

2016 年空運重要議題



交通部運輸研究所

中華民國 106 年 8 月

2016 年空運重要議題

以大數據分析法初析我國與新南向國家航空客運市場供需情形.....	1
兩岸航空客運定期航班執行情形	10
國際民航組織(ICAO)最新減碳計畫	14
飛航系統區塊式提升(ASBU)推動課題.....	18

以大數據分析法初析 我國與新南向國家航空客運市場供需情形

一、背景

國際航空旅客實際起迄資料可追蹤旅客實際的路徑，屬需求面的資料；民航局公布的民航統計資料提供航點間的連結情形，屬供給面的資料，二者如能整合分析，將有助於瞭解航空客運市場的供需情形。

本文參採國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)採用的「空運診斷計畫(Air Transport Diagnostics Project)」的分析方式，選用本所國際空運資料庫 105 年度所購置的 2015 年國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA) MarketIS 資料(筆數逾 36 萬筆)，以及民航局公布的航線運能統計資料，應用 R 語言進行我國與新南向政策主要國家的案例分析，以瞭解旅客流向與市場供需現況，提供桃園機場公司及民航主管機關策略布局的參考。

二、分析說明

1. 國際民航組織大數據應用概述

國際民航組織(ICAO)近期與航空資訊公司--OAG 及華沙大學「數學及計算模型跨學科中心(ICM)」合作，進行「空運診斷計畫」，茲分述該計畫及其子計畫「航線診斷計畫」的內容如下：

(1) 空運診斷計畫

依據 ICAO 第 39 屆大會工作文件(working paper)，該計畫於 2015 年展開，主要目的為：1) 降低環境碳足跡，2) 進行樞紐機場分析，3) 優化全球航空連結，4) 改善航管效率，5) 預測旅客真實起迄地，6) 建構通用連結性指標。其分析標的包含整合 MIDT(市場信息數據傳輸)數據、掌握每日旅客真實的起迄與價格，並量測航空網絡的效率。

(2) 航線診斷計畫

該計畫為空運診斷計畫的一部分，主要係透過建構通用的連結性指標，包含繞行因子(Detour factor, DF)、加權平均繞行因子(Mean Weight Detour factor, MWDF)、起迄點負載因子(O&D LF)、有效負載因子(ELF)等，據以量測航空網絡的效率，瞭解全球機場連結情形，以協助 ICAO 後續優化全球連結的參考。

空運診斷計畫設定：1) 全球航空運輸網絡類似船舶航行系統，2) 定義特定量測指標，以評估子系統(如國家間)的行為，3) 將全球旅客定義為：連續路徑的起點、轉運或迄點機場位於不同國家者。資料採用 2014 年 MIDT 資料及 OAG 公司提供的航空公司夏、冬季班表，資料檢核部分則採用 ICAO 的空運營運者統計資料庫(air carriers statistics)。其中，MIDT 資料源自全球配銷系統(Global Distribution System, GDS)的旅客訂票資料，每年逾 33 億筆。

圖 1 為該計畫以美國與墨西哥間航空市場進行供需分析的範例。由需求圖知，美、墨間航空主要市場包含洛杉磯(LAX)往返科斯塔蒂亞(GDL)，洛杉磯、紐約(JFK)、芝加哥(ORD)、邁阿密(MIA)往返墨西哥城(MEX)，洛杉磯、紐約往返坎昆(CUN)；由供給圖知，主要需求航段均有航線服務，惟洛杉磯往返坎昆間無航線服務。航空旅客的路徑係受實際航線供給的影響，由非直達旅客分布圖可觀察到，美墨間非直達旅客主要透過達拉斯(DFW)、亞特蘭大(ATL)及休士頓(IAH)轉運，其中，洛杉磯(LAX)往返坎昆(CUN)間無航線服務，須透過達拉斯(DFW)轉運。

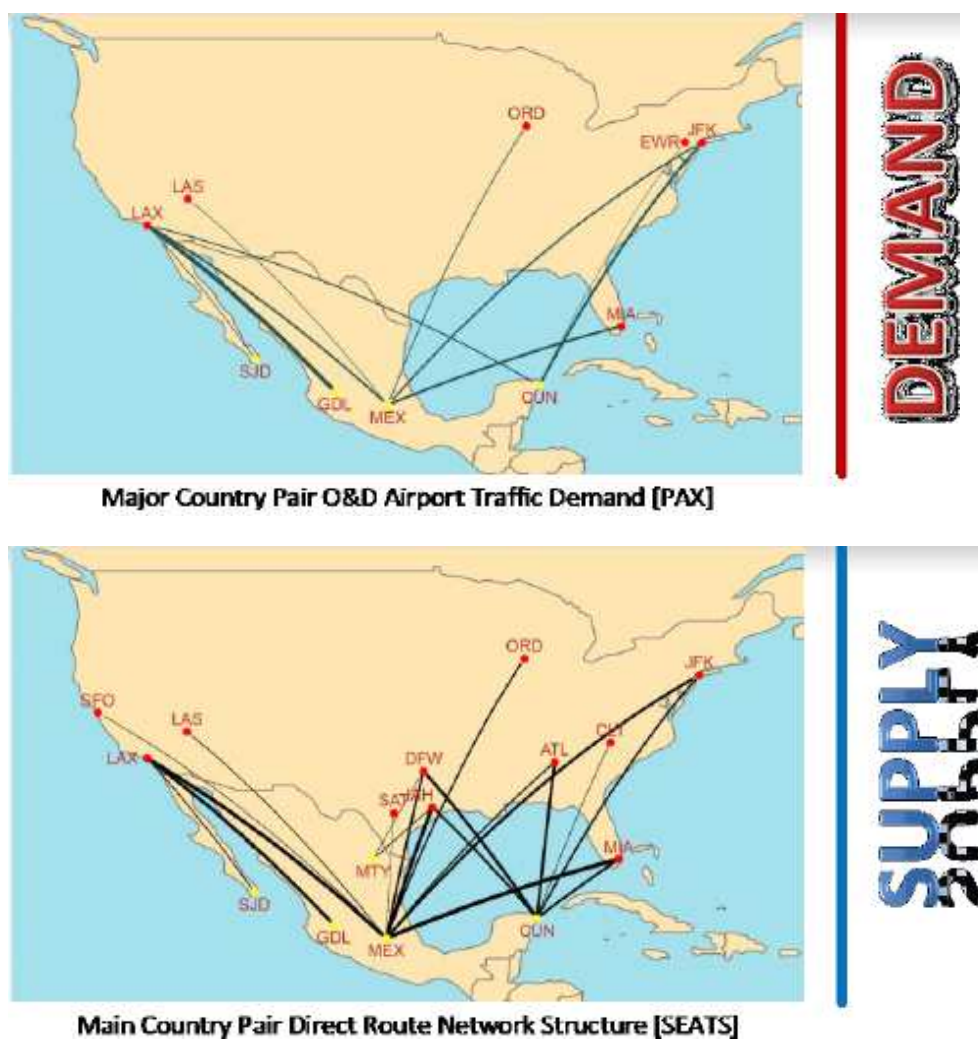
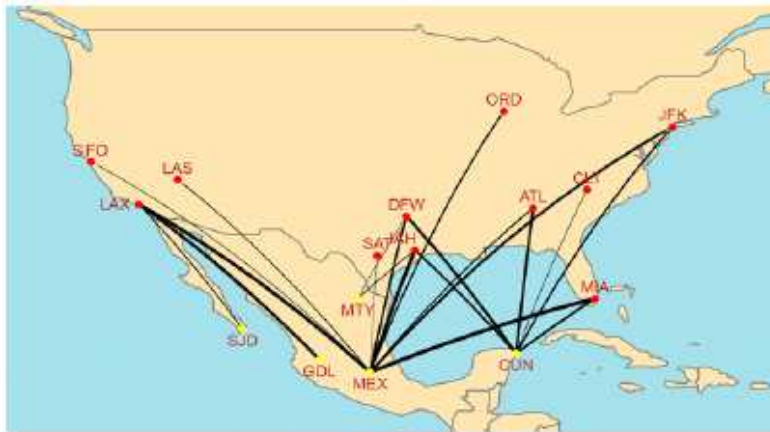
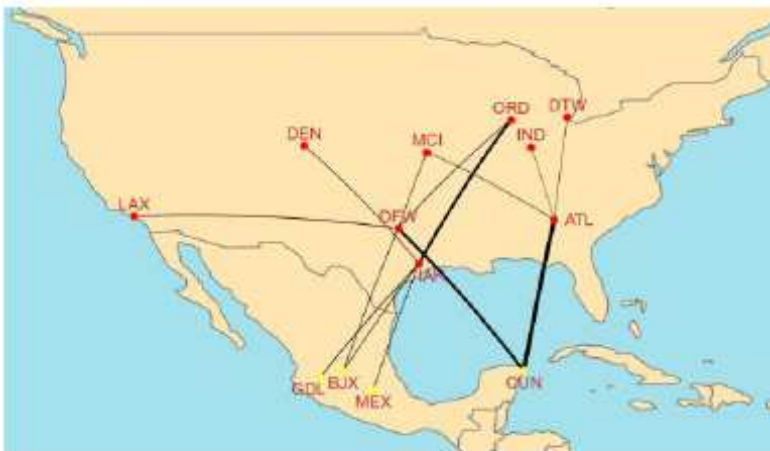


圖 1 2014 年美國與墨西哥間的航空客運市場供需情形



Direct non-stop



Connecting

UTILIZATION

UTILIZATION

圖 1 2014 年美國與墨西哥間的航空客運市場供需情形(續)

