

機坪安全之風險因素與改善策略之探討 ——以航空公司 GDI 事件為例

Exploring Risk Factors and Prevention Strategies of Ramp Safety – A Case Study of An Airline's Ground Damage Incidents

張有恆 (Yu-Hern Chang)^{①*}、林侑靜 (Yu-Chinn Lin)^②

摘要

機坪安全為一重要航空議題，發生於機坪之地面傷損事件 (Ground Damage Incidents) 除發生率較其他意外事件高之外，航空公司每年地面傷損成本更高達 40 億美元。本研究依據 IATA 五大肇事因素為研究構面，篩選國內外 GDI 事件之肇事因素，建立影響機坪安全之風險因素之完整架構，採用決策實驗分析法 (Decision Making Trail and Evaluation, DEMATEL) 和分析網路程序法 (Analytical Network Process, ANP) 探討各項風險因素之因果關係及相對重要值，最終透過改善可行性分析得知重要度高且待優先改善之風險因素。本研究建議航空公司應將「未遵守標準作業程序」、「未遵守安全規定」、「未遵守個人防護裝備規定」、「作業經驗不足」、「不安全之作業裝備」、「欠缺標準作業程序」以及「未確實督導」作為擬定機坪安全管理策略的方向，期供相關單位及研究作為參考。

關鍵字：地面損傷事件 (Ground Damage Incident)、機坪安全、風險因素、決策實驗分析法、分析網路程序法

Abstract

Ground damage incidents (GDI) continue to be the major concern in the ramp

①* 通訊作者，國立成功大學交通管理科學系名譽教授 (yhchang@mail.ncku.edu.tw)。

② 國立成功大學交通管理科學研究所碩士。

safety. GDI not only cause huge financial cost, but also damage airlines' reputation, such as repair costs, lost revenue, passenger inconvenience, increased maintenance workload. According to IATA 2015 annual review, ground damage costs airlines an estimated \$4 billion per year. Therefore, airlines expect to reduce costs related to ground damages. The purpose of this study is to identify the main risk factors involved in ground damage incidents. First, 117 ground damage incidents from a major airline and reports of causal factors from IATA Ground Damage Database were reviewed to establish an applicable ramp safety framework. Furthermore, to find out the leading incident casual factors, Decision Making Trail and Evaluation (DEMATEL) method combined with the Analytical Network Process (ANP) method are adopted to analyze the influence relationship of risk factors and the relative importance of these 20 risk factors via expert questionnaire surveys.

The result suggested that the seven risk factors allocated in the top priority implementation zone are “standard operating procedures”, “safety regulations”, “personal protective equipment”, “lack of practice in the task”, “unsafe for task”, “lack of standard procedures” and “inadequate supervision”, which are ranked high both in importance and improvement-achievability. The paper contributes to provide the main risk factors for airlines, ground handling agencies and Civil Aeronautics Administration (CAA). These risk factors can help them improve ramp safety and efficiency under the limited resource to avoid the occurrence of GDI.

Keywords: Ground damage incidents (GDI), Safety ramp, Risk factors, Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL), Analytic Network Process (ANP)

壹、前言

機坪安全已是近十幾年來重要的航空議題之一，而「機坪安全」在國際民用航空組織 (International Civil Aviation Organization, 簡稱 ICAO) 的意外分類中

隸屬於「地面安全」的類別內，地面安全的內容包含機坪安全、地面碰撞、全部的地面服務、起飛前之前置作業、引擎開車、航空器進坪與駛離之相關作業，以及拖機和後推作業等。依據 ICAO(2016) 的安全報告 (Safety Report) 中顯示，除了三

大意外類別外(跑道安全、飛機航行中失控及航空器操控下撞地)，「地面安全」為第四大的意外類別。

機坪安全之地面傷損事件(Ground Damage Incidents, 簡稱 GDI 事件)雖未像跑道入侵、航空器衝偏出跑道、航空器航行中失控或甚至是航空器操控下撞地等重大意外事故那麼駭人聽聞，且備受各界關注，然而，對於航空公司來說卻是不可輕視的飛安事件，據某國籍航空公司之統計，2005 至 2015 年 GDI 事件數高達 117 件，更彰顯出地面處理作業之安全也是機場管理中的一門重要議題，且其中還有涉及較商業性之研究主題，例如：飛機到機門之分配、出租車計畫、人員調度、客車分配和移動、分配地面支援設備(Ground Support Equipment, 簡稱 GSE)等(Yan and Chang, 1998; Andersson et al., 2000; Roling and Visser, 2009; Diepen et al., 2009; Andreatta et al., 2014)。

飛機要準時起飛或後推，關鍵就在於停機坪上的作業及服務流程皆順利進行。倘若地勤作業中不慎造成飛機損傷事件，輕則影響航班的準時率，嚴重的話甚至於可能造成飛機必須停航進行緊急維修的情況，進而無法執行其後續之飛航任務，不但嚴重影響到原班機旅客或貨物的運送，更可能使航空公司之聲譽受損，導致航空公司許多直接及間接的金錢損失，而經國際航空運輸協會(IATA)在2015年度的期

刊更指出航空公司預估每年地面損傷成本約為 40 億美元。

然而，不單單只是航空公司著重於機坪安全之相關地面損傷事件，其國際間之航空組織及機關也利用收集數據之統計方法，來擬定對應之策略，以利於降低相關事件之發生機率。以國際航空運輸協會(IATA)為例，IATA 擬定了全球航空數據管理計畫(Global Aviation Data Management, GADM)，而此計畫為綜合性飛安數據資料庫，其資料庫包含了各項分析報告，涉及範圍包括多項事故分析、事件分析、地面損傷事件分析、維修和稽核報告之分析，還有近 200 萬次的飛行報告和超過 100 萬件的航空安全報告，意味著愈來愈多國際性的航空公司及地勤服務單位願意提供相關地面損傷事件之數據資料，讓 IATA 進行專業之統計分析，進而找出寬窄機體易損傷之部位或其肇事原因等資料，換句話說，有關地面損傷事件愈來愈被重視。本研究結合業界之實際案例與數據分析，篩選出需優先改善之風險因素，並利用決策實驗室分析法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL)、分析網路程序法(Alytic Network Process, ANP)與改善可行性分析，分析各層級風險因素進行因果關係與權重值，期望在有限的資源下，能針對重要之風險因素研擬出最佳的改善策略，利用最少的資源達到最大的改善效果。

貳、文獻回顧

本研究旨在探討經由發生的地安事件以及 GDI 事件後，找出其影響機坪安全之關鍵性風險因素，故本研究之文獻回顧將分為三部分，第一部分說明 GDI 事件之定義，再詳述 IATA 地面損傷資料庫之統計報告，以利於本研究從中探討出風險因素；第二部分統整國內外機坪安全之相關文獻，接著是依據 IATA 第 33 版的機場作業手冊 (Airport Handling Manual 33rd) 將肇事因素分類；最後則是為上述作總結，以及依結論作為研究方法之依據。

2.1 地面損傷事件之探討

2.1.1 地面損傷事件之定義

Wenner and Drury (2000) 定義地面損傷事件 (GDI) 為作業人員於地面、停機坪或維修機棚等，進行作業時造成航空器受損之相關事件。而葉文健、羅永祥 (2012) 認為地面損傷事件 (GDI) 係指飛機於地面滑行、或是停放於停機坪 / 維修廠棚時，因航機運行途徑衝突或地面勤務作業不慎導致機體毀損。

「松山機場停機坪安全管理規定」內之第十條地安事件通報程序係依據民航局之航空站空側作業管理手冊 (2016 年 11 月 2 日修正) 所擬定，此程序所指地安事件與本研究之地面損傷事件定義雷同，其事件包括：

1. **航空器受損**：因地面作業不當或裝備失效，導致航空器受損須停機檢修者。
2. **人員受傷**：因航空器或其設備之操作及地面作業不當，導致人員明顯受傷，須送醫救治者。
3. **設施、設備損壞**：因地面作業不當，導致航空站設施、設備明顯損壞，影響機坪作業者。

而民航局則將航空器地面安全事件定義為：於航空站活動區執行之地面勤務作業，因作業不當或裝備失效，導致航空器受損須停機檢修者，稱地安事件 (GDI, Ground Damage Incident)。空側場面作業違規事件則包含：

1. 於航空站活動區執行之地面勤務作業，因作業不當或裝備失效，致航空器輕微受損 (未停機檢修)、人員受傷需送醫救治，或航空站設施損壞影響運作。
2. 其他違反航空站空側場面作業程序或規定之違規事件，包含闖越航機、超速、車禍、無照駕駛等。

我國桃園機場依國家民用航空安全計畫所訂定之地面損傷事件安全績效指標 (Safety Performance Indicator: SPI) 來評估所實施之相關安全管理與實質績效，對於場站管理所擬定之指標可分為車輛或其他地面設備與航空器擦撞導致航空器失事維持於 1 次 / 百萬起降架次，以及地面作業不當或裝備失效，導致航空器受損須停

機檢修事件發生率 2 次 / 十萬起降架次以下。

2.1.2 IATA 地面損傷資料庫

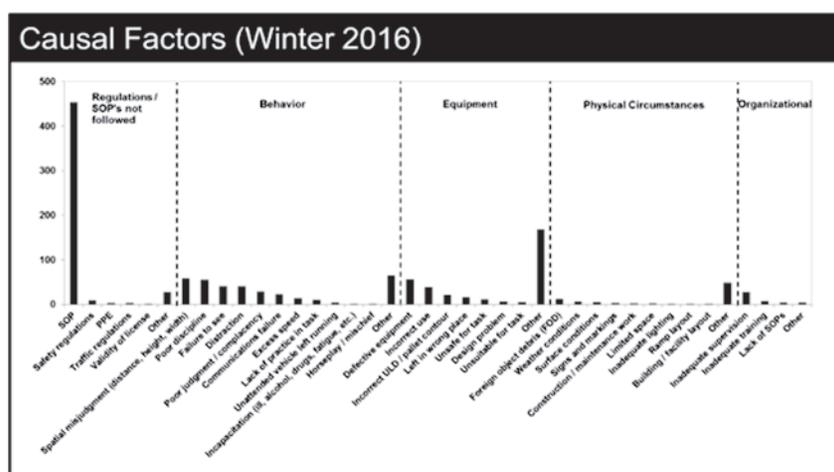
在 IATA 地面損傷資料庫報告書 (2016) 蒐集全球航空業者或地勤業者所提供之 GDI 事件報告書，更將其大量的數據資料進行分析及統整，分析範疇包括機體之種類 (例如：寬體客機、窄體客機、寬體貨機及窄體貨機)、損傷嚴重度、損傷率、機體損傷部位、報告書來源地區比例等，於多項分析內容中「肇事因素」也是重要的項目之一。

