

季節性預測模式比較
—以台灣地區國際港埠進口貨櫃預測為例
**The Comparison of the Seasonal Forecasting Models—
A Study on The prediction of Imported Container
Volume for International Container Ports in Taiwan**

彭文怡 WEN-YI PENG¹

朱經武 CHING-WU CHU²

摘要

港埠之貨櫃量為港埠營利之主要來源，因此預測港埠未來之貨櫃運量是港埠規劃、興建及管理之重要依據，就各港近四年每月的進口貨櫃量資料顯示，含有季節性波動之趨勢，適用各港進行未來短期之預測。本研究之目的為比較四種常見使用之單一變數預測方法，有古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數及灰預測，利用實證分析，以驗證何者可提供預測進口貨櫃量最佳之精確度。研究對象以台灣地區三大國際港埠（基隆港、台中港與高雄港）進口之貨櫃量，測試所得之最佳預測方法是否相同。經過平均絕對誤差（MAE）、平均絕對誤差百分比（MAPE）及殘差均方根（RMSE）等評估指標比較後發現，不論採何種指標，基隆港以古典分解法，台中港以古典分析法與灰預測，高雄港以灰預測的預測能力最佳。未來可加入其他的預測模式，以驗證港埠進口貨櫃量之準確度，並驗證進、出口所使用之最佳預測方法是否相同。

關鍵字：古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數、灰預測

ABSTRACT

To measure the profitability of a container port is based on the total volume handled in the harbor. In order to properly design, construct and manage a port, it is necessary to predict a port's expected volume in the port for the future. From the figures of monthly import volume of each container port in the recent four months, the trend of seasonal fluctuation was found. The data could be used to appropriately make a prediction on the volume of each port in the short-term. The purpose of this paper is to compare the

¹彭文怡，國立台灣海洋大學航運管理研究所，博士生。

²朱經武，國立台灣海洋大學航運管理研究所，教授。

accuracy of four forecasting models, i.e. Classical Decomposition, the Trigonometric Model, the Regression Model with Seasonal Dummy Variables, and the Grey Forecast, for the import volume of the international container ports in Taiwan. By using the method of verification on the actual data collected, we are able to prove which prediction model can provide the best accuracy. The research objective is set on the import volume of the three international ports of Keelung, Taichung and Kaohsiung. The testing data is derived from the monthly statistics of the import volume from Jan. 2001 to Dec. 2004. By comparing the findings based on the revaluation method, Mean Absolute Error(MAE), Mean Absolute Percent Error(MAPE) and Root Mean Squared Error(RMSE), the Classical Decomposition provided the most accurate predictions on the port of Keelung, where the Classical Decomposition and the Grey Forecast provided the most accurate predictions on Taichung, and the Grey Forecast provided the most accurate predictions on Kaohsiung ports. Different prediction mythologies each have their own merits and weaknesses, but, to be more practical, we have to find the most suitable method to fit our particular marine shipping industry needs of forecasting accuracy. Therefore, it is suggested to proceed studying the same outbound container volume, in order to find out whether the same result is obtainable as the study on imported cargo volume.

Keywords: Classical Decomposition, Trigonometric Model, Regression Model with Seasonal Dummy Variables, and Grey Forecast

壹、緒論

海島型經濟的台灣以出口導向為主，加上本身的資源不足，原物料均需仰賴進口，經由生產製造後，銷往世界各地。除了少數之內陸運輸外，對外貿易全仰賴海運及空運為主，依據交通部統計月報中歷年之統計結果，進出口貨物總量有99%以上經由海運承運，由此可知，海運運送服務對我國經貿之重要性。然而，在我國加入WTO後，國內之海運運送業也需面對其他國外海運公司競爭的壓力，對於未來海運市場進出口貨物之趨勢也應儘早提出因應之道。