資料來源：ICAO。

2.IATA MarketIS 資料簡介

國際航空運輸協會(IATA)為使各作業單位能夠順利掌握航空旅客訊息，遂推動「清帳計畫」(Billing and Settlement Plan, BSP)，建立一套包含航空公司、旅行社、旅館、航空貨運承攬業者、租車業者、卡車業者等的聯合清帳系統。其係以機票為基礎，掌握全球參與此計畫所有航空公司與旅行社間的每筆交易，其中亦包含部分非會員機構與會員間往來的旅運資料。目前 IATA 已掌握全球近 400 家左右航空公司與 6,500 家以上旅行社的資料，此外針對旅客實際開票部分亦掌握 30 個以上的全球配銷系統(GDS)。

IATA MarketIS 的基本報表格式如圖 2 所示，資料包含各起迄路徑中的航段、各航段承運的各航空公司(例如 Airl 1 代表第 1 航段承運的航空公司)、各轉運機場(例如 Stop #1 代表第 1 個轉運機場)等的載客數量。



Origin & Destination Report

Market OS O&D Report for LON to CHI for All Classes of Travel

Year	Month	Dom AI	AI 1	AI 2	Orig	Stop #1	Dest	Reported + Est. Pax	Pax Share	Fare	Est.	Revenue
2009	01	Air 1	Air 1		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009	01	Air 2	Air 2		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009	01	Air 3	Air 3		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009	01	Air 4	Air 4	Air 4	LHR	AMS	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009	01	Air 5	Air 5	Air 5	LGW	ATL	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009	01	Air 5	Air 5	Air 5	LGW	CVG	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
etc.												
2009	01	TOTAL					sum of above		%	[number]	[code]	[number]

Year: Year of travel
 Month: Month of travel
 Dom AI: Dominating airline
 AI 1: Airline leg1
 AI 2: Airline leg2
 Orig: Origin airport
 Stop #1: Connection airport

Dest: Destination airport
 Reported + Est. Pax: Reported plus estimated passenger number
 (sources: available travel agency distribution system and estimates for remainder)
 Pax Share: Market share
 Fare: Average fare
 Est.: Indication if average fare is estimated based on regression technique
 Revenue: Average fare times Reported + Est. Pax

圖 2 國際航空運輸協會 MarketIS 之基本報表格式

資料來源：IATA 網站。

3.桃園機場與新南向政策國家市場分布之初析

本文定義的新南向政策國家包括印尼、菲律賓、泰國、新加坡、汶萊、越南、緬甸、柬埔寨、寮國、馬來西亞等的東協十國，及印度、巴基斯坦、孟加拉、尼泊爾、斯里蘭卡、不丹、澳大利亞、紐西蘭等，共計 18 國。表 1 為 2015 年桃園機場出入境旅客往返新南向政策國家的分布。由表知，桃園機場 2015 年往返新南向政策 18 國旅客總計約 655 萬人次，約占桃園機場出入境旅客的 2 成，其中東協十國往返桃園機場旅客總計約 606 萬人次，占新南向政策 18 國旅客總量逾 9 成，顯示目前我國與新南向政策國家往來集中於東協十國。

圖 3 為 2015 年桃園機場與新南向政策國家市場供需情形。由圖知，汶萊、寮國、印度、巴基斯坦、孟加拉、尼泊爾、斯里蘭卡、布丹往返桃園機場的運能(即座位提供數)低於旅客實際起迄點運量，且多需經由第 3 地機場往返(中轉占比逾 9 成)。

為進一步了解國家間旅客實際起迄路徑分布情形，本研究挑選東協十國中，運量前 2 大的國家--新加坡及泰國，非東協十國的其餘 8 國則挑選運量較大的澳大利亞及印度，其供需情形結果如圖 4~圖 7。

由新加坡、泰國、澳大利亞及印度案例分析結果顯示，目前的供給可滿足直達運量的需求，然以下幾點值得注意：

- (1) 我國與泰國間供給多集中於曼谷(包含 BKK 及 DMK 機場)，桃園機場往返泰國南部的旅客尚需經香港(HKG)及馬尼拉(KUL)轉運；
- (2) 桃園機場往返澳大利亞的供給集中東部雪梨(SYD)、布里斯本(BNE)、墨爾本(MEL)，惟似因運能不足之故，仍有旅客係經香港(HKG)、馬尼拉

(KUL)、新加坡(SIN)中轉，另澳大利亞西部因受限於無航線，因此往返桃園機場亦需經由前開中轉機場；

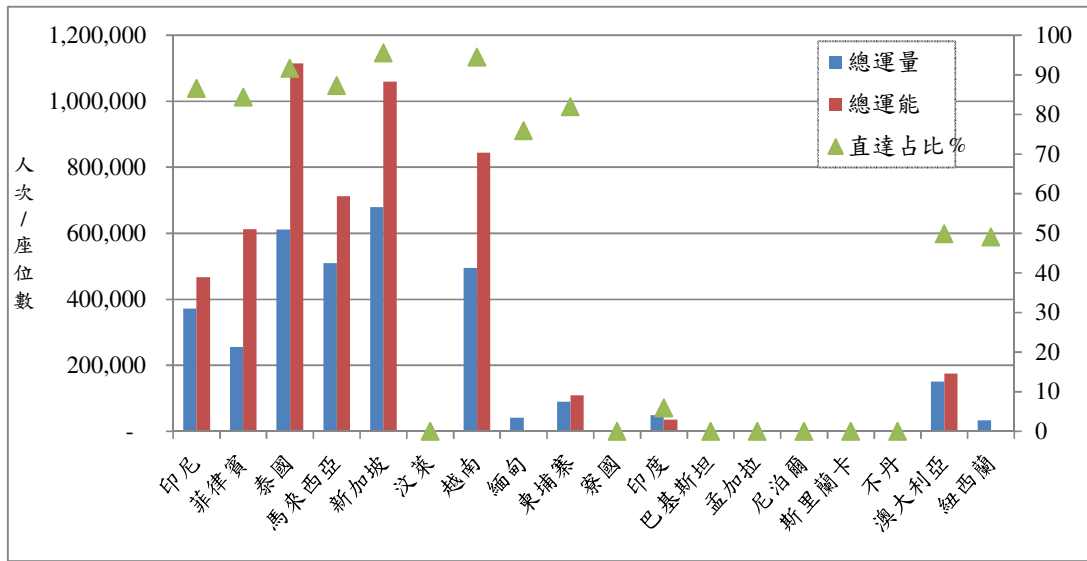
(3) 桃園機場與印度間只有新德里(DEL)一個航點，往返印度北部旅客多選擇經香港(HKG)中轉，印度南部則多經馬尼拉(KUL)、新加坡(SIN)中轉。

表 1 2015 年桃園機場出入境旅客往返新南向政策國家分布

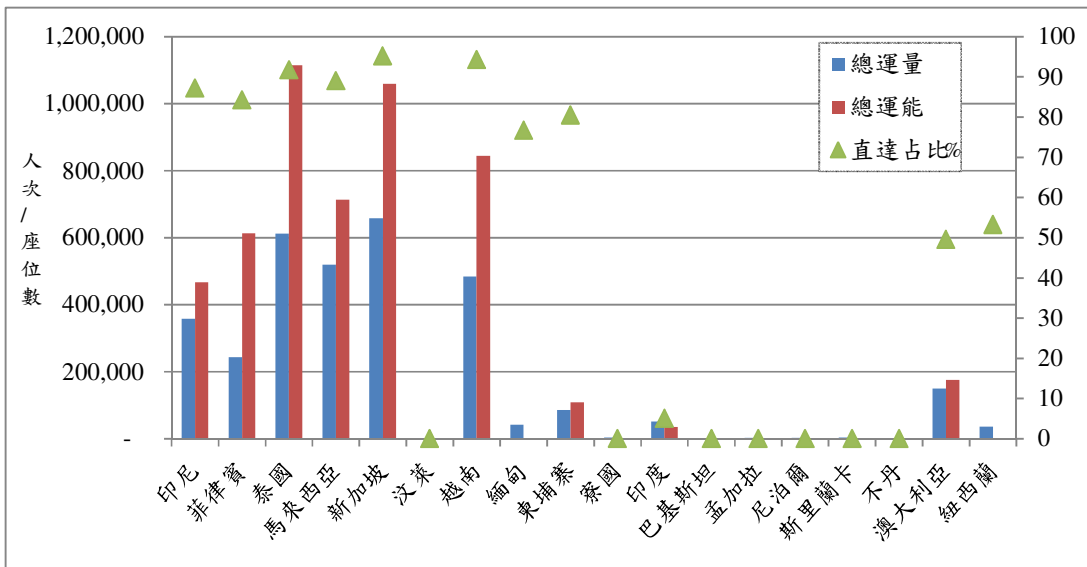
序次	國家	出 境				入 境			
		總量 (萬人)	總占比 (%)	直達占 比(%)	中轉占 比(%)	總量 (萬人)	總占比 (%)	直達占 比(%)	中轉占 比(%)
1	印尼	37.1	2.17	86.6	13.4	35.8	2.09	87.2	12.8
2	菲律賓	25.5	1.49	84.3	15.7	24.3	1.42	84.3	15.7
3	泰國	61.1	3.57	91.6	8.4	61.2	3.58	91.7	8.3
4	馬來西亞	51.0	2.98	87.3	12.7	51.9	3.03	89.0	11.0
5	新加坡	68.0	3.97	95.5	4.5	65.8	3.84	95.2	4.8
6	汶萊	0.1	0.003	0	100.0	0.0	0.002	0	100.0
7	越南	49.5	2.89	94.5	5.5	48.4	2.83	94.3	5.7
8	緬甸	4.2	0.24	75.9	24.1	4.2	0.24	76.7	23.3
9	柬埔寨	9.0	0.53	81.9	18.1	8.6	0.50	80.5	19.5
10	寮國	0.3	0.02	0	100.0	0.3	0.02	0	100.0
11	印度	4.9	0.29	5.9	94.1	5.2	0.30	5.1	94.9
12	巴基斯坦	0.05	0.003	0	100.0	0.1	0.003	0	100.0
13	孟加拉	0.3	0.02	0	100.0	0.3	0.02	0	100.0
14	尼泊爾	0.2	0.01	0	100.0	0.2	0.01	0	100.0
15	斯里蘭卡	0.3	0.02	0	100.0	0.3	0.02	0	100.0
16	不丹	0.00	—	—	—	0.00	—	—	—
17	澳大利亞	15.1	0.88	49.9	50.1	15.0	0.88	49.6	50.4
18	紐西蘭	3.4	0.20	49.1	50.9	3.6	0.21	53.3	46.7
小計		330.0	19.26	—	—	325.5	19.02	—	—

