

2017 年空運重要議題



交通部運輸研究所

中華民國 107 年 5 月

2017 年空運重要議題

國際航空最新減碳發展	1
國際標竿機場旅客服務智慧化發展趨勢	7
美國下一代飛航管理系統概況	17
新南向國家與我國及北美四大機場之航空客運起迄分析	21

國際航空最新減碳發展

一、背景

近年來航空市場快速成長，全球旅客量從 1960 年 1 億人次，至 1987 年突破 10 億人次，而 2016 年已達到 37 億人次。航空旅客量快速成長，然飛機起降及飛航所排放的溫室氣體，卻未隨著經濟成長而採行更有效的管理。依據聯合國「政府間氣候變遷委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)資料顯示，航空產業碳排放量約占溫室氣體總量的 2%，並預估在無任何作為下，民用航空 CO₂ 排放量在 1992~2050 年間會成長 60%~1,000%。

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，此協議具有里程碑意義，對全球民航永續及未來環境保護作出堅定承諾及切實行動，另外同時 ICAO 及國際相關組織也提出其他減碳發展技術供各界參考。

二、分析說明

1. 全球市場措施機制(GMBM)

ICAO 大會為了發展全球市場機制措施(Global Market Based Measure, GMBM)方案以解決航空碳排問題，因此提出「國際航空碳抵換及減量計畫(CORSIA)」，依據 ICAO 第 39 屆大會公布的決議文及通過的 CORSIA，國際航空碳排管理的實施期程可分為下列三個階段：

- (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，其須受管制。

a. 2018 年其國際航空客貨運量占全球總 RTKs 0.5% 以上的國家。

b. RTKs 由高至低排序，累計前 90% 的國家。

CORSIA 計畫將前述三階段細分為 5 期(每期 3 年)實施計算(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。

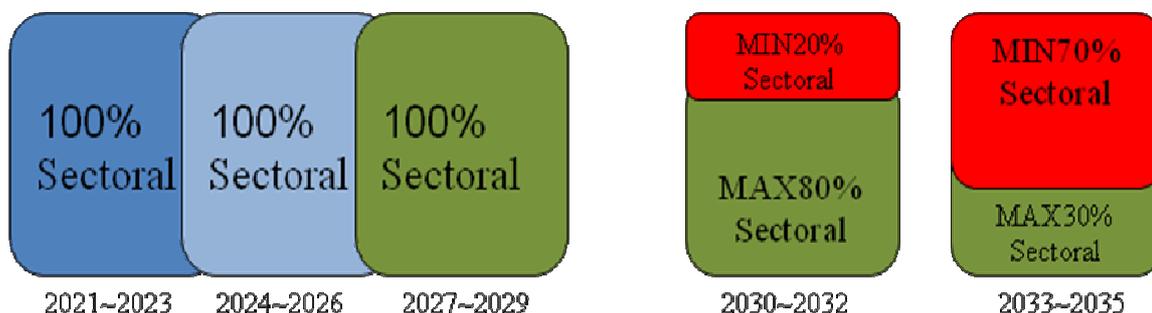


圖 1 抵換量計算方式示意圖

2. 航空器技術的改進

航空產業也開始重視減少營運對環境的衝擊，而為了達成這個目標，航空器機體、引擎與系統製造商持續努力發展創新技術，其中現代化的機體設計與高效率引擎將是減少碳排重要的項目，因此新的引擎技術與機體設計將可有效減少燃油消耗。

減少機體重量是一個減少燃油消耗的方式，航空器空重越輕時，燃油效率也更好，而高旁通比(High ByPass Ratio, BPR)的發動機由於提高了推進效率，因此提供更低的油耗，有助於提高碳排效率。其中新一代機型包括 Airbus A380、A350、Boeing787、Bombardier C 系列，都是提高燃油效率系列，同時這些機型機體的共通特性就是以複合材料取代傳統鐵鋁材料。其中 A380 是較早使用複合材料的案例(如圖 2)，占整個機體約 25%的量，另外 Bombardier C 系列則有 20%使用的量，大部分使用的地方在航機中間與後面的部分，包括機身、機尾、尾翼與兩翼。

最近推展碳纖維增強塑料(Carbon Fiber Reinforced Plastic, CFRP，簡稱碳纖維塑料)技術；同時也使用先進材料如鈦與鋁合金，這些材料的結合減輕了機體的重量，因此燃油消耗也降低。以 Boeing 787 為例(如圖 3)，機體組成中複合材料使用已占 50%，鈦與鋁合金材料也占 35%，有效減輕機身重量；另 Airbus A350XWB 機體組成如圖 4 所示，複合材料使用也已達到 52%，鈦與鋁合金材料也有占 34%。

近期 ICAO 理事會通過新的航空器二氧化碳排放標準，2017 年 3 月 6 日在 ICAO 蒙特婁總部，36 個理事國組成的 ICAO 理事會，正式通過一項特別決議-新航空器二氧化碳排放標準，該標準將減少航空溫室氣體排放對全球氣候影響。目的是藉由鼓勵飛機設計及開發過程中採用節油新技術，確保老舊飛機儘快更新，被更高效的飛機取代，從而降低整個航空業的二氧化碳排放量。該標準適用於 2020 年以前新型航空器機型設計與 2023 年以前生產之機型設計，另外已經投產航空器則須於 2028 年前達到標準。

