小部分。所以人為因素調查，就是在探討事故肇因是否與人的行為有關。除了從與事故直接相關的個體著手外，還會視調查所得的資訊，進一步擴大至團隊、組織、組織文化等因子，目的即是在消彌因人為因素所造成的風險。

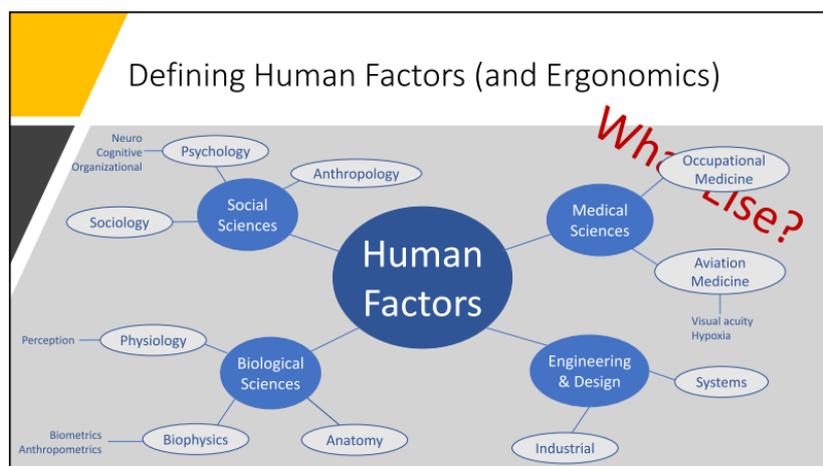


圖 2.8-1 人為因素之相關領域

講師提出在進行人為因素調查時，需要儘可能蒐集足夠資料，如此方能於人為因素分析時逐一檢視，進而予以篩檢列為人為因素的可能性。人為因素證據或資料必須根據事實且須能夠量化，調查人員的意見並不能當作資料。由各類面向去廣泛審視人為失誤的發生原因，記錄人為失誤發生的因果鏈，進而發掘減低失誤的方法。一般來說，調查人員會對事件進行下列資料的收集，供之後分析作為參考：

表 2.6 人為因素調查收集資料之範例

訪談紀錄	公司及航機製造商的相關手冊
訓練及個人紀錄	聲音、影像、及數據紀錄
工作班表	個人電子用品資料
飛航日誌	帶有時間資訊的資料，如電話紀錄、 旅館紀錄、鬧鐘設定、收據等
藥物酒精檢測	
組員航行包內容物	

由於人為因素調查是一個涵蓋面相當廣泛的調查，因此通常使用一些分析模式，不僅能夠化繁為簡，更能協助調查人員以一套標準檢視所持有的資訊，免除因為調查人員主觀因素影響的偏差。以下介紹常見的分析模式。