資料來源：IATA MarketIS 及本研究自行整理。

註：不丹往返人數小於 100 人次，爰不計算占比。



(a)出境



(b)入境

圖 3 2015 年桃園機場與新南向政策國家航空客運市場供需情形

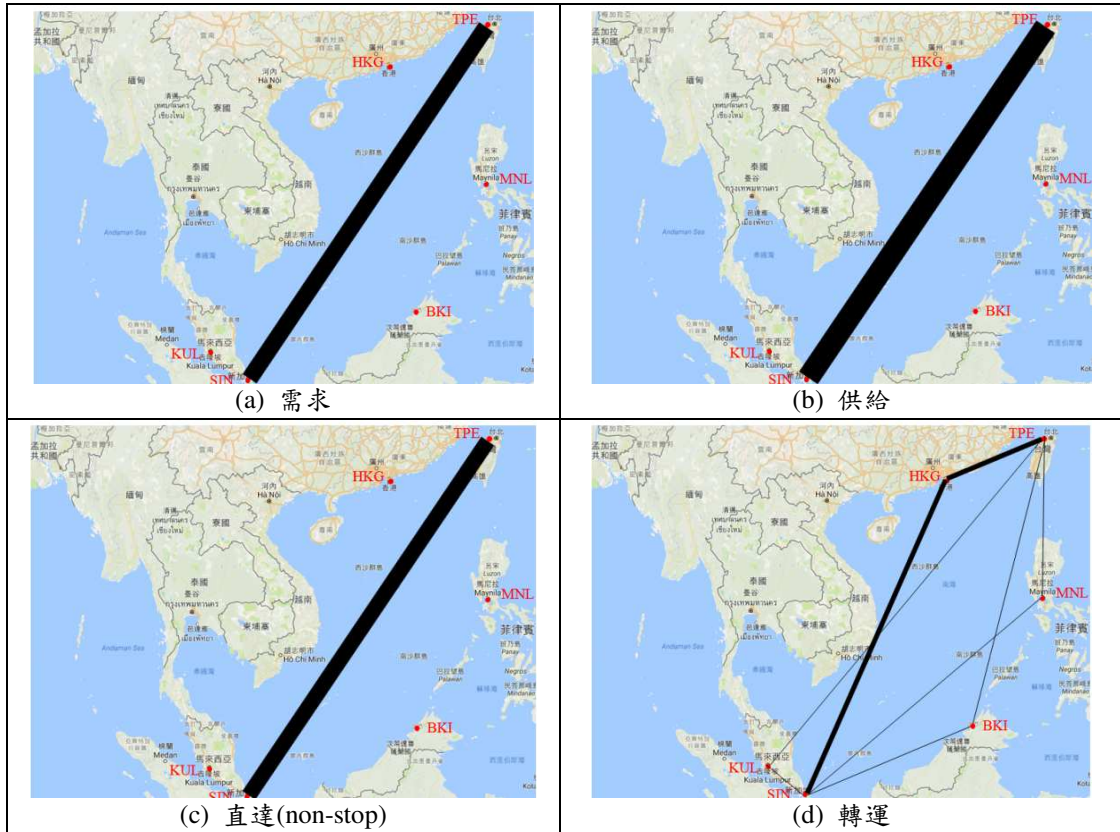


圖 4 2015 年桃園機場與新加坡間的航空客運供需情形

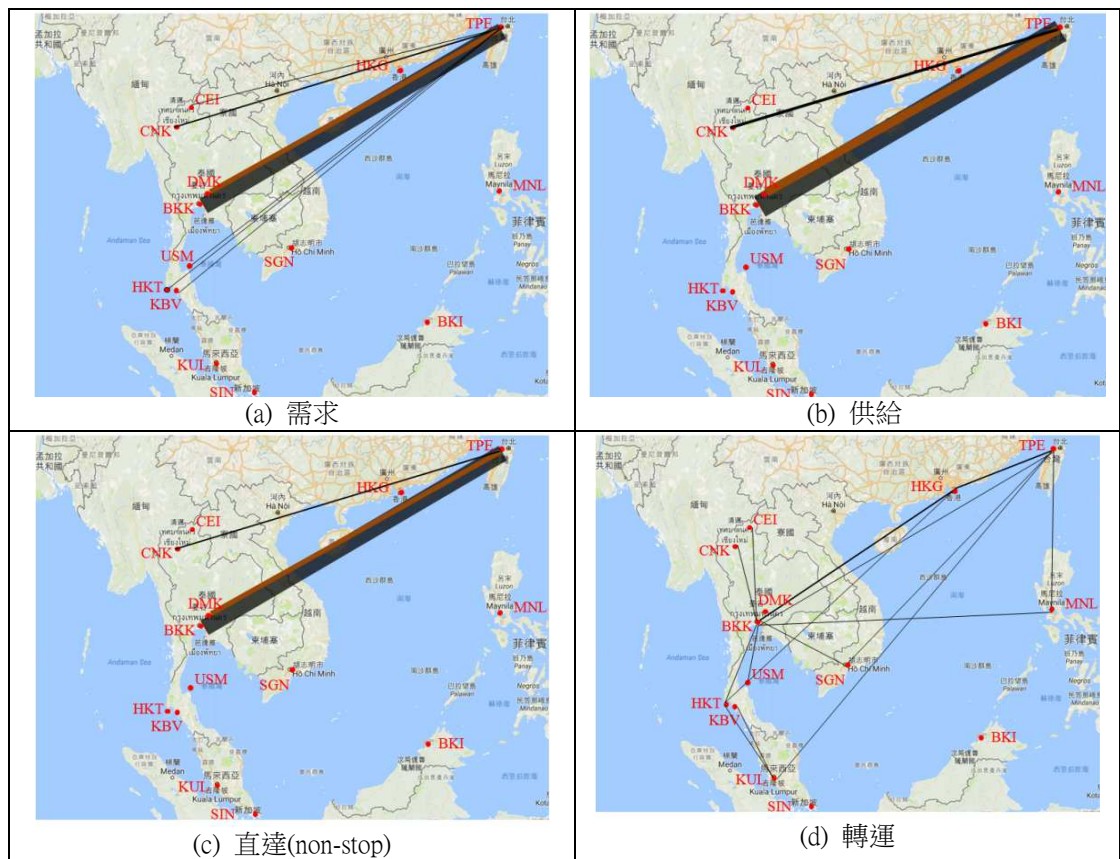


圖 5 2015 年桃園機場與泰國間的航空客運供需情形

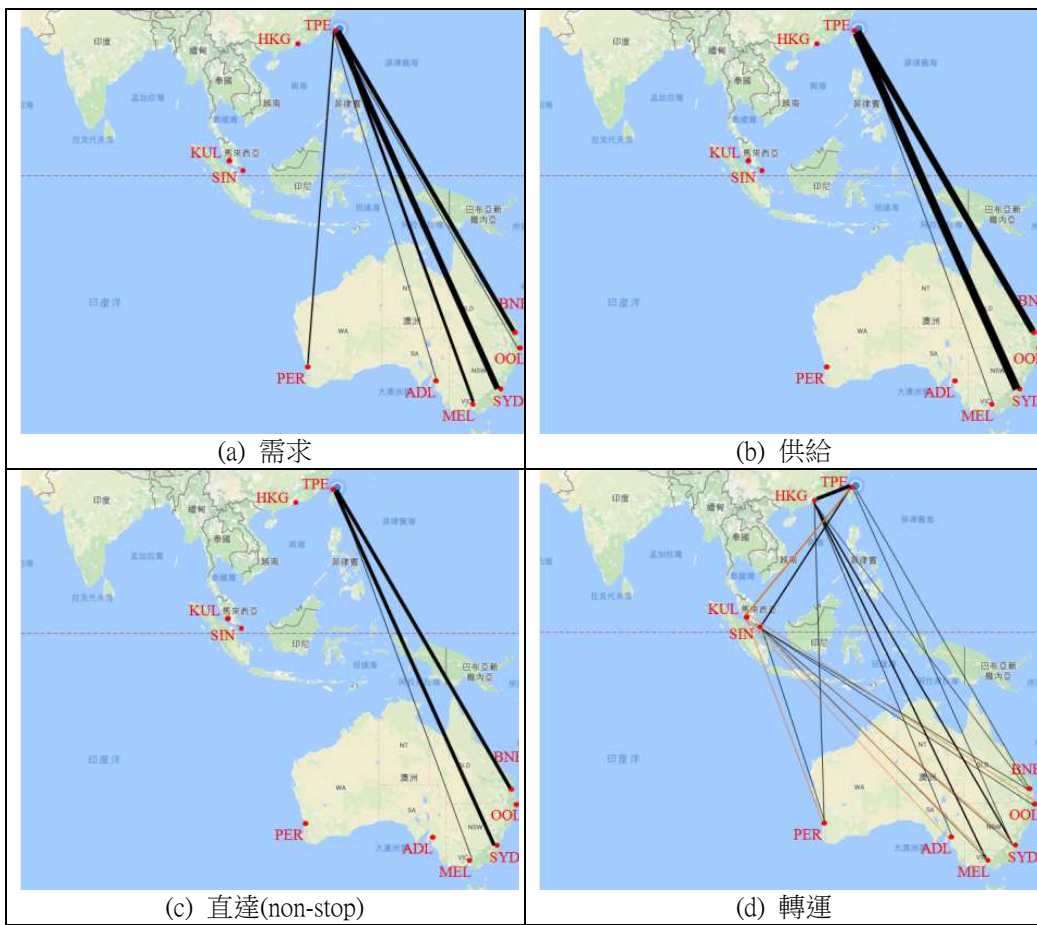


圖 6 2015 年桃園機場與澳大利亞間的航空客運供需情形

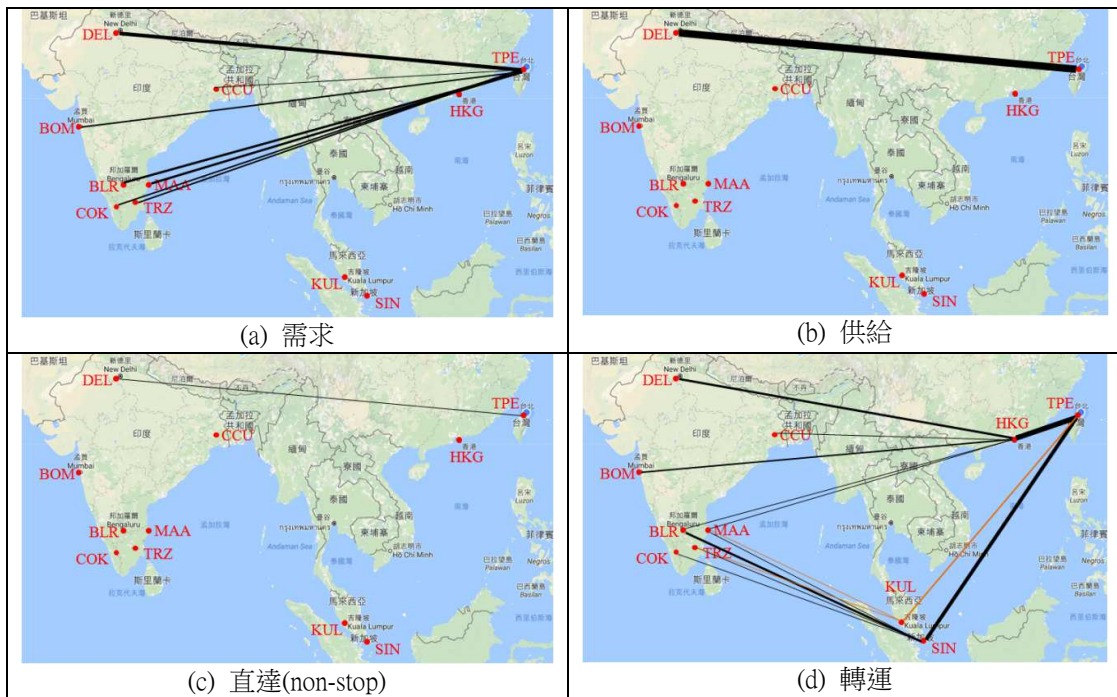


圖 7 2015 年桃園機場與印度間的航空客運供需情形

資料來源：IATA、民航統計年報及本研究彙整。

三、政策意涵

整體而言，目前我國與新南向政策國家間的航空客運往來主要集中於東協十國，占比逾 9 成。另汶萊、寮國、印度、巴基斯坦、孟加拉、尼泊爾、斯里蘭卡往返桃園機場的運能低於旅客實際起/迄點運量，多需經由第 3 地機場中轉；澳大利亞及紐西蘭往返桃園機場係直達與中轉旅客約占各半；印尼、菲律賓、泰國、馬來西亞、新加坡、越南、緬甸及柬埔寨等 8 國(均為東協)則以直達為主，占比均逾 8 成。

目前政府正推動新南向政策，民航局及機場公司可依據本研究示範案例的分析方式，據以掌握我國與新南向各國間航空客運市場供需情形，並藉此量化數據資料作為研擬與檢討相關策略之參考。

兩岸航空客運定期航班執行情形

一、背景

民國 90 年以來，海峽兩岸情勢漸趨穩定發展，兩岸經貿交流日趨頻繁，對於空運直航的需求也更加迫切。97 年 7 月 4 日兩岸開始實施週末客運包機，98 年 8 月 31 日起實施兩岸客運及貨運定期航班，開啟航空運輸直航往返兩岸的新頁。目前我方總計開放 11 個客運航點，陸方開放 61 個客運航點(57 個定期航點、4 個包機航點)，依據兩岸協議，兩岸航空業者每週共得飛航 890 班，大幅增進旅客往返兩岸的便利性、縮短旅行時間，及節省金錢支出。

本研究蒐集 98 年 8 月 31 日至 105 年 12 月 31 日期間，兩岸客運定期航線的載客資料，據以瞭解兩岸航班供需等的執行情況。

二、分析說明

1. 兩岸定期客運航班執行情形

兩岸實施客運定期航班後，增加民眾往返兩岸的便利性，加上開放大陸地區人民來臺觀光，兩岸航線需求持續熱絡。98 年 8 月 31 日開始實施客運定期航班起，至 105 年 12 月 31 日止，兩岸航線累計載運旅客 6,512.1 萬人次，各年飛航資料如表 1 所示。

表 1 98 至 105 年兩岸定期航線運量資料

年份	飛航架次 (次)	提供座位數 (座)	載客數 (人)	平均 載客率
98 年	7,365	1,760,335	1,265,528	71.9%
99 年	25,669	6,238,635	4,994,899	80.1%
100 年	40,705	9,257,632	7,103,166	76.7%
101 年	53,759	11,572,024	8,807,356	76.1%
102 年	55,624	11,975,649	9,045,453	75.5%
103 年	67,100	14,438,500	11,125,851	77.1%
104 年	70,643	14,955,204	11,647,231	77.9%
105 年	67,818	14,242,333	11,131,404	78.2%
合計	388,683	88,440,312	65,120,888	77.1%

資料來源：民航年報/統計月報。

表 2 為我國開放兩岸直航主要機場歷年旅客運量及占比，以 105 年為例，我國最重要的空運門戶桃園機場往返中國大陸的旅客佔所有兩岸航線的 73% 左右；松山機場為首都商務機場，商務旅次需求高，旅客占比達 15% 左右；高雄機場為南部地區最重要的區域性國際機場，旅客占比約 9%；臺中機場旅客占比約 3%。表 3 則為兩岸航線累計運量前 20 名大陸航點及在我國主要機場的占比。

