

# 台灣地區國際港埠整體經營績效之研究

## Integrated Operating Performance Evaluation for Taiwanese International Ports

蘇育玲 Yuhling Su<sup>1</sup>  
劉金鳳 Chin-Feng Liu<sup>2</sup>  
梁金樹 Gin-Shuh Liang<sup>3</sup>

### 摘要

在亞太地區國際港埠競爭日益白熱化的態勢下，台灣地區港埠要能長期競爭成功，除了建設資本的投入外，港埠的經營成果衡量亦為重要的一環。因此本研究依據平衡計分卡的概念、港埠特性與台灣的經營環境，建立一個台灣地區港埠整體經營績效的評估模式。該模式不僅包含短期的財務成果績效指標，還包括能讓港埠長期競爭成功的顧客、企業內部流程、及學習與成長構面之績效指標。經由層級程序分析法、熵值權重法與模糊集合理論的運用，本研究亦進行台灣地區國際港埠整體經營績效的評比，以使各港埠了解其有那些衡量項目較其他港埠強，而那些項目是有待改進。結果顯示高雄港之整體營運績效最佳，而基隆港最弱，亦即基隆港最須改善其經營能力以提昇競爭力。

關鍵詞：熵值權重法、平衡計分卡、層級程序分析法、模糊集合理論

### ABSTRACT

Under a competitive environment in the Pacific-Asia area, in addition to capital investment in ports, the operating performance evaluation is an important management tools for Taiwanese international ports to compete successfully in the long run. Accordingly, basing on the concept of Balanced Scorecard, natures of ports, and operating environment of Taiwan, we establish an integrated operating performance evaluation model, which includes not only short term financial result measurements but also customers, business internal process, and organizationa learning and growing measurements for long term success. Through applying the methodologies of Analytic Hierarchy Process, Entropy, and Fuzzy Set Theory, we also compare the integrated operating performance of Taiwanese international ports by abovementioned model. Results reveal that Kaohsiung port has the best integrated operating performance while Keelung port has the worst one that needs improvement for competitiveness.

**Key words:** International Ports, Balanced Scorecard, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Set Theory

### 壹、前言

台灣是個典型的海島型經濟國家，須賴國際貿易之蓬勃發展來促進國家的經濟繁榮。而國際貿易進出口貨物有 99% 是經由海運運送，因此國際港埠的建設與

<sup>1</sup>國立台灣海洋大學航運管理系助理教授，E-mail: yuhling@mail.ntou.edu.tw

<sup>2</sup>國立台灣海洋大學航運管理系教授，E-mail: b0008@mail.ntou.edu.tw

<sup>3</sup>國立台灣海洋大學航運管理系教授，E-mail: gsliang@mail.ntou.edu.tw

經營成果實為國家的重大經濟指標之一。

台灣的經貿發展曾與香港、南韓、和新加坡共同創造出亞洲四小龍的聲譽，也讓台灣的國際港埠在世界貨櫃裝卸量的績效上展現具體成果。1981 年的貨櫃裝卸量，香港(156 萬 TEU)最高，高雄港(112 萬 TEU)則與新加坡港(112 萬 TEU)的實力相當，而三個港埠皆一致地朝向貨櫃化作業發展。到了 1987 年，高雄港的貨櫃裝卸量 277.8 萬 TEU，比起香港的 277.4 萬 TEU 與新加坡港的 220.3 萬 TEU，仍能維持領先的局面。但自 1994 年起，香港與新加坡港的貨櫃裝卸量已突破 1,000 萬 TEU，而高雄港卻未達 500 萬 TEU。近十幾年來，更由於中國大陸及東南亞國家的經濟快速成長，促使這些國家努力投資建設港埠，以配合當地貿易商品的輸入與輸出，和處理其他地區的商品轉運，使得亞太地區國際港埠的競爭日益白熱化。

在競爭激烈的態勢下，港埠建設資本的投入是重要的，但若港埠經營不善，將使投入的資本付諸流水。因此，港埠的經營績效攸關港埠的長期競爭力。早期一般企業衡量經營績效時，偏向於選用財務性的衡量指標，如淨利率、負債比率與投資報酬率等。而在港埠的經營績效衡量上，則偏向於選擇作業性的衡量指標，如船舶等候船席時間、貨物在港滯留時間與吊桿裝卸效率等。然僅考慮財務性或作業性的衡量指標是不夠的，在全球競爭的環境下，企業的經營績效衡量尚須考量顧客關係(如顧客滿意度、再購買意願)與組織學習性(如員工訓練、考核獎懲)的指標，以顯示企業的未來。因此美國學者 Kaplan 與 Norton<sup>(1)</sup> 所提出包含財務、顧客、企業內部流程、及學習與成長四個構面的平衡計分卡(Balanced Scorecard)將可適用於國際港埠的經營績效衡量。

本研究首先依平衡計分卡的觀念建立一套具有前瞻性的港埠整體經營績效指標，其同時包含財務構面的績效指標，以及能驅動未來財務成果的員工、內部作業流程、與顧客構面的績效指標。再者，各國際港埠要提昇其港埠競爭力，除了要瞭解其整體經營績效外，並需與具有相似港埠資源與業務性質的港埠相比較，以瞭解其所佔之地位，如此才能有改善的方向。因此本研究亦以層級程序分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)、熵值權重法(Entropy)、模糊集合理論(Fuzzy Set Theory)依據先前建立的港埠經營績效指標，進行台灣地區國際港埠整體經營績效的評比。各港埠即可瞭解其有那些衡量項目較其他港埠強，以及那些項目有待改進。

## 貳、文獻回顧

港埠作業效率的評估，首由 Plumlee<sup>(2)</sup> 倡導以港埠作業績效指數作為基礎，其作業績效指數包含裝卸作業績效指數、碼頭作業績效指數、港埠作業績效指數、船舶壅塞指數、以及貨物存倉時間。續後的港埠研究學者 Thomas<sup>(3)</sup> 與 Hoffmann<sup>(4)</sup>

於 1985 年也提出不同構面的作業績效指標。Thomas 的營運作業績效指標包含生產量指標、服務指標、使用指標、與生產力指標，而 Hoffmann 則包含船席使用時間、船席裝卸量、船舶運轉時間、生產力、滯留時間、及機具之使用。兩位學者定義的指標很相似，不同在 Thomas 多考慮成本效益，而 Hoffmann 多考慮裝卸機具之維護。

在定義港埠績效成果時，大多數的港埠研究學者是以貨物處理量或貨櫃裝卸量 (TEU) 為基準，並依此尋找出影響作業量的決定因子和進行港埠間的績效比較。Talley<sup>(5)</sup> 在 1994 年套用大眾運輸績效的研究，認為港埠的績效指標應配合港埠的營運目標，並以港埠費率以及七項能由管理者決定作業水準的服務比率 (包含船舶停靠船席、等待船席、與裝卸的服務比率和內陸運送業者入港、出港、卸貨、與裝貨的服務比率) 來衡量港埠的最佳經濟貨櫃裝卸量。Tongzon<sup>(6)</sup> 於 1995 年首先以實證研究的方式，發現船舶到港次數、國內生產毛額、與碼頭效率對港口的貨櫃裝卸量有顯著的影響，而港口的自然地理位置與港埠費率則較無影響。其中碼頭效率因子又受 40 呎櫃與 20 呎櫃的比重、船舶靠泊時間與總裝卸工作時間的差距、每吊桿小時的貨櫃處理量、與船舶的大小所影響。

不同國家港埠間的績效比較，其研究大多偏向生產效率的衡量。Tongzon<sup>(7)</sup> 以資料包絡分析法比較十六個貨櫃港 (包含基隆港) 在 1996 年的績效。該研究選用的產出指標為貨櫃裝卸量與船舶每小時貨櫃移動數量，而投入指標則為吊桿數量、船席數量、拖船數量、碼頭面積、延滯時間、與員工人數六項。Cullinane *et al.*<sup>(8)</sup> 則採用隨機前緣模式，以碼頭長度、港區面積、與裝卸機具數量等三項為港口之投入，以貨櫃裝卸量為港口之產出，評估亞太地區 15 個港埠 (包含高雄港與基隆港) 於 1989 年至 1998 年的效率。這兩項研究皆顯示高雄港與基隆港曾有相當高的績效水準。

台灣地區之港埠間的營運比較，倪安順<sup>(9)</sup> 在 1992 年曾以港灣、船席、裝卸、及倉儲四個構面 16 個評估項目之績效指標，採用四分位法與常態分配法訂定指標之參考依據，並以此評估國內基隆港、台中港、高雄港、蘇澳港、與花蓮港在 1986 年至 1990 年的營運績效。2003 年，則有 Su *et al.*<sup>(10)</sup> 首先以平衡計分卡的觀念建構四個構面 31 個項目的港埠績效衡量指標，並比較基隆、台中、高雄三個貨櫃港的績效。然該研究問卷樣本數較少，且未考量主觀指標與客觀指標納入同等比較時所需有的調整。

