

出國報告（出國類別：其他）

2022 航空運輸研究協會年會 線上研討會出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職稱：許悅玲 副主任委員

陳佳林 副研究員

出國地區：臺灣，中華民國

出國期間：民國 111 年 8 月 24 日至 8 月 27 日

報告日期：民國 111 年 11 月 25 日

公務出國報告提要 系統識別號

出國報告名稱：2022 航空運輸研究協會年會線上研討會出國報告

頁數：17 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：陳佳林

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸安全組

職稱：副研究員

電話：(02) 7727-6293

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 111 年 08 月 24 日至 08 月 27 日

出國地區：臺灣，中華民國（線上會議）

報告日期：民國 111 年 11 月 25 日

分類號/目

關鍵詞：航空運輸、航空管制、人為因素、運輸安全、機械學習

內容摘要：

本研討會因應全球 COVID-19 疫情，同步採用實體及線上會議方式執行，該會議結合航空、經濟、政府政策等面向研究學者，並聚焦於國際航空發展及飛航安全與經營效率等議題，內容相當多元，本報告針對本會運輸安全業務相關之主題進行討論，內容鎖定在人為因素分析與歸類系統於運輸事故調查與運輸安全相關研究應用之說明。

目錄

一、目的	2
二、過程.....	3
三、會議重點摘要.....	7
四、建議事項.....	17

一、目的

航空運輸研究協會（Air Transport Research Society, ATRS）創始於 1995 年，該協會總部設立於加拿大溫哥華的哥倫比亞大學（University of British Columbia），最初由為期 3 年一次的世界運輸研究研討會協會（World Conference on Transport Research Society, WCTR）之中的航空運輸專業人員所成立之學術研究協會，主要目的係協助 WCTR 安排及擴展航空運輸相關之研究論文發表事務，期能吸引更多與航空運輸有關單位，如航空公司、機場、政府單位、研究學術機構等願意加入協會及參加研究討論，ATRS 也透過定期舉辦年會提供各式研討論壇及大小型會議，提升國際間對涉及多國及多專業的航空運輸議題的研究能量，及與辦理國際航空相關政策及基礎建設議題的國際性及各國執行機構交流互動，並為研究多國及多專業的航空運輸相關議題專家學者，提供一個互相交換意見的平台。

本次 2022 年 ATRS 研討會因應全球 COVID-19 疫情，同步採用實體及線上會議方式執行，該會議結合航空、經濟、政府政策等面向研究學者，並聚焦於國際航空發展及飛航安全與經營效率等議題。本會由許副主任委員悅玲率運輸安全組副研究員陳佳林計 2 人與會，以掌握航空產業最新研究成果與運輸安全相關技術發展，並與參加會議之航空運輸領域專家學者經驗交流。

二、過程

2.1 行程

本屆 ATRS 研討會議定於 2022 年 8 月 24 日至 27 日為期 4 日，假比利時安特衛普大學及安特衛普管理學院舉辦，參與人員分別來自各國對航空運輸議題有深入研究之專家學者、研究團隊與相關科系碩、博士生約 400 位代表參加；囿於疫情，本會避免人員出國增加染疫風險，故採以線上方式參加本次會議研討活動及交流（圖 2.1）。



圖 2.1 第 25 屆航空運輸研究協會年會視訊會議情形

此外，本次會議為方便與會人員快速查詢專題講演場次及論文發表等會議資訊，及協助因疫情無法出席或因工作無法參加之其他專家學者，主辦單位對所有參與會議者推廣預先設計好之 Whova 網頁及手機式應用程式，以提供整合式會

議資訊、會議提醒、線上收看及和其他與會者線上互動等有助會議順利執行之功能，如圖 2.2，會議後參加會議人員均對該平台表示確實帶來良好的使用經驗及減少其他時區人員參與會議的困難。