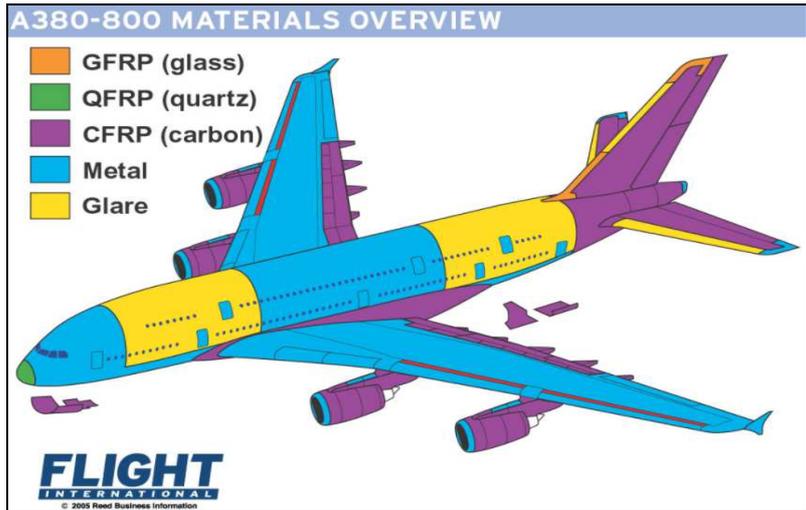


圖 2 Airbus A380 機體構造示意圖

資料來源：<https://leehamnews.com/2017/01/18/filling-middle-market-gap/>

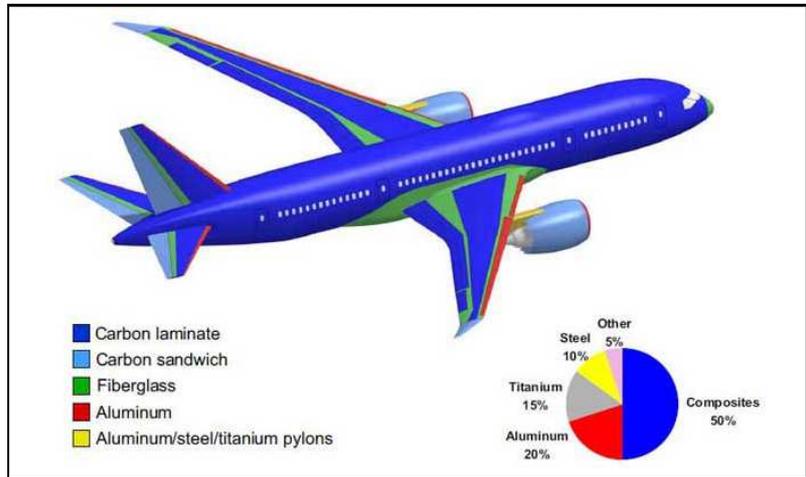


圖 3 Boeing 787 機體構造示意圖

資料來源：<http://www.1001crash.com/index-page-composite-lg-2.html>

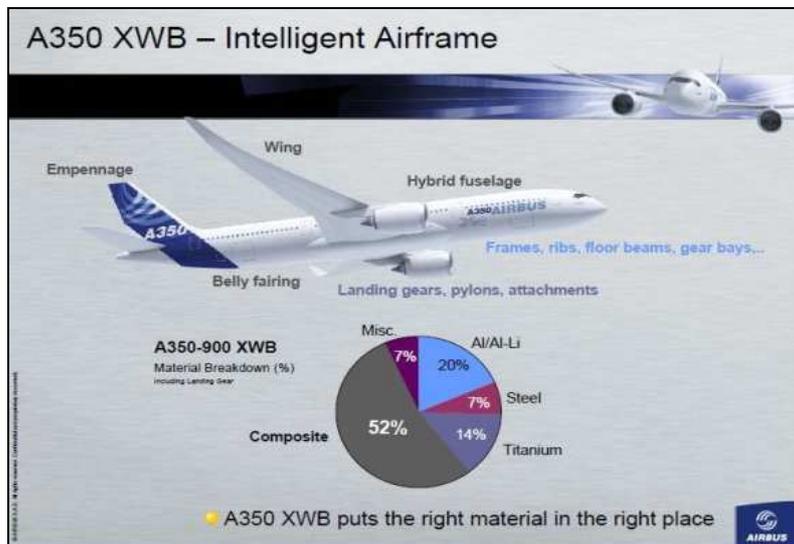


圖 4 Airbus A350 XWB 機體構造示意圖

資料來源：<http://scribol.com/technology/aviation/airbus-a350-composites-on-trial-part-i/>

3.航空器航行最佳化

ICAO 為提升航空器航行效率及持續提升全球航網安全，遂以全球策略層次提出第「全球空中導航計畫(Global Air Navigation Plan, GANP)」，用以整合未來 20 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容量與效率，並同時保持或增進飛行安全。

ICAO 之空中導航會議(Air Navigation Conference, ANC)，約每隔 10 年舉辦，其中第 12 次會議於 2012 年 11 月舉行，ANC 提出第 4 版 GANP(Doc 9750)草案，經理事會核可，並於 2013 年 9 月召開之 ICAO 第 38 次會員大會(Assembly)採納。第 4 版 GANP 主要納入飛航系統區段提升架構(Aviation System Block Upgrades, ASBU)，而 GANP 平均每 3 年修訂並提交 ICAO 會員大會。

第 5 版 GANP 連同 ASBU 文件已由 ANC 遞交 ICAO Council 核可，並提交 2016 年 9 月召開之 ICAO 第 39 次會員大會討論，完成小幅度修正，包括將 ASBU 各區段時程由 5 年調整為 6 年。第 6 版 GANP 預計 2019 年發布，該年適為 ASBU 的 Block 1 啟始年，預期將會有較大幅度修訂。藉由 ASBU 相關措施將可有效提升航空器運行效率，以節省燃油消耗，茲簡要說明其內容如下：

- (1) ASBU 計有 51 個改善項目(Module)，依執行之時間，分成 4 個區段(Block)，依執行之範疇，分為 4 個改善區域(Performance Improvement Area, PIA)，相關架構及期程如圖 5 所示。
- (2) 計畫由 2013 年起，由 Block 0 至 Block 3 分為 4 個區段，每個區段為期 6 年。區段(Block)表示各個 Module 建議推行時間，Block 0 之項目為當前已可推行者，如已有可支援之科技，ICAO 已有相關標準，且已有國家或地區推行；後續各 Block 屆時應有所需之支援科技與標準。

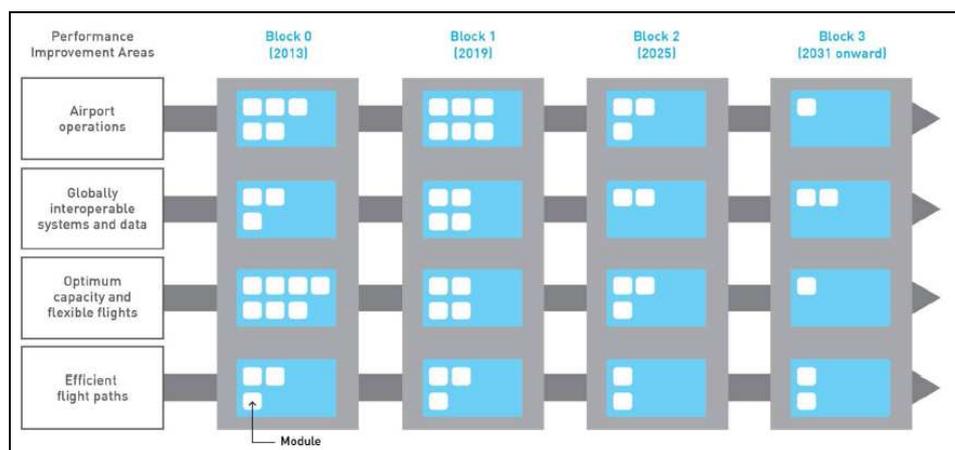


圖 5 ASBU 關係架構及改善時間表

資料來源：ICAO Environmental Report 2016。

4.航空器替代燃油的發展

ICAO 在 2009 年舉行第 1 次有關替代能源的研討會，研訂出全球航空替代燃料架構(ICAO Global Framework on Aviation Alternative Fuels, GFAAF)，並於 2009 年公布有關合成碳氫化合物作為航空渦輪燃料的標準規範(ASM D7566-Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons)。此後，在 2010 年第 1 架單引擎螺旋槳機使用生物燃料，從加拿大橫跨大西洋飛往德國，隨後在 2011 年第 1 架商業客機使用生物燃料，2013 年有定期航班(紐約-阿姆斯特丹)使用替代燃料，2014 年有 21 家航空公司商業客機中加入替代燃料，2016 年已發展出 5 個途徑來通過 ASTM D7566 驗證，提供替代燃料，並且有 2 個機場提供生質燃料，分別為挪威奧斯陸機場、美國洛杉磯機場，其相關發展經過如圖 6 所示。另根據國際再生能源機構(International Renewable Energy Agency, IRENA)報告，全球 59 個國家(航空運量占 79%)表示將會投資永續替代燃料，另外 37 個國家(航空運量占 35%)打算在機場從事清潔和可再生能源的使用。