由於國內港埠在營運的本質上屬於營利事業單位，因此不應僅以港埠作業量與效率來定義港口績效，其尚須考量因港埠作業引發的收益和成本及其與投入資本間的財務成果，以及能促成未來競爭成功的顧客關係與人力資源。而港埠經營管理者所無法掌控的決定因子，如船舶到港次數、國內生產毛額、與港口的自然地理位置，則不宜納入港埠的經營績效評估。因此本研究將以 Su *et al.* 的平衡計分卡架構，調整部份績效指標和主客觀權重，進行台灣地區國際港埠整體經營績效

評估。

### 參、研究方法

#### 3.1 層級程序分析法

層級程序分析法是由 Saaty<sup>(11)</sup> 所提的一套決策方法，主要應用在不確定情況，以及具有多屬性的決策問題上。其藉由系統化的層級，將複雜的評估系統變成明確的層級式架構。AHP 利用 1 至 9 之比例尺度對各評估準則間的權重做成對性的比較，建立下列的矩陣，

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

其中  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ， $a_{ij} > 0$ ， $\forall i, j$ ， $a_{ij}$ ， $i, j=1, 2, \dots, n$ ，代表準則  $i$  相對於準則  $j$  之重要性。

於計算特徵值 (Eigenvalue) 及特徵向量 (Eigenvector) 時，為計算簡易之考量，本研究採用列平均標準化法 (Normalization of Row Average, NRA) 近似求取表徵  $n$  個評估準則重要性的特徵向量。根據 NRA 法，吾人只要將成對比較矩陣之各列元素加總，而後再予以標準化，即可求得各評估準則的權重，以數學式表示為：

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

最後，利用最大特徵值計算一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.) 以進行一致性檢定。C.R. 為一致性指標 (Consistency Index, C.I.) 與隨機指標 (Random Index, R.I.) 之比值，即

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, \quad \text{式中 } C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad R.I. \text{ 可經由表 1 得知。}$$

表 1 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32

資料來源：Saaty (1980)

Saaty 建議不論在決策者判斷的評量或針對整個層級結構的測量，一致性比率值應小於或等於 0.1，一致性才能獲得保證。由於成對比較是凝聚判斷的最有效方

法之一，本研究將引用此方法來求解各層評估準則之主觀權數。

### 3.2 熵值權重法

熵值權重法可以有效地衡量平均實質情報量，熵值愈大則所含情報量就愈低，反之則愈高<sup>(12)</sup>。本研究擬用熵值權重法求解方案層之上層評估準則之客觀權數，使能符合決策狀況，並反映出準則所能傳遞決策問題之解釋能力與可靠度，其步驟扼要敘述如下：

- (1) 建立第  $i$  個替代方案在第  $j$  個評估準則之績效強度隸屬函數值 ( $d_{ij}$ ) 矩陣  $D$ 。令  $X_{ij}$  代表第  $i$  個替代方案在第  $j$  個評估準則之原始績效評估值，定義釘牢值 (Anchor value)

$$X_j^* = \max_i \{X_{ij}\}, X_j^- = \min_i \{X_{ij}\},$$

則正向效益評估準則之績效強度的隸屬函數值為  $d_{ij} = X_{ij}/X_j^*$ ，而反向效益評估準則之績效強度的隸屬函數值為  $d_{ij} = X_j^-/X_{ij}$ ，式中  $0 \leq d_{ij} \leq 1$ ，則  $D = [d_{ij}]$ ， $i = 1, 2, \dots, m$ ， $j = 1, 2, \dots, n$ 。

- (2) 定義  $D_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}$ ， $j = 1, 2, \dots, n$ 。

- (3) 計算第  $j$  個評估準則之平均情報量  $e_j$

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m \frac{d_{ij}}{D_j} \ln \frac{d_{ij}}{D_j}, \text{ 式中 } k = 1/\ln m, 0 \leq e_j \leq 1。$$

- (4) 求解總平均情報量  $e = \sum_{j=1}^n e_j$

- (5) 求第  $j$  個評估準則之熵值權重，即客觀權重  $\lambda_j$ 。由於  $\lambda_j$  與  $e_j$  成反向關係，亦即  $\lambda_j$  與  $1 - e_j$  成正向關係，因此

$$\lambda_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} = \frac{1 - e_j}{n - e}, 0 \leq \lambda_j \leq 1, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1。$$

當某一準則無法傳遞決策訊息時 (即客觀權數為 0)，則無論決策者在主觀權數上給了該準則多大之主觀權數，該準則依然無法對最後評估結果產生影響。因此，為了克服主客觀權數所可能造成評估結果之偏差，並使其程序與結果更具理論性與可靠性，而須予以計算綜合權數。

若令  $v_j$  與  $\lambda_j$  分別代表方案層之上上一層中，某一客觀準則下所含  $n$  個客觀準則之第  $j$  個評估準則的主觀權重與客觀權重，則替代方案層之上上一層中，該客觀準則下所含  $n$  個評估準則之主客觀綜合權數為

$$v_j^* = \frac{\lambda_j v_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j v_j}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

### 3.3 模糊集合理論

模糊集合理論是由 Zadeh<sup>(13)</sup> 在 1965 所提出的，其認為人類的思維、推理及對周遭事物的認知往往存在有相當的模糊性，以致於仰賴精確數值方能完成預測與推估的傳統分析方法，已不能完全適用於以人為中心的系統所產生具有變動性與複雜性的問題。因此，吾人必須以模糊數學的分析方法取代傳統的數量方法，方能有效處理模糊經營情境下的決策分析。

#### 3.3.1 模糊集合

模糊集合是指用來表示界限或邊界不分明的事物集合。它以隸屬函數 (membership function) 來描述某個元素屬於某個集合的程度，並給予 0 至 1 之間的一個數值來表示。完全屬於時，其值為 1，完全不屬於時，其值為 0，其他情況依其所屬程度給予 0 至 1 之間的值。這個數值就稱為該元素隸屬於模糊集合的隸屬度 (grade of membership)。亦即假設  $X$  是一個事物的集合，吾人稱  $X$  為字集 (universe)。對字集  $X$  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  $x$  對  $A$  的隸屬度， $f_A$  稱為  $A$  的隸屬函數， $f_A(x)$  的值愈接近於 1，則表示  $x$  隸屬於  $A$  之程度愈強。

#### 3.3.2 三角形模糊數

若模糊數  $A$ ，它的隸屬函數  $f_A: \mathfrak{R} \rightarrow [0,1]$  如下式所示，則稱此模糊數為三角形模糊數。

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

式中  $-\infty < c \leq a \leq b < \infty$ 。

三角形模糊數  $A$  以  $(c, a, b)$  表之，記為  $A = (c, a, b)$ ，其圖形如圖 1 所示。

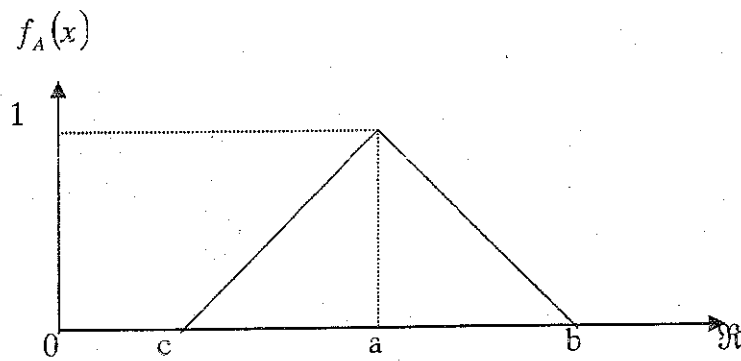


圖 1 三角形模糊數  $A = (c, a, b)$  之隸屬函數

三角形模糊數  $A$  在參數  $a$  時有最大的隸屬度，即  $f_A(a) = 1$ ，它代表評估資料之最可能值。 $c$  與  $b$  分別表示評估資料的下界和上界，二者可用來反應評估資料的模糊性 (fuzziness)。區間  $[c, b]$  稱為三角形模糊數  $A$  的伸展寬度，區間愈小，則表資料之模糊性愈低 (精確性愈高)，反之，則表示模糊性愈高。

根據 Zadeh 的擴展法則 (Extension principle)，任何兩個三角形模糊數的加法  $\oplus$  和減法，還是三角形模糊數。但是模糊乘  $\otimes$  和模糊除  $\oslash$ ，僅是近似三角形模糊數。即，假若三角形模糊數  $A_1 = (c_1, a_1, b_1)$ ， $A_2 = (c_2, a_2, b_2)$ ，則

1.  $A_1 \oplus A_2 = (c_1 + c_2, a_1 + a_2, b_1 + b_2)$ ，
2.  $A_1 \ominus A_2 = (c_1 - b_2, a_1 - a_2, b_1 - c_2)$ ，
3.  $k \otimes A = (kc, ka, kb)$ ， $k \in \mathfrak{R}$ ， $k \geq 0$ ，
4.  $A_1 \otimes A_2 = (c_1 c_2, a_1 a_2, b_1 b_2)$ ，若  $c_1 \geq 0$  且  $c_2 \geq 0$ ，
5.  $A_1 \oslash A_2 = (c_1 / b_2, a_1 / a_2, b_1 / c_2)$ ，若  $c_1 \geq 0$ ， $c_2 > 0$ 。

