

應用模糊多準則決策評選高雄港關鍵能力之研究¹

Application of Fuzzy MCDM to Evaluate Key Capabilities for Port of Kaohsiung

丁吉峰 Ji-Feng Ding²

梁金樹 Gin-Shuh Liang³

摘要

本文之主要目的乃藉由模糊多準則決策構建高雄港關鍵能力之評估模式，並探討如何使用模糊數的 α -切割及其運算以處理模糊多準則之決策問題。在準則權重與方案之評估皆以模糊數表徵之模糊多準則決策中，經常面臨各方案綜合評估之模糊數難以正確具體表示的窘境。一般模糊排序法常採用近似原型模糊數來加以解決，然而此一處理方式卻僅處理了近似程度分析的問題，並無法精確地表徵出該隸屬函數真正的計量值。因此，本文乃利用 α -切割的概念，以 α -切割愈多所產生出的近似性愈佳之原理，發展一以 α -切割為基礎的模糊數多準則決策模式，以解決前述決策情境中所發生的困擾。首先，經由文獻之回顧確認出高雄港之九個關鍵能力與十七個評選準則。其次，建構 α -切割下的模糊多準則評選模式。最後，配合問卷之調查詮釋本文所構建之模糊多準則評選模式。

關鍵字：港埠、關鍵能力、模糊集合理論、多準則決策

Abstract

The main purpose of this paper is to develop an algorithm of fuzzy multiple criteria decision making (FMCDM) to evaluate key capabilities for port of Kaohsiung. In a FMCDM problem, with a hierarchical structure of more than two levels and involving multiple decision-makers (DMs) problem, to find the exact membership function of the final aggregation ratings of all feasible alternatives is almost impossible. Thus, ranking methods based on exact membership functions cannot be utilized to rank the feasible alternatives and complete the optimal selection. To resolve the above-mentioned complexity and to incorporate assessments of all DMs' viewpoints, in this paper a FMCDM method with multiple DMs, based on the concepts of fuzzy set theory and α -cut, is developed. At first, according to historical literature, a hierarchical structure with seventeen sub-criteria and nine key capabilities as alternatives is constructed. Then, a FMCDM based upon the concept of α cut is developed. Finally, we used a survey by questionnaire to illustrate this FMCDM method.

¹ 本文係國科會研究計畫編號 NSC 93-2416-H-019-006 之部份內容，作者感謝國科會經費補助。

² 長榮大學航運管理學系助理教授（地址：台南縣歸仁鄉長榮路 1 段 396 號；電話：(06) 2785-123 轉 2263；E-mail: jfding@mail.cju.edu.tw）

³ 國立台灣海洋大學航運管理學系教授（地址：基隆市北寧路 2 號；電話：(02) 2462-2192 轉 3429；E-mail: gsliang@mail.ntou.edu.tw）

Keywords: port; key capabilities; fuzzy set theory; multiple criteria decision making

壹、前言

Prahalad & Hamel^[20]認為企業競爭優勢源自於核心競爭力，而核心能力則有賴於獨特之關鍵能力的發掘。Javidan^[16]亦提出類似的看法，他認為構建核心競爭力可依組織價值的高低及運作之困難程度，據以決定企業的資源、能力、競爭力及核心競爭力。Hafeez et al.^[14]則綜整各學者之觀點，提出如何決定核心競爭力之最完整的觀念性架構，其基本理念乃資源→能力→關鍵能力→競爭力→核心競爭力→持續性競爭優勢 (sustainable competitive advantage, SCA)。然而，這樣的規劃想法僅是一個抽象而模糊的概念，無法達到一個可以操作的概念。準此，本文認為欲達到上述可操作的概念，則必須先尋找一個系統性的分析方法，建立一個可操作運算的模式，藉由模式的構建，可以幫助港務決策者知悉其關鍵能力所在，進而整合其策略資源，俾以發展、部署及防護其核心競爭力，而如何落實這樣的構念，則是本文最主要的課題。

為欲有效建構關鍵能力之評估指標，本文擬以平衡計分卡 (balanced scorecard, BSC)^[17]之概念作為港埠當局關鍵能力之衡量。由於 BSC 考量短期和長期目標之間、財務和非財務構面之間、落後和領先指標之間、及外部和內部績效構面之間的平衡狀態，對於關鍵能力之評估將是一個適當而易操作的績效衡量方式^[15]。然而在實務操作中，有些評估構面是屬於質性且模糊的，很難以精確數值加以表達，且各評估構面具有多準則決策 (multiple criteria decision making, MCDM) 之特性。因此，本文擬應用模糊集合理論 (fuzzy set theory)^[23]並結合 MCDM，以做為評估模式之建構依據。

本文之主要目的乃藉由模糊多準則決策法 (fuzzy multiple criteria decision making, FMCDM) 構建高雄港關鍵能力之評估模式，並以此模式評選高雄港關鍵能力之排序，以求港埠資源之安排及進行多種作業活動之改善順序，冀期分析結果可提供高雄港研擬策略參考之用。

貳、確認關鍵能力與評選準則

2.1 關鍵能力之確認

有關港埠關鍵能力項目之確認，作者曾於「航運季刊」發表有關「應用重要性分析與矩陣分析確認高雄港之關鍵能力」問題之探討^[2]，因此，本節擬以此篇文章為基礎並摘錄高雄港之九大關鍵能力項目，如表 1 所示。

表 1 高雄港關鍵能力彙整表

關鍵能力	解釋與特徵
船舶港灣動態作業能力	船舶港灣動態作業包括船席調派及停移泊管理、引水作業、信號台管制作業、聯檢作業、港勤作業，若船舶港灣動態作業能力強，則港灣作業系統之能力將愈強。
船席調配能力	船席調配乃在於運用船席，使碼頭的閒置時間減到最小，並泊於碼頭之船舶皆能迅速完成貨物裝卸，而不發生中斷之閒置情況，若船席調配能力強，則碼頭作業系統之能力將愈強。
現有船席能量之作業能力	港埠現有船席能量包括碼頭水深、長度與個數，若現有船席能量多，則碼頭作業系統之能力將愈強。
裝卸機具及其相關設施之作業能力	裝卸機具及其相關設施數量影響靠泊作業時間、機具使用率，進而影響作業成本、船席使用率及船舶滯港與等候時間，若裝卸機具及其相關設施數量足夠，則裝卸作業系統之能力將愈強。
裝卸作業制度之管理能力	因船、貨、人員工作調派方式之不同而採用不同的裝卸作業制度，其間涉及艙口貨物積載狀況、工人工作方法、貨物起卸、裝載方式、特殊技術指導、報表填寫與各種作業相互聯絡等事項，將對靠泊作業時間、船席使用率及船舶滯港與等候時間有影響，若裝卸作業制度之管理能力強，則裝卸作業系統之能力將愈強。
創造顧客價值能力	第四代港埠強調航港合資與港際間策略聯盟，港埠作業民營化與地主港公司管理型態的組織特性，港埠應全力創造顧客價值，使之成為忠誠顧客，並創造新顧客，以創造全面性的顧客成功，若港埠創造顧客價值能力愈強，則服務流整合系統之能力將愈強。
監控服務績效能力	服務績效包括各個作業系統之績效衡量，例如擁塞程度、碼頭績效、裝卸績效、倉儲績效、安全績效等，相關人員應隨時監控服務績效，並提出事後改善計劃，若監控服務績效能力愈強，則服務流整合系統之能力將愈強。
港埠地理位置與港口腹地	港埠本身自然存在的地理位置與其所能達到的經濟地理範圍，屬於港埠有形資源，港埠應善用此資源，若港埠地理位置與港口腹地佳，可增進港埠本身能力，俾以支援主要活動之進行。
港埠管理資訊系統 (Port-MIS) 能力	Port-MIS 之主要功能包括航政業務系統、港灣業務系統、棧埠業務系統、整合性的資料庫及決策支援資料庫系統，若 Port-MIS 能力強，則航港管理資訊科技整合系統之能力將愈強。

