

出國報告（出國類別：進修）

航站及陸側操作課程
(Terminal and Landside Operations)

服務機關：交通部民用航空局、臺北國際航空站

姓名職稱：鍾技士貽全、汪組員怡瑋

派赴國家：韓國

出國期間：114.4.7~114.4.11

報告日期：114.6.25

目錄

壹、課程目的.....	2
貳、課程介紹.....	3
參、課程內容.....	6
一、機場概論.....	6
二、機場複雜經營結構.....	7
三、法規架構與 COVID-19 指引.....	9
四、航廈設計與航廈作業.....	12
五、機場客戶體驗與顧客優先事項.....	16
六、機場員工體驗.....	21
七、機場安全.....	22
八、航廈設計與商業營運.....	28
九、行李處理.....	30
十、貨運作業.....	32
十一、航廈便利服務與特殊需求旅客.....	34
十二、場站作業與陸側營運.....	36
十三、新興科技.....	39
十四、仁川國際機場行李處理系統參訪.....	41
肆、心得及建議.....	44

壹、課程目的

隨著全球航空運輸業迅速發展與變革，機場營運面臨愈加複雜的挑戰，本課程「航廈與陸側操作」(Terminal and Landside Operations)，由國際機場協會(ACI, Airports Council International)主辦，以入門程度探討優化機場航廈及陸側營運，並善用機場社群成員(包括機場員工)的參與。課程目標讓參與學員了解如何在滿足安全、通關及健康等需求的同時，從旅客到達路緣至登機閘口的整個過程中，提供良好的顧客體驗，並兼顧機場的營收活動。此外，課程亦將探討 COVID-19 對航空業的衝擊，以及業界為促進復甦所採取的應對措施。

交通部民用航空局負責航廈營運管理、場地規劃、顧客服務及機場內各相關單位員工之協調與管理，面對航空產業快速變動及旅客服務品質日益提升的需求，需持續精進機場營運策略與國際接軌能力。本次參與由國際機場協會設計之「航廈與陸側操作」課程，目的在於強化對機場航廈及陸側營運實務的認識，並深入了解如何在確保安全、安檢、健康管理及營收平衡的前提下，優化旅客自路緣至登機口的整體體驗。透過此次參訓，期能吸收國際管理經驗，作為未來政策規劃與實務推動之重要參考，進一步促進我國航站服務品質與營運效率之提升。

貳、課程介紹

本課程為國際機場協會（ACI）設計之專業培訓課程之一，採取實體授課方式進行，課程內容包含航廈設計與作業、顧客服務策略、機場員工體驗、航空保安與安全措施、貨運與行李處理、科技應用等。

課程規劃為期五天，於仁川機場航空學院（Incheon Airport Aviation Academy, IAAA）舉行。IAAA 隸屬於仁川國際機場公司（IIAC），為亞太地區唯一同時獲得 ICAO（國際民航組織）、ACI（國際機場協會）與 IATA（國際航空運輸協會）三大國際組織認證的航空專業培訓機構。自 2008 年成立以來，IAAA 積極培育全球航空產業人才，並以其卓越的課程設計與實務導向教學品質，成為國際航空教育的標竿之一。其現代化教學設施與國際化學習環境，提供學員優質的學習體驗與豐富的實務交流機會。

課程透過講授、案例研討與測驗等方式，協助學員深入了解機場營運管理的核心要素。此外，本次課程其他學員均來自韓國，其中包含仁川國際機場航空學院教授 2 位，以及仁川機場公司經理 5 位，其負責工作涉及機場營運與管理、在職培訓教官課程、國際專案技術顧問、免稅店招租等領域。

課程講師為 Gordon Griffiths 先生，是一位來自英國、擁有 38 年機場管理經驗的機場營運專家。他曾在英國多個主要機場（如希斯洛、曼徹斯特、利物浦、盧頓和斯塔弗頓）擔任高階職位，亦於沙烏地阿拉伯吉達、匈牙利布達佩斯與阿布達比等國際機場參與營運管理工作，經驗豐富。Gordon Griffiths 先生同時是 ACI 與 IATA 認證的國際講師，現亦受邀於 Aeroclass 等機構授課，並協助全球多座機場開發客製化培訓計畫。透過他深厚的專業背景與國際視野，本次課程內容豐富實務，讓學員對機場營運與管理有了更深入且全面的理解。

本次課程上課大綱如下：

1. 機場概論
2. 機場複雜經營結構
3. 法規架構與 COVID-19 指引
4. 航廈設計與航廈作業
5. 機場顧客體驗與顧客優先事項
6. 機場員工體驗

7. 機場安全
8. 航廈設計與商業營運
9. 行李處理
10. 貨運作業
11. 航廈便利服務與特殊需求旅客
12. 場站作業與陸側營運
13. 新興科技
14. 仁川國際機場行李處理系統參訪

學員完成課程後，將獲得國際機場協會（ACI, Airports Council International）頒發之電子結業證書。



圖 1 訓練課程會場-仁川機場航空學院



圖 2 訓練課程教室環境



圖 3 全體學員及講師合影

參、課程內容

一、機場概論

機場並不僅僅是一個「旅客上下飛機的地方」，它是一個高度整合、複雜龐大的多層次系統，其功能包含：

- (一) 航空交通樞紐功能：起降、停泊、加油、導航。
- (二) 地面交通樞紐功能：鐵路、公路、捷運、巴士、停車場。
- (三) 安全防衛功能：航空保安、反恐、防疫與檢疫。
- (四) 旅客服務功能：報到、行李處理、餐飲購物、休閒娛樂。
- (五) 城市經濟功能：非航空收益開發、會展、物流、科技發展區。

簡單來說，現代國際機場，是具有複合功能的微型城市。

機場的營運核心，主要分成三部份：

- (一) 空側運作(Airside Operation)：包含跑道、滑行道、停機坪、飛航管制與地勤作業。
- (二) 陸側運作(Landside Operation)：包含航廈大樓、旅客服務、停車場與接駁設施、地面運輸等。
- (三) 轉運中心(Transfer System)：包含行李處理系統(IATA Resolution 753,BHS)、貨運(航)站與快遞中心。
- (四) 管理與監控系統：包含航廈作業指揮中心(Terminal Operations Control Center, TOCC)、機場營運協調中心(Airport Operations Center, APOC)和保安監控中心(Security Operations Center)。

由此可見，空側和陸側是建構機場的主要部份，轉運中心則視機場規模而定，但是行李處理設備是必要的，而管理與監控，則是機場必要的設施。

各城市主要機場，有著不同的管理模式，從管理模式來說，主要有四類：

- (一) 政府管理模式：政府掌控營運與資金來源，如松山機場。
- (二) 特許經營模式：政府授權特許公司營運管理，如新加坡樟宜機場、仁川國際機場。

(三) 公私合營模式：政府監理，但由民間投入資金，如英國希斯洛機場、杜拜機場。

(四) 民營化模式：完全市場導向、自負盈虧。

以臺灣來說，大部份機場皆屬於政府管理模式，僅桃園機場屬於特許經營模式。這四種類別並沒有優劣之分，而是基於整體國家政策與特性而有不同的管理模式。

從航班起降的作業流程來說，主要會分成幾個階段：

(一) 旅客離站：包含旅客報到、行李託運、安檢、登機、登機門管理等，主要由航空公司、地勤公司、航勤公司和航空警察負責。

(二) 離站階段：即為滑行、起飛，包含滑行道與跑道管制、起飛序列管理者，主要為塔台負責。

(三) 降落階段：即為進場、落地與滑行，包含進場航道管制、滑行引導，主要為塔台負責。

(四) 旅客到站：包含行李卸載、旅客入境查驗、海關檢查等，主要包含航勤公司、地勤公司、移民署和海關，在臺灣尚包含動植物檢疫，由防檢署負責。

(五) 轉機作業：包含轉機旅客引導、轉機行李轉送，由航空公司、地勤公司與航勤公司負責。

綜合上述，現代機場已非單一的運輸節點，而是整合多種功能的複合式平台，其營運涉及大量單位與人力的協作，並須在安全、效率與顧客體驗之間取得平衡。從航班起降、旅客進出流程，到地面交通與行李轉運，每一環節皆須仰賴精密協調與持續優化。

因此，「機場營運管理」不僅是一項技術工作，更是一套系統治理與服務設計的綜合工程。隨著全球航空市場持續擴展、科技應用日新月異，如何建構兼具彈性、韌性與效率的機場營運系統，將是每個機場管理單位不可忽視的挑戰與目標。未來機場的核心價值，將不再只是航班量與旅客數，而是能否提供一個安全、順暢且令人難忘的整體旅程體驗。

二、機場複雜經營結構

現代機場早已超越單純作為飛機起降場所的功能，而成為高度整合的綜合性運輸樞紐、經濟發展平台、科技創新實驗場以及城市品牌門戶。機場運作包含空側、航廈與陸側三大主要作業區域。每個區域均涉及大量利害關係人(Stakeholders)之協

作，涵蓋航空公司、地勤業者、安檢單位、移民與海關、警察單位、交通接駁業者、商業零售業者、物流倉儲、旅館、旅遊業者、當地政府等，共同構成了龐大的「機場生態系統(Airport Ecosystem)」。

為了確保機場長期營運效能與擴充性，相關單位必須制訂完整的機場整體規劃 (Airport Master Plan)。這項規劃是應對未來航空需求變化的藍圖，需在不斷變動的產業環境和客戶需求下保持彈性。規劃內容包含陸側與空側的基礎設施佈局、航廈設計（如集中或分散、線性或島狀、安全性考量）、地面交通接駁（停車場、大眾運輸）等關鍵設計要素。

例如，仁川國際機場自啟用初期即展開多階段整體擴建規劃，目前已邁入第四階段，新增第二航廈擴建、智慧行李系統、機場決策協作平台 A-CDM(Airport Collaborative Decision Making)、全自動化安檢與無接觸生物辨識通關技術等，成為東北亞區域型樞紐典範。

隨著旅客需求變化與國際競爭加劇，機場經營模式逐步轉型：

- (一) 由成本中心轉向利潤中心；
- (二) 由基礎設施提供者轉型為「體驗平台」與「航空城市」；
- (三) 由單一營運服務轉向多元經濟引擎角色。

其中，非航空收益 (Non-Aeronautical Revenue, NAR)成長尤為迅速，已經成為機場營收的關鍵部分。機場收入來源主要包含航空收益與非航空收益，航空收益主要包含降落費、停留費、航站使用費、安檢服務費、旅客服務費和航空公司租賃費(如：房舍、辦公室等)；而非航空公司收益主要包含免稅商場收入、餐飲餐廳租金、廣告收益、停車場收入、會議與會展中心租賃、智慧數位服務平台收入、物流與貨運收益與土地開發收益等部份。

世界頂尖智慧機場的非航空收益已佔整體營收超過 60% 以上，逐漸超越純航空收益結構。這強調了機場商業化的效益，即提升顧客關注度、增加收入來源、最大化商業收益、減少政府補貼。例如，新加坡就是最佳的例證，樟宜機場的「星耀樟宜(Jewel Changi)」，即透過結合購物中心、室內瀑布、空中花園與文化展演活動，成功創造全新商業模式。

隨著科技化時代與後疫情時代的來臨，全球機場普遍投入智慧機場(Smart Airport)建設，導入包含自助報到、自助行李託運、生物辨識登機、行李即時追蹤、人流管理系統、機場協作決策平台、智慧能源管理。韓國仁川機場以全自動託運、

自助安檢通道與 人工智慧 (AI) 人流控制系統領先亞洲；新加坡樟宜機場全程自助通關流程完善，並整合大數據旅客行為分析；香港機場 導入 AI 安檢助手、智慧預測旅客擁堵分流技術。這些都是我們可以學習的目標。