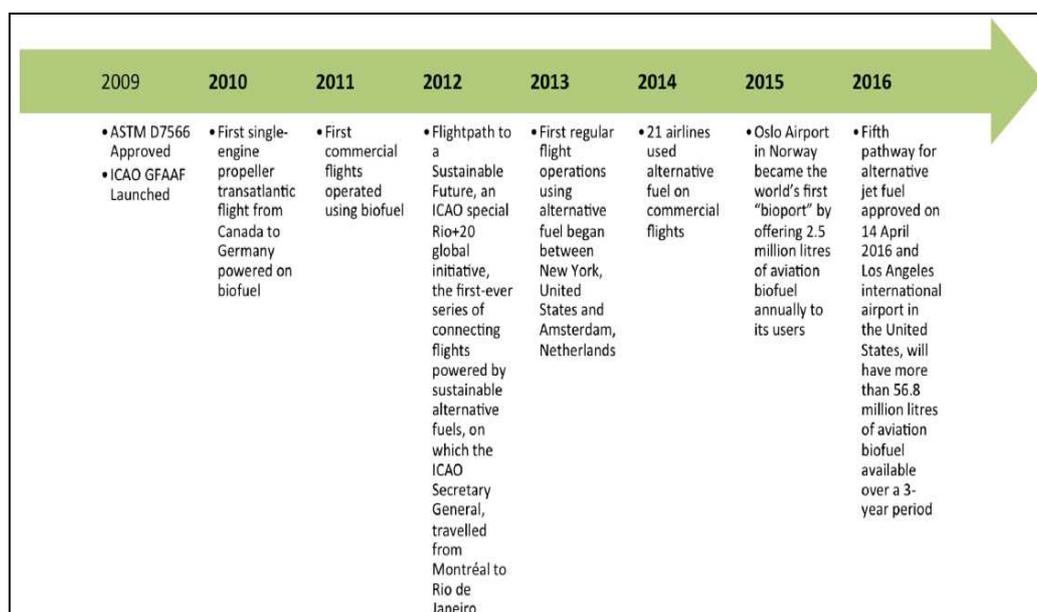


圖 6 ICAO 推動航空替代燃料歷程

資料來源：ICAO Environmental Report 2016。

三、政策意涵

1. 航空運輸的二氧化碳排放管制已成趨勢，ICAO 也從全球市場措施機制(GMBM)、航空器技術的改進、航空器航行最佳化、航空器替代燃料的發展等 4 個面向，積極發展新技術及輔導新規則，以降低航空碳排放量；後續仍應持續關注碳排議題發展，尤以全球市場措施機制(GMBM)最為重要。
2. 針對全球市場措施機制(GMBM)議題，建議我國宜依 CORSIA MRV 要求，須

建立國內相關作業準則及規範，並建置註冊系統。建議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。

3. 隨著新航空器的研發，預期其引擎燃油效率會更好，排碳量也較低，建議輔導國籍航空更換新型機隊以減少碳排。
4. 航管單位應繼續關注 ASBU 相關措施發展，尤其 2019 年開始推動 Block1 階段，建議應持續更新航管系統與設備，以期能與國際接軌。
5. 直至目前，替代燃料仍在初步發展階段，成本仍較傳統石油較高，要如何輔導建立相關產業及供應鏈，建議仍需進一步研究。

國際標竿機場旅客服務智慧化發展趨勢

一、背景

國際機場業務日益繁忙，全球國際機場已陸續在機場管理及旅客服務方面投資資訊科技，透過雲端科技、物聯網、人工智慧、網際網路等技術及人手一台智慧化行動裝置，正逐步改善機場服務流程，節省許多等候時間，並提升機場整體服務品質及效率，以使旅客獲得良好、自主及無縫的旅行體驗。

桃園國際機場近年來旅客人次不斷攀升，2017 年客運量已達 4,488 萬人次，現有第 1、2 航廈已逐漸難以消化旅客量成長需求。需參考全球先進機場智慧化發展案例，以及標竿機場在停車、報到、行李託運與提領、通關與安檢、購物與定位引導及登機等引入智慧技術服務發展經驗，以為參考改進。

二、智慧化服務及技術

機場智慧化服務係在旅客服務流程中加入智慧化項目及技術，表 1 歸納出、入境服務流程主要項目，包含訂位、到達機場及停車、報到、行李託運與提領、通關、安檢及登機，並列出各項目智慧化服務及技術。

表 1 機場智慧化服務項目與技術

服務程序	項目	旅客智慧體驗服務	技術
訂位 (Plan, Book)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 預訂 ▪ 變更預訂 ▪ 行前報到 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 在家訂位 ▪ 自動傳送電子機票 ▪ 電子票券行動服務 ▪ 適時適地掌握最新航班動態 ▪ 航班延誤或服務中斷期間，自動通知旅客重新訂位 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 個人化互動情境式服務應用程式 ▪ 跨領域整合 4G 服務
到達機場及停車 (Journey to Airport and Parking)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 搭乘大眾運輸或開車 ▪ 停車 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用手機搭乘大眾運輸工具 ▪ 自動導航至機場 ▪ 停車管理系統 ▪ 同步通知預先設入的聯絡人群組 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 近距離無線通訊(NFC) ▪ 車牌辨識 (License Plate Recognition, LPR) ▪ 自動號牌辨識(ANPR) ▪ 中央付費系統
報到 (Check-in)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 辦理登機手續 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 在家網路提早報到 ▪ 行動登機證 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 近距離無線通訊(NFC) ▪ 自助報到機(Kiosk)
行李託運與提領 (Baggage Drop in/Collection)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 行李託運 ▪ 行李提領 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 在家列印行李條碼 ▪ 自助行李條碼標籤列印 ▪ 主動提供旅客行李的即時位置 ▪ 點到點行李追蹤及分配系統 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 近距離無線通訊(NFC) ▪ RFID(無線射頻識別)行李追蹤
通關 (Clearance and Inspection)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 證照通關查驗 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 自動查驗通關 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 生理指紋掃描 ▪ 生物識別技術(人臉識別、虹膜辨識) ▪ 自動查驗通關系統(e-Gate) ▪ 旅客自動通關系統
安全檢查 (Security Checks)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 安全檢查 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3D 自動安全檢查 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 生理辨識與攝影機影像分析(人臉識別、虹膜辨識) ▪ 電腦斷層掃描儀(CT) ▪ 旅客自動安檢系統
購物、餐飲及導航 (Retail and Way Finding)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 購物消費 ▪ 餐飲 ▪ 尋找機場設施 ▪ 尋找消費地點與資訊 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 接收機場商店優惠券 ▪ 行動付款 ▪ 與具備 NFC 功能的廣告互動 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 近距離無線通訊(NFC) ▪ 航班狀態與資訊系統 ▪ Beacon 技術 ▪ BlipTrack 系統 ▪ 擴增實境(AR)
登機 (Boarding)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 登機檢查 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 自助登機門 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 生物辨識(人臉、虹膜、指紋) ▪ 近距離無線通訊(NFC)

資料來源：本研究彙整

三、先進機場智慧服務技術及案例

1.信標(Beacon)

信標是透過低功耗藍牙(BLE)在室內感測使用者位置的技術。它以固定頻率，不間斷向四周發出訊息，而行動裝置一旦進入訊號區域，Beacon 訊息便會透過專屬應用程式傳送出去，為旅客導航、導覽和提供即時交通資訊，詳如圖 1。



圖 1 Beacon 在機場定位、引導、傳遞資訊功能

資料來源：Ben Kaufman, Miami International Airport Improves Customer Experience with Beacon Technology, VentureMarketing101, November 2014。

英國蓋威克機場安裝兩千顆 Beacon，並結合 AR 擴增實境技術提供更好服務體驗，旅客只需要下載指定應用程式，就能利用機場室內導航服務，在多個航廈中清楚看見指引的方向而避免迷路，也簡化該機場物流及降低營運成本。

東京羽田機場 2015 年 10 月展開機場 Beacon 實驗，旅客直接利用手機應用程式即時得知租用設備所在位置，包括輪椅、嬰兒車，除設備處裝設 Beacon 外，90 位員工對講機亦均裝設 Beacon。部分航空公司也推出 Beacon 行李防丟器，將 Beacon 做成行李條碼標籤，追蹤旅客行李動態，並讓旅客在行李輸送帶等候時第一時間找到行李。近年來 Beacon 技術也擴大應用於管理地勤人員。日本航空在羽田機場登機門裝設 Beacon，與地勤人員佩戴的智慧手錶連結，錶面可顯示員工所處位置，以利與其他員工聯絡，取代過去使用無線電指派地勤工作的方式。

2. Blip Track

Blip Track 系統是基於 Beacon 技術應用的即時等待時間顯示系統，旅客能即時掌握機場通關程序，了解確切等待時間；機場工作人員也可有效掌握排隊動態，適時導引排隊人潮，讓機場運作更順暢(詳如圖 2)。目前該系統已被英國許多機場使用，如布里斯托機場、曼徹斯特機場、都柏林機場與愛丁堡機場，全球亦有 30 多個國際機場採用，包括荷蘭史基浦機場，以及美國紐約甘迺迪機場、辛辛那提/北肯塔基國際機場及聖地牙哥機場等。