IATA GDDB 之報告內將其「肇事因素」分為五大類，依序為「未遵守規定 / 程序」、「行為」、「設備」、「外在環境」、「組織」，而 IATA 地面損傷資料庫之計畫書 D (IATA Ground Damage Database Schedule D, 2016) 歸納其細項之肇事因素，將

上呈之事件報告利用其肇事因素來進行討論，也藉此作為分類之依據。

由圖 1 可得知其五大構面於 IATA GDDB (2016 winter) 之統計結果，在「未遵守規定 / 程序」之構面下，其最容易導致意外之肇事因素為「未遵守標準作業程序 (SOP)」，其肇事因素的報告數高達 453 份 (占全報告數之 38%)，比其餘肇事因素高出許多。其餘因素報告數由多到寡依序為「未遵守安全規定」、「未遵守個人防護裝備規定」、「未遵守交通規則」、「專業執照之效期過期」。

而在「行為」之構面下，前幾項肇事因素多寡量之差距並不懸殊，其因素依序為「對作業空間之錯誤判斷」(例如：作業人員評估其距離、高度、寬度有些許誤差所引發的事件)、「紀律不良」、「失察」、「分心」、「對作業之判斷或操作不良」、



資料來源：IATA GDDB (2016)。

圖 1 IATA GDDB 之肇事因素 (2016 冬季)

「通訊或聯絡失效」、「超速」、「作業經驗不足」、「讓無人駕駛之車輛還處於行駛狀態」、「失能」(例如：作業人員健康狀況不佳、酒精、藥物或疲勞等原因)、「惡意的危害」。

在「設備」的肇事構面下，其依序之肇事因素為「設備不良」、「不當使用」、「不正確之集裝設備及貨盤尺寸」、「將設備放置於不當的位置」、「不安全之作業裝備」、「設計問題」、「不適合之作業裝備」。

在「外在環境」的肇事構面下，其肇事因素相較於前三大構面，其各項因素之所占比例降低許多，其順序由高到低分別為「外來物 / 碎片」、「天氣狀況」、「地面狀況」、「信號、標籤及標誌」、「工程 / 維護工作」、「狹隘空間」、「不適當之照明」、「機坪規劃」、「建築物 / 設施規劃」。

最後涉及到管理階層的「組織」構面，如同上述肇事因素之排序，為「未確實督導」、「作業時間不足」、「欠缺標準作業程序」。

2.2 國內外機坪安全之相關文獻

Lacagnina (2007) 曾提到機坪意外所發生的頻率遠高於大部分人所認知的，不僅如此，其意外所導致的成本金額更高達 50 億美元。其內文指出國際飛安會基金會 (FSF) 地面事件預防計畫小組 (Ground Accident Prevention program, GAP) 在遵循其法律保密合約下，於 2005 年開始便持

續收集飛機製造商、地勤業者、航空公司以及其涉及機坪作業之相關產業的機坪事件之數據資料，藉由其資料歸納出人為因素為其首要之問題，而其中更明確的指出「不遵守標準作業程序」為導致大部分機坪事件之主要因素。

鄭恒理 (2006) 分析飛機地面損傷事件來探討事件之發生率及嚴重度，再建立航空地勤公司的作業安全評量模式，此模式不但能評估機坪作業安全之安全性，還能分析出其潛在風險，藉此為依據進行機坪作業改善策之研擬，來預防飛機地面損傷事件之再度發生。

林玠廷 (2007) 先瞭解機坪作業之標準程序，再運用藍圖法進行系統性的呈現其作業流程，接著以分析樹狀圖去探討每項作業之潛在危險因子，進而釐清各因子之風險優先排序。此研究指出「駕駛機動車輛時，發生功能異常」、「天候不佳，影響視線」與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」為不可接受之風險等級程度。

Wenner and Drury (2000) 利用 SHELL 法將其潛在之風險因素分類出來。其利用某航空公司實際 GDI 事件之資料，將分類出來的潛在風險因素，透過對照其危害事件來探討風險因素對於事件發生的影響。歸納後的結果發現，最大的三個危害來源分別是：飛機停妥後遭設備機具撞擊、飛機停妥後卻有部分飛機組件撞擊到物件、以及在拖曳機的牽引下飛機撞擊物件，此

三大危害風險造成了高達 94% 的 GDI 事件。

彭斯民 (2015) 在其「機坪危害與人為因素之關聯」之研究以 SHELL 模式 (Hawkins, 1993) 探討 L-L (人與人)、L-S (人與軟體)、L-H (人與硬體)、L-E (人與環境) 等四個構面。其認為在分析時，應先探討自己 (Central Liveware) 的問題，他認為應把自我管理這塊先管理好，再研究自己與其他構面可能會產生的風險。然而組員自我管理不良，這些情形並無法徹底管制以及杜絕，但可透過安全教育與宣導來倡導自身管理之重要性。

王穎俊、劉毓珊 (2013) 依據人為因素 SHELLO 模式來進行機務人員人為風險因素之評估，而其風險因素之選取有參考 IATA 之失事肇因、人為因素分析與歸類系統 (Human Factors Analysis and Classification System, HFACS) 以及 ICAO 人為因素訓練手冊等，再透過專家問卷的方式，來求出何項為機坪勤務人員之重要風險因子，以及找出改善之可行性。以 SHELLO 模式依其權重由高至低為：機坪勤務人員核心能力 (L)、機坪勤務人員與組織互動 (L-O)、機坪勤務人員間或勤務人員與其他人員互動 (L-L)、機坪勤務人員與環境互動 (L-E)、機坪勤務人員與硬體互動 (L-H)、機坪勤務人員與軟體互動 (L-S)。而另經口語綜合評判函數法得出其重要風險因素為：安全態度 (L)、機坪勤務人員間之溝通 (L-L)、訓練系統 (L-O)、

工作場所的危險性 (L-E)、標準操作程序 / 標準化之不足 (L-S)、安全裝備 (L-H)。

葉文健、羅永祥 (2012) 探討其機坪安全的方向是以機坪作業人員為主軸，討論機坪作業之威脅與疏失管理 (Threat and Error Management, 簡稱 TEM)，藉由 TEM 模式，參考線上操作安全稽核 (Line Operations Safety Audit, 簡稱 LOSA) 與一般作業安全調查 (Normal Operation Safety Survey, 簡稱 NOSS)，以及機坪事件之肇事原因，來建立機坪作業威脅與疏失模式架構，並運用 ANP 法求出各項威脅因子或疏失因子之權重值，再進行因子間重要度及嚴重性比較，最後將「天候威脅」與「作業人員溝通疏失」列為機坪作業中最具威脅性且最具嚴重性的因子。

鄭鴻銘 (2015) 認為地安事件之發生原因極大部分跟人為因素有關，因此，利用人為因素分析與歸類系統 (HFACS) 將 100 年至 103 年國內機場所發生的地安事件進行分析，發現「企業資源管理不佳」、「督導人員未落實督導」、「機坪作業環境不佳」、「個人準備狀況不足」以及「作業團隊間資源管理不當」等因素可能導致人員因技術疏失，進而造成地安事件。

經由概述其國內外有關機坪安全之文獻後，得以瞭解大多數所使用之研究方法多利用 SHELLO 模式建立其架構，或以 HFACS 法為架構進行其因素構面之建立，而 HFACS 法的理論基礎就來自於 Reason (1990) 的乳酪理論以及 Hawkins

(1993) 的 SHELL 模式，此研究方法起初用於美國海軍航空失事之事件分析，尤其針對駕駛員方面之人為疏失更為詳加探討 (Shappell and Wiegmann, 2000)。而此研究方法更沿用於其他領域之意外事件分析，例如：鐵道意外、海上意外事件或礦坑意外事件分析等。

2.3 GDI 事件之肇因分類

依據 IATA 於 2013 年所發行第 33 版的機場作業手冊 (Airport Handling Manual 33rd) 中第六章之肇事因素作為事件肇因之分類，如表 1 所示。

參、機坪安全之風險因素與研究方法及流程

本研究依據 IATA (2016) 冬季地面損傷資料庫 (GDDB) 裡所整理的肇事因素的五大肇事類別，為本研究五大構面的基礎架構，IATA 更以此構面分析地面損傷事件，進一步歸類細部之肇事原因。而本研究參考 IATA GDDB (2016) 中所羅列之細部肇事因素，以及對照某國籍航空公司 GDI 事件之統計報告，將雙方資料合併作為研擬風險因素之參考依據，為了將臺灣之特性納入考量，因此將某國籍航空

表 1 肇事因素之分類

未遵守規定 / 程序 (Regulations/procedures not followed)		
分類	肇事因素	原因
R1	Standard operating procedures	未遵守標準作業程序
R2	Safety regulations	未遵守安全規定
R3	Traffic regulations	未遵守交通規則
R4	Personal protective equipment	未遵守個人防護裝備規定
R5	Validity of operator certification	專業執照之效期過期
行為 (Behaviour)		
分類	肇事因素	原因
B1	Excess	超速
B2	Communications failure	通訊或聯絡失效
B3	Failure to see	失察
B4	Spatial misjudgment (distance, height or width)	對作業空間之錯誤判斷 (例如：距離、高度、寬度)
B5	Poor judgment	對作業之判斷或操作不良
B6	Distraction	分心
B7	Poor discipline	紀律不良
B8	Lack of practice in that task	作業經驗不足
B9	Incapacitation (ill health, alcohol, other drugs, fatigue etc. Specify in narrative overleaf)	失能 (例如：建康不良、酒精、藥物或疲勞等因素)
B10	Vandalism / Malicious intent	惡意的危害

表 1 肇事因素之分類 (續)

