

航空貨運站出口作業導入電子化關鍵成功因素之研究-以產業觀點為例

Identifying the Crucial Factors Influencing the Adoption of Electronic System for Export Operations in Air Cargo Terminal: An Industrial Perspective

楊清喬 (Ching-Chiao Yang)^{1*}、陳建發 (Chien-Fa Chen)²

摘要

本研究以科技、組織、環境模式(TOE)為理論架構，透過文獻回顧與專家訪談，以產業觀點彙整出影響航空貨運集散站出口作業導入電子化之關鍵成功因素共三大構面及 12 項準則，並據以設計成專家問卷進行發放，最後共回收 10 份有效問卷，並利用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)求取各關鍵成功因素之權重值並進行排序。研究結果顯示組織層面因素是填答者認為影響航空貨運集散站導入電子化作業最關鍵的構面；整體而言，高階主管支持、直接的利益、安全問題、競爭對手的壓力以及資訊科技經驗是影響航空貨運站出口作業導入電子化最關鍵的五個考慮因素。本研究亦利用個案公司進行電子化效益分析，結果顯示除在作業時間上有明顯之節省外，也為企業帶來人力節省、服務創新、顧客忠誠度等無形效益。本研究結果冀望能提供給航空貨運供應鏈成員採用新科技及導入電子化作業參考。

關鍵字：航空貨運集散站、電子化、科技-組織-環境模式、關鍵成功因素、層級分析法

^{1*} 通訊作者，國立高雄科技大學航運管理系教授；聯絡地址：811 高雄市楠梓區海專路 142 號，國立高雄科技大學航運管理系；E-mail: yangcc@nkust.edu.tw。

² 華儲股份有限公司高雄分公司總經理；國立高雄科技大學航運管理系碩士。

Abstract

Grounded on a technology-organization-environmental (TOE) model, this study conducts a literature review and expert interviews to identify the crucial factors influencing the adoption of electronic system for air cargo export operations in Taiwan. A framework with three dimensions and twelve criteria was consequently proposed. In total, 10 valid respondents were collected by expert questionnaire. An Analytic Hierarchy Process (AHP) was conducted to identify the key factors influencing the adoption of electronic system in Taiwan's air cargo terminal operators. Results show that organizational factor was perceived by experts as the most important factor. In sum, top management supports, direct benefits, security, pressure from competitors, and information technology experience are the five most important criteria. Moreover, a case study was also conducted to realize the benefits for adopting electronic system in air cargo terminal. Results show that not only the savings of cargo handling time, but also the intangible benefits such as manpower savings, service innovation, and customer loyalty. The results of the study can provide strategic suggestions for air cargo terminal operators when adopting the new technologies.

Keywords: Air cargo terminal, Electronic system, TOE model, Key Success Factor (KSF), Analytic Hierarchy Process (AHP)

壹、緒論

憑藉著優越之研發及製造能力，臺灣高科技電子產業一直是國際知名大廠的代工廠，例如台積電和鴻海均為蘋果電腦公司的海外代工廠，然而這些消費性電子均具有產品生命週期短以及供應鏈成員眾多且複雜的特性，若無法有效整合供應鏈成員，將增加這些成員的存貨成本、運輸成本、訂購成本等相關物流成本，進而降低供應鏈廠商的整體績效。尤其在供應

鏈管理時代，單一企業獨立奮戰的時代已被快速變化的洪流淹沒，取而代之的是價值鏈之間的競爭與供應鏈體系之間的對抗，如何透過供應鏈來整合資源，已成為企業主導市場的關鍵因素，唯有透過有效的流程整合以及資訊整合，才能將所有供應鏈成員進行更緊密的協同合作，進而提升整體供應鏈績效。因此，企業為因應其全球採購與全球生產模式，必須就其國際物流及供應鏈作有效整合與管理。

高科技產品因具有生命週期短、短小、輕薄及高價值等特性，因此就航空貨物運

輸而言，電子相關產品占了約九成以上的比重，可見具時效性的航空運輸在企業全球化營運中扮演舉足輕重的角色。而隨著全世界經濟活動的蓬勃發展，以及全球化所帶來運籌產銷分工與零庫存之即時生產觀念，國際性企業營運將不再受限於單一國家地理環境的限制，均以跨國生產尋求最佳的資源配置(趙清成、徐賢斌, 2016)。具時效性與高單價的商品貨物，為掌握商機與提升時效，紛紛採具時效優勢的航空進行國際運送，藉以速度打破國界藩籬。隨著電子商務蓬勃發展，加以我國高科技電子產業多為世界品牌大廠之主要代工廠，且我國具備完善之物流環境。因此，近幾年航空貨物量呈現微幅增長之趨勢，依據桃園機場公司的貨運統計資料，2016年至2018年之航空貨運進、出、轉口貨量，由124萬噸成長至135萬噸，其中以進口量由32萬噸成長至35.8萬噸，出口維持於50萬噸左右，轉口貨成長最多由41.9萬噸成長至49.2萬噸。面對貨物量的增長以及消費者對時效之需求，扮演中繼站角色的航空貨物集散站若無法有效快速處理貨物，將使貨物運送造成延遲等現象，額外產生物流成本並降低企業競爭力。

國際物流業者之作業效率對跨國企業之供應鏈績效影響重大，因此，航空貨運物流作業品質不論是對高科技廠商前置期、存貨水準、產品品質、交期等相關

供應鏈績效指標有直接影響，對整個供應鏈成員的財務績效亦有顯著影響關係，由於國際航空運輸扮演著託運人與受貨人間之關鍵角色，也是協助高科技企業進行全球供應鏈整合的重要催化劑。因此，為提升跨國企業甚至我國整體產業之競爭力，首要之任務必須改善我國航空貨運集散站業之作業效率與品質(廖挺宇, 2013)。

新資訊科技的採用以及資訊的整合與分享，已被視為提升供應鏈績效最關鍵的因素(Lai et al., 2020; Wamba and Queiroz, 2020; Di Vaio et al., 2021)，惟有導入新科技與電子化作業，方可快速且正確地將物流相關資訊傳遞至各個成員，並協助成員進行相關決策活動；此外，新科技與技術之採用，亦可提供創新流程與服務，且提升作業上的正確性與品質，進而創造顧客價值。航空貨運集散站是倉儲服務業，也是民用航空法規範的六大特許行業之一，在持續成長的國際航空貨運市場與激烈的競爭同業下，如何在提升作業效率、降低營運成本下，持續提供顧客更滿意的服務品質，讓顧客保持忠誠及開發新的貨源，滿足顧客的需求，建立良好的合作關係，是企業永續經營必須思考的議題。傳統上，企業為提升作業效率以及降低人力成本，在策略手法上多利用教育訓練或是引進新的科技技術來創造企業競爭力。隨著人工智慧(Artificial intelligence, AI)、大數據(Big data)、區塊鏈(Blockchain)等創新科技與技

術在物流業界之應用(Govindan et al., 2018)，未來航空貨運業在作業上導入電子新科技亦將成為主要趨勢。在過去有關航空貨運集散站的研究文獻中，多數研究以探討有關服務品質(胡凱傑等人，2010；郭思言，2011；李世芳，2014)、競爭力及競爭策略(陳盛山，2005；李明德，2008；黃其昌，2009；許弼元，2013；楊榮蘭，2019)、快速彈性(孫翼中，2004)等課題為主，顯少針對航空貨運集散站作業導入電子化進行研究。由於航空貨運集散站是陸運及空運運輸的國際物流貨運中繼點，更是串連全球供應鏈流程中最重要的一環。本研究基於航空貨運集散站作業效率優劣係影響全球運籌供應價值鏈之重要因素，而在資訊科技技術日新月異下，有必要深入了解如何導入應用資訊科技並結合物流運籌整合概念，以提升航空貨運集散站作業效率。故，本研究將以國內某航空貨運集散站為研究個案，從產業觀點探討航空貨運集散站出口作業導入電子化之有形及無形效益，並探討影響航空貨運集散站出口作業導入電子化的關鍵成功因素。

貳、文獻回顧

2.1 航空貨物作業介紹

2.1.1 航空貨物特性

航空貨運集散站是航空貨物供應鏈之中繼站，提供了航空運輸貨物分類、儲存、轉換與貨物資訊處理等四大項功能(張有恆，2008)，在其物流服務內容與功能方面，主要提供跨國貨物進出口環境中所需要的報關、海空陸運輸、倉儲、配送等等業務，主要服務對象包括貨主、報關行、航空公司、內陸運輸業、空運承攬業等業者。在所提供服務之貨物方面，若依貨物的實體流向，可大約分為進口、出口、轉口；再依貨物通關時效性，則可分一般貨、快遞貨與機放貨。