資料來源：[2]

2.2 評選準則之擬定

有關港埠關鍵能力評選準則之擬定，作者曾於「2005 年產業全球化運籌管理學術與實務研討會」發表有關「國際商港關鍵能力評選準則之初擬分析」問題之探討^[1]，因此，本節擬以此篇文章為基礎並摘錄篩選出共計四個構面與十七個適合表徵我國國際商港關鍵能力之評選準則，如表 2 所示。

表 2 高雄港關鍵能力評選準則彙整表

構面	準則	解釋與特徵描述
財務構面	人事成本下降率	我國港埠人力結構並不健全，人員資格為公務員，但港務局為事業單位，薪資結構與一般行政公務員不同，且人員過多，造成港埠人事成本負擔過重。未來港埠當局應檢討港埠人力資源的配置，以朝組織人事之精簡，從而降低人事成本之負擔，其策略主題亦為營收成長。
	財務營運與預算成本控管	有效運用財務管理及資金之措施對財務構面相當重要，同時預決算之編製與會計制度之執行對於成本控管將有正面意義。
	營運量值	對於達成營運目標與營收成長，港務局應具體規劃各項行動計劃，俾以達成組織所設定之貨物裝卸量及財務目標。
顧客構面	航商整體滿意度	航商為港務局之主要顧客，港務局應建立屬於自己的顧客滿意價值鏈，亦即港務局以顧客滿意為經營主軸，創造顧客的價值，從顧客期望與需求開始擬定策略，所有計劃活動都必須為顧客著想，進而了解航商對於整體服務是否滿意。
	航商再使用意願	以完善的顧客關係計劃創造出長期的忠誠顧客是港務局最終目標，因為增加忠誠度與正面口碑對於顧客維持具有重大意義，航商的再使用意願對於港務局利潤擴張與獲利能力具有正面影響。
	服務對象之聯繫	港埠服務對象遍及各港埠相關供應鏈之市場參與者，尤其關係行銷議題興起後，維持現存關係與關切交易後之聯（維）繫為其基本策略與決策焦點，重視並持續建立關係有助於建立長期的顧客關係。
	顧客即時回應時間效率與滿意度	有效率之物流服務為港埠之主要目的之一，尤其企業對於時間觀點已改變，港埠對於顧客重視其時間壓縮管理（time compression management, TCM）之議題逐漸興起後，港務局應提供顧客快速回應（quick response, QR）及有效的消費者回應（efficiency customer response, ECR）之需求，此舉將有助於提高顧客滿意，同時增進其物流服務效率。
	自動化服務水準及效益	自動化係利用自動化技術來提昇港埠物流效率與服務，同時降低成本，港埠自動化包括全天候進港預報、航港作業自動化，其服務水準之提昇對於顧客滿意有絕對之影響，其效益對顧客及港務局而言可謂雙贏。
	簡化業務處理相關措施及成效	速度與服務決定企業之成敗，對顧客而言創造這樣的價值，例如提供電匯繳款、櫃檯服務電腦化等業務處理措施之簡化程序，有助於提昇顧客之滿意度及服務品質。
企業內部流程構面	作業績效評估	港埠活動的各項績效評估應設定其標準、評估各項績效間的關聯性、建立整體性的評估指標，針對港埠內部流程價值鏈應做一完整分析，俾以衡量各項作業流程之績效。
	作業手續方便性	建立港埠內部流程價值鏈應辨識各項作業流程之流暢性，作業手續之方便與否有助於增進顧客使用港埠服務之價值。
	相關顧客權益之維護	重視顧客權益雖是顧客構面之重要指標，但欲維護相關顧客之權益最基本的應以內部流程之流程著手，俾以增進顧客使用港埠服務之價值。
	港埠管理電腦化與資訊化程度之提昇	港埠各項作業活動繁雜，若以內部流程為基礎設計港埠資訊系統，則港埠管理電腦化與資訊化程度有助於提昇港埠營運效率。
	重大投資計畫實施進度與效益分析	重大投資計畫實施進度與效益分析對於港埠未來活動之進行有顯著性之影響，港埠內部相關單位與人員應確實依據港埠策略主題目標進行充分評估，港埠內部流程係一重大影響因素。
學習成長構面	員工生產力	員工生產力代表員工完成其工作目標之效率與效能的達成度，透過組織學習與個人成長，將有助於完成組織目標。
	團隊績效	團隊合作所達成之綜效，對於組織整體績效具有貢獻性。
	業務資訊化	各種港埠作業活動繁雜，透過各種學習與成長，各單位員工提昇其業務資訊化能力具有強化組織完成其目標。

資料來源：^[1]

參、研究方法

本節之目的主要在於探討如何使用模糊數的 α 切割及其運算於處理模糊多準則之決策問題。茲將本節所採用的模糊集合理論及評選模式，做扼要地介紹。

3.1 模糊集合

設 X 為一個事物的集合，則稱 X 為字集合 (universal set, 或稱論域)。對字集合 X 及定義在其上的函數 $f_A : X \rightarrow [0, 1]$ 而言，集合 $A = \{(x, f_A(x)) | x \in X\}$ 稱為 X 上的模糊子集合 (fuzzy subset)， $f_A(x)$ 稱為 x 在 A 中的隸屬度 (grade of membership)， f_A 稱為 A 的隸屬函數 (membership function)。 $f_A(x)$ 的值愈接近於 1，則表示 x 在 A 中的隸屬度愈高。