表 2 98 年至 105 年我主要機場兩岸航線服務旅客占比

年期	桃園		松山		高雄		臺中	
	載客數	占比	載客數	占比	載客數	占比	載客數	占比
98 年	1,184,697	93.6%	-	-	80,831	6.4%	-	-
99 年	4,453,225	89.2%	188,906	3.8%	321,481	6.4%	31,287	0.6%
100 年	5,253,005	74.0%	1,165,887	16.4%	467,965	6.6%	214,396	3.0%
101 年	6,445,469	73.2%	1,317,643	15.0%	714,539	8.1%	300,824	3.3%
102 年	6,637,135	73.4%	1,392,771	15.4%	717,254	7.9%	259,334	2.8%
103 年	8,083,094	72.7%	1,641,253	14.8%	1,047,692	9.4%	317,302	2.8%
104 年	8,486,105	72.9%	1,687,164	14.5%	1,068,633	9.2%	352,946	3.0%
105 年	8,129,969	73.0%	1,684,899	15.1%	980,779	8.8%	315,496	2.8%
累計	48,672,699	74.7%	9,078,523	13.9%	5,399,174	8.3%	1,791,585	2.8%

資料來源：民航年報及民航統計月報，本研究整理。

表 3 98 年至 105 年兩岸航線運量前 20 名航點及占比

排序	航點	累計 旅客數	平均 載客率	大陸機場 占比	我國機場占比			
					桃園	松山	高雄	臺中
1	上海(浦東)	12,892,550	78.7%	19.80%	78.5%	8.5%	10.8%	2.1%
2	北京	5,417,610	82.7%	8.32%	98.5%	-	1.5%	-
3	上海(虹橋)	4,140,749	86.2%	6.36%	-	100.0%	-	-
4	深圳	4,052,987	78.2%	6.22%	87.4%	-	8.4%	4.2%
5	廣州	3,483,646	83.3%	5.35%	92.8%	-	5.0%	2.2%
6	杭州	3,168,915	74.4%	4.86%	64.0%	11.1%	19.6%	4.7%
7	廈門	3,160,811	73.5%	4.85%	55.2%	25.2%	12.5%	7.1%
8	福州	2,177,723	76.0%	3.34%	35.8%	39.9%	18.9%	5.5%
9	南京	2,100,151	75.6%	3.23%	89.7%	-	4.2%	5.1%
10	寧波	1,641,664	68.8%	2.52%	80.8%	-	10.6%	-
11	成都	1,621,840	80.1%	2.49%	67.9%	23.2%	7.3%	1.6%
12	鄭州	1,450,174	75.3%	2.23%	84.4%	-	12.6%	3.0%
13	長沙	1,307,493	77.1%	2.01%	81.6%	-	15%	3.4%
14	武漢	1,208,685	78.6%	1.86%	54.7%	15.8%	20.4%	2.1%
15	重慶	1,159,802	76.6%	1.78%	54.6%	32.2%	11.3%	1.8%
16	瀋陽	1,146,193	78.9%	1.76%	99.9%	-	0.1%	-
17	青島	1,136,545	71.8%	1.75%	91.2%	-	6.3%	2.4%
18	無錫	989,036	75.2%	1.52%	35.8%	39.9%	18.9%	5.5%
19	天津	963,723	75.9%	1.48%	35.8%	39.9%	18.9%	5.5%
20	西安	844,685	77.6%	1.30%	35.8%	39.9%	18.9%	5.5%