未來機場營運管理也面臨著極大的挑戰。首先，營運管理應升級為「系統治理」，單位營運指標管理將轉為跨部門整體系統模擬整合，而預測性 AI 治理的引入，使危機預防管理取代傳統事後處置；再者，ESG(Environmental, Social, and Governance)永續治理全面納入治理績效評鑑，機場碳排放管理、綠能建築智慧控制系統與極端氣候與災害韌性設計皆為重要的議題；此外，無接觸式旅客服務跨國整合(跨境健康證明資料共用、數位旅客身分通用憑證等)、跨部門即時資訊整合與機場協作決策平台亦為重要的課題；當然在科技發發展之下，我們也必須注意 AI 偏誤學習模型可能放大社會偏見，行為預測安全模型也存在隱私侵入風險，如何平衡科技與法律面，是大家所必須重視的議題。

三、法規架構與 COVID-19 指引

航空產業自誕生以來即帶有先天性的「國界跨越性」，為跨國界高度依賴國際法規協作的產業，因此航空治理體系必須跨越單一國家法律框架，形成一套國際協同制度。航空法規系統具備高度國際公約化、多層次協調監管結構、國安、商業、環境、社會責任交織治理、政策、技術、文化差異融會整合挑戰。為求航空產業之運作安全與標準一致性，須仰賴全球共通之技術規範，其中核心機構包含：

- (一) 國際民航組織(ICAO, International Civil Aviation Organization)：聯合國專門機構，依據《芝加哥公約》制定國際航空運輸的**標準和建議措施 (SARPs)**，涵蓋機場 (附件 14)、航空保安 (附件 17) 和便捷化 (附件 9)。其使命是實現全球民用航空的安全、保安、效率、經濟和環境保護方面的永續發展。ICAO 主要負責制定技術規範、程序標準、為各國民航當局法律依循之依據。
- (二) 國際機場協會(ACI, Airports Council International): 代表全球機場，促進機場的專業管理和最佳實踐。ACI 則代表全球機場，提供航廈設計標準、旅客服務品質評比、運作之最佳實務指引。
- (三) 國際航空運輸協會(IATA, International Air Transport Association):代表全球航空公司，致力於推動航空安全、保安與效率。IATA 主要為代表航空公司，推動國際票務清算、航線協調與健康證明標準。
- (四) 其他重要組織如民用航空導航服務組織 (CANSO)、聯邦航空管理局 (FAA)、歐洲航空安全局 (EASA) 等，共同構成了複雜的航空監管體系。

(五) 此外，WHO(世界衛生組織)特別在疫情爆發時期提供國際公共衛生風險管理與邊境防疫措施協調指引。

2020 年起的新冠肺炎疫情(COVID-19)重創全球航空業，各國機場必須同時兼顧防疫安全與持續運作挑戰。根據國際民航組織（ICAO）發布的文件指出，2020 年第一季度全球旅客運輸量減少了 28.4%，相當於少了 6.12 億名旅客。全年預估旅客總數將比 2019 年減少超過 50%，航空公司和機場分別可能面臨高達 3,140 億美元與 1,000 億美元的營收損失。為協助各國航空運輸業有序且安全地恢復營運，ICAO 與相關衛生及航空單位合作，成立「航空復甦特別小組(Council Aviation Recovery Task Force, CART)」，發布全球參考指引，制定「Take-off: Guidance for Air Travel through the COVID-19 Public Health Crisis」，涵蓋機場、航空器、機組人員與貨運的公共衛生風險緩解措施，作為全球航空復甦的重要參考，主要內容涵蓋：

- (一) 健康篩檢流程標準化(健康聲明、疫苗接種、PCR 檢測)。
- (二) 多點自動體溫監控。
- (三) 智慧無接觸自助報到、自助託運(Self Bag Drop)。
- (四) 生物辨識身份確認與自助登機(Biometric Boarding)。
- (五) 空間分流動線設計，降低人流擁擠與近距離接觸。

依據該文件指引，恢復航空運輸必須基於三項核心原則：

- (一) 以安全、保安及效率為核心：所有措施應在不妨礙航空安全與安保前提下實施。
- (二) 提升乘客與從業人員信心：確保實施透明、有效的衛生防護措施。
- (三) 航空運輸為經濟復甦關鍵動能：航空業是全球經濟與貿易的重要樞紐。

此外，指引方針也要求各項措施應具備風險比例原則、靈活適應性、科學證據支撐、非歧視性、符合國際規範，並應清楚、有效地對外溝通。

為因應疫情變化，指引依照風險程度，劃分航空復甦為五個階段(第 0 階段至第 4 階段)，各階段之間非線性，可因疫情發展往前或往後調整：

- (一) 第 0 階段：幾乎完全限制旅行，僅有必要的最小人員移動。
- (二) 第 1 階段：逐步恢復低量人員運輸，導入基礎衛生措施。
- (三) 第 2 階段：乘客量上升，逐步放寬初期措施。

(四) 第 3 階段：疫情於全球主要地區受控，解除大部分限制。

(五) 第 4 階段：疫苗或療法普及後，進入新常態，保留部分必要措施。

有關具體風險緩解措，分成「普遍適用的措施」和「針對各模組細部的措施」，分列如下：

(一) 普遍適用的措施：宣導衛生教育、維持社交距離(建議至少 1 公尺)、視風險等級配戴口罩(強調佩戴與脫除的正確方式)、常態性消毒清潔、健康篩檢與自我健康聲明、採集聯絡資訊協助接觸追蹤、推動非接觸式流程，如電子登機、健康聲明等。

(二) 模組的細部措施：

1. 機場：加強終端清潔、限制人員進出、鼓勵自助報到與登機、在檢查站保持距離與裝設隔離屏障。
2. 航空器：優化登機順序與座位安排、限縮手提行李、減少機上服務、設專屬廁所區域。
3. 機組人員：落實健康監控與通報、安排專屬住宿與交通、減少機組間接觸、使用個人專屬備品。
4. 貨運作業：推動無紙化單據、裝卸全程配戴個人防護設備、倉儲區域設置消毒站與隔離標示。

為回應疫情挑戰，ACI 推出了機場健康認證計劃(Airport Health Accreditation Program)，其旨在認證機場在維護安全衛生設施方面的專業卓越，進而重建旅客對航空旅行的信心。該計劃鼓勵機場持續審查並驗證其措施，促進最佳實踐的推廣與行業內部的協調統一。

就實務面為例，仁川機場導入 AI 智慧紅外線溫度掃描通道、設立自動消毒閘門、強化自助託運比例以降低櫃台接觸、結合電子健康憑證與快速健康狀態審查系統，該機場於 2021 年獲得 ACI 「Airport Health Accreditation 認證」。在新加坡樟宜機場部份，該機場在第四航廈全面導入「自助報到、自助託運、自助邊境查驗」、提供「行李即時追蹤系統(Baggage Tracking System)」、發展 AI 預測人流擁擠模型、增設機器人自動消毒系統，該機場全區智慧航廈成為疫情後之國際典範。在香港機場部份，其導入智能巡邏機器人與清潔機器人、旅客流向實時追蹤與人流即時預警系統、提供電子化健康申報平台並整合登機閘門生物辨識快速通行。

為了避免各國健康文件標準不一致，IATA 與 ACI 聯手開發「IATA Travel Pass」，整合疫苗紀錄、核酸檢測報告、電子簽證與健康聲明，此外，透過區塊鏈技術保護資料隱私，最終係促成智慧邊界(Smart Border)無紙化、無接觸旅遊體驗。

四、航廈設計與航廈作業

機場營運涵蓋所有確保機場順暢運作的活動，核心目標是達成安全、保安、健康、清潔、高效、技術賦能及愉悅的運營狀態。當機場未能順暢運行時，即發生異常營運 (Irregular Operations, IROPS)，需預先制定恢復協議以應對各種突發情況。機場營運涉及眾多關鍵參與者，包括機場運營商、航空公司、監管機構、特許經營商及承包商等，各方需緊密協作。

機場營運活動主要分為三大區域：

- (一) 陸側營運 (Landside Operations)：涉及機場陸地一側的活動，包括車輛通道（如道路、巴士、軌道交通）、停車場、公共廣場以及周邊開發。主要挑戰為管理交通擁堵、確保交通順暢、協調航空公司需求、提供足夠停車位、維護旅客安全、預防非法活動並有效應對突發事件。
- (二) 航廈營運 (Terminal Operations)：指航廈內部所有與旅客、行李、貨物移動相關的活動。具體包含旅客報到、安全檢查、出入境手續、登機、行李處理、登機門管理以及航廈內的商業活動。航廈作業是整個機場場站營運的核心樞紐，涵蓋所有旅客與行李自進入機場開始，至完成登機離境或入境後離開機場之完整流程。其運作效率直接決定旅客體驗滿意度、整體營運安全性與營收表現。
- (三) 空側營運 (Airside Operations)：涵蓋飛行區內的活動，包括跑道、滑行道、停機坪的維護與管理，以及航空器起降、滑行、停靠和地面服務。

機場航廈的設計概念多樣，常見類型包括：

- (一) 集中式 (Centralized)：所有功能集中於一個主要航廈。
- (二) 分散式 (Decentralized)：旅客需在多個衛星航廈或指廊之間移動。
- (三) 線性 (Linear)：航廈呈線狀延伸佈局。
- (四) 島狀 (Pier/Satellite)：航廈主體連接多個指廊或衛星樓。

航廈設計的選擇通常基於預期航班量、旅客流量、可擴展性、營運效率及旅客體驗等多重因素。在設計航廈時，需考量旅客動線流暢性、可擴充彈性、旅客體驗導向與營運效率。

航廈運營經理的核心職責是確保航廈內旅客活動的順暢運行，包括旅客抵達、報到、安檢、出入境、候機至登機的全過程。具體職責涵蓋監控日常運作、應對異常情況、協調各方利益關係人、確保航廈設施維護與清潔、管理安全與保安合規性，並持續致力於提升整體旅客體驗。

在現代智慧機場治理架構中，航廈早已超越了單純的旅客「上下飛機空間」，而成為旅客心理體驗、機場品牌形象、營運協調中心與商業經濟核心的綜合平台。航廈運作已同時承擔包含航空安全前哨站、服務體驗第一接觸點、智慧科技整合主舞台、非航收益核心來源與危機應變調度中心。

「智慧化機場」在現今已成為趨勢，許多科技導入航廈作業以提升效率與旅客體驗。這些包括自助報到、自助行李託運、生物辨識登機等自動化服務，以及其他智慧化系統以提升旅客服務與營運效率。

從旅客的角度來說，以下表為航廈運作之完整流程：

表 1 旅客角度航廈運作流程

流程	流程階段	主要作業項目	核心負責單位
出境	抵達航廈	地面運輸接駁、停車引導	航站
	報到託運	自助報到、行李託運、自助行李掛牌	航空公司、地勤公司、航勤公司、BHS 系統
	安檢查驗	行李安檢、旅客安檢、生物辨識快速通道	安檢單位、保安單位
	出境查驗	護照核驗、出境指紋、自動通關系統	移民署
	登機等候	商場、貴賓室、候機動線安排	航站
	登機登艙	登機門驗登機證、最後安檢抽驗	地勤公司、安檢單位
入境	抵達下機	航廈登機廊道引導	航空公司
	入境查驗	護照核驗、健康檢疫、疫情抽檢	移民署、海關、防疫單位
	行李提取	行李盤運轉、BHS 流轉調度	航勤公司、BHS 中控室
	海關申報	申報櫃台、自動申報機台	海關
	旅客出關	接機大廳出口引導	航站