3.2 三角形模糊數

模糊數 A [12] 是實數線 (real line) \mathfrak{R} 上的模糊子集合，它的隸屬函數 f_A 滿足下列五個條件：(1) f_A 為從 \mathfrak{R} 映到 $[0, 1]$ 的一個連續映射 (continuous mapping)；(2) $f_A(x) = 0, \forall x \in (-\infty, c] \cup [d, \infty)$ ；(3) f_A 在 $[c, a]$ 為嚴格遞增 (strictly increasing)；(4) $f_A(x) = 1, \forall x \in [a, b]$ ；(5) f_A 在 $[b, d]$ 為嚴格遞減 (strictly decreasing)。此處 c, a, b, d 皆為實數，且 $-\infty < c \leq a \leq b \leq d < \infty$ 。為方便計，模糊數 A 的左隸屬函數，以 f_A^L 表之，定義為 $f_A^L(x) = f_A(x), \forall x \in [c, a]$ ；而其右隸屬函數，以 f_A^R 表之，則定義為 $f_A^R(x) = f_A(x), \forall x \in [b, d]$ 。若有一模糊數 A ，其定義域為字集合 X ，且 $f_A^L(x) = (x-c)/(a-c), c \leq x \leq a$ ； $f_A^R(x) = (x-d)/(a-d), a \leq x \leq d$ ，則稱 A 為三角形模糊數 (triangular fuzzy number)。三角形模糊數 A 可表示為 (c, a, d) ，記為 $A = (c, a, d)$ 。亦即有一模糊數 A ，假設它的隸屬函數 $f_A : X \rightarrow [0, 1]$ ，即

$$f_A(x) = \begin{cases} (x-c)/(a-c), & c \leq x \leq a \\ (x-d)/(a-d), & a \leq x \leq d \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中 $-\infty < c \leq a \leq d < \infty$ ，則稱此模糊數為三角形模糊數。

3.3 切割之模糊運算

三角形模糊數 A 的 α 切割 (α cut) $A^\alpha = \{x \in X | f_A(x) \geq \alpha, 0 \leq \alpha \leq 1\} = [A_l^\alpha, A_u^\alpha]$ ，當 $\alpha = 0$ ，定義 $A_l^0 = g_A^L(0)$ ， $A_u^0 = g_A^R(0)$ ， g_A^L 與 g_A^R 分別代表 f_A^L 與 f_A^R 之反函數。利用 α 切割可對三角形模糊數之四則運算做有效的處理。假設 A 與 B 為兩個正值三角形模糊數，即 $A_l^\alpha > 0$ ， $B_l^\alpha > 0$ ，對所有之 $\alpha \in [0, 1]$ ，且 $A^\alpha = [A_l^\alpha, A_u^\alpha]$ ， $B^\alpha = [B_l^\alpha, B_u^\alpha]$ ，則根據 Zadeh 的

擴展法則 (extension principle)^[23] 以及 Dong & Shah 的頂點法 (vertex method)^[11]，下列 α 切割之模糊運算式恆為真：

$$(1) \text{ 模糊加法： } (A \oplus B)^\alpha = [A_l^\alpha + B_l^\alpha, A_u^\alpha + B_u^\alpha]$$

$$(2) \text{ 模糊減法： } (A \ominus B)^\alpha = [A_l^\alpha - B_u^\alpha, A_u^\alpha - B_l^\alpha]$$

$$(3) \text{ 模糊乘法： } (A \otimes B)^\alpha = [A_l^\alpha B_l^\alpha, A_u^\alpha B_u^\alpha]$$

$$(4) \text{ 模糊除法： } (A \oslash B)^\alpha = [A_l^\alpha / B_u^\alpha, A_u^\alpha / B_l^\alpha]$$

3.4 模糊數之排序

在模糊多準則決策環境下，可行方案之綜合評估值的模糊排序是一項重要課題。目前如 Buckley^[5]、Chen & Hwang^[7]、Chen^[8]、Chen & Hsieh^[9]、Kim & Park^[18] 等人所發展的眾多模糊數排序法，其使用前提必須是進行排序之模糊數的真正隸屬函數 (exact membership function) 要能求得，而兩個三角形模糊數之模糊乘法尚可求出外^[8]，兩個以上之三角形模糊數之模糊乘法與模糊除法所產生之模糊計量模式的真正隸屬函數幾乎是無法求出。基此原由，本文利用 α 切割、積分與極限等概念發展本文之模糊數排序法^[4, 19, 22]，它可適用於任何複雜甚而無法具體表示其隸屬函數之模糊計量模式求算結果之排序。因此，經結合 α 切割的模糊運算取代逕行對三角形模糊數做四則運算，則將可有效地解決本文評選模式之排序問題。

設 $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n$ 為 n 個模糊數，模糊數 A_i 之左隸屬函數與右隸屬函數分別以 $f_{A_i}^L$ 和 $f_{A_i}^R$ 表示之，設其反函數為 $g_{A_i}^L$ 和 $g_{A_i}^R$ 。再者，模糊數之左積分與右積分分別以 $I^L(A_i)$ 和 $I^R(A_i)$ 表示之，定義為：

$$I^L(A_i) = \int_0^1 g_{A_i}^L(y) dy, y \in [0, 1]$$

$$I^R(A_i) = \int_0^1 g_{A_i}^R(y) dy, y \in [0, 1]$$

令 $\alpha_j \in [0, 1], j = 0, 1, \dots, k$ ，且 $0 = \alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_j < \dots < \alpha_k = 1$ ，依據梯形法則 (trapezoidal rule)^[13]，則模糊數 A_i 之左積分與右積分可以下列數學式表示之：

$$I^L(A_i) = \frac{1}{2} \lim_{k \rightarrow \infty} \left\{ \sum_{j=1}^k [g_{A_i}^L(\alpha_j) + g_{A_i}^L(\alpha_{j-1})] \Delta \alpha_j \right\} \quad (2)$$

$$I^R(A_i) = \frac{1}{2} \lim_{k \rightarrow \infty} \left\{ \sum_{j=1}^k [g_{A_i}^R(\alpha_j) + g_{A_i}^R(\alpha_{j-1})] \Delta \alpha_j \right\} \quad (3)$$

式中 $\Delta \alpha_j = \alpha_j - \alpha_{j-1}$ 。

模糊數 A_i 之排序值，以 $R(A_i)$ 表示之，定義為

$$R(A_i) = \beta I^R(A_i) + (1 - \beta) I^L(A_i), \quad 0 \leq \beta \leq 1. \quad (4)$$

上式 β 值可表示為決策者或決策群體的總風險態度指標 (total risk attitude index)，此指標反映出決策者的風險承擔程度。若 $\beta < 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度指標是悲觀的 (pessimistic)，代表決策者或決策群體為一風險棄卻者 (risk-avertor)；若 $\beta = 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度指標是中性的 (moderate)，代表決策者或決策群體為一風險中立者 (risk-neutral)；若 $\beta > 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度指標是樂觀的 (optimistic)，代表決策者或決策群體為一風險愛好者 (risk-lover)。