資料來源：民航統計年報、民航統計月報，本研究整理。

2.商務旅次需求變化

表 4 為 105 年 1 至 12 月與 104 年同期兩岸航線載客數及來臺觀光陸客數的比較。105 年因兩岸關係降溫，中國大陸限縮其民眾來臺觀光人數，使得 105 年全年來臺觀光大陸旅客數較 104 年減少 60 萬人次，減幅 18%；其中 5 至 12 月每個月皆較 104 年同期減少，而 8 至 12 月每月減少人次更高達 10.6~15.4 萬人次。

表 4 104 年及 105 年各月兩岸航線載客數及陸客來臺觀光人數

月份	載客數		載客數 差異	載客數 增減(%)	來臺觀光陸客數		來臺觀光 陸客數 差異	來臺觀光 陸客 增減(%)
	105 年	104 年			105 年	104 年		
1 月	941,196	884,276	56,920	6.4%	308,258	270,538	37,720	13.9%
2 月	1,097,830	1,016,314	81,516	8.0%	328,435	335,613	-7,178	-2.1%
3 月	997,567	892,327	105,240	11.8%	306,650	213,827	92,823	43.4%
4 月	1,032,032	988,188	43,844	4.4%	305,941	289,251	16,690	5.8%
5 月	972,909	1,014,731	-41,822	-4.1%	256,030	302,626	-46,596	-15.4%
6 月	913,748	938,039	-24,291	-2.6%	209,448	242,840	-33,392	-13.8%
7 月	980,504	1,025,315	-44,811	-4.4%	233,635	276,489	-42,854	-15.5%
8 月	909,145	1,046,021	-136,876	-13.1%	178,430	286,141	-107,711	-37.6%
9 月	817,861	913,878	-96,017	-10.5%	148,100	254,233	-106,133	-41.7%
10 月	857,810	1,025,074	-167,264	-16.3%	157,727	311,342	-153,615	-49.3%
11 月	818,679	991,585	-172,906	-17.4%	142,770	286,224	-143,454	-50.1%
12 月	792,123	909,919	-117,796	-12.9%	160,629	266,799	-106,170	-39.8%
合計	11,131,404	11,645,667	-514,263	-4.4%	2,736,053	3,335,923	-599,870	-18.0%

資料來源：民航統計月報及內政部入出國移民署，本研究整理。

由表 4 亦可發現，105 年兩岸航線載客數較 104 年減少 51.4 萬人次(減幅 4.4%)。以個別月份看，前 4 個月載客數皆較 104 年同期增加，5 至 12 月則減少，其中 8 至 12 月每月減幅都超過 10%。

圖 1 顯示兩岸航線載客數變化。對照前述來臺觀光陸客人數變化情形，兩岸航線載客數變化與來臺觀光大陸旅客數增減的方向一致(105 年 2 月除外，該月當係農曆春節台商等返鄉過節需求較高)，由此推估 105 年兩岸航線載客數較 104 年減少(51.4 萬人次)，主要係來臺觀光大陸旅客減少所致(減少 60 萬人次)，而往返兩岸的商務旅運需求增加，則稍微填補來臺觀光大陸旅客減少的缺口；但 8、10、11 及 12 等月份，兩岸航線載客數減少量明顯高於來臺觀光大陸旅客減少量，顯示該些月份不僅來臺觀光的大陸旅客減少，兩岸間的商務旅運需求也下降，宜持續觀察商務旅運需求的增減變化情形。

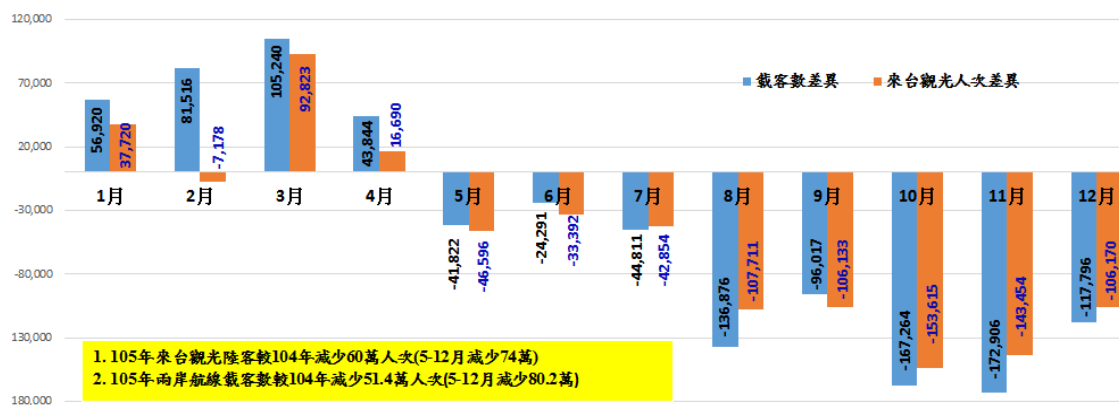


圖 1 105 年 1 至 12 月與 104 年同期兩岸航線載客數差異及來臺觀光陸客數差異
 資料來源：民航統計月報及內政部入出國移民署，本研究整理。

3. 桃園機場中轉問題

現今中國大陸已躍居全球第二大經濟體，為目前全球成長最快速的航空市場之一，亦為亞太地區內最大的空運市場。然目前中國大陸本身的國際航線運能尚無法完全因應日增的需求，民眾出國多選擇至鄰近的仁川(南韓)、東京成田(日本)、赤鱺角(香港)等機場轉機。我國華航及長榮兩公司的國際航網可達全球 100 多個航點，如能透過兩岸獨有的兩岸航線，爭取部分中國大陸旅客(尤其是二線城市旅客)來臺轉機，特別是前往北美地區，除可擴增國籍航空公司客源及商機外，亦將對桃園機場轉運功能的運作及發展成為區域樞紐機場有實質的助益。

三、政策意涵

由於來臺觀光的中國大陸旅客減少，兩岸航線中，除上海、廣州、北京等部分商務旅運需求大的航點外，整體飛航班次及載客數均呈大幅下降情形，至於商務旅運需求的增減變化情形，則宜持續觀察之。

載客率不佳的大陸二、三線城市航線，航空公司或以改換小型機，或減/併班等來因應，預期未來油價上漲，這類航線可能會再進一步減班或停航，宜適時檢討此類航線的供需，期兼顧旅客需求及航空公司經營成本，並鼓勵業者配合政府新南向政策，靈活調整航網及機隊配置。

雖然桃園機場亟欲發展成為東亞地區的樞紐機場，但對中國大陸及其他國家地區旅客來說，本區環境尚不足以吸引其來臺中轉，鄰近的仁川、東京、上海，甚至杜拜機場，則積極營造有利轉機環境吸引旅客前往轉機。目前政府推動新南向政策，我國宜更積極強化及提升有利各地區旅客轉機的環境，包括提升通關便利性、放寬外籍旅客免簽規定及適用範圍、提供票價優惠等等相關措施，以吸引旅客來臺轉機。

國際民航組織(ICAO)最新減碳計畫

一、背景

依據聯合國「政府間氣候變遷委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在 2014 年的報告指出，全球溫室氣體排放量中，交通運輸業便佔了 14.40%，而航空業又佔整個交通運輸業約 10.62%，換算可知航空運輸產業佔全球溫室氣體排放量約 2%，然而近年來隨著航空運輸產業持續成長，預計 2050 年時，其溫室氣體排放量將達到全球 4%。

為了減緩航空運輸碳排造成環境不利的影響，2016 年 10 月第 39 屆 ICAO 大會通過最新的國際航空碳抵換及減量計畫(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)協議，此一項協議具有里程碑意義，係對全球民航的永續及未來環境的保護作出堅定的承諾及切實行動。

二、分析說明

本所依據 ICAO 第 39 屆大會公布的決議文及通過的 CORSIA 計畫，重點摘錄國際航空碳排管理後續發展的最新情況如下。

1. CORSIA 實施期程及實施對象

整個計畫的實施期程可分為三個階段：

- (1) 示範階段(Pilot phase)：2021~2023 年，實施對象為 ICAO 會員國，屬自願參加；
- (2) 第一階段(First phase)：2024~2026 年，實施對象為 ICAO 會員國，屬自願參加；
- (3) 第二階段(Second phase)：2027~2035 年，實施對象為符合以下條件之一者：
 - 1) 2018 年其國際航空客貨運量占全球總 RTKs 0.5%以上的國家；
 - 2) RTKs 由高至低排序，包含於累計前 90%的國家。

2. CORSIA 豁免及排除條件

通過的 CORSIA 計畫中並有條列其豁免與排除條件，分述如下：

- (1) 豁免條件：有下列情況時，該國家可免於參加 CORSIA 計畫：
 - 1) 最低度開發國家(Least Developed Countries ,LDCs)；
 - 2) 小島嶼開發中國家(Small Island Developing States ,SIDS)；