### 3.3.3 三形模糊數排序與代表值

有相當多的學者對模糊數之排序方法做過研究，而 Chen 與 Hsieh<sup>(14)</sup> 則針對各種方法加以比較後提出一新的且能求出最佳模糊數代表值之隸屬度平均積分代表 (Graded mean integration representation) 法。本研究將採此方法來解決三角形模糊數之除模計算與各港埠評估後分數的三角形模糊數排序問題。

根據 Chen 與 Hsieh 所提出之隸屬度平均積分代表法可知，若三角形模糊數  $A_i = (c_i, a_i, b_i)$ ，則三角形模糊數  $A_i$  之除模後代表值，以  $P(A_i)$  表之，為

$$P(A_i) = \frac{c_i + 4a_i + b_i}{6}$$

仿此，定義三角形模糊數  $A$  之排序值，以  $R(A_i)$  表之，為

$$R(A_i) = \frac{c_i + 4a_i + b_i}{6}$$

利用  $R(A_i), i=1, 2, \dots, n$ , 則可進行  $n$  個三角形模糊數  $A_1, A_2, \dots, A_n$  之排序, 三角形模糊數  $A_i$  與  $A_j$  之排序準則可定義為:

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

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

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

#### 肆、台灣港埠營運近況

位於南部的高雄港與北部的基隆港分別為台灣的第一大與第二大商港。兩個港口均建於 19 世紀末, 同為天然港口。高雄港的港區面積 2,683 公頃, 有 85 座營運碼頭, 其中貨櫃碼頭 24 座, 橋式起重機 57 台, 並有超過 1,900 名的員工維持業務。基隆港則臨近政治與經濟中心的大台北都會地區, 港區面積 572 公頃, 擁有 40 座營運碼頭, 其中貨櫃碼頭 14 座, 橋式起重機 25 台, 員工人數約為 1,700 名。第三大商港是台中港, 建立於 1984 年, 是一座人工港口, 港區面積 5,038 公頃, 有 46 座營運碼頭, 貨櫃碼頭 7 座, 橋式起重機 13 台, 員工人數有 600 多名。

高雄港的營運量最大, 進港船舶的數量近三年平均約為 18,200 艘次 (佔全台的 51%), 其次為基隆港的 9,100 艘次 (25%), 台中港則位居第三 (15.75%)。在貨物裝卸量上, 高雄港最多, 2002 年計有 410 百萬噸, 佔全台總數的 68%, 而基隆港與台中港則在伯仲之間, 佔有率分別為 14% 與 13%。在貨櫃裝卸的佔有率上, 高雄港亦位居第一, 佔總數的 73% (8,493 千 TEU), 依序為基隆港的 17%, 與台中港的 10%。

表 2 列示 2000 年至 2002 年台灣地區各國際港埠之船舶在港停泊時間, 其顯示三個港埠的船舶在港平均停泊時間均呈下降的趨勢。2002 年, 基隆港的停泊時間最短, 平均為 22 小時, 高雄港與台中港在伯仲之間, 皆為 31 小時。然船舶靠泊時間會受貨物裝卸數量影響, 裝卸量愈多, 停泊時間愈久。因此本研究將船舶停泊時間除以每船平均裝卸噸數 (貨物裝卸量/船舶進港艘次) 得出每船每噸停泊時間, 其顯示高雄港每船每噸貨物在港的停泊時間最短, 2002 年為 0.0014 小時, 台中港則稍優於基隆港。



表 2 台灣地區各國際港埠船舶在港停泊時間

單位：小時

項目	年	高雄港	基隆港	台中港
每船	2000	35	24	35
	2001	32	21	31
	2002	31	22	31
每船 每噸	2000	0.0017	0.0025	0.0025
	2001	0.0016	0.0024	0.0022
	2002	0.0014	0.0022	0.0021

資料來源：整理與計算自交通部交通統計要覽

船舶在港停泊時間亦受貨物裝卸效率影響，效率高，停泊時間則會縮短，也愈能降低航商的營運成本。雖然三個港口於 2001 以前已完成貨櫃裝卸業務民營化，港務員工不完全投入裝卸作業，但貨物裝卸效率是全球評比國際港埠績效與競爭力的重要指標之一，港務機關仍應對民營裝卸業者負有監督管理之責。因此於評估分析港埠的經營績效時，貨物的裝卸效率亦需納入考量。

由表 3 可知三個港埠之裝卸人員與裝卸機具每小時的作業效率均逐年提昇。台中港裝卸人員的作業效率最高，貨物總裝卸量由 2000 年的每人每小時 109.33 噸提昇至 2002 年的 137.48 噸，貨櫃裝卸個數由 2000 年的 5.41 個增至 2002 年的 5.99 個。高雄港位居第二，由 2000 年的 106.49 噸增至 2002 年的 129.23 噸，貨櫃裝卸則由 5.13 個稍為提昇至 5.35 個。基隆港裝卸人員的效率最低，而貨櫃裝卸個數雖然由 2000 年的 3.80 個增至 2002 年的 4.30 個，但仍遠遠的落後於其他港埠。

表 3 台灣地區各國際港埠每小時裝卸效率

單位：計費噸/小時，個/小時

項目	年	高雄港		基隆港		台中港	
		總噸數	貨櫃	總噸數	貨櫃	總噸數	貨櫃
每人	2000	106.49	5.13	94.21	3.80	109.33	5.41
	2001	124.03	5.30	107.67	4.02	142.58	5.69
	2002	129.23	5.35	120.58	4.30	137.48	5.99
每機具	2000	633.79	30.70	604.46	25.14	434.09	27.05
	2001	707.58	31.82	684.33	26.36	525.63	28.44
	2002	714.15	32.08	710.88	26.85	509.91	29.95

資料來源：交通部交通統計要覽

而在裝卸機具的作業效率上，高雄港機具的裝卸效率最高，總裝卸量在 2000 年為每機具 633.79 噸，2002 年則提昇至 714.15 噸，貨櫃個數在 2000 年與 2002 年則分別為 30.70 個與 32.08 個。基隆港的總裝卸噸數近年來僅稍為落後於高雄港（2002 年為 710.88 噸），但貨櫃裝卸機具效率則為最低，2002 年僅達每小時 26.85 個。

表 4 台灣地區各國際港埠之財務成果

單位：新台幣百萬元

港口	年度 項目	1999 年下半	2001 年	2002 年
		年及 2000 年		
高雄港	營業收入	12,916	9,070	8,608
	營業淨利	4,738	3,370	2,999
	純 益	3,572	3,202	3,443
	資產總額	146,977	150,003	151,083
	固定資產	108,140	114,026	116,079
	負債總額	17,143	17,754	16,299
	權益總額	129,834	132,249	134,784
基隆港	營業收入	6,945	4,898	5,093
	營業淨利	888	365	683
	純 益	464	140	462
	資產總額	54,585	104,443	109,695
	固定資產	34,911	89,719	90,449
	負債總額	8,116	8,594	12,650
	權益總額	46,469	95,849	97,045
台中港	營業收入	6,903	4,303	4,248
	營業淨利	3,280	1,255	1,167
	純 益	2,668	610	1,372
	資產總額	148,350	151,813	154,283
	固定資產	141,494	144,997	146,180
	負債總額	11,390	10,958	10,838
	權益總額	136,960	140,855	143,445

資料來源：整理自高雄、基隆、台中港務局決算書

船舶進港艘數與貨物裝卸量皆會影響港埠的財務成果。表 4 彙總台灣三個國際港埠 1999 年下半年至 2002 年的經營成果與財務狀況。高雄港因船舶灣靠數與貨物裝卸量居全台之冠，故其營業收入、營業淨利與純益在各個年度皆遙遙領先於其他國際港埠，其 2002 年的營業收入為 86 億 8 百萬元，扣除營業成本與費用後之營業淨利為 29 億 9 千 9 百萬元，加減營業外損益後之淨利為 34 億 4 千 3 百萬元。雖然基隆港的船舶灣靠艘次與貨物的裝卸量皆超過台中港，但其營業收入只有稍為的領先，在 2002 年僅超過 8 億 4 千 5 百萬元，營業淨利與純益則因高額的營業成本與費用而大幅的落後於台中港。

高雄港與台中港的資產總額最高，在 2002 年皆超過 1,500 億元，而基隆港的資產在 2002 年約有 1,000 億元。由於港埠的營運特性，需要投入大量的資金於固定資產，高雄港在 2002 年的固定資產即有 1,160 億元，佔總資產的 76.83%。基隆

港與台中港的固定資產則各為 904 億元 (82.45%) 與 1,461 億元 (94.75%)。歷年資產變動的原因，除了增建或汰換資產外，各個港埠自 2001 年起，即依交通部指示將原列為「非營業資產」的防波堤、防砂堤、道路等資產改列為固定資產，但金額比重不大。另外，基隆港與台中港分別於 2001 年與 2000 年辦理土地重估增值，基隆港增值 496 億元，台中港 820 億元。因此基隆港與台中港的資產與權益總額分別在這兩年發生鉅幅的變動。