決策者或決策群體的總風險態度指標在群體決策中乃一重要議題。一般而言，可透過兩種方式來決定 β 值。第一種方式是由單一決策者在資料輸出階段 (data output stage) [18]，依其最後主觀認知的風險承擔程度決定 β 值，例如 β 值為 0.3、0.5 或 0.75 等。然而這樣的方式卻很難應用在具有多人決策群體的問題。因此，Chang & Chen [6] 提出了另一種思維方式，他們認為 β 值若能由群體決策者在資料輸入階段 (data input stage) 時，就能直接傳輸群體決策者的風險承擔程度，似乎較為合理。本文經綜整後認為 Chang & Chen 之方法較為合理，因此擬以 Chang & Chen 所發展之如何決定 β 值的方法為本文之依據。

此外，本文定義兩模糊數為 A_i 與 A_j 之排序規則如下：

$$A_i > A_j \Leftrightarrow R(A_i) > R(A_j)$$

$$A_i < A_j \Leftrightarrow R(A_i) < R(A_j)$$

$$A_i = A_j \Leftrightarrow R(A_i) = R(A_j)$$

肆、實證性研究 - 以台灣地區上市之貨櫃船公司為例

本文所構建之FMCDM模式為一般化模式 (generalized model)，當決策問題之準則層分別出現主觀準則、客觀準則或兩種準則皆同時存在時，則可依本模式選取

適當的評估方式加以解決。茲將本模式之操作步驟及應用時機，詳述如后。

步驟一：組成決策群體，並擬定評選準則與確認可行方案

本文係針對高雄港關鍵能力之排序進行分析，有關影響高雄港關鍵能力排序之決策要項，敘述如下：

- (1) 決策者：本文將問卷填寫者視為一群對於多準則決策問題具有清楚的了解，因此，本文以填寫此階段問卷之高雄港一級主管以上人員評選其關鍵能力順序者為決策者或決策群體。
- (2) 替選方案：本文以上述 2.1 節所述之九大關鍵能力項目做為本文之替選方案。
- (3) 替選方案的屬性：本文以上述 2.2 節所述之評選準則作為替選方案的屬性評估問題。
- (4) 決策法則：本文上述之排序規則可幫助決策群體獲得可用的資訊，並做較佳的選擇。

步驟二：將評選準則分為主觀準則與客觀準則兩類

準則為輔助決策的衡量標準，它使決策問題更具體化。在多準則決策中，準則主要可分成兩類^[10]，即主觀準則 (subjective criteria) 與客觀準則 (objective criteria) 等兩類。前者係可被口語化或質化的 (linguistic or qualitative) 一種表徵；後者則可定義為一種貨幣化或量化的詞句 (monetary or quantitative terms)。然而，準則分類並不代表所有多準則決策問題一定同時存在著主觀準則與客觀準則，端視問題特性而決定其準則分類。

步驟三：建構層級結構

層級為系統結構的骨架，用以研究階層中各要素之交互影響，以及整個系統的衝擊，層級的多寡，端視系統的複雜性與分析所需而定^[3, 10]。圖 1 所示之層級結構圖係利用 FMCDM 建構高雄港關鍵能力評選之依據。在此架構中，第一層為目標，期望能於替代方案中評選出高雄港關鍵能力之排序；第二層為 k 個用以評估高雄港關鍵能力之主準則；第三層為各主準則下之 $n_1 + \dots + n_i + \dots + n_k$ 個子準則；第四層為 m 個替代方案。本文所欲評選關鍵能力之排序問題，即由問卷之填寫成員，根據 k 個主準則及其下之 $n_1 + \dots + n_i + \dots + n_k$ 個子準則，從 m 個能力中，評選出高雄港關鍵能力之排列順序。

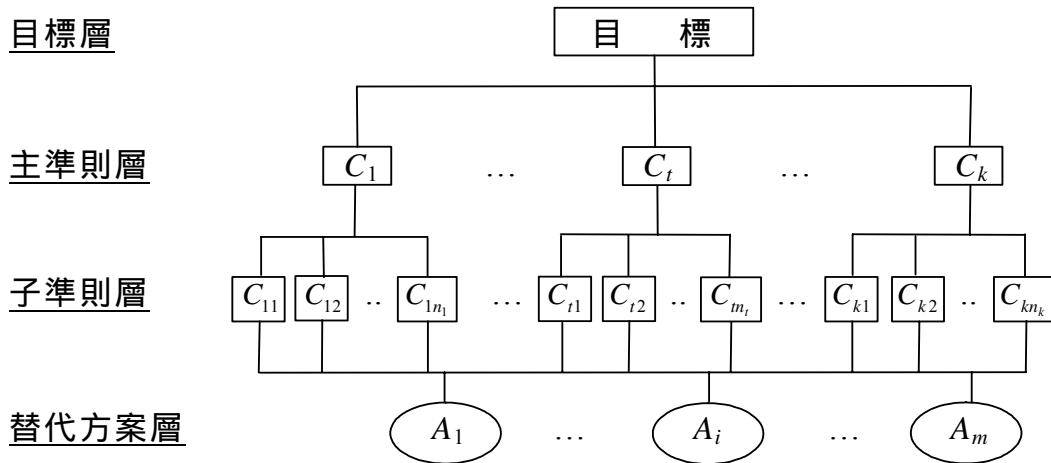


圖1 層級結構圖

步驟四：選擇評選準則重要性和方案在其上一層評選準則之優勢評估尺度

本文擬以表 3 所示之評比尺度做評比評選準則重要性和方案在其上一層評選準則之優勢評估尺度。例如：就某一評選準則而言，方案 A 與方案 B 之優勢評比口語值分別為「滿意」與「非常不滿意」，則分別賦予評比值為 6 與 1。同樣地，對決策者而言，評估某一主準則或次準則之重要性口語值分別為「非常重要」與「普通」，則分別賦予評比值為 7 與 4。

表 3 評選準則重要性和方案在其上一層評選準則之優勢評估尺度

口語值		量化轉換值
非常重要	非常滿意	7
重要	滿意	6
稍微重要	稍微滿意	5
普通	普通	4
不太重要	不太滿意	3
不重要	不滿意	2
非常不重要	非常不滿意	1

基於幾何平均法對於所有專家之共識性的效果較佳^[21]，因此本文擬先將所有決策者賦與某一評選準則重要性或某一方案之優勢的口語值轉換為量化精確值，再以量化精確值的最小值、幾何平均值與最大值建構三角形模糊數，以做為評估

該評選準則之權重和該方案之優勢評比值的依據。

步驟五：利用重要性評估尺度求出各層評選準則之主觀權重

由於 Saaty^[21]認為以幾何平均法表示決策群體之共識性的效果較佳，本文擬以決策群體成員對某一評選準則之評比值的的最小值，當作三角形模糊數的下界，而以評比值的最大值，當作三角形模糊數的上界，並以所有評比值的幾何平均數，當作三角形模糊數隸屬度為 1 的數值。例如： x_{iq} ， $q = 1, 2, \dots, n$ ，代表決策群體第 q 個成員賦予評選準則 C_i 之重要性評比值，則評選準則 C_i 的主觀權數的三角形模糊數表示法為

