

臺灣離島海上客運航線營運評估模式與改善策略研究 — 以臺東離島航線為例

A Study on Operation Evaluation Model and Improvement Strategy of Taiwan's Outlying Island Passenger Ocean Shipping Services – A Case of Taitung

褚志鵬 (Chih-Peng Chu)^{①*}、張家豪 (Chia-Hao Chang)^②

摘要

離島海上客運之營運迥異於陸運及空運有其特殊性，縱使國內各離島海上客運航線之營運特性亦不盡相同，除了少部分航線係因應旅客觀光旅遊需求外，大部分航線仍以擔負解決離島民眾之基本民行為主要任務。鑑於維持離島海上客運航線正常營運需考慮的層面及因素既廣泛且複雜，需藉由收集專家意見從多層面及多準則方式予以考量，再加上專家決策具有語意模糊性及資訊不確定性問題，有必要結合模糊理論加以處理。爰本研究利用模糊德菲法選定評估準則後，再以綠島及蘭嶼航線為案例，藉由模糊層級分析法確立各評估準則之相對權重並予以排序，並針對上開航線之重要評估準則提出改善策略及具體措施，俾提供相關單位強化離島海上客運環境之參考。

關鍵字：海上客運航線、模糊德菲法、模糊層級分析法

Abstract

Outlying island passenger ocean shipping services is different from land or air transportation services due to its unique operation. Even in Taiwan, operations of outlying island passenger ocean shipping services among those providers are

①* 通訊作者，國立東華大學企業管理學系暨運籌管理研究所教授；E-mail: chpchu@gms.ndhu.edu.tw。

② 國立東華大學管理學院高階經營管理碩士在職專班碩士。

different. While some service providers are specifically for tourism only, some others bear the responsibility of solving the basic daily needs of people living in outlying islands. From the complex aspects and factors involved in maintaining the normality of outlying island passenger ocean shipping services, the clarification of the multi aspects and multi criteria from experts is crucial. The Fuzzy Delphi Method is adopted to decide performance items for subsequent analysis. With the Green Island service and the Orchid Island service as our study cases, the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) is employed to deal with multi-criteria complexity, ambiguity of expert linguistics, and information uncertainty. From FAHP, we obtained the weight of each evaluation criterion. Furthermore, the study also proposed improvement strategies and precise measures to the evaluation criteria of the two services examined for the authorities to strengthen the passenger ocean shipping environment.

Keywords: Passenger ocean shipping services, Fuzzy Delphi Method, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

壹、前言

目前臺灣本島與離島間之交通運輸往來主要仍仰賴海運與空運，部分離島地區對外交通僅靠海上運輸維持，建立一條穩定安全之海運航線已是政府照顧離島居民基本民行之最低要求。另因臺灣離島風光明媚、海洋資源豐富，近年來離島觀光旅遊風氣盛行，港埠旅運設施之完整性及船舶軟硬體設施與服務之安全性與舒適性，亦影響旅客選擇海上運輸之重要關鍵。

另監察院為瞭解國內離島交通問題，已於 107 年就「離島交通需求之規劃及改善措施」進行調查，並就臺東離島固定航

線客運業者停駛頻率、原因與查核機制、航班購票資訊揭露、航運結合觀光需求、運輸供需與服務評比等約詢交通部與臺東縣政府等相關行政機關，亦顯示國內離島交通需求逐漸受到重視，惟相關交通設施與服務尚有進一步改善之空間。

國內對於海上大眾運輸評鑑及其營運與服務績效評估相關研究與文獻不若陸運及空運廣泛及深入。「大眾運輸營運與服務評鑑辦法」(交通部，2004) 規定主管機關應針對大眾運輸事業辦理包括海、空、陸運之大眾運輸營運與服務評鑑，交通部亦已委外辦理「大眾運輸(海運部分)營運之評鑑制度」相關研究(交通部，

2000)，並依上開辦法擬訂「船舶運送業營運與服務評鑑執行要點(草案)」(交通部，2007)，惟因故未能實施。另部分學者亦曾針對海上大眾運輸及國內船舶運送業者及其所屬船舶之營運、服務與安全進行績效評估(李淑惠，2000；蘇瑞怡，2006；邱勝理，2007)，以作為未來船舶運送業評鑑與營運補貼及完善安全制度之參考。惟臺灣離島海上客運航線(以下簡稱客運航線)因旅運設施、航程時間、經營規模、旅次目的等或有差異，實有必要瞭解各客運航線營運之關鍵影響要素及其差異性，並就該等航線缺失及不足之處加以改善。

海上大眾運輸之旅客運輸特性與陸上及航空大眾運輸迥異，加上海上客運之服務對象、市場規模、競爭態勢、管制程度及旅客行為亦有別於陸運，爰目前相關研究文獻仍著重陸上大眾運輸營運管理及服務績效指標之探討。鑑於國內離島海上客運營運有其特殊性，各航線營運特性亦不同，爰有必要依其特性建立各客運航線之評估準則及評估模式，並對各航線不足及有待強化之準則提出改善策略及具體措施，此為本研究主要之目的。

因離島客運航線之評估準則建立涉及營運安全、旅運服務、經營管理等構面，其所涵蓋的層面較廣泛且複雜，需藉由收集專家意見從多層面及多準則方式予以考量及處理。但因各領域專家思考層面不同，其主觀認知因專業角度而異，且語意具有模糊性及資訊不確定性的問題，採用

模糊理論概念加以篩選評估準則及確立各航線準則相對權重較適宜，據以探討臺東離島客運航線之改善優先順序。基於上述說明，本研究目的有三項，即：一、探討臺灣離島客運航線評估準則；二、利用模糊理論選定評估準則及確立臺東離島航線之準則權重；三、提供改善策略及具體措施，以作為相關單位強化臺東離島海上客運環境之參考。

本研究基於資源限制，在文獻探討上雖以船舶運送業經營連江縣、澎湖縣、琉球鄉、綠島鄉及蘭嶼鄉等離島與臺灣本島間之 14 條固定航線與航次為範圍，但因上開航線之經營型態、航程時間、船舶特性、管理組織與運具選擇等均存有差異，故以性質較為相近之臺東離島 - 綠島及蘭嶼等二條航線為研究對象。

貳、文獻探討

本節回顧目前海上客運業者之相關評估準則文獻，再探討本研究擬採用之模糊理論及如何應用於我國運輸領域，並分析我國離島客運航線之現況。

2.1 離島海上客運相關績效評估及評鑑準則

有關經營離島海上客運之船舶運輸業績評估準則及海運大眾運輸營運與服務評鑑制度相關研究文獻不多，李淑惠

(2000) 利用模糊多準則評估方法將海運大眾運輸之營運與服務績效評估分成營運安全及旅客服務面二個層面探討屏東 - 小琉球航線業者之績效，雖可解決主觀及認知差異問題，但其指標擬定較無客觀篩選標準。之後，蘇瑞怡 (2006) 利用因素分析探討海上旅客運送之安全管理與安全績效因素；邱勝理 (2008) 則運用平衡計分卡之觀念探討經營國內離島海上客運固定航線之船舶運送業營運績效，該研究使用 AHP 法雖能將複雜問題層級化與系統化，但仍有等級排列不夠明確、對方案評估過於主觀及無法處理決策中模糊性問題等缺點。近年來，政府開始著重離島航線之補貼分配政策，游明敏 (2016) 就此提出二階段網路資料包絡分析法 (NDEA) 與交叉效率概念基礎上的補貼與目標設定方式，以應用於七條離島航線的補貼分配議題上。

除了前揭學者探討離島海上客運相關績效評估外，政府亦著手建立海上大眾運輸營運與服務評鑑制度，交通部 (2000) 曾委外研究海上大眾運輸營運評鑑制度，相關構面與指標與除了和李淑惠 (2000) 設計相似之外，另新增業者經營面，並利用 AHP 法求取評鑑指標之權重；此外，交通部於 2004 年訂定發布「大眾運輸營運與服務評鑑辦法」，該辦法雖然亦適用船舶運送業，但主要仍從陸上大眾運輸的角度思考，並含括營運管理、旅客服務及業者經營等層面。之後交通部 (2007) 依上開辦法

規定擬訂「船舶運送業營運與服務評鑑執行要點 (草案)」，並訂有船舶運送業之評鑑項目、指標及配分標準，惟因考量當時國內客船業者與客運市場規模較小，評鑑較無實益等原因暫無實施。前揭評鑑制度迄今雖仍無實施，惟航港局 (2015) 已將上開評鑑執行要點 (草案) 之評分項目及指標應用在績優載客船舶之選拔活動上，並訂有選拔實施要點，藉以提升載客船舶航行安全及營運服務。

綜上，衡量前揭相關文獻海上旅客運輸績效之評估構面不外乎營運安全、旅運服務及經營管理等三大構面，且其評鑑及評估指標與項目均經一定程序的探討及研究求得，具有一定的可靠性，爰本研究將參考相關文獻訂定之評鑑及評估指標與項目，建立我國離島客運航線評估準則模式。

2.2 模糊理論

1965 年由 Zadeh 提出模糊集合 (Fuzzy Set)，主要係探討人類主觀或思考過程中定量處理方法，後經不斷研究而成模糊理論 (Fuzzy Theory)。該理論強調在本質上一般人的思考、推理及對周遭事物的認知都是十分模糊，因此決策分析時須仰賴以模糊數學方法取代傳統數量方法，俾有效處理現實生活的不確定性與模糊性 (廖茂生，2014)，另與模糊集合相對的，是傳統的二元集合 (binary set)，又稱