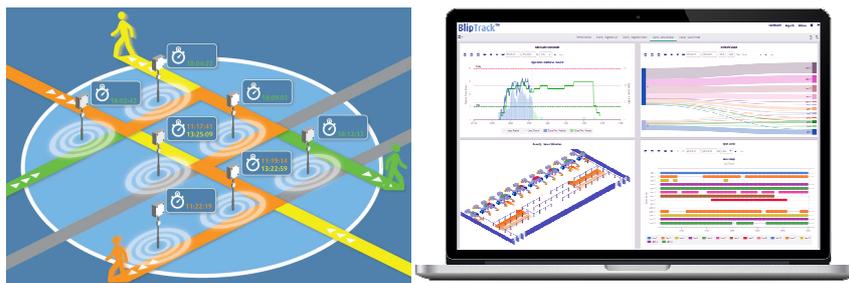


圖 2 BlipTrack 系統在旅客端與管理端螢幕顯示資訊

資料來源：Supercrew, Blip Systems – Helps Transportation Hubs Optimize Operations and Improve Traveler Experience, May 2016。

3. 生物辨識(Biometric Recognition)

生物辨識技術是指密切結合電腦、光學、聲學、生物感測器及生物統計學原理等高科技，利用人體固有生理特性，進行個人身份鑑定的技術，主要有指紋辨識、臉部辨識及虹膜辨識等(詳如圖 3)。

美國自 911 事件發生後，有 115 座機場、14 個主要港口設立「美國訪客和移民身份顯示技術」系統，採用人臉、虹膜與指紋辨識等技術，驗證訪客與移民訊息。同時 27 個免簽國公民前往美國，須持有生物辨識護照；為因應 2020 年東京奧運會大批遊客，日本法務省引入臉部辨識技術，簡化日本人出入境機場手續。由 Panasonic 公司提供臉部辨識通關電子門，已在 2017 年 10 月布設於東京成田機場(如圖 4)，2018 年起將擴大到更多日本當地機場；澳洲移民與邊境保護署也於 2017 年 1 月宣布投入約新臺幣 23.8 億元預算，在全國機場導入生物辨識技術，預計到 2020 年 90% 海外遊客可自動透過臉部、虹膜及指紋辨識等技術查驗身份，無需與官員互動且免出示護照通關。



圖 3 機場使用的生物辨識類型

資料來源：Robert Silk, Biometrics: Facial recognition tech coming to an airport near you, Travel Weekly, November, 2017。



圖 4 東京成田機場臉部辨識技術的電子門

資料來源：黃慧雯，為加速通關日本機場預計 2018 年普及人臉辨識技術，中時電子報，2017 年 12 月。

4. 機器人(Robots)

史基浦機場自 2007 年起與 IBM 及 Vanderlande Industries 合作建置行李管理系統，藉由軟體、RFID 技術及裝卸行李機器人(如圖 5)，控制追蹤已檢驗過的行李，以減少轉機過程中遺失行李情形、降低機場營運成本及加速旅客轉機速度。



圖 5 史基浦機場裝卸行李機器人

資料來源：史基浦機場網頁 <https://www.schiphol.nl/en/>

德國杜塞道夫機場自 2014 年 6 月起引入 Serva Transport 系統及代客停車機器人 Ray。該停車系統與機場航班資料庫相連，可確認旅客航班是否延誤或取消，並在班機到達前提前通知旅客取車地點(詳如圖 6)。

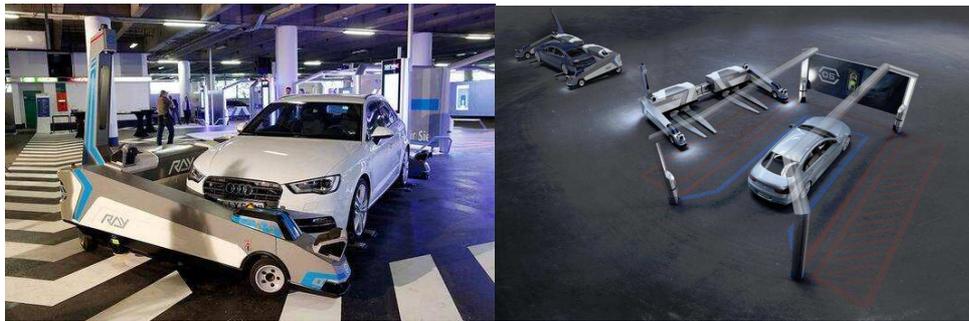


圖 6 德國杜塞道夫機場協助停車機器人

資料來源：Designboom, Dusseldorf airport receives RAY robotic parking system by serva, July 2014。

日本羽田機場 2016 年 9 月引入日立公司製造，依靠輪滑行走的機器人 EMIEW3 在第 2 航廈為迷路旅客進行引導(如圖 7 左)。另為迎接 2020 年東京奧運，該機場設計了 7 個全新機器人在航廈協助旅客安檢(如圖 7 右)、運送行李及提供翻譯服務等，自 2018 年 1 月 9 日起在機場試用 1 個月。

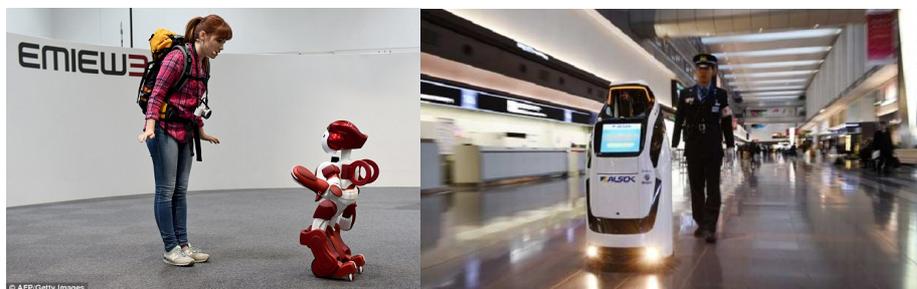


圖 7 日本羽田機場協助指路及安檢機器人

資料來源：日本羽田機場網頁 <http://www.haneda-airport.jp/inter/cn/>

瑞士日內瓦機場自 2016 年 5 月開始使用 2 台機器人為旅客服務，第一台是搬運機器人 Leo(如圖 8)，可協助旅客報到、印行李條碼標籤、託運及搬運行李到行李處理區；另一台機器人 KATE 則是加速旅客登機作業，旅客可用 KATE

掃描護照或登機證登機，以減少旅客排隊等待時間。



圖 8 瑞士日內瓦機場協助報到與搬運行李機器人

資料來源：Cailey Rizzo, This airport robot will take your bags at the curb, check you in, and send you on your way, Business Insider, Jun 2017。

5. 自動報到、通關及登機系統

新加坡樟宜機場2017年10月31日啟用耗資新幣9億8500萬元(約新臺幣221億元)建造的第4航廈，引入「快捷無縫旅行(FAST)」全自動報到系統，旅客理論上可全程無須與機場人員交談而登機。其自動通關閘門(AIG)整合了入境與安檢功能，通關及安檢流程自動化，並導入臉部辨識技術，旅客只要出示護照，並掃描登機證、指紋，機器就能交叉確認以保障飛航安全，同時大幅減少人工出錯機率，提升機場營運效率，預計營運穩定之後將能節省大約20%的人力。安檢處配備了電腦斷層攝影CT掃描儀，乘客無須將手提電腦取出行李，可節省安檢人力與時間，登機流程也是自助，只要掃描登機證並進行臉部辨識即可登機(詳如圖9)。



圖 9 樟宜機場快捷無縫旅行(FAST)系統

資料來源：樟宜機場網頁 <http://www.changiairport.com/>

仁川機場公司 U-Airport 團隊將生物識別技術應用於報到、安檢、通關及登機，只需使用電子護照和生物識別信息即可完成這些流程，如圖 10。



圖 10 仁川機場登機系統

資料來源：Future travel experience, Biometric technology the most important component of the future travel process, July 2011。