設備 (Equipment)		
分類	肇事因素	原因
E1	Defective maintenance	保養不良
E2	Incorrect use	不當使用
E3	Unsuitable for task	不適合之作業裝備
E4	Unsafe for task	不安全之作業裝備
E5	Design problem	設計問題
外在環境 (Physical circumstances)		
分類	肇事因素	原因
P1	Weather conditions	天氣狀況
P2	Surface conditions	地面狀況
P3	Inadequate lighting	不適當之照明
P4	Glare/blinding light	強烈燈光，例如：眩光或使人暫時盲目之強光
P5	Noise	噪音
P6	Congestion	擁擠
P7	Limited space	狹隘空間
P8	Walkway/road layout	人員、車輛通道之規劃
P9	Ramp layout	機坪規劃
P10	Building/facility layout	建築物 / 設施規劃
P11	Signs and markings	信號、標識及標誌
P12	Construction/maintenance work	工程 / 維護工作
P13	Foreign objects/debris	外來物 / 碎片
P14	Jetblast/Propwash	噴射尾流 / 螺旋槳沖流
組織 (Organizational)		
分類	肇事因素	原因
O1	Lack of standard procedures	欠缺標準作業程序
O2	Inadequate time (scheduled to perform task)	作業時間不足
O3	Inadequate supervision	未確實督導
O4	Insufficient personnel (assigned to task)	人力派遣不足
O5	Inadequate training	訓練不足

資料來源：IATA 第 33 版機場作業手冊之第六章。

公司之肇事原因為主軸來進行風險因素之篩選，從挑出高發生率之肇事原因，將其肇事原因視為本研究之風險因素。最後對於本研究之流程及研究方法進行詳細的說明。

3.1 國內某航空公司之 2005 ~ 2015 GDI 事件報告

3.1.1 近十年之 GDI 事件發生率

本研究針對國內某國際航空公司近

十年所發生的 GDI 事件進行統計，該公司於 2014 年加入 IATA 之地面損傷資料庫 (GDDB) 資料庫，如圖 2 所示。由圖中深灰色線條可知自從 2012 年 GDDB 建立之後，航空公司間可互相分享及學習經驗，全球 GDI 事件率日益減少，GDI 事件率於 2015 年已下降至 1.69 (次 / 每萬架次)。圖中淺灰色線條則為某國籍航空公司每年 GDI 事件發生率，與全球 GDI 事件發生率相比較，某國籍航空 GDI 事件發生率低於全球。

3.1.2 近十年 GDI 事件原因之分類統計

本研究蒐集國內某航空公司於 2005 年至 2015 年之 GDI 事件，其事件資料共

計有 119 起，透過肇事因素之分類法可從圖 3 看出「未遵守標準作業程序」(R1) 類之 GDI 事件為最多數，光此類 GDI 事件就占全數 119 件中的 41 件；依序為所屬「行為」類別中的「對於作業空間之錯誤判斷」為造成 GDI 事件之第二大之肇事因素，則事件量高達 23 件；再來是作業人員「未遵守安全規定」(R2) 位居第三大之肇事原因，此項跟第一大肇事原因皆同為「未遵守規定 / 程序」類別。

更進一步探討該公司之統計資料，可發現最常導致 GDI 事件之肇事原因都屬此三類，透過事件數量多寡排序則依序為「未遵守規定 / 程序之」類別、「行為」類別以及「設備」類別。

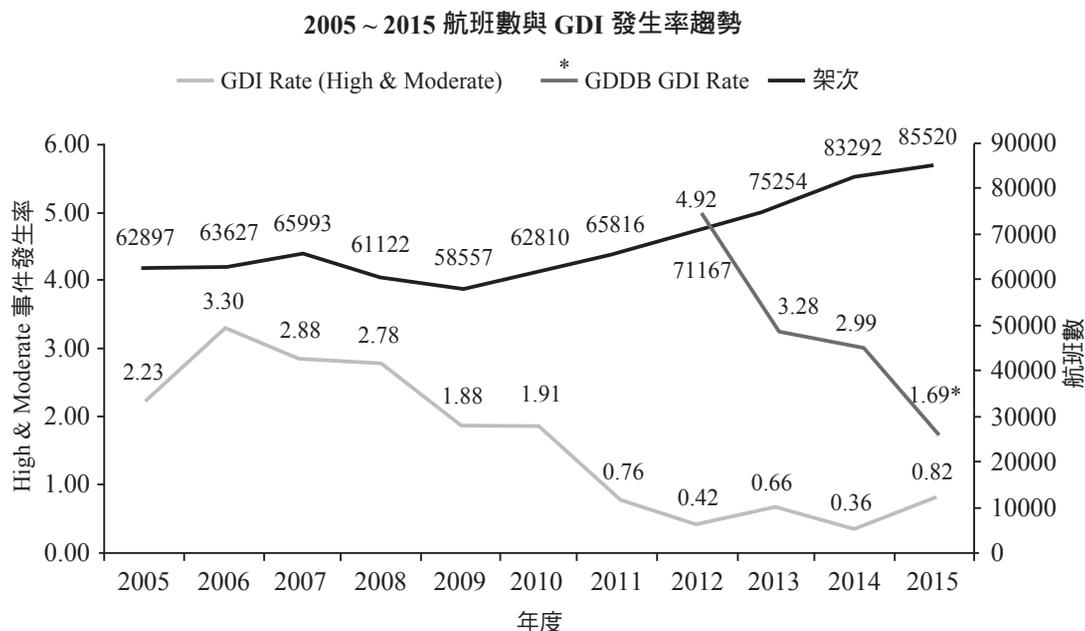


圖 2 某航空公司之航班數與 GDI 事件發生率趨勢圖 (2005 ~ 2015)

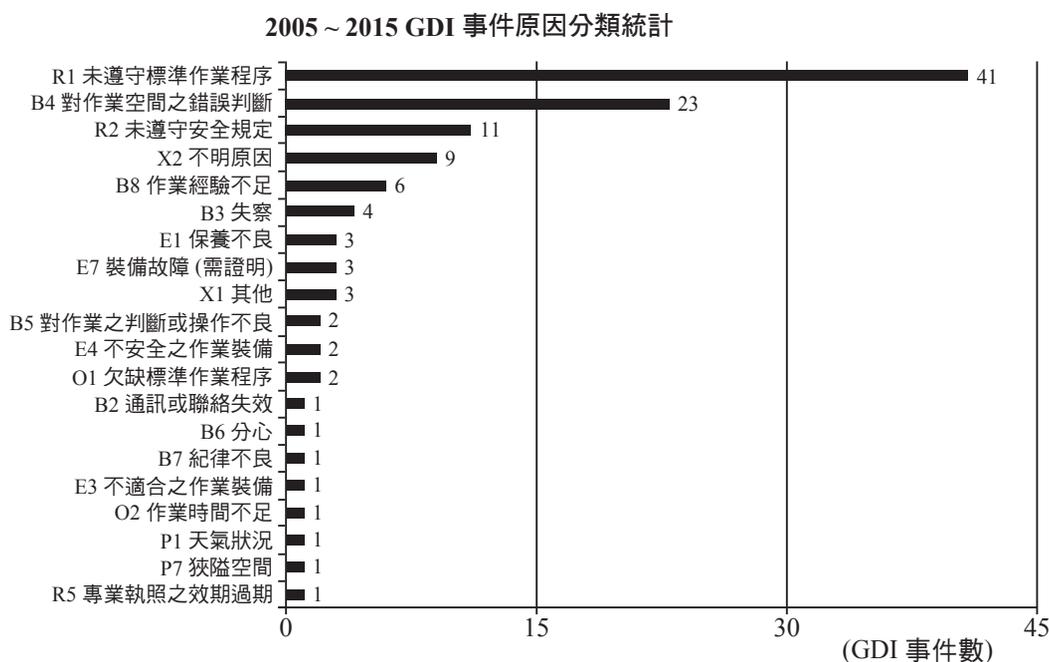


圖 3 某航空公司之 GDI 事件原因分類統計 (2005 ~ 2015)

圖 4 為仿照 IATA GDDB 之肇事因素分類統計表，將該公司以五大肇事構面來排序，每構面由數量多到少從圖左方依序排列，例如「未遵守規定 / 程序」之構面其代表第一順位為「未遵守標準作業程序」，此統計結果與 IATA GDDB 所示之結論雷同；「行為」構面則是「對作業空間之錯誤判斷」為此構面第一位，此結論也與 IATA GDDB 之結論相符。

3.2 影響機坪安全之風險因素與構面

本研究將 IATA 之五大肇事類別設為構面，且參考國籍航空公司之肇事因素資料為主，IATA GDDB 之肇事因素結果為

輔，將兩項資料之前五項肇事因素列出，對照其結果從中篩選前幾項肇事因素，作為本研究之風險因素。

3.2.1 IATA 之五大肇事類別構面

IATA 五大構面說明如下：

1. 未遵守規定 / 程序 (Regulations/SOP's not followed)

地勤業者或相關機坪作業人員進行其業務內容時，皆須遵照其國際間所制定的規範或作業程序，其規定及程序之用意皆為避免意外之發生。此構面意指作業人員做出違規 (violation) 之行為，而「違規」指有意圖不遵守其相關規定或規範的行為。

2. 行為 (Behavior)

意指第一線作業人員在進行工作時，

肇事因素(某航空公司 2005 ~ 2015)