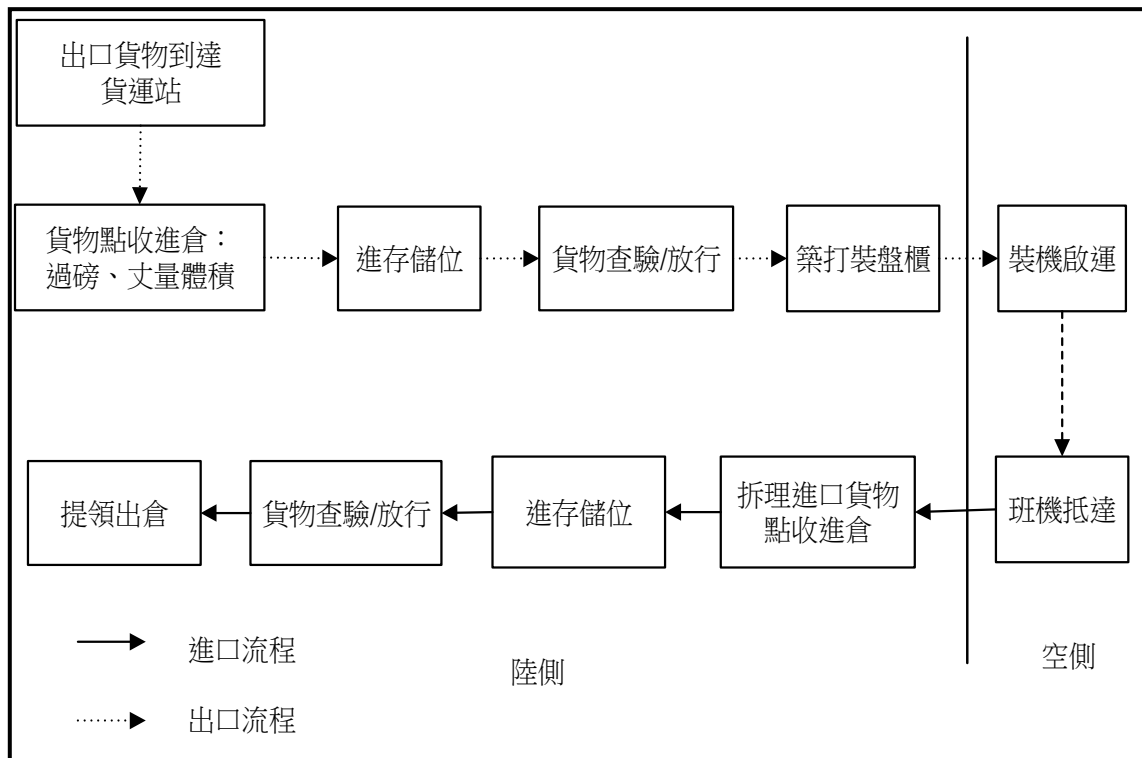
若依貨物種類，航空貨物主要來自高科技電子產品及快遞貨物、郵件、包裹，其中航空貨運承攬業所承攬之貨運量約占航空貨運總量的九成以上，而其他快遞信件、包裹則由國際快遞業所運載。航空貨運的特色主要在快速，而快速乃透過投入高端技術與龐大資本轉化而來的，因此，航空貨運之特色為：(1)高單價、高時間價值、高機會成本的貨物；(2)滿足迅速到貨的需求，可降低物流的庫存與管理成本；(3)航空貨運破損及遺失率低；(4)季節性或流行性商品，及不適合長時間運輸貨品，如新鮮食品、花卉等；(5)空運包裝成本較海運低，節省包裝成本。而從航空貨運的貨物需求面來看，舉凡具有季節性、不易預測、不常發生、臨時供不應求等特性者，常選擇空運服務。綜上所述，航空貨物具有計

畫性、生命週期短、因應臨時緊急事件需求、高價值、危險物品、管制品、活生動物以及需要特殊保護的產品等特性(呂錦山等人，2019)。

2.1.2 航空貨運站進、出口作業介紹

在航空貨運的進、出口作業流程中，航空貨物集散站除作為提供貨物暫存之場所，並可供海關、航警與檢疫單位進行查驗進出口貨物及通關等相關作業，因此，

航空貨運站屬於航空貨運作業流程中最核心的一環；當貨物由陸面運輸或航空運輸運送至機場時，均須由航空貨運站進行貨物之裝、卸作業，而在管制區內與管制區外之不同的貨運站作業流程可能會有一些落差，但依相關法規規範，作業流程皆大同小異。有關航空貨物進、出口作業流程可參見下圖 1。



資料來源：本研究自行繪製。

圖 1 航空貨運進、出口作業流程示意圖

1. 出口作業流程

航空貨運之出口作業流程主要可分為底下幾個細部流程並分述如下：

- (1) 貨物進倉點收作業(過磅、丈量體積): 業者把貨物運抵貨運站，依貨物重量、件數、大小進存不同倉門，由貨

運站點收人員執行清點件數、過磅重量、丈量體積。同時，必須檢查貨物所貼標籤(Label)航空公司主提單號碼(Master Airway Bill No.)、目的地(Destination)是否與「出口貨物託運申請書」所載明之資料相符，並檢查貨物外包裝是否完整無破損，若發生貨物件數短少、溢多或毀損等異常情況，需洽貨運站人員開立貨物接收異常報告書以釐清相關責任，始完成出口貨物進倉作業。由於此階段作業涉及傳統人工丈量與鍵輸作業，尖峰時段當有大量出口貨物作業時常造成碼頭雍塞，影響整個效率。因此，若能導入雷射輪廓掃描儀與電子資料交換等電子化作業。將可取代傳統人工丈量與鍵輸資料，亦可免除交付託運單予貨運站櫃臺人員鍵輸進倉貨物資料之排隊等候時間。

- (2) 進存儲位：貨運站點收人員於倉門口接收貨物後，入儲人員把貨物儲存於指定的儲區與儲位空間，自動化大盤區、傳統中盤貨架區、傳統小貨貨架區、木墊貨區、大貨區等儲區與特殊貨品儲存區(包括危險物品庫、冷藏庫、冷凍庫、貴重物品庫及動植物庫)。航空貨運站為了提升整體進儲、出貨的作業效率與正確性，會適當的規劃倉儲分區與儲位順序；此外，在電子

化作業方面，可導入自動化倉儲、無人搬運車、以及倉儲管理系統(Warehouse Management System, WMS)等資訊科技技術，以降低對傳統人力的依賴，提升本身的服務品質與競爭力。惟大量導入自動化後，相關進儲、出庫作業必須依出口航班起飛時間，保留適當前置作業時間，對比於傳統人力作業較不具彈性，惟必須備妥自動化設備故障之應變方案，以避免設備故障而影響相關作業流程與時效，衍生後續裝機延誤。

- (3) 海關查驗/放行：出口貨物進倉後，透過貨運站電腦倉儲系統傳輸出口貨物進倉資料至關貿網路碰檔比對，通關方式主要可分為 C1(免審免驗通關)、C2(文件審核通關)及 C3(貨物應審應驗通關)三類，若由海關專家系統抽選 C3 應驗貨物，則由倉儲人員核對 C3 應驗貨物資料無誤後，由出口承攬業者會同海關共同監視與驗貨，於完成驗貨動作後，由業者重封貨物並於完整重封處簽章。俟海關於電腦上執行放行程序後，經關貿網路傳送放行訊息告知貨運站、航空公司、航空貨運承攬業後，貨運站查證所屬倉儲系統之貨物放行訊息無誤後，始可依航空公司申打要求進行貨物築打裝盤櫃作業。

(4) 築打裝盤櫃：由航空公司提供「出口裝盤櫃通知單」予貨運站出口打盤作業人員，貨運站人員遂依上述通知單指示：包括飛機航班、待裝盤櫃數量、形式、數量、預劃裝載的重量與件數等資料，進行派工及調貨作業。貨運站築打作業人員依照航空公司申打書所要求的盤櫃規格與數量，經清點貨物件數並逐件堆砌符合申打書計劃所要求的盤櫃重量、高度限制，以盤網捆綁固定、膠膜保護貨物。已完成築打作業之盤櫃，逐一過磅，並記錄實際重量於裝盤櫃記錄表，以航班為單位，築打盤櫃人員記載飛機航班、盤櫃號碼、貨物主提單號碼、件數、重量等資料於「裝盤櫃記錄表」交航空公司班機簽派人員，始完成該航班裝盤櫃作業；貨運站人員以航班為單位，交接予地勤公司人員，雙方簽具「盤櫃貨物交接記錄表」完成交接後，由地勤人員把已完成築打盤櫃拖拉至空側機坪裝機。

2. 進口作業流程

當進口班機抵達機場後，盤櫃貨物從飛機上卸載至盤車上，拖運至貨運站的進口貨物拆理區，即可進行後續相關進口作業，詳細流程如下所述：

(1) 拆理進口貨物點收進倉：進口貨物由地勤人員自飛機上卸載至盤車上，自空側拖運至貨運站進行進口盤櫃貨物

交接，雙方簽具「盤櫃貨物交接記錄表」完成交接後，由貨運站人員依航空公司提供之進口倉單資料進行拆理、清點作業。

- (2) 進存儲位：貨運站人員依航空公司提供倉單記註之特殊物品(危險品、冷藏、冷凍、貴重品、活生動物)進儲專用儲區，其他一般貨物則依貨物大小、重量進存至整盤整櫃區、大貨區、中盤區、小貨區與平面儲區之相應儲位。
- (3) 貨物查驗/放行：報關行至航空公司或承攬業者領取提空運提單，根據商業發票與進口提單製作進口報單，並以 EDI (Electronic Data Interchange) 電子傳輸至關貿網路由海關電腦審核及抽驗，並配合其他公務單位(衛生福利部食品藥物管理署、農委會動植物檢疫局)查驗無訛後即可放行。
- (4) 提領出倉：報關行或其代理人持正本提單向貨運站完成倉租繳費後，即可提領貨物出倉裝車運送予貨主。

2.2 企業電子化與資訊整合

2.2.1 企業電子化(e-Business)

企業電子化將帶領全球產業的創新 (Van Hoke, 2001)，利用充份的資訊交換與網路的效用，可充分為企業創造價值 (Yang et al., 2014)。企業電子化涵蓋企業內部與外部夥伴的電子化，對外是透過網路與合作夥伴進行協商溝通、市場訊息分

享，並完成資料交換或線上交易；對內是透過網路進行資料訊息共享，以簡化流程等。綜合過去學者，對企業電子化的定義並不相同，本研究採用廣泛性的定義，認為企業電子化係指在網際網路應用下透過任何電子化形式，企業以資訊科技來管理、改造核心業務與作業流程，緊密結合客戶、供應商、經銷商、內部員工及相關合作夥伴，並共享重要的市場情報、知識系統，以提升效率進而創造價值的方法，涵蓋供應鏈管理、流程再造、客戶關係、知識管理等等，進而創造、累積企業價值。

2.2.2 資訊整合

廖挺宇(2013)指出供應鏈成員間若能進行資訊分享與整合，才能有效瞭解顧客存貨情形，以降低不必要的成本支出，也就是透過資訊整合才能減少長鞭效應的負面效果，但實際上資訊科技並無法直接影響供應鏈各成員的營運績效，而是必須透過資訊的整合才能促進績效的提升。黃敏佑(2006)認為資訊科技的進步對供鏈管理資訊科技的進化發生了深切的影響與改變，隨著電子商務的盛行，處在供應鏈體系中的客戶、製造商、配銷商以及供應商等，供應鏈夥伴間的合作關係將透過資訊分享與整合而變得更加緊密，且妥善應用資訊科技與執行協同管理，更是提升供應鏈體系成員競爭力的最大利器。