為明確集合 (crisp set)。模糊理論概念及相關定義敘述如后 (王瑞琛, 2007; Zadeh, 1965)。

2.2.1 隸屬函數 (Membership Function)

以 U 表示論域 (universal set) 中的要素指隸屬於模糊集合 A 的程度, 如下式:

$$\mu_A: U \rightarrow [0,1]$$

其中 $[0,1]$ 用以表示 $0 \sim 1$ 之閉區間。

2.2.2 模糊集合 (Fuzzy Set)

假設 $\mu(x)$ 表 X 隸屬模糊集合 A 的隸屬函數, 則模糊集合 A 可標記為:

$$\begin{aligned} A &= \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \\ &= \mu_A(x_1) / x_1 + \mu_A(x_2) / x_2 + \dots + \mu_A(x_n) / x_n \end{aligned} \quad (1)$$

其中「+」為連結符號, 僅藉以列舉出所有要素, 並非相加之意;「/」亦不代表價用的除法, 僅是分隔符號, 分母表示要素值, 分子則為該要素所對應的隸屬度數值。另「 \sum 」亦僅為便利處理, 藉以取代 n 個「+」, 並非表示相加。上式所表示的方法, 適用於離散集合, 倘要素並非離散而是連續的, 僅將連加符號改為積分符號即可, 如下式所示:

$$A = \int_U \mu_A(x) / x \quad (2)$$

2.2.3 模糊數 (Fuzzy Number)

通常同時具有以下三種特性的模糊集

合稱為模糊數。一般常用的模糊數有三角模糊數、梯形模糊數及常態模糊數。

1. 該模糊集合定義在實數軸 R 上。
2. 該模糊集合為凸 (convex)。
3. 該模糊集合為正規化 (normalize)。

模糊理論於實務上經常應用在不同的領域, 在交通運輸領域之應用亦非常廣泛, 相關研究彙整情形詳如表 1。為解決群體決策分析專家意見之共識程度模糊性問題, 本研究將藉由文獻探討後建立之評估準則, 利用模糊德菲法選定具專家共識之準則項目, 之後再採用層級分析法將複雜的問題透過層級結構的方式予以系統化分解, 並結合模糊理論處理傳統層級分析法中各專家主觀、不確定與模糊之決策問題。

2.3 離島客運航線現況分析

2.3.1 離島客運航線營運特性

鑑於海上大眾運輸之旅客運輸特性與陸上及航空大眾運輸迥異, 具有其特殊性, 茲說明臚列如后。

1. 海上客運量尖離峰差距大

國內離島客運航線除基本民生運輸需求外, 觀光遊憩性質之遊客亦占多數客源, 爰連續假期及暑假等旅遊旺季 (尖峰時期) 之客運量龐大, 但一旦到冬季及海象不佳之淡季 (離峰時期) 客運量又大幅減少。

表 1 模糊理論在交通運輸領域之應用彙整表

學者	發表年期	應用領域	應用方法
徐村和	1993	評估交通運輸計畫	AHP 結合模糊理論
Teng and Tzeng	1996	評量運輸方案投資之優先順序	AHP 結合模糊集合理論
王東琪	1998	評估航空站營運績效	模糊 AHP
鄭明淵	1998	分析 BOT 特許公司營運影響因素	模糊德菲法及模糊 AHP
李淑惠	2000	評估海運大眾運輸營運與服務績效	模糊 AHP
梁金樹、潘慧蘭、 丁吉峰	2004	評估海運承攬運送業之關鍵能力	平衡計分卡為構面結合模糊 多準則決策技術
王昱傑	2007	評估臺灣地區貨櫃船公司財務績效	TOPSIS 模糊多準則決策方法
梁金樹、林文晟、 陳彥邦	2008	評選航空公司策略聯盟夥伴	AHP 結合模糊多準則決策方法
倪安順、陳善民	2009	評選定期貨櫃航商策略聯盟夥伴	模糊 AHP
丁吉峯、程慶偉	2012	評估貨櫃航商之綠色航運績效指標	模糊 AHP
周貞慧、張弘宗、 張淑滿	2015	評估臺灣地區海運承攬業複合運送 合作夥伴風險	AHP 結合模糊集合理論
廖茂生	2015	評估港埠綠色績效	模糊灰關聯多準則決策模式
曾柏興	2017	評估遊覽車安全管理	德菲法及模糊 AHP

資料來源：李淑惠 (2000) 及本研究整理。

2. 海上客運需求有限

國內離島客運航線如單純以解決離島居民基本運輸需求為主，由於大部分離島人口數不多，因此海運市場規模較小，此時如無觀光旅次需求溢注，該等航線之客源成長自然有限。

3. 離島客運航線使用率低

船舶運送業申請經營海上客運固定航線，依「航業法」規定係採登記制，與其他大眾運輸事業經營公路、航空客運路(航)線採許可制不同，故無法限制其他業者加入經營海上客運航線，亦無法強制業者須以觀光核心航線搭配運輸偏遠航線營運，易致以運輸需求為主之航線使用率偏低。

4. 離島客運航線特性不同

各離島海運因航程、海空運具選擇、旅次目的與需求及島內人口數等因素致各航線經營特性不同，部分航線競爭激烈，部分航線卻乏人問津。

5. 離島客運航班易受天候影響

臺灣周遭海域冬季易受東北季風影響，夏季亦常受颱風侵襲，導致載客船舶因無法按照表定時間開航，經常有停駛或延班之虞，除了帶給旅客不便外，亦限制了航運業者之經營與發展。

2.3.2 離島客運航線現況

目前國內船舶運送業者所經營之連江縣、澎湖縣、琉球鄉、綠島鄉及蘭嶼鄉等五離島與臺灣本島間之固定航線，包括基

隆 - 馬祖、臺中 - 澎湖(馬公)、嘉義(布袋) - 澎湖(馬公)、嘉義(布袋) - 澎湖(龍門尖山)、高雄 - 澎湖、高雄 - 七美 - 望安、馬公 - 望安 - 七美 - 高雄、臺南(將軍) - 澎湖(東吉)、屏東(東港) - 小琉球、屏東(鹽埔) - 小琉球、屏東(大鵬灣) - 小琉球(新漁港)、臺東(富岡) - 綠島、臺東(富岡) - 蘭嶼及屏東(後壁湖) - 蘭嶼，計 14 條客運航線，各航線轄下船舶運送業者、客船名稱、航班週期、經營型態、航程及航行時間等資訊彙整詳如表 2。

2.3.3 綠島、蘭嶼航線現況

綠島、蘭嶼二離島目前均有海運及空運航線，惟空運航線提供之班次及機位較少，且冬季常因氣候不佳停航則需仰賴海上運輸，海運航線包括臺東 - 綠島、臺東 - 蘭嶼及屏東 - 蘭嶼等三條固定航線，該等航線登記航行之 10 艘船舶均為總噸位 500 以下及乘客定額 116 ~ 323 人之客船，主要靠泊臺東富岡漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港交通船碼頭，上開漁港均為二類漁港，該等碼頭及旅運設施由臺東及屏東縣政府管理，除富岡漁港候船室稍具旅運設施功能外，其他漁港候船室設施簡陋、標示不清亟待改善，另各港交通船碼頭旅客動線亦需妥為規劃。臺東 - 綠島航線由龍鴻、帆利、大發及長杰等四家業者、10 艘客船共同經營，該航線航程約 18 浬，航行時間約 50 分鐘。另民 106 年綠島鄉人口數為 3,926

人，赴綠島觀光人數為 345,622 人，主要仰賴觀光旅遊需求，海上客運量占整體客運量 95% 以上，該航線仍以海運較具優勢，惟淡季時為維持基本運輸需求，政府對該航線給予基本航次補貼。臺東 - 綠島航線海上客運量由民 100 年之 610,243 人次逐年遞增至民 103 年之 736,850 人次為高峰，之後開始逐年遞減至民 106 年之 632,529 人次。

臺東 - 蘭嶼及屏東 - 蘭嶼航線則由龍鴻及大發二家業者、七艘客船共同經營，上述二航線航程分別為 49 浬及 43 浬，航行時間約 2 小時，另後壁湖 - 蘭嶼航線因冬季風浪強勁僅 3-10 月開航。至民 106 年蘭嶼鄉人口數為 5,075 人，赴蘭嶼觀光人數為 133,292 人，由於臺東 - 蘭嶼航線(以下簡稱蘭嶼航線)航程其距離較臺東 - 綠島航線(以下簡稱綠島航線)為遠，蘭嶼居民考量搭乘便利性、舒適性及航空票價亦有補貼等因素，仍以空運為首選，爰民 106 年海上客運量占整體客運量約 54%，遠較臺東 - 綠島航線為低。冬季時政府亦對該航線給予基本航次補貼，以維持蘭嶼地區之基本民行需求。臺東 - 蘭嶼及屏東 - 蘭嶼航線之海上客運量由民 100 年之 86,911 人次逐年遞增至民 106 年之 174,708 人次，7 年間增加 101%。