### 伍、港埠整體經營績效衡量之架構與指標

為了衡量高雄港、基隆港、與台中港的整體經營績效，本研究以平衡計分卡之概念建立一多準則的評比結構，如圖 2 所示。第一層為目標層，即為評比港埠的整體經營績效。第二層為構面層，即績效評比的四個構面，包含財務、顧客、企業內部流程、學習與成長等。第三層為因素層，即各個構面下的評估因素。第四層為準則層，即用以評估港口績效的各項準則。最後，第五層為方案層，即所要列入評比的各個港埠：高雄港、基隆港與台中港。各個層次的評估指標列示於表 5，並分述如下。

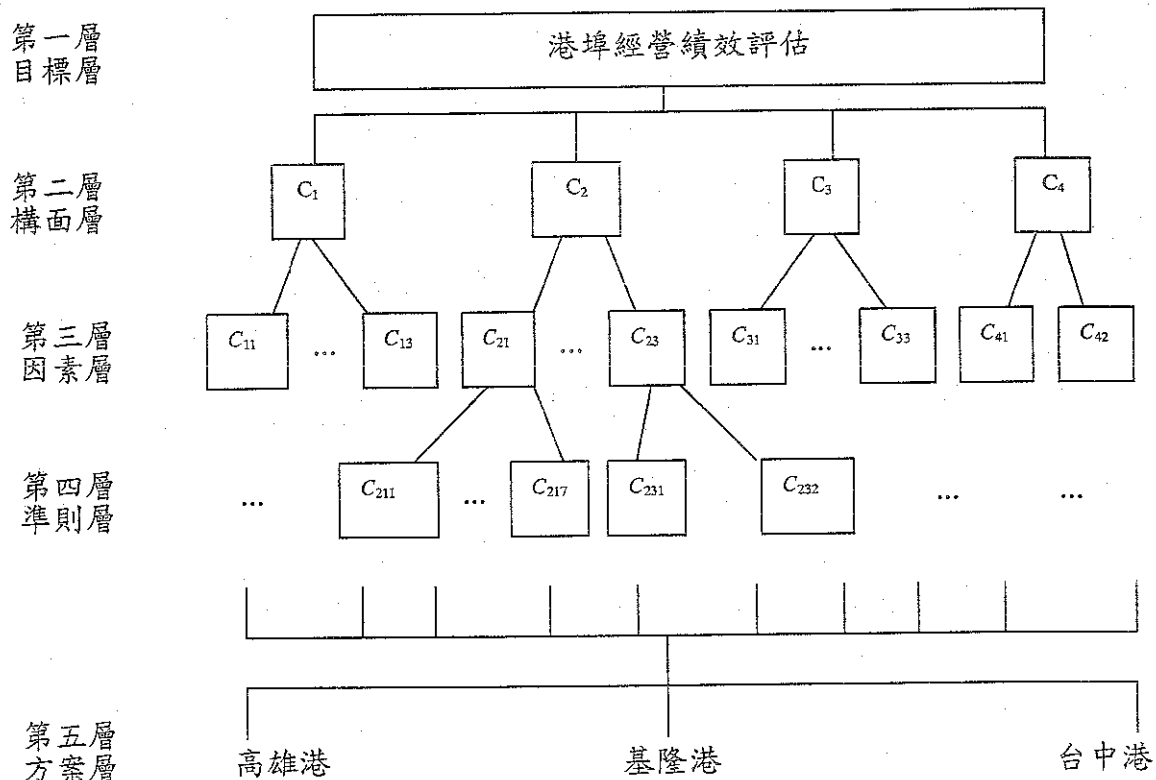


圖 2 港埠績效評比架構

表 5 港埠整體經營績效評估準則

構面層	因素層	準則層	
C <sub>1</sub> . 財務	C <sub>11</sub> . 財務狀況比率	C <sub>111</sub> . 負債比率	
		C <sub>112</sub> . 固定資產對權益比率	
	C <sub>12</sub> . 經營比率	C <sub>121</sub> . 營業利益率	
		C <sub>122</sub> . 純益率	
		C <sub>123</sub> . 營業收入成長率	
	C <sub>13</sub> . 報酬率	C <sub>131</sub> . 總資產報酬率	
		C <sub>132</sub> . 固定資產報酬率	
	C <sub>2</sub> . 顧客	C <sub>21</sub> . 航商滿意度	C <sub>211</sub> . 船席
			C <sub>212</sub> . 港灣服務
C <sub>213</sub> . 裝卸機具			
C <sub>214</sub> . 裝卸服務			
C <sub>215</sub> . 行政作業服務			
C <sub>216</sub> . 資訊服務			
C <sub>217</sub> . 收費			
C <sub>22</sub> . 顧客延續		C <sub>221</sub> . 仍繼續選擇該港口之服務	
C <sub>23</sub> . 新顧客爭取		C <sub>231</sub> . 增加該港口之航次	
		C <sub>232</sub> . 增加該港口之轉口貨運	
C <sub>3</sub> . 企業 內部 流程		C <sub>31</sub> . 營運效率	C <sub>311</sub> . 每船每噸平均停泊時間
			C <sub>312</sub> . 貨櫃每人每小時裝卸個數
			C <sub>313</sub> . 貨櫃每機具每小時裝卸個數
	C <sub>32</sub> . 其他棧埠作業能力	C <sub>321</sub> . 通棧儲轉	
		C <sub>322</sub> . 營運船舶與機具維護	
	C <sub>33</sub> . 計畫執行能力	C <sub>331</sub> . 重大投資計畫實施進度之效益	
C <sub>332</sub> . 預算編製與執行能力			
C <sub>4</sub> . 學習 與 成長	C <sub>41</sub> . 人力資源	C <sub>411</sub> . 訓練進修	
		C <sub>412</sub> . 人工效率	
		C <sub>413</sub> . 適當運用人力資源	
	C <sub>42</sub> . 組織系統	C <sub>421</sub> . 人事規章與組織	
		C <sub>422</sub> . 人事資料管理	
		C <sub>423</sub> . 考核獎懲與激勵士氣	
		C <sub>424</sub> . 總體管理革新措施	

### 5.1 財務構面指標與績效值

企業要有良好的財務績效才能永續發展，港務局本質上是屬於營利性質的公家單位，提供一系列港埠服務的經濟活動，最後的經營成果均呈現在財務報表上。一般而言，財務專家均會使用財務比率來分析一個企業的財務狀況與營運成果，

亦即分析其償債能力與獲利能力。短期的償債能力又稱為流動性，常用的比率包含流動比率、速動比率、應收帳款週轉率、與存貨週轉率等。但由於港務局屬於服務事業，不似買賣業與製造業有大量的存貨資產，因此不需要計算與分析存貨週轉率。並且港務局為公家單位，當債務到期時均能如期償付，流動負債非常的少，因而無需要計算與分析流動比率與速動比率等。因此，在比較各港埠的財務績效時，流動性比率顯得相當的不重要，本研究依此而不予考慮。

企業的長期償債能力可以從損益表和資產負債表觀點來評估。損益表觀點常用的比率為利息保障倍數，但由於港務局甚少長期借款，因此，本研究不考量用這項比率來評比績效。若從資產負債表觀點評估長期償債能力（本研究將此定義為財務狀況比率因素），常用的比率有負債比率與固定資產對權益比率。負債比率表示資產的資金來源，有多少是由債權人提供而非來自於業主。固定資產對權益比率表示需要長期才能回收的固定資產投資，有多少是來自業主的長期資金。這兩項比率的值愈小，代表企業的長期償債能力愈佳。

企業獲利能力的分析可由兩種觀點來評估。一為損益表的評估觀點（經營比率因素），其常用的比率有營業利益率、純益率、與營業收入成長率。營業利益率為營業收入扣除營業成本與費用後之淨利佔營業收入的比率，純益率為營業淨利加減營業外損益與所得稅後之淨利佔營業收入的比率，而營業收入成長率為當期營業收入與前期比較增減的比率。另外，若從損益表與資產負債表間的關係評估獲利能力，則可衡量各類投資所獲得的淨利，重要的比率有總資產報酬率、固定資產報酬率與權益報酬率。因港務局為公家單位，所以本研究不考量權益報酬率於各港的績效評比。

財務構面指標的績效值計算自基隆港、高雄港、與台中港 2000、2001 與 2002 年的財務報表資料，但調整了部份項目。首先 1999 年下半年及 2000 年之營業收入、營業淨利與純益皆除 1.5，將它折合為一年，以計算相關之比率。由於基隆港於 2001 年辦理土地重估增值，使得當年的資產與權益發生鉅幅變動，為了比較基準的一致性，將基隆港 2001 年的總資產報酬率與固定資產報酬率和 2000 年的負債比率、固定資產對權益比率、總資產報酬率、與固定資產報酬率加以調整為重估增值後之比率。台中港亦於 2000 年辦理土地重估增值，因此也調整其 2000 年的總資產報酬率與固定資產報酬率。另外，營業成長率有負成長的情形，本研究以三個港口之最大負成長率（-6.5%）進行平移，調整所有的成長率。調整後的財務比率列示於表 6。