- 3) 內陸開發中國家(Landlocked Developing Countries ,LLDCs)。
- (2) 排除條件：有下列情況時，該航空公司可免於參加 CORSIA 計畫：
 - 1) 新成立的航空公司前 3 年免責，但排放量如超過 2020 年總排放量的 0.1% 時，將直接納入管制；
 - 2) 航空公司每年產生的排放量不到 10,000 公噸；
 - 3) 航空器最大起飛重量(MTOM)小於 5,700 公斤；
 - 4) 進行人道主義、醫療、消防作業。

3.CORSIA 抵換量計算方式

CORSIA 計畫係採 5 階段(每階段 3 年期)實施(如圖 1)，前 3 期採平均產業(Sectoral)責任，後 2 期逐步加重個體(Individual)責任，其抵換量的計算方式分述如下：

- (1) 航空器營運者抵換要求= $[\text{產業部分百分比} \times (\text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的航空器營運者排放量} \times \text{既定年份產業的增長因子})] + [\text{個別部分百分比} \times (\text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的航空器營運者排放量} \times \text{既定年份航空器營運者的增長因子})]$ ；
- (2) 產業的增長因子= $(\text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的總排放量} - \text{2019 至 2020 年所涵蓋的平均總排放量}) / \text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的總排放量}$ ；
- (3) 航空器營運者的增長因子= $(\text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的航空器營運者總排放量} - \text{2019 至 2020 年所涵蓋的航空器營運者平均總排放量}) / \text{特定年份 CORSIA 所涵蓋的航空器營運者總排放量}$ ；
- (4) 產業部分百分比= $(100\% - \text{個別部分百分比})$ ；
- (5) 產業部分百分比與個別部分百分比適用下列情況：
 - 1) 2021~2023 年，產業部分百分比為 100%與個別部分百分比為 0%；
 - 2) 2024~2026 年，產業部分百分比 100%與個別部分百分比為 0%；
 - 3) 2027~2029 年，產業部分百分比 100%與個別部分百分比為 0%；
 - 4) 2030~2032 年，理事會將在 2028 年向大會建議是否對個別部分百分比作調整，至少為 20%；
 - 5) 2033~2035 年，理事會將在 2028 年向大會建議是否對個別部分百分比作調整，至少為 70%。

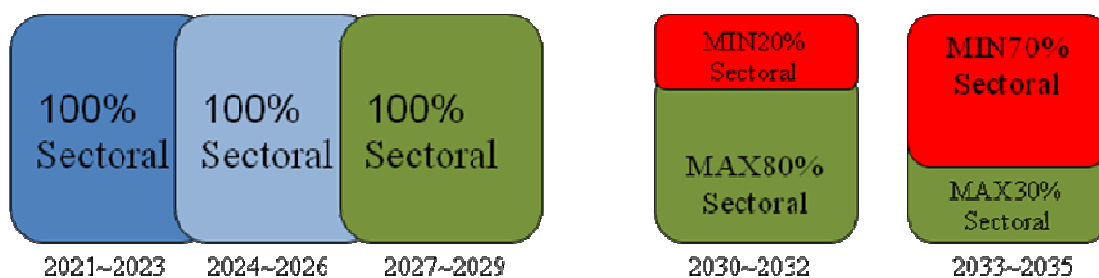


圖 1 抵換量計算方式示意圖

4.CORSIA 抵換量計算範例說明

某國航空產業中有 3 家航空公司(A、B、C)在經營，各年碳排情形假設如表 1 所示，而航空公司 A 於 2022 年及 2033 年須抵換的碳量計算如下：

- (1) 2022 年航空公司 A 的抵換要求= $348 \times (728 - 671.5) / 728 \times 100\% = 27$ (萬公噸)。
- (2) 2033 年航空公司 A 的抵換要求= $420 \times (837 - 671.5) / 837 \times 30\% + 420 \times (420 - 325) / 420 \times 70\% = 91.4$ (萬公噸)。

表 1 範例碳排放量

年份	2019~2020 年 平均排放量	2022 年 排放量	2033 年 排放量
某國航空產業	671.5	728	837
該國航空公司 A	325.0	348	420
該國航空公司 B	282.5	303	322
該國航空公司 C	64.0	77	95

單位：萬公噸。

5.CORSIA 數據提報方式

CORSIA 計畫亦規定數據提報的方式：

- (1) 航空器營運者向航空器登記國指定的註冊處報告所需的資料。
- (2) ICAO 會設立一個統一的中央註冊處，並於 2021 年 1 月 1 日之前開始運作。
- (3) 各國(會員國)按照 ICAO 的指導，設立國內註冊處或集體(聯合)註冊處，制定必要的安排，或為參加其他註冊處作出安排。

三、政策意涵

我國兩大航空公司(華航、長榮)所造成的碳排放量已超過上述 1.(3)規定，因此屬於受管制對象。我國雖非 ICAO 會員，但如果被動不參與，可能受國際壓力造成形象受損，並遭受他國抵制，而後續 CORSIA 計畫制訂裁罰條款後，可能面臨相關裁罰風險。

ICAO 預訂於 2017 年底完成監測、報告與查證(Monitoring, Reporting and Verification, MRV)作業準則，2018 年通過理事會核可，2019 年執行。針對此議題，我國宜依 CORSIA MRV 要求，建立國內相關作業準則及規範，並建立註冊系統。基於此，國內相關作業可提前準備，以與國際接軌，對於後續提報作業亦需研擬其相關因應對策。

飛航系統區塊式提升(ASBU)推動課題

一、背景

「飛航系統區塊式提升(Aviation System Block Upgrades, ASBU)」是國際民航組織(ICAO)為改善全球航空系統運作之互通性與相容性，依據第 37 屆 ICAO 會員大會(Assembly)中所提出之改善原則，與航空各領域業界合作研擬之航空改善推動架構。該架構明確定義未來 15 年全球飛航系統各領域主要的改善面向，包括縱向推動時序及橫向跨領域平行推動項目，以「區塊(Blocks)式」與「模組(Modules)化」關聯概念串聯，以利各會員國清楚瞭解所有改善項目的前後順序及跨領域平行合作的關係，並詳細分析需求、成本、效益及所需期程等高階目標，俾於充分瞭解可行性情況下，做出最適當決策。

ASBU 僅是飛航系統改善架構及原則，實際執行細節仍需俟各專業領域的區域性規劃與推動小組(Planning and Implementation Region Groups; 簡稱 PIRGs)研議，再由各參與國按 PIRGs 會議結論逐步推動。而各會員國參與積極程度、財政投入程度、國際航空產業地緣情形及政治因素不同，且尚無全球一致性的指導文件，如何落實推動仍待釐清。我國目前尚非 ICAO 會員，無法獲得 ASBU 架構推動細節資訊，惟 ICAO 已規劃未來逐步將 ASBU 相關內容納入各附約及文件中，未能配合進度之國家將被列為進度落後或被查核註記，後續我國應如何推動，宜及早研議因應對策。

二、分析說明

1.發展緣由與目標

自 1977 年起，全球空中運輸交通量每隔 15 年即倍增，儘管自 1970 年代中期起曾出現景氣衰退週期，但仍維持空中運輸交通量加倍成長的趨勢。ICAO 有鑑於可靠的空中交通服務是全球社經發展的關鍵要素，為持續提升全球航網安全，遂以全球策略層次提出第 9750 號文件「全球空中航行計畫(Global Air Navigation Plan, GANP)」，用以整合未來 15 年航電裝備性能、飛航服務地面基礎設施、自動化等面向及其共同推動進度，進而促進全球飛航系統的容量與效率，並同時保持或增進飛行安全。

ASBU 架構概念大約形成於 2010 年，為要與前述 GANP 精神及全球飛航服務作業概念(ICAO 第 9854 號文件)相結合，其內容融合了歐美各地區目前已存在的飛航改善計畫，如：美國 NextGen 計畫、歐洲 SESAR 計畫及日本 CARATS 計畫等，以利達成下列的具體目標：

- (1) 確保飛航系統持續強化；

- (2) 飛航管理改善計畫能有效與其他領域統合；
- (3) 在合理預算規模下改善飛航系統效率。

2. 基本概念與改善架構

ASBU 依執行範疇，分為 4 個「改善效能區域(performance improvement area, PIA)」，如下：

- (1) 機場運作(Airport Operations)：促進機場運作效能，發展為綠色機場；
- (2) 全球互通的系統與資料(Globally Interoperable Systems and Data)：藉由全球互通性的系統化資訊管理(SWIM)，達成系統與資料互通；
- (3) 最佳容量與彈性飛航(Optimum Capacity and Flexible Flights)：藉由全球性的協同飛航管理，使流量增加，並納入氣象資訊供彈性路徑規劃；
- (4) 高效率飛航路徑(Efficient Flight Path)：以飛航軌跡為導向進行運作，並規劃最適起降。