比較前揭臺東離島 - 綠島及蘭嶼航線無論在營運地理區位、離島人口數目、業者經營型態、客船基本特性、碼頭管理組

表 2 離島客運航線一覽表

航線別	船舶運送業者	船名	航班週期	經營型態	哩程(時間)
基隆 - 馬祖	連江航業所有 新華航業營運	臺馬之星、臺馬	52、4 航次 / 月	公船 民營	114 (8hr)
臺中 - 澎湖(馬公)	百麗航運公司	雲豹、藍鵲	2 航次 / 月	民營	86 (2.2hr)
嘉義(布袋) - 澎湖 (馬公)	滿天星航運公司	滿天星 1 號、滿天星 2 號	24 航次 / 月	民營	40 (1.5hr)
	嘉和海運公司	今一之星	2 航次 / 月		
	凱旋海運公司	凱旋 3 號、凱旋 6 號	24 航次 / 月		
	海有航運公司	太吉之星、太吉之星 2 號、海有 10 號	10、2 航次 / 月		
	海上明珠公司	金八達、金八達 2 號	2 航次 / 月		
	百麗航運公司	雲豹、藍鵲	8 航次 / 月		40 (1.2hr)
嘉義(布袋) - 澎湖 (龍門尖山)	凱旋海運公司	凱旋 3 號、凱旋 6 號	2 航次 / 月	民營	28 (1hr)
高雄 - 澎湖	臺灣航業公司	臺華	6 航次 / 週 (10~3 月) 10 航次 / 週 (4~9 月)	民營	76 (4.5hr)
高雄 - 七美 - 望安	光正公司	光正 6 號	2 航次 / 月	民營	69 (3hr)
馬公 - 望安 - 七美 - 高雄	澎湖縣政府公 共車船管理處	南海之星、南海之星 2 號	4 航次 / 月	公船公營	
臺南(將軍) - 澎湖 (東吉)	詠傑海運公司	東吉福氣	2 航次 / 週 (4~9 月) 1 航次 / 週 (10~12 月)	民營	23 (1.5hr)
屏東(東港) - 小琉 球	琉興公司	欣泰	8 航次 / 日	公船民營	8.9 (30min)
	競強輪船公司	東昇 11 號	16 航次 / 日	民營	
	東信輪船公司	翔信			
	飛馬輪船公司	飛馬			
	觀光輪船公司	光輝			
	眾益輪船公司	群益			
	誠翔輪船公司	誠翔			
泰富輪船公司	泰富 1 號、泰富 2 號、泰富 3 號	14 航次 / 日	民營		
屏東(鹽埔) - 小琉 球(白沙觀光港)	競強輪船公司	東昇 11 號	2 航次 / 日	民營	8(25min)
	東信輪船公司	翔信			
	飛馬輪船公司	飛馬			
	觀光輪船公司	光輝			
	眾益輪船公司	群益			
	誠翔輪船公司	誠翔			
屏東(大鵬灣) - 小琉球(新漁港)	大鵬灣遊艇公 司	大鵬灣 6 號	10 航次 / 週	民營	9.2(30min)
臺東(富岡) - 綠 島	龍鴻航業公司	綠島之星、綠島之星 2 號、綠 島之星 3 號、綠島之晟	8 航次 / 週 (4~10 月) 4 航次 / 週 (11~3 月)	民營	18 (50min)
	帆利航運公司	凱旋 1 號、凱旋 2 號	20 航次 / 月 (4~10 月) 2 航次 / 月 (11~3 月)		
	大發輪船公司	金星 3 號、金星 5 號、恆星	8 航次 / 週 (4~10 月) 4 航次 / 週 (11~3 月)		
	長杰航運公司	天王星	10 航次 / 週 (7~9 月) 2 航次 / 週 (10~6 月)		

表 2 離島客運航線一覽表(續)

航線別	船舶運送業者	船名	航班週期	經營型態	湔程(時間)
臺東(富岡)-蘭嶼	龍鴻航業公司	綠島之星、綠島之星 2 號、 綠島之星 3 號、綠島之晨	8 航次 / 週 (4~10 月) 停航 (11 月~翌年 3 月)	民營	49 (2hr)
	大發輪船公司	恆星、金星 3 號、金星 5 號	8 航次 / 月 (4~10 月) 4 航次 / 月 (11 月~3 月)		
屏東(後壁湖)-蘭嶼	大發輪船公司	恆星、金星 3 號、金星 5 號	8 航次 / 月 (4~9 月) 停航 (10 月~翌年 3 月)	民營	43 (2hr)
	龍鴻航業公司	綠島之星、綠島之星 3 號、 綠島之晨	12 航次 / 週 (4~10 月) 停航 (11 月~3 月)		

資料來源：交通部航港局 (2019) 及本研究整理。

織、海空運具選擇及天候影響因素等性質差異不大，爰作為本研究之分析對象，其研究成果方不致於與其他主要航線有過大的落差。

估準則，利用模糊德菲法選定具專家共識之準則項，作為後續評估離島客運航線準則權重之依據。

模糊德菲法有別於傳統德菲法，應用於群體決策上，可解決專家共識程度之模糊性問題，且模糊德菲法可提供專家更為彈性的評估值尺度，同時也可減少問卷調查次數及提升問卷的品質與效率，藉由統計結果可篩選出較為客觀之評估準則 (Noorderhaben, 1995)。因此，模糊德菲法具有可降低問卷調查次數，有效減少研究成本；專家意見可充分表達，減少個人主觀意見；考慮各衡量構面於調查過程中無可避免的模糊性等優點 (陳怡如, 2013; Ishikawa et al., 1993)。

參、研究方法

本節主要係說明藉由德菲法導入模糊理論解決群體決策的不確定性問題，以選定較客觀之評估準則；另透過層級分析法結合模糊理論求得各評估準則較為客觀之權重及排序。

3.1 模糊德菲法

模糊德菲法源自 Murry et al. (1985) 將模糊理論融入傳統德菲法中，是一種利用人類語意 (linguistic) 程度的不同，運用其相對應變數的價值來表達之決策方法，因此可應用於群體決策分析上，以解決專家意見共識程度之模糊性問題 (張紹勳, 2016)。本研究即是由文獻探討後建立之評

3.1.1 模糊德菲法作業方式

本研究將以研究上較常使用之三角模糊數來涵蓋專家群體之意見，另為避免調查資料受到極端值的影響，以專家問卷所得之影響要素評估值，依循下列公式，建立每項要素之三角模糊數 (如圖 1)。

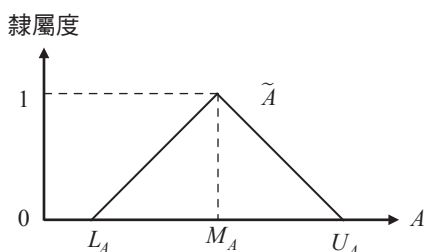


圖 1 三角模糊函數圖

$$\tilde{A} = (L_A, M_A, U_A) \quad (3)$$

其中， \tilde{A} 為 A 影響要素適合性之模糊數。

L_A 為專家群體對 A 影響要素評估之第 10 百分位數值。

M_A 為專家群體對 A 影響要素評估之第 50 百分位數值。

U_A 為專家群體對 A 影響要素評估之第 90 百分位數值。

A 為影響要素。

經式 3 計算專家群對每項要素之三角模糊數評估值，然而模糊數並非明確數值，仍需解模糊化 (DeFuzzy, DF) 方可求得一明確值，以作為專家群各成員對各評估準則之評量共識，再利用設定門檻值方式決定各準則是否需保留或刪除。本研究採用較為合理、簡單及實用之重心法 (Center-of-gravity, COG) 作為解模糊化之方法，其公式表示如下：

$$DF = \frac{(M_A - L_A) + (U_A - L_A)}{3} + L_A \approx \frac{L_A + M_A + U_A}{3} \quad \forall i \quad (4)$$

3.1.2 模糊德菲法專家問卷設計

第一階段專家問卷列出每一構面之評估指標、項目與其衡量敘述，評定分數由 1 ~ 10 分，分數越高表示對該評估項目之適合性認同程度越高，由專家依其專業素養主觀認定並給分，另於問卷中每一構面之後加列建議事項欄位，以開放方式請專家提供評估指標與項目之修正建議，以確保各項評估準則之適當性。

依據 Dalkey (1969) 指出，德菲法研究樣本對象大於 13 人時，其信度將會高於 0.8，一般德菲法樣本以 10 至 15 位參與為原則。考量問卷回收比例，因此本研究第一階段擬寄送計 20 份專家問卷進行調查，其邀請專家類別包括：學者專家五位 (觀光遊憩學者三名、運動休閒學者二名)、政府官員八位 (交通部、運研所業務主管各一名、航港局、觀光局、臺東縣政府業務主管各二名)、運輸觀光產業業者七名 (船舶運送業者三名、觀光旅遊業者四名)。

第一階段問卷於民 107 年 11 月 30 日開始寄送，並於民 107 年 12 月 14 日截止，共寄出 20 份問卷。問卷回收後，依前述模糊德菲法計算方式進行，並以 Microsoft Excel 2010 軟體執行相關統計資料。

3.2 模糊層級分析法

層級分析法為 Thomas L. Saaty 於 1971 年發展出來之一套決策方法，主要應用於

不確定情形下及具有多個評估準則的決策問題。層級分析法發展的目的即是將複雜的問題系統化，從不同層面給予階層式分解，使複雜的問題透過層級結構的方式變得較易評估，並透過量化的判斷加以綜合分析，以提供決策者選擇適當的方案，並減少決策錯誤的風險（鄧振源，2012）。

傳統層級分析法雖可獲得各專家對於各準則權重的偏好程度，但由於各專家所判斷的權重值必不相同，倘僅以平均值表示準則權重，將可能遺漏該準則權重所顯示出之部分訊息。且由於傳統層級分析法中成對比較之估算值必須以「明確值」表示，也不符合人為判斷具主觀、不確定性與模糊的特性（張紹勳，2016）。因此，才需採用模糊集合理論及模糊數處理傳統層級分析法中成對比較矩陣具有主觀、不確定與模糊之決策問題。