香港機場入境處推出「離境易」證件掃描系統(如圖 11)，臉部辨識技術的準確度達 9 成以上，讓旅客經臉部識別技術核對身分出境，毋須預先登記。另外，地勤人員也以特製眼鏡，望向登機證上的條碼及旅客的容貌，便能夠確認旅客的身份。考慮到港人及旅客在登機前需多次利用護照核對身分，香港機管局為增加機場安全水平及旅客良好體驗，將透過生物辨識技術，讓旅客以其容貌辦理不同手續的單一身分認證，包括辦理登記手續、出入境檢查以及登機等，預計可於 2018 年第 2~第 4 季分階段推出此項服務。



圖 11 香港赤鱗角機場「離境易」證件掃描機

資料來源：赤鱗角機場網頁 <https://www.hongkongairport.com/chi/>

6. 電腦斷層成像(CT)技術

根據國際航空運輸協會(IATA)旅客調查顯示：機場安檢是旅行中最不受歡迎的一項。其中最困擾的是排隊時間，其次是取出電子產品、對液體、飲料的限制以及解皮帶、脫鞋等，全身掃描更令人不滿。

美國研諾邏輯科技有限公司(Analogic)利用醫療領域電腦斷層成像技術

(Computed Tomography，以下簡稱 CT)製作出 3D 安檢掃描儀(如圖 12)，呈現 360 度全景視角，自動檢出危險品，更容易發現液體、易爆物品等。旅客不須打開行李取出電腦、瓶裝水等，可快速通過安檢，減輕安檢工作量；2017 年羽田機場試驗性引進 CT 技術的檢查設備，以因應增多的訪日外國遊客，及迎接 2020 年東京奧運會與殘奧會，國土交通省還將設備推廣到其他機場；荷蘭史基浦、新加坡樟宜、美國鳳凰城、洛杉磯、達拉斯、邁阿密、芝加哥等機場也陸續使用。



圖 12 CT 技術製作的 3D 安檢掃描儀

資料來源：Analogic 公司網頁 <https://www.analogic.com/>

7. 區塊鏈(Blockchain)技術

區塊鏈技術由密碼學、數學、演算法及經濟模型所組成，結合點對點的網路關係(P2P)，並採用分散式共識演算法，來解決傳統分散式資料庫的同步問題，也稱為價值網際網路。作為比特幣背後的技術，區塊鏈能安全、永久、有效率記錄交易。而航空運輸業是高度互聯行業，不同利益相關者使用資料需要單一可信的資料來源，區塊鏈可使資料共用可控，適合航空運輸業應用。

英國初創公司(ObjectTech)正與杜拜政府合作，於 2018 年 1 月在杜拜機場試辦數字護照系統，雙方將創建基於生物辨識及區塊鏈技術的「無閘邊界(Gate-Less Border)」，屆時抵達杜拜機場的旅客，安檢將不再面對冗長隊伍，而是直接走 3D 掃描系統的生物辨識通道，用預先認可的純數位化護照(詳如圖 13)就能入境杜拜，而使無縫入境首次成為可能，屆時紙質護照或將成為多餘之物。



圖 13 杜拜機場 2018 年 1 月起試辦數位護照

資料來源：Alexander Lielacher, Dubai Announces Digital Blockchain Passport for 'Borderless' Airport, Btcmanager.com, June 2017。

四、政策意涵

全球主要國際機場正積極投入先進科技推動智慧化，目前桃園機場報到及行李託運系統初步已跟上智慧化腳步，未來可在各航廈分階段全面更新，建議參考先進機場旅客智慧化服務做法，短期考量引入停車場應用程式、信標定位技術及旅客流量管理系統，協助旅客即時得知停車訊息、機場目的地位置及選擇最適等候線；中期可結合生物辨識技術，使通關及登機便捷化，並發展行李提取通知應用程式，使旅客及時得知行李訊息，無須在轉盤前久候；長期可發展電腦斷層安檢掃描、擴增實境及機器人等技術，並發展行李智慧管理系統，以減少失誤及增加旅客服務體驗。

未來桃園機場在引入智慧技術時，仍須審慎評估主客觀條件，並須與機場、航空公司、地勤單位及民間相關企業等各單位緊密合作，以利有效推動旅客服務智慧化，使旅客感受到良好便捷的服務品質及無縫旅行的服務體驗。

美國下一代飛航管理系統概況

一、背景

飛航管理系統係提供飛航管制員進行航機管制作業的即時資訊系統，可介接雷達等監視系統，取得航機位置與飛航計畫等相關資訊，經系統融合處理後，將航情資訊顯示於管制螢幕上，以提供飛航管制員進行航機管制作業。由於飛航安全之確保繫於飛航管理系統是否良好運作，因此各國均投注大量人物力致力於飛航管理系統的規劃及建置。

目前國際民航組織(ICAO)已提出飛航系統區段提升架構(Aviation System Block Upgrades, ASBU)，以依時間點循序進行改善效能的方法供各國發展飛航管理系統參考。歐美等民航發展先進國家亦已著手擘劃其未來飛航管理系統藍圖，其中，NextGen 為美國下一階段(2012-2025 年)飛航管理系統升級計畫。

我國目前使用之飛航管理系統係於民國 100 年建置完成，原設定目標係滿足至 114 年之飛航服務需求，惟因系統維護與備品採購日漸困難、國際規範需求調整等因素，故目前正規劃飛航管理自動化系統期中升級計畫。而為因應本區未來飛航管制所需，實應未雨綢繆，參酌 ICAO 所提概念及民航先進國家發展進程，儘早規劃我國下一代飛航管理系統。美國 NextGen 飛航管理系統已有相當進展，部分計畫項目已建置完成並上線使用，其發展概念及概況實可供主管機關參考。

二、美國下一代飛航管理系統計畫主要內容

美國聯邦航空總署(FAA)提出美國於 2012-2025 年階段之飛航管理系統計畫為 Next Generation Air Transportation System，一般簡稱 NextGen，係架構在星基航行的飛航管理概念上，以取代目前以陸基助導航設施為主體的國家航管系統(NAS)，希望藉此計畫提升美國的飛航管制系統，最終達成下列目標，包括增加機場容量、使空域容量最大化、增加場面效率、允許航機飛航最適飛航路徑、改善燃油消耗、提升飛航安全、減少廢氣排放及噪音等。

NextGen 主要基礎設施包括廣播式自動回報監視(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, ADS-B)、數據鏈(Data Communications, Data Comm)、航路自動化系統更新(En Route Automation Modernization, ERAM)、終端自動化系統更新(Terminal Automation Modernization and Replacement, TAMR)、國家空域系統之語音系統(NAS Voice System, NVS)，以及全系統資訊管理(System Wide Information Management, SWIM)，概述如下：

1.廣播式自動回報監視(ADS-B)

廣播式自動回報監視是 NextGen 計畫中的重要元素與技術，利用機上的航空電子設備、衛星定位系統，將航機本身的位置、高度及速度等資訊自動向地面接收站台傳送，如圖 1 所示，地面接收站台再將該些資訊傳送到飛航管制員席位螢幕上。其精確度高於雷達，在海洋區域等雷達涵蓋範圍不及的地方亦可使用；鄰近航機如另裝設 ADS-B In 的機載設備時，即可接收該機所廣播的相關資訊，並直接傳送到駕駛艙螢幕上，使駕駛員對相關航情能有所掌握。

FAA 已要求在 2020 年 1 月 1 日前，所有航行於美國大部分管制空域(10,000 呎以上，或 B 類或 C 類空域)內的航空器，無論商用航機或是普通航空業的直升機，皆必須裝設 ADS-B Out 機載設備，ADS-B In 則尚無要求強制裝設的規劃期程。



圖 1 ADS-B 地面接收站台及天線

資料來源：民航局飛航服務總臺。

2.數據鏈(Data Comm)