目前國內專門提供海運、航空運輸資

訊共享服務平臺：分別是「關貿網路」、「汎宇電商」兩大系統公司，主要的經營服務內容為海、空運關務作業之貨物通關訊息電子資料交換。「關貿網路」公司營業內容包括海空運通關服務、全球運籌管理服務、政府專案服務、電子商務服務、財產管理服務、金融保險管理服務及RFID應用管理服務(謝困羽、賈凱傑,2012)。「汎宇電商」公司提供整合型的物流管理服務，其「通關自動化網路系統」提供予海關、報關業者、承攬業者等有關單位之關務電子資料訊息交換功能，以及公共資料庫查詢，除配合海關之海運、空運整體通關作業流程外，更提供不同業者(報關、承攬)整合性系統連線服務，單一窗口的全程通關服務。目前上述兩公司皆致力提供多元與整合的服務，但實務上並無單一窗口統整空運與海運國際物流貨運資訊，相關使用者仍須以不同介面來取得與交換貨物通關訊息，因此，若欲提升臺灣之海、空運相關業者的國際競爭力，必須強化資訊整合功能，簡化並提升貨物通關效率。

2.3 企業導入電子化效益

黃玉枝、呂執中(2009)認為企業導入電子化可帶來流程創新，尤其流程創新可為企業帶來持續性的優勢使其達成獲利目標，例如配送系統流程的改變，或是運用資訊科技將進、銷貨等訊息即時傳遞予

決策主導單位，以縮短作業流程與時間、降低成本、提升生產效率，因此，企業電子化是企業創造效益的重要構面。龔加吟(2014)指出企業若可成熟使用電子商務，可以協助企業降低溝通聯繫成本、資訊收集、整合成本、市場行銷推廣成本以及人力管理成本。唐國銘(2017)闡述航空地勤業是臺灣民航六業管制的行業之一，自從2010年以來，因兩岸關係的穩定與政策，航空旅客、貨運需求大幅地成長，航空運輸量逐年一直在攀高，傳統地勤作業模式與資訊傳遞方式，已不能滿足高度成長的業務量與作業。在桃園國際機場的地勤機坪作業導入電子化的資訊傳遞及追蹤管理，提升航空地勤的作業品質與飛航的安全，並廣泛採用許多新的科技，建置嶄新的航空地勤的機坪作業的盤櫃追蹤管理系統，成為高水準的專業地勤公司，具備競爭優勢、作業標準、積極管理、優質服務及安全承諾，並提供旅客、航空公司更安全與卓越的地勤服務。

航空公司除提供顧客載運與貨運的基本服務外，近年來在產業激烈競爭之下，更應思考如何創造本身附加價值，以提升與旅客連結度與忠誠度。前述研究也已證明新資訊科技採用或是電子化作業可有效提升企業的競爭優勢，然而企業在採用資訊系統應用時，必須思考有效地導入當代流行的資訊科技，使員工容易且願意使用新導入的資訊系統，俾提升服務品

質與工作績效，進而強化企業品牌形象。因此，胡銘尹(2017)透過科技接受度模式及顧客關係管理、服務品質與創新等理論，探究航空公司機場貴賓室內導入新創資訊科技以及生物辨識系統之研究，研究顯示科技創新服務之導入可以協助服務人員提升工作效率、改善服務品質，並提高企業競爭力。

2.4 企業導入電子化考量因素

全球化所導致之激烈競爭環境，已迫使企業為了提升效率及降低成本，無不投入所有可運用資源來創造競爭力，尤其是大型供應鏈體系紛紛應用電子化科技來整合相關成員之間流程，以提高組織之間資訊分享的正確性與即時性，並透過資訊整合降低複雜度。

當不同企業要採用資訊科技來提升本身競爭力時，應該考量組織本身的特性，進而採用相對應之導入方法，以達事半功倍之效，藉以提升該組織應用資訊科技的成功機率。有關探討組織是否應用創新資訊科技之議題，已有許多學者廣泛探討研究，主要所採用之理論大多離不開下列範圍：例如：計劃行為理論(Theory of Planned Behavior, TPB)、任務、科技配適度模型(Task-Technology Fit Model, TTF)、理性行為理論(Theory of Reasoned Action, TRA)、科技接受度模型(Technology Acceptance Model, TAM)、創新擴散理論

(Innovation Diffusion Theory, IDT)等理論模型，而近年來較深入探討於組織層級且被一般接受的理論，就屬科技-組織-環境模式 (Technology-Organization-Environment, TOE)。依據TOE模式，當一個企業在導入新科技專案以及使用新科技時，主要會受到科技、組織、環境等三個層面產生加乘效果或阻力，並影響該企業組織在尋找、採用新的科技，以及實施科技創新過程的決策；在科技層面指的是企業原本擁有以及使用導入新的資訊科技能力；組織構面為企業特徵，例如企業規模大小、企業範疇、管理架構、企業人力資源品質與財務結構等；環境構面描述企業所面臨的商業環境，包含企業所面臨的產業以及競爭對手與政府的政策 (DePietro et al., 1990)。陳建宇(2014)利用TOE模型探討影響航空貨運承攬業者參與航空電子貨運專案意願之因素，其中科技構面包括複雜性、安全問題、採用成本等三個因素；組織構面包括高階主管支持、資訊科技能力等三個因素；環境構面則包括交易夥伴壓力、政府政策、以及競爭壓力三個因素。

本文旨在探討航空貨運站出口作業導入電子化對作業效益之研究，並藉由TOE模式來研析企業組織採用新資訊科技之關鍵考量因素，為使所萃取因素更貼

切實務，本文進一步利用專家訪談進行關鍵因素之選取，專家訪談於2019年12月至2020年2月間進行，訪談公司及產業包括航空公司、航空貨運承攬業、航空貨運集散站等，考量須對航空貨運進出口作業以及電子化作業有較多之實務經驗，訪談對象以航空貨運界之管理階層、作業與資訊主管為主。最終，本文共訪談了DHL Express臺灣高雄服務中心、中華航空公司台貨中心高雄營業部、國泰港龍航空貨運部、長榮航空高雄現業課以及華儲(股)公司管理部資訊組等五個單位之五位管理階層主管。由訪談結果彙整可知，在影響航空貨運實務中出口作業導入電子化較重要幾項因素為「組織規模」、「資訊科技經驗」、「安全問題」、「成本考量」、「競爭對手的壓力」、「信任關係」、「直接的效益」、「高階主管的支持」及「合作夥伴的壓力」。

最後，本研究以TOE模式中的「科技構面」(Technological context)、「組織構面」(Organizational context)和「環境構面」(Environmental context)作為理論基礎，透過文獻回顧以及彙整實務專家訪談結果，共彙整12項影響航空貨物出口作業導入電子化之關鍵因素，如表1所示，並據以做為建立本研究架構與問卷設計之依據。

表 1 影響出口作業導入電子化關鍵因素

		文獻回顧					專家訪談
		DePietro et al. (1990)	李妙福 (2000)	魏承儀 (2013)	陳建宇 (2014)	黃冠傑 (2018)	
科技	複雜性			*	*		
	安全問題			*	*		*
	成本				*		*
	科技就緒度	*	*			*	*
組織	高階主管支持		*	*	*	*	*
	公司規模	*					*
	資訊科技能力				*	*	*
	直接的利益					*	*
環境	合作夥伴的壓力	*	*		*		*
	競爭對手的壓力	*					*
	政府政策	*			*		
	信任關係						*

資料來源：本研究自行整理。

參、研究設計與方法

3.1 研究架構與操作性定義

本研究旨在利用組織-科技-環境 (TOE) 模式探討航空貨運站出口作業導入電子化之考量因素，以 TOE 模式中的科技、組織、環境作為三大因素構面，透過文獻回顧及專家訪談，最終彙整出影響航空貨運站出口作業導入電子化作業的 12 項準則，並根據此架構據以設計成專家問卷，問卷發放前，本文先請五位訪談專家協助審視問卷之內容與文意，在無修正之必要後，即進行問卷發放、資料收集與後續研究分析。本研究架構如圖 2 所示，有關各構面以及準則之定義與說明詳見表 2。

3.2 問卷設計與抽樣對象

本研究主要基於 TOE 模式，利用層級分析法進行航空貨運站出口作業導入電子化作業關鍵成功因素之探討，由於此課題屬於複雜之多準則決策問題，因此在研究資料收集上利用專家問卷，問卷之問項設計主要依據第二章文獻回顧及專家訪談彙整而設計，本研究問卷內容主要分為三大部份並分述如下：

1. 第一部份：為填答者及所屬公司之基本資料，包括填答者職稱及服務年資，以及其所屬公司的員工總人數、行業別和公司內部已導入電子化的作業項目等問項。
2. 第二部份：為使填答者對個構面及準則有較深入的了解，問卷第二部份是說明

- 本研究架構圖及各構面和準則的定義。
3. 第三部份：此部分是依據三大構面與 12 項準則就兩個層級之評估準則分別建立
- 兩兩因素之相對重要性比較，衡量尺度採用 Saaty (1980)所提出之九點尺度量表，有關 AHP 評估尺度之說明如下表3。

表 2 航空貨運站出口作業導入電子化三大構面與各評估準則項目與說明

因素構面	評估準則	準則說明
Technology 科技層面	T1 複雜性	對某種創新工具(設備)或作業方式，感到難以理解與使用的程度。
	T2 安全問題	資訊系統安全性，確保商業機密性資料不洩漏與服務的穩定性。
	T3 成本	投資在新科技(設備與技術)所必須付出的相關成本與人員訓練費用。
	T4 科技就緒度	資訊技術基礎設施與 IT 人力資源。
Organization 組織層面	O1 公司規模	組織中的業務規模，如員工人數與年營業額。
	O2 資訊科技經驗	組織中已經存在的新科技技術，影響未來採用新科技的意願。
	O3 高階主管支持	高階主管可以分配組織資源，提升導入電子化的成功率。
	O4 直接的利益	組織感覺到改善的程度，並為組織帶來好處；提升效率、降低成本與減少錯誤率。
Environment 環境層面	E1 合作夥伴的壓力	企業受到上下游合作夥伴的影響程度。
	E2 競爭對手的壓力	企業受到產業內競爭對手的影響程度。
	E3 信任關係	企業對企業的尊重與誠信，是跨企業的互信關係。
	E4 政府政策	政府政策在推廣上扮演極為重要的角色；政策制定越完整對企業使用資訊科技是越正面，可以透過法規制定上給予補助，更會提升企業採用新資訊科技的意願。