3.2.1 層級分析法作業方式

為符合層級分析法評估尺度及解決各專家間判斷權重的差異化，爰本研究採用三角模糊數的概念（如圖 2）來處理相對權重之模糊性，公式說明如下：

$$W_i = (L_{W_i}, M_{W_i}, U_{W_i}), \quad (5)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

其中， W_i 為專家群體給予準則 i 的權重值。

L_{W_i} 為專家群體給予準則 i 權重的最小值。

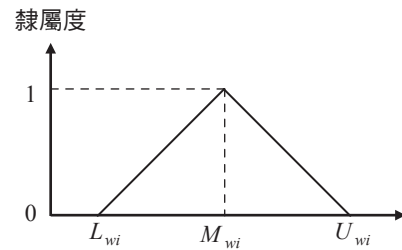


圖 2 模糊權重隸屬函數圖

M_{W_i} 為專家群體給予準則 i 權重的幾何平均值。

U_{W_i} 為專家群體給予準則 i 權重的最大值。

本節將整合第一階段模糊德菲法確立之評估準則，將各評估準則編製成為「離島海上客運航線營運評估指標權重評比」層級分析問卷，並且結合模糊理論，將求得之專家群體給予各準則權重建立三角模糊數，並求得初始模糊權重值，由於前揭所得之模糊數值無法比較各準則間權重及排序，本研究另以較常用之重心法取得解模糊化 (DeFuzzy, DF) 之明確值後，再據以排序各準則之模糊權重。其公式如下：

$$DF = \frac{(M_{W_i} - L_{W_i}) + (U_{W_i} - L_{W_i})}{3} + L_{W_i} \approx \frac{L_{W_i} + M_{W_i} + U_{W_i}}{3} \quad \forall i \quad (6)$$

3.2.2 模糊層級分析法專家問卷設計

為建立各評估準則間之權重評比，問卷之評定方式係採由專家依個人之專業素養，先評定研究對象（綠島航線及蘭嶼航

線)兩兩構面、指標或項目間相互重要性比較，再對兩兩比較之構面、指標與項目評定權重。

第二階段問卷研究對象因係以綠島航線及蘭嶼航線為主，受測之產、官、學界專家考量需對上開航線較為嫻熟，因此以熟悉花蓮、臺東地區航運與觀光領域共計 20 名專家為問卷調查對象，分別為學者專家六位(觀光遊憩學者四名、運動休閒學者二名)、政府官員七位(交通部交管小組一名、航港局、觀光局、臺東縣政府業務主管各二名)、運輸觀光產業業者七位(船舶運送業者四名、觀光旅遊業者三名)，並由受測者先逕行選擇填答較為熟悉航線之間卷。

第二階段問卷陸續於民 108 年 1 月 7 日以郵遞或電子郵件方式開始寄送，並於民 108 年 1 月 21 日截止，綠島航線及蘭嶼航線共寄出 24 份問卷。層級分析法專家問卷回收後，依前述模糊層級分析法計算方式進行，並以 Microsoft Excel 2010 軟體執行相關統計資料。

肆、臺東離島客運航線營運評估模式建立

4.1 評估準則選定

4.1.1 層級結構建立

本研究之層級結構參考褚志鵬(2016)

層級結構化之建立方式及李淑惠(2000)、邱勝理(2008)等人對於船舶運送業之營運與服務績效評估分為三個層級，分別為第一層評估構面、第二層評估指標及第三層評估項目。

就評估構面而言，為衡量我國離島客運航線之營運績效，除參考前揭文獻將影響離島航線營運之評估準則分為安全管理、旅客服務、業者經營等構面外，本研究亦將海上客運營運特性及航運政策與跨業合作行為等外部環境因素列為影響航線營運之重要要素，爰新增「航線環境」一項評估構面。

至於評估指標與項目之選取，參考李淑惠(2000)、邱勝理(2008)之建議，研擬評估離島客運航線之營運評估準則之三個選取原則如下：

1. 指標是否符合航線營運評估目標需求？
2. 指標項目是否易於衡量與取得？
3. 指標與項目間是否具有關聯性？

4.1.2 評估構面、指標與項目說明

本研究依前述說明分為安全管理、旅客服務、業者經營、航線環境等四個評估構面，再依前揭原則選取 10 項評估指標，研擬 46 項評估項目(如表 3)，茲分別說明如下：

1. **安全管理構面**：安全管理係以政府監督的角度衡量離島客運航線旅運設施、船舶設備、航行安全等軟硬體營運安全之程度。本研究將安全管理構面細分為旅

表 3 客運航線評估指標一覽表

評估構面	評估指標	評估項目	評估構面	評估指標	評估項目	
安全管理 (S)	旅運設施安全 (S1)	S11 岸上超載管理	旅客服務 (P)	航班資訊服務 (P1)	P11 航班、票價與轉乘資訊	
		S12 登離船安全秩序維護			P12 航班充足	
		S13 設施安全管理			P13 減班或停航即時通知旅客	
		S14 場站公共意外責任險			P14 航班準確	
	船舶設備安全 (S2)	S21 客船船齡			P15 電子票務系統	
		S22 客船安全與醫衛設備			P16 定型化契約公告	
		S23 客船維修保養		人員服務態度 (P2)	P21 設有旅客服務台及服務人員	
		S24 客船救生衣穿著與航安宣導			P22 人員態度及外表儀容	
	船舶航行安全 (S3)	S31 船長違規行為			P23 船員酒精檢測	
		S32 客船海難事故發生頻率		P24 旅客申訴處理		
		S33 客船災害應變演習		P25 旅客乘船引導通知		
		S34 船舶安全管理制度		設施整潔便利 (P3)	P31 設施環境整潔	
		S35 開航前安全檢查			P32 設施便利性	
	業者經營 (C)	公司經營績效 (C1)		C11 載客人數成長率	航線營運特性 (O1)	O11 航線旅行時間
				C12 票價結構		O12 航線受海氣象影響程度
C13 員工人數			O13 海空運具競爭力			
C14 客船噸位			O14 尖離峰運量			
公司內部管理 (C2)		C21 服務流程與設施創新	航運政策環境 (O2)	O21 政府重視程度及執行效率		
		C22 客船與船員適格性		O22 營運獎勵與補貼措施		
		C23 員工教育訓練		O23 觀光旅遊配套規劃		
		C24 業者法令遵守		O24 運輸觀光產業跨業合作		
		C25 業者政策配合		O25 業者聯營行為		

運設施安全 (S1)、船舶設備安全 (S2) 及船舶航行安全 (S3) 等三項評估指標，並選取相關績效驅動因素計 13 項評估項目。

2. 旅客服務構面：旅客服務係由消費者使用的角度評估服務人員與船員之服務態度、旅運設施與船舶之航班資訊與整潔便利等服務品質。將旅客服務構面細分

為航班資訊服務 (P1)、人員服務態度 (P2) 及設施整潔便利 (P3) 等三項評估指標，並選取 15 項評估項目。

3. 業者經營構面：業者經營係以企業經營的角度分析船舶運送業者經營績效與內部管理等經營效率。將業者經營構面細分為公司經營績效 (C1) 及公司內部管理 (C2) 等二項評估指標，並選取九項評估項目。

4. 航線環境構面：航線環境係以航線營運的角度探討離島客運航線之營運特性、政府航運政策與業者間合作行為等外部環境因素。本研究將航線環境構面細分為航線營運特性 (O1) 及航運政策環境 (O2) 等二項評估指標，並選取九項評估項目。

4.1.3 問卷資料分析

第一階段共發放 20 份問卷，扣除未寄回二份，回收 18 份 (回收率 90%)。其中，專家群在政府機關有七位，學術單位有五位，船舶運送業及觀光旅遊業計六位。各專家所提之建議事項多為評估項目之衡量敘述文字增修，並不涉及評估準則的增刪，因此無需將修訂後之問卷內容重新送請受訪者填答。

4.1.4 三角模糊函數建立與評估準則篩選

本研究以前節 3 式計算專家群對每項要素 (評估項目) 之三角模糊數評估值後，再以 4 式重心法求得解模糊化 (DeFuzzy, DF) 之明確值，以表示專家群各成員對各要素之評量共識。評估準則之篩選係先以各評估指標內之各項目所計算出模糊數列 DF 由大至小排序，並以線性圖表示，再利用陡坡法以線性圖陡坡最大轉折處為門檻值，刪除未達門檻值之評估項目，倘無明顯陡坡曲線則考量各項目 DF 值間之差距 (斜率)，藉以篩選出合適的評估項目。

4.1.5 評估準則確定

藉由篩選門檻過濾後平均每個評估指標保留 2~4 項評估項目，刪除未達門檻值之客船船齡等 16 個評估項目，合計選定 30 個評估項目進行第二階段問卷調查及分析。離島客運航線選定準則詳如表 4，並整理為營運績效評估層級詳如圖 3。

4.2 準則權重確立

4.2.1 問卷資料分析

經第一階段問卷以模糊德菲法選定評估準則後，再進行第二階段問卷以層級分析法建立綠島航線及蘭嶼航線之權重評比，上開二航線各寄出 12 份問卷，問卷樣本群體中扣除未寄回、雖已寄回卻填答不完整或填答邏輯嚴重錯誤之問卷後，綠島航線及蘭嶼航線有效問卷各九份，共計 18 份，問卷回收率 75%。其中，該二航線之專家群工作單位均為政府機關、學術單位及船舶運送業與觀光旅遊業等民間業者 (以下分別代表官員、學者及業者) 各占三位。