目前飛航管制員及航機駕駛員係透過無線電語音溝通，可能因發音、誤聽或干擾等因素致溝通不良或產生誤解。數據鏈通訊讓飛航管制員及航機駕駛員可透過數位方式溝通，飛航管制員只需按下管制席位螢幕上的按鈕，即可將離場許可等一些簡單的例行指令，以數位文字訊息直接傳送到駕駛艙，如圖 2 所示，且只有提出申請的那架航機，駕駛艙螢幕才會顯示飛航管制員頒發的指令。透過此種數位方式溝通，可有效降低使用無線電語音溝通可能產生溝通不良及解讀錯誤之潛在風險，也可有效減少飛航管制員工作負擔。目前數據鏈已於全美 57 個機場塔台上線使用，預計 2021 年可完成全美 20 個區管中心數據鏈的建置。



圖 2 駕駛艙螢幕顯示飛航管制員透過數據鏈頒發之指令
資料來源：FAA 網頁

3. 航路自動或系統更新

航路自動化系統更新(ERAM)計畫是 NextGen 計畫的基礎計畫之一，新系統較舊系統具有彈性，能支援 NextGen 計畫中的決策支援系統，可處理航機及監視雷達的資料，使飛航管制員與駕駛員間能有效溝通，在此系統平台上，包括資料分享、數據鏈等 NextGen 的重要項目才得以發揮預期的功用。

新系統已在美國本土 20 個區管中心上線作業，每年管制航機超過 3 千萬架次，每個區管中心能同時追蹤 1,900 多架航機(舊系統僅 1,100 餘架)，故能處理更多航情。

4. 終端自動化系統更新

美國各個近場台原本使用的終端自動化系統包含有數個不同品牌的舊系統，NextGen 裡的終端自動化系統更新(TAMR)計畫，以標準終端自動化系統(STARS)作業，將 ADS-B 及雷達監視訊號融合後之航情呈現在管制席位螢幕上，飛航管制員更能掌握相關航情。目前全美 70 個近場台已使用新系統作業，預計 2019 年全美 150 餘個民用及 80 多個軍用機場皆可使用新系統提供飛航管制服務。

5. 國家通訊系統之語音系統(NVS)

目前美國飛航管理系統中的語音系統係使用傳統類比語音技術，使用這種點對點的技術，航機必須在飛航管制員所在地鄰近無線電臺涵蓋範圍內，飛航管制員才能與航機駕駛員直接對話溝通。而 NextGen 計畫中之語音系統(NVS)係利用語音網路通訊協定(VoIP)，使用安全性佳的數位語音技術，不受地理區域限制，飛航管制員只要按個開關，NVS 即可將其語音由某地傳送到美國任何一個地方，且可避免不相干的人使用。FAA 規劃於 2019 年於西雅圖機場所在之塔台、近場台及區管中心進行陣地測試，預計 2020 至 2025 年間於美國本土 20 個區管中心陸續建置。

6.全系統資訊管理

目前與飛航相關的資訊，大致分為班機飛航動態資訊、航空情報資訊及航空氣象資訊三大類，所用的資料格式各不相同，並透過各自不同平台傳遞，資訊使用者需向各別資訊產出者取得所需的不同資訊，既耗時又較無效率。

全系統資訊管理(SWIM)是 NextGen 計畫數位資訊共享的骨幹，相關利益人藉由單一窗口可即時取得國家空域系統(NAS)裡的資訊。FAA 希望透過 SWIM 訊息交換平台，讓不同系統能共享飛航管理相關資訊，所有資料產出者所產出的資料只需在 SWIM 平台發佈一次，所有資料使用者只需透過該平台可即時獲取相關資訊，讓正確的資訊在對的時間傳遞到對的系統/人員，如此可提升作業效率，如圖 3 所示。

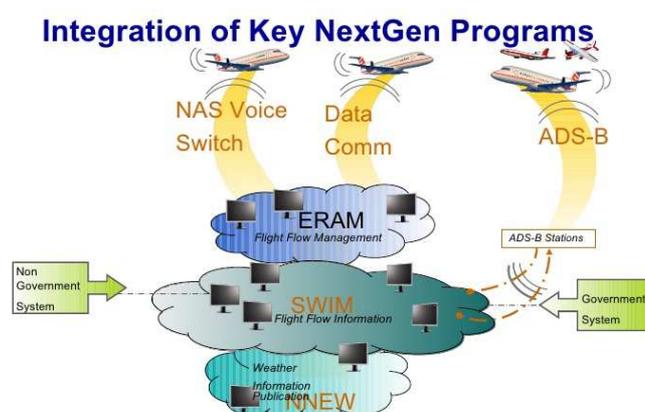


圖 3 NextGen 計畫透過 SWIM 整合

資料來源：SWIM Concept for EUROCONTROL Conference

三、政策意涵

因應國際航空環境變遷，ICAO 參考歐美之概念及相關技術發展，提出飛航系統區段提升架構(ASBU)，係依時間點循序進行效能之改善，期達成全球民航系統永續發展之願景。我國雖非 ICAO 會員，仍宜遵循提議之進程進行相關項目之改善/提升。

臺北飛航情報區目前服役中之飛航管理系統(CNS/ATM)係民國 96 年起著手建置，100 年啟用迄今，期間國際相關技術持續發展，標準規範亦有所調整，航管作業需求則持續成長，建議民航主管機關持續關注 ICAO 所提概念及國際發展現況與趨勢，參酌相關發展進程及本區飛航環境與作業需求，適時著手規劃建置本區下一代之飛航管理系統，俾本區飛航服務品質更臻完善，且與國際無縫接軌。

新南向國家與我國及北美四大機場之航空客運 起迄分析

一、背景

本所於 102 年度辦理「國際航空客貨起迄資料鏈結之研究」，確定國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)之 MarketIS 資料可用以進行國際客運旅次起迄及路徑分析，本文係以本所空運資料庫 106 年度所購置之 IATA MarketIS 資料，分析我國與新南向國家航空客運供需情形，以及新南向國家進出北美四大機場之旅客起迄分布，以解析其起迄與轉機之態樣，供桃園機場未來發展參考。

二、分析說明

1.IATA MarketIS 資料

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、卡車業者等之聯合清帳系統。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之每筆交易，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 家以上旅行社資料，此外針對旅客實際開票部分亦掌握 30 家以上之全球配銷系統(Global Distribution Systems, GDS)。IATA MarketIS 之基本報表格式如圖 1 所示，資料包含各起迄路徑中，各航段承運之各航空公司(例如 A1 代表第 1 航段承運之航空公司)、各轉運機場(例如 Stop #1 代表第 1 個轉運機場)之載客數量。

本文以本所 106 年度購置之 IATA MarketIS 資料，解析包含印尼、菲律賓、泰國、馬來西亞、新加坡、汶萊、越南、緬甸、柬埔寨、寮國、印度、巴基斯坦、孟加拉、尼泊爾、斯里蘭卡、不丹、澳洲、紐西蘭等，新南向國家與我國航空客運供需情形，及新南向國家進出北美洛杉磯(LAX)、紐約甘迺迪(JFK)、舊金山(SFO)與溫哥華(YVR)四大機場之旅客起迄分布，以掌握我國與新南向國家之連結情形。



Origin & Destination Report

Market 08 Q&D Report for LON to CHI for All Classes of Travel

Year	Month	Dom A1	A11	A12	Orig	Stop #1	Dest	Reported + Est. Pax	Pax Share	Fare	Est.	Revenue
2009 01		A11 1	A11 1		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
2009 01		A11 2	A11 2		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
2009 01		A11 3	A11 3		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
2009 01		A11 4	A11 4	A11 4	LHR	AMS	ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
2009 01		A11 5	A11 5	A11 5	LCW	ATL	ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
2009 01		A11 6	A11 6	A11 6	LCW	CVC	ORD	[number]	%	[number]	[coae]	[number]
etc.												
2009 01		TOTAL					sum of above	%		[number]	[coae]	[number]

Year: Year of travel
 Month: Month of travel
 Dom A1: Dominating airline
 A 1: Airline leg 1
 A 2: Airline leg 2
 Orig: Origin airport
 Stop #1: Connection airport
 Dest: Destination airport
 Reported + Est. Pax: Reported plus estimated passenger number
 (source: 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 1 IATA MarketIS 之基本報表格式