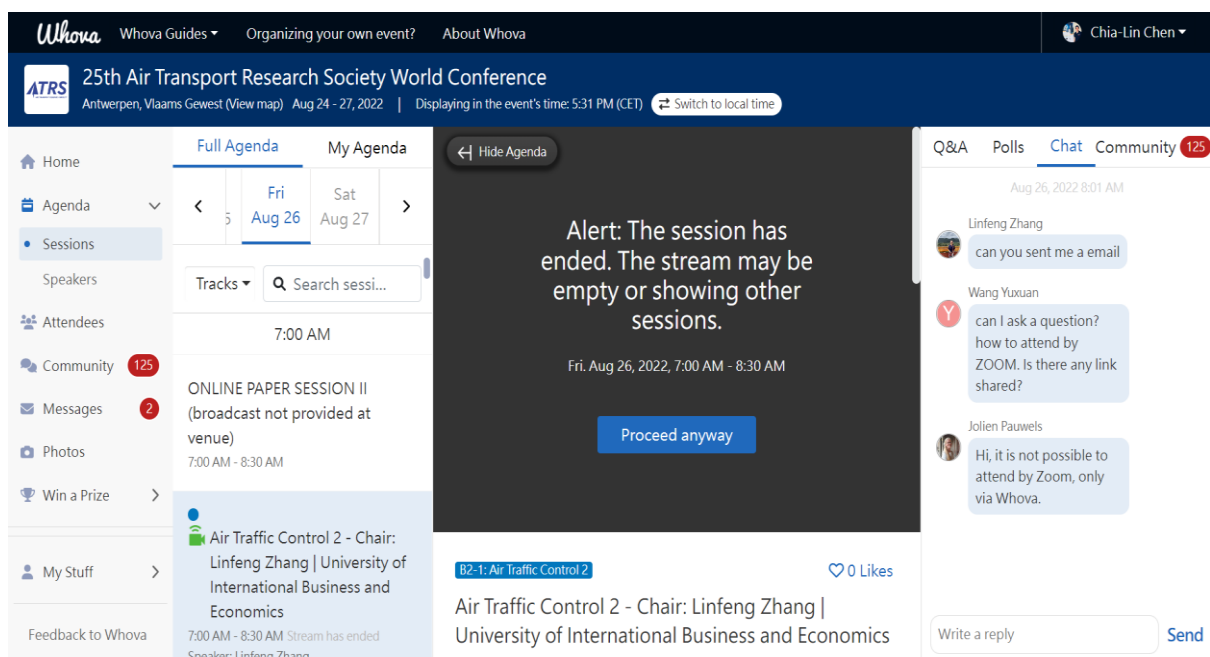


圖 2.2 Whova 網頁/手機應用程式操作介面

2.2 議程

本次研討會共安排有 1 場學術專題演講 (Academic Keynote Speech)、1 場產業專題演講 (Industry Keynote Speech)、5 場次論文發表及 4 場次線上論文發表於四日內完成，由於論文發表數量眾多，會議以同時間八個不同主題之論文發表方式進行，研討主題區分為航空交通管制、航空運輸需求、航空運輸政策與規定、航空公司營運、機場經濟與績效、機場策略與管理、航空運輸永續發展、COVID-19 對航空運輸影響，詳細議程表如表 2.1 所示。

表 2.1 第 25 屆航空運輸研究協會年會研討會議議程表

WEDNESDAY, 24 AUGUST – Meetings and Reception	
09:00 – 15:00	Meetings (by invitation only)
13:30 – 14:00	Registration for PhD Workshop
14:00 – 18:00	Ph.D. Student and Junior Faculty Workshop
15:30 – 17:30	Conference Registration
18:00 – 20:00	Conference Registration
18:00 – 20:30	Welcome Reception
THURSDAY, 25 AUGUST – Plenary Session and Paper Sessions	
08:30 – 17:30	Conference Registration
09:00 – 09:15	Welcome Address and Explanation Whova
09:15 – 09:45	Academic Keynote Speech
09:45 – 10:30	Industry Keynote Speeches
10:30 – 11:00	Coffee break
11:10 – 12:00	Plenary Panel Discussion
12:00 – 13:00	Global Airport Benchmarking Awards Session
13:00 – 14:00	Lunch
14:00 – 15:30	Paper Session I <ul style="list-style-type: none"> A1-1 Practical Research 1 A1-2 Air Cargo 1 A1-3 Airline Operations 1 A1-4 Airport Economics & Performance 1 A1-5 Sustainability in Air Transport 1
15:30 – 16:00	Coffee Break
16:00 – 17:30	Online Paper Session I (broadcasted at venue) <ul style="list-style-type: none"> B1-1 Air Traffic Control 1 B1-2 Air Transport and COVID-19 1 B1-3 Air Transport Policy & Regulation 1 B1-4 Airline Economics & Performance 1 B1-5 Airline Strategy & Management 1 B1-6 Airport & Airline Operations B1-7 Airport Case Studies 1 B1-8 Sustainability in Air Transport 2
FRIDAY, 26 AUGUST – Paper Sessions	
07:00 – 08:30	Online Paper Session II (broadcast not provided at venue) <ul style="list-style-type: none"> B2-1 Air Traffic Control 2 B2-2 Air Transport Demand 1 B2-3 Air Transport Policy & Regulation 2 B2-4 Airline Case Studies 1 B2-5 Airline Operations 2 B2-6 Airport Economics & Performance 2 B2-7 Marketing & Consumer Behavior in Air Transport 1 B2-8 Sustainability in Air Transport 3
08:30 – 17:30	Conference Registration