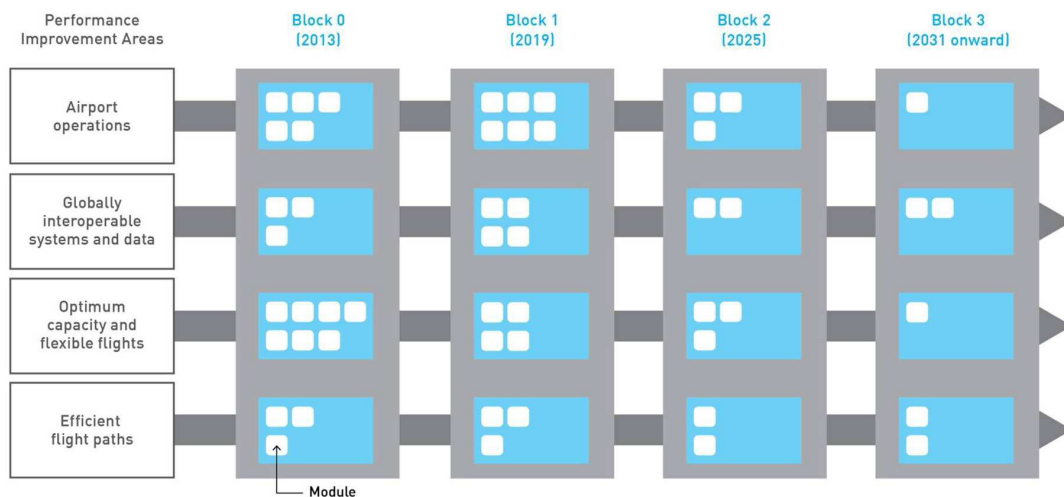


圖 1 ASBU (包含 PIA、Block、Module) 架構關係圖

資料來源：2016-2030 年全球空中航行計畫(GANP) 第 5 版草案, ICAO, 2016 年。

ASBU 依執行順序分為 4 個不同時間區塊(Blocks，由 0 至 3)；依執行的範疇，共有 51 個改善項目(Module)，每個改善項目對應一個運行能力的提升，以利逐一檢視各項細節是否確已實際運用。區塊上的時間是該區塊中的改善項目(Module)已具備運行條件，可以開始部署的時間，而非部署完成的時間。各個國家與地區可根據自身需求選擇實施模組的時間。例如：Block 1 對應的時間期限是 2019 年，即對應的改善項目預計從 2019 年可以開始部署。

Block 0 的時間段為 2013 年至 2018 年。這個階段中，由於航管系統仍需依賴現有的地面、機載航空設備和技術，因此係現有科技、法規、認證、作業許可

等均已完備，可立即加以運用的階段；Block 1 時間段為 2019 年至 2024 年，是在 Block 0 的基礎上，空中交通管理系統將在這階段進行較大幅的改進與能力提升，是 ASBU 的關鍵階段；Block 2 的時間段為 2025 年至 2030 年，完成前需要經過充分驗證；Block 3 在 2031 年以後，最終實現全球空中交通管理的運行概念。

各 Module 均會冠以所屬區塊(Block)、所賦予串列的代字(Thread Acronym)，並加上簡短的標題。依時間進展，Module 可組成 21 個串列(Thread)。每個區塊有必要的組成模組(essential)，其他則為建議(desirable)項目，例如部分模組僅存於 Block 0 至 Block 1，也有部分模組是由 Block 0 延續到 Block 3。

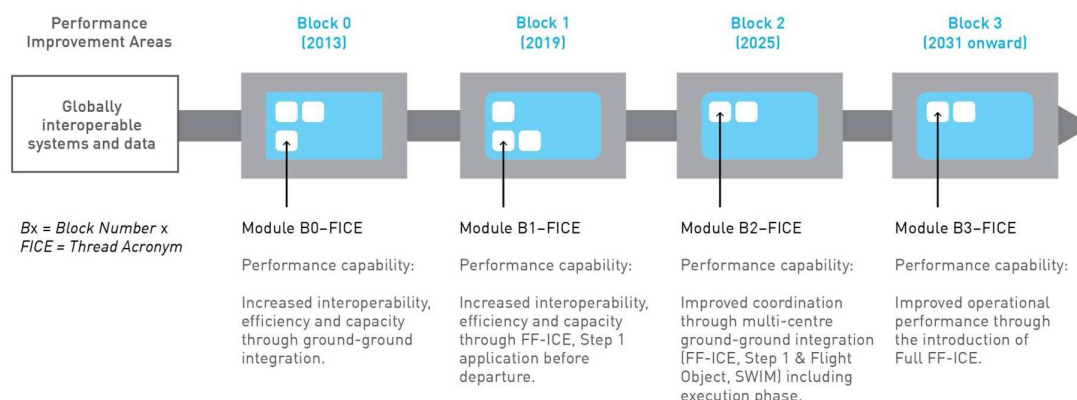


圖 2 全球互通的系統與資料領域內改善項目執行實例(FICE)

資料來源：2016-2030 年全球空中航行計畫(GANP) 第 5 版草案, ICAO, 2016 年。

3.執行考量

依 ICAO 各區域的推動策略，ASBU 的執行係由各區域規劃與推動小組 (PIRGs) 協調推動。由於各地區或各國所面臨的飛航挑戰不全然相同，可用於改善的資源亦不同，並因此在辦理 ASBU 計畫時，各國可依其環境、需求、效益，訂定相關 Module，並選擇執行項目與優先順序，並不是 ICAO 範例中每 Module 都須全部納入。惟已選擇執行的改善項目，則需依 ICAO 規範執行，包括配合相關設施與機載裝備、程序、人為因素與訓練、法規與驗證等措施，以達到全球相容性與協同性。

4.全球高優先推動項目

在 ASBU 的 2016~2030 年全球空中航行計畫草案中，認為應優先推動的類型為：被認定為應全球廣泛實施以達全球相容性者、愈早實施可達愈大效益者，或須訂定統一實施時間者。其已經 ASBU 確認應優先推動的改善項目包括：

(1) Block 0 部分：

- 1) B0-ACAS：機載避撞系統(ACAS)改善(7.1 版 TCAS)，從 2014 年 1 月 1 日起開始改進機載避撞系統，最晚於 2017 年 1 月 1 日須進行全面安裝；
- 2) B0-APTA：優化進場程序，包括垂直引導。ICAO 大會決議敦促各國實

施垂直引導的進場程序(APV) (氣壓式垂直引導及/或強化的全球導航衛星系統)，2016 年所有儀降跑道都須採用橫向導航最低標準；

- 3) B0-DATM：管理航空數據信息，提高服務品質及流量，使全世界對數據信息交換預作準備；
- 4) B0-FICE：整合地對地數據通信，提高互用性、效率和能力；
- 5) B0-ASUR：建立地面監視的初始能力。

(2) Block 1 部分(納入評估)：

- 1) B1-FICE：建立離場前應用飛行與流量資訊的協同環境，以提高互用性、效率和容量；
- 2) B1-DATM：整合所有空中交通管理資訊，提高服務品質及流量；
- 3) B1-SWIM：應用全系統資訊管理(SWIM)改進績效。

5. ICAO 亞太區無縫飛航管理計畫

2009 年 ICAO 召開第 46 屆亞洲及太平洋區民航局局長會議時，各成員國同意亞太區應以「無縫的天空」概念為方向，消除阻礙地區航空交通管理現代化的因素。會議宣布《關西宣言》，並同意亞太地區空中航行規劃與實施小組 (APANPIRG) 為討論無縫空中交通管理系統的理想平台。APANPIRG 於 2011 年成立亞太區無縫航管規劃組 (APSAPG，組織詳如圖 3)，依《全球空中交通管理運行概念》(第 9854 號文件)，擬定「亞太地區無縫空中交通管理計畫書」(以下簡稱「無縫空中交管計畫書」)，以落實在 2025 年及後續建立一體化、協調及全球互通的航管系統理念。

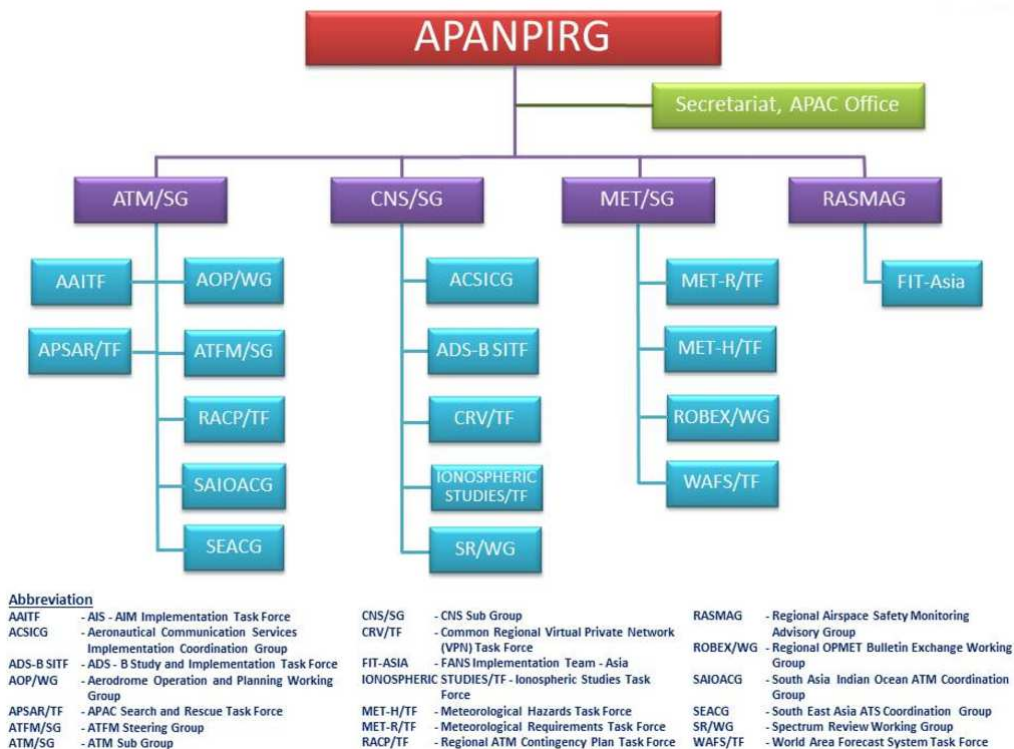


圖 3 ICAO 亞太區區域性規劃與推動小組組織架構圖

資料來源：ICAO 網頁。

在 APSAPG 努力下，「無縫空中交管計畫書」1.0 版於 2013 年 6 月第 24 屆 APANPIRG 會議中通過。該計畫書將 ASBU 項目分為：關鍵項目(Critical upgrade)、建議項目(Recommended Upgrade)及非必須全球實施項目(May not be Universally Implemented)。2016 年 9 月發布 2.0 版，分以下 3 階段推行，開始實施時間如下：