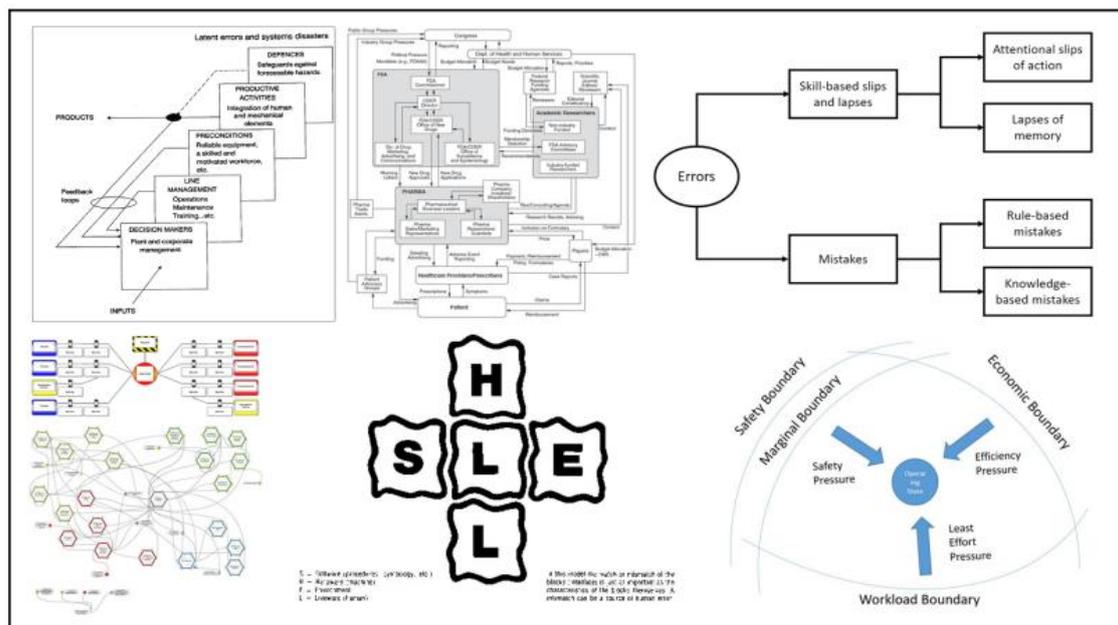


圖 2.8-2 人為因素之相關分析方法

## 2.8.1 SHELL Model

SHELL Model 依 ICAO 9859 號文件《安全管理手冊》所述，是一種用於分析多個組成之間相互作用的概念工具。最早是由 Elwyn Edwards 博士在 1972 所開發，後來 Frank Hawkins 博士將之修改為模組積木式的結構。SHELL Model 是以人（Liveware）為中心，探討人與人（Liveware—Liveware）、人與軟體（Liveware—Software）、人與硬體（Liveware—Hardware）以及人與環境（Liveware—Environment）間的互動關係。SHELL Model 的建立，因為是考慮人為因素為前提，所以並不考慮四個組成部分彼此之間的交互作用，而專注在描述以人為中心，分別與四個組成部分交互運作的各種情形。當人與其他四個組成部分之間的不協調或是無法配合，將可能導致人為錯誤產生問題，即有可能因而發生事故。這裡說的軟體指的是規則、程序、書面文件等，屬於是標準作業程序的一部分。硬體則是航機系統，機場設施、助導航設施等等硬體類的設置與功能。環境指的是人與內部和外部環境之間的相互作用。人則是指所有與航機運作有關的人例如飛行機組員、工程師和維護人員、管理和行政人員。