$W_i = (c_i, a_i, d_i)$ ，式中

$$c_i = \min\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\},$$

$$a_i = \left(\prod_{q=1}^n x_{iq} \right)^{1/n},$$

$$d_i = \max\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}.$$

步驟六：估計每一可行方案在其上一層各評選準則的模糊評比值

(一) 主觀評選準則下可行方案之模糊評比值

在各主觀評選準則下之各可行方案之優勢評比，可由研究者以表 3 所示各方案在其上一層評選準則下之優勢評估尺度加以評量，進而轉換為三角形模糊數。

例如： y_{ijr} ， $r = 1, 2, \dots, p$ ，代表評選小組第 r 個成員賦予方案 A_i 在其上一層某一評選準則 C_j 下的優勢評比值，則方案 A_i 在此一評選準則 C_j 下之優勢評比的三角形模糊數表示法為

$M_{ij} = (c_{ij}, a_{ij}, d_{ij})$ ，式中

$$c_{ij} = \min\{y_{ij1}, y_{ij2}, \dots, y_{ijp}\},$$

$$a_{ij} = \left(\prod_{r=1}^p y_{ijr} \right)^{1/p},$$

$$d_{ij} = \max\{y_{ij1}, y_{ij2}, \dots, y_{ijp}\}.$$

(二) 客觀評選準則下可行方案之模糊評比值

在客觀評選準則下，各可行方案之模糊評比值可採用下列方式處理^[10]：

- (1) 若無法有效地以數值評估時，則可由研究者或決策群體做主觀評估，並以上述之主觀評選準則轉換公式，求出其三角形模糊數表示法之優勢評比值。
- (2) 反之，若可以有效地以數值評估出來時，則以三角形模糊數逕行表示之。例如：資產報酬率大約 12%，則可以三角形模糊數(10.8%, 12%, 12.5%)表示之；或利用過去多期的歷史資料，以下列方式做轉換，令 z_1, z_2, \dots, z_t 表示過去 t 期之投資報酬率，則投資報酬率之模糊評估值可表為 $\left(\min_i\{z_i\}, \left(\prod_{i=1}^t z_i\right)^{1/t}, \max_i\{z_i\}\right)$ 。

步驟七：計算賦予權重後之各評選方案的綜合評估值

令 $W_t = (c_t, a_t, d_t)$, $c_t > 0$, $t = 1, 2, \dots, k$, 代表所採用第一層評選準則 C_t 的權數， $W_{tj} = (c_{tj}, a_{tj}, d_{tj})$, $c_{tj} > 0$, $t = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, n_t$, 代表第 t 個第一層評選準則（評估主準則）下之第 j 個第二層評選準則 C_{tj} 的權數。令 $M_{tij} = (c_{tij}, a_{tij}, d_{tij})$, $c_{tij} > 0$, $i = 1, 2, \dots, m$; $t = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, n_t$, 代表第 i 個方案 A_i 在 C_{tj} 評選準則下之原始優勢評估值。為能有效整合正、反向準則，令 $u_{ij} = \max_i\{d_{ij}\}$, $v_{ij} = \min_i\{c_{ij}\}$ ，且第 i 個方案 A_i 在 C_{tj} 評選準則下之標準化優勢評估值，以 S_{tij} 表之，則

狀況一：當 C_{tj} 為主觀或正向客觀準則（例如績效準則）時，則

$$S_{tij} = (p_{tij}, o_{tij}, q_{tij}) = \left(\frac{c_{tij}}{u_{ij}}, \frac{a_{tij}}{u_{ij}}, \frac{d_{tij}}{u_{ij}}\right) \quad (5)$$

狀況二：當 C_{tj} 為反向客觀準則（例如成本準則）時，則

$$S_{ij} = (p_{ij}, o_{ij}, q_{ij}) = \left(\frac{v_{ij}}{d_{ij}}, \frac{v_{ij}}{a_{ij}}, \frac{v_{ij}}{c_{ij}} \right) \quad (6)$$

又令 W_t^α , W_j^α , S_{ij}^α 分別代表 W_t , W_j , S_{ij} 之 α 切割，則第 i 個方案 A_i 在第 t 個 ($t=1, 2, \dots, k$) 第一層評估主準則下所屬 n_t 個評估子準則之綜合優勢評比的 α 切割，以 R_{it}^α 表之，即

$$R_{it}^\alpha = \frac{1}{n_t} \otimes [(S_{it1}^\alpha \otimes W_{t1}^\alpha) \oplus (S_{it2}^\alpha \otimes W_{t2}^\alpha) \oplus \dots \oplus (S_{itj}^\alpha \otimes W_{tj}^\alpha) \oplus \dots \oplus (S_{itm_t}^\alpha \otimes W_{tm_t}^\alpha)],$$

$$t = 1, 2, \dots, k; \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (7)$$

進而，第 i 個方案 A_i 在所有 k 個第一層評估主準則下之綜合優勢評比值的 α 切割值，以 F_i^α 表之，即

$$F_i^\alpha = \frac{1}{k} \otimes [(R_{i1}^\alpha \otimes W_1^\alpha) \oplus (R_{i2}^\alpha \otimes W_2^\alpha) \oplus \dots \oplus (R_{it}^\alpha \otimes W_t^\alpha) \oplus \dots \oplus (R_{ik}^\alpha \otimes W_k^\alpha)],$$

$$i = 1, 2, \dots, m. \quad (8)$$

步驟八：利用模糊排序法排序各可行方案之優劣

利用步驟五與步驟六之整合方法，令 $T = (c, a, d)$ 表示模糊重要性權重與模糊優勢評比值，進而使用 Chang & Chen^[6] 定義單一決策者對於模糊重要性權重與模糊優勢評比值之總風險態度指標為 $(a - c)/(d - c)$ ，則依本文所發展的模糊算則，本文所稱決策群體的總風險態度指標 β 值為

$$\beta = \frac{\sum_{t=1}^k \left(\frac{a_t - c_t}{d_t - c_t} \right) + \sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^{n_t} \left(\frac{a_{tj} - c_{tj}}{d_{tj} - c_{tj}} \right) + \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^{n_t} \left(\frac{o_{tj} - p_{tj}}{q_{tj} - p_{tj}} \right)}{k + \sum_{t=1}^k n_t + m \times \sum_{t=1}^k n_t} \quad (9)$$

取介於 0 與 1 間之數個 α 值，例如： $\alpha=0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$ 和 1，分別利用 (8) 式，則可求解不同方案在不同 α 值下之綜合優勢評比值；進而，利用 (2)、(3) 與 (9) 式分別求取左積分值、右積分值與決策群體的總風險態度指標 β 值；最後，利用 (4) 式與排序規則，則可對 m 個不同方案求出其優劣排序。