資料來源：本研究整理。

表 3 AHP 評估尺度之意義與說明

評估尺度	衡量定義	說明
1	同等重要	兩評估準則(要素)具同等重要
3	稍微重要	稍微偏好某一準則(要素)
5	頗為重要	明顯偏好某一準則(要素)
7	極為重要	強烈偏好某一準則(要素)
9	絕對重要	絕對偏好某一準則(要素)
2, 4, 6, 8	相鄰尺度之中間值	介於兩種判斷之間

資料來源：賴春茹(2014)。

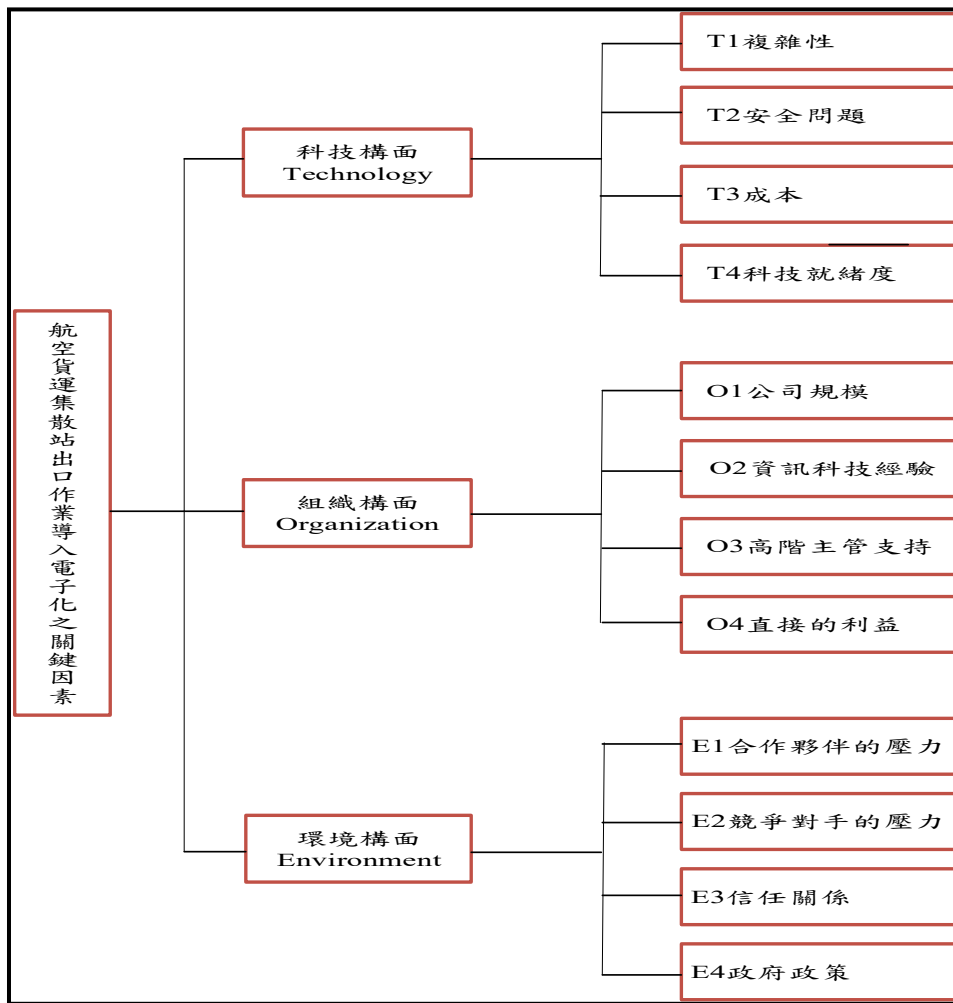


圖 2 研究架構圖

在調查對象方面，為從實務面以及供應鏈觀點探討航空貨運站出口作業導入電子化之課題，本文僅從航空貨運產業觀點，針對航空貨運供應鏈之上下游產業進行專家問卷調查，問卷發放對象以航空貨運業之高階主管為主，包括(1)高雄機場前四大航空公司：中華航空、國泰港龍航空、長榮航空及日本航空；(2)2019年小港機場前三大出口航空貨運承攬業者：中菲行國際

物流股份有限公司、臺灣日通國際物流股份有限公司以及香港商信可股份有限公司(臺灣-高雄分公司)；(3)二家國際快遞業者(DHL Express 臺灣高雄服務中心、臺灣順豐速運股份有限公司)、與(4)華儲(股)高雄分公司作業主管。因此，本研究將發放10份專家問卷，透過專家意見並利用層級分析法評估航空貨運站出口作業導入電子化重要關鍵成功因素。

3.3 層級分析法 AHP (Analytic Hierarchy Process)

層級分析法(AHP)已經被廣泛應用在具有多個評估準則下，協助決策者來解決複雜的決策方案問題，此一套決策模式是1971年由匹茲堡大學的 Saaty 教授所發展出來的，此決策模式主要包括拆解(decomposition)、相比判斷(comparative judgements)及分析排序(synthesis priorities)等三個程序，其主要的目的是把複雜的決策問題以系統化方式，整合專家的意見後，透過層級分解成不同類別的要素組別，將所要的評估準則進行兩兩相比較，以得出各層級要素量化後的重要性，最後再綜合進行整體的要素排序，提供決策者選擇方案必要的資訊，取得最好的決策方案，以降低決策錯誤的風險。由於AHP具有易於使用、實用性及理論簡單等特性，能系統化及有效的整合各專家領域之意見，並且使問題具體與明朗化，可協助決策者選擇出最好的決策標的，因此，AHP分析法目前已廣泛運用於社會科學管理領域之關鍵因素探討與決策選擇等項目範圍。

層級分析法(AHP)是把複雜問題拆解成簡單的要素的決策系統，起頭由文獻、訪談進行問題的描述與歸納，找出影響的關鍵要素並建立層級結構關係，定義其比例尺度，並進行關鍵要素之間兩兩相比，

找出要素之相對重要性，建立成對比較矩陣，計算得出其特徵向量與特徵值，求得各關鍵要素之權重(賴春茹, 2014; 趙麗文, 2015; 呂介豪, 2018; Saaty, 1980)，其步驟如下所述：

1. 找出問題：首先應瞭解所要研究的問題，釐清可能影響問題的關鍵因素(構面)，要留意關鍵要素彼此之間應具備獨立關係。
2. 歸納各評比關鍵要素：可透過回顧相關文獻、訪談業界學者專家的意見、腦力激盪法(Group brainstorming)、德菲爾法(Delphi method)等方式，蒐集整理出影響決策問題的關鍵要素。
3. 建立層級架構：各項評估之準則(關鍵要素)，依各自相互關係與獨立性予以層級結構化，層級最高一層，只有一個要素，為解決問題的總目標，以下各每階層，可包含多種關鍵要素，而每一階級的之關鍵要素(構面)多少，視問題之複雜度而定，但一般建議不超過七個，可以得到較好的一致性，避免評估時造成矛盾現象，而影響評估結果。
4. 設立成對比較表格：為了比較出兩兩要素間的相對重要性，Saaty (1980)將兩兩質化的相對比較(Pair wise Comparison)轉化成量化的尺度，採用九等份的評比量化尺度，其中包括五個主要級別尺度和四個相鄰等級；同等重要(Equal

Importance) 、 稍 有 重 要 (Weak Importance) 、 有 其 重 要 (Essential Importance) 、 尤 為 重 要 (Very Essential Importance) 、 絕 對 重 要 (Absolute Importance) ， 並 給 予 名 目 尺 度 1、3、5、7、9 的 衡 量 值 ； 另 有 四 項 介 於 主 要 等 級 之 間 ， 並 賦 予 2、4、6、8 的 衡 量 值 (見 表 3)。

5. 建 立 成 對 比 較 矩 陣 ； 依 據 問 卷 結 果 ， 計 算 各 關 鍵 要 素 之 相 對 重 要 性 建 立 成 立 比 較 矩 陣 。
6. 計 算 關 鍵 要 素 優 先 向 量 (Priority Vector) 及 最 大 特 徵 值 (Maximized Eigenvalue) ； 把 取 得 的 成 對 矩 陣 ， 採 用 特 徵 向 量 之 理 論 基 礎 ， 核 算 出 所 對 應 最 大 特 徵 值 的 特 徵 向 量 ， 並 求 得 各 關 鍵 因 素 之 相 對 權 重 。 提 供 決 策 者 充 分 的 決 策 資 訊 、 組 織 有 關 決 策 的 評 選 條 件 或 標 準 (criteria) 、 權 重 (weight) 和 分 析 (analysis) ， 且 能 減 少 決 策 錯 誤 的 風 險 性 。
7. 檢 定 一 致 性 (Consistence Index) ； 最 後 的 關 鍵 要 素 的 優 先 順 序 是 經 由 兩 兩 相 比 所 計 算 得 出 來 的 ， 由 於 專 家 們 填 寫 問 卷 時 ， 若 沒 定 義 好 關 鍵 要 素 的 優 先 順 序 ， 得 出 的 比 較 與 判 斷 可 能 會 前 後 會 不 一 致 ， AHP 可 透 過 一 致 性 比 率 (Consistency Ratio, C.R.) 來 衡 量 整 體 的 一 致 性 。 而 一 致 性 比 率 是 由 一 致 性 指 標 (Consistency Index, C.I.) 與 隨 機 指 標 (Random Index, R.I.) 的 比 例 來 顯 示 。

- (1) 計 算 一 致 性 指 標 (Consistency Index, C.I.)

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)}$$

C.I.=0 時，代表填答者前後判斷具有一致性，若 C.I.值愈大表示不一致性愈高，當 C.I.<或=0.1 時，代表可接受的誤差，若 C.I.>0.1 時，則表示問卷的評比結果前後不一致，應找出錯誤進行修正，直到符合一致性指數。

- (2) 計 算 一 致 性 比 率 (Consistency Ratio, C.R.)