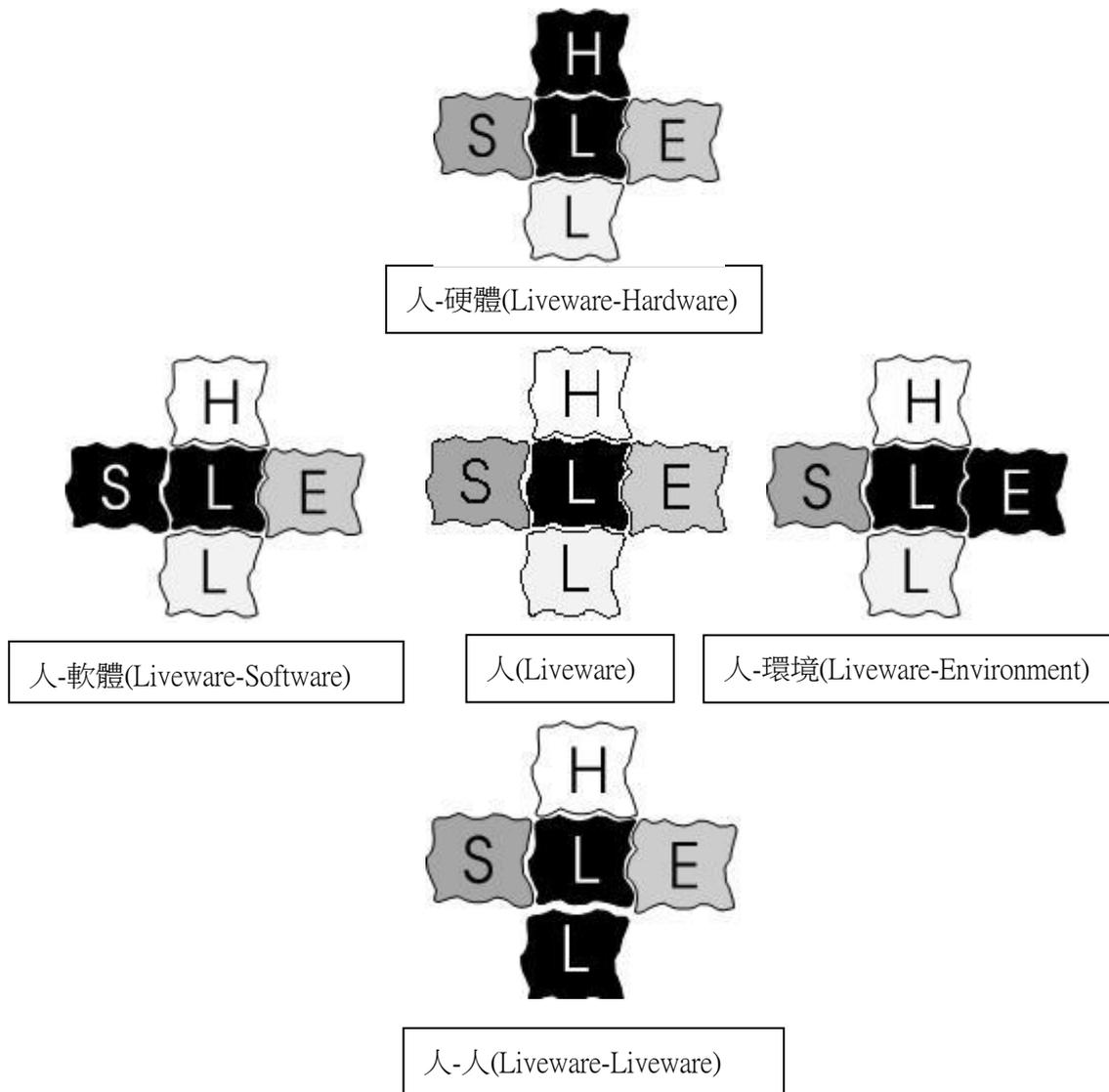


圖 2.8-1 SHELL Model

## 2.8.2 Reason's Model

即是著名的「瑞士起司模式」(Swiss Cheese Model)，是由英國的 James Reason 教授於 1990 年所提出，Reason 教授假設導致事故的原因，都可以分為四個層級，分別為：

1. 組織影響
2. 不安全監管
3. 不安全行為的先決條件

#### 4. 不安全的行為本身

這四個層級，如同四片帶有因發酵產生孔洞的瑞士奶酪，彼此並排堆疊，每個層次和類型的防禦雖然各自有缺陷及漏洞，但藉由不同層次和類型的防禦疊加，使得遭遇的威脅由不同分層的防禦予以阻絕。因此理論上，一種防禦的失誤和弱點不會讓風險演變成為事件，因為其他防禦仍然存在。然而，若多片起司的空洞正巧可以連成一線，可讓光線自第一片起司穿透至最後一片，這即表示發生事故。由此探討組織層級或個人職務上所產生的「人為失誤」，致使組織各階層的防衛機制產生連鎖失誤，將可能導致飛航安全失控或飛航事故事件的產生。「瑞士起司理論」，不僅適用於航空界，也可運用在任何與安全相關的領域。

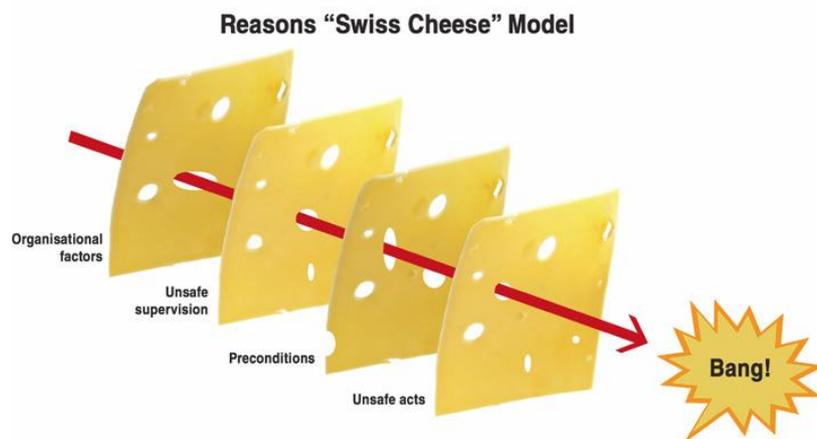


圖 2.8.2 Swiss Cheese Model

## 2.9 分組調查實作訓練

按照慣例，NTSB 訓練中心的航空事故調查訓練課程，都會安排調查實作訓練，運用訓練中心所保存的各式事故殘骸，安排一個假想的事務場景。讓學員有機會整合統整這兩周所學，運用在航空事故調查上。然而今年度的課程均為線上遠距，完全不同於過去可以接觸到模擬事故現場的狀況，因此如何能夠讓學員能夠在虛擬的環境中，依然有相同的訓練效果，相信 NTSB 訓練中心的講師們一定