伍、評選模式之驗證

為求港埠資源之安排及進行多種作業活動之改善順序，本節將以上述第4節所構建之FMCDM評估模式詮釋其運作流程，茲將其運算過程，分別描述如后。

5.1 問卷調查與分析

本問卷調查透過基隆港秘書室林麗美科長之幫忙，委請其代請高雄港一級單位主管以上人員進行問卷填寫，本問卷調查係以獲得高雄港關鍵能力之排序為目的。本問卷內容可分三部分。第一部份針對高雄港關鍵能力的四個評選主準則及十七個次準則之重要性程度加以評估；第二部分則以九個高雄港關鍵能力項目在十七個評選次準則之表現上，進行滿意程度上之評估；至於第三部份為基本資料，包括服務單位、工作年資、工作部門與職稱。

本問卷之重要性與滿意程度採用李克特七點尺度評分方式，分別由填寫人針對問卷之重要性程度與滿意程度給予評分，本問卷評估尺度為1，代表非常不重要或非常不滿意，程度依序遞增，評估尺度7，代表非常重要或非常滿意。

在問卷發放與回收方面，本問卷共發放21份，回收問卷共17份，回收有效問卷數共17份，有效回收率為80.95%。問卷填寫者之服務年資超過25年者佔70.59%；15-20年者佔29.41%，顯示填寫問卷具代表性。

5.2 建構層級結構

本文以圖 1 所示之層級結構圖作為高雄港排序關鍵能力之之依據。在此架構中，第一層為目標，期望能於替代方案中評出高雄港關鍵能力之排序；第二層為四個用以評選高雄港關鍵能力之主準則；第三層為各主準則下之十七個子準則；第四層為九個關鍵能力之替代方案。為使後續運算得以清楚表達，茲將各主準則、子準則及替代方案之代號分別表示如下：

1. 準則層部份：

- (1) 財務構面 (C_1): 分別包括人事成本下降率 (C_{11})、財務營運與預算成本控管 (C_{12})、營運量值 (C_{13})。
- (2) 顧客構面 (C_2): 分別包括航商整體滿意度 (C_{21})、航商再使用意願 (C_{22})、服務對象之聯繫 (C_{23})、顧客即時回應時間效率與滿意度 (C_{24})、自動化服務水準及效益 (C_{25})、簡化業務處理相關措施及成效 (C_{26})。
- (3) 企業內部流程構面 (C_3): 分別包括作業績效評估 (C_{31})、作業手續方便性

(C_{32})、相關顧客權益之維護 (C_{33})、港埠管理電腦化與資訊化程度之提昇 (C_{34})、重大投資計畫實施進度與效益分析 (C_{35})。

(4) 學習與成長構面 (C_4)：分別包括員工生產力 (C_{41})、團隊績效 (C_{42})、業務資訊化 (C_{43})。

2. 替代方案層部份：分別包括船舶港灣動態作業能力 (A_1)、船席調配能力 (A_2)、現有船席能量之作業能力 (A_3)、裝卸機具及其相關設施之作業能力 (A_4)、裝卸作業制度之管理能力 (A_5)、創造顧客價值能力 (A_6)、監控服務績效能力 (A_7)、港埠地理位置與港口腹地 (A_8)、港埠管理資訊系統能力 (A_9)。

5.3 利用重要性評估尺度求解各層評選準則之權重

本文經由問卷調查，以表 3 所示之評估「準則重要性」尺度，針對第一層評估主準則與第二層評估子準則之重要性加以評估，並利用第 4 節步驟五所示之轉換法，得到所有評估主準則與子準則權重的三角形模糊數，其結果如表 4 與表 5 所示。

表 4 四個主準則重要性之三角形模糊數權重

評估主準則	三角形模糊數權重	評估主準則	三角形模糊數權重
C_1	(4, 5.1731, 7)	C_3	(5, 6.6184, 7)
C_2	(6, 6.8742, 7)	C_4	(5, 5.9164, 7)

表 5 十七個子準則重要性之三角形模糊數權重

評估子準則	三角形模糊數權重	評估子準則	三角形模糊數權重
C_{11}	(4, 5.2853, 7)	C_{31}	(4, 5.7674, 7)
C_{12}	(5, 6.0346, 7)	C_{32}	(5, 6.0446, 7)
C_{13}	(6, 6.4541, 7)	C_{33}	(4, 5.9804, 7)
C_{21}	(5, 6.1908, 7)	C_{34}	(5, 5.7908, 7)
C_{22}	(5, 6.2575, 7)	C_{35}	(4, 5.8685, 7)
C_{23}	(5, 6.0147, 7)	C_{41}	(5, 5.9066, 7)
C_{24}	(5, 6.0997, 7)	C_{42}	(4, 5.4987, 7)
C_{25}	(5, 5.9066, 7)	C_{43}	(4, 5.7674, 7)
C_{26}	(4, 5.7674, 7)		

5.4 估計每一替代方案在其上一層評選準則之模糊評比值

本文經由問卷調查，以表3所示之評估「方案在其上一層評選準則之優勢評估」尺度，針對每一個替代方案在其上一層評選準則之優勢加以評估，並以第4節步驟六所示之轉換法，得到九個關鍵能力之優勢評比值的三角形模糊數，其結果如表6所示。

表 6 九個關鍵能力在其上一層評選準則之優勢評估的三角形模糊數

評估子準則	替代方案				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
C ₁₁	(4, 5.1942, 6)	(4, 5.1388, 6)	(4, 5.6731, 6)	(4, 5.9120, 7)	(5, 5.9360, 6)
C ₁₂	(4, 5.7343, 6)	(5, 5.810, 6)	(5, 6.0346, 7)	(4, 5.9559, 7)	(5, 5.7481, 6)
C ₁₃	(5, 6.3250, 7)	(5, 6.0246, 7)	(6, 6.4514, 7)	(5, 6.2471, 7)	(5, 6.1349, 7)
C ₂₁	(5, 6.2113, 7)	(5, 6.2679, 7)	(6, 6.2216, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 6.0147, 7)
C ₂₂	(5, 6.1805, 7)	(6, 6.3932, 7)	(6, 6.1655, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.0346, 7)
C ₂₃	(5, 6.2113, 7)	(5, 6.2679, 7)	(5, 6.3615, 7)	(5, 6.1805, 7)	(5, 6.2010, 7)
C ₂₄	(5, 5.9505, 7)	(5, 5.8339, 7)	(5, 6.201, 7)	(5, 6.2679, 7)	(6, 6.3355, 7)
C ₂₅	(5, 6.2113, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 6.0997, 7)	(6, 6.3932, 7)	(5, 6.0147, 7)
C ₂₆	(5, 6.1553, 7)	(5, 6.1451, 7)	(6, 6.4514, 7)	(5, 6.0246, 7)	(6, 6.2783, 7)
C ₃₁	(5, 5.9505, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 5.8630, 7)	(5, 5.9802, 7)	(5, 5.3898, 6)
C ₃₂	(5, 5.9702, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 5.8436, 7)	(5, 6.0346, 7)	(5, 5.7481, 6)
C ₃₃	(4, 5.8295, 7)	(5, 5.9702, 7)	(5, 5.9702, 7)	(5, 5.8968, 7)	(5, 6.1349, 7)
C ₃₄	(5, 5.9066, 7)	(5, 5.9066, 7)	(5, 6.2679, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.2575, 7)
C ₃₅	(4, 6.0549, 7)	(5, 6.2010, 7)	(5, 5.8870, 7)	(5, 6.2113, 7)	(5, 6.0997, 7)
C ₄₁	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.0246, 7)	(5, 5.2754, 6)	(5, 6.0346, 7)	(5, 6.2113, 7)
C ₄₂	(4, 6.0102, 7)	(5, 5.9702, 7)	(5, 5.5568, 7)	(5, 6.2575, 7)	(5, 6.0896, 7)
C ₄₃	(5, 6.3720, 7)	(5, 5.8968, 7)	(5, 6.0346, 7)	(5, 6.0246, 7)	(5, 6.1451, 7)