表 6 各港埠財務構面績效值

準則項目	基隆港			高雄港			台中港		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
負債比率	7.79%	8.23%	11.53%	11.66%	11.84%	10.79%	7.68%	7.22%	7.02%
固定資產對權益比率	87.97%	93.60%	93.20%	83.29%	86.22%	86.12%	103.31%	102.94%	101.91%
營業利益率	12.78%	7.46%	13.41%	36.68%	37.15%	34.85%	47.51%	29.16%	27.47%
純益率	6.69%	2.86%	9.08%	27.66%	35.31%	40.00%	38.66%	14.19%	32.31%
營業成長率	14.73%	12.28%	10.48%	15.84%	11.83%	1.41%	9.34%	0.00%	5.22%
總資產報酬率	0.30%	0.13%	0.43%	1.62%	2.16%	2.29%	1.22%	0.41%	0.90%
固定資產報酬率	0.37%	0.16%	0.51%	2.28%	2.88%	2.99%	1.28%	0.43%	0.94%

由於各個準則績效評比的績效值單位不同，因而加以標準化，轉換為不名數以便於計算比較。屬於正向效益評估準則之標準化績效值（即績效強度的隸屬函數值）為

$$d_{ij} = X_{ij} / X_j^* \quad , \quad \text{式中 } X_j^* = \max_i \{X_{ij}\} \quad ,$$

而反向效益評估準則之標準化績效值（即績效強度的隸屬函數值）為

$$d_{ij} = X_j^- / X_{ij} \quad , \quad \text{式中 } X_j^- = \min_i \{X_{ij}\} \quad .$$

財務構面的負債比率與固定資產對權益比率為愈小愈好，為反向效益評估準則，其他財務比率則為正向效益的評估準則。另外，本研究以模糊數的概念表達各港口的近期財務績效。設  $a_1, a_2, \dots, a_t$  表示某財務比率過去  $t$  期之標準化後的績效值，則該財務比率以下列之三角形模糊數估計之，

$$\left( \min_i \{a_i\}, \left( \prod_{i=1}^t a_i \right)^{1/t}, \max_i \{a_i\} \right) .$$

各港口標準化績效值依據上述公式轉換為三角形模糊數的結果彙總於表 7。

表 7 各港埠在財務構面評估準則下績效之標準化三角形模糊數

準則	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>111</sub>	(0.6092, 0.7770, 0.9020)	(0.5933, 0.6151, 0.6510)	(0.9149, 0.9621, 1.0000)
C <sub>112</sub>	(0.8898, 0.9097, 0.9468)	(0.9660, 0.9776, 1.0000)	(0.8062, 0.8109, 0.8173)
C <sub>121</sub>	(0.1570, 0.2284, 0.2823)	(0.7335, 0.7622, 0.7819)	(0.5782, 0.7080, 1.0000)
C <sub>122</sub>	(0.0715, 0.1395, 0.2270)	(0.6915, 0.8483, 1.0000)	(0.3548, 0.6518, 0.9665)
C <sub>123</sub>	(0.6616, 0.4974, 0.9299)	(0.0890, 0.4571, 1.0000)	(0.0000, 0.2427, 0.5896)
C <sub>131</sub>	(0.0586, 0.1134, 0.1884)	(0.7074, 0.8738, 1.0000)	(0.1775, 0.3332, 0.5324)
C <sub>132</sub>	(0.0537, 0.1044, 0.1715)	(0.7625, 0.9023, 1.0000)	(0.1424, 0.2680, 0.4289)

## 5.2 顧客構面指標與績效值

對產品與服務滿意的顧客若增加，將可以促進企業未來營收的成長，因此顧

客構面之績效衡量是非常的重要。Kaplan 與 Norton 建議五大顧客構面衡量核心，包含顧客滿意度、顧客延續率、顧客爭取率、顧客獲利率、與市場佔有率。但由於港埠的服務特性，使其不像一般企業擁有大量的顧客群，國際航商的數量相對較少，而其選擇灣靠港口時，主要的考量是貨源所在地或是否有專用碼頭。因此，本研究評比各個港埠時不考量顧客獲利率與市場佔有率。

顧客構面評比準則分為三個因素，即航商滿意度、顧客延續率、與新顧客爭取率。航商滿意度包括船席、港灣服務、裝卸機具、裝卸服務、行政作業服務、資訊服務、收費等。顧客延續因素之準則為航商仍繼續選擇該港口之服務，而新顧客爭取因素則有航商增加該港口之航次與增加該港口之轉口貨運兩項。

顧客構面準則之績效值來自各港航商滿意度與再使用意願的調查結果。航商滿意度問卷包含五個部份。第一部份為填表人的基本資料，有公司的名稱、業別、經營的航線、運送的貨品、職務層級、與經驗年資。第二部份為各港埠服務項目的重要程度。第三部份為航商對三個國際港埠（基隆港、台中港、高雄港）之滿意度勾選調查。第四部份為航商再使用各港埠之意願。最後，第五部份則請填表人依該公司對港埠之需求，為三個港埠提出改善建議。

問卷是以李克特五點尺度量表填答。船席準則的問項包含對港口碼頭數、碼頭調配制度的完善性、與港外等待進港時間三項。港灣服務準則包含拖船作業、帶解纜作業、引水人員作業、聯檢作業四項。裝卸機具準則包含裝卸機具設備數量、擁有現代化的裝卸機具設備、與機具故障之搶修能力及應變能力等三項。裝卸服務包含裝卸技巧、裝卸效率、貨物毀損率低、等候機具或裝卸人員之情況、裝卸配合程度與服務時間之彈性五項。行政作業服務準則包含申請港埠服務之作業流程、服務人員之專業知識能力、服務人員之禮儀態度、提供相關業務的諮詢服務等。資訊服務準則包含 EDI 與電子資訊充足、提供完善的資訊與服務網站、與港務局電腦連線辦理相關委託業務之方便性三項。收費準則包含整體港灣業務費率的合理性與整體棧埠業務費率的合理性二項。

港埠滿意度之問卷調查採立意抽樣方式，調查對象為航商與船務代理，共發放 70 份問卷。高雄港、基隆港、與台中港之有效問卷各為 27 份（回收率 38.6%）、39 份（55.7%）、與 24 份（34.3%）。問卷填答者的職務層級大多為管理者，高雄港有 17 人（63%）為管理者，基隆港與台中港則分別為 24 人（62%）與 14 人（58%）。以航運界服務的年資來看，填答者的年資大多超過 15 年，高雄港、基隆港與台中港的填答者分別為 15 人（56%）、21 人（54%）與 12 人（50%）。依公司經營的業務型態分析，超過七成的公司經營定期船業務，意味著這些公司與各港埠的業務往返頻繁，對各港埠的營運與業務有相當的熟悉度。從填答者的職務層級、服務年資與公司業務型態之分析，均顯示問卷資料具有代表性。在信度分析方面，高雄港滿意度的 Cronbach Alpha 值為 0.9482，基隆港為 0.9574，而台中港則為 0.9297。由於 Cronbach Alpha 值均超過 0.8，代表港埠滿意度問卷的一致性相當良好。

由於航商滿意度準則下各有 2 至 5 個問項，本研究首先將每個填答者依每個滿意度準則，將其每個問項之數值加以平均，以計算該準則之滿意度數值。由於這些準則皆是屬於正向效益評估準則，值愈大愈好，經標準化後，再依據下列公式轉換為三角形模糊數，其中  $a_1, a_2, \dots, a_t$  表示某顧客績效準則  $t$  位填答者的回答數值。表 8 列示轉換後之結果。

$$(\min\{a_i\}, (\prod_{i=1}^t a_i)^{1/t}, \max\{a_i\})$$

表 8 各港埠在顧客構面評估準則下績效之標準化三角形模糊數

準則	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>211</sub>	(0.2667, 0.6069, 0.8667)	(0.6000, 0.7644, 1.0000)	(0.5333, 0.6733, 1.0000)
C <sub>212</sub>	(0.5263, 0.6998, 1.0000)	(0.5263, 0.7511, 1.0000)	(0.5263, 0.7181, 1.0000)
C <sub>213</sub>	(0.4286, 0.6380, 0.9286)	(0.5714, 0.7709, 1.0000)	(0.4286, 0.6899, 0.8571)
C <sub>214</sub>	(0.4000, 0.6928, 1.0000)	(0.5200, 0.7502, 0.9600)	(0.4800, 0.6814, 0.9600)
C <sub>215</sub>	(0.4500, 0.6743, 1.0000)	(0.6000, 0.7153, 1.0000)	(0.4500, 0.6551, 0.8000)
C <sub>216</sub>	(0.4667, 0.7006, 1.0000)	(0.5333, 0.7078, 1.0000)	(0.6000, 0.6807, 0.9333)
C <sub>217</sub>	(0.2000, 0.5856, 1.0000)	(0.4000, 0.6651, 0.9000)	(0.4000, 0.6284, 0.8000)
C <sub>221</sub>	(0.2000, 0.6777, 1.0000)	(0.6000, 0.8436, 1.0000)	(0.4000, 0.6466, 0.8000)
C <sub>231</sub>	(0.2000, 0.6274, 1.0000)	(0.6000, 0.7905, 1.0000)	(0.4000, 0.6343, 1.0000)
C <sub>232</sub>	(0.2000, 0.6310, 1.0000)	(0.6000, 0.7933, 1.0000)	(0.4000, 0.5916, 1.0000)