在報到託運部份，除了傳統人工報到櫃檯以外，自助化服務(如：自助報到、線上預辦登機與自助行李託運設備)使用率已大幅度上升，仁川機場 T2 自助託運比率超過 80%，節省大量等待時間與人力成本。

在安檢部份，人體安檢門(Walk-through Metal Detector)、危險品二次篩檢(Secondary Screening)與自動化托盤回收安檢系統(Smart Tray Return System for

Security Checkpoints)已成為世界各主要機場之標準配備，新加坡樟宜機場第 4 航廈導入自動托盤回收安檢系統，顯著提升通關效率與安檢流量。

在出入境查驗部份，除傳統之護照查驗櫃台以外，自動查驗閘道(e-Gate)、生物辨識人臉比對系統已在各主要機場實行，香港機場生物辨識快速通關(Smart Departure)系統已普及 90%以上旅客。

在登機部份，自助登機閘門(Self-Boarding Gate)已在許多機場建置，而手機電子登機證讀取與生物辨識身份即時辨識登機成為機場之標準配備。仁川、新加坡、香港皆已導入全面生物辨識登機通關，平均每位旅客節省 30 秒登機時間。

在入境行李部份，行李轉盤自動分類、智慧行李條(RFID Baggage Tags)與行李追蹤 APP 即時通知行李動向也是近年航空業推動之重點。

在轉機與引導部份，智慧互動導覽地圖、即時航班資訊整合顯示與 AI 預測擁塞路徑重新引導人流則是各機場目前(或未來)之重點課題。

由上述可見，「智慧化機場」在現今已成為趨勢。自助行李託運與自助登機引領著智慧航廈革新，仁川機場自助行李託運區可單向流線完成報到加上託運全流程，平均節省 50%作業時間；新加坡樟宜機場第 4 航廈實現全程無紙化生物辨識通關。

除了旅客會實際使用之智慧化系統外，智慧機場航廈設計正全面導入以下科技：

1. AI 智慧安檢：安檢之所以重要，係在於有 1%不可被信任之旅客(Non-Trusted People)，此外，基於洛克比空難，轉機班檢也是必要的。安檢透過行為辨識預警系統(如：微表情分析、肢體動態預測高風險旅客)、影像自動判讀輔助(如：AI 深度學習每日新圖像樣本，提升異常物件判讀精準度)來進行強化。
2. 智慧航廈人流管理系統：透過 WiFi 訊號與 Beacon 即時人流定位追蹤、熱點擁擠度自動分流通知與緊急疏散模擬引導系統建置，加強航廈人流管理。此外，亦可以透過 AI 建立人流預測模型。現行香港機場採用即時擁堵分流預警系統。
3. 行李全旅程追蹤(Baggage Tracking Transparency)：依據 IATA Resolution 753(行李追蹤標準)全面推行行李追蹤，讓旅客和航空公司都可以即時知道行李行蹤。

4. 無接觸購物體驗。
5. 行動應用導航整合。
6. 智慧能源管理系統：包含空調動態負載平衡(即時乘客流量調節冷氣負荷)、光照自適應系統(感測自然光強度自動調整室內照明)與碳排放即時計算平台。
7. 空氣品質即時偵測與智慧通風系統(HVAC Smart Systems)。
8. 機場決策協作系統 A-CDM (Airport Collaborative Decision Making)：透過相關資料可提供航班排程與機位資源最佳化、人流分流動線即時調整與安檢排隊預測調度。以仁川機場為例，A-CDM 系統結合航空公司、安檢單位、人流管理平台，於每日高峰時段精準分配旅客通道與報到櫃台，實現秒級即時調整，顯著降低等待擁堵。

表 2 亞洲主要機場在智慧化之比較

機場	自助行李託運	自助登機	生物辨識	智慧管理平台
仁川 T2	高度普及	全面部署	已實行	A-CDM 即時決策系統
樟宜 T4	全自助託運	全流程自助	全自助生物辨識	AI 人流管理整合
香港	增設中	智慧登機閘門	生物辨識登機	AI 人流擁塞預警系統

另外，航廈設計直接影響機場非航空收益表現，包含商業區規劃流量動線設計 (Walk-through Duty Free)、貴賓休息室與品牌聯名合作、餐飲娛樂體驗區設置、文化表演與自然景觀融合。韓國仁川機場透過機場內韓國文化展示中心、韓服體驗區，成功提升轉機旅客體驗滿意度與商業收入轉換率。新加坡樟宜機場則主打全旅程沉浸式智慧航廈，透過 AR 互動花園、智慧瀑布、室內娛樂空間；AI 擁擠熱點移動服務大使派遣系統；結合 AI 擁擠熱點服務大使系統、多元文化展示與親子友善設施，提供多項高品質服務，成功擷獲旅客的心，而該機場也是每年 SkyTrax 機場評比首屈一指之機場。中東的杜拜機場則是將目標鎖定在高端會員，其策略為建立高端會員精準分層服務，主要包括 Emirates Skywards 會員專屬通道、透過 AI 購物偏好導流系統以建立精準免稅消費模式、PRM(Persons with Reduced Mobility)與高齡乘客專屬高端陪護系統、30 秒內全流程自動化安檢通關。由此可見，航廈設計、智慧化應用與非航空收益表現息息相關。

由上述可見，未來航廈設計展望，主要在於全流程 AI 自動化即時人流管理、全旅程生物辨識取代傳統證件、機場決策系統(A-CDM)與數位孿生(Digital Twin)整合模擬平台、完全無現金支付與行動端全功能整合、綠色建築與智慧節能技術全面深化五大方向。

最後，補充說明關於航廈設計的另一項議題。空難是大家所不樂見的，但是卻真真實實發生在生活中。因此，航廈設計也要注意到此部份。當空難發生後，不應該讓組員和倖存者同處一室，避免組員被責怪。再來，倖存者應該要有獨立的隔離區域，而不是只放在入境區。家屬部份，亦要有專屬接待區(區分組員家屬和倖存者家屬，兩者必須分隔)。這些都是航廈設計時要考慮的部份。

當空難發生時，航廈指引不應該顯示「空難」航班，而是以隱性指引，而且不應用「倖存者區域」的字眼(因為有生必有死)。接待區域應該由航空公司負責接待，航站僅提供支援。接待區域應該分成組員、倖存者、親友和媒體共四區，避免媒體打擾家屬或是恣意取得故事資訊等(為追逐頭條)。接待區域要準備餐點和飲品。

五、機場客戶體驗與顧客優先事項

過去機場多被視為航空運輸節點，重點放在航班運行與安全維護。但隨著航空業競爭加劇、顧客期望提高，以及 COVID-19 疫情所帶來的影響，機場逐漸轉型為以「顧客為中心」的服務場所。

根據 ACRP(Airport Cooperative Research Program)報告 157-改善顧客體驗，現今機場的顧客已不僅限於乘客，還包括接送親友者、機場工作人員等多元群體。顧客體驗(Customer Experience)與顧客服務(Customer Service)是不同的。所謂顧客服務，是指具體服務人員對旅客的直接互動，如櫃台服務態度、引導說明等單點服務品質；而顧客體驗則是旅客從進入機場到離開的整體旅程感受，包含環境、設施、科技、情緒、效率與便利性的全方位整體體驗。這些體驗皆影響整體滿意度與對機場的印象。報告指出，當顧客的體驗超越預期時，會產生驚喜與忠誠感；相反，若低於預期則容易造成失望與負面口碑。現代機場已將「顧客體驗」作為核心營運戰略之一，並透過設計完整的「服務交付鏈(Service Delivery Chain)」來整體優化流程。

旅客對機場體驗的滿意度並非來自單一因素，而是來自整體「期待被滿足的層次」。唯有準確掌握旅客在不同階段的「核心需求層級」，機場營運單位才能有針對性地設計流程、服務與設施，達成超越預期的滿意度，並創造忠誠旅客。

ACI 依據大量機場顧客行為研究，提出類似馬斯洛需求理論的「機場顧客需求金字塔模型」：

表 3 機場顧客需求金字塔模型

層級	內容	實務範例
基本生理需求	安全、舒適、清潔、順利完成行程	廁所整潔、冷氣舒適、指示清楚
作業流程順暢	報到順暢、安檢快捷、行李準確	仁川 T2 自助報到安檢全流程自動化
便利服務性	餐飲、休閒、購物、多語言資訊	星耀樟宜的餐飲娛樂全方位設計
情感愉悅性	文化、藝術、美學、自然融合	樟宜星耀樟宜瀑布花園設計
驚喜創新性	科技創新體驗、專屬高端定制	香港智慧登機全自助流暢體驗

顧客體驗管理流程(Customer Experience Management)涵蓋以下的層面：

- (一) 旅程流程設計(Journey Mapping)。
- (二) 顧客觸點管理(Customer Touchpoints)。
- (三) 即時問題回饋(Real-Time Feedback)。
- (四) 服務品質監測(Service Level Monitoring)。
- (五) 員工訓練與品牌文化塑造(Service Culture)。

仁川機場即設立「智慧顧客服務中心」，透過多語智能客服機器人、即時行動問卷與 AI 旅客情緒分析平台，隨時監控旅客滿意度指標。

為確保每個服務環節一致性，機場應設置明確服務標準，包含報到完成時間標準、安檢等待時間門檻、行李抵達時間上限、顧客回饋應對時效與設施整潔與安全巡查頻率。

COVID-19 使得航空旅行充滿不確定性與風險。為配合 ICAO 的防疫指引，同時維持良好顧客體驗，機場必須在防疫與服務之間取得平衡。為有效應對疫情挑戰，並提升顧客體驗，ACRP 與 ICAO 的指引建議可歸納為以下策略：

- (一) 聚焦顧客旅程每個環節：針對出發、轉機與抵達三大階段設計符合衛生與便利需求的動線與服務。例如：設置直觀的健康聲明申報系統、提供候機區即時清潔資訊。
- (二) 建構機場品牌與正面情緒：如香港機場的「飛行之都」定位、新加坡樟宜的「花園機場」品牌，即使在疫情期間仍強調溫馨與安心感。機場可以使用藝術、自然植栽、燈光設計等營造舒適環境。

- (三) 應用科技創新：發展智慧機場系統，例如自助報到機、人臉辨識通關、自動語音導覽等。此外，可善用行動 APP 即時推播航班與健康資訊，讓顧客更具掌控感。
- (四) 強化前線員工與合作夥伴管理：訓練地勤、安檢與保養清潔人員具備顧客服務與衛生安全雙重意識。此外，亦應與航空公司、餐飲業者、商店協調提供一致體驗標準。
- (五) 導入服務回饋與表現衡量機制：設立常態性旅客滿意度調查機制。

ACRP 報告提出「從合規到驚豔」的顧客服務管理進程，指出未來機場不僅要滿足最低安全與營運要求，更需朝向全方位顧客管理轉型。其核心為「了解顧客心理與行為變化」、「善用感官與情感觸點(touchpoints)創造記憶」與「建構可持續、高彈性的服務模式」，而所謂「驚豔」，就是所謂的「WOW 體驗」。

WOW，是指讓顧客的「驚喜」。ACI 提出提升顧客體驗的核心模型「WOW 公式」： $WOW = 預期水準 + 驚喜加分$

亦即，除了達成標準服務水準(即旅客基本需求)以外，亦額外提供旅客未預期的增值服務(例如：免費 VR 體驗、快速通關升等禮遇、自然景觀驚喜設計)。新加坡樟宜機場「星耀樟宜」水瀑與空中花園即屬典型 WOW 亮點，超越旅客對機場單純功能性預期。由頂尖機場的經驗顯示，基本服務若不到位，進階服務只會放大顧客失望。因此，從基礎設施如廁所清潔、動線引導、安檢效率，到高階體驗如藝術設施、休憩空間、個人化服務，皆應整合設計、持續優化，如此才能創造「WOW 體驗」。