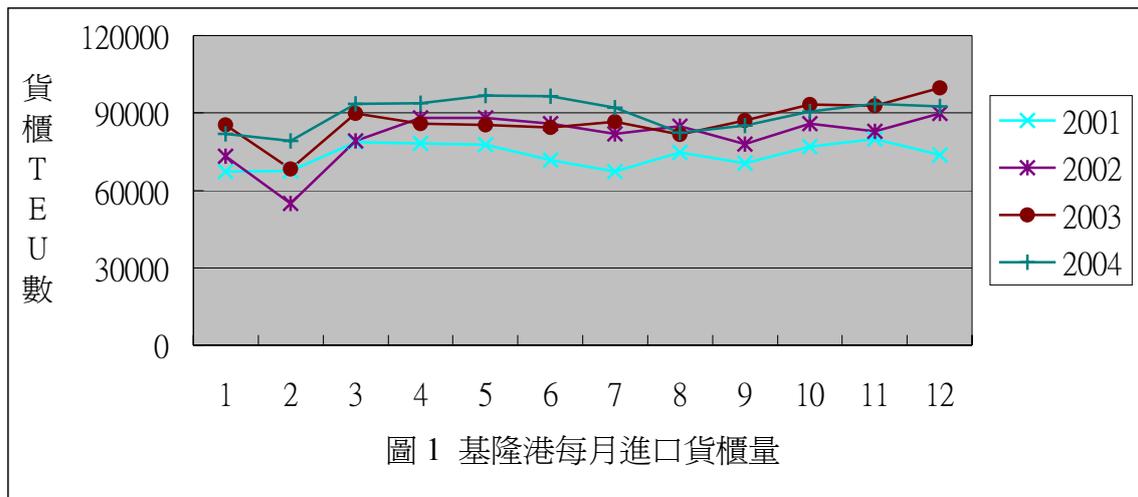
除了海運運送業外受到我國進出口貨物量之影響外，港口設施的營運、興建與改善等也是其中受影響的關鍵一環，但港埠的興建耗時、耗財，且很難轉移做其他用途，如對於港埠未來運量預測不準確，極易造成許多浪費。港埠之貨櫃量為港埠營利之主要來源，因此預測港埠未來之貨櫃運量是港埠規劃、興建及管理

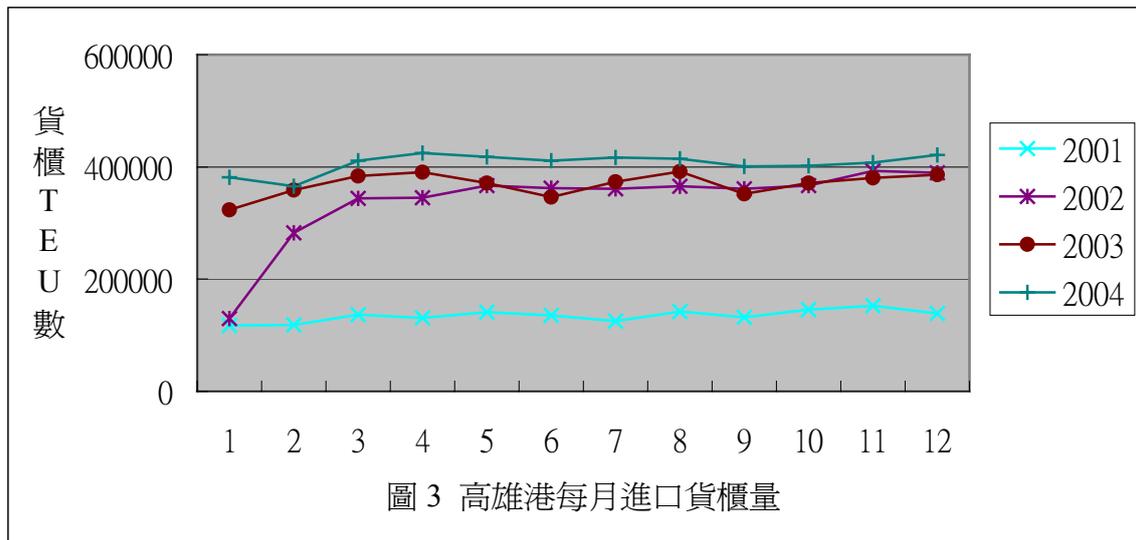
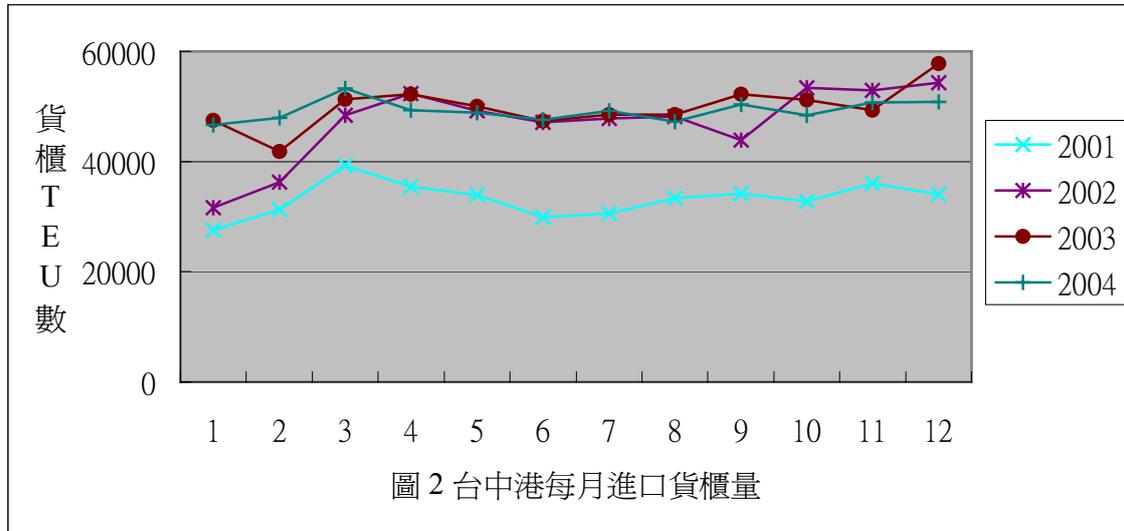
之重要依據。