4.2.2 準則權重計算

1. 一致性檢定

本研究針對前揭有效樣本群體依層級分析法建立成對比較矩陣，並以精確度較高之列向量幾何平均值正規化法計算特徵向量 (Buckley, 1985) 及求得最大特徵值，再個別實施一致性檢定，若其一致性指標 C.I. 值 ≤ 0.1 且一致性比率 C.R. 值亦

表 4 離島客運航線選定準則一覽表

評估構面	評估指標	評估項目	衡量敘述	特性	
安全管理 (S)	旅運設施安全 (S1)	S11 岸上超載管理	岸巡人員每年於岸上查核航線客船違反旅客載客限額管制之次數	量化	
		S12 登離船安全秩序維護	旅客於候船室、碼頭與上下船舶時之乘船動線安排、秩序維護與導引安全情形	質化	
		S13 設施安全管理	海運客運場站公共安全與營運檢查情形暨候船室、碼頭與岸接等消防、逃生設施、合格 AED 設置情形	質化	
		S14 場站公共意外責任險	海運客運場站是否投保公共意外責任險及保險金額	質化	
	船舶設備安全 (S2)	S21 客船安全與醫衛設備	客船消防、救生、醫藥、衛生設備違反「船舶設備規則」規定應放置與數量足夠、清楚標示及保持良好狀態之違規次數	量化	
		S22 客船維修保養	客船是否定期辦理維修保養與落實自主檢查之違規次數	量化	
		S23 客船救生衣穿著與航安宣導	該航線客船救生衣穿著與航行安全宣導情形	質化	
	船舶航行安全 (S3)	S31 船長違規行為	該航線客船船長因違反「船員法」規定遭處警告或記點之次數	質化	
		S32 客船海難事故發生頻率	該航線客船每年發生海難事故件數（依國際海事組織對於海難事故之定義，並分成非常嚴重、嚴重、輕微及海上事故 4 類）	量化	
		S33 船舶安全管理制度	該航線客船持有國內船舶安全營運及防止污染管理制度 (NSM) 安全管理證書之比率	量化	
		S34 開航前安全檢查	該航線客船每日開航前是否依「客船航行安全點檢表」檢查登載之違規次數	量化	
	旅客服務 (P)	航班資訊服務 (P1)	P11 航班、票價與轉乘資訊	該航線業者提供中英文版本之航線、班次時刻表、票價與轉乘等資訊於場站及網路上揭露情形，且於場站設置電子航班資訊顯示看板情形	質化
			P12 減班或停航即時通知旅客	該航線業者減班或停航時是否依「航業法」規定利用電信網路、新聞紙、廣播電視或即時周知等方式通知旅客相關訊息。	質化
			P13 定型化契約公告	該航線業者於候船室及網路公告定型化契約中應記載及不得記載事項之情形	質化
人員服務態度 (P2)		P21 船員酒精檢測	船員出勤前實施酒精檢測違規之次數	量化	
		P22 旅客乘船引導通知	業者是否提供旅客廣播或服務人員引導及通知旅客乘船之服務	質化	
設施整潔便利 (P3)		P31 設施環境整潔	候船室與船艙內是否維持環境舒適與保持整潔並禁煙	質化	
		P32 設施便利性	旅客購票、候船與上下船等服務設施之充足與便利情形及海運客運旅運設施轉乘至公路、鐵路或航空等大眾運輸工具之便利情形	質化	
	P33 服務設施標示	候船室與船艙有關廁所、哺乳室、轉乘處等旅客服務設施標示情形	質化		

表 4 離島客運航線選定準則一覽表 (續)

評估構面	評估指標	評估項目	衡量敘述	特性
業者經營 (C)	公司經營績效 (C1)	C11 載客人數成長率	該航線業者每年載客人數較上一年度成長比率	量化
		C12 票價結構	該航線業者平均每哩票價	量化
	公司內部管理 (C2)	C21 客船與船員適格性	客船檢查、證書是否符合適航性，及船員資格、配額是否符合適任性之違規次數	量化
		C22 業者法令遵守	業者是否違反相關法規而受罰情形	質化
		C23 業者政策配合	業者與主管機關政策推動配合情形，例如連續假日疏運政策配合度、加開早晚班、配合政策之加班、基本民行維持、推動電子票證等	質化
航線環境 (O)	航線營運特性 (O1)	O11 航線旅行時間	該航線平均旅行時間	量化
		O12 航線受海氣象影響程度	該航線航班每年受海氣象影響而停駛之比率	量化
		O13 尖離峰運量	該航線尖峰 (4 ~ 9 月) 旅客數與離峰 (10 ~ 3 月) 旅客數比值	量化
	航運政策環境 (O2)	O21 政府重視程度及執行效率	該航線受政府重視情形及碼頭與場站設施建設執行效率	質化
		O22 觀光旅遊配套規劃	該航線是否有旅行社提出觀光旅遊套裝行程，場站與客船上是否提供目的地旅遊資訊	質化
		O23 業者聯營行為	依「航業法」規定與其他相同航線業者實施運費、票價、運量及排班等聯合營運情形	質化

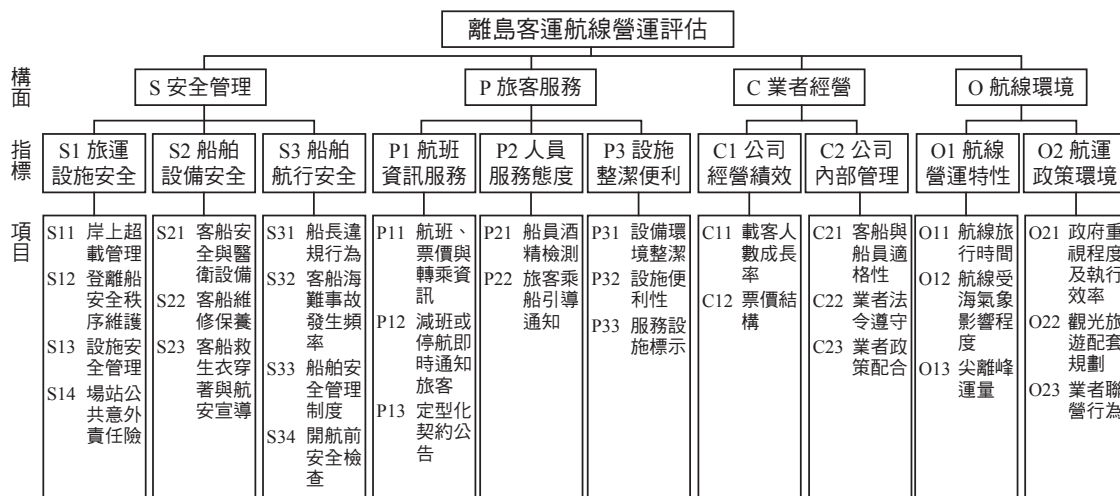


圖 3 離島客運航線營運評估層級圖

≤ 0.1 ，則表示該問卷樣本通過一致性檢定；若未通過者，則將問卷再送回原受訪者就本研究架構各項定義內容做進一步解釋，並請其重新判斷各層級準則之相對重要程度，俟受訪者修訂內容，使決策樣本之個體判斷合乎前後一致性檢定後，方能納入作為估算層級分析權重之樣本。經以 Microsoft Excel 2010 軟體執行相關統計及檢定結果，資料顯示表列所有樣本均通過一致性檢定。

2. 初始模糊權重值計算

本研究依前節 5 式採用三角模糊數的概念來處理權重判定的模糊性，即利用各評估準則（構面、指標及項目）中專家群初步評定權重值中之最小值及最大值，並求得幾何平均數，可得各評估準則三角模糊數之初始模糊權重值。

4.2.3 權重值求取與排序

另以前節 6 式重心法解模糊化求得明確之各評估準則模糊權重值，再據以排序各評估準則之模糊權重，有關綠島航線及蘭嶼航線分別依各評估構面、指標及項目計算求得各類專家與整體之模糊權重值及排序詳如附錄附表 1 至附表 3。

伍、臺東離島客運航線分析結果

5.1 評估構面權重分析

就現有各研究對象航線所回收之九份問卷計算整體之模糊權重值，專家群認為綠島航線及蘭嶼航線之「安全管理」構面權重最為重要（分別為 0.489 及 0.597），其中蘭嶼航線航程較長，航行風險更高，更需注意航安，且蘭嶼開元港碼頭現況客貨動線紊亂，有危害旅客安全之虞。其次綠島航線排序第二為「業者經營」，顯示該航線客運量每年約 60 餘萬人次，其票價收入為主要營收來源，直接影響業者經營績效；蘭嶼航線排序第二則為「旅客服務」，可能因開元港目前候船室無購票、候船等服務功能，旅運設施亟待改善。至於「航線環境」構面二條航線可能因營運特性不易改善，均認為較不重要。

如進一步以各類專家分群分析其權重值，綠島航線業者、官員及學者一致認為均以「安全管理」構面最為重要，其中官員在該構面之權重最高達 0.627，可瞭解目前航政機關相關作為仍以改善航運安全環境為主要目標；其次業者對於其他構面之重要性分別為「業者經營」、「航線環境」及「旅客服務」；官員及學者則認為「旅客服務」第二重要，「航線環境」及「業者經營」則再次之。至於蘭嶼航線各類專家亦持相同看法，亦均認為「安全管理」構面最為重要，其次業者及學者對於其他構面之重要性依序為「旅客服務」與「業者經營」，「航線環境」則認為較不重要；官員則依序為「業者經營」、「航線環境」及「旅客服務」。