顧客觸點設計與服務動線(Customer Touchpoint Mapping)係指機場旅客從進場到離開，經歷大量服務觸點之體驗，服務接觸點包含停車交通服務、報到行李託運、安檢與移民查驗、候機與商業消費、登機與轉機引導、行李認領與出關與智慧導航與即時資訊。每個觸點均需設計清晰標示、視覺美學、科技整合，形成一致品牌體驗。

品牌建構與非航空收益整合是正相關的。機場品牌定位成為提升顧客體驗的重要策略，包含建立獨特設計語言(建築風格、空間美學)、品牌故事與文化內涵融入設施(如仁川機場文化展示中心)、貴賓室品牌化與高端消費增值體驗、多樣化美食餐飲與特色主題活動。機場品牌價值直接帶動非航空收益成長，如樟宜機場星耀樟宜帶動整體營收超過 35%由非航空業務貢獻。

生物辨識技術應用於貴賓室，亦有助於提升旅客體驗。國泰航空在香港國際機場 The Bridge 貴賓室建立生物辨識技術之應用，航空公司於貴賓室前端設立生物辨識登錄閘道，會員臉部資料預先存入系統，當旅客進入到貴賓室時，旅客無需出示登機證或會員卡，自動臉部辨識即自動開啟貴賓室通道。國泰航空整合香港機場 Smart Departure 系統，實現全旅程無證件流程。這項應用大幅簡化高端旅客貴賓室進出流程，提升尊榮感、效率與防疫無接觸安全性。此外，阿聯酋航空(Emirates)於杜拜國際機場 Emirates Lounge 亦使用生物辨識技術。該航空整合阿聯酋生物辨識系統，旅客經過臉部辨識閘口即可無感驗證進入貴賓室，而這套系統亦與航廈內多個自助登機、自助通關、智慧登機閘門系統無縫串接，完整實現「單一臉部特徵即為旅行憑證」的願景。杜拜國際機場目前為全球生物辨識應用最全面的示範場域之一。

顧客優先亦於以下機場獲得實踐：

- (一) 仁川國際機場：轉機旅客強調快速便捷轉乘引導系統、家庭旅客偏好兒童遊樂區與多語服務、高端旅客關注尊榮快速通道與貴賓室設計。
- (二) 新加坡樟宜機場：將休閒娛樂設施升級為主要旅客吸引力、即時航班資訊 APP 與室內導航深受好評、長者旅客享有「迎賓機器人」自動接引服務。
- (三) 香港國際機場：強化 AI 預測擁擠排隊分流系統、生物辨識自助登機流暢度明顯優於傳統模式、實現疫情後高安全感的全程無接觸環境。

ACI 提出(Airport Service Quality,ASQ)評分計畫，持續監測各機場在登機等待時間、服務態度、設施整潔、美食選擇、行李處理速度等項目之滿意度指標。這項指標成為各機場營運績效評量重要依據，仁川、新加坡、香港機場皆為長年高分領先群，而這些機場亦屬於 Skytrax 世界最佳機場之常客，此外，這些機場也透過提升旅客體驗、運用新興科技，建構一個高轉機效率、智慧創新服務之標竿機場。關於以上機場的優異顧客服務統整如下：

(一) 新加坡樟宜機場-全旅程便利整合典範

1. Smart Travel e-Gate 系統：出入境全流程自主無接觸快速完成。
2. 自助報到 + 行李自助託運 => 完整串接 BHS 即時追蹤。
3. 疫情期間整合健康碼 + 簽證 + 保險證明，全自動核驗。
4. PRM 旅客專屬電子申報預約平台。
5. 樟宜關懷大使(Changi Care Ambassador)導引服務，提供全場景隨機支援旅客臨時求助需求。

6. 兒童主題遊戲公園環繞登機區。
7. 親子報到專線，無須排隊。
8. 婦幼哺乳護理空間全區均設置。

(二) 仁川機場- AI 智慧型便利化即時管理

1. AI 智慧安檢排程預約，旅客可自行選擇安檢時段，排隊時間縮短 70%。
2. 全航廈即時擁擠度熱力圖，旅客 APP 可隨時查看排隊狀況自行避開擁擠時段。
3. 心智障礙旅客提供「安心護照系統」，預先預約專屬陪護導引需求。
4. 全航廈「視障語音即時導航 APP」。
5. 國家文化導引，機場全程多語文化解說員隨機出現指引。

(三) 杜拜機場-高端專屬便利化極致實現

1. 針對阿聯酋航空常客獎勵計畫(Emirates Skywards Platinum)會員提供全旅程個人助理隨行通關。
2. 設有出入境 VIP 安檢專屬私人通道，全程無排隊。
3. 針對失智旅客提供家屬遠端即時監控旅程 APP 同步全程狀態。
4. 提供多語同時翻譯服務台，支援 22 國語言即時互譯。
5. 機場內設有「文化尊重顧問」，協助處理跨文化敏感爭議應變。

未來顧客體驗新趨勢主要有以下層面：

- (一) 全流程 AI 導引與多語言智慧客服、預約智慧化客制服務。
- (二) 大數據分析精準客製化行程建議。
- (三) 即時健康狀態與氣候資訊動態整合提醒。
- (四) 智慧型貴賓室預約與動態分流系統。
- (五) 智能安檢行李快速預掃描(CT Scanner + AI 判讀)。
- (六) 無障礙行動預測輔助系統(針對 PRM(Persons with Reduced Mobility)旅客)。
- (七) 個人化購物推薦(Smart Retail AI)。
- (八) 混合實境(AR/VR)結合旅客服務與消費互動。
- (九) 低碳旅遊體驗導向設計。

綜合 ICAO 與 ACRP 文件的指引與洞見可見，現代機場不再是單一運輸節點，而是結合衛生安全、商業營運與顧客服務的綜合平台。疫情迫使業界重新檢視服務流程與顧客接觸點，進一步催化數位轉型與管理創新。未來的航空業復甦不僅仰賴病毒控制，更仰賴顧客的信任與滿意。唯有從旅客角度出發，整合公共衛生管理與顧客服務創新，機場才能在「新常態」下穩健運行，並持續創造社會與經濟價值。

六、機場員工體驗

員工體驗影響顧客體驗的核心關聯。機場旅客體驗的最前線，就是由數萬名第一線員工所承擔的「服務接觸瞬間」。員工滿意度與參與度，直接決定服務熱忱、專業穩定性與顧客體驗品質。「快樂員工，快樂旅客」已成為全球優質機場共同信仰。

機場員工的主要角色主要包括：航廈管理單位、航空公司地勤人員、安檢人員、移民與海關人員、旅客服務人員、清潔保養人員與商業零售餐飲業者。機場猶如一座「迷你城市」，背後依賴數千人協作，才能讓整個場站每日順暢運作。

機場品牌服務文化建構是重要的。優質服務文化(Branded Service Culture)需由內部品牌承諾開始，主要包含清晰定義服務理念與價值主張、全員一致服務行為準則、頻繁培訓與案例分享交流、成立「服務大使」制度(Service Ambassador)。以新加坡樟宜機場為例，該機場設有全職「Changi Experience Ambassadors」，專職提供高難度多語言特殊服務。

員工「WOW 體驗」可以創造正向循環。員工 WOW 體驗提升措施包含員工關懷制度(Employee Assistance Program, EAP)、內部晉升與職涯發展規劃、跨單位交流輪調學習、服務獎勵表揚機制與員工專屬休息舒壓空間設計。以仁川機場為例，該機場設置「員工幸福中心」，提供心理諮詢、健身房與子女托育服務，穩定人員留任率。

此外，提供員工教育訓練與終身學習系統亦為重要的一環。優質機場教育訓練系統包含新進員工迎新訓練、定期服務演練模擬、角色扮演式衝突應對訓練、危機管理情境演練、新科技系統更新培訓與多語言文化敏感性課程等。香港國際機場建立「機場學院(HKIA Academy)」，統一整合機場各單位人力培訓與專業證照課程；本次上課的仁川機場航空訓練中心(Incheon Airport Aviation Academy, IAAA)共提供多樣化的航空訓練課程給全球航空業人員。

員工即時參與工具(Engagement Tools)也是提升員工體驗的一環。透過行動 APP 即時通知平台，員工可以即時知道航班異動與擁堵警示，亦可以作為緊急狀況通報之用；內部意見回饋即時平台則提供員工現場困難反應與優化建議收集；智慧穿戴裝置結合任務派遣系統則提供保全與清潔人員巡邏任務最佳化調派。新加坡樟宜機場地勤單位透過「智慧任務派送 APP」，大幅提升人員機動協作反應速度。

除了單位內部，機場須營造整體社群文化，包含各單位橫向溝通平台建立、共同服務價值觀培養、危機時刻跨單位聯防機制與定期跨部門交流活動與社會公益參與。仁川機場定期舉辦「多單位跨部門服務競賽」，激勵跨單位合作默契，提升整體服務協調力。

未來，機場可以提供 AI 輔助學習平台快速更新員工之服務技能，可透過員工心理健康預警系統了解員工身心狀況；智慧輪班排程可提升員工工作與生活平衡，強化員工身心健康；機場社群內部 SNS 平台強化即時互動，可即時解決問題；混合實境(VR/AR)模擬訓練新技術導入，可減少錯誤發生率，並降低訓練成本、提升訓練效率。最後，應將永續發展價值融入內部品牌文化，以強化員工體驗。

七、機場安全

航空運輸作為國際關鍵基礎設施，始終面臨：

- (一) 恐怖攻擊威脅。
- (二) 非法干擾行為(Unlawful Interference)。
- (三) 內部人員滲透風險。
- (四) 跨國犯罪集團滲透機會。
- (五) 新興無人機干擾風險

航空安全是航空業最核心的生命線，也是整個場站作業不可妥協的最高優先等級。在任何一個國際級智慧機場體系中，安全保安系統始終扮演著最高層級、零容忍、零失誤的關鍵角色。其治理挑戰體現於：

- (一) 動態高風險環境：國際恐攻模式不斷演化。
- (二) 高科技滲透場域：資安與實體保安融合風險提升。
- (三) 跨部門責任分界複雜：安檢、移民、海關、警方協作層層疊加。

(四) 文化政治敏感性高：針對特定旅客群體之人權保障議題日益敏感。

(五) 航空保安治理，已全面從「靜態制度」進化為「智慧融合型危機預防生態系統」。

國際民航組織(ICAO)在(附件 17：保安(Annex 17: Security))中，為全球航空保安建立技術標準，其核心精神為：

- (一) 預防為主；
- (二) 多層次防護；
- (三) 威脅評估驅動；
- (四) 跨機構合作。

附件 17 涵蓋所有可能發生非法干擾行動的場景防範，包含：

- (一) 劫機；
- (二) 製造爆裂物威脅；
- (三) 武裝攻擊；
- (四) 機場設施破壞；
- (五) 資訊系統入侵與網路攻擊；
- (六) 無人機擾航干擾。

各國政府需依據 ICAO 附件 17 建立以下計畫：

- (一) 國家航空保安計畫(National Aviation Security Program, NASP)。
- (二) 國家保安品質管制計畫(National Quality Control Program, NQCP)。
- (三) 機場航空安全計畫(Airport Security Program, ASP)。
- (四) 航空公司保安計畫(Airline Security Program)。