絞盡了腦汁。由結果看，個人認為課程在這部份的設計，可以說是相當成功的。因為學員雖然不能夠親身觀察接觸殘骸，但除此之外，這個訓練的設計確實引導了學員們完整的運作了一遍，事故現場調查所需的團隊合作與討論判斷。

由於整套課程均是線上遠距，所以學員彼此之間並沒有交流機會。因此，課程規劃在第 3 天便安排了一個時段，稱之為 Meet and Greet, Professional Knowledge Exchange“Break out Room Introductions”

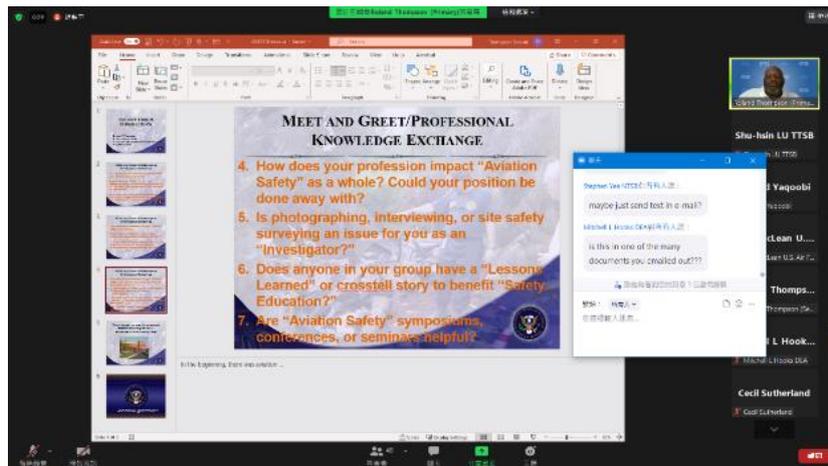


圖 2.9-1 Break out room 實況

在這段時間中，課程的班導 Dr. Roland Thompson 將所有學員分組，讓各分組學員彼此自我介紹，並交換過去在航空專業上的經歷。這個分組大致就是最後一天調查實作練習的分組。在這個時間中，報告人與來自美國 NTSB、英國私人飛安顧問公司、加拿大 Transport Canada、以及南非的學員共七名，交換了過去在航空相關的經歷。這些同組的學員的背景各異，有機務背景，航務背景，不一而足。課後也都各自留下了聯絡方式，畢竟航空安全調查是一個相當國際化的工作，彼此之間的交流與互通有無，相信能有其正面的效益。

分組調查實作訓練的虛擬事故是，一架 5050 次的航機，自華盛頓杜勒斯機場 19 跑道起飛不久後，水上迫降在波多馬克河，航機最後停在靠在馬里蘭州這邊的河岸，也就是在 NTSB 訓練中心旁，整個調查將依據講師所給予的資料，同時幾位講師，也將分別扮演駕駛艙組員、客艙組員、乘客、地面目擊者，由各分組學員就想要釐清的問題，對這些人員作訪談。整個調查開始，由所有學員推選

一位學員擔任 IIC，這位 IIC 將會在各組間的會議室游走，掌握各組的進度，並協調各組間的合作。其他學員則將分為航務，系統及結構，生還因素，及發動機四組，每一組會再推派一位學員擔任分組召集人。四個分組各自分散到四個網路會議室中，分別就派發的資料，作證據收集及討論，最後再由分組召集人對所有學員發表各分組的初步結論。報告人被分在發動機分組，因此分組中的學員們包含報告人，先就整起事件的資料作概括性的檢視，取得一個粗略的概念後，便針對有關發動機部分的資料作詳細的檢視。由於航空事故調查是團隊合作的工作，針對發動機分組，有一些部份需要去檢視航務分組的資料，及徵詢航務分組的看法。同時也就資料檢視時發現的疑惑，對駕駛艙組員、客艙組員、乘客及目擊者都做了訪談。整個調查有時間限制，如同真實世界中的調查一般，調查員必須在時間壓力下，對調查程序做妥適的安排，並依照時程最終完成調查報告。