5.2 評估指標權重分析

另以 10 項評估指標進行整體專家群權重值分析，綠島航線以「船舶航行安全」、「船舶設備安全」、「旅運設施安全」等指標相對較為重要，其次再依序為「公司經營績效」、「航運政策環境」、「人員服務態度」、「設施整潔便利」、「公司內部管理」、「航線營運特性」及「航班資訊服務」；至於蘭嶼航線亦認為「船舶航行安全」、「船舶設備安全」、「旅運設施安全」等指標相對較為重要，且同屬「安全管理」構面，其次再依序為「公司內部管理」、「航班資訊服務」、「航線營運特性」、「公司經營績效」、「人員服務態度」、「航運政策環境」及「設施整潔便利」則相對較不重要。

若以各類專家分群分析各評估指標權重值，綠島航線中業者認為「船舶航行安全」、「公司經營績效」、「船舶設備安全」等指標相對較為重要；官員則依序認為「船舶設備安全」、「船舶航行安全」、「旅運設施安全」等指標相對較為重要；學者認為「旅運設施安全」、「船舶航行安全」、「船舶設備安全」等指標相對較為重要，上開指標同屬「安全管理」構面。至於蘭嶼航線各類專家均認為「旅運設施安全」、「船舶設備安全」、「船舶航行安全」等指標相對較為重要，雖然排序各有不同，但仍同屬「安全管理」構面。

5.3 評估項目權重分析

對於 30 項評估項目進行整體及各類專家分群計算其權重值，俾由各類專家不同角度分析各評估項目之重要程度。茲就綠島及蘭嶼航線 10 項評估指標篩選各類專家認為較為重要之評估項目詳如表 5。

5.4 二航線差異分析

綜合前揭各評估準則權重值分析，專家認為二航線之營運均應同時重視客船維修保養，提升旅運設施便利性，提高載客人數成長率及降低尖離峰運量差異過大的衝擊。至於二航線之差異性在於：綠島航線鑑於該航線旺季旅客眾多，專家認為業者應遵守航政法規，避免客船超載及違規行為發生，另希望旅客獲得更多旅遊配套規劃及乘船引導與通知服務；蘭嶼航線則由於該航線船型較小、航程較長、設施缺乏，專家認為業者更需導入安全管理制度，強化客船與船員自主管理，另亦希望改善蘭嶼開元港碼頭登離船安全秩序。

5.5 營運建議策略及措施

第肆節及本節已分別對綠島航線及蘭嶼航線之各評估準則（構面、指標及項目）進行整體及各類專家群之權重值分析，以瞭解由整體面及各類專家不同角度分析該等航線評估準則之重要程度。本小節將對於前揭分析相對較為重要之評估準則研擬建議策略及具體措施詳如表 6，以提供航

表 5 各評估指標較為重要項目

評估指標	綠島航線	蘭嶼航線
旅運設施安全 (S1)	岸上超載管理(整體、官員及學者)、設施安全管理(業者)	登離船安全秩序維護(整體及業者)、設施安全管理(官員及學者)
船舶設備安全 (S2)	客船維修保養(整體、業者及官員)、客船安全與醫衛設備(學者)	客船維修保養(整體及各類專家)
船舶航行安全 (S3)	船長違規行為(整體及業者)、客船海難事故發生率(官員)、開航前安全檢查(學者)	船舶安全管理制度(整體及業者)、開航前安全檢查(官員及學者)
航班資訊服務 (P1)	減班或停航即時通知旅客(整體及官員)、航班、票價與轉乘資訊(業者及學者)	減班或停航即時通知旅客(整體、業者及學者)、航班、票價與轉乘資訊(官員)
人員服務態度 (P2)	旅客乘船引導通知(整體、官員及學者)、船員酒精檢測(業者)	船員酒精檢測(整體、官員及學者)、旅客乘船引導通知(業者)
設施整潔便利 (P3)	設施便利性(整體及各類專家)	設施便利性(整體及業者)、設施環境整潔(官員及學者)
公司經營績效 (C1)	載客人數成長率(整體、業者及學者)、票價結構(政府官員)	載客人數成長率(整體及官員)、票價結構(業者及學者)
公司內部管理 (C2)	業者法令遵守(整體及業者)、業者政策配合(官員及學者)	客船與船員適格性(整體及各類專家)
航線營運特性 (O1)	尖離峰運量(整體、業者及官員)、航線受海氣象影響程度(學者)	尖離峰運量(整體及官員)、航線受海氣象影響程度(業者及學者)
航運政策環境 (O2)	觀光旅遊配套規劃(整體及業者)、政府重視程度及執行效率(官員及學者)	政府重視程度及執行效率(整體及官員)、觀光旅遊配套規劃(業者及學者)

運業者及相關單位改善臺東離島客運航線營運環境之參考。

陸、結論與建議

本節係依研究分析結果作為結論，並提出建議，以作為未來有意從事相關研究學者之參考。

6.1 結論

1. 本研究透過文獻探討的方式利用層級分析法之層級結構，將離島海上客運航線營運績效評估分為三個層級，分別為

第一層評估構面、第二層評估指標及第三層評估項目。其中各層級又分為「安全管理」、「旅客服務」、「業者經營」、「航線環境」四個評估構面，再依指標選取原則選取「旅運設施安全」、「船舶設備安全」、「船舶航行安全」、「航班資訊服務」、「人員服務態度」、「設施整潔便利」、「公司經營績效」、「公司內部管理」、「航線營運特性」及「航運政策環境」等 10 項評估指標，最後依各指標之績效驅動因素研擬 46 項評估項目。另利用模糊德菲法專家問卷調查方式分析上開評估項目之適合程度，遂選定 30 項評估項目進行下一階段調查分析。

表 6 臺東離島客運航線營運建議策略及措施

航線	層面	改善策略	具體措施
綠島航線	安全管理	落實設施安全管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 連假前或空運停航時提醒業者妥適安排船班，嚴禁違規超載行為，並請業者自主控管售票人數，必要時協調加開航班；另請岸巡人員覈實清點船員及旅客人數，如業者違規航行時移送航行機關裁罰。 2. 航政機關定期並落實辦理「海運客運場站公共安全與營運服務」督檢，以確保富岡及南寮漁港候船室安全設備符合規定。 3. 地方政府研提富岡及南寮漁港交通船碼頭設施短期改善計畫，以保障旅客登離船安全。 4. 地方政府儘速辦理「富岡港交通船碼頭改善計畫」水域設施工程。
		提高船舶設備安全	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航政機關持續推動「安全營運及防止污染管理制度(簡稱 NSM 制度)」，要求業者將船體、機器及設備維修保養計畫納入安全管理手冊。 2. 航政機關應落實載客船舶安全抽查，以確保客船之消防、救生、醫藥、衛生設備是否依「船舶設備規則」規定正確放置與數量足夠、清楚標示及保持良好使用狀態。
		確保船舶航行安全	<ol style="list-style-type: none"> 1. 客船發生海事案件時，航政機關需撰擬海事檢查報告書，以釐清事故發生原因及研提改善建議，並召開檢討會議進行案例研討與航安宣導。 2. 航運業者依 NSM 制度針對客船及船長進行內部稽核，如發現缺失或違規行為時應即時採取矯正措施。 3. 航政機關辦理載客船舶安全抽查時確實檢查船長應於每日發航前依「客船航行安全點檢表」自檢項目施行開航前安全檢查。
	旅客服務	提供航班資訊服務	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府或場站營運管理單位應建置海運航班動態資訊顯示系統，並於場站設置航班資訊顯示看板，即時提供旅客航班行駛資訊，當航班減班或停航時亦可透過該系統即時通知旅客相關訊息。 2. 政府協助民間業者開發行動通訊 APP 系統，結合海運航班、電子票證、交通轉乘、觀光旅遊等資訊，提供旅客即時便利服務。
		強化人員服務態度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航運業者應提供旅客廣播或服務人員引導及通知旅客乘船之服務。 2. 航運業者或船長應對當值船員從事酒精濃度檢測並作成紀錄，航政機關得適時抽檢該檢測紀錄。
		力求設施整潔便利	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地方政府應針對富岡及南寮漁港交通船碼頭設施至候船室之交通動線及標示重新規劃，並妥善籌劃場站周遭之公車接駁路線與車班。 2. 地方政府應儘速辦理「富岡港交通船碼頭改善計畫」客運服務設施工程。 3. 地方政府及航運業者應於候船室與船艙內定期派員清潔，且加強宣導公共場所禁止吸煙及張貼禁煙標示。
	業者經營	提升公司經營績效	航運業者協調當地旅行業者積極與臺東大眾運輸業者及綠島餐飲住宿業者合作，提供旅客食住行一條龍服務。
		健全公司內部管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航運業者應藉由 NSM 制度之實施，加強公司內部員工對於航政、公安、勞工及消保等法令之教育訓練。 2. 政府可透過定期舉辦座談會或成立業者與政府聯繫平臺方式宣達政令。
	航線環境	降低外在環境衝擊	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航政機關於連假或暑假旅遊旺季除公告之固定航班外，協調業者以加開航班方式疏運旅客，以滿足旅運需求。 2. 航政機關持續協請地方政府申辦綠島鄉淡季海上船運固定航次運費補助計畫。 3. 航政機關應建立海運彈性增班機制與能量，持續協調業者在海氣象允許下增開或視海氣象條件機動調整船班外，倘因無法開航的原因係船舶之抗浪性較差所致，則應協調業者調派抗浪性較強的船舶因應。
		營造合適航運環境	<ol style="list-style-type: none"> 1. 業者可結合旅行社提供觀光旅遊套裝行程，增加觀光旅次需求，方能有效解決旅客量逐年減少的問題。 2. 中央與地方政府應積極爭取花東發展基金或編列公務預算改善富岡及南寮漁港交通船碼頭及場站設施，並提升該等設施建設執行效率。