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

一 致 性 比 率 (C.R.) 是 由 一 致 性 指 標 (Consistency Index, C.I.) 與 隨 機 指 標 (Random Index, R.I.) 的 比 值 來 表 示 。 而 R.I. 隨 機 指 數 是 隨 機 產 生 之 矩 陣 的 一 致 性 數 值 ， R.I. 數 值 與 矩 陣 階 數 相 關 (見 表 4) ， 依 照 矩 陣 之 階 數 查 出 相 對 應 之 R.I. 數 值 。

8. 整 體 階 層 權 重 計 算 ； 當 各 個 階 層 符 合 一 致 性 (C.R.) 比 率 後 ， 指 各 階 層 之 關 鍵 要 素 的 相 對 權 重 加 以 統 整 計 算 ， 即 可 得 出 每 一 層 級 的 整 體 權 重 ， 排 列 出 各 關 鍵 要 素 之 優 先 比 例 順 序 以 協 助 選 出 最 適 決 策 方 案 。

因此本研究選擇「層級分析法」，先以文獻回顧方式並納入專家訪談，據以採

用以符合實務上航空貨運業界考量之因素建立AHP架構，探討對航空貨運站出口

作業導入電子化之關鍵考量因素。

表 4 N 階正倒值矩陣的隨機指標值表

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

資料來源：Saaty (1980)。

肆、航空貨運站出口作業導入電子化效益分析

4.1 航空貨運站出口作業導入電子化後之流程前後比較介紹

相關研究已驗證電子化作業為企業所帶來之效益，本文為實際了解航空貨物出口實務案例中，企業導入電子化作業所帶來之效益，特別蒐集實務上之作業時間，並進行導入前後之作業時間比較，藉以驗證電子化作業所帶來之效益，此也呼應準則中直接的利益因素。

航空貨運站經常面臨進倉作業擁塞的情形，經實務操作與探究發現係受廠商出貨時間、配送業者車趟排程、航空承攬業者作業習性、公路交通順暢情形等因素所影響，尤其在特定時段(凌晨、中午過後、傍晚)，不同出口航班的貨物會集中進儲貨運站，造成貨運站場地、裝備、作業人力不足，致使進倉作業擁塞，進而可能衍生

進倉、儲位、出貨等資料錯誤，若未能在貨物築打盤櫃前更正，勢必造成貨物誤送目的地，衍生後續貨物無法即時申報、通關與提領，或更甚而貨物卡關無法提領，造成貨物價值與時效喪失，也將造成後續重新運送所衍生的相關理賠費用。因此，本研究以華儲(股)高雄公司為研究個案，針對空運出口作業導入電子化進行實際訪察與研究。該公司目前出口作業依貨物重量及件數可區分為四種進倉型態，分別為(1)自動化大盤、(2)中盤貨、(3)木墊貨、以及(4)小貨。為使本研究具客觀性依作業特性排除自動化大盤作業(單票貨物重量大於 500 公斤且超過 50 件，進倉筆數占總筆數約 2~3%)，僅針對餘三種(中盤貨、木墊貨、小貨)貨型進行傳統作業與導入電子化之效益分析與探討。

1. 傳統作業流程圖：

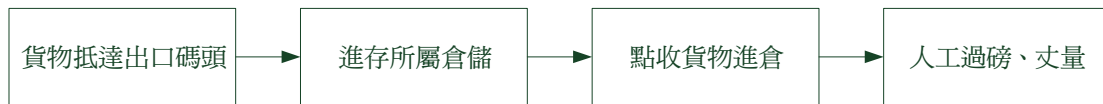
航空貨物出口作業流程主要如圖 3 所示，以貨物抵達碼頭至入倉主要可分為四個流程，(1)貨主或委託代理人(貨運公司或承攬業者)把貨物運送到貨運站出口

碼頭；(2)由依貨物重量、件數之不同進存所屬倉門貨物抵達出口碼頭；(3)進倉人員點收貨物進倉，比對託運單上主、併號、件數與目的地等資料，與貨上所貼標籤無誤後；以及(4)以人工方式進行丈量體積與貨物過磅，進存各貨型專屬儲區。

2. 導入電子化作業流程：

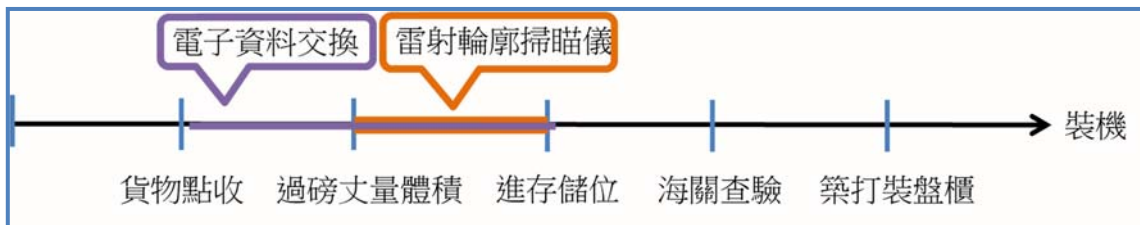
在傳統出口作業流程，利用時間軸來看貨物實體流，如圖 4 所示，航空貨物從卡車卸貨、貨物點收、過磅丈量體積、進存儲位、海關查驗、築打裝盤櫃、最後裝

機；而在貨物出口作業導入電子化，是指利用先進設備與資訊系統互通性，在貨物點收與過磅丈量體積的作業流程節點，利用電子資料交換與雷射輪廓掃描儀取代傳統人工，以皮尺丈量貨物材積與鍵輸航班、主、併號、重量、件數等資料，並進行航空公司、出口承攬業者、貨運站之間電子資料交換與資訊整合，最後由關貿網路彙整統合出口貨物通關訊息並傳送海關碰檔，始完成空運出口貨物通關程序。



資料來源：本研究自行繪製。

圖 3 航空貨物傳統出口作業流程圖



資料來源：本研究自行繪製。

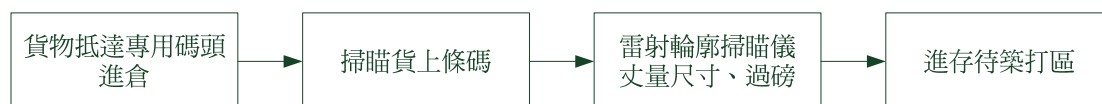
圖 4 出口作業流程時間軸

為解決尖峰時段出口貨物進倉作業擁塞情形，利用資訊科技導入電子化整合相關貨物資訊，並簡化作業流程可有效提升整體作業效益與服務品質；本研究個案華儲高雄分公司在基於開發貨源，以及解決熱門出口航班作業時間緊迫等考量，協

同DHL與國泰港龍航空公司進行出口作業電子化合作專案，研議解決在尖峰時段執行出口貨物進倉作業，避免場地、裝備、作業人力不足，造成進倉、儲位、出貨等資料錯誤，更甚而衍生人、貨安全之虞；在另一方面提升顧客忠誠度、創新服務，

以導入電子化作業創造航空公司、承攬業者、貨運站三贏局面。有關華儲公司出口導入電子化作業後，主要出口流程如圖 5

所示，分別為(1)貨物抵達專用碼頭進倉、(2)掃描貨上條碼、(3)雷射輪廓掃描儀丈量尺寸、過磅、以及(4)進存待築打區。



資料來源：本研究自行繪製。

圖 5 航空貨物出口電子化作業流程圖

4.2 航空貨物出口作業導入電子化效益分析

就此電子化作業之效益而言，最主要是縮短作業時間以及提高正確性，因此，本研究基於4.1節有關導入前後之航空貨物出口作業流程，依據三種不同類型，並根據不同作業流程段，以現場實務作業觀察與紀錄，初估電子化作業導入前後所需的出口作業時間。如4.1所述，導入電子化後，原出口進倉過磅作業將以雷射輪廓掃描儀與電子資料交換取代傳統人工丈量與鍵輸資料，另鍵輸資料改以電子資料交換後，可免除交付託運單予貨運站櫃臺人員鍵輸進倉貨物資料之排隊等候時間。本研究透過現場實務作業記錄，收集出口貨物分別採用傳統作業與電子化作業之貨物實體流作業時間資料如表5所示。

傳統貨物出口作業流程中，貨物從工廠運抵貨運站並自卡車卸貨後，依貨物重量、件數、大小進儲不同倉門，後續則進

行貨物點收、過磅、丈量體積以及進存儲位等相關作業流程，最後則再進行海關查驗放行、築打樁盤櫃及裝機等動作。如表 5 所示，以小貨為例，上述作業流程約平均約耗時 2.5~5分鐘，包括點收作業耗時 1~2 分鐘，過磅、丈量體積耗時 0.5~1 分鐘，以及進存儲位耗時 1~2分鐘；若以中盤貨為例，則總作業時間約耗時 4~10 分鐘；以木墊貨為例，每票貨物總作業耗時約為 3~8 分鐘。

相對的，在利用雷射輪廓掃描儀與電子資料交換等電子化作業後，貨物抵達貨運站可直接進儲專用進倉門，其中在進存儲位階段，配合航空公司打盤作業要求，專櫃(盤)專用，不與其它承攬業者貨物併裝，直接進儲待築打區，節省作業時間並加快築打效率。進一步探討導入電子化作業後，每票出口貨物在各作業階段所需耗時，如表5所示，以小貨為例，平均約耗時 0.2~0.5分鐘；中盤貨平均耗時 0.2~0.5分鐘；木墊貨平均耗時亦為 0.2~0.5分鐘。相

較於傳統貨物出口作業，在貨物點收作業階段約可節省 1.5~3.5分鐘，過磅、丈量體積階段則可節省 0.5~2.5 分鐘，進存儲位階段則可節省 1~3分鐘；因此，整體而言，在出口作業導入電子化後，每票貨物約可節省 2.5~8分鐘。其中小貨約可節省 2~4.5分鐘，中盤貨約可節省 3.5~9.5分鐘，木墊貨則可節省 2.5~7.5分鐘，此資料顯示在導入電子化作業後，對中盤貨及木墊貨之作業效益亦是較顯著的。