### 5.3 內部流程構面指標與績效值

定義企業內部流程構面指標時，管理者必須考量那些關鍵作業流程可以達成顧客與投資者的期望。依港埠的作業特性而言，航運業者無不期望能快速裝卸，以縮短停留港口的時間，如此可加速業者的營運週轉，進而降低營運成本。為了達成航運業者的期望，各港務管理者除了擴充改善港口基礎設施與裝卸機具外，也必須改善各項船舶灣靠與裝卸作業績效。由於商品運送已貨櫃化，且該服務收入為商港主要營業收入，因此本研究在比較高雄港、基隆港與台中港三個貨櫃港的裝卸效率時，偏重於貨櫃方面的效率。因此企業內部流程構面的營運效率因素，包含每船每噸平均停泊時間、每人每小時貨櫃裝卸個數、與每機具每小時貨櫃裝卸個數等三個準則。

其他的企業內部流程構面因素尚有其他棧埠作業能力與計畫執行能力。其他棧埠作業能力包含貨物的通棧與儲轉作業，以及各類港勤船舶與裝卸機具的維修作業。另外，重大投資計畫的實施情況攸關港埠的未來發展，預算的編製與執行攸關港埠目前的營運，因此在港埠的內部流程構面應予考量，並歸為計畫執行能力。

企業內部流程構面的營運效率因素三項準則，其 2000 年至 2002 年的績效值



來自表 2 與表 3，而其他四項準則的績效值則來自各港務局的內部自評工作考成績效。除了每船每噸平均停泊時間為反向效益評估準則外，其他六項準則同屬正向效益評估準則，值愈大愈好。每項績效值經標準化後，同樣再依下列公式轉換為標準化三角形模糊數，並列示於表 9。

$$(\min\{a_i\}, (\prod_{i=1}^l a_i)^{1/l}, \max\{a_i\})$$

表 9 各港埠在企業內部流程構面評估準則下績效之標準化三角形模糊數

準則	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>311</sub>	(0.5530, 0.5793, 0.6125)	(0.8199, 0.8982, 1.0000)	(0.5531, 0.6093, 0.6528)
C <sub>312</sub>	(0.6344, 0.6736, 0.7179)	(0.8564, 0.8780, 0.8932)	(0.9032, 0.9502, 1.0000)
C <sub>313</sub>	(0.7837, 0.8138, 0.8370)	(0.9570, 0.9828, 1.0000)	(0.8432, 0.8870, 0.9336)
C <sub>321</sub>	(0.8771, 0.8974, 0.9356)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>322</sub>	(0.9356, 0.9703, 0.9887)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>331</sub>	(0.8810, 0.9208, 0.9547)	(0.9880, 0.9953, 1.0000)	(0.8460, 0.8976, 0.9540)
C <sub>332</sub>	(0.9117, 0.9272, 0.9463)	(0.9634, 0.9721, 0.9792)	(0.9575, 0.9720, 1.0000)

#### 5.4 學習與成長構面指標與績效值

企業若只想擁有現行的技術與能力，是無法長期的達成顧客期望與改善內部流程的目標，這意味著組織學習與成長的重要性，而其必須透過人力資源的發展與組織系統的配合才能達成。表 5 列示的學習與成長構面有兩個因素和七個評估準則。其人力資源因素包含訓練進修、人工效率、與合適運用人力資源等三個準則，而組織系統因素包含人事規章與組織、人事資料管理、考核獎懲與激勵士氣、以及總體管理革新措施等四個準則。

學習與成長構面準則的績效值皆來自各港務局 2000 年至 2002 年的內部自評工作考成績效。這七項準則均屬正向效益評估準則，經標準化後，再如上式轉換為標準化三角形模糊數。表 10 列示學習與成長構面轉換後之績效的標準化三角形模糊數。

表 10 各港埠在學習與成長構面評估準則下績效之標準化三角形模糊數

準則	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>411</sub>	(0.9900, 0.9900, 0.9900)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>412</sub>	(0.9800, 0.9866, 1.0000)	(0.9640, 0.9879, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>413</sub>	(0.9867, 0.9867, 0.9867)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>421</sub>	(0.9833, 0.9844, 0.9867)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>422</sub>	(0.9860, 0.9887, 0.9900)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>423</sub>	(0.9900, 0.9900, 0.9900)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)
C <sub>424</sub>	(0.9450, 0.9607, 0.9775)	(0.9750, 0.9916, 1.0000)	(1.0000, 1.0000, 1.0000)

### 陸、台灣港埠整體經營績效評比

#### 6.1 港埠績效評估準則權重

本研究以 AHP 問卷向專家、學者、航商主管各一位、與港埠的高階管理者三位進行各衡量指標重要性之調查。每位專家的問卷經一致性檢定，每個層面與整體結構的 C.R. 值皆小於或等於 0.1。六位專家的港埠績效指標權重列示於表 11，三角形模糊數則依下列方式轉換。

設以  $a_{jk}, k=1,2,\dots,n$ ，代表第  $k$  位專家對第  $j$  項準則所給予之權重，則此第  $j$  項準則之模糊權重可定義為

$$W_j = (c_j, a_j, b_j).$$

式中  $c_j = \min \{a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jn}\}$ ,

$$a_j = \left( \prod_{k=1}^n a_{jk} \right)^{1/n},$$

$$b_j = \max \{a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jn}\}$$

由於財務、企業內部流程、及學習與成長構面之績效數為客觀值，因此需以熵值權重法調整這些準則的主觀權數，以有效衡量平均實質情報量及反映準則的解釋能力與可靠度。因本研究將採 Chen 與 Hsieh 所提之隸屬度平均積分代表法除模，所以先將每個港口各客觀準則的標準化績效模糊值，以下列公式計算三角形模糊數除模後之代表值  $P(A_i)$ 。

$$P(A_i) = \frac{c_i + 4a_i + b_i}{6}, \quad \text{式中 } A_i = (c_i, a_i, b_i).$$

表 11 各層港埠績效評估準則之模糊權重

準則	專家 1	專家 2	專家 3	專家 4	專家 5	專家 6	模糊權重	
構面層	W <sub>1</sub>	0.7229	0.1767	0.5259	0.0647	0.5176	0.2975	(0.0647, 0.2957, 0.7229)
	W <sub>2</sub>	0.1372	0.4328	0.1554	0.5196	0.2522	0.3967	(0.1372, 0.2798, 0.5196)
	W <sub>3</sub>	0.0699	0.3516	0.1594	0.2858	0.1493	0.1901	(0.0699, 0.1780, 0.3516)
	W <sub>4</sub>	0.0699	0.0388	0.1594	0.1299	0.0810	0.1157	(0.0388, 0.0899, 0.1594)
因素層	W <sub>11</sub>	0.7437	0.0626	0.5538	0.0970	0.1093	0.4211	(0.0626, 0.2205, 0.7437)
	W <sub>12</sub>	0.0863	0.4441	0.2154	0.5351	0.3207	0.3158	(0.0863, 0.2766, 0.5351)
	W <sub>13</sub>	0.1700	0.4934	0.2308	0.3679	0.5701	0.2632	(0.1700, 0.3197, 0.5701)
	W <sub>21</sub>	0.3393	0.7500	0.3439	0.1000	0.6920	0.1692	(0.1000, 0.3175, 0.7500)
	W <sub>22</sub>	0.6015	0.1250	0.5350	0.6000	0.1522	0.3692	(0.1250, 0.3327, 0.6015)
	W <sub>23</sub>	0.0591	0.1250	0.1210	0.3000	0.1557	0.4615	(0.0591, 0.1638, 0.4615)
	W <sub>31</sub>	0.6961	0.7646	0.5294	0.3222	0.5294	0.6358	(0.3222, 0.5591, 0.7646)
	W <sub>32</sub>	0.0790	0.1183	0.1618	0.0674	0.3088	0.1788	(0.0674, 0.1334, 0.3088)
	W <sub>33</sub>	0.2249	0.1170	0.3088	0.6104	0.1618	0.1854	(0.1170, 0.2302, 0.6104)
	W <sub>41</sub>	0.1667	0.1111	0.6667	0.5000	0.3333	0.6667	(0.1111, 0.3333, 0.6667)
W <sub>42</sub>	0.8333	0.8889	0.3333	0.5000	0.6667	0.3333	(0.3333, 0.5492, 0.8889)	