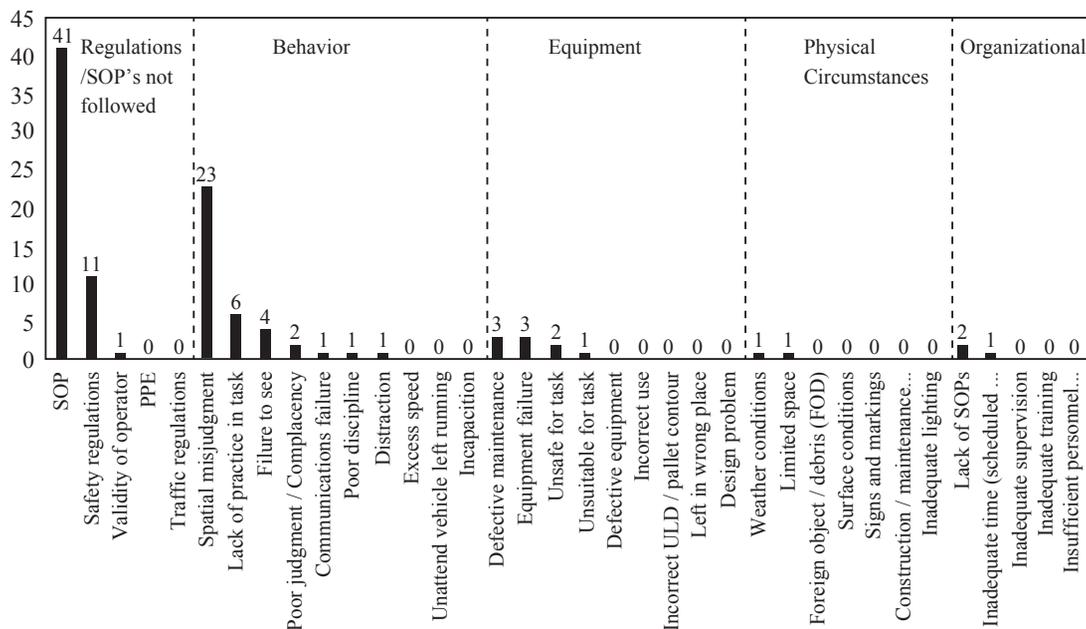


圖 4 某航空公司之肇事因素分類統計表 (2005 ~ 2015)

本身之行為或個人態度所導致不符合預期之情況，例如：在作業時做出錯誤判斷或個人之態度不佳、容易分心等。此行為構面指失誤 (error) 之行為，其「失誤」都常代表工作人員因個人心理或生理所產生的行為未達到預期的目的，失誤又細分為「技術性失誤」、「決策失誤」、「認知失誤」。

3. 設備 (Equipment)

顧名思義就是工作人員所使用之器具的狀況或設備本身的狀態，例如：維修航空器之設備保養不良、或裝備故障等。Wenner and Drury (2000) 認為設備若不適合作業，則會影響到其作業表現，甚至可能導致意外的發生。

4. 外在環境 (Physical Circumstances)

泛指作業設備之外的工作環境，也包括當時之天氣狀況，例如：機坪上是否有外來物或殘留某物之碎片、或當時地面狀況等。

5. 組織 (Organizational)

組織意味上級管理階層所做的規劃及決策行為，像是未盡督導之責、培訓員工之規劃有訓練不足的疑慮、或研擬作業流程時有疏漏，甚至安排員工工作時，給予不夠的作業時間。

3.2.2 風險因素之篩選

綜整某國籍航空公司之風險因素與 IATA GDDB 資料庫之風險因素，本研究

將兩項資料之前五項肇事因素列出，對照其結果從中篩選前幾項肇事因素，作為本研究之風險因素，如表 2 所示。

3.2.3 機坪安全之風險因素架構及定義

綜合整理上述分析結果，本研究建置改善機坪安全水準之架構，如圖 5 所示。

表 3 至 6 則為影響機坪安全風險因素之定義。

3.3 研究方法與流程

本研究共分為七大步驟、並採用二種

分析方法。首先從 IATA 所認定之肇事類別五大構面為基礎，從此篩選出適當之風險因素，以利於建立影響機坪安全之風險因素的架構，再以此架構為基礎進行專家問卷之發放。

本研究透過產、官、學界之專家問卷發放，結合決策實驗分析法 (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 與分析網路程序法 (Analytic Network Process, ANP) 進行分析，透過 DEMATEL 釐清各風險因素間之因果關係，並以 ANP 處理內外部相依之問題，

表 2 風險因素之選定

構面	國籍航空公司	IATA GDDB (2016)	選定之風險因素
未遵守規定、程序	<ul style="list-style-type: none"> ● 未遵守標準作業程序 ● 未遵守安全規定 ● 專業執照之效期過期 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未遵守標準作業程序 ● 未遵守安全規定 ● 未遵守個人防護裝備規定 ● 未遵守交通規則 ● 專業執照之效期過期 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未遵守標準作業程序 ● 未遵守安全規定 ● 未遵守個人防護裝備規定 ● 專業執照之效期過期
行為	<ul style="list-style-type: none"> ● 對作業空間之錯誤判斷 ● 作業經驗不足 ● 失察 ● 對作業之判斷或操作不良 ● 通訊或聯絡失效 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對作業空間之錯誤判斷 ● 紀律不良 ● 失察 ● 分心 ● 對作業之判斷或操作不良 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對作業空間之錯誤判斷 ● 作業經驗不足 ● 失察 ● 對作業之判斷或操作不良 ● 通訊或聯絡失效
設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 保養不良 ● 裝備故障 ● 不安全之作業裝備 ● 不適合之作業裝備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備不良 ● 不當使用 ● 不正確之貨櫃或貨盤 ● 錯誤之擺放位置 ● 不安全之作業裝備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備及維修不良 ● 裝備故障 ● 不安全之作業裝備 ● 不當使用
外在環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 天氣狀況 ● 狹隘空間 ● 外來物 / 碎片 (FOD) ● 地面狀況 ● 信號、標識與標誌 	<ul style="list-style-type: none"> ● 外來物 / 碎片 (FOD) ● 天氣狀況 ● 地面狀況 ● 信號、標識與標誌 ● 工程 / 維護工作 	<ul style="list-style-type: none"> ● 天氣及地面狀況 ● 外來物 / 碎片 (FOD) ● 信號、標識與標誌 ● 狹隘空間
組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 欠缺標準作業程序 ● 作業時間不足 ● 未確實督導 ● 訓練不足 ● 人力派遣不足 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未確實督導 ● 訓練不足 ● 欠缺標準作業程序 	<ul style="list-style-type: none"> ● 欠缺標準作業程序 ● 作業時間不足 ● 未確實督導 ● 訓練不足

資料來源：本研究整理。



圖 5 機坪安全之風險因素架構

並計算各風險因素之相對權重，排列其優先順序，探討其因果關係與重要度間的影響關係，進而可找出重要度高且應優先改

善之風險因素、並釐清應改善與執行之優先順序。

研究步驟與流程如圖 6 所示。

表 3 未遵守規定 / 程序與行為之風險因素

未遵守規定 / 程序 (Regulations/SOP's not followed)			
分類	風險因素	定義	來源
R1	未遵守標準作業程序	作業人員於執勤時段，未依循規定之作業流程進行其動作。	IATA (2016)
R2	未遵守安全規定	為維護工作人員之人身或設備安全，航空公司或民航局相關作業管理手冊皆有相關之安全規範，然作業人員並未遵守其安全規定。	IATA (2016)
R3	未遵守個人防護裝備規定	為維護工作人員之人身安全，航空公司或民航局相關作業管理手冊皆有相關之防護裝備規範，例如：防護裝備之有效期限等，然裝備過期時作業人員卻未確實更換等。	IATA (2016)
R4	專業執照之效期過期	航空公司或民航局有規範其專業執照之年限，而作業人員之執照已超過其年限，並未再考取專業執照。	IATA (2016)

表 4 行為之風險因素

行為 (Behaviors)			
分類	風險因素	定義	來源
B1	對作業空間之錯誤判斷	作業人員於作業時，對於作業空間判斷之錯誤，例如：評估其距離、高度或寬度有明顯之誤差。	IATA (2016)
B2	作業經驗不足	作業人員缺乏其相關經驗或不熟悉作業流程，易導致判斷失誤或疏失之產生。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
B3	失察	作業人員因疏失所以產生看漏等情形發生。	IATA (2016)
B4	對作業之判斷或操作不良	作業人員因不良之判斷或操作不佳，所導致之地面損傷事件的發生。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
B5	通訊或聯絡失效	機坪作業人員作業時需與各單位緊密配合，需頻繁之通訊或聯絡，然其通訊失誤所導致意外的發生。	IATA (2016) Lu et al. (2006)

表 5 設備與外在環境之風險因素

設備 (Equipment)			
分類	風險因素	定義	來源
E1	設備及維修不良	維修設備或機具因無定期進行保養維修，所以設備呈現不良之狀態。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
E2	裝備故障	於使用期間裝備突然無法運作或操作不順。	IATA (2016)
E3	不安全之作業裝備	相關機坪之作業裝備因未定期維修或保養，所以本身喪失維護作業人員安全之功能。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
E4	不當使用	機坪作業設備被不當使用。	IATA (2016)
外在環境 (Physical circumstances)			
分類	風險因素	定義	來源
P1	天氣及地面狀況	當日天氣或機坪狀況不良，例如：發生強風、大雨、雷電、光或噪音等。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
P2	外來物 / 碎片 (FOD)	航空器在停機坪執行維修作業時，工作後應立即清除所有外物 (FOD)，未妥善清理易導致航空器之損壞。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
P3	信號、標識及標誌	機場停機坪之信號、標識或標誌不完善或不清楚。	IATA (2016)
P4	狹隘空間	機坪作業空間過於狹窄。	IATA (2016)

表 6 組織之風險因素

組織 (Organizational)			
分類	風險因素	定義	來源
O1	欠缺標準作業程序	航空公司或相關單位未訂定完善之標準作業程序。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
O2	作業時間不足	航空公司為避免航班延誤的情形，使得機坪航務人員必須於有限或不足之時間內，完成所有的作業程序。	IATA (2016) Horberry et al. (2007)
O3	未確實督導	組織高階管理階層未確實盡管理之職責。	IATA (2016) Lu et al. (2006)
O4	訓練不足	組織未妥善安排其訓練規劃，導致員工訓練不足。	IATA (2016) Lu et al. (2006)

肆、實證分析

本研究旨在找出各項影響機坪安全之重要風險因素，並進一步探討各改善可行性，藉此以此分析結果研擬之改善策略。本研究參考產、官、學界之專家意見，作為本研究之分析依據，問卷發放對象包含航空公司之高階主管、航空領域之政府機關或學術界之相關專家。第一階段專家問卷共發放 26 份，有效問卷數為 17 份；第二階段專家問卷共發放 20 份，回收 19 份有效問卷。

本章透過專家問卷之分析，共可分為三部分，第一部分利用 DEMATEL 探討各構面之間與各構面下之風險因素之因果關係；第二部分藉由 ANP 法評估影響機坪安全之風險因素的相對重要性，依據結果排序出危及機坪安全之因素順序；第三部分結合 ANP 之相對重要性分析與改善可行性進行整合分析，依研究結果研擬改