階段 1：2015 年 11 月 12 日；

階段 2：2019 年 11 月 7 日；

階段 3：2022 年 12 月 1 日。

由於各地區運作環境、交通量、空域結構各不相同，對航管的優化亦有不同的實施優先次序，亦即並非所有 ASBU 區塊均須實施，因此 APANPIRG 轄下各分組主席共同決定 10 個亞太地區優先目標，涵蓋多個促進航空交通安全和效率範疇的重要優化項目。而這些優化項目有賴於 5 個區塊(詳如圖 4)在區內緊密合作及成功推展，對區內無縫航管發展特別重要，包括：

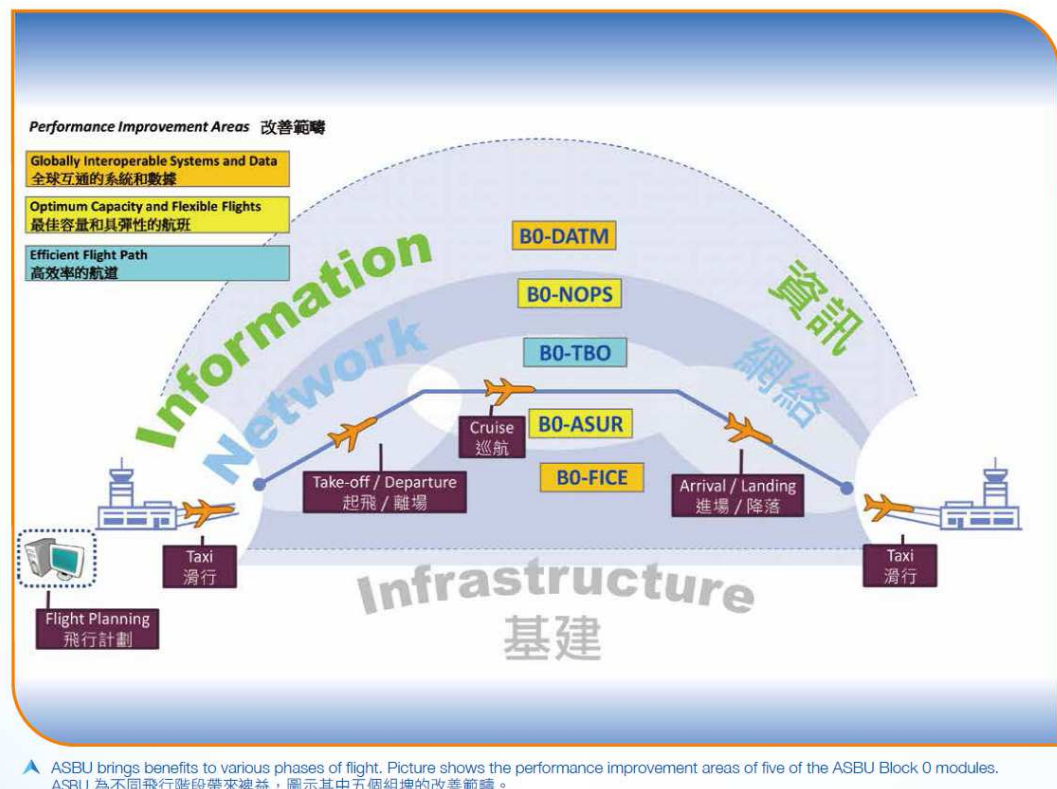


圖 4 對亞太區內無縫航管發展特別重要的 5 個區塊

資料來源：「無縫空中交管計畫書」2.0 版，亞太地區空中航行規劃與實施小組 (APANPIRG)，2016 年 9 月。

(1) **B0-NOPS**：利用網絡管理方式優化空中交通

同時運用「空中交通流量管理」及「協同決策」概念，在不同航管單位間建立聯貫且一致性的網絡管理方式，以改善交通流。「空中交通流量管理」是以平衡交通流量供需的管理方法與方案，尤其在影響容量的突發情況(如：惡劣天氣、跑道運作受阻)下，減少延誤情況和善用空域資源；而「協同決策」則是讓各參與者(包括航管單位、航空公司等)能及早掌握及實行整套方案；

(2) **B0-ASUR**：以「廣播式自動回報監視系統(ADS-B)」進行監控

ADS-B 可令飛機定時向外「廣播」，並透過衛星得知位置及航速等數據。地面航管單位可接收資料作為支援航管監視之用，減少依賴傳統雷達及有限的雷達碼。其他飛機亦可接收 ADS-B 廣播資料和數據，有助飛行員進一步掌握航機附近情況。在空域中使用 ADS-B 有利於建構無縫監視環境，並提高地面及空中監視水準，同時使空中運輸更靈活；

(3) **B0-TBO**：在航路空域上運用數據鏈，以促進安全和效率

無線電(話音)與雷達分別是空中交通管制的主要通信及監控方式，但在海洋或偏遠地區則有一定限制。採用數據鏈可提升在海上與偏遠地區的監控能力，並提高數據準確性與可靠性，從而縮減航管使用間距，令航道使用更靈活，同時減少話音通訊量，提升航管系統整體處理能力；

(4) **B0-FICE**：透過整合地面設施，提升系統間互通性、效率及容量

利用「空中交通服務設施間數據通訊(AIDC)」介面，使航管單位之間可交換重要資料，以提高運作效率。資料包括：航班抵達飛行航情報區邊界通報、協調航機越過飛行航情報區邊界時的航班移交。實施 AIDC 可減少航管人員工作量，提高相關資料準確性與完整性，提升航管系統整體安全性與航管處理能力；

(5) **B0-DATM**：推展航空數據資料管理，以改善服務水平

為符合融合性及互通性，傳統以紙張產品為主的航空情報服務必須改以數據為主。航空數據資料可指定格式進行管理，並採用標準化航行情報交換模式分發數據，以便自動化處理。廣泛實施航空情報管理，不但有助建立數據化、即時、可靠、安全及相容的航空情報環境，更為實現 ASBU 其他部份奠下重要根基。

6. 順利推動的要素

(1) 須有專業管理團隊

ASBU 需飛航系統各專業領域參與者共同合作才能順利推動。須確實瞭解各領域現況及需求，並有效管理各領域辦理進度，方能同步依 ASBU 精神提升整個系統，否則任一領域未依進度辦理，將使整體進度延遲。若可由不同專業領域共同組成專職管理團隊，將有助於掌握各領域細節，共同推

動進度。

(2) 所有參與決策者須有共同決心及開誠布公

實務上各單位均有其內部考量，未必會公開讓其他協商對象知悉。如果沒有共同目標，並在互信基礎上進行協商，將無法順利推動，協商的結果也難以充分滿足各方需求。

(3) 應依需求及資源規劃細節

雖然 ICAO 已詳訂各區塊及各模組內容，但每區塊都有一部分為必要(essential)模組，各國在執行時，需衡量需求及能力，參考 ICAO 所定義的區塊與模組架構，納入其必要推動的模組。另外，各國在推動 ASBU 架構時，不論是整體國家資源或是各參與者的資源均不盡相同，規劃時有必要詳細了解並納入考量，以便所有參與者均能依規劃期程進行改善。

(4) 須及早培訓專業人力

航空專業人士在成功實施全球空中航行計畫中扮演關鍵角色。系統改變將影響許多空中和地面熟練人員工作，也可能改變彼此的作業與互動，甚至需發展新的熟練技能。而基於航空發展的預測，未來亦需要夠多合格稱職人員，方能確保航空系統的安全與高效。政府及私部門宜及早預測人員需求，並吸引、培訓、教育下一代航空專業人員。

三、政策意涵

ICAO 是以性能導向(performance-based)的程序與科技為基礎，建構全球協同化的飛航體系。我國目前尚無法正式加入 ICAO，亦無法參與 ICAO 亞太地區 APANPIRG 前期草擬作業，而 ASBU 目前僅提供較高階的架構說明，尚無全球一致性的作業指導文件，我國的處境亦難獲知其他國家實務辦理的細節經驗。在此種艱困的環境下，目前民航局仍按照 APANPIRG「無縫空中交管計畫書」2.0 版所建議的 5 項重要區塊，已將航管設備更新至 Block 0 階段。

ASBU 所涉的飛航領域甚廣，非僅航管或飛航服務單一個面向所能涵蓋，建議民航管理單位進行國家層級的整體規劃，整合飛航作業單位、航管單位、機場、航空公司、飛機製造業，甚至包含軍方，以發揮整體飛航系統的改善成效。此外，亦需積極留意鄰近國家 ASBU 發展進度，適時推動相關改善項目，並尋求後續在跨國的區域計畫下進行協同合作。而考量未來 ICAO 將把 ASBU 相關內容(各模組)逐步納入各附約及文件中，由於屆時如不辦理，恐被列為進度落後國家，或被各查核報告註記，因此亦建議民航管理單位務必注意 ICAO 推動 ASBU 的進程，即時進行將相關附約及文件內國法化的作業。