表 6 臺東離島客運航線營運建議策略及措施 (續)

航線	層面	改善策略	具體措施
蘭嶼航線	安全管理	加強設施安全管理	1. 由地方政府協調提供航運業者售票及旅客候船空間，並改善候船室之安全設備以符合相關規定。 2. 地方政府應重新配置交通船碼頭及妥為規劃旅客通行動線。
		提高船舶安全管理	1. 航政機關應持續推動 NSM 制度，要求業者將船體、機器及設備維修保養計畫納入安全管理手冊，並依法定期實施評鑑以查核業者是否落實執行。 2. 航政機關應於辦理載客船舶安全抽查時確實檢查船長是否於每日發航前依「客船航行安全點檢表」自檢項目施行開航前安全檢查。
	旅客服務	提供航班資訊服務	政府應建置海運航班動態資訊顯示系統，並於開元港候船室設置航班資訊顯示看板，即時提供旅客航班行駛資訊，當航班減班或停航時亦可透過該系統即時通知旅客相關訊息。
		強化人員服務態度	1. 業者仍應於開元漁港設有服務人員提供售票、引導及通知旅客乘船之服務。 2. 業者或船長應對當值船員從事酒精濃度檢測並作成紀錄，航政機關得適時抽檢該檢測紀錄，以提升船員服務品質及兼顧船舶航行安全。
		力求設施整潔便利	1. 地方政府應妥善規劃開元漁港交通船碼頭設施之旅客通行動線，中長期應考量設置購票、候船等功能完善之旅運設施。 2. 業者應於船艙內定期派員清潔，且加強宣導船艙內禁止吸煙及張貼禁煙標示。
	業者經營	提升公司經營績效	業者增購小型、高速、輕量化之客船，並隨時因應旅客需求調整船型，以符合營運需求及提升經營績效。
		健全公司內部管理	業者應藉由導入 NSM 制度，將船員資格、配額適任性及客船檢查、證書適航性納入安全管理手冊，並定期進行內部稽核。
	航線環境	降低外在環境衝擊	1. 連假或暑假旅遊旺季除公告之固定航班外，協調業者以加開航班方式疏運旅客。 2. 持續辦理臺東 - 蘭嶼航線冬季基本航次補貼。 3. 強化中央與地方單位及航商業者之緊密合作聯繫，及建立海運彈性增班機制與能量，持續協調航運業者視海氣象條件機動調整船班。
		營造合適航運環境	1. 航運業者及當地旅行社可結合民間觀光資源及政府部門對觀光活動之補助推出觀光旅遊套裝行程。 2. 中央與地方政府應積極爭取花東發展基金或編列公務預算改善開元漁港交通船碼頭及場站設施，並提升該等設施建設執行效率，以協助該航線營運更為健全發展。

2. 本研究利用層級分析法結合模糊理論以解決語意模糊性及資訊不確定性問題，經以模糊層級分析法專家問卷調查評估構面權重結果，專家群認為綠島及蘭嶼航線之「安全管理」構面最為重要；其次綠島航線排序第二為「業者經營」，蘭嶼航線排序第二則為「旅客服務」；至於「航線環境」構面二條航線均認為較不重要。

3. 以評估指標進行權重值分析結果，綠島及蘭嶼航線均以「船舶航行安全」、「船舶設備安全」、「旅運設施安全」等指標相對較為重要，其次綠島航線再依序為「公司經營績效」、「航運政策環境」、「人員服務態度」、「設施整潔便利」、「公司內部管理」、「航線營運特性」及「航班資訊服務」；至於蘭嶼航線再依序為「公司內部管理」、「航班資訊服

務」、「航線營運特性」、「公司經營績效」、「人員服務態度」、「航運政策環境」及「設施整潔便利」。

4. 另以評估項目進行權重值分析結果，專家認為綠島及蘭嶼航線之營運均應同時重視客船維修保養，提升旅運設施便利性，提高載客人數成長率及降低尖離峰運量差異過大的衝擊。此外，綠島航線專家認為業者應遵守航政法規，避免客船超載及違規行為發生，旅客應獲得更多旅遊配套規劃及乘船引導與通知服務；蘭嶼航線則認為業者更需導入安全管理制度，強化客船與船員自主管理，及改善蘭嶼開元港碼頭登離船安全秩序。最後就綠島及蘭嶼航線 10 項評估指標所篩選各類專家認為較為重要之評估項目據以研擬相關策略及具體措施。

6.2 建議

1. 本研究經利用模糊層級分析法計算各評估準則之模糊權重值，可發現「旅客服務」構面下所屬之評估指標及項目，其權重值排序大多為中後段，顯示無論民間業者、政府官員或專家學者大多認為「旅客服務」相關評估準則相對較不重要，此結果與一般民眾近年來逐漸重視旅客服務品質之認知稍有差異。為避免調查偏頗，建議未來可將經常往返本島與離島之民意領袖納為問卷調查對象，並增加「使用者」一分群，以進一步瞭解「旅客服務」構面下之各項指標及項

目對於使用者心目中之重要程度。

2. 本研究將「公司經營績效」作為「業者經營」構面之重要評估指標，一般而言，大多以公司營收、成本、資產報酬率等財務指標當成公司經營績效之直接影響要素，惟因各航運業者相關財務資料收集不易，爰以資料較易取得之載客人數成長率、票價結構、員工人數、客船噸位等間接影響要素作為評估項目，惟經以模糊德菲法分析初擬該等評估項目之適合性，發現其模糊值 (6.233 ~ 7.000) 普遍較其他評估項目為低，表示上開間接影響要素作為「公司經營績效」評估項目之適合度較不顯著，建議未來仍應克服財務資料取得不易之問題，將相關具體財務指標納為評估項目。
3. 鑑於臺灣離島客運航線營運除了部分航線係於旺季因應旅客觀光旅遊需求外，目前大部分航線仍是擔負解決淡季離島民眾基本民行之任務，然而維持離島客運航線得以正常營運需考慮的層面及因素既廣泛且複雜，且收集之專家意見易有模糊性問題，爰本研究以模糊層級分析法之方式確立各準則之權重後，以較務實的方式針對相對較為重要之影響要素研擬改善策略及措施。惟層級分析法之應用非常廣泛，本研究已建立各評估項目之量化或質化屬性，並具體予以衡量與定義，建議未來可以在本研究現有基礎下再衍生建立一套易於衡量及操作之離島客運航線營運績效評估模式，可

作為各級政府進一步審核評鑑各離島航線營運績效，及納入未來經費補助各港口、場站營運管理機關(構)與航運業者改善碼頭、場站設施、船舶設備與旅客服務品質之參據。

4. 本研究係對綠島航線及蘭嶼航線進行各評估準則權重值分析，以瞭解重要程度後，遂對於相對較為重要之評估準則研擬改善策略及具體措施，為避免所提之改善策略及措施過於主觀，建議後續可邀請熟悉臺東離島海運與觀光領域之專家學者以舉辦座談會方式，或參考部分縣市政府評鑑公車營運服務辦理海上客運營運評鑑，藉由專家學者之腦力激盪及集思廣益提供更多客觀可行之改善建議，以作為航運業者及相關單位改善臺東離島客運航線營運環境之參考。

參考文獻

- 丁吉峯、程慶偉，2012，從貨櫃航商之觀點評估綠色航運績效指標，*航運季刊*，第21卷，第3期，25-43。
- 王昱傑，2007，以模糊多準則決策方法評估臺灣地區貨櫃船公司之財務績效，*航運季刊*，第16卷，第2期，25-46。
- 王瑞琛，2007，*決策分析方法與應用*，華泰文化，臺北市。
- 交通部，2000，*大眾運輸(海運部分)營運之評鑑制度報告書*，臺北市。
- 交通部，2004，*大眾運輸營運與服務評鑑辦法*，臺北市。
- 交通部，2007，*船舶運送業營運與服務評鑑執行要點(草案)*。
- 交通部航港局，2015，*交通部航港局營運與服務績優客船及載客小船選拔實施要點*。
- 交通部航港局，2019，*我國海運客運營運發展及獎補助機制之策進研析期末報告書*，臺北市。
- 交通部航港局，2019，*離島海運整體發展——離島各水域之載客船舶適航條件分析委託檢討案期末報告書*，臺北市。
- 李淑惠，2000，*海運大眾運輸營運與服務績效評估——模糊多準則評估之應用*，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，臺北市。
- 周貞慧、張弘宗、張淑滿，2015，應用模糊多準則決策於臺灣地區海運承攬業複合運送合作夥伴風險評估之研究，*臺北海洋技術學院學報*，第6卷，第2期，158-181。
- 邱勝理，2008，*國內船舶運送業營運績效評估之研究*，逢甲大學經營管理碩士在職專班碩士論文，臺中市。
- 倪安順、陳善民，2009，*定期貨櫃航商策略聯盟夥伴評選之研究——模糊多準則決策方法之應用*，*航運季刊*，第18卷，第1期，21-43。
- 張紹勳，2016，*模糊多準則評估法及統計*，五南圖書，臺北市。
- 梁金樹、林文晟、陳彥邦，2008，*應用模*