表 6 九個關鍵能力在其上一層評選準則之優勢評估的三角形模糊數（續）

評估子準則	替代方案			
	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
C ₁₁	(5, 5.7481, 6)	(5, 5.6867, 6)	(5, 5.9901, 7)	(5, 5.4389, 7)
C ₁₂	(5, 5.9901, 7)	(5, 6.0997, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 5.8630, 7)
C ₁₃	(5, 6.3826, 7)	(5, 5.7812, 7)	(5, 5.9406, 7)	(5, 5.9901, 7)
C ₂₁	(5, 6.0246, 7)	(6, 6.1655, 7)	(5, 5.9901, 7)	(5, 6.2679, 7)
C ₂₂	(5, 5.9802, 7)	(5, 5.4479, 6)	(5, 6.2113, 7)	(5, 6.0896, 7)
C ₂₃	(5, 6.2113, 7)	(5, 5.7481, 6)	(6, 6.5695, 7)	(5, 6.0147, 7)
C ₂₄	(6, 6.3932, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 6.2679, 7)	(5, 6.0896, 7)
C ₂₅	(5, 6.2575, 7)	(5, 6.0795, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.2679, 7)
C ₂₆	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.0896, 7)	(5, 5.8630, 7)
C ₃₁	(5, 5.9702, 7)	(5, 6.2010, 7)	(5, 6.2113, 7)	(6, 6.1098, 7)
C ₃₂	(5, 6.0446, 7)	(6, 6.2783, 7)	(5, 6.0896, 7)	(5, 5.9802, 7)
C ₃₃	(5, 6.2679, 7)	(6, 6.5102, 7)	(5, 6.0694, 7)	(5, 5.9604, 7)
C ₃₄	(5, 6.2679, 7)	(5, 6.3250, 7)	(5, 6.1553, 7)	(5, 6.0246, 7)
C ₃₅	(5, 5.9066, 7)	(5, 5.9802, 7)	(5, 6.0896, 7)	(5, 6.2010, 7)
C ₄₁	(5, 6.2113, 7)	(6, 6.2216, 7)	(5, 6.0896, 7)	(5, 6.2010, 7)
C ₄₂	(5, 6.0246, 7)	(5, 6.2472, 7)	(5, 5.9702, 7)	(6, 6.2216, 7)
C ₄₃	(5, 6.1451, 7)	(5, 5.9262, 7)	(5, 6.1451, 7)	(5, 6.3250, 7)

5.5 計算賦予權重後各替代方案之綜合評估值

本文爲了節省版面空間，最後利用第4節步驟七所述之（8）式，取 α 切割爲0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8與1，可得九個可行區位在四個評選主準則之不同 α 切割的綜合

評估值 (F_i^α)，如表7所示。

表 7 九個關鍵能力在四個評選主準則之不同 α 切割的綜合評估值(F_i^α)

α 值	F_1^α	F_2^α	F_3^α
$\alpha=0$	[109.1667, 334.8333]	[115.750, 334.8333]	[92.9167, 253.1667]
$\alpha=0.2$	[127.0161, 308.9362]	[132.7571, 308.6082]	[105.8206, 234.7250]
$\alpha=0.4$	[146.7681, 284.3822]	[151.3558, 283.7935]	[119.8848, 217.1627]
$\alpha=0.5$	[157.3884, 272.5980]	[161.2745, 271.9028]	[127.3681, 208.7051]
$\alpha=0.6$	[168.5215, 261.1364]	[171.6181, 260.350]	[135.1609, 200.4601]
$\alpha=0.8$	[192.3754, 239.1636]	[193.6155, 238.2386]	[151.7010, 184.5980]
$\alpha=1$	218.4287	217.4201	169.5570
α 值	F_4^α	F_5^α	F_6^α
$\alpha=0$	[114.0833, 343]	[118.0833, 329.9333]	[117.0833, 338.9167]
$\alpha=0.2$	[131.8252, 315.7231]	[135.1018, 305.4744]	[134.5674, 312.8653]
$\alpha=0.4$	[151.3333, 289.9587]	[153.6530, 282.1920]	[153.6985, 288.1518]
$\alpha=0.5$	[161.7759, 277.6298]	[163.5237, 270.9842]	[163.9046, 276.2863]
$\alpha=0.6$	[172.6915, 265.6623]	[173.8021, 260.0611]	[174.5499, 264.7429]
$\alpha=0.8$	[195.9840, 242.7892]	[195.6140, 239.0566]	[197.1947, 242.6054]
$\alpha=1$	221.2948	219.1537	221.7061
α 值	F_7^α	F_8^α	F_9^α
$\alpha=0$	[121.4167, 334.8333]	[117.0833, 343]	[118.50, 343]
$\alpha=0.2$	[138.0418, 309.1689]	[134.5392, 315.8189]	[135.5785, 315.2161]
$\alpha=0.4$	[156.1144, 284.8487]	[153.6554, 290.1445]	[154.1614, 289.0283]
$\alpha=0.5$	[165.7121, 273.1820]	[163.8597, 277.8587]	[164.0359, 276.5172]
$\alpha=0.6$	[175.6939, 261.8385]	[174.5075, 265.9330]	[174.3090, 264.3864]
$\alpha=0.8$	[196.8395, 240.1039]	[197.1712, 243.1403]	[196.0816, 241.2402]
$\alpha=1$	219.6107	221.7224	219.5395