善策略，以利提供航空公司作為參考之依據。

4.1 決策實驗室分析法 (DEMATEL) 之因果關係

決策實驗室分析法 (DEMATEL) 藉由察看所有變數間成對比較的影響狀況，利用矩陣計算出全體元素間的因果關係和影響強度，除求得各構面及各構面下風險因素間之相互影響程度，以瞭解其因果關係；亦透過專家評估風險因素之相對重要性，分析各構面間及各風險因素之相對權重值。

本研究以 0 ~ 4 分作為關係強弱之評分基準，0 分為「無影響關係」、1 分為「低度影響關係」、2 分為「中度影響關係」、3 分為「高度影響關係」，以及 4 分為「極度高度影響關係」，並依此關聯性建立後續分析網路程序法之架構，進一步探討風險因素之相對重要性。

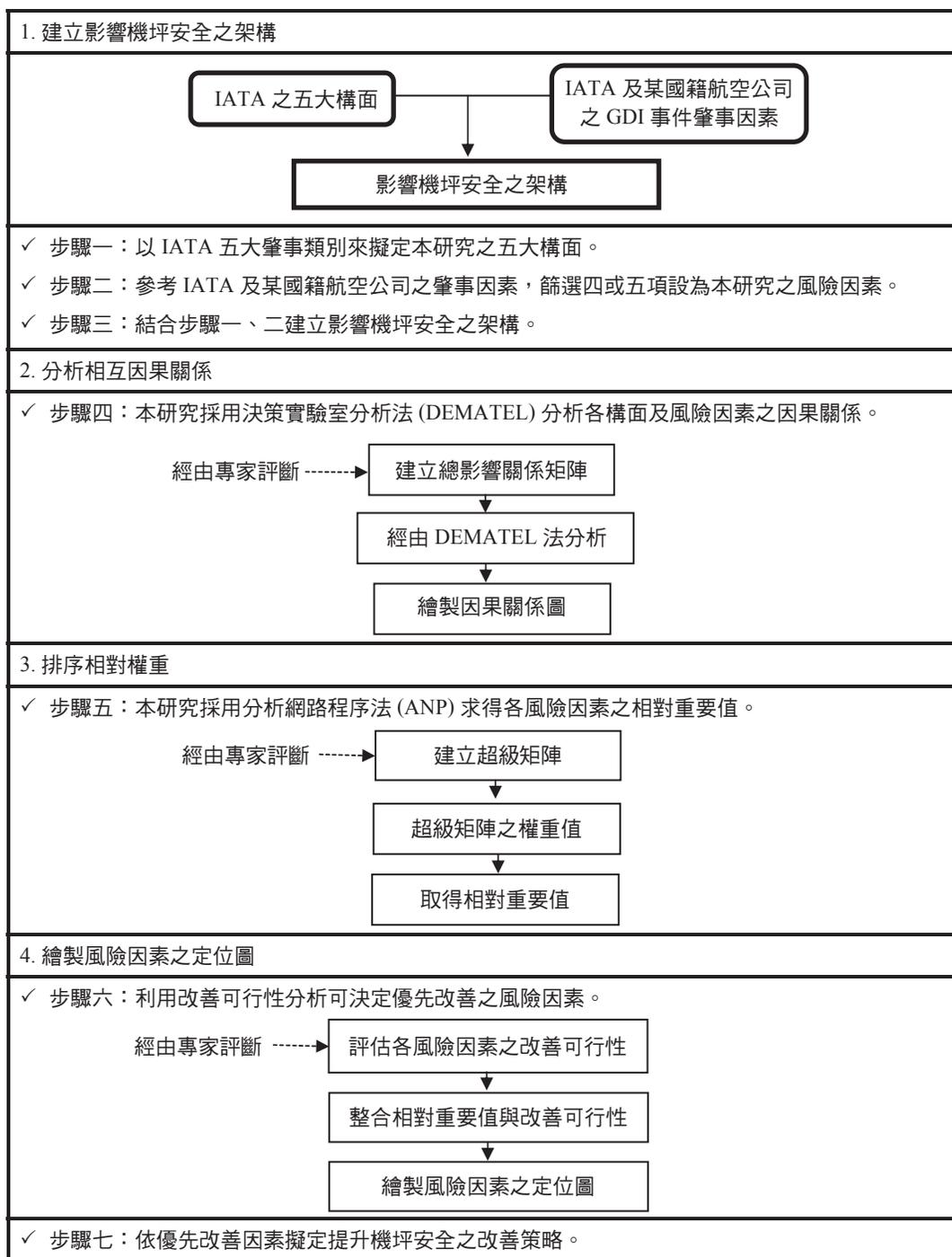


圖 6 研究步驟與流程圖

1. 風險構面及風險因素因果群之判定

透過 DEMATEL 可得 D 及 R，D 表示該因素影響其他因素之影響程度、R 則是該因素被其他因素影響之程度。而因果群之判斷則依 (D-R) 值來判定，假設值為正值，表此風險因素被歸類為「會影響」其他風險類，類別為「因」；而 (D-R) 值為負值，此風險因素則被歸類為「被影響」之風險類，類別為「果」。由座標圖表示 (D-R) 視為 X 軸，即 X 軸上方為「因群」，而 X 軸下方為「果群」。而本研究依據各類別之分析，可得知因群之構面或風險因素共有 11 項，風險構面分別為：「外在環境 (P)」、「組織 (O)」；而風險因素各別為：「未遵守標準作業程序 (R1)」、「作業經驗不足 (B2)」、「通訊或聯絡失效

(B5)」、「設備及維修不良 (E1)」、「不當使用 (E4)」、「天氣及地面狀況 (P1)」、「狹隘空間 (P4)」、「欠缺標準作業程序 (O1)」、「訓練不足 (O4)」。

此 11 項風險構面及因素皆可能導致機坪意外事件之產生，甚至威脅到機坪安全，嚴重者可引發其他風險因素之出現，因此相關單位應針對其風險因素加以重視。

2. 因果關係圖之繪製與探討

本研究將風險構面、以及構面下風險因素的因果關係以箭頭呈現，黑色單向箭頭代表「單向」影響，而紅線雙向箭頭表兩構面或風險因素具「雙向」影響。

圖 7 可看出各風險構面之因果關係，「外在環境 (P)」與「組織 (O)」皆屬於因群，而「外在環境 (P)」對於「未遵守規

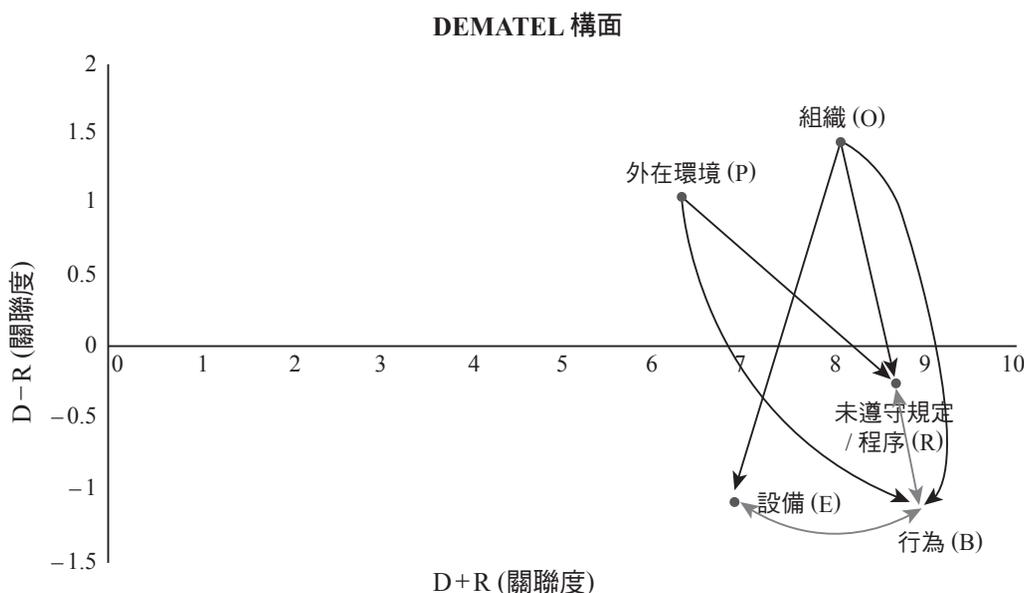


圖 7 因群與其他風險構面之因果關係圖

定 / 程序 (R)」和「行為 (B)」則呈現單向影響關係，意旨機坪之外在環境（例如：天氣不佳或機坪上有外來物），會影響到機坪作業人員之作業流程或行為；另外「組織 (O)」也單向影響「未遵守規定 / 程序 (R)」、「行為 (B)」及「設備 (E)」，而組織構面也意謂著公司高層之決策與理念，公司的所有決策皆影響作業人員想法及行為，而進一步影響到設備之維護，由此可見「組織 (O)」為影響機坪安全最大之風險構面，得以瞭解「組織 (O)」屬於風險發生的源頭。圖 8 則顯示各風險因素之因果分群。

4.2 分析網路程序法之相對重要性分析

本研究之目的為求得影響機坪安全

之關鍵因素，因此透過瞭解影響機坪安全之風險因素間相依 (Dependency) 與回饋 (Feedback) 之網絡關係，再經由 ANP 計算出各風險因素間之權重，以進行風險因素之重要性評估。本研究根據 DEMATEL 分析結果、配合國內外之文獻資料，建構 ANP 之網路層級架構 (圖 9)。