圖 2.9-2 線上分組調查實作訓練，調查資訊之一

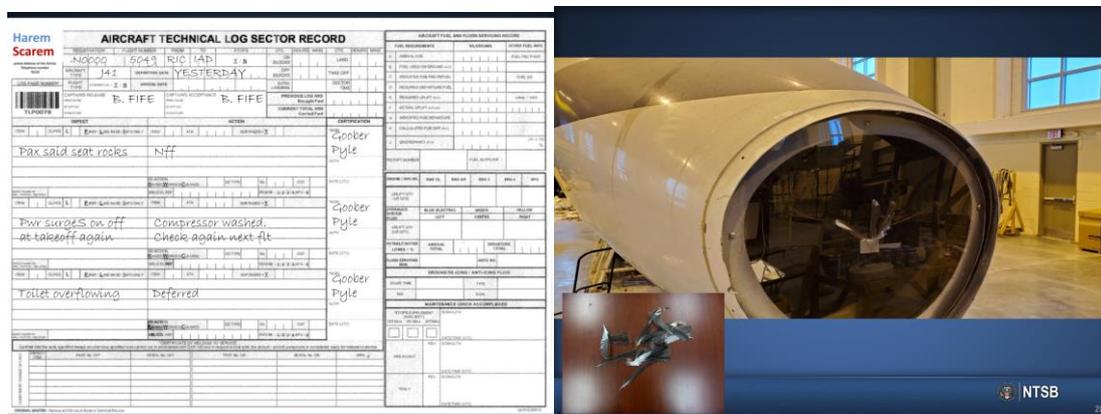


圖 2.9-3 線上分組調查實作訓練，調查資訊之二

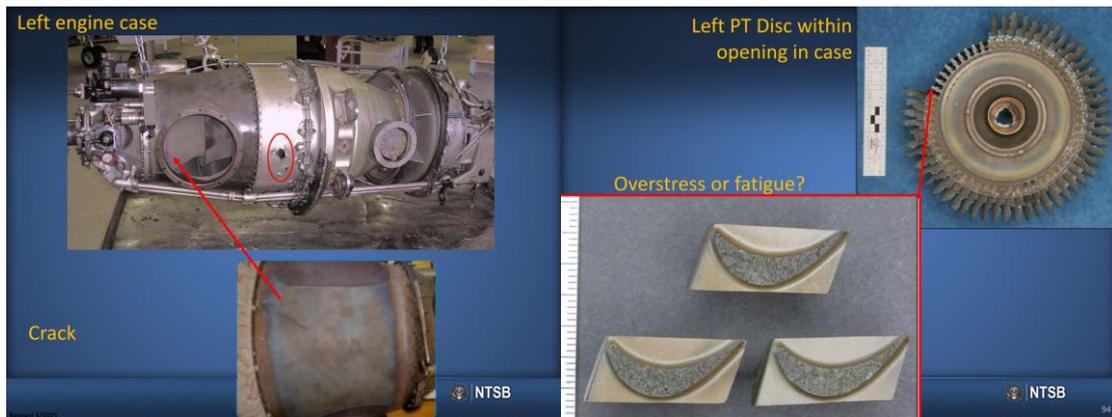


圖 2.9-4 線上分組調查實作訓練，調查資訊之三

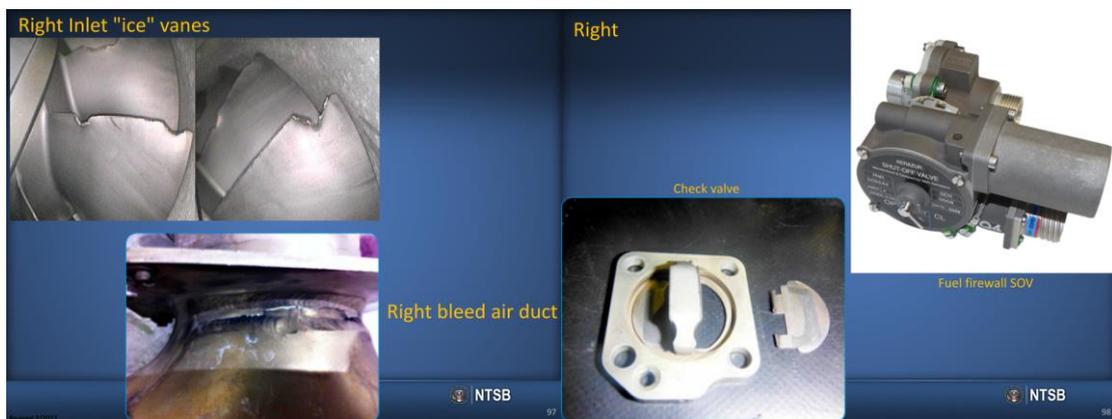


圖 2.9-5 線上分組調查實作訓練，調查資訊之四

## 參、心得及建議：

在完成此次 NTSB 訓練中心所開的航空事故調查課程後，不僅對於航空事故調查有更進一步的了解外，也對兩國在航空事故調查上的差異有些許體會。在課程的這兩周中，從授課講師在課程中的案例解說中，大致對於 NTSB 的調查能量已有些輪廓，無可避免將之與本會的調查能量做對比，發現本會在調查能量上毫不遜色，這當然是這二十餘年來眾多前輩筆路藍縷的功勞，在過去的事故調查中，與各國調查機關交流中不斷成長，方有今天的規模。

而從調查工作的結構來看，對比 NTSB 與運安會的業務執行，是有著一定的差異，這與我國與美國在航空事業環境與本質上的不同，有著極大關係。美國地大物博，且普通航空業非常發達，航空器的運用在各行各業，以及日常休閒都相當的普遍。因此，NTSB 的調查業務負荷，單就航空這個部分，對比本會可以說極為繁重。這樣的環境下，NTSB 對於很多普通航空的事故調查，是必須依靠區域辦公室的調查人員獨力完成，這由此次航空事故調查課程的課程安排就得見端倪。因為課程培訓的目的，便是希望養成一位能夠獨立作業的全能調查人員。而以本會航空組的事故調查來說，在事件發生之後，會派出 Go Team 至現場，並依工作分組，分別完成一系列收集資料、量測資料、訪談等等現場調查工作；後續的事故調查分析，也依各分組專業分頭進行，最終整合完成一份調查報告。