09:00 – 10:30	Online Paper Session III (broadcasted at venue)
	B3-1 Air Cargo 2
	B3-2 Air Transport and COVID-19 2
	B3-3 Airline Strategy & Management 2
	B3-4 Airport Economics & Performance 3
	B3-5 Airport Strategy & Management 1
	B3-6 Intermodal Operations & Modal Competition 1
	B3-7 Marketing & Consumer Behavior in Air Transport 2
	B3-8 Sustainability in Air Transport 4
10:30 – 11:00	Coffee break
11:00 – 12:30	Paper Session II
	A2-1 Practical Research 2
	A2-2 Airline Economics & Performance 2
	A2-3 Airport Case Studies 2
	A2-4 Aviation Safety & Security
12:30 – 14:00	Lunch
14:00 – 15:30	Paper Session III
	A3-1 Practical Research 3
	A3-2 Air Traffic Control 3
	A3-3 Air Transport Demand 2
	A3-4 Air Transport Policy & Regulation 3
	A3-5 Airport Strategy & Management 2
15:30 – 16:00	Coffee Break
16:00 – 17:30	Paper Session IV
	A4-1 Air Transport and COVID-19 3
	A4-2 Airport Operations 1
	A4-3 Intermodal Operations & Modal Competition 2
	A4-4 Sustainability in Air Transport 5
19:00 – 21:30	Gala Dinner
SATURDAY, 27 AUGUST – Paper Sessions and Conference Closing Session	
07:00 – 08:30	Online Paper Session IV (broadcast not provided at venue)
	B4-1 Air Transport Demand 3
	B4-2 Air Transport and COVID-19 4
	B4-3 Air Transport Policy & Regulation 4
	B4-4 Airline Economics & Performance 3
	B4-5 Airport Operations 2
	B4-6 Airport Strategy & Management 3
	B4-7 Aviation & Economic Development
	B4-8 Intermodal Operations & Modal Competition 3
08:30 – 12:00	Conference Registration
09:00 – 10:30	Paper Session V
	A5-1 Air Transport and COVID-19 5
	A5-2 Airline Strategy & Management 3
	A5-3 Marketing & Consumer Behavior in Air Transport 3
	A5-4 Sustainability in Air Transport 6
10:30 – 11:00	Coffee break
11:00 – 12:00	ATRS General Assembly
12:00 – 12:15	Conference Closing

三、會議重點摘要

本次研討會如上述議程所示，內容相當豐富多元，研究領域橫跨航空、經濟、政府政策、飛航安全與經營效率等方面，探討之主題亦涉及航空交通管制、航空運輸需求、航空運輸政策與規定、航空公司營運、機場經濟與績效、機場策略與管理、航空運輸永續發展等多面向，以下摘要本次研討會與本會運輸安全業務相關之主題與討論內容進行說明及分享。

1. COVID-19 對航空”虛驚”事件的異質性處置效應分析

自 2019 年 COVID-19 疫情開始蔓延全球，疫情造成航空旅客運輸需求急速下降，致使大量航班遭到縮減及取消，而不再擁擠的空域、低度的維修需求及運量壓力降低的航空公司及飛行員等理應給予航空界將飛航安全向上提升的一個機會，但根據 Embry-Riddle 航空大學分析 NASA 管理之 ASRS 航空安全自願報告系統的統計資料顯示自 2020 年 3 月至 4 月期間，飛安事件數就增加了 70%，因此 Embry-Riddle 大學團隊開始對此現象展開研究，探究是什麼因素致使飛行員於疫情期間產生更多飛安事件，並聚焦於航空器跑道入侵及偏離跑道等兩類虛驚事件。

研究說明從文獻探討過程中整理出多篇有關飛航安全論文，其研究結果指出飛航安全事件多來自於人為因素，另由探討與 COVID-19 疫情衝擊相關研究指出疫情已對飛航安全產生危害，如飛行員及客艙組員的心理壓力問題等。因此引起本研究深入探討疫情導致的長時期減少實際飛航操作機會及心理壓力增加是否會對跑道入侵及偏離跑道飛安事件的有關因素產生不同影響。