表 5 出口貨物傳統作業與導入電子化之作業時間比較一覽表

類別	流程 貨型	貨物到達貨運 站卡車卸貨 ¹	貨物點收 作業 ²	過磅、丈量 體積 ³	進存儲 位 ⁴	海關查驗 放行 ⁵	築打裝盤櫃	合計所需時 間(分鐘)
傳統 作業	小貨	小貨進倉門	1~2 分鐘	0.5~1 分鐘	1~2 分鐘	--	需待基底貨抵 達後始可進行 築打，以符合 航空公司盤櫃 裝載最大化要 求 ⁶	2.5~5
	中盤貨	中盤貨倉門	2~4 分鐘	1~3 分鐘	1~3 分鐘	--		4~10
	木墊貨	木墊貨倉門	1~2 分鐘	1~3 分鐘	1~3 分鐘	--		3~8
導入電 子化	小貨	專用進倉門	0.2~0.5 分鐘		進存待 築打區 ⁷	--	直接築打 ⁶	0.2~0.5
	中盤貨		0.2~0.5 分鐘			--		0.2~0.5
	木墊貨		0.2~0.5 分鐘			--		0.2~0.5
節省			1.5~3.5	0.5~2.5	1~3	--	--	2.5~8

註 1：業者把貨物運抵貨運站，依貨物重量、件數、大小進儲不同倉門。
 註 2：貨運站人員檢查貨物所貼標籤(Label)航空公司主提單號碼(Master Airway Bill Number)、目的地(Destination)是否與「出口貨物託運申請書」資料相符。
 註 3：清點貨物件數、過磅重量、丈量體積。
 註 4：接收貨物後，入儲人員把貨物儲存於指定儲區與儲位空間，大盤區、中盤貨架區與特殊貨品儲存區。
 註 5：一般情況下，抽驗率在 3%左右。在某些情況，重點稽查某類貨物時或某企業時，對於這種貨物或企業查驗率額外高，但這並非常態。
 註 6：依航空公司出口貨物築打作業規定，裝載於盤、櫃內貨物必須符合下重上輕、裝載最大化。
 註 7：配合航空公司打盤作業要求，專櫃(盤)專用，不與其它承攬業者貨物併裝，直接進儲待築打區，節省作業時間並加快築打效率。

資料來源：本研究自行整理。

本研究除利用現場作業記錄時間，進行導入電子化作業前後時間效益比較外，亦透過實際訪談該公司作業主管，以作業現場觀點，針對航空貨運站出口進倉、過磅作業導入電子化投入成本與產生的效益進行訪談。為使貨物時效最大化，DHL

Express (以下稱 DHL)選擇 KA457 高雄往香港的最後一班出口班機(21:30起飛)作業，以增加客戶交貨時間、延長結單時間；相對的，壓縮了在機場端的相關作業時間，貨物從進倉、過磅到完成築打盤櫃作業，必須在 20:30 前完成所有貨物築打

作業，並提供盤櫃重量表予航空公司製做飛機載重平衡表，這之間不容許有任何延宕或錯誤，在不得影響飛機準時率下，若貨物無法即時通關就必須延滯到隔天，並衍生後續索賠事宜。

DHL 貨物運至高雄航空貨運站時通常在傍晚 18:30~19:30 之間，適逢下班時段車流多，易受路途上交通因素影響，經常因高速公路路況而有所延誤，經雙方合作以電子化方式導入出口作業，於碼頭執行進倉作業時，搭配雷射輪廓掃描儀與電

子資料交換方式，貨物不分貨型以專用倉門進儲，免除了以人工丈量貨物體積、過磅、進存待築打區作業，配合航空公司打盤作業要求，專櫃(盤)專用，不與其它承攬業者貨物併裝，節省作業時間並加快貨物築打盤櫃效率，每月進存貨量由20~30噸成長至110~130噸。因此，綜整相關系統建置成本、效益以及現場主管實務訪談，可彙整出航空貨物出口作業導入電子化後所產生之認知效益與成本，如表6所示。

表 6 出口作業導入電子化之認知效益與成本

類別		內容
效益	有形	加快進倉作業，節省作業時間
		節省作業人力
		降低進倉資料錯誤率
		減少前置作業時間
		提升築打盤櫃作業正確率
		提升貨物作業安全性
		延長收貨時間
		降低作業費用(卡車運輸費用)
	無形	企業形象
		專倉專用
顧客忠誠度		
服務與產品的創新		
成本	有形	硬體設備：電腦、磅秤、雷射輪廓掃描儀、輸送帶等設施
		人員教育訓練
		折舊費用
	無形	員工操作電腦熟悉度(適應成本)
		設備的保護與損耗
		場地使用靈活性

資料來源：本研究自行整理。

伍、航空貨運站出口作業導入電子化關鍵因素分析

5.1 基本敘述統計分析

本研究針對臺灣高雄小港機場之貨運站-華儲高雄分公司進行專案研究，並對該航空貨運供應鏈之上下游產業進行調查，問卷發放對象是高雄機場前四大航空公司(中華航空、國泰港龍航空、長榮航空、日本航空)、2019年小港機場前三大出口承攬業者(中菲行國際物流股份有限公司、臺灣日通國際物流股份有限公司、香港商信可股份有限公司臺灣-高雄分公司)、二家國際整合型快遞業者(DHL Express 臺灣高雄服務中心、臺灣順豐速運股份有限公司)、與華儲(股)高雄分公司，問卷自

2020年3月1日採親自紙本發放及協助填答方式，共發放10份問卷，至2020年4月10日止，共回收10份問卷，回收率100%。

在進行層級分析法之前，本研究首先針對所回收之 10 份問卷進行審視有無填寫不完整之情況，並進行一致性檢定。一致性檢定結果如表 7 所示，在所有 10 份問卷中，除問卷填答者(一)及(六)在第一層構面的一致性檢定值(C.R.值)大於 0.1 外，其餘所有填答者在各構面及次準則之一致性檢定均通過測試。考量兩位填答者僅在第一層構面之 C.R.值略大於 0.1，在其他次準則構面均符合門檻值，且兩位填答者的工作資歷皆超過 21 年以上，屬高階管理職且在業界屬標竿公司，所填寫資料具一定參考價值，故本研究仍將此兩份視為有效問卷，進行後續之研究分析。

表 7 回收問卷一致性檢定

調查對象	研究構面 一致性檢定	一	二-1	二-2	二-3
		填答者(一)	Inconsistency 值	0.21	0.02
填答者(二)	Inconsistency 值	0.02	0.02	0.09	0.08
填答者(三)	Inconsistency 值	0.02	0.00	0.00	0.00
填答者(四)	Inconsistency 值	0.02	0.03	0.01	0.03
填答者(五)	Inconsistency 值	0.00	0.00	0.09	0.00
填答者(六)	Inconsistency 值	0.32	0.05	0.06	0.05
填答者(七)	Inconsistency 值	0.01	0.07	0.03	0.01
填答者(八)	Inconsistency 值	0.00	0.10	0.05	0.04
填答者(九)	Inconsistency 值	0.02	0.02	0.01	0.01
填答者(十)	Inconsistency 值	0.07	0.11	0.08	0.07

專家研究問卷經篩選及通過一致性檢定後，有效填答者之基本資料分析如表 8 所示。有效問卷之基本資料敘述統計分析中，職稱部份以經理最多占了 50%，其次為課長占了 20%，其它人員各有一位總經理、協理、主任，各占了 10%。產業年資部份以 21 年以上最多，有 7 人，占了

70%，其次是 16~20 年有 2 人，最後 10~15 年則是 1 人，占了 10%。由填答者年資與職稱可知，本研究問卷填答者有 9 人年資為 16 年以上，且皆為中高階主管，對航空貨運作業有充份的認識與瞭解，符合專家之特質，因此所回收之專家問卷具有一定之信度。

表 8 有效問卷之基本資料敘述統計分析

統計變數		次數	百分比(%)
職稱	副總經理(含)以上	1	10.00%
	協理	1	10.00%
	經理/副理	5	50.00%
	課長	2	20.00%
	主任	1	10.00%
產業年資	21 年以上	7	70.00%
	16~20 年	2	20.00%
	10~15 年	1	10.00%
公司員工人數	1,001 人以上	5	50.00%
	701 人~1000 人	1	10.00%
	401 人~700 人	2	20.00%
	101 人~400 人	2	20.00%
產業別	航空貨運承攬業	5	50.00%
	航空公司	4	40.00%
	航空貨運倉儲業	1	10.00%
已導入電子化項目	財務作業	10	100.00%
	行政管理作業	9	90.00%
	貨運作業	10	100.00%
	其他	4	40.00%
總計：10 人			100%

在公司基本資料部份，公司員工人數 1,001 人以上占 50%，其次是 701~1,000 人占 10%，而 401~700 人占 20%，最後則是 101~400 人，占了 20%。產業別涵括了航空貨運供應鏈主要成員，有航空公司、承攬業者(含整合型快遞業者 2 家)及航空貨運集散站業者；為了解填答者所屬公司在企業導入電子化之情況，本研究亦請填答者就該公司之電子化作業進行填答，結果顯示所有填答者在財務作業及貨運作業均已導入電子化作業，另有 90%的填答者在行政管理作業上也已經導入電子化作業；另有 40%的填答者表示其他業務已導入電子化作業，此其他業務是指在客運業務作業導入電子化作業，此原因是此項業務屬於航空公司業務，由於有 4 份來自航空公司的填答者勾選此作業項目。

5.2 權重分析

本研究依據TOE理論進行專家問卷設計，共研擬出三大構面與12項準則，經由專家問卷發放回收及經過一致性檢定後，最終將利用10份有效專家問卷，透過 Expert Choice11.5軟體進行權重的求取。首先針對第一層級之三大構面進行權重求取；接著再對各構面下之準則進行權重求取，最後把第一層級及第二層級所得之權重進行相乘，以計算得出12項評估準則之整體權重排序，各結果詳述如下；本研究僅針對航空貨運站出口作業導入電子

化關鍵成功因素之萃取，並不進行最適替代方案之評選及探討。

5.2.1 第一層級構面之相對重要性分析

全體受訪者對於影響航空貨運站出口作業導入電子化關鍵因素的權重值如圖 6 所示，結果發現排序第 1 為「組織層面」，權重值 0.442；排序第 2 是「環境層面」與「科技層面」，權重值皆為 0.279。此結果顯示，填答者認為組織層面因素是影響航空貨運站出口作業導入電子化最關鍵的因素層面。