保安治理四大核心支柱架構為：

- (一) 風險預測與情報整合支柱：包含國際情報共享聯盟、恐怖主義行為樣態動態資料庫更新、高風險個體 AI 行為預測模型學習、旅客預審(Pre-clearance)與 API 資料融合審查。
- (二) 動態安全防禦調度支柱：航站即時橫向多單位指揮平台、安檢站彈性配置人員動態調度、高風險時段安檢升級多層篩檢自動切換、AI 擁擠熱點即時分析提前人流分散疏導。
- (三) 科技輔助高精度安檢支柱：多層次高密度成像掃描系統、AI 智慧影像異常物件自動判讀系統、微表情行為分析預警模組、生物辨識跨平台整合身分驗證全流程。
- (四) 危機應變快速整合支柱：航站即時危機分級通報 SOP、戰情中心全面模擬動態預測指揮圖、保安、警消、醫療聯防多層面快速動員系統、多國語心理安撫危機廣播同步介入。

機場主要安全作業區域如下表：

表 4 機場主要安全作業區域

區域	核心作業	現場執行單位
報到大廳	可疑行李監控	地勤 + 航警巡邏
安檢通道	行李 X 光掃描、人體探測	安檢公司
登機閘口	隨機行李抽檢	地勤與航警
行李託運系統	行李安檢爆炸物偵測	BHS 內部爆炸物檢測系統
機坪區域	機場場區圍界巡邏	航警特勤

面對日新月異之威脅，機場應導入智慧安檢新技術，主要包括：

- (一) 生物辨識身份整合：包含人臉辨識比對身份確認、虹膜辨識結合旅客資料庫與實現全旅程身份一致性追蹤。此外，跨航司、跨航廈、跨部門應有身分模組統一介面，針對特殊高風險個案自動啟動次級審查通道。
- (二) 智慧 CT 掃描系統：包含行李 X 光成像即時 3D 重建分析、AI 自動偵測違禁品、液體與電子設備、減少旅客脫鞋脫之電腦流程。
- (三) 無人機干擾防禦系統；包含設立無人機偵測雷達、GPS 干擾屏蔽技術與電磁波強制導引攔截技術。

(四) 微表情與行為預警系統：透過高畫質感測鏡頭即時捕捉面部肌肉細微變化，結合行為學 AI 模型即時建立風險熱點地圖，並提供即時警示給航站。

ACI 與 IATA 共同推動智慧安檢計畫(Smart Security Program)，其核心理念為：

- (一) 安檢自動化、無接觸化；
- (二) 威脅導向智慧分級安檢(Risk-Based Screening)；
- (三) 資料即時分享與國際聯防。

此外系統應可透過累積之數百萬張安檢圖像進行深度學習，不斷自我優化高風險物品辨識樣本，動態判讀超大件、特殊材質、隱藏型包覆技術，透過 AI 與人工複核互補合作，將誤判降至 0.05% 以下。以新加坡為例，樟宜機場透過全自助安檢通道，將一般安檢平均等待時間控制於 5 分鐘內。

面對不斷演變的航空威脅與旅客期待，國際機場協會(ACI)提出，「Smart Security Vision 2040」，勾勒未來 20 年機場安檢的三大核心目標：強化安全性、提升旅客體驗、提升營運效率。該報告指出，傳統「一體適用」的安檢流程已難以應對日益多元與複雜的安全需求，應透過風險導向與科技整合邁向「智慧安檢」。ACI 所規畫之藍圖包含完全整合大數據風險預警系統、全自動高階威脅即時識別能力、全球跨國資料共享安全聯防聯盟、AI 模擬攻防演練平台全面應用與智慧穿戴巡邏人員整合即時警戒系統，以強化機場保安。跨國資料共享安全尤為重要，此部份包括：

(一) 全球反恐情報合作框架

- 1. ICAO 與 IATA 主導國際黑名單共享平台；
- 2. 各國反恐情報單位跨境高危旅客名單同步更新；
- 3. 快速串接各國犯罪、財務、資安高度風險旅客資料。

(二) API (Advance Passenger Information) 深層擴充

- 1. 不僅取得旅客姓名、護照、航段資訊；
- 2. 新增旅遊史、資金來源、特定活動出入境記錄整合；
- 3. 特定高風險區域來回旅客自動升級多層風險指標。

(三) 跨國安檢合作機制深化

- 1. 區域性航空安全協作體系形成（亞太、歐盟、北美安全聯盟）；

2. 高風險航線多國同步安檢資料即時交換；
3. 重大全球性恐攻預警事件同步模擬演練啟動平台。

目前主要機場於機場保安之案例如下：

表 5 主要機場保安案例

機場	核心制度	成效
仁川機場	航站整合反恐風險日常動態評分系統 微表情 AI 預警熱力圖每日即時更新 安檢站流量控制即時動態壓力舒緩派遣制度 危險物件模型樣本庫持續每月升級	突發高壓安檢高峰段 旅客滿意度逆勢提升 重大反恐演習實地演 練成功模擬轉換應對 安檢誤報率穩定維持 業界最低
樟宜機場	文化尊重友善安檢流程設計 宗教禁忌分流快速安檢通道 女性旅客特定文化獨立安檢專屬區域 安檢行為語調管理常態性日訓制度	文化多樣性高壓場域 零爭議化管理 安檢現場旅客舒適感 顯著高於全球平均值 文化衝突投訴案例逐年 下降趨近零
杜拜機場	超高資產 VIP 群專屬隱私式安檢通道 AI 消費行為預測結合安全風險模型疊 合判讀 保全專員母語陪同安檢文化安撫制度 安檢 + 個人金融黑名單即時風險交互 運算系統	VIP 群高壓行程中保 安滿意度維持 98% 以上 危機時段高資產客群 續航品牌黏著度穩定 客製化安檢流程導致 高價值旅客年增幅穩 定提升

因應後疫情時代，安全防疫成為新常態，主要包括安檢人員防護標準程序提升、設備消毒機械手臂自動消毒循環、生物辨識通關全面降低人際接觸點與智慧紅外線健康監測與異常預警結合安檢作業。

新興航空資安風險也是需要重視的議題，此部份包括無人機 AI 自主攻擊威脅、內部人員滲透攻擊、資訊系統勒索病毒攻擊、機場物聯網系統漏洞被駭與航空交通指揮中心通訊擾亂。這是各機場皆要面對的嶄新課題。香港國際機場於 2023 年完成全面網路安全演練模擬，強化多層次資訊安全備援系統建置。

未來航空安檢的挑戰與趨勢，主要分成三部份：

- (一) 威脅多元化與複雜化：恐怖攻擊形式日趨多樣，包含內部人員滲透、無人機攻擊、網路攻擊等。IED（即興爆炸裝置）仍為主要威脅，但藏匿方式更隱蔽。此外，對公共區域（如 landside）的攻擊風險提升，成為防護新焦點。
- (二) 旅客期望劇變：期望「無接觸、自助、無排隊」體驗。資訊與數據透明度成為評估安全感的新指標。此外，強調便利性與速度，尤其是常旅行的旅客與銀髮族的需求愈發重要。
- (三) 技術驅動變革：AI 將整合智慧監控、異常行為辨識、風險評分與預測性安全管理。透過生物辨識、數位身分認證與行李無人提送，將取代繁瑣手動流程。此外，站外託運與風險預篩(Advance Risk Scoring)將重塑安檢流程邏輯。

根據報告，2040 年機場安檢流程將不再侷限於航廈內部，而是拓展為涵蓋「站外=>入航廈=>通關=>登機」的整體旅程。主要特徵如下：

- (一) 站外預先處理(Off-Airport Pre-Screening)：透過系統預先評估旅客風險，導入「預篩風險評分系統」；推行「可信旅客框架」(Trusted Traveller Framework)，結合政府數據與 AI 分析。此外，實現家中行李託運與集中安全掃描，降低航廈擁塞。
- (二) 智慧監控與無干擾檢測(Landside Smart Surveillance)：採用 AI 智慧 CCTV 與異常行為偵測；設置「遠距偵測閘道」(Stand-off Detection)以無接觸方式掃描大規模危險物品，同時進行健康監測(如體溫、呼吸率)，兼顧疫情應對。
- (三) 通關轉型為「安檢閘道」(Security Gateway)：實現「行進間安檢」(Walking-Pace Screening)，無需脫鞋、掏物品、排長隊。此外，依風險等級進行差異化篩檢，低風險旅客快速通行，高風險者接受進階檢查。最終則是全面整合掃描影像與 AI 決策系統，如採用 DICOS 開放式影像標準，利於跨系統協同。
- (四) 安檢人員角色轉型：安檢人員將從傳統手動操作員，轉型為「行為辨識專員」、「旅客協助導引員」。其需接受高階訓練，涵蓋科技應用、數據分析與情緒互動技巧。此外，其應重視人員在旅客體驗中的「服務觸點」功能。

回顧 ICAO「Take-Off」所定下的疫情下飛航安全基本框架，再結合 ACRP 157 強調的顧客體驗管理，以及「Smart Security Vision 2040」所描繪的智慧安檢願景，可見全球航空產業正邁向一個全新紀元。

這不是單一項技術的更新，而是一場深層次的系統思維變革—從風險管理出發，結合科技、人本與營運效率，最終打造出「安全、便捷、個人化」的未來航空旅程。

航空業者、政府、機場營運方與科技供應商唯有協力合作，擁抱創新與調整思維，方能在不確定的世界中，建立起旅客信任的安全天空。

八、航廈設計與商業營運

現代機場已不僅僅是交通節點，而是「大型商業綜合體」。航廈設計不僅影響旅客動線，更直接決定非航空收益之表現，包含商業區設計影響消費停留時間、動線流暢性影響購物意願與體驗氛圍影響品牌形象與價值感。韓國仁川機場設計有韓服文化展示區，旅客轉機等待期間可體驗傳統服飾拍照，轉化成特色商業消費機會。

航廈商業營運主要由以下幾大類組成，這些都是機場非航空收入的重要來源：

表 6 航廈商業營運主要組成

內容範疇	主要貢獻收益來源
免稅商店	香水、化妝品、煙酒精品
餐飲服務	特色美食、國際餐飲品牌
零售精品	服飾、手錶、電子產品
休閒娛樂	電影院、兒童樂園、文化展演
金融保險服務	貨幣兌換、保險、信用卡服務
商務設施	會議中心、貴賓休息室、短租辦公空間
廣告媒體	互動牆面、多媒體廣告
地面交通	計程車、巴士、機場快線、租車
其他服務	行李推車、停車場等設施服務

成功的航廈商業區規劃，需綜合考量旅客行為、空間流動與商業效益，商業區規劃設計考量，主要分成以下部份：

- (一) **Walk-through** 商業走廊設計與「上游/下游」佈局：為了最大化旅客的消費接觸率，機場常採用 **Walk-through** 商業走廊設計，引導旅客通過安檢後自然流入免稅商店區域。機場的商業佈局通常依據旅客動線分為：

1. **Upstream (上游) 區域**：指安檢前的區域。此處的商業佈局主要提供旅客在辦理登機和安檢前所需的服務與便利設施，例如書店、咖啡店或快速餐飲。上游區域的目標是為客戶提供「舒適區」內的服務和便利，並為機場產生額外收入。
 2. **Downstream (下游) 區域**：指安檢後的區域，是主要的購物和餐飲區。此區域的銷售努力旨在最大化有限交通流量區域的銷售額，因此需要引入具有更廣泛吸引力的商店，並可透過組合不同類型的商店來實現更大的銷量貢獻。
- (二) 分區主題明確設計：透過明確的主題分區，如韓國文化主題區、奢華精品大道、親子娛樂區、科技體驗專區等，可營造獨特的氛圍，提升旅客的探索慾與歸屬感。
- (三) 動線與視覺導引流暢性：清楚視覺引導旅客自動流向主要消費場域，減少迷失感。
- (四) 複合式娛樂整合設計：結合購物、美食、文化展示、休憩空間等複合式功能，可提升整體航廈的吸引力與旅客停留時間。例如，仁川機場透過韓服文化展示區讓旅客在轉機等待期間體驗傳統服飾拍照，將文化體驗轉化為獨特的特色商業機會。