本研究資料來源為 ASRS 航空安全自願報告系統，並蒐集自 2018 年起至 2020 年止的 ASRS 紀錄資料共計 7,246 筆，並從該 7,246 筆資料中得到 10 項 COVID-19 疫情前後對跑道入侵及偏離跑道飛安事件發生具敏感度的重要變項，概區分為異常事件（地安事件、喪失控制、可控飛行對地、航管），人為因素（狀況警覺、訓練/資格、分心），提出報告人（副駕駛），營運者類型（法人），飛行時數（少於中位數）等 5 類；研究方法學係採用因果推斷的算法模型，即「因果森林算法」分析技術，透過估計 Conditional Average Treatment Effect（CATE）數值進行異質因果效應推斷，並利用 T 檢定找出 COVID-19 疫情促成上述那些變項成為跑道入侵及偏離跑道事件的可能因素。

研究分析結果顯示，經推算 COVID-19 前因地安事件導致的跑道入侵及偏離跑道飛安事故機率为 3.19%，COVID-19 後因地安事件導致的跑道入侵及偏離跑道飛安事故機率为 15.37%，顯示疫情後事故機率顯著增加 12.18%，如圖 3.1 所示。另有可控飛行對地（13.01%）、人為因素之狀況警覺（7.09%）皆顯著增加造成跑道入侵及偏離跑道飛安事故的發生機率，如圖 3.2 所示。

Selected variables	Levels	CATEs	95% conf.low	95% conf.high	Difference in subgroup CATEs	T-stat	P- value
Anomaly Loc: Ground	0	3.19	0.74	5.64	12.18	-2.74	0.01
	1	15.37	7.02	23.73			
Anomaly Fit: Loss Of Control	0	5.46	2.93	7.98	-0.76	0.11	0.91
	1	4.70	-8.66	18.06			
HF: Situational Awareness	0	2.30	-0.32	4.93	7.09	-2.60	0.01
	1	9.39	4.74	14.04			
HF: Training / Qualification	0	4.91	2.24	7.59	5.43	-1.39	0.16
	1	10.34	3.17	17.51			
Reporter: First Officer	0	4.04	1.56	6.52	8.07	-1.78	0.08
	1	12.11	3.55	20.66			
Anomaly Fit: CFTT	0	4.39	1.98	6.80	13.01	-1.66	0.10
	1	17.40	2.26	32.54			
Operator: Corporate	0	6.12	3.53	8.72	-17.78	3.91	0.00
	1	-11.66	-20.20	-3.12			
Flight hour total (below median)	0	5.67	2.83	8.52	-1.41	0.46	0.64
	1	4.26	-1.06	9.57			
Anomaly: ATC	0	4.59	1.81	7.36	4.14	-1.24	0.22
	1	8.73	2.79	14.67			
HF: distraction	0	5.22	2.47	7.96	1.52	-0.45	0.65
	1	6.74	0.73	12.75			