1. 定義問題結構

本研究將風險構面之 DEMATEL 之分析結果與文獻結果整合後，架構出上圖 9 相互關係之架構。

2. 建立成對比較矩陣

本研究在進行相對重要性之分析時，不僅仰賴第一階段專家填答外，還需考量專家問卷之有效性，而其問卷是否有其可

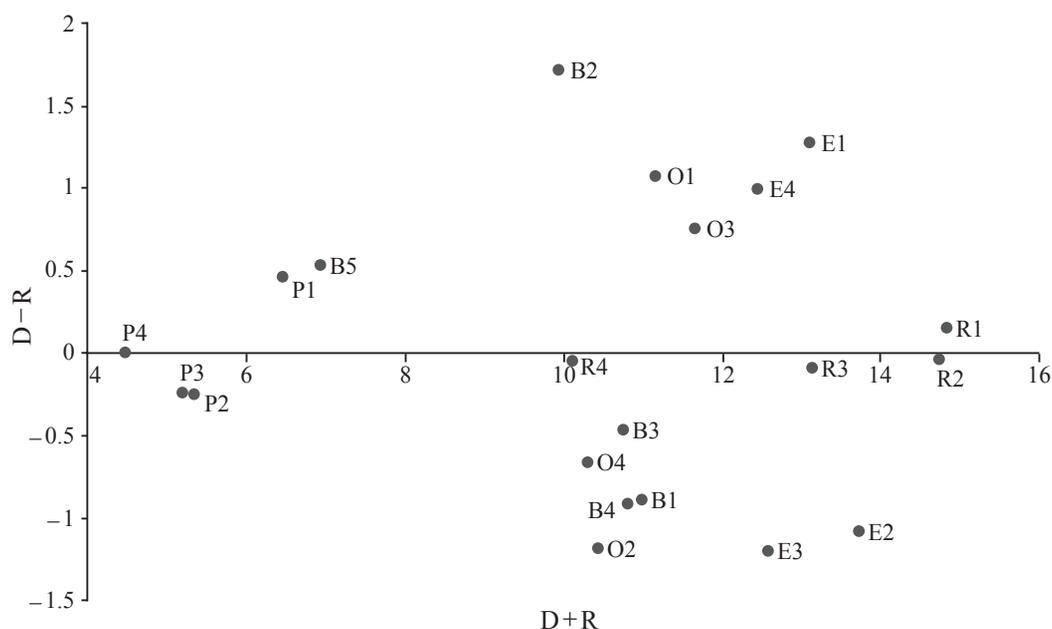


圖 8 各風險因素之因果分群

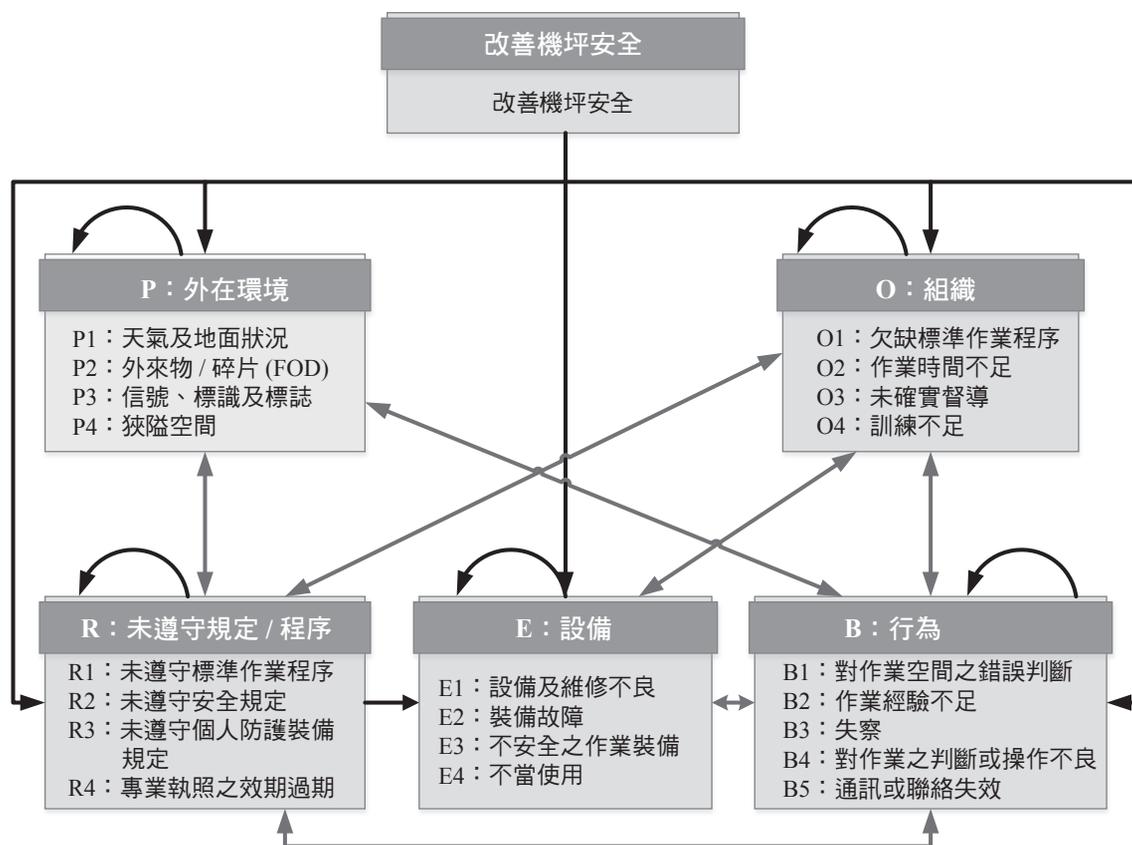


圖 9 ANP 網路層級架構

信度，依據一致性比 (Consistency Ratio, C.R.) 值來判斷，Saaty (1996) 認為要確立比較矩陣的信度，其一致性比率 (C.R.) 值需小於等於 0.1，然而 Bondin and Gass (2003) 認為在實際之情況下，要滿足其條件是有困難的，故 C.R. 值小於等於 0.2 即符合本研究篩選標準。

3. 超級矩陣運算

本研究採用 ANP 求得各風險構面之權重值，以及各風險因素之相對重要性，方需經超級矩陣之運算後求得。

4. 選擇重要之因素與構面

下列表 7 則詳細呈現本研究整體風險因素之極限值 (幾何平均數)、構面之權重值以及整體與構面間之排序，就整體專家之觀點，其結果顯示，影響機坪安全之風險構面，由權重高至低依序為：「未遵守規定 / 程序 (R)」(0.3998)、「行為 (B)」(0.2062)、「組織 (O)」(0.1735)、「設備 (E)」(0.1604) 及「外在環境 (P)」(0.1493)。

然由表 7 可發現產業界、政府單位以及學術界專家之背景與評估觀點不盡相

表 7 影響機坪安全之構面與風險因素權重之排序

構面	風險因素	整體專家				產業界				政府單位				學術界			
		極限值	整體排序	整體權重	構面排序	極限值	整體排序	整體權重	構面排序	極限值	整體排序	整體權重	構面排序	極限值	整體排序	整體權重	構面排序
未遵守 規定/ 程序 (R)	R1	0.1546	1		0.2412	1			0.1191	1			0.1814	1			
	R2	0.1489	2	0.3998	1	0.1351	2	0.4734	1	0.1191	1	0.3682	1	0.1188	2	0.361	1
	R3	0.0735	3		0.0738	3			0.1032	3			0.0461	8			
	R4	0.0228	18		0.0234	16			0.0269	18			0.0218	18			
行為 (B)	B1	0.0503	5		0.0531	5			0.0356	12			0.0817	3			
	B2	0.0383	10		0.0303	11			0.0329	16			0.0511	6			
	B3	0.0461	7	0.2062	2	0.0622	4	0.2156	2	0.0357	11	0.1629	3	0.0474	7	0.2710	2
	B4	0.0503	5		0.0449	7			0.0354	13			0.0700	4			
	B5	0.0212	20		0.0252	13			0.0233	21			0.0207	19			
設備 (E)	E1	0.0218	19		0.0184	19			0.0246	20			0.0260	16			
	E2	0.0381	11	0.1604	4	0.0324	10	0.0964	4	0.0487	6	0.1534	4	0.0269	14	0.1036	4
	E3	0.0381	11		0.0236	15			0.0472	7			0.0269	14			
	E4	0.0287	15		0.0220	17			0.0330	15			0.0239	17			
外在環 境 (P)	P1	0.0335	13		0.0329	9			0.0592	4			0.0315	12			
	P2	0.0241	16	0.1493	5	0.0200	18	0.0769	5	0.0303	17	0.1521	5	0.0283	13	0.0866	5
	P3	0.0241	16		0.0141	20			0.0367	9			0.0182	20			
	P4	0.0120	21		0.0100	21			0.0258	19			0.0087	21			
組織 (O)	O1	0.0556	4		0.0508	6			0.0506	5			0.0548	5			
	O2	0.0392	9	0.1735	3	0.0368	8	0.1376	3	0.0349	14	0.1635	2	0.0385	10	0.1707	3
	O3	0.0461	7		0.0247	14			0.0419	8			0.0453	9			
	O4	0.0327	14		0.0254	12			0.0361	10			0.0322	11			

同，但三方觀點差異性不大，主要皆認為「未遵守標準作業程序 (R1)」與「未遵守安全規定 (R2)」為相對重要之改善項目。

產業界、政府單位專家 (民航局及飛安會) 之分析結果與整體專家之意見雷同，前三項風險因素 (R1、R2、R3) 排序皆相同，其中 R1、R2 分別是某國籍航空公司 GDI 事件數量的第一及第三名，排名第五的 B4 則是某國籍航空事件數第二多的風險因素，足見本研究之結果與某國籍航空公司實際狀況相呼應。

產業界及學術界較重視「行為 (B)」構面，並且認為機坪作業人員因疏忽而導致「錯誤 (error)」行為也應加以重視。而政府單位之結果顯示「行為 (B)」構面之風險因素較未被重視，據本研究推測，雖 GDI 事件發生率較為頻繁，然大多數事件其嚴重性並不高，所以依 GDI 事件之嚴重性，來決定是否由民航局或飛安會介入調查，因此，大部分之 GDI 事件僅由航空公司自行處理及記錄，並未上報至民航局，故政府單位調查之 GDI 事件數量較稀少，不過事件之嚴重性較高，導致其觀點不只專注於作業人員之不安全行為，而是以全面性之角度來進行判斷，因此也強調其他構面之風險因素也應須著重，例如：天氣及地面狀況 (P1)(排名 4)、欠缺標準作業程序 (O1)(排名 5)、裝備故障 (E2)(排名 6)。