一般常見之港埠運量預測多以長期預測為主，歷年學者對貨物或貨櫃運量預測之研究頗多，所採用分析資料，大都以年資料為主，易造成資料筆數不足，且預測時間越長，所包含之變數越多，導致預測誤差較大，預測結果越不準確。因台灣地區三大國際港埠—基隆港、台中港與高雄港，近四年每月的進口貨櫃量資料顯示，隱含有季節性波動之趨勢，分別如圖 1、圖 2、圖 3 所示，但因各港每月所呈現之季節性趨勢未必一致，需予以個別分析。

故本研究擬以月資料為資料處理之依據，採用短期預測的工具—古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數及灰預測，進行各港一年以內的短期預測，因其預測時間較短，受未來不確定因素的影響較小，預測結果的準確性較長期預測高，此外，本文亦比較各短期預測方法間之差異，尋求適用於港埠進口貨櫃量準確度最高之預測方法，以提供當局進行港埠規劃時之參考。

本文之組織結構如下，第貳節文獻回顧，研究方法於第參節介紹，並於第肆節分析研究結果，最後提出結論與建議。





貳、文獻回顧

各行各業均常應用預測方法預測未來之數量或需求...等，在海運業亦然。預測模式種類相當多，若以性質可分為定性預測與定量預測。定性預測的方式有以個人或群體之判斷、德菲法 (Delphi Method) 等整合專家意見與知識的預測方式，而定量預測方式 Profillidis[1]分為三大類有市場調查、計量模式與趨勢分析，其主要依據歷史資料之趨勢或因果關係加以推估或探討，兩者以定量法較為客觀。另

外，Horonjeff and Mckelvey[2]將預測分為四大類，分別為判斷預測法、市場分析法、趨勢投影推測法與計量經濟法，在眾多運量預測之文獻中，大多利用計量經濟法如迴歸分析法為主要研究方法。好的預測模式，應以完整性和客觀性為主要考量，藉由過去所發生的情況、變動轉為資訊或知識，以提供使用者做為參考依據，但基於時間與金錢的限制，以簡單、實用、準確性高的預測模式仍為大家所樂於使用。

在以往的文獻中，貨櫃量之預測多以長期預測為主，其中以迴歸分析法最常被使用，如：張萬和[3]採用迴歸分析，分析並預測我國出口貨物總噸（公噸）；陳希敬[4]以多元迴歸分析預測未來運量；王昭榮[5]以迴歸分析預測基隆港進出口貨櫃吞吐量；郭塗城[6]採迴歸分析法分析並預測台灣地區港埠進出口各類貨物量（公噸），並以近三年一般雜貨的貨櫃化比例推估進出口櫃貨量；劉宏道、張徐錫[7]以逐步迴歸和競爭分配模擬法建立港埠間運量預測模式預測基隆港運量；台灣省政府交通處[8]以多元迴歸模式預測進出口貨物總量，並輔以歷史資料之成長趨勢分析推估；黃琛暉[9]以逐步迴歸分析影響散裝貨之穀物、煤、鐵及石油之變數；顏進儒、林永山[10]以多元迴歸法分析影響各航線運量的因素。黃皇基[11]在「台灣地區航空貨運需求相關變數分析與預測」中，以逐步迴歸分析航空運量資料。蘇其正[12]以迴歸分析預測台灣地區各類貨物進出口總量，再乘以移動平均法求得之各類貨物經台中港進出口比率未來值，即得出進出口總量預測值；中華顧問工程公司[13]以迴歸分析法預測我國貨物進出口總量；交通部運輸研究所港灣技術研究中心[14]將進出口貨分類，並建立各貨種和社經變數之迴歸模式，再進行港埠運量分配；台北港企業聯盟[15]將歷年進出口非散裝貨運量分類並帶入迴歸模式，預測非散裝貨總運量，並計算出貨櫃化比例，將運量轉為貨櫃貨運量；葉立婷[16]以迴歸方法說明影響轉口量之因素，並利用時間序列探討變數間的關係。