這樣的過程乍看之下，本會調查人員的負責業務似乎相對簡單。然而本會在調查工作上的精細分工，讓各具專業的調查人員各司其職，對比 NTSB 在航空事故調查業務的執行上，大致都已經是 NTSB Major accident 層級的派遣，這樣的調查規模所能帶來的，是對於事件更仔細的調查與分析，所得的結果會更加深入與全面。換句話說，本會以一貫的態度，處理所有的事件，相信對於台灣航空業飛安的更加精進必能有所助益。

在參加本次線上課程前，報告人已完成會內關於飛航事故調查的入門課程。本會與 NTSB 的飛航事故調查程序，均係依據 ICAO Doc 9756 航空器失事及事

故調查手冊中的程序，再依國情或需要而做必需的調整。因此比較本會與 NTSB 課程兩者上課的內容，在技術層面的課程有相當部分是相當近似的，所以對於報告人來說課程架構與內容大致上並不陌生。如前所述，NTSB 開設這個培訓課程的目的，是希望養成一位具備完全獨立作業能力的全能調查人員。因此在事故調查的各個面向，舉凡調查程序，飛航操作調查，性能調查，人為及生還因素調查，航機系統調查，天氣因素，火災與爆炸，紀錄器調查等等，本課程均有提及。雖然於本會分工的架構下，個別調查人員均分配在各自擅長的領域。但是一位調查人員，除了本身的專業外，更必須要有綜觀全局與資源分配的能力，方能在資源有限的調查工作中，最大化團隊的調查能力。同時出國訓練的過程，即便只是線上遠距課程，不僅能與參訓的其他學員有所交流，更可在模擬事故調查課程中，首次體驗與國際團隊在調查工作上的分工與合作。由此觀之，此項課程對於一位新進飛安調查人員訓練上，確實給予了初窺飛安調查堂奧的機會，也對相對較為國際化的飛安調查工作，演示了國際合作的樣貌。因此，若能持續執行調查人員出國受訓的業務，相信必能為本會調查人員調查能量的提升，有所助益。