- 糊多準則決策於航空公司選擇策略聯盟夥伴，東吳經濟商學學報，第 61 期，107-122。
- 梁金樹、潘惠蘭、丁吉峰，2004，海運承攬運送業關鍵能力之評估研究：模糊多準則決策之應用，航運季刊，第 13 卷，第 3 期，29-47。
- 陳怡如，2013，離島觀光競爭力評估模式之研究——以澎湖縣為例，中華科技大學航空運輸研究所碩士論文。
- 曾柏興，2017，應用模糊層級分析法評估遊覽車安全管理指標，106 年道路交通安全與執法研討會論文集，桃園市。
- 游明敏，2016，結合網路及中央化資料包絡分析模式建立以績效為基礎的補貼及目標設定模式：以臺灣離島航運為例，科技部補助專題研究計畫成果報告。
- 廖茂生，2015，應用模糊灰關聯多準則決策於港埠綠色績效評估，國立臺灣海洋大學航運管理研究所博士論文，基隆市。
- 褚志鵬，2016，層級分析法 (AHP) 理論與實作，授課講義，國立東華大學企業管理學系。
- 鄧振源，2012，多準則決策分析方法與應用，鼎茂圖書，臺北市。
- 蘇瑞怡，2006，海上旅客運送安全管理與安全績效之研究，國立成功大學交通管理學系碩士論文，臺南市。
- Buckley, J.J., 1985. Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 233-247.
- Dalkey, N.C., 1969. *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*, The Rand Corporation: Santa Monica, CA.
- Ishikawa, A., Amagasa, T., Tamizawa, G., Totsuta, R. and Mieno, H., 1993. The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy Sets and System*, 55, 241-253.
- Murry, T.J., Pipino, L.L. and Gigch, J.P., 1985. A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*, 5, 76-80.
- Noorderhaben, N., 1995. *Strategic Decision Making*, Addison-Wesley: U.K.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill: New York.
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information Control*, 8(3), 338-353.

附錄

附表 1 評估構面各類專家權重值

評估構面	臺東 - 綠島航線				臺東 - 蘭嶼航線			
	業者	官員	學者	整體	業者	官員	學者	整體
安全管理 (S)	0.412(1)	0.627(1)	0.581(1)	0.489(1)	0.580(1)	0.643(1)	0.583(1)	0.597(1)
旅客服務 (P)	0.080(4)	0.211(2)	0.153(2)	0.153(3)	0.163(2)	0.103(4)	0.171(2)	0.165(2)
業者經營 (C)	0.274(2)	0.070(4)	0.123(4)	0.246(2)	0.158(3)	0.138(2)	0.132(3)	0.155(3)
航線環境 (O)	0.174(3)	0.082(3)	0.137(3)	0.152(4)	0.125(4)	0.105(3)	0.114(4)	0.125(4)

註：() 內數字表示排序。

附表 2 評估指標各類專家權重值

評估構面	評估指標	臺東 - 綠島航線				臺東 - 蘭嶼航線			
		業者	官員	學者	整體	業者	官員	學者	整體
安全管理 (S)	旅運設施安全 (S1)	0.053(7)	0.108(3)	0.233(1)	0.189(3)	0.187(2)	0.085(3)	0.121(3)	0.183(3)
	船舶設備安全 (S2)	0.120(3)	0.304(1)	0.108(3)	0.203(2)	0.137(3)	0.335(1)	0.297(1)	0.226(2)
	船舶航行安全 (S3)	0.258(1)	0.233(2)	0.195(2)	0.213(1)	0.260(1)	0.214(2)	0.146(2)	0.248(1)
旅客服務 (P)	航班資訊服務 (P1)	0.021(9)	0.053(5)	0.038(8)	0.046(10)	0.089(6)	0.030(9)	0.075(6)	0.088(5)
	人員服務態度 (P2)	0.036(8)	0.102(4)	0.028(10)	0.086(6)	0.055(7)	0.049(7)	0.045(7)	0.053(8)
	設施整潔便利 (P3)	0.019(10)	0.034(8)	0.081(5)	0.078(7)	0.015(10)	0.020(10)	0.045(8)	0.025(10)
業者經營 (C)	公司經營績效 (C1)	0.210(2)	0.026(10)	0.053(7)	0.177(4)	0.044(8)	0.069(5)	0.036(9)	0.063(7)
	公司內部管理 (C2)	0.073(6)	0.041(7)	0.060(6)	0.071(8)	0.105(4)	0.069(4)	0.092(4)	0.110(4)
航線環境 (O)	航線營運特性 (O1)	0.084(5)	0.031(9)	0.030(9)	0.071(9)	0.099(5)	0.056(6)	0.080(5)	0.082(6)
	航運政策環境 (O2)	0.108(4)	0.050(6)	0.107(4)	0.109(5)	0.026(9)	0.041(8)	0.029(10)	0.029(9)

註：() 內數字表示排序。

附表 3 評估項目各類專家權重值

評估構面	評估指標	評估項目	臺東 - 綠島航線				臺東 - 蘭嶼航線			
			業者	官員	學者	整體	業者	官員	學者	整體
安全管理 (S)	旅運設施安全 (S1)	S11 岸上超載管理	0.005	0.057	0.110	0.096(3)	0.018	0.027	0.026	0.028(20)
		S12 登離船安全秩序維護	0.019	0.025	0.094	0.087(5)	0.081	0.026	0.025	0.067(4)
		S13 設施安全管理	0.021	0.015	0.039	0.026(20)	0.025	0.028	0.048	0.028(19)
		S14 場站公共意外責任險	0.008	0.006	0.048	0.042(15)	0.060	0.007	0.021	0.058(9)
	船舶設備安全 (S2)	S21 客船安全與醫衛設備	0.050	0.077	0.057	0.064(9)	0.041	0.131	0.110	0.113(2)
		S22 客船維修保養	0.055	0.183	0.030	0.120(2)	0.056	0.148	0.126	0.115(1)
		S23 客船救生衣穿著與航安宣導	0.016	0.023	0.016	0.019(24)	0.038	0.058	0.061	0.047(11)
	船舶航行安全 (S3)	S31 船長違規行為	0.097	0.054	0.042	0.088(4)	0.063	0.066	0.027	0.063(7)
		S32 客船海難事故發生頻率	0.044	0.088	0.023	0.085(6)	0.061	0.022	0.044	0.047(10)
		S33 船舶安全管理制度	0.041	0.029	0.027	0.038(17)	0.103	0.037	0.027	0.095(3)
S34 開航前安全檢查		0.080	0.053	0.085	0.084(7)	0.056	0.103	0.056	0.065(6)	
旅客服務 (P)	航班資訊服務 (P1)	P11 航班、票價與轉乘資訊	0.010	0.008	0.027	0.015(26)	0.013	0.015	0.023	0.020(22)
		P12 減班或停航即時通知旅客	0.009	0.037	0.007	0.033(18)	0.061	0.008	0.038	0.061(8)
		P13 定型化契約公告	0.002	0.005	0.003	0.004(30)	0.008	0.010	0.021	0.020(23)
	人員服務態度 (P2)	P21 船員酒精檢測	0.023	0.057	0.015	0.046(13)	0.009	0.032	0.037	0.034(15)
		P22 旅客乘船引導通知	0.010	0.068	0.016	0.064(8)	0.041	0.015	0.007	0.031(16)
	設施整潔便利 (P3)	P31 設施環境整潔	0.005	0.013	0.015	0.015(25)	0.007	0.009	0.016	0.010(28)
P32 設施便利性		0.009	0.013	0.056	0.053(12)	0.008	0.008	0.016	0.012(27)	
P33 服務設施標示		0.004	0.008	0.009	0.008(29)	0.003	0.003	0.012	0.007(30)	
業者經營 (C)	公司經營績效 (C1)	C11 載客人數成長率	0.171	0.014	0.043	0.149(1)	0.015	0.051	0.018	0.042(12)
		C12 票價結構	0.033	0.016	0.015	0.024(21)	0.024	0.024	0.020	0.024(21)
	公司內部管理 (C2)	C21 客船與船員適格性	0.011	0.012	0.020	0.014(27)	0.063	0.043	0.052	0.067(5)
		C22 業者法令遵守	0.042	0.011	0.013	0.041(16)	0.009	0.018	0.029	0.019(24)
	C23 業者政策配合	0.031	0.015	0.028	0.028(19)	0.030	0.011	0.011	0.028(18)	
航線環境 (O)	航線營運特性 (O1)	O11 航線旅行時間	0.010	0.003	0.007	0.009(28)	0.030	0.009	0.014	0.029(17)
		O12 航線受海氣象影響程度	0.030	0.012	0.016	0.020(23)	0.037	0.023	0.038	0.035(14)
		O13 尖離峰運量	0.045	0.016	0.006	0.043(14)	0.018	0.027	0.038	0.035(13)
	航運政策環境 (O2)	O21 政府重視程度及執行效率	0.023	0.026	0.057	0.054(11)	0.008	0.027	0.010	0.015(25)
		O22 觀光旅遊配套規劃	0.062	0.012	0.037	0.063(10)	0.011	0.005	0.015	0.014(26)
	O23 業者聯營行為	0.019	0.009	0.022	0.021(22)	0.007	0.010	0.005	0.008(29)	

註：() 內數字表示排序。