圖 3.1 COVID-19 對 RE/RI 事故之影響及異質性處置效應分析

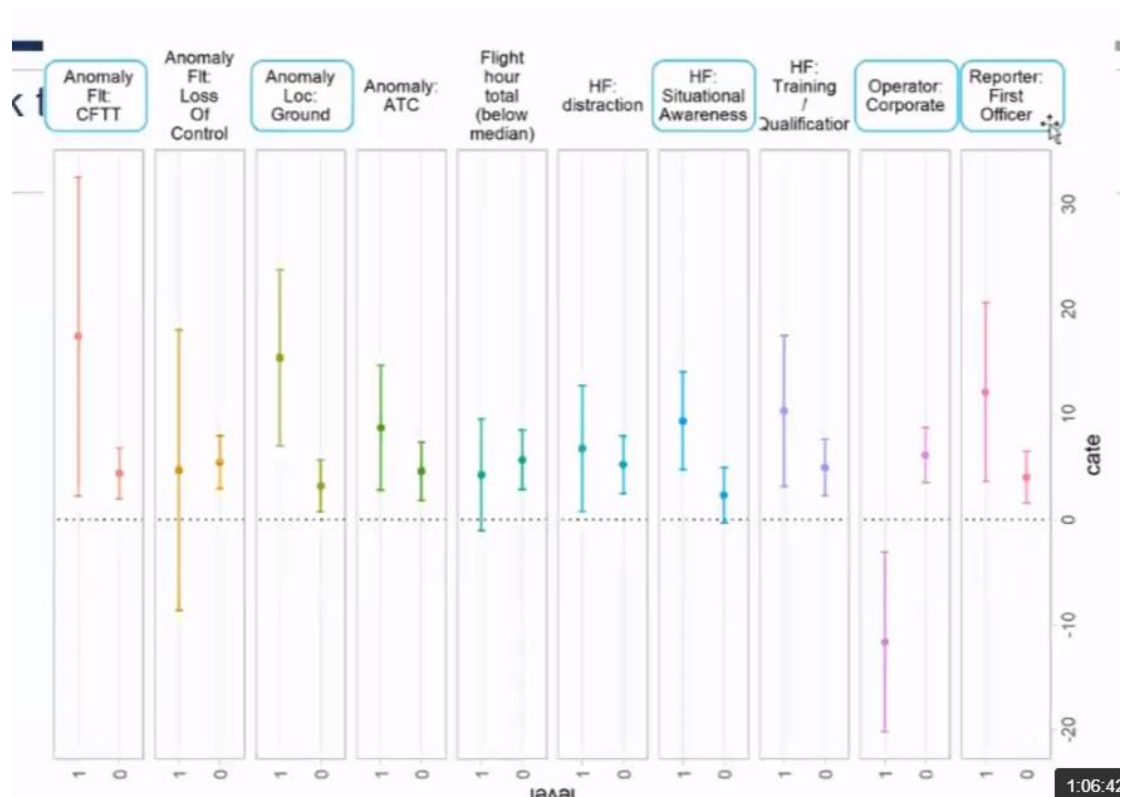


圖 3.2 10 類對疫情具敏度變項 T 檢定結果

研究結果顯示飛行員長時期地減少飛航操作次數及與疫情有關的壓力來源增加，產生了發生航空器跑道入侵或偏離跑道的有利條件，及場面車輛管制不確實常會造成跑道入侵情事，而深究最可能導致這兩類航空事件發生的人為因素，則為飛行員因對飛航操作生疏及對可能產生問題不敏感導致缺乏狀況警覺。

2. HFACS-RE 應用於偏離跑道飛安事件之人為因素分析

自美國學者 Shappell 與 Wiegmann 提出人為因素分析與歸類系統 (Human Factors Analysis and Classification System, 以下簡稱 HFACS) 後, 其初步係提供軍方對執行軍事航空事故調查時的簡易分析工具, 以釐清事故肇因, 但經過多篇研究驗證其於民用航空事故肇因分析上的有效性後, HFACS 已被廣泛應用於民用航空的人為因素事故分析上; 惟近期有相關研究開始質疑 HFACS 在對肇因來自其他組織或外部因素的分析與歸類上有所限制, 許多學者已開始針對特定作業事故發展新型人為因素分析與歸類系統, 如陳世宗及王授彥教授提出之「海難事故人因分類架構 (HFACS-MA)」等, 以完整事故調查之分析作業, 並找出可能來自其他組織或外部因素的事故根本原因。

本次研討會中, 由本國長榮大學航運管理學系教授率團隊針對政府 2016 年所推動之南下政策, 探討其中討論到與印尼等 8 個南亞國家進行頻繁經濟交流, 所帶來大量的航空運輸需求議題研究。研究說明在擴大雙方空中人、貨交流過程中最受人關注就是飛航安全, 其也是能否維持後續交流的重大因素。IATA 的 2021 年安全報告中整理出, 在 2017 至 2021 年之中的事故種類與致命風險資料統計顯示, 偏離跑道事件雖然致死率不高, 但為最頻繁發生的飛安事件佔總體事故發生率的 24%, 而飛行中失去航空器控制事件則佔總體的 5% 不到, 如圖 3.3。此外 FAA 報告中也顯示, 從 1900 年代開始使用航空器後, 飛航失事發生的主因, 從以前因機械方面技術不純熟導致了大量的失事, 至近年來研究結果發現 80% 的失事是人為因素所造成。因此引起本研究針對偏離跑道事件中導致飛安的人為因

素議題作更深入研究與討論的興趣，並就臺灣與印尼兩國事故肇因做比較性分析。



圖 3.3 事故種類與發生頻率及致命風險之關係

該研究依據國際民航組織飛航事故資料庫對事故之分類，將偏離跑道 (Runway Excursion, RE) 分為衝出跑道 (Overruns) 及偏出跑道 (Veer Off) 兩類，定義分述如下：

1. 衝出跑道 (Overruns)：航空器於落地滾行期間，滑出可用落地跑道區域外。
2. 偏出跑道 (Veer Off)：航空器於落地滾行期間滑出跑道，及於脫離跑道期間滑出跑道或滑行道。