資料來源：IATA 網站。

2. 桃園機場與新南向國家之航空客運供需情形

(1) 概況

表 1 為 2016 年桃園機場往返新南向國家的旅客分布，由表知，出入境旅客人數合計 733 萬人次，其中前五大國家分別為新加坡、泰國、越南、馬來西亞、菲律賓，均屬東南亞地區，且旅客人數佔比均逾 10%，合計佔比近 8 成。另新南向的大洋洲、南亞地區，目前往返桃園機場的旅客人數仍不多，其中澳洲(出入境共 36 萬人)與印度(出入境共 11 萬人)分別為我國與該地區之主要往返國家，然佔比相對較低(均低於 5%)。

表 1 2016 年新南向國家往返桃園機場的旅客分布分布情形

排名	出境			入境		
	國家	旅客數 (萬人次)	佔比 (%)	國家	旅客數 (萬人次)	佔比 (%)
1	新加坡	71.02	19.31	新加坡	69.46	18.99
2	泰國	64.52	17.54	泰國	65.60	17.94
3	越南	57.60	15.66	越南	57.93	15.84
4	馬來西亞	55.99	15.23	馬來西亞	57.33	15.68
5	菲律賓	40.30	10.96	菲律賓	37.67	10.30
6	印尼	35.07	9.54	印尼	34.45	9.42
7	澳洲	18.17	4.94	澳洲	18.17	4.97
8	柬埔寨	9.63	2.62	柬埔寨	9.33	2.55
9	印度	5.63	1.53	印度	5.59	1.53
10	緬甸	4.95	1.35	緬甸	4.76	1.30
11	紐西蘭	3.55	0.97	紐西蘭	4.01	1.10
12	斯里蘭卡	0.50	0.13	斯里蘭卡	0.49	0.13
13	孟加拉	0.29	0.08	孟加拉	0.33	0.09
14	寮國	0.25	0.07	寮國	0.27	0.07
15	尼泊爾	0.18	0.05	尼泊爾	0.19	0.05
16	巴基斯坦	0.07	0.02	巴基斯坦	0.08	0.02
17	汶萊	0.06	0.02	汶萊	0.06	0.02
	總計	3,67.76	100.00%	總計	3,65.71	100.00

註：不丹旅客人數未達百人，爰未列入。

表 2 為飛航新南向國家與桃園機場的航空公司之載客情形(僅分析由桃園機場出境)。由表知，飛航新南向國家主要為我國籍航空公司，包含華航佔 28.2%(104 萬人)、長榮佔 22.8%(84 萬人次)，合計承載逾 5 成的旅客。其他為新南向國家之國籍航空公司，依次為全亞洲航空(AirAsia X)、酷航(Scoot Private Limited)、泰國航空(Thai Airways International)等公司，然其市佔率均低於 10%。另值得注意，飛航新南向國家的航空公司當中，有多家低成本航空公司，包含全亞洲航空、酷航、台灣虎航(Tigerair Taiwan Co Ltd)、宿霧太平洋航空(Cebu Pacific Air)、捷星亞洲(Jetstar Asia)、欣豐虎航(Tigerair)、越捷航空(VietJet Air)等，合計佔 23.4%，顯示此一市場具有一定的吸引力。整體而言，低成本航空的加入，有助於擴增旅客人數，但也會對現有航空公司造成一定的競爭壓力，宜持續關注低成本航空在此市場之發展。

表 2 2016 年桃園機場出境新南向國家之航空公司載客數及市佔率

排名	航空公司 (IATA代號)	旅客人數 (萬人次)	市佔率 (%)
1	中華航空(CI)	1,03.58	28.2
2	長榮航空(BR)	83.90	22.8
3	全亞洲航空(D7)	22.52	6.1
4	酷航(TZ)	15.75	4.3
5	泰國航空(TG)	13.97	3.8
6	越南航空(VN)	13.77	3.7
7	新加坡航空(SQ)	13.53	3.7
8	國泰航空(CX)	10.32	2.8
9	台灣虎航(IT)	9.48	2.6
10	宿霧太平洋航空(5J)	9.34	2.5
11	馬來西亞航空(MH)	8.86	2.4
12	威航(ZV)	7.94	2.2
13	菲律賓航空(PR)	7.85	2.1
14	捷星亞洲航空(3K)	7.37	2.0
15	欣豐虎航(TR)	6.82	1.9
16	越捷航空(VJ)	6.72	1.8
	其他	26.04	7.1
	總計	3,67.76	100.0

(2)新南向國家經桃園機場中轉之旅客分析

表 3 為新南向國家經桃園機場中轉之旅客分布。由表知，2016 年新南向國家共有 82 萬人次經由桃園機場中轉，其往返之目的國家以美國最多，佔 48%(39.6 萬人次)，其次分別為日本 21%(17.2 萬人次)、加拿大 18%(14.6 萬人次)。由此分布可以發現，桃園機場因地理位置之便利，可以做為新南向國家到北美地區的中轉點(含美國、加拿大，合計 64%)，另值得注意的是，新南向國家經桃園機場中轉到東北亞(含日本、南韓，合計 23.1%)亦有一定的人數規模，此一市場是否具有進一步發展潛力，值得持續關注。

表 3 2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返目的國家之旅客分布情形

目的國家	旅客人數 (萬人次)	佔比 (%)
美國	39.56	47.8
日本	17.20	20.8
加拿大	14.55	17.6
南韓	1.89	2.3
德國	1.37	1.7
法國	0.79	1.0
其他	7.37	8.8
總計	82.73	100.0

表 4 為 2015、2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返北美地區之旅客分布情形。由表知，2016 年主要的中轉來源國家，以越南的人數最多達 17.8 萬人次，其次分別為菲律賓(15.2 萬人次)及泰國(8.1 萬人次)。以成長率觀之，越南及菲律賓 2016 年年成長率均逾 5 成(分別為 52.9%及 78.0%)，顯示這些國家具有相當高的成長潛力，然馬來西亞、緬甸及寮國呈負成長，須持續注意。另印度 2016 年中轉旅客雖僅 2.4 萬，然年成長率近 4 成，由於其中轉旅客需求多，值得業者注意發展此市場，若能持續積極經營，或許可爭取到可觀的客源。

表 4 2015、2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返北美地區之旅客分布情形

來源國家		2015 旅客人數 (萬人次)	2016 旅客人數 (萬人次)	成長率 (%)
中南半島	越南	11.64	17.80	52.9
	泰國	7.80	8.11	4.0
	柬埔寨	1.84	1.89	2.7
	緬甸	0.11	0.08	-27.3
	寮國	0.05	0.03	-40.0
南洋群島	菲律賓	8.54	15.20	78.0
	印尼	4.53	4.78	5.5
	新加坡	2.10	2.47	17.6
	馬來西亞	1.45	1.23	-15.2
	汶萊	—	—	—
南亞	印度	1.76	2.44	38.6
	巴基斯坦	—	—	—
	孟加拉	—	—	—
	斯里蘭卡	—	—	—
	尼泊爾	—	—	—
	不丹	—	—	—
紐澳	澳洲	0.06	0.07	16.7
	紐西蘭	—	—	—
合計	39.87	54.11	35.7	

註：「—」表示旅客人數不足百人次。

表 5、6 為 2015、2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返美國及加拿大之主要航空公司。由表知，長榮與華航佔比最高，往返美國部分，長榮航空市佔率 69.8%(27.6 萬人次)，華航市佔率 29.5%(11.6 萬人次)，合計達 99%；往返加拿大部分，長榮航空市佔率達 60.8%(8.8 萬人次)，華航市佔率 38.7%(5.6 萬人次)，合計達 99%。整體而言，2016 年總中轉人數均有成長，各航空公司的營運量亦明顯成長，以長榮航空為例，新南向國家中轉美國的旅客人數成長 40.3%，加拿大亦有 36.1%的成長率。