準 則 層	W <sub>111</sub>	0.8333	0.5000	0.5000	0.1250	0.3333	0.6667	( 0.1250, 0.4237, 0.8333 )
	W <sub>112</sub>	0.1667	0.5000	0.5000	0.8750	0.6667	0.3333	( 0.1667, 0.4482, 0.8750 )
	W <sub>121</sub>	0.0810	0.2412	0.1618	0.3066	0.1618	0.3182	( 0.0810, 0.1919, 0.3182 )
	W <sub>122</sub>	0.3854	0.6957	0.3088	0.1095	0.3088	0.3636	( 0.1095, 0.3172, 0.6957 )
	W <sub>123</sub>	0.5336	0.0631	0.5294	0.5839	0.5294	0.3182	( 0.0631, 0.3473, 0.5839 )
	W <sub>131</sub>	0.8750	0.5000	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	( 0.5000, 0.7192, 0.8750 )
	W <sub>132</sub>	0.1250	0.5000	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	( 0.1250, 0.2500, 0.5000 )
	W <sub>211</sub>	0.0265	0.0283	0.0831	0.1003	0.2760	0.1003	( 0.0265, 0.0746, 0.2760 )
	W <sub>212</sub>	0.1225	0.1040	0.1089	0.0946	0.0788	0.0946	( 0.0788, 0.0996, 0.1225 )
	W <sub>213</sub>	0.1446	0.1682	0.1203	0.1805	0.0701	0.1805	( 0.0701, 0.1372, 0.1805 )
	W <sub>214</sub>	0.2138	0.1883	0.2235	0.1977	0.1819	0.1977	( 0.1819, 0.2000, 0.2235 )
	W <sub>215</sub>	0.1761	0.1480	0.1203	0.1089	0.0993	0.1089	( 0.0993, 0.1243, 0.1761 )
	W <sub>216</sub>	0.2012	0.2085	0.1977	0.1977	0.0366	0.1977	( 0.0366, 0.1510, 0.2085 )
	W <sub>217</sub>	0.1153	0.1547	0.1461	0.1203	0.2572	0.1203	( 0.1153, 0.1461, 0.2572 )
	W <sub>221</sub>	0.6015	0.1250	0.5350	0.6000	0.1522	0.3692	( 0.1250, 0.3327, 0.6015 )
	W <sub>231</sub>	0.8333	0.8571	0.6667	0.2000	0.2500	0.2500	( 0.2000, 0.4257, 0.8571 )
	W <sub>232</sub>	0.1667	0.1429	0.3333	0.8000	0.7500	0.7500	( 0.1429, 0.3910, 0.8000 )
	W <sub>311</sub>	0.0988	0.0881	0.4762	0.1210	0.4000	0.3333	( 0.0881, 0.2015, 0.4762 )
	W <sub>312</sub>	0.7115	0.4088	0.1905	0.3439	0.2000	0.1905	( 0.1905, 0.2998, 0.7115 )
	W <sub>313</sub>	0.1897	0.5031	0.3333	0.5350	0.4000	0.4762	( 0.1897, 0.3847, 0.5350 )
	W <sub>321</sub>	0.8571	0.8333	0.6667	0.3333	0.6667	0.3333	( 0.3333, 0.5727, 0.8571 )
	W <sub>322</sub>	0.1429	0.1667	0.3333	0.6667	0.3333	0.6667	( 0.1429, 0.3249, 0.6667 )
	W <sub>331</sub>	0.8750	0.1250	0.6667	0.8000	0.2500	0.5000	( 0.1250, 0.4404, 0.8750 )
	W <sub>332</sub>	0.1250	0.8750	0.3333	0.2000	0.7500	0.5000	( 0.1250, 0.3739, 0.8750 )
W <sub>411</sub>	0.0704	0.0696	0.2000	0.1494	0.1618	0.2632	( 0.0696, 0.1357, 0.2632 )	
W <sub>412</sub>	0.3453	0.5316	0.4000	0.1609	0.3088	0.3158	( 0.1609, 0.3238, 0.5316 )	
W <sub>413</sub>	0.5843	0.3987	0.4000	0.6897	0.5294	0.4211	( 0.3987, 0.4928, 0.6897 )	
W <sub>421</sub>	0.0448	0.6563	0.1714	0.1183	0.1714	0.1622	( 0.0448, 0.1597, 0.6563 )	
W <sub>422</sub>	0.2083	0.1688	0.2857	0.0812	0.2857	0.1622	( 0.0812, 0.1832, 0.2857 )	
W <sub>423</sub>	0.3201	0.0875	0.2571	0.3480	0.2571	0.3784	( 0.0875, 0.2500, 0.3784 )	
W <sub>424</sub>	0.4268	0.0875	0.2857	0.4524	0.2857	0.2973	( 0.0875, 0.2726, 0.4524 )	

此代表值再依 3.2 節所述之熵值權重法計算熵值，並將原主觀準則權重轉換為綜合模糊權重，如表 12 所示。

表 12 客觀準則之綜合權重

準則	熵值權重	綜合權重
W <sub>111</sub>	0.8400	( 0.7975, 0.8323, 0.8334 )
W <sub>112</sub>	0.1600	( 0.2025, 0.6771, 0.7117 )
W <sub>121</sub>	0.1782	( 0.1806, 0.1100, 0.0996 )
W <sub>122</sub>	0.2937	( 0.4022, 0.1546, 0.2247 )
W <sub>123</sub>	0.5281	( 0.4171, 0.2839, 0.3153 )
W <sub>131</sub>	0.4529	( 0.7681, 0.7043, 0.5917 )
W <sub>132</sub>	0.5471	( 0.2319, 0.2957, 0.4083 )
W <sub>311</sub>	0.5599	( 0.3705, 0.4454, 0.4744 )
W <sub>312</sub>	0.3398	( 0.4865, 0.4023, 0.4302 )
W <sub>313</sub>	0.1003	( 0.1430, 0.1523, 0.0954 )

$W_{321}$	0.9090	( 0.9589 , 0.9463 , 0.9278 )
$W_{322}$	0.0910	( 0.0411 , 0.0537 , 0.0722 )
$W_{331}$	0.7943	( 0.7943 , 0.8197 , 0.7943 )
$W_{332}$	0.2057	( 0.2057 , 0.1803 , 0.2057 )
$W_{411}$	0.2198	( 0.0655 , 0.0856 , 0.1083 )
$W_{412}$	0.3904	( 0.2690 , 0.3629 , 0.3885 )
$W_{413}$	0.3898	( 0.6655 , 0.5515 , 0.5032 )
$W_{421}$	0.1359	( 0.0749 , 0.0871 , 0.1925 )
$W_{422}$	0.0765	( 0.0765 , 0.0563 , 0.0472 )
$W_{423}$	0.0572	( 0.0616 , 0.0574 , 0.0467 )
$W_{424}$	0.7304	( 0.7870 , 0.7993 , 0.7136 )

6.2 港埠整體績效值之計算

港埠整體績效值將依下列公式計算而得。

設  $w_t = (c_t, a_t, b_t)$ ,  $t=1,2,\dots,k$  分別代表某特定  $C_t$  構面之權重；

$w_{ij} = (c_{ij}, a_{ij}, b_{ij})$ ,  $t=1,2,\dots,k$ ,  $j=1,2,\dots,n_t$  分別代表某特定  $C_{ij}$  因素之權重；

$w_{ijh} = (c_{ijh}, a_{ijh}, b_{ijh})$ ,  $t=1,2,\dots,k$ ;  $j=1,2,\dots,n_t$ ;  $h=1,2,\dots,n_{ij}$  分別代表某特定  $C_{ijh}$  準則之權重；而

$S_{ijh} = (p_{ijh}, o_{ijh}, q_{ijh})$ ,  $i=1,2,\dots,m$ ;  $t=1,2,\dots,k$ ;  $j=1,2,\dots,n_t$ ;  $h=1,2,\dots,n_{ij}$  代表第  $i$  個港口對  $C_{ijh}$  準則之標準化模糊優勢值；則港口  $i$  對  $C_t$  ( $t=1,2,\dots,k$ ) 構面之優勢評估模糊值可定義為：

$$R_{it} = \frac{1}{n_t} \otimes [(D_{it1} \otimes w_{t1}) \oplus (D_{it2} \otimes w_{t2}) \oplus \dots \oplus (D_{itj} \otimes w_{tj}) \oplus \dots \oplus (D_{itn_t} \otimes w_{tn_t})]$$

其中

$$D_{itj} = \frac{1}{n_{ij}} \otimes [(S_{itj1} \otimes w_{ij1}) \oplus (S_{itj2} \otimes w_{ij2}) \oplus \dots \oplus (S_{itjh} \otimes w_{ijh}) \oplus \dots \oplus (S_{itjn_{ij}} \otimes w_{ijn_{ij}})]$$

由於

$$S_{ijh} = (p_{ijh}, o_{ijh}, q_{ijh}), \quad w_{ijh} = (c_{ijh}, a_{ijh}, b_{ijh}), \quad \text{且} \quad w_{ij} = (c_{ij}, a_{ij}, b_{ij}),$$