研究資料來源為 1999 年至 2020 年間，臺灣國家運輸安全調查委員會 (TTSB) 及印尼國家運輸安全委員會 (NTSC) 之事故調查報告資料。研究方法採用美國學者 Shappell 與 Wiegmann 提出之人為因素調查工具及資料庫分類架構 (HFACS) 為基礎，為深入探討偏離跑道這類事故所發展的新型 HFACS-RE 分類架構，如圖 3.4，以有效對傳統 HFACS 無法分類的其他組織因素或外部因素，諸如政府

法規、飛機製造及機場設計等，進行分類與分析，進而完整探討此類事故的人為因素分類架構及找出導致偏離跑道事故的根本原因。其次，則使用內容分析法各別就兩國調查報告分析出導致偏離跑道事故的人為因素。

研究結果顯示，臺灣在 81 件飛安事故中，偏離跑道事故發生有 26 件，佔總體 32.1%；印尼 111 件飛安事故中，偏離跑道事故有 50 件，佔 38.4%。整體而言，偏離跑道事故發生在降落階段居多；印尼無論起飛或降落階段偏離跑道事故發生件數均較多於臺灣，而臺灣 26 件偏離跑道事故中，屬偏出跑道（Veer Off）事件為最多，如圖 3.5。

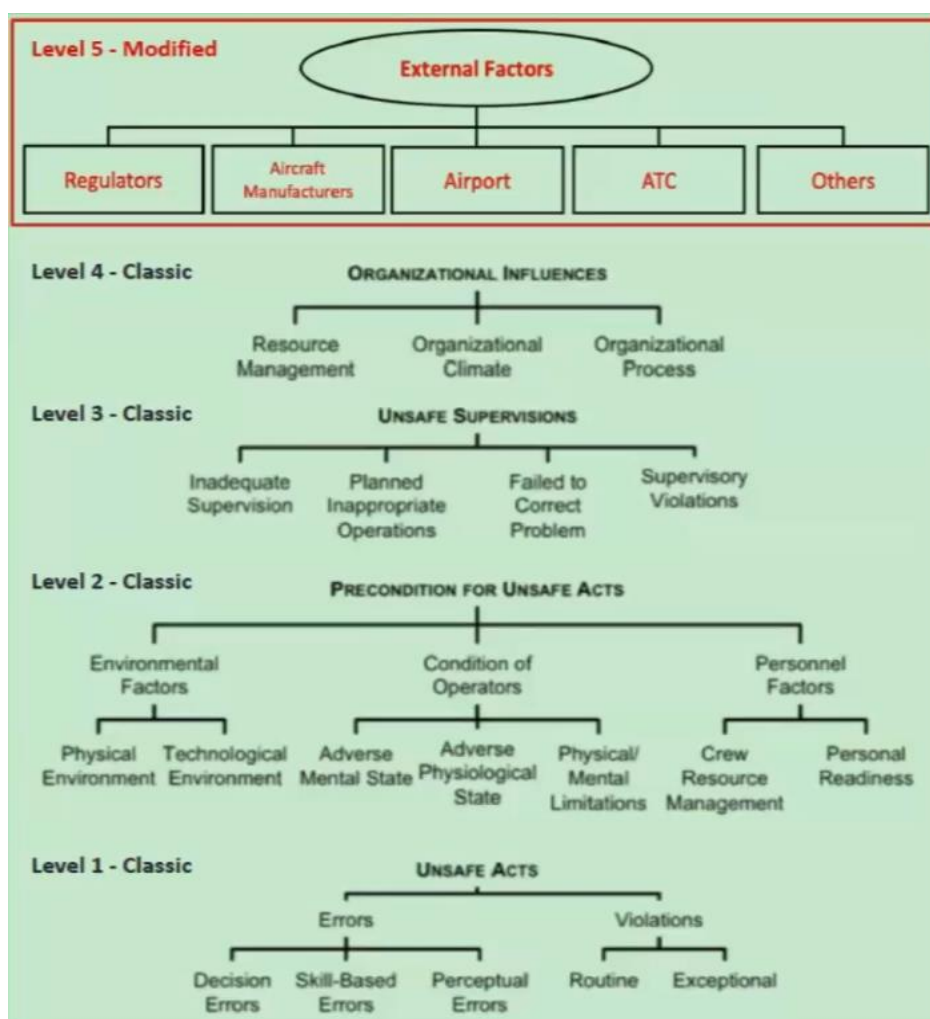


圖 3.4 HFACS-RE 架構

Occurrence Classification	Taiwan				Indonesia				
	Frequency		Percentage		Frequency		Percentage		
Landing	Veer off	26	22	100.0%	84.6%	44	28	88.0%	56.0%
	Overrun		4		15.4%	16		32.0%	
Take-off	Veer off	-	-	-	-	6	4	12.0%	8.0%
	Overrun					2		4.0%	
TOTAL		26		100.0%		50		100.0%	