新加坡、仁川與香港機場皆為商業營運典範案例，這些機場在 Skytrax 2019 年最佳機場商業評比為前五名，展現了其在航廈商業設計與營運上的卓越成就，機場之特色如下：

- (一) 新加坡樟宜機場「星耀樟宜」：世界最大室內瀑布+空中花園設計、300 家以上商店與餐飲品牌入駐、觀光旅遊成為機場商業新引擎，該機場成為「目的地型機場」全球標竿
- (二) 仁川國際機場：韓流文化展示結合商業場景、高科技免稅購物區，搭配 AR 試穿系統、預訂式貴賓服務套餐，整合購物+餐飲+SPA 服務。
- (三) 香港國際機場：機場內專屬大型奢華品牌大道、結合多國美食廣場與高端茶室文化、智慧即時排隊 APP 提供餐飲預約免排隊服務。

商業規劃與未來趨勢，主要包含全流程旅客行為大數據分析、無現金支付與快速結帳、VR 虛擬試穿與體驗式零售、預約式餐飲與動態訂位系統與會員制差異化高端消費包裝。透過這些方案，才能使未來機場商業營運取得一定之利基。

九、行李處理

行李處理系統(Baggage Handling System, BHS)在整個機場營運體系中，扮演著重要而複雜的角色。對旅客而言，行李準確率直接影響旅客滿意度與信任感；對航空公司而言，行李轉運效率影響轉機銜接成本；對機場管理而言，行李流量流暢性直接影響航廈空間調度與安全韌性。行李處理系統亦是高端顧客服務競爭重點之一。在大型國際樞紐機場，一天處理數十萬件行李，任何流程瓶頸都可能引發大規模航廈擁塞與乘客服務災難。倫敦機場 T5 在啟用時發生行李無法分送事件，造成數百的航班取消、數萬件行李延誤或是遺失。行李系統運作效率，早已成為旅客服務評比中僅次於安檢速度的第二大關鍵指標。

現代機場行李系統完整流程如表 7 如下：

表 7 現在機場行李系統完整流程

流程	作業階段	核心系統	負責單位
出境	報到託運	CUSS (Common Use Self-Service, 自助報到系統)、SBD (Self Bag Drop, 自助託運系統)	航空公司/地勤公司
	安檢掃描	Inline Security Screening (HBS)	安檢單位
	分揀轉送	BHS 主控系統 / RFID(無線射頻識別技術)分流	BHS 操作中心
	裝載調度	Apron Ground Handler	航勤公司
入境	飛機卸載	裝卸轉運輸送	航勤公司
	BHS 反向分流	RFID / Barcode 自動識別	BHS 操作中心
	行李盤投放	乘客取行李	行李服務中心
	遺失與異常處理	Trace & Recover 系統	航空公司

IATA 行李標準化推動計畫由 IATA 制訂 Resolution 753，建立行李全程追蹤透明化標準，包含行李託運、裝載、轉運、抵達、領取階段。旅客可透過 APP 即時掌握行李動態，系統可即時預測轉機風險，此部份也可以促進航空公司與機場數據交換整合。仁川機場與大韓航空合作成為亞洲首批全面落實 IATA 753 標準機場。

隨著新興科技發展，智慧化科技亦應用於行李業務，主要包含：

- (一) RFID 智慧行李條(Electronic Bag Tags)：即時感測行李動向，降低條碼辨識錯誤
- (二) 手機行李推播通知(Baggage Push Notification)：旅客可即時掌握行李送達進度。旅客手機 APP 可即時顯示行李目前位置，當行李完成裝艙即自動通知旅客，抵達行李盤前即推播取件提示。
- (三) AR 智慧行李搬運作業(AR-assisted Baggage Handling)：機械臂協助精準放置大型行李與分流裝卸。
- (四) AI 預測擁塞管理系統：預測高峰時段行李流量瓶頸，自動調整轉運人力配置。
- (五) 行李遺失即時補救平台：透過 AI 即時比對全球行李追蹤資料庫，將異地誤送快速自動定位找回，航空公司亦可以與保險公司行李保險理賠自動化平台對接。
- (六) 智慧行李打包預警系統：透過 AI 輔助行李稱重預測，提前通知超重趨勢。此外，透過行李安檢黑名單資料交叉比對，預防禁限品遺忘錯裝。

以亞洲各主要機場在處理行李之案例分析：

- (一) 仁川國際機場：透過 AI 預測行李高峰流量並動態派遣人力輔助、使用 RFID 自動重掃技術大幅降低辨識失敗率、自助行李託運 100%直通 BHS 整合系統、轉機行李自動快速優先排程 轉機行李延滯率全球最低。
- (二) 新加坡樟宜機場：旅客可於 APP 自行確認託運流程即時狀態、行李錯誤自動推送定位供旅客線上查閱、提供多語客服即時對話平台 以實時處理所有行李異常申訴、透過 AI 學習型行李盤流量管理系統來視行李盤擁擠程度自動調整順序。
- (三) 杜拜國際機場：提供 Emirates Skywards VIP 會員全程行李專屬搬運通道、行李運送至貴賓室，旅客離境時行李直接送入機艙內艙儲位、建立超高價精品免稅品行李獨立專線安全保障制度、建置超大型行李高價位物品專屬 AI 智能監控防盜系統。

未來行李系統發展趨勢主要包含完全自助化自動報到託運一體機台、無行李條電子標籤(E-ink Tags)普及、國際聯盟行李即時跨國追蹤系統、無人搬運與智慧機械臂全自動裝卸與大數據驅動行李流量預測與緊急調度智能化。

十、貨運作業

航空貨運(Air Cargo)在整個全球貿易中扮演不可取代的高時效、高價值物流角色，主要承載精密儀器、醫療藥品、緊急物資、電子商務高值商品、生鮮冷鏈貨物等。在全球供應鏈即時化(Just-In-Time Supply Chain)與電商跨境物流成長下，航空貨運需求穩定增長。航空貨運依營運模式主要區分及構成單位/公司如表 8、9：

表 8 航空貨運

類型	說明	代表案例
全貨機	專用貨機航班	DHL、FedEx、UPS、大韓航空貨運
客機腹艙	客運航班下方貨艙	國泰航空、長榮航空
整機包機	臨時大型特殊包機	疫情疫苗運送任務

表 9 航空貨運構成單位/公司

航空公司貨運部	訂艙調度、裝載安排
貨運代理	客戶接洽、運輸整合服務
報關行	報關與清關作業代理
倉儲業者	分貨、儲存、裝櫃管理
地勤搬運	現場貨物裝卸操作
檢疫單位	生鮮冷鏈動植物防疫檢驗

貨運作業核心流程主要為：

- (一) 接收預約：貨運代理與航空公司排定艙位時程、預約特定溫控艙位或特殊大型貨件位置。
- (二) 收貨與包裝：貨物尺寸測量、危險品分類、貨盤與集裝箱(ULD)裝載作業。
- (三) 安檢與報關：貨物 X 光安檢、危險品專區人工複檢與報關文件審核通關。
- (四) 裝載與起飛：倉庫至飛機間轉運車輛搬運、空側吊掛裝卸與平衡分布計算。
- (五) 抵達清關：目的地清關驗貨、轉運派送最終客戶。

貨運種類分類如下表 10：

表 10 貨運種類

類型	內容說明
一般貨物	普通商業商品、服飾、電子零件
高值貨品	鑽石、黃金、名錶、現鈔
危險品	化學品、電池、放射物
醫療冷鏈	疫苗、生物樣本、器官移植
大型貨件	重型設備、航空發動機

隨著科技發展，智慧貨運新技術導入，包含以下部份：

(一) 電子提單(e-Air Waybill, e-AWB)

1. 全面電子化貨運文件。
2. 降低紙本錯誤風險與報關速度提升。
3. IATA 積極推動全面 e-AWB 標準普及化。

(二) 冷鏈智能監控(Smart Cold Chain Monitoring)

1. 溫濕度即時追蹤感測裝置。
2. 離線即時傳輸貨物狀態。
3. 異常自動即時通知干預。

(三) 自動化貨盤裝卸機械臂(Automated Palletization)

1. 精準疊貨與均衡分配機械操作。
2. 避免人為超重偏擺失衡事故。

(四) AI 預測貨運高峰流量(AI Predictive Flow)

1. 依全球電商訂單潮流預測航線貨量。
2. 先行調度空側搬運與安檢人力。

亞洲各主要貨運樞紐機場有不同的發展亮點，詳下表 11：

表 11 亞洲各主要貨運樞紐機場發展亮點

機場	貨運能力特色	最新技術應用
仁川	亞洲第二大貨運樞紐	智慧整合貨運園區、AI 盤點系統
樟宜	亞洲醫療冷鏈領導	Smart Pharma Hub 監控平台
香港	全球最大空運貨站	超大型自動倉儲配送系統 (Super Terminal 1)

杜拜	高端物流典範	精品珠寶專屬智慧封閉物流系統、高資產專屬信任保全機制、國際文化展品快速關務臨時通道
----	--------	---

未來航空貨運發展趨勢主要包含全電子智慧文件整合平台、無人搬運與智慧機械臂裝卸全面普及、混合人工智慧自動化報關審核系統、超大型多功能整合貨運園區興建與電子商務跨境即日配送新型航空物流鏈整合。

十一、航廈便利服務與特殊需求旅客

國際民航組織(ICAO)於「附件 9 便利化(Annex 9: Facilitation)」中指出：便利化是指透過標準化、簡化、科技導入與跨單位協作，消除航空旅程中所有不必要的繁瑣與阻礙，提升效率並兼顧安全性。

高效率便利化措施，將直接提升旅客滿意度、場站運作效率、政府單位查驗效能與機場整體競爭力。

便利化作業涵蓋核心範圍主要包含如下表 12：

表 12 便利化作業涵蓋範圍

領域	內容說明
入出境查驗	自助護照、自動閘道、電子簽證系統
行李託運	自助行李條、快速託運通道
健康檢疫	疫苗證明、健康聲明、智能紅外線體溫監控
簽證電子化	預先線上審核與核發電子簽證
智慧導航	室內導航、語音引導、即時資訊推播
海關智能查驗	AI 風險分析行李掃描資料，提升放行速度

機場約有 15%為特殊需求旅客(Persons with Reduced Mobility, PRM)，其包含以下族群：

- (一) 高齡長者；
- (二) 身心障礙者；
- (三) 懷孕旅客；
- (四) 幼兒同行家庭；
- (五) 暫時性行動不便者(如受傷旅客)。

機場有責任依國際標準提供無障礙平等便利服務。無障礙服務核心內容主要包含：

- (一) 身障即時支援系統：包含事前預約陪同與輪椅全時配置、AI 即時人力動態支援補位系統、視覺化接駁進度即時提醒旅客等。
- (二) 銀髮高齡照護模組：包含柔光緩坡低刺激動線設計、陪同志工全天候支援輪值制度、智慧語音導航器貼身引導。
- (三) 語言障礙即時服務模組：包含 AI 即時口譯耳機現場支援、多語智能客服隨時互動協助、即時翻譯互動櫃台全語種支援。
- (四) 隱性障礙識別與安撫系統：包含自閉、焦慮、PTSD(Post-Traumatic Stress Disorder)族群預登錄需求、安檢感官緩衝低刺激區域配置、航站焦躁熱點即時感知提前介入。

表 13 PRM 友善設施規劃要素

設施類型	實務內容
物理無障礙動線	無階梯坡道、升降電梯、輪椅通道、低位櫃檯
交通接駁輔助	機場巴士無障礙上車坡道、優先接送服務
專屬候機區	安靜舒適區、照護專員、優先登機排隊區
輔助科技	智慧輪椅導航、語音互動導引、智慧穿戴提示系統
員工專業訓練	同理心訓練、手語服務、緊急救護快速應變