4.3 相對重要性、可行性之整合分析

此小節為各領域之專家們，依據其專

業經驗來評估，每項風險因素在實務層面之改善可行性。統整各風險因素之相對重要性和因果關係，再進一步探討其改善可行性，以利於研擬改善機坪安全之策略。

本階段改善可行性以五點量表作為評斷之方法，分別以 20% (很低)、40% (低)、60% (中)、80% (高)、100% (很高) 作為分數基準，分數越高代表此風險因素可改善之程度越高，反之分數越低，表示該風險因素可改善的機率越低。

依專家評估各風險因素之改善可行性，以語意變數運算解模糊之改善可行性數值及排序，再對應其相對重要性數值進行排序，進而分析各風險因素之重要性與可行性。本研究依據 Yeh and Chang (2009) 之模糊數排序法進行可行性數值解模糊計算，並利用重心法對三角模糊數解模糊化 (Defuzzy)，找出最佳明確值 DF_i ，其計算公式如下：

設有一三角模糊數 $A = (l_i, m_i, u_i)$ ， l_i 為最小值， m_i 為幾何平均數， u_i 為最大值，而最佳明確值為：

$$DF_i = \frac{[(u_i - l_i) + (m_i - l_i)]}{3} + l_i \quad (1)$$

本研究根據專家學者的意見，整合 ANP 與改善可行性分析之結果如表 8 所示。並依據相對重要性及可行性分析之結果，繪製影響機坪安全各項風險因素之定位圖，如圖 10 所示。風險因素定位圖以改善可行性為 X 軸，相對重要性為 Y

表 8 風險因素之相對重要性與改善可行性評估總排序

構面	風險因素		相對重要性	重要性排序	可行性評估值	可行性排序
未遵守規定 / 程序 (R)	R1	未遵守標準作業程序	0.1546	1	81.52	8
	R2	未遵守安全規定	0.1489	2	88.61	2
	R3	未遵守個人防護裝備規定	0.0735	3	88.61	2
	R4	專業執照之效期過期	0.0228	18	83.83	4
行為 (B)	B1	對作業空間之錯誤判斷	0.0503	5	77.08	13
	B2	作業經驗不足	0.0383	10	78.56	10
	B3	失察	0.0461	7	68.08	18
	B4	對作業之判斷或操作不良	0.0503	5	76.88	14
	B5	通訊或聯絡失效	0.0212	20	70.75	17
設備 (E)	E1	設備及維修不良	0.0218	19	82.09	6
	E2	裝備故障	0.0381	11	73.09	16
	E3	不安全之作業裝備	0.0381	11	82.53	5
	E4	不當使用	0.0287	15	77.89	11
外在環境 (P)	P1	天氣及地面狀況	0.0335	13	53.09	21
	P2	外來物 / 碎片 (FOD)	0.0241	16	67.76	19
	P3	信號、標識及標誌	0.0241	16	73.43	15
	P4	狹隘空間	0.0120	21	57.43	20
組織 (O)	O1	欠缺標準作業程序	0.0556	4	90.70	1
	O2	作業時間不足	0.0392	9	77.27	12
	O3	未確實督導	0.0461	7	80.04	9
	O4	訓練不足	0.0327	14	81.85	7

軸，而依據 Martilla and James (1977) 在進行重要度績效表現分析 (Importance-Performance Analysis, IPA) 時認為在變數不足或重要性呈現非常態分佈的情況下，將中位數設為基準較為合適，亦可避免受到極端值所影響，故本研究以中位數為原點，使 21 項風險因素依其值分佈於四象限，分別為第一象限優先改善區、第二象限重要規劃區、第三象限長期改善區及第四象限彈性改善區。

1. 優先改善組 (Priority zone)

若風險因素落在第一象限之優先改善組，表示該風險因素之相對重要性及改善可行性偏高，換言之此象限之風險因素應該高度重視且優先改善。根據專家之評估，優先改善組涵蓋之風險因素共有七項，包含「未遵守標準作業程序 (R1)」、「未遵守安全規定 (R2)」、「未遵守個人防護裝備規定 (R3)」、「作業經驗不足 (B2)」、「不安全之作業裝備 (E3)」、

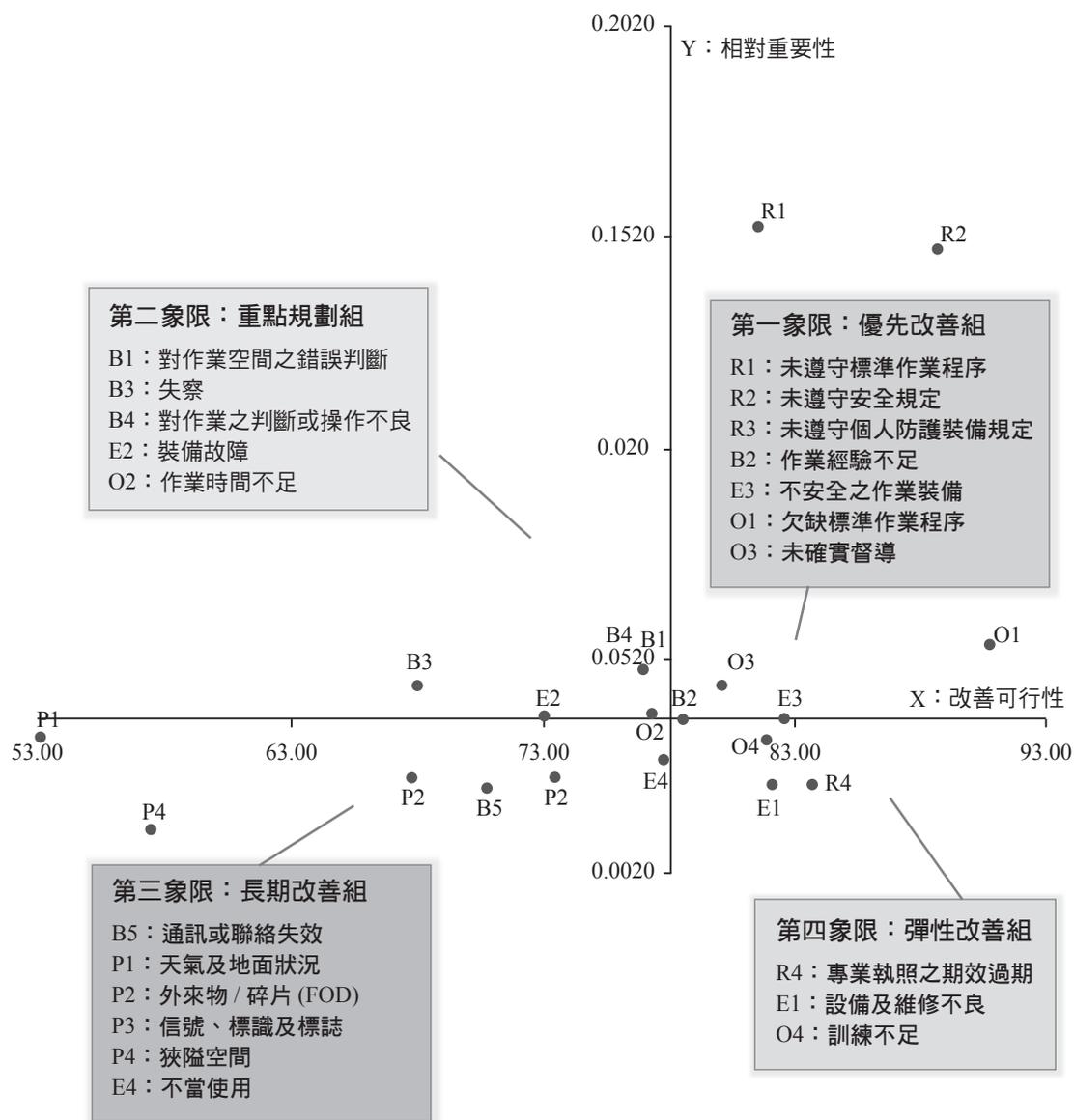


圖 10 影響機坪安全之風險因素之定位圖

「欠缺標準作業程序 (O1)」、「未確實督導 (O3)」。

本研究將上述之結果結合其因果關係進行探討，由於「欠缺標準作業程序 (O1)」和「未確實督導 (O3)」皆屬於因群

之風險因素，其「組織 (O)」構面也歸於因群構面，代表此構面也各別影響「行為 (B)」、「設備 (E)」及「組織 (O)」構面，由此可推斷組織代表航空公司之管理階層，若上層管理單位未謹慎擬定標準作業程

序，使得標準作業之程序上有所紕漏，進而導致其作業人員有未遵守程序或規定之風險，另外，主管未盡監督之職責，易使得作業人員為貪圖方便，而不依循標準作業規定或程序，若一有不慎恐引發 GDI 事件。總而言之，為杜絕 GDI 事件再度發生應從源頭下手，組織為影響機坪安全之最大構面，其組織之風險因素可代表航空公司管理層面所造成之潛在風險，因此航空公司應重新檢視內部之管理機制是否完善且確實，方可確實預防所衍生之風險。

2. 重點規劃組 (Key planning zone)

若風險因素落在第二象限之重點規劃組，代表該風險因素之相對重要性高，但其改善可行性較低，該象限之風險因素較屬於突發性之失誤或狀況，在短期內無法立即改善或處理。依據專家之評估，重點規劃組涵蓋之風險因素有五項，分別為「對作業空間之錯誤判斷 (B1)」、「失察 (B3)」、「對作業之判斷或操作不良 (B4)」、「裝備故障 (E2)」及「作業時間不足 (O2)」。

此五項風險因素分別屬於「行為 (B)」、「裝備故障 (E2)」及「組織 (O)」構面，在此象限之風險因素有三項為「行為 (B)」構面，因此航空公司應重視該風險因素進行改善，然而此三項風險因素較屬於作業人員因疏忽，而發生突發性之失誤，因此無法立即要求員工都達到零失誤率，僅能藉由加強宣導安全觀念及訓練，來降

低作業人員之失誤率。

除上之行為風險因素外，「作業時間不足 (O2)」也應先行改善，此因素為作業人員造成失誤之主因之一，為避免飛機未準時起降，工作人員經常被要求在短時間內完成任務，在時間的壓力下更容易犯錯。相較於優先改善組，該組之重要性未必較低，然其改善可行性之程度略低一些，意旨航空公司也須注重此組之風險因素，然無需像優先改善組於短時間內，立即改善至一定成效。