圖 3.5 衝出跑道與偏出跑道事故件數統計

就事故發生時天氣現象分析結果顯示，臺灣多在大雨及雷雨時發生（46%）；印尼則於大、雷雨（32%）及晴天（30%）時都有較大機率會發生。其次，就發生時間而言，臺灣事故發生在夜間（1800-0000）居多（46%），印尼在午間（1200-1759）發生最多起事故（48%）。

另就 HFACS 分類結果統計，兩國導致偏離跑道事故人為因素前三名皆為 Skill-based Error, Environmental Factors, and Decision Error，差異出現在臺灣比起印尼有較多的人為因素來源於 Unsafe Supervision and Organizational Influence。

而就內容分析結果顯示臺灣 TTSB 調查報告在資料內容呈現與印尼 NTSC 調查報告相比較為成熟。在 TTSB 報告中，與可能肇因有關之調查發現小節中有以章節號碼指出該發現的事實或分析資料來源，而在 NTSC 報告中則無此描述；此外，NTSC 調查報告多對第一線人員的不安全行為及不安全行為的前置狀況層級進行調查，少對管理及組織影響層級做進一步探討，因此報告所提出的改善建議多停留在 HFACS 中的第一及第二層級。

本研究之價值在於發展出一新式 HFACS-RE 架構，以有效協助執行航空器偏離跑道事故的調查作業，並嘗試利用改良後的新架構找出包含外在因素之航空器偏離跑道事故的根本原因；雖然經本研究分析並無顯示有新的事故肇因，但其改良架構可提供給後續研究，針對更多年份的資料及其他歐美國家相關事故做進一步探討。

3. 彈性輪班對區域管制中心（ACC）人員需求及生產力的影響

由於航空產業的蓬勃發展，致使航空業人員開始提供從早到晚旅客與貨物的運送服務，而提供飛航服務予航空公司及航空器駕駛員的航空管制人員更是須面臨全天 24 小時值勤需求，以有效掌握及提供空中交通管制之服務。是故，以往學者研究多在探討飛行員於長途飛行過程中的疲勞問題，及疲勞對航空管制人員在管制航機的表现影響，鮮少針對航空管制人員的疲勞控制進行探討。

研討會中有一研究係針對從彈性輪班的角度，探討如何妥善利用人力以降低人員疲勞的情形，進而提高總生產力。該研究從航空交通管理角度觀察造成航班延誤的原因，而從 2019 績效檢視報告可以看出過去造成航班延誤的天氣及管制混亂因素已經下降，取而代之的是逐年攀升的管制中心管制量不足因素影響最大。主要原因是航管人員維持費佔整體航空交通管制經費中的絕大部份（65.9%），導致再增加人員有其困難。

研究說明歐盟為解決此類問題，對歐洲區域管制中心航空管制人員做了一系列的訪查，訪查報告顯示在輪班實行方式上歐盟各國無相通之處，大部份仍為各國各自管理為主，但其中重要的發現是仍有些餘裕管制能量存在於整體管制網絡

中，而本研究對餘裕管制能量定義係指航管人員的狀態為可被指派，但因目前人力足夠故未被指派工作。該報告對訪查結果的最終建議是須針對不同時段、不同空域增加管制量供給的彈性，以有效運用餘裕的管制能量。因此，本研究目的係嘗試建立任務負荷、輪班彈性及飛航管制員（ATCO）人數之間的關係，如圖 3.6 所示，並探討不同輪班間距對餘裕管制量的影響。