單純地使用迴歸方法不能滿足學者的需要，因而有些學者將迴歸模式稍作修正或加入其他預測工具來使用，如：呂正毅[17]以迴歸、模糊線性迴歸理論及時間序列等方法來分析並預測台灣地區港埠進出口貨櫃運量（公噸）；藍武王、傅世鎰[18]認為用迴歸模式存在許多缺失，所以，利用單一迴歸及聯立迴歸建立模式，分析台灣地區進出口貨櫃運量；蘇崇光[19]以雙對數曲線迴歸對兩岸貨量進行預測；交通部運輸研究所港灣技術研究中心[20]以時間數列分析法、迴歸分析之單一方程式法與聯立方程式法進行港埠運量預測，並考慮 WTO、兩岸直航等因素來修正運量預測；陳靜如[21]針對基隆、高雄兩港，利用單一迴歸與聯立迴歸方程式進行實證分析。

之後因不確定因素對預測模式產生估計上的誤差，因而對於不明確的事物預測將以其他觀念加以修正，例如有學者跳脫傳統精確導向而採其他方式進行預測，如：林科[22]應用灰色理論預測兩岸經香港轉口的貨櫃運量；陳武正、林科[23]利用灰預測理論預測兩岸經香港轉口貨櫃數；許巧鶯、溫裕宏[24]應用灰色預測與灰色聚類法預測航空公司航線上的運量；陳垂彥[25]以灰色理論結合馬可夫鏈來構建預測模式，預測兩岸海運直航貨物運量；古金英[26]在「台灣貨櫃運量決定因素及預測之研究」中，應用 ARIMA 及其轉移函數模式分析並預測我國進出口貨櫃量；黃宏斌[27]利用類神經及迴歸法預測高雄港貨櫃運量；黃文吉、吳勝傑、程培倫及尤仁弘[28]探討灰色 GM (1,1) 模式於運輸需求預測之適用性；梁金樹、周聰佑[29]結合模糊集合理論和傳統迴歸分析，提出一個新的模糊迴歸模式，對台灣地區進出口貨物進行預測；周建張[30]提出新的模糊運算方法—隸屬度化多重積分代表值方法 (Graded Multiple Integrals Representation Method) 預測台灣地進出口貨櫃總量。

針對各種預測方法的比較，有些學者亦將不同的預測方法間予以進行比較，皆為長期預測方法的比較，相關的文獻，如：陳垂彥[31]綜合評析並比較各種不同的預測方法，有迴歸分析、時間數列、重力模式及單一及聯立迴歸模式；林錦桂[32]以傳統迴歸、倒傳遞類神經網路及模糊迴歸預測台灣地區貨量總量，結果得出傳統迴歸之誤差最小；鄭益興[33]以時間序列、多元迴歸分析預測，再以類神經網路運算、學習、預測，最後比較各預測結果，以類神經網路的預測值的 MSE 最小，多元迴歸次之；周明道[34]以模糊時間數列用於模糊預測，以基隆港出口貨櫃 TEU 數預測並驗證模糊時間數列的預測結果較傳統季節性時間數列佳。曹慧菁、葉中仁、李綱紀[35,36,37]以古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數及灰預測，進行基隆港出口、高雄港轉口、台中港出口預測模式的比較。

從過去的文獻可發現，貨櫃量預測之分析方法以迴歸分析最多，且均以長期預測為主，短期預測少，故本文為找尋簡單、實用、精確度高的短期預測方法，因此擬採用迴歸分析中三角函數及季節性虛擬變數；時間數列中之古典分解法及灰預測來進行分析、比較。

參、研究方法

本研究擬以台灣地區三大國際港埠—基隆港、台中港與高雄港進口貨櫃量

(TEU)之月資料作為本文之原始資料數據,蒐集之資料範圍自 2001 年 1 月至 2004 年 12 月,2001 年 1 月至 2003 年 12 月之資料為所有模式之樣本內資料;2004 年 1 月至 12 月之資料為所有模式之共同樣本外資料。依據所收集之數據,配合四種預測工具來對資料作分析,基本概念如下所述:

3.1 進口貨櫃預測模式

3.1.1 古典分解法

古典的時間數列將時間模式的構成要素分為:長期趨勢、循環波動、季節變動與不規則變動。這四種要素係以相乘或相加方式構成,分成乘法模式與加法模式。本研究採用乘法分解模式,假設這四個組成份子彼此相互影響,而非獨立。模型如下所示:

$$Y_t = TR_t \times SN_t \times CL_t \times IR_t \quad (1)$$

其中 Y_t : 為時間序列中第 t 期之觀察值

TR_t : 第 t 期之長期趨勢成分

SN_t : 第 t 期之季節性成分

CL_t : 第 t 期之循環性成分

IR_t : 第 t 期之不規則成分

須先計算 k 期移動平均值(MA_k),本研究為月資料,則採 12 期移動平均,再求中央移動平均值($CMA_k = TR_t \times CL_t$),其主要目的為消除資料中季節性與不規則之變動。下一步為計算季節及不規則成分($SN_t \times IR_t = \frac{Y