完整便利化需整合相關單位包含：移民署出入境查驗單位、海關查驗部門、疫情檢疫單位、航廈營運管理單位、航空公司地勤部門、保全檢單位與府特殊需求旅客保護主管機關。香港機場已建立「一站式 PRM 跨機構協調中心」，即時整合全流程服務動態協作。

智慧導航與便利科技整合應用主要包含以下部份：

- (一) 智慧室內導航：包含精準室內定位、行動 APP 即時路徑最佳化、自動提示即將抵達安檢區與登機口。
- (二) 語音互動智慧助理：包含多語語音服務機器人提供即時導航與諮詢、特殊旅客行動指引與預約服務整合。
- (三) 智慧輪椅引導系統：全自動導航智慧電動輪椅、自行導航行程至登機門或商業區域、中央控制平台即時調度。

(四) 新加坡樟宜機場率先於 2022 年導入 AI 智慧輪椅自主導航服務，提升行動不便旅客自助自主能力。

未來便利化發展新趨勢如下：

(一) 生物辨識統一憑證取代所有身份文件。

(二) 預約式安檢與報到排程管理。

(三) 智慧障礙輔具整合 APP 遠端控制。

(四) PRM 旅客專屬 AI 照護虛擬助理。

(五) 虛擬實境場站預先模擬體驗降低焦慮。

(六) 區塊鏈國際健康資料互通整合。

十二、場站作業與陸側營運

場站作業指的是機場航廈外圍至航廈入口前的所有運輸、交通、停車、交通接駁、人流管理與場域設施運作。它是整體機場運營重要一環，與空側相對，承擔旅客、員工、訪客與貨運物流的地面交通銜接任務。

陸側核心設施與其主要功能於下表 14：

表 14 陸側核心設施與其主要功能

陸側設施	主要功能	典型應用
機場公路系統	高速聯外公路銜接市區	仁川機場仁川大橋、樟宜機場濱海快速道路
航廈前道路	接送上下車快取區	短時段停留即停即走區
機場巴士站	市區接駁巴士總站	仁川市區巴士系統
地鐵捷運連結	軌道大容量接駁系統	仁川機場快線(AREX)、樟宜捷運
計程車站	安排即時叫車服務	設有專屬計程車候車區
停車場	短租/長租停車需求	智慧導航自動車位分配
租車中心	旅客租車交付與歸還服務	一站式租車園區

隨著航空需求成長，陸側交通壅塞管理日益重要：

(一) 高峰擁堵管理，包括即時車流監控系統、動態交通號誌控制、預約式接送管制時段。

- (二) 臨時停車與上下車區快取化：限制上下車滯留時間、AI 監控違規停靠即時通報。
- (三) 智慧停車管理：車位即時空位資訊 APP、預約制停車位保障高端會員權益與電動車即時充電站分配調度。

香港機場設置「智慧停車導航系統」，旅客 APP 預約後直接導航至預留車位。

現代機場正將多樣地面交通全面整合，如表 15：

表 15 機場接駁模式

接駁模式	整合亮點	代表實例
機場捷運	準點穩定大容量	仁川 AREX 直達首爾站
機場巴士	多市區分流直達	香港機場城巴 A 線系統
共享車隊	智慧排程調派	Uber 接駁專區設置、仁川機場國際計程車 App 預約服務
無人接駁車	短距高頻接駁	樟宜機場內部測試中

此外，停車場已成為機場非航空收益重要來源，包含短期停車、長期停車、高端預約專區與包月車位。仁川機場停車收益佔其非航收入比例達 15%以上。

未來場站陸側營運新科技趨勢主要包含：

- (一) AI 智慧交通流量預測：利用航班起降預測模型、即時動態調整車輛流量分流路線。
- (二) 全自動無人接駁系統：機場內外短程自動駕駛車隊試營運、多語智慧語音互動乘客介面。
- (三) 綠能交通轉型：全電動接駁巴士全面取代傳統柴油巴士、碳排放管理系統即時追蹤。
- (四) 整合式「全旅程交通平台(Mobility-as-a-Service, MaaS)」：包含高鐵、捷運、巴士、租車、停車、航班等一站式即時資訊，旅客僅需一個 APP 完成全流程交通規劃。
- (五) 新加坡樟宜樞紐已試辦 MaaS 雲端交通整合預約平台。

另經實地觀察仁川國際機場的計程車服務體系完善，除了網約車(含 Uber)外，依旅客需求提供多元車種，包括：

一般計程車 (Standard Taxi)：基本車型。

模範計程車 (Deluxe Taxi)：提供更高品質服務的黑色豪華計程車，費用較高。

大型計程車 (Jumbo Taxi)：可容納較多乘客或大量行李的廂型計程車，費用與模範計程車相近。

國際計程車 (International Taxi)：專為外國旅客設計，駕駛通常具備英語、日語或中文等外語溝通能力。

永宗計程車 (Yeongjong Taxi)：係仁川機場所在地永宗島當地註冊營運的計程車業者，方便旅客往返機場與島上酒店、度假村或當地地點。

所有在機場營運的計程車，無論屬於公司或個人經營，其駕駛除了需具備韓國交通部核發的資格證外，更須向仁川國際機場公司登記並取得專屬排班許可與識別標誌，以確保服務品質並維護秩序。

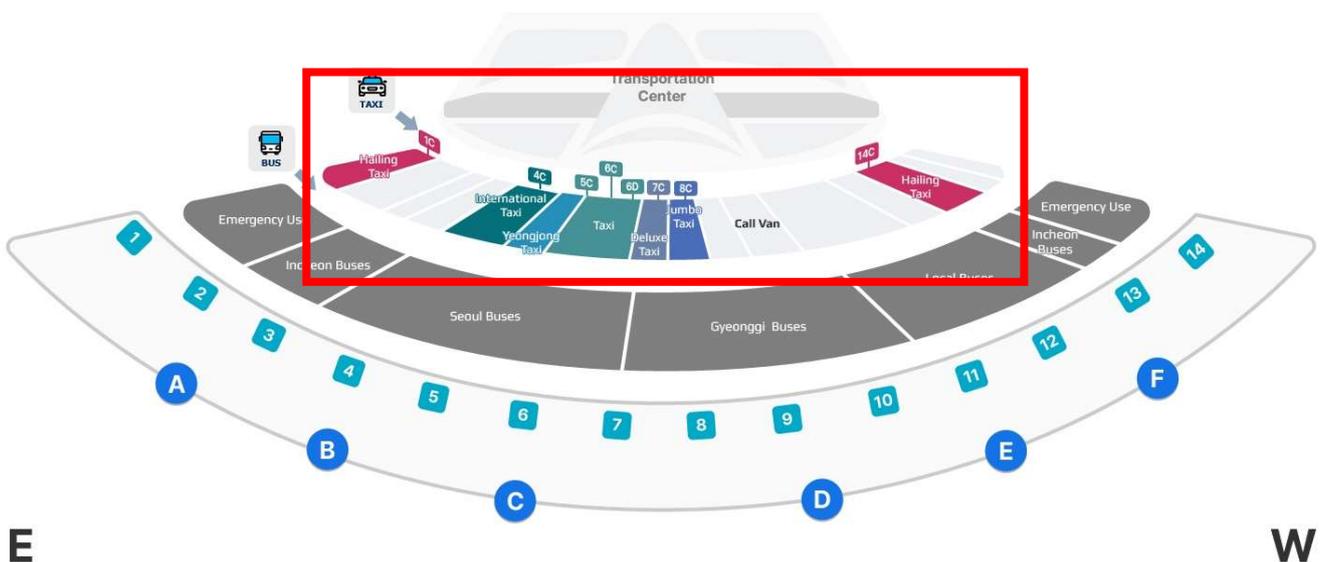


圖 4 仁川機場第一航廈各式計程車及網約車服務地點



圖 5 仁川機場第一航廈路緣-預約載客專區

在智慧化管理方面，仁川機場積極導入科技工具。旅客可透過首爾市官方指定的「國際計程車 App」、當地熱門平台（如 Kakao T），或國際通用之 Uber 等 App，完成預約叫車。此外，對於傳統排班計程車，機場設置專屬等候區，並透過「叫號調度系統」自動引導駕駛依序進站載客，避免人工調度帶來的混亂，提高車流管理效率。另亦設有網約車專屬上下車區域，確保預約車輛進出順暢且不與排班車混流。

仁川機場透過結合傳統計程車調度與智慧網約平台，有效提升服務效率、秩序與旅客便利性，顯示仁川機場在計程車服務上兼顧效率、秩序與旅客便利的管理實務。

儘管已具備高度智慧化與制度化管理機制，機場在實際營運中仍面臨眾多挑戰，如高峰時段調度困難、非法接送風險、突發事件交通應變等，亦需處理多航廈內部交通協調與旅客與貨運地面資源競用等複合性問題，為未來陸側營運之重要課題。

十三、新興科技

新興科技不僅是輔助工具，而正全面滲透重塑機場營運架構，帶動作業自動化、旅客自助化、安檢智能化、流程數據化、決策協作平台化與顧客服務人性化，以形成「數位驅動智慧機場(Data-driven Smart Airport)」新世代模式。

在自助行李託運(Self Bag Drop)部份，其核心技術流程包含旅客自助列印行李條貼附、RFID 行李條自動註冊綁定、行李放置自動稱重、尺寸偵測與 AI 判讀行李狀況即時回饋。目前仁川機場 T2 自助託運普及率超過 80%、樟宜 T4 已建置全流程無人工介面行李託運。

在自助登機與生物辨識(Self Check-in & Biometric Boarding)，生物辨識整合優勢係在於從報到到登機，全流程單一臉部特徵通行，無需紙本登機證或護照反覆查驗，對於無接觸防疫優勢顯著，可大幅提升處理通關流量與安全性。目前在仁川機場 T2 已全面導入生物辨識登機閘門、新加坡樟宜 T4 實現完整無紙化人臉辨識全旅程流程、香港國泰航空 The Bridge 貴賓室建置生物辨識系統、杜拜機場 Emirates Lounge 生物辨識貴賓進出權限整合航廈通行系統。

在智慧安檢與人工智慧判讀部份，智慧安檢核心功能在於 CT 三維行李掃描自動化、AI 自動偵測違禁品(武器、炸藥、液體異常)、危險品分級自動預警、減少人為主觀誤判。新加坡樟宜機場已使用 AI 智能行李預掃描篩選、仁川機場已使用自助快速安檢通道全自動化托盤系統、香港國際機場則建置智慧型紅外線安檢通道結合生物辨識。

機場應有系統可提供航空公司尋找未登機旅客，並可以透過系統記錄旅客購買免稅品之動態，並搜集旅客動線，此部份是智慧化機場可實踐之範圍。

人流管理系統之核心功能包含 AI 即時監控旅客流向、預測性擁塞警報系統、安檢排隊即時調度分流與動態候機室閘門重新分配。主要應用亮點包含香港機場建置 AI 流量擁擠預測提前 60 分鐘預警、仁川 A-CDM 平台提供動態人流引導疏導登機口轉換配置、樟宜 T4 智慧導航系統提供即時避開擁塞路段之設計。

機場協作決策系統(A-CDM: Airport Collaborative Decision Making)之核心架構包含：

- (一) 航空公司、航管、地勤、安檢、場站營運單位資料共享。
- (二) 航班動態變動即時整合。
- (三) 滑行道與機坪資源彈性調度。
- (四) 預測性排程減少地面擁堵。
- (五) 跨單位協作標準作業流程自動同步更新。