5.6 利用模糊排序法排序關鍵能力

利用第4節步驟八所述之(9)式，可求得總風險態度指標 β 值為0.5385 (顯示本文之調查對象大致呈現樂觀的屬性)，並利用第4節所述之(2)、(3)、(4)式，可分別求得九個關鍵能力之模糊數的左積分 $I^L(F_i)$ 、右積分 $I^R(F_i)$ 、模糊排序值 $R(F_i)$ ，如表8所示。

表 8 九個關鍵能力之模糊排序值與排名次序

關鍵能力	$I^L(F_i)$	$I^R(F_i)$	$R(F_i)$	排名次序
船舶港灣動態作業能力	159.6701	274.0338	221.2549	8
船席調配能力	163.1651	273.4065	222.5301	7
現有船席能量之作業能力	128.7454	209.6509	172.3130	9
裝卸機具及其相關設施之作業能力	163.8810	279.2381	226.0008	4
裝卸作業制度之管理能力	165.3375	272.2513	222.9106	6
創造顧客價值能力	165.8591	277.7192	226.0958	3
監控服務績效能力	167.4214	274.6203	225.1480	5
港埠地理位置與港口腹地	165.8331	279.4616	227.0220	1
港埠管理資訊系統能力	165.8101	278.2091	226.3370	2

由表8可知，即可得知高雄港各關鍵能力之排序狀況，依序為「港埠地理位置與港口腹地」、「港埠管理資訊系統能力」、「創造顧客價值能力」、「裝卸機具及其相關設施之作業能力」、「監控服務績效能力」、「裝卸作業制度之管理能力」、「船席調配能力」、「船舶港灣動態作業能力」、「現有船席能量之作業能力」。

陸、結論與建議

本文認為Hafeez *et al.*^[14]綜整各學者之觀點，提出如何決定核心競爭力之較完整的觀念性架構，且Hafeez *et al.*^[15]透過績效測度衡量指標評選能力項目中的關鍵能力，亦即評選出具有價值性的重要能力。本文引用其架構並進行高雄港關鍵能力之評估，因此，本文之主要目的乃藉由模糊多準則決策法構建高雄港關鍵能力之評估模式，並以此模式評選高雄港關鍵能力之排序，以求港埠資源之安排及進行多種作業活動之改善順序。

本文針對九個高雄港的關鍵能力並配合十七個港埠關鍵能力之評選準則進行FMCDM評選過程，高雄港各關鍵能力之排序狀況，依序為「港埠地理位置與港口腹地」、「港埠管理資訊系統能力」、「創造顧客價值能力」、「裝卸機具及其相關設施之作業能力」、「監控服務績效能力」、「裝卸作業制度之管理能力」、「船席調配能力」、「船舶港灣動態作業能力」、「現有船席能量之作業能力」。

本文對港務局及後續研究方向建議：

- 1.高雄港應特別彰顯九大關鍵能力（exploiting key capabilities effectively）。
- 2.以本文之關鍵能力為基礎，可進一步探求港埠之核心競爭力，並分析四國際商港在核心競爭力上有何不同。惟，應先確認核心競爭力之評選準則。
- 3.經由一系列之能力、關鍵能力、競爭力、核心競爭力等之評估分析後，可針對四國際商港進行策略之研擬。

參 考 書 目

1. 丁吉峰、梁金樹, “國際商港關鍵能力評選準則之初擬分析”, **2005年產業全球化運籌管理學術與實務研討會論文集**, 民國九十四年, 頁 54-64。
2. 丁吉峰、梁金樹, “應用重要性分析與矩陣分析確認高雄港之關鍵能力”, **航運季刊**, 第 14 卷第 3 期, 民國九十四年, 頁 21-36。
3. 鄧振源, **計畫評估：方法與應用 (初版)**, 基隆：海洋大學運籌規劃與管理研究中心, 民國九十一年。
4. 劉金鳳, “長期性資產購買租賃模糊投資決策”, **模糊系統學刊**, 第 4 卷第 2 期, 民國八十七年, 頁 29-39。
5. Buckley, J. J., “Ranking alternatives using fuzzy numbers”, *Fuzzy Sets and Systems*, 15(1), 1985, pp. 21-31.
6. Chang, P. L. and Chen, Y. C., “A fuzzy multi-criteria decision making method for technology transfer strategy selection in biotechnology”, *Fuzzy Sets and Systems*, 63(2), 1994, pp. 131-139.
7. Chen, C. H. and Hwang, C. L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Application*, Berlin: Springer, 1992.
8. Chen, S. H., “Ranking fuzzy numbers with maximizing and minimizing set”, *Fuzzy Sets and Systems*, 17(2), 1985, pp. 113-129.
9. Chen, S. H. and Hsieh, C. H., “Representation, ranking, distance, and similarity of L-R type fuzzy number and application”, *Australian Journal of Intelligent Processing Systems*, 6(4), 2000, pp. 217-229.
10. Ding, J. F. and Liang, G. S., “Using fuzzy MCDM to select partners of strategic alliances for liner shipping”, *Information Sciences*, 173, 2005, pp. 197-225.
11. Dong, W. and Shah, H. C., “Vertex methods for computing functions of fuzzy variable”, *Fuzzy sets and Systems*, 24(1), 1987, pp. 65-78.
12. Dubois, D. and Prade, H., “Operation on fuzzy numbers”, *The International Journal of Systems Sciences*, 9(6), 1978, pp. 613-626.
13. Gerald, C. F. and Wheatley, P. O., *Applied Numerical Analysis*, New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
14. Hafeez, K., Zhang, Y. B. and Malak, N., “Core competence for sustainable competitive advantage: a structured methodology for identifying core competence”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 2002a, pp. 28-35.
15. Hafeez, K., Zhang, Y. B. and Malak, N., “Determining key capabilities of a firm using analytic hierarchy process”, *International Journal of Production Economics*, 76(1), 2002b, pp. 39-51.

16. Javidan, M., “Core competence: what does it mean in practice?”, *Long Range Planning*, 31(1), 1998, pp. 60-71.
17. Kaplan, R. S. and Norton, D. P., *The Balanced Scorecard: Translating Strategy Into Action*, Boston: Harvard Business School Press, 1996.
18. Kim, K. and Park, K. S., “Ranking fuzzy numbers with index of optimism”, *Fuzzy Sets and Systems*, 35(2), 1990, pp. 143-150.
19. Liou, T. S. and Wang, M. J. J. “Ranking fuzzy numbers with integral value”, *Fuzzy Sets and Systems*, 50(3), 1992, pp. 247-255.
20. Prahalad, C. K. and Hamel, G., “The core competence of the corporation”, *Harvard Business Review*, 68(3), 1990, pp. 79-91.
21. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill Companies, Inc, 1980.
22. Yager, R. R., “A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval”, *Information Sciences*, 24(1), 1981, pp. 143-161.
23. Zadeh, L. A., “Fuzzy set”, *Information and Control*, 8(3), 1965, pp. 338-353.