表 5 2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返美國之航空公司

航空公司	2015		2016		成長率 (%)
	旅客人數 (人次)	市佔率 (%)	旅客人數 (人次)	市佔率 (%)	
長榮航空	196,873	67.6%	276,176	69.8%	40.3%
中華航空	92,842	31.9%	116,560	29.5%	25.5%
聯合航空	308	0.1%	636	0.2%	106.5%
越南航空	409	0.1%	565	0.1%	38.1%
大韓航空	226	0.1%	342	0.1%	51.3%
總計	291,274	100.0%	395,642	100.0%	35.8%

表 6 2016 年新南向國家經桃園機場中轉往返加拿大之航空公司

航空公司	2015		2016		成長率 (%)
	旅客人數 (人次)	市佔率 (%)	旅客人數 (人次)	市佔率 (%)	
長榮航空	64,971	60.5%	88,400	60.8%	36.1%
中華航空	41,969	39.1%	56,287	38.7%	34.1%
越南航空	428	0.4%	742	0.5%	73.4%
新加坡航空	10	0.0%	19	0.01%	90.0%
日本航空	—	—	6	—	—
總計	107,405	100.0%	145,454	100.0%	35.4%

2.新南向國家往返北美四大機場之分析

(1)概況

圖 2 為 2016 年新南向國家往返北美洛杉磯(LAX)、紐約甘迺迪(JFK)、舊金山(SFO)與溫哥華(YVR)四座機場之分布，由圖知，兩向往返人數大致相同，均約為 397 萬人次，合計 794 萬人次，其中直達比例為 24.2%，餘超過 75%的旅客係以中轉方式往返北美地區。

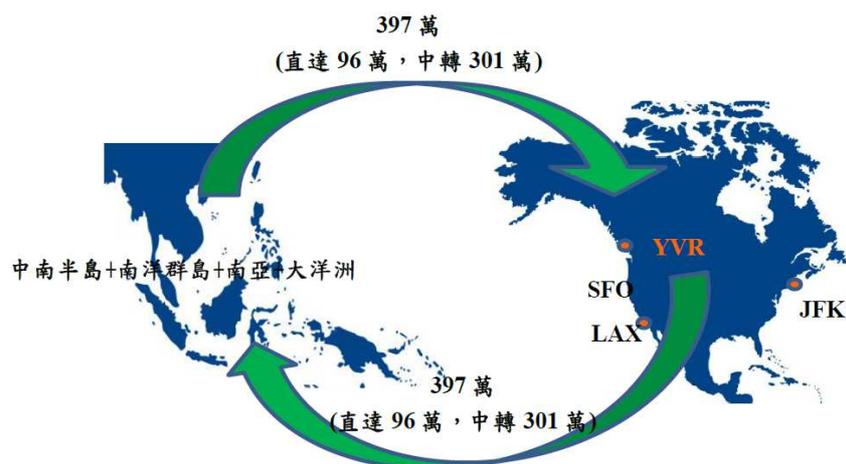


圖 2 2016 年新南向國家往返北美四大機場之旅客人次

(2) 中轉旅客數與機場分析

表 7 為新南向國家往返北美四大機場之旅客分布，由表知，中轉人數較多的國家分別是印度 208 萬人次，澳洲 91 萬人次，越南 83 萬人次，菲律賓 62 萬人次，泰國 40 萬人次。其中，除紐澳、新加坡與菲律賓外，餘新南向國家中轉的比例均較高，如印度中轉比例 93.6%，越南與泰國中轉比例達 100%，另其他旅客人數較少的國家中轉比例亦較高。

表 7 新南向國家以中轉方式進出北美四大機場之比例分析

國家	中轉 (萬人次)	直達 (萬人次)	合計 (萬人次)	中轉百分比 (%)
印度	208	14	223	93.6
澳洲	91	84	175	51.8
越南	83	0	83	100.0
菲律賓	62	46	108	57.0
泰國	40	0	40	99.5
巴基斯坦	22	3	25	88.6
印尼	22	0	22	100.0
紐西蘭	21	20	41	50.3
新加坡	18	24	42	43.4
馬來西亞	13	0	13	100.0
孟加拉	12	0	12	100.0
斯里蘭卡	4	0	4	100.0
尼泊爾	3	0	3	100.0
柬埔寨	3	0	3	100.0
合計	602	191	794	-

註：緬甸、寮國、汶萊、不丹旅客人數未達千人，爰未列入。

表 8 為 2016 年新南向國家旅客往返北美四大機場之中轉機場分布，由表可知，新南向國家來往北美四大機場，主要經由東亞桃園、香港、仁川、成田、新加坡及中東杜拜等機場中轉。其中，經杜拜中轉到北美的人數最多，計 108 萬人，香港與仁川則在 70 萬人的規模，桃園與成田機場則約 50 萬人的規模。中轉至美國三大機場依序為杜拜(100 萬人)、仁川(63 萬人)、成田(43 萬人)、桃園(39 萬人)、香港(39 萬人)。中轉至加拿大溫哥華依序為香港(32 萬人)、桃園(14 萬人)、杜拜(7 萬人)、仁川(7 萬人)、成田(6 萬人)。

以成長率而言，除了新加坡之外，各中轉機場在新南向國家中轉北美的人數都有穩定的成長。其中，桃園與香港機場在總中轉人數都有 35% 的成長，幅度相當可觀。仁川機場與杜拜機場的成長率也都高於 10%。

表 8 新南向國家旅客往返北美四大機場之中轉機場分布

中轉機場	美國洛杉磯、紐約甘迺迪、舊金山			加拿大溫哥華			北美 2016 (萬人次)
	2015 (萬人次)	2016 (萬人次)	成長率 (%)	2015 (萬人次)	2016 (萬人次)	成長率 (%)	
桃園	29.1	39.6	35.8	10.7	14.5	35.4	54.1
香港	35.1	39.4	12.4	17.8	32.2	80.5	72.1
仁川	52.7	63.7	21	4.5	7.0	55.4	71.2
成田	40.1	43.8	9.4	6.8	6.2	-8.4	50.4
新加坡	7.8	7.2	-7.3	0.1	0.2	38.9	7.8
杜拜	88.9	101.0	13.6	5.8	7.2	25.3	108.2

三、政策意涵

2016 年新南向國家往返桃園機場旅客人數總計 732 萬人次，前五大國家依序為新加坡、泰國、越南、馬來西亞、菲律賓，合計佔比約 8 成。主要飛航的航空公司以華航與長榮為主，合計約佔 5 成，另有全亞洲航空、酷航、台灣虎航、捷星亞洲、越捷航空等低成本航空合計佔比 23.4%。

2016 年新南向國家經由桃園機場中轉的旅客數為 82.7 萬人次，前三大主要往返國家依序為美國、日本、加拿大，其中，中轉到美國的佔比為 47.8%，顯見桃園機場為新南向國家往返北美地區的重要中轉機場，另新南向國家從桃園機場中轉的旅客來源，主要為越南(17.8 萬人次)、菲律賓(15.2 萬人次)，其次為泰國(8.1 萬人次)、印尼(4.8 萬人次)。

2016 年新南向國家往返北美四大機場總人數為 794 萬人次，其中，192 萬人次為直達，602 萬人次為中轉，中轉比例高達 75%。除澳紐、新加坡及菲律賓直達比例約佔五成之外，餘國家多以中轉方式轉赴北美四大機場，比例多逾九成。整體而言，2016 年新南向國家來往北美四大機場主要經由杜拜(108.2 萬人次)、香港(72.1 萬人次)、仁川(71.2 萬人次)、桃園(54.1 萬人次)、成田(50.4

萬人次)及新加坡(7.8 萬人次)等中轉機場，雖桃園機場運量目前次於杜拜、香港及仁川，然年成長率達 35.7%，為 6 座中轉機場之冠。另值得關注，由於印度中轉北美四大機場需求最高(208 萬人次)，然 2016 年印度經桃園機場往返北美中轉旅客僅 2.4 萬，雖較前一年度成長近 4 成，若能積極經營，未來應可爭取到可觀的客源，值得業者注意發展此市場。