3. 彈性改善組 (Flexible integration zone)

若風險因素落在第四象限之彈性改善組，顯示風險因素之相對重要性低，但其改善可行性較高，該象限之風險因素指改善容易，但現階段較無迫切之改善需求。依據專家之評斷，彈性改善組包含之風險因素有三項，分別為「專業執照之期效過期 (R4)」、「設備及維修不良 (E1)」與「訓練不足 (O4)」。

然而，此三項目並非「不重要」，而是由於這些項目大多受到法律以及考核機制的規範，出錯機率相對來說也較低，其影響機坪安全的重要性就較無法突顯。例如：專業執照之效期被法律所規範，航空公司皆已確實遵守，故此風險因素之重要度較無法突顯；而航空公司在機組員的訓練上亦遵從應有的課程安排及考核機制，機組員專業能力皆達一定水準，故重要程度相對其他項目來說就會較低；而設備及

維修部分，由於目前某國籍航空公司對於設備之汰換及維護維持在較高水平上，故顯得其重要度較不明顯，與某國籍航空公司實際狀況相符。

4. 長期改善組 (Non-Priority zone)

若風險因素落在第三象限之長期改善組，表示此風險因素相對重要性及改善可行性皆低，意旨其風險因素為肇事主因之機率極低，或需進行長期規劃以及人為無法控制之因素。根據專家之評估結果，其象限包含之風險因素有「通訊或聯絡失效 (B5)」、「天氣及地面狀況 (P1)」、「外來物 / 碎片 (FOD)(P2)」、「信號、標識及標誌 (P3)」、「狹隘空間 (P4)」及「不當使用 (E4)」。

該組之風險因素分別為「行為 (B)」、「外在環境 (P)」及「設備 (E)」構面，於第三象限內「外在環境 (P)」之風險因素就涵蓋四項，其四項風險因素改善可行性皆偏低。

尤其「天氣及地面狀況 (P1)」之可行性最低，因天氣情況並非人為可以操控的，然地面環境可經由長期規劃而進行改善，其餘三項「外在環境 (P)」之風險因素也需進行長期改革之機坪環境，才可整體提升機坪環境，所以此改善計畫需耗費大量的時間與成本，並非短期內就可達成其改善目標。而各界專家皆評斷「通訊或聯絡失效 (B5)」與「不當使用 (E4)」之風險因素其相對重要性不高，所以與外在環境

之風險因素一同納入長期改善組。

4.4 小結

本研究透過決策實驗室分析法、分析網路程序法以及可行性分析等方法，整合相對重要性、因果關係和可行性，依風險因素之重要度及改善可行性，將 21 項風險因素分為四組，根據其先後改善順序依序為優先改善組、重點規劃組、彈性改善組及長期改善組。

依據研究結果，優先改善組代表風險因素相對重要性與改善可行性偏高，應視為優先改善項目；重點規劃組則代表該風險因素之相對重要性高，但其改善可行性較低；而彈性改善組顯示風險因素之相對重要性低，但其改善可行性較高；最後為長期改善組表示此風險因素相對重要性低且改善可行性也低，此分類結果可供航空公司作為改善策略之參考依據。

伍、結論與建議

本研究以國籍航空公司近 10 年來的 GDI 事件統計資料作為參考，結合 IATA GDDB 之分析結果，建立更完整且更貼近臺灣機坪情況之風險架構，藉由探討影響機坪安全之風險因素，使 GDI 事件之發生率下降，有助於提升機坪安全。

本研究依據 IATA (2016) 冬季地面損

傷資料庫 (GDDB) 所整理的肇事因素之五大肇事構面為基礎架構，並參考 IATA GDDB 中所羅列之細部肇事因素、與對照國內某航空公司 GDI 事件之統計報告，將臺灣本土之特性納入考量，歸納出五項影響機坪安全之構面，分別為「未遵守規定 / 程序 (R)」、「行為 (B)」、「設備 (E)」、「外在環境 (P)」和「組織 (O)」，並挑選出 21 項風險因素。透過產、官、學界專家之評估，探討構面間與各構面下風險因素之因果關係，進而分析各風險因素之相對重要性，再整合相對重要性與改善可行性進行分析，最後得出位於優先改善組之風險因素 (包含：「未遵守標準作業程序 (R1)」、「未遵守安全規定 (R2)」、「未遵守個人防護裝備規定 (R3)」、「作業經驗不足 (B2)」、「不安全之作業裝備 (E3)」、「欠缺標準作業程序 (O1)」以及「未確實督導 (O3)」)，依據此結果進行機坪安全管理策略之研擬。

為落實防制 GDI 事件，就需瞭解機坪作業人員之行為模式，當人處於具時間壓力及重覆性高之工作環境，人就會傾向於「取捷徑」之行為模式，為求捷徑易導致其未遵循規定或程序，因此，為確實降低此風險應從員工訓練開始著手，例如：強化作業人員之教育訓練、給予風險管理課程及設置線上學習系統等，皆為培養作業人員正確的安全態度，讓其瞭解「違規」之嚴重性，也透過上述之系統性的訓

練，來改善經驗不足所產生的風險。

針對不安全之作業裝備之改善策略，除定期進行維護及檢查所有作業設施或裝備外，更要確實執行汰舊換新之動作或提升安全裝備之品質，避免航空公司為降低採購成本，而無定期更換老舊裝備，使得作業人員使用不安全之作業裝備，因而引發 GDI 事件，其損失成本反而更高。

組織構面之風險因素包含欠缺標準作業程序與管理階層未確實督導，此兩項風險因素都極其重要，上位者的所作所為都會影響員工態度及表現，俗話說的好「上樑不正下樑歪」正可詮釋此現象。員工執行的所有作業都需依循其標準作業程序，然航空公司在擬定作業程序上也可能發生紕漏，所以希望員工藉由航空安全報告系統 (Aviation Safety Reporting System, ASRS) 主動回報其過失行為外，航空公司也可利用此資料庫追溯其有無標準作業程序上的缺失，以及配合定期性的管理與檢查。另外，對於各單位主管也應定期接受考核及督察，才可避免管理者怠忽職責。

透過本研究中各項風險之因果關係、相對重要性、以及改善可行性分析，找出重要度高且改善可行性高之風險因素，期提供航空公司優先改善順序，防範 GDI 事件再度發生，提升機坪安全、進而降低航空公司之營運成本。

參考文獻

- 王穎駿、劉毓珊，2013，機坪勤務人員人為風險因素評估與策略，*危機管理學刊*，第 10 卷，第 2 期，87-100。
- 交通部民用航空局臺北國際航空站，2015，*松山機場停機坪安全管理規定*。
- 林玠廷，1997。機坪作業風險之評量，交通大學管理學院運輸物流學程碩士論文，新竹市。
- 彭斯民，2015，機坪危害與人為因素之關聯，*航空安全及管理季刊*，第 2 卷，第 2 期，129-158。
- 葉文健、羅永祥，2012。從地勤人員認知角度探討機坪作業之威脅與疏失，*運輸學刊*，第 24 卷，第 1 期，1-24。
- 鄭恒理，2006，機坪作業安全模式研究，國立交通大學管理學院碩士論文，新竹市。
- 鄭鴻銘，2015，機坪地勤作業安全管理，國立交通大學管理學院運輸物流學程碩士論文，新竹市。
- Andersson, K., Carr, F., Feron, E. and Hall, W.D., 2000. Analysis and modeling of ground operations at hub airports. In *Proceeding of 3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*, pp. 1-15, Napoli.
- Andreatta, G., De Giovanni, L. and Monaci, M., 2014. A fast heuristic for airport ground-service equipment-and-staff allocation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 108, 26-36.
- Bodin, L. and Gass, S., 2003. On teaching the analytic hierarchy process. *Computers & Operations Research*, 30(10), 1487-1498.
- Diepen, G., Van Den Akker, J.M. and Hoogeveen, J.A., 2009. Integrated gate and bus assignment at Amsterdam airport schiphol. In: *Robust and Online Large-Scale Optimization* (pp. 338-353). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hawkins, F.H., 1993. *Human Factors in Flight*, Ashgate: Aldershot, England.
- Horberry, T., Regan, M.A. and Toukhsati, S.R., 2007. Airport ramp safety and intelligent transport systems. *IET Intelligent Transport Systems*, 1(4), 234-240.
- International Air Transport Association (IATA), 2015. *Airport Handling Manual*, 35th Edition.
- International Air Transport Association (IATA), 2016. *Ground Damage Database Winter Report*.
- International Air Transport Association (IATA), 2016. *ISAGO Standards Manual*, 5th ed.
- International Air Transport Association, <http://www.iata.org/Pages/default.aspx>
- International Civil Aviation Organization (ICAO), 2016 *Safety Report*.
- International Civil Aviation Organization, <http://www.icao.int/Pages/default.aspx>

- Lacagnina, M., 2007. Defusing the ramp. *Aerosafety World*, 2, 22-24.
- Lu, C., Wetmore, M. and Przetak, R., 2006. A new approach to enhance airline safety: using system safety techniques. *Journal of Air Transportation*, 11(2), 113-139.
- Martilla, J.A. and James, J.C., 1977. Importance-performance analysis. *The Journal of Marketing*, 77-79.
- Reason, J., 1990. *Human Error*, Cambridge University Press: USA.
- Roling, P.C. and Visser, H.G., 2009. Optimal airport surface traffic planning using mixed integer linear programming. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2008(1), 1-11.
- Saaty, T.L., 1996. *The Analytic Network Process: Decision Making with Dependence and Feedback*, RWS Publications: Pittsburgh.
- Shappell, S. and Wiegmann, D., 2000. Is proficiency eroding among U.S. Naval aircrews? A quantitative analysis using the human factors analysis and classification system. In *Proceedings of the 44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, pp. 4-345-4-348, San Diego, California.
- Wenner, C.A. and Drury, C.G., 2000. Analyzing human error in aircraft ground damage incidents. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, 177-199.
- Yan, P.C. and Chang, C.M., 1998. A network model for gate assignment. *Journal of Advanced Transportation*, 32(2), 176-189.
- Yeh, C.H. and Chang, Y.H., 2009. Modeling subjective evaluation for fuzzy group multicriteria decision making. *European Journal of Operational Research*, 194(2), 464-473.