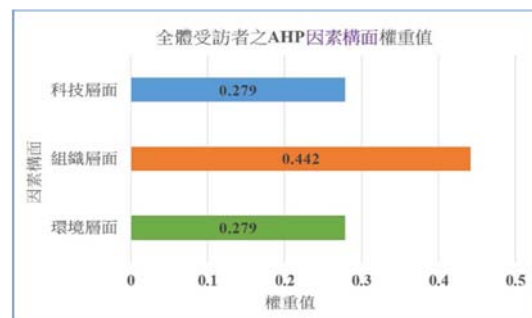


圖 6 全體受訪者之因素構面權重值

就本研究群體而言，組織層面之權重值為 0.442，相較其他二項層面權重值 0.279 均來的高。由於從實務角度來看，在航空貨運市場快速變動的情形下，以航空公司產業而言，是屬於投入成本相較其它產業高出許多的高資本密集產業；而航空貨運承攬業則屬進入市場障礙小，產業競爭者眾的完全競爭市場，儘管推動企業電

子化可提升作業效率、降低成本、減少錯誤率與創顧客滿意度，進而使企業組織取得競爭優勢與獲利。然航空貨運產業是屬於國際性複雜產業，在決定是否導入新科技或是流程導入電子化作業，往往受到組織本身規模、能力及公司政策等主要因素的影響。因此，在航空供應鏈的成員裡，填答者認為內部的組織層面因素，相較外部的科技與環境層面因素，對影響航空貨運貨運站出口作業導入電子化作業來的重要。

5.2.2 第二層級構面之相對重要性分析

本小節將針對第一層級「科技」、「組織」、「環境」等三個構面下之次準則分別進行權重求取與排序。首先在科技構面，表 9 顯示填答者認為「T2 安全問題(0.433)」是影響航空貨運集散站導入電子化作業最主要的科技層面評估準則，此結果和以往研究發現是類似，安全因素一直是企業採用新科技時最關切的考量因素。其次則分別為「T3 成本(0.213)」、「T4 科技就緒度(0.206)」以及「T1 複雜性(0.148)」。

航空貨運供應鏈講求的就是貨物時效性與安全性，由於航空貨運供應鏈涉及貨主、承攬業者、報關行、航空公司、海關、檢疫單位(行政院農委會動植物防疫檢疫局、衛生福利部食品藥物管理署)、貨運

站等多個單位間跨組織的訊息傳遞與分享，因此，資訊系統的安全性更顯得非常重要，為有效整合供應鏈成員的資訊，並加快貨物處理及運送速度，則必須確保商業機密性資料不洩漏，以及與相關服務的穩定與安全性，尤其在網際網路中進行資訊的傳遞，須避免系統遭受病毒安全威脅，以致產生企業跟個人重要資料外洩的危機，進而造成貨物無法即時通關或資料誤失，無法準時運送至貨主端，造成貨物價值喪失，因此，如同多數研究之結果，安全性問題一直是企業及供應鏈成員所關切的，也造就近期企業對區塊鏈之需求。

表 9 第二層級科技構面之權重值

因素構面	評估準則	代號	權重值	排序	一致性
科技層面	複雜性	T1	0.148	4	0.001
	安全問題	T2	0.433	1	
	成本	T3	0.213	2	
	科技就緒度	T4	0.206	3	

除了安全性課題外，由於新資訊科技採用往往需投入大量成本，包括建置成本、訓練及學習成本、維護成本、適應成本等有形及無形的成本，因此企業在採用時，往往必須考慮投入的成本是否符合經濟效益，是否能發揮最大價值，故，成本是填答者認為在科技構面下，第二重要的準則。由於新科技之採用會涉及維護及使用複雜度。因此，資訊技術基礎設施與 IT

人力資源的科技就緒度也是企業認為重要的考量因素，在科技構面下分別為排序第三及第四重要之準則。

在組織層面方面，表 10 顯示填答者認為「O3 高階主管支持(0.311)」是航空貨運集散站導入電子化最重要的組織層面評估準則，其次依序為「O4 直接的利益(0.296)」、「O2 資訊科技經驗(0.198)」以及「O1 公司規模(0.194)」。

在航空貨運供應鏈中，市場競爭激烈，企業必須配合市場變化進行策略調整改變，在實務界中，通常以高階主管最有主導力，也能掌控企業組織內較多的資源，因為可以直接為組織帶來營收與獲利，組織目的就是為企業提升競爭力、降低成本及增加效率；透過高階主管的支持，在推動電子化的過程中能減少不必要的困擾，能夠適時採用必要的專案，進而滿足顧客的需求。因此，高階主管支持與直接的利益在組織層面的排序是第一與第二重要；公司營業規模與存在於組織內資訊科技經驗的權重值，則在此構面下分別排序第三及第四位。

表 10 第二層級組織構面之權重值

因素構面	評估準則	代號	權重值	排序	一致性
組織層面	公司規模	O1	0.194	4	0.005
	資訊科技經驗	O2	0.198	3	
	高階主管支持	O3	0.311	1	
	直接的利益	O4	0.296	2	

在環境層面方面，由表 11 顯示填答者認為「E2 競爭對手壓力(0.34)」是航空貨運集散站導入電子化最重要的環境層面評估準則，其次為「E4 政府政策(0.312)」、「E3 信任關係(0.191)」、「E1 合作夥伴的壓力(0.157)」。

表 11 第二層級環境構面之權重值

因素構面	評估準則	代號	權重值	排序	一致性
環境層面	合作夥伴的壓力	E1	0.157	4	0.003
	競爭對手的壓力	E2	0.340	1	
	信任關係	E3	0.191	3	
	政府政策	E4	0.312	2	

在臺灣的航空貨運產業裡，航空公司與貨運站是屬於民航六業中被政府管制的產業之一，可以取得航空公司與貨運站經營權的企業組織是必須符合特定條件、集團式經營與被政府入股監管，在市場上有著上述條件的進入障礙，屬寡佔市場，競爭對手的(壓力)一舉一動，會牽動市場的變化，因此，填答者認為競爭對手的壓力是在環境構面下最重要的因素；除此之外，航空貨運屬國際產業，容易受到政治、政策、經濟、產業等總體環境面之影響，所以政府政策也是重要的影響因素，若政府能在以提升產業整體競爭力考量下，給予產業更多補貼與誘因，將可提高業者導入電子化作業的意願。而對填答者來說，

信任關係與合作夥伴的壓力的重要權重值則相對較低。

5.2.3 整體權重分析

本小節主要針對前述兩小節所得之第一層級與第二層級權重進行加權以得出整體權重值並進行排序，如表 12。在評估準則中以「組織層面」裡的「O3 高階主管支持」(權重 0.137)為最高，第二為「O4

直接的利益」(權重 0.131)，第三為「科技層面」中的「T2 安全問題」(權重 0.121)，第四則是「環境層面」中的「E2 競爭對手的壓力」(權重 0.095)；相對的，整體權重值排序最後三名為「環境層面」中的「E3 信任關係」(權重 0.053)、「環境層面」中的「E1 合作夥伴的壓力」(權重 0.044)、「科技層面」中的「T1 複雜性」(權重 0.041)。

表 12 航空貨運集散站導入電子化作業關鍵因素整體權重值與排序

構面評估	權重	評估準則	權重	排序	整體權重	整體排序
科技層面	0.279	複雜性	0.148	4	0.041	12
		安全問題	0.433	1	0.121	3
		成本	0.213	2	0.059	8
		科技就緒度	0.206	3	0.057	9
組織層面	0.442	公司規模	0.194	4	0.086	7
		資訊科技經驗	0.198	3	0.088	5
		高階主管支持	0.311	1	0.137	1
		直接的利益	0.296	2	0.131	2
環境層面	0.279	合作夥伴的壓力	0.157	4	0.044	11
		競爭對手的壓力	0.340	1	0.095	4
		信任關係	0.191	3	0.053	10
		政府政策	0.312	2	0.087	6

本文專家訪談結果提出信任關係與合作夥伴的壓力是企業導入電子化重要的考量因素，然本文所回收之填答者中有五位非屬訪談專家，且填答者所屬企

業規模在航空貨運供應鏈中皆是產業中屬一屬二的標竿企業，相關供應鏈決策較具主導地位，不若中小規模企業較受限於其他供應連成員，因此，相對其他

因素，合作夥伴的壓力與考量信任關係顯得重要性沒那麼高。此外，「T1 複雜性」的權重值排名在最後，由於現有先進科技技術之發展，新的科技或系統在使用上已具有整合組織之功能，且在使用介面上也顯得較人性化與容易化，此外，航空貨運從業人員對於整合各供應鏈成員之系統本應該具有基本的素養與操作技術，因此，填答者認為新科技之複雜度在影響企業導入電子化作業上顯得較沒那麼重要。

陸、結論與建議

面對全球化的競爭環境，企業愈來愈需要透過創新以維持在產業中的競爭優勢，在企業國際化及供應鏈整合管理觀念趨勢下，國際間貨物快速移動之需求增加，此也帶動具安全運送特性的航空貨運產業的需求持續增加，再加上航空科技發展突飛猛進，航空運輸運能大幅擴增，網際網路普及與資訊即時傳遞，航空貨物運輸成為全球化時代下國際化企業不可或缺的必要供應鏈與行銷策略活動。受 Covid-19 疫情影響，造成全球 200 多國的邊境管制，航空貨運的供給量一夕之間突然緊縮了，疫情改變全球航空貨運業，中國復工後亞太區的產業供應鏈對空運的需求增加，也使航空運價攀升至歷史新高；如何在詭譎多變的市場，以適當的工具與

方法來整合航空貨運供應鏈，來創造供應鏈成員最大的利益，是產、學界共同與最終的目標。尤其疫情已趨使企業對數位化能力之重視，本文主要研究結論與建議歸納如下。

6.1 結論

新資訊科技之應用已被企業視為提升服務品質與競爭優勢的關鍵策略，本研究主要以航空貨運集散站經營業為例，探討臺灣航空貨運集散站在出口作業導入電子化的效益以及考慮因素。在效益方面，主要利用簡單個案進行現場作業問資料收集，藉以了解電子化作業導入前後在作業時間的差異；另外，本研究利用專家問卷進行資料收集，並透過 AHP 分析法瞭解影響航空貨運站出口作業導入電子化的關鍵因素，主要研究結果分述如下。