目前仁川機場 A-CDM 平台已全面整合航廈、空側、陸側作業、歐盟歐洲多機場群已建置跨國 A-CDM 平台即時資訊共享、新加坡樟宜機場正導入 AI 預測驅動型之 A-CDM 進階版本。

數位孿生與智慧模擬技術(Digital Twin)：此部份為較新的技術，主要是透過建立虛實同步之「機場數位複製模型」，即時模擬整體場站人流、航班、行李、交通、氣候等影響因素，提供高精度決策模擬預演工具並協助應變突發事件決策模擬與資源配置優化。仁川機場第四期擴建即採用數位孿生建模技術設計全新動線與流量分配方案。

表 16 未來智慧機場整體整合趨勢

核心技術	主要發展方向
生物辨識全旅程無紙化	單一面孔完成全球通關旅程
AI 預測引導即時協作	流量、氣候、航班動態整合智能調度
機場城市整合	機場成為新型智慧城市生態圈中心
綠色碳中和機場	智慧能源、全電動接駁與建築節能管理
個人化服務平台	大數據主動預測旅客需求與偏好
5G 與物聯網(IoT)全面滲透	萬物即時聯網驅動運作無縫協作

十四、仁川國際機場行李處理系統參訪

本課程於仁川國際機場航空學院（Incheon Airport Aviation Academy, IAAA）辦理，學院位於機場附近約 5 公里處，為強化課程內容與實務連結，課程主辦單位特別安排於第四天下午實地參訪仁川國際機場第二航廈的行李處理系統（Baggage Handling System, BHS），實地觀摩其自動化運作流程。

仁川機場之行李處理系統由德國西門子公司（Siemens Postal, Parcel & Airport Logistics）設計與建置，為全球領先的智慧型行李處理系統之一。系統總長超過 130 公里，設計處理容量達每小時 68,612 件行李，未來擴增後可達 89,012 件。實際運作中具備高容量、高速輸送與自動分揀能力，每小時可處理超過 22,000 件行李，並整合射頻識別（RFID）與 X 光安檢技術，以實現全流程的即時追蹤與安全控管。

仁川機場亦設有大件行李處理區（OOG）、早到行李儲存區（EBS）、人工處理站（MES），並建置行李定位系統（Baggage Position System, BPS）與行李流程監控系統（Baggage flow Monitoring System, BfMS）。其中，BPS 可即時掌握行李於處理流程中之位置，BfMS 則提供行李裝載與設備運作狀態的即時資訊，有效強

化行李追蹤與作業管理。根據仁川機場同仁口頭說明，經統計仁川機場的行李延誤率僅為每十萬件行李 0.3 件，展現其優異的營運表現。

參訪過程中，整體環境整潔明亮、作業區域井然有序，行李處理設備運作流暢、協調性高，展現出對營運效率與細節管理的高度重視。現場可見密集輸送帶、分流設備與托盤系統組成龐大有序的處理網絡。

整體而言，仁川國際機場在行李處理效率、系統整合與服務品質上的表現，為我國機場在優化行李分揀系統值得借鏡的參考經驗。



圖 6 行李處理系統一隅



圖 7 行李裝卸轉盤一隅



圖 8 全體學員、講師及助教參訪韓國仁川國際機場行李處理系統團體合照

肆、心得及建議

(一) 機場營運的系統性與複雜性

透過這次課程，可以更清楚感受到，機場是一個非常複雜的運作系統，不只是飛機起降的地方，更包含旅客服務、地面交通、安全檢查、商業設施等等，每一個環節都要仰賴很多單位一起配合，才能讓機場順利運行。

而現在的機場營運，已經不只是自己單位把事情做好就好，還要和其他單位共同協調。例如：安檢、報到、入出境查驗、行李處理等，只要有一個環節出問題，旅客就會有感受。再加上疫情之後，除了服務效率，還要同時顧到健康、安全與環境永續的問題，挑戰變得更大。

因此未來我們在處理機場營運相關業務時，除了做好本職工作，也應多從整體角度出發，加強與其他單位的溝通協調，讓大家的工作更有連結，進一步提升服務品質與效率。

(二) 以旅客體驗為核心服務

這次課程很強調「顧客體驗」這個概念，讓我體會到，旅客對機場的印象，不只是來自服務人員的態度，更是整個過程累積下來的感受，從進機場那一刻開始，包括報到、安檢、候機、登機，到最後離開，每一個接觸點都會影響他們的滿意度。

我印象很深的是，課程中提到的「WOW 體驗」，這讓我反思，雖然我們目前很多作業流程是照規定執行，但如果能多站在旅客的角度想一點，多一點設計和貼心，其實就能讓整體感受差很多。建議未來可以從以下幾個方向著手：

1. 重新檢視旅客服務的動線與流程，有沒有可以更順暢或更直捷的地方。
2. 聽取旅客回饋，了解他們在哪些地方感到不便或困擾。
3. 對不同旅客族群（如長者、親子、身障者）給予更多設施或服務上的友善設計。
4. 強化第一線同仁的服務意識與應變能力，讓旅客在遇到問題時有人協助。
5. 即使資源有限，也可以從小處著手，例如改善指標標示、加強動線引導、保持廁所清潔等，都是旅客最直接感受的地方。

整體來說，只要我們用心、從旅客角度出發，能更讓人感受到機場從業人員的用心與溫度。

(三) 陸側計程車營運觀察與建議

經觀察仁川國際機場，其路緣乘車區依計程車車種進行明確區分，包含網約車、一般、模範、大型、國際、永宗當地計程車等。透過路緣標示與車種識別，協助旅客自助辨識與乘車，儘管現場未設專人引導或強制分流，整體仍能維持基本秩序。此開放模式在高運量機場有助於降低人力成本，但尖峰時段仍可能出現混亂。此外，仁川機場針對不同乘車需求同步發展智慧化接駁管理，包括：透過官方指定 App 國際計程車叫車平台提供預約叫車服務，並針對各式計程車導入「叫號調度系統」，有效引導車輛依序載客，並設置專屬網約車載客區，進一步優化整體場站動線與秩序管理。

借鑒本次觀察結果，並綜合考量課程中機場陸側營運與顧客體驗之重要性，對我國機場計程車營運提出以下建議：

1. 優化導引與標示：強化計程車搭乘區的標示清晰度，增加多語種、圖示化指引，方便旅客快速辨識並找到所需車輛。
2. 評估智慧化工具導入：可視機場規模與旅客結構，逐步導入如叫號調度、預約叫車等智慧管理系統，提升調度效率與旅客便利性。

我國機場可參考仁川機場在計程車運作模式上的部分經驗，特別是在車種清晰分類與智慧化管理應用方面，並配合本地條件與旅運特性，作為未來研議機場計程車服務機制之參據，以持續優化陸側計程車管理、提升接駁效率與整體服務品質。

(四) 智慧機場建置之觀察與反思

智慧機場，是現在最熱門的議題。但是對於智慧機場的定義，卻是各有各的看法，有如多頭馬車。此外，智慧機場是靠「錢」去堆積的，如果不提供足夠的經費，也是無法「智慧」起來，這部份需要政策給予支持，否則口號喊再多，也是建置不起來的。當然，智慧機場也需要因地制宜，不是每個機場都需要智慧機場全部功能。

再者，智慧機場，也不應該是把所有「智慧」都給廠商。在許多標案，承辦人其實是被廠商牽著鼻子走，但是智慧機場的精髓，其實應該掌握在航站的手中。別忘了，廠商是「為了他們的利益」，有時推銷一些不需要的產品、不需要的功能。更恐怖的是，當「智慧的精髓」都在廠商手中時，等於變相被廠商給綁架，未來轉換廠商的成本變得非常大，也可以說是浪費公帑。

以下為本次課程針對智慧機場項目與臺北站目前(或未來)計畫之比較：

項目	說明	上線時程
自助報到	現在已經有提供(Cute Club 模式)，未來將改為航站主導。	115 年 4 月
自助行李託運	(國際線)提供旅客自行託運行李。	115 年 4 月
生物辨識	(國際線)提供旅客從報到、安檢、貴賓室與登機，全流程單一臉部特徵通行。	115 年 4 月
自助登機	(國際線)旅客透過生物辨識登機。	115 年 4 月。
行李動態	(國際線)依據 IATA 753 決議，記錄每件行李動態。	115 年 4 月
未登機旅客尋找	(國際線)技術上可行，政策上待討論。	N/A
旅客購買免稅品動態	(國際線)技術上可行，政策上待討論。	N/A
搜集旅客動線	(國際線)入境旅客在各結點之時間，以預測旅客行為。	114~115 年
智慧(室內)導航	利用技術建立機場室內導航。此部份前有規劃，然暫時擱置。	N/A
手機行李推播通知	此部份前已有規劃，然因 Line 並非各國都通用，目前正在檢視相關替代方案。	N/A
機場協作決策系統(A-CDM)	針對航廈與陸側部份，將分成兩期。第一期主要以運量、候補為主。第二期主要以人流、車流、國際航線旅客動態為主。	114~115 年。
數位孿生與智慧模擬技術(Digital Twin)	目前此技術仍在發展中，臺北站先建置旅客行為預測系統，並輔以圖像化成為初期 Digital Twin，未來再視業界發展擴增。	115 年~116 年(規劃中)
智慧安檢與人工智慧判讀	屬航警局業務	

當然，並非每個機場都需要如此多的智慧化需求，而部份智慧化是可以各機場共享資源的。「機場協作決策系統」是最好的案例，尤其是在航廈部份，建議模式如下表：

階段	項目說明	期程	建議方案
第 1 期	各站可透過 API 將運算後之運量與即時候補數據傳入，民航局可透過單一網站查詢相關資料。	臺北站 114 年建置，各站資料視各站介接而定。	各站皆可併入單一系統

第 2-1 期	各站將各航班運量傳入，系統可自動計算各站運量，並提供上傳報表。 此部份為臺北站 ONE TSA 決策系統功能擴充。	待討論	各站皆可併入單一系統
第 2-2 期	運量來源自動化，減少人工錯誤與人力浪費。	待討論	各站皆可併入單一系統

智慧機場是用「經費」所堆積，智慧機場也無法在初期就減少人力，因為那是一個長時間的過程。但是，當我們看看世界各國、亞洲主要機場之發展趨勢，臺灣各機場必須急起直追。誠然，以臺灣各機場來說，桃園機場是最需要智慧化的，但是民航局所屬之松山機場、高雄機場，甚至未來之臺中機場，亦有不同智慧化的需求。做，永遠不嫌晚，但是不做，也只能永遠望著其他國際機場的車尾燈。以科技為導向的臺灣，也應該在智慧機場立有一席之地。

本次韓國之行所習得的寶貴知識與實務經驗，對於理解機場營運的複雜性及掌握以旅客為核心的服務理念，提供了重要啟示。透過此次研習所獲知識，結合上述心得與建議，期望能為我國機場的持續發展與轉型提供實質助益，共同打造更安全、高效、便捷且令人愉悅的航空旅程。

 <h1>Terminal and Landside Operations</h1>	<p>This is to certify that</p> <p>yi cyuan zhong</p> <p>has successfully completed requirements of the course.</p>	<p>In recognition, we hereby award this certificate on</p> <p>11 April 2025</p> <div data-bbox="1046 465 1318 730"><p>Veronique Lescault Seniro Director, Training Programmes ACI World</p></div> <div data-bbox="1102 1592 1318 1895"><p>Dimitri Coll Senior Vice President Airport Experience and Training ACI World</p></div>
---	---	--



Terminal and Landside Operations

This is to certify that

I-WEI WANG

has successfully completed requirements of the course.

In recognition, we hereby award this certificate on

11 April 2025

Dimitri Coll
Senior Vice President
Airport Experience and Training
ACI World

Veronique Lescault
Seniro Director,
Training Programmes
ACI World