則  $R_{it}$  可被定義為

$$R_{it} = (Y_{it}, Q_{it}, Z_{it}).$$

式中  $Y_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} \sum_{h=1}^{n_{ij}} p_{ijh} c_{ijh} c_{ij} / n_t n_{ij}$

$$Q_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} \sum_{h=1}^{n_{ij}} o_{ijh} a_{ijh} a_{ij} / n_t n_{ij}$$

$$Z_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} \sum_{h=1}^{n_{ij}} q_{ijh} b_{ijh} b_{ij} / n_t n_{ij}$$

三個貨櫃港各項績效評估準則構面依上述公式計算之優勢值列示於表 13。

表 13 各港埠評估準則構面優勢值

準則	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>1</sub>	(0.0118, 0.0581, 0.2161)	(0.0295, 0.0969, 0.2654)	(0.0165, 0.0739, 0.2518)
C <sub>2</sub>	(0.0028, 0.0174, 0.2979)	(0.0067, 0.0591, 0.2984)	(0.0048, 0.0471, 0.2707)
C <sub>3</sub>	(0.0496, 0.0960, 0.2030)	(0.0611, 0.1164, 0.2338)	(0.0556, 0.1062, 0.2199)
C <sub>4</sub>	(0.0580, 0.1211, 0.2192)	(0.0592, 0.1235, 0.2222)	(0.0602, 0.1242, 0.2222)

最後，港口  $i$  的整體績效評估優勢模糊值  $F_i$  則可定義為

$$F_i = \frac{1}{k} \otimes [(R_{i1} \otimes w_1) \oplus (R_{i2} \otimes w_2) \oplus \dots \oplus (R_{iu} \otimes w_u) \oplus \dots \oplus (R_{ik} \otimes w_k)]$$

由於  $w_t = (c_t, a_t, b_t)$ ， $F_i$  可以按下列公式表達，

$$F_i = (Y_i, Q_i, Z_i)$$

其中

$$Y_i = \sum_{t=1}^k Y_{it} c_t / k$$

$$Q_i = \sum_{t=1}^k Q_{it} a_t / k$$

$$Z_i = \sum_{t=1}^k Z_{it} b_t / k, \quad i=1,2,\dots,m.$$

依上述公式計算各港口之整體績效評估優勢值，結果彙整如表 14。由表 14 可知，台灣地區三個國際港埠整體績效評估優勢值偏低（各港埠整體績效評估優勢之標準化三角形模糊數落在其定義域〔0,1〕之左方），可見三個國際港埠尚有極大的改進空間。

表 14 各港埠整體績效優勢值

基隆港	(0.0017, 0.0125, 0.1043)
高雄港	(0.0023, 0.0192, 0.1162)
台中港	(0.0020, 0.0163, 0.1089)

模糊數排序的方法有很多種，本研究採用 Chen 與 Hsieh 所提之隸屬度平均積分代表法，因其計算簡易且驗證比常用之重心法準確。此方法計算之三角形模糊數  $A_i=(c_i, a_i, b_i)$  之排序值僅具順序尺度之功能，不具區間或比率尺度之功能，其排序值以  $R(A_i)$  表之，為

$$R(A_i) = \frac{c_i + 4a_i + b_i}{6}$$

除模後之整體港埠績效評估值列示於表 15，顯示高雄港之整體營運績效最佳，基隆港最弱，並落後於台中港。這項整體績效評估的比較，可以看出基隆港實需要改善經營能力以提昇其競爭力。

表 15 各港埠整體經營績效排序

港口	基隆港	高雄港	台中港
排序值	0.0260	0.0326	0.0293
名次	3	1	2

若深入探討國內各個競爭港埠在財務、顧客、企業內部流程、及學習與成長構面的各別績效，可以將表 13 各港埠評估準則構面的優勢模糊值，以隸屬度平均積分代表法進行除模排序。表 16 列示各構面計算之結果，其顯示基隆港在每個構面的績效均落後於高雄港與台中港，尤其在財務與顧客構面的差距較大，急需改善。高雄港除了學習與成長構面的績效稍為落後台中港外，其他構面績效仍位居第一。

表 16 各績效評估構面排序

準則構面	項目	基隆港	高雄港	台中港
C <sub>1</sub> 財務	排序值	0.0767	0.1137	0.0940
	名次	3	1	2
C <sub>2</sub> 顧客	排序值	0.0617	0.0902	0.0773
	名次	3	1	2
C <sub>3</sub> 企業內部流程	排序值	0.1061	0.1267	0.1167
	名次	3	1	2
C <sub>4</sub> 學習與成長	排序值	0.1270	0.1292	0.1299
	名次	3	2	1

### 柒、結論與建議

台灣地區的港埠在每個營運層面各有其優劣。因此要瞭解各港埠的整體經營績效，應建立一個整體評比模式才可進行比較。本研究運用平衡計分卡與模糊多準則概念所建立的台灣地區港埠整體經營績效評比模式，不僅包含短期的財務成果績效指標，還包括能讓港埠長期競爭成功的顧客、企業內部流程、及學習與成長構面之績效指標。而且評估模式所使用的準則，除了考量港埠特有的性質外，也同時考量台灣地區港埠經營的特殊條件。

此港埠整體經營績效評比模式，財務構面的準則有七項，績效值之計算來自各港務局之決算書。顧客構面之準則有十項，績效值來自航商滿意度調查。內部

流程構面七個準則的績效值則分別來自各港埠之營運效率與內部自評工作考成績效，而學習與成長構面的七項準則績效值則來自各港埠局之內部自評工作考成績效。每項績效值皆經標準化後轉換為三角形模糊數。

每個層級的權重則來自六位港埠專家的 AHP 問卷調查，並以幾何平均彙整專家意見，再轉換為三角形模糊數。由於財務、企業內部流程、及學習與成長構面之績效為客觀值，因此本研究又以熵值權重法調整這些準則的主觀權重成為綜合權重，以便有效衡量平均實質情報量及反映準則的解釋能力與可靠度。

經以三角形模糊數運算並排序，結果顯示高雄港的整體績效最高，台中港第二，基隆港最後。而深入探討各個構面之績效時，亦顯示基隆港在每個構面皆為最後。這顯示基隆港在財務、顧客、企業內部流程、及學習與成長構面的績效皆需加強。

由於研究資料與時間之限制，本研究僅蒐集到三個港埠 2000 年至 2002 年之資料，依據先前所建立之台灣地區國際港埠整體經營績效評估模式進行實證研究。若欲了解近期三個港埠之經營績效評估結果，研究者或港務機關當可更新財務、企業內部流程、及學習與成長構面準則的績效值，並對顧客構面的各項準則重新對港埠使用者進行問卷調查。

當比較各個港埠之整體經營績效後，即當著手進行策略之研擬以改善其目前經營之狀況。港埠的經營者在確定其營運目標後，應依循學習與成長、內部流程、顧客、及財務四個構面進行策略之制訂。如何為每個港埠描繪平衡計分卡之策略地圖，以制訂其經營策略與策略之評選，則有待後續之研究。

### 參考文獻

1. Kaplan, R. S. and Norton, D. P. "The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action", Harvard Business School Press, Boston, 1996.
2. Plumlee, C. M. "Port Performance Index", Public Works Consultants, 188W Elfin Green Port Hueneme, 1979.
3. Thomas, B. J. "Operations Planning in Ports", Senior Lecturer, Department Maritime Studies, University of Wales Institute of Science and Technology, Cardiff U. K., 1985.
4. Hoffmann, P. "Performance Indicators and Analysis", *The Dock & Harbor Authority*, 1985.
5. Talley, W. K. "Performance Indicators and Port Performance Evaluation", *Logistics and Transportation Review*, Vol. 30, No. 4, pp. 339-352, 1994.
6. Tongzon, J. L. "Determinants of Port Performance and Efficiency", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 29, No. 3, pp. 245-252, 1995.
7. Tongzon, J. L. "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 35, pp. 107-122, 2001.
8. Cullinane, K., Song, D. W., and Gray R. "A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures," *Transportation Research Part A:*

- Policy and Practice*, Vol. 36, pp. 743-762, 2002.
9. 倪安順, “我國國際港埠營業績效與評比制度之建立”, 航運季刊, 第1卷, 第4期, 頁21-48, 民國81年。
  10. Su, Y. L., Liang, G. S., Liu, C. F., and Chou, T. Y. “A Study on Integrated Port Performance Comparison Based on the Concept of Balanced Scorecard”, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 609-624, 2003.
  11. Saaty, T. L. “The Analytic Hierarchy Process”, McGraw-Hill, New York, 1980.
  12. Zeleny, M. “Multiple Criteria Decision Making”, McGraw-Hill, New York, pp. 184-201, 1982.
  13. Zadeh, L. A. “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338-353, 1965.
  14. Chen, S. H. and Hsieh, C. H. “Representation, Raking, Distance, and Similarity of L-R Type Fuzzy Number and Application”, *Australian Journal of Intelligent Processing System*, Vol. 6, No. 4, pp. 217-229, 2000.