1. 透過實際案例可得知，航空貨運站出口作業導入電子化帶來有形與無形的效益，包括可解決貨運站、航空公司、承攬業者在尖峰時段執行出口貨物進倉作業擁塞問題，平均而言每件貨物可節省 2.5~9 分鐘，尤其以 DHL 為整合型快遞業者，貨物大多為中盤與小貨，能有效節省更多時間，避免投入無謂的人力、物力：在機場作業端，減少前置作業時間、加快了進倉作業時間，節省作業人力、降低貨物進倉資料錯誤率、提升築打盤櫃作業正確率、提升貨物作業

安全性；另在承攬業者端：延長收貨時間，也減少了作業費用(作業人力與卡車運輸費用)。整體而言，透過導入電子化的過程，建立創新服務與產品，提升了各自的企業形象與顧客忠誠度，也真正創造了企業組織的利益。

2. 本研究透過文獻整理與專家訪談，以 TOE(科技、組織、環境)架構彙整出影響航空貨運集散站出口作業導入電子化的構面與因素，在科技構面包括四項準則分別為：複雜性、安全問題、成本、科技就緒度；組織構面包括四項準則分別為：公司規模、資訊科技經驗、高階主管支持、直接的利益；環境構面包括四項準則分別是：合作夥伴的壓力、競爭對手的壓力、信任關係、政府政策。
3. 本研究綜整上述文獻與專家訪談，整理出本研究架構並利用專家問卷進行 AHP 分析，研究結果顯示在第一層級方面，填答者認為「組織」構面為航空貨運站出口作業導入電子化最重要的構面，而排名第二的則是「科技」與「環境」構面。第二層級方面，「高階主管支持」是填答者在組織構面中最重要之項目；「安全問題」為填答者在科技構面中最重要之項目；「競爭對手的壓力」為填答者在環境構面中最重要之項目。最後，就整體權重而言，在航空貨運站出口作業導入電子化12項準則下，研究結果顯示填答者認為最重要的前五項關

鍵因素是「高階主管支持」、「直接的利益」、「安全問題」、「競爭對手的壓力」、「資訊科技經驗」。

6.2 建議

本文利用TOE架構探討航空貨運站出口作業導入電子化之關鍵成功因素，冀望研究成果能提供給產業界及學界相關參考價值，並協助業者後續在導入電子化作業時參考，相關研究建議如下。

1. 本研究結果發現高階主管的支持是影響航空貨運集散站導入電子化作業最關鍵的影響因素，其次為直接的利益，建議企業在推行導入新科技(技術)或實施流程改善等重大政策時，公司內部企劃或承辦單位必須以數據化的效益分析結果，才能比較容易說服並取得主管的信任與支持。
2. 研究顯示安全問題也是企業在採用電子化過程中的重要因素之一，從企業本身、合作廠商到供應鏈整個體系網絡，企業正面臨重重安全關卡，重要資訊設備與各階層網路的串聯關係複雜，必須有適當的安全管理方案來控管與降低設備與通訊節點間的安全威脅。在未來科技應用與消費者隱私權的角力與爭議逐漸浮現，如何界定個人資料保護的法規，也會影響智慧科技未來的發展方向。企業必須有很強的資安危機意識，並管理資安風險，這將是導入新科技、

應用程式與服務的開發者與使用者必須達成的首要任務。在面臨外部駭客攻擊各新興科技應用，未來可朝向強化以下面向：(1)資安事件應變與調查；(2)資料加密、身份認證及資訊基礎設施保護；(3)智慧科技應用軟體品質保證與測試與裝置安全測試及檢測；以及(4)資料去識別化與隱私權保護。

3. 企業為求生存以及提升競爭力，在經營策略上往往會競相模仿，因此，本研究發現競爭對手的壓力也是影響企業採用電子化的關鍵要素之一。尤其本研究對象航空貨運集散站屬於寡佔市場，任一競爭者採取策略行動，必定會對其他競爭者造成變化與影響；因此在規畫策略前，會主動斟酌或預測其他競爭者可能採取的行動，以追求組織利益最大化。因此，建議企業亦應該隨時掌握競爭對手之策略動向。

6.3 後續研究建議

1. 本研究僅以華儲高雄航空貨運集散站為實務個案，就航空貨運站角度出發，結合航空公司、承攬業者等使用者來探討導入電子化的效益，建議未來可以擴展至桃園機場四家貨運站進行研究。
2. 考量研究個案之實務性，本文僅從航空貨運產業觀點探討，後續可增加從產、官、學研之觀點進行完整性分析。此外，本文實務個案雖從出口觀點探討，然整

體評估架構並不僅限出口作業，後續可將評估架構擴及至進口或轉口作業。

3. 本研究僅以簡單作業時間數據進行效益分析，後續研究可收集更多數據資料，透過數學模式來進行效益分析。
4. 本研究以專家問卷探討航空貨運站出口作業導入電子化，建議後續學者可使用其它研究方法，如結構方程式來進行因果分析，取得航空貨運供應鏈上下游導入電子化關鍵成功因素與相互影響關係，供實務界參考進而以較少資源，創造供應鏈成員們最大效益。

參考文獻

呂介豪，2018，國際物流中心整合跨境電商管理之關鍵成功因素探討，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。

呂錦山、王翊和、楊清喬、林繼昌，2019，*國際物流與供應鏈管理*，滄海圖書資訊股份有限公司，臺中市。

李世芳，2014，航空貨物承攬業服務品質評鑑準則之研究-以桃園航空貨運站為例，開南大學觀光運學院碩士在職專班碩士論文，桃園市。

李妙福，2000，國內企業電子化關鍵成功

因素之研究，臺北大學企業管理研究所碩士論文，臺北市。

李明德，2008，兩岸航空貨運發展現況與競爭力之研究，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。

胡凱傑、呂明順、黃美婕，2010，航空貨運站服務品質、創新能力與企業形象對顧客滿意度與忠誠度之影響，*商略學報*，第 2 卷，第 1 期，37-54。

胡銘尹，2017，航空公司機場貴賓室導入科技創新服務之研究，國立臺北科技大學管理學院經營管理 EMBA 碩士論文，臺北市。

唐國銘，2017，航空地勤機坪作業盤櫃追蹤管理系統導入成效評估—以 F 公司為例，國立中央大學資訊管理學系研究所碩士論文，桃園市。

孫翼中，2004，航空貨運倉儲業價值行銷鏈與競爭優勢之建構分析以華儲公司為例，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，高雄市。

張有恆，2008，*航空業經營與管理*，華泰書局，臺北市。

許弼元，2013，亞太地區機場航空貨運競爭，國立交通大學運輸與物流管理學系碩士論文，新竹市。

郭思言，2011，航空貨運業之服務品質改善研究，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。

陳建宇，2014，影響航空貨運承攬業者參與航空電子貨運專案意願之研究，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。

陳盛山，2005，航空貨運集散站業經營策略之研究-以華儲股份有限公司為例，國立交通大學高階主管管理學程碩士論文，新竹市。

黃玉枝、呂執中，2009，臺灣中小企業電子化成長階段之研究，*臺南科技大學報(人文管理)*，第 28 期，197-216。

黃其昌，2009，臺灣地區航空貨運集散站市場區隔之研究，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。

黃冠傑，2018，組織採用資訊科技之彙整分析，國立政治大學資訊管理學系碩士學位論文，臺北市。

黃敏佑，2006，航空貨運承攬業組織特質與協同商務關係之研究，國立交通大學管理學院運輸物流學系碩士論文，新竹市。

楊榮蘭，2019，影響選擇航空貨運集散站因素之研究，臺北海洋科技大學海空物流與行銷系碩士論文，臺北市。

- 廖挺宇，2013，供應鏈資訊整合、供應鏈品質管理與組織績效關係之研究-以物流中心業者為例，國立高雄海洋科技大學航運管理研究所碩士論文，高雄市。
- 趙清成、徐賢斌，2016，航空貨運集散站出口作業流程改善之研究，*航運季刊*，第 25 卷，第 3 期，57-77。
- 趙麗文，2015，低成本航空開航評估指標之研究-以 AHP 理論應用，國立高雄應用科技大學觀光管理系觀光與管理碩士論文，高雄市。
- 賴春茹，2014，以 AHP 探討旅客參考旅遊資訊的重視因素，南華大學旅遊管理學系旅遊管理碩士班碩士論文，嘉義縣。
- 謝困羽、賈凱傑，2012，航空貨運資訊平台系統關鍵功能分析，*第 15 屆科技整合管理研討會論文集*，頁 1-16，臺北市。
- 魏承儀，2013，影響醫院採用扣除額單位電子資料交換系統之關鍵因素，義守大學醫務管理學系碩士論文，高雄市。
- 龔加吟，2014，臺灣動物用藥品及醫療器材之電子商務平台發展，國立中山大學企業管理研究所碩士論文，高雄市。
- DePietro, R., Wiarda, E. and Fleischer, M., 1990. The context for change: Organization, technology and environment. In Tornatzky, L.G. & Fleischer, M. (Eds), *The Process of Technological Innovation*, Lexington Books: Lexington, MA, pp.151-175.
- Di Vaio, A., Palladino, R., Pezzi, A. and Kalisz, D.E., 2021. The role of digital innovation in knowledge management systems: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 123, 220-231.
- Govindan, K., Cheng, T.C.E., Mishra, N. and Shukla, N., 2018. Big data analytics and application for logistics and supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 114, 343-349.
- Lai, P.L., Su, D.T., Tai, H.H. and Yang, C.C., 2020. The impact of collaborative decision-making on logistics service performance for container shipping services. *Maritime Business Review*, 5(2), 175-191.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill: New York.
- Van Hoek, R., 2001. E-supply chains – virtually non-existing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(1), 21-28.

Wamba, S.F. and Queiroz, M.M., 2020. Blockchain in the operations and supply chain management: Benefits, challenges and future research opportunities. *International Journal of Information Management*, 52, 102064.

Yang, Z.F., Yong, S.B. and Wang, H.Y., 2014. Website quality and profitability evaluation in ecommerce firms using two-stage DEA model. *Procedia Computer Science*, 30, 4-13.