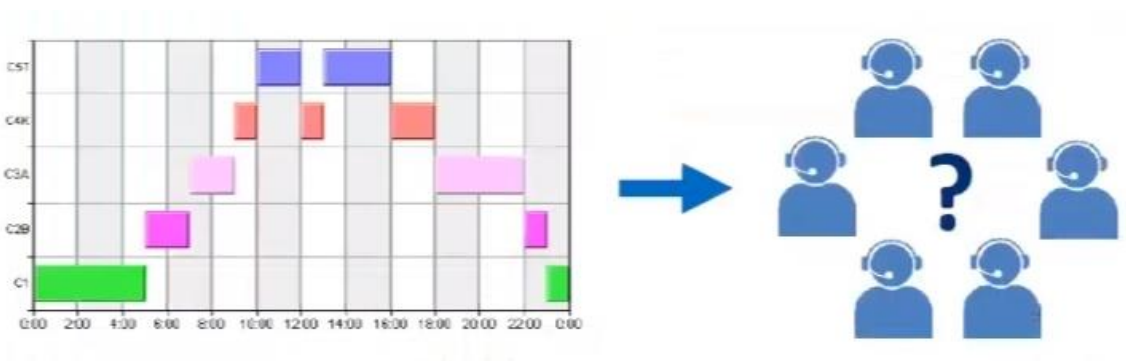


圖 3.6 不同時段下航空管制區人力需求概念圖

本研究使用三種不同繁忙程度（重度、中度、輕度）管制中心模型作為模擬對象，如圖 3.7 所示，探討三種輪班間距（2 小時、1 小時、30 分鐘）對飛航管制員人數需求及餘裕管制量的影響。



圖 3.7 重、中、輕繁忙程度管制中心模型

分析結果顯示飛航管制員人數需求隨管制區時間增多呈線性增加，其次，在重度繁忙管制中心，實施彈性輪班機制可使飛航管制員人力需求比單純三班制降低了高達 20%。最大餘裕管制量均發生在低交通量時期，再者，餘裕管制量將隨輪班間距縮小，次數增多而開始下降，如圖 3.8 所示。

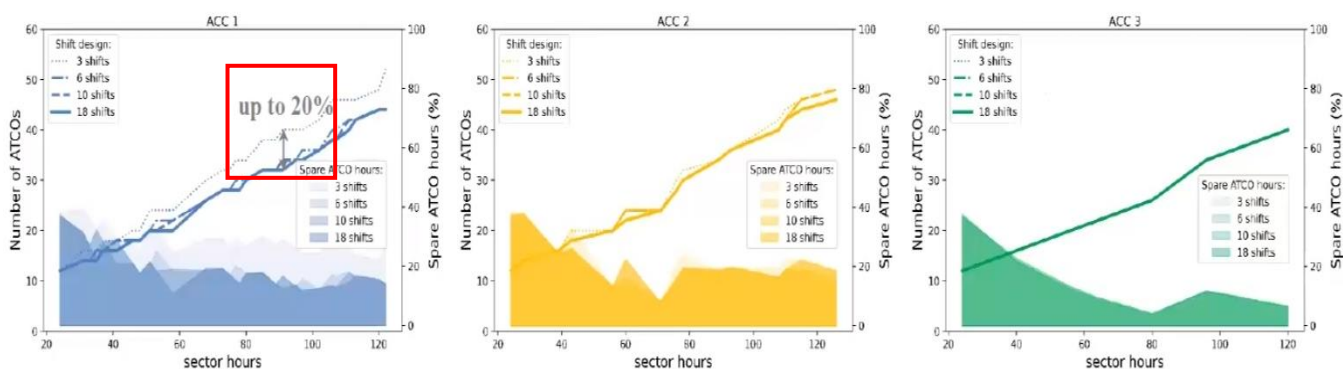


圖 3.8 不同繁忙程度管制區模擬人力需求結果圖

研究結果說明不同輪班模式及管制能量在飛航管制員人數及餘裕管制量上有著明顯的多樣性；另彈性輪班帶來的益處會隨管制區中管制量或管制需求不同而有所不同，即於重度管制量管制區之有效輪班間距可能並不適用於輕度管制量管制區，故本研究價值在在無法增加人力情況下，如何針對航空管制單位運作特性，設計可執行且不增加負荷（人員疲勞）的彈性輪班機制，減少餘裕人力浪費，提高管制中心生產力。

四、建議事項

- 1、 隨著更多 AI 科技及機械學習法的發展漸趨成熟，各國學者積極採用此類技術進行資料探勘及大數據分析，藉此發現以往所無法察覺的資料趨勢及模式，為精進同仁對航空運輸議題的數據分析的方式及科技更加熟悉，建議日後可再派員參加國際航空運輸研究研討會。
- 2、 本次研討會看見多位學者嘗試利用改良模型或創新且有效的方法，對所欲解決之研究議題進行分析，其展現出學術上的多元性及開創性。因此，建議未來本會執行運輸事故之運安相關研究時，可考慮和國內相關領域教授或業界專業人士進行研究合作案，以有效將各式研究理論導入增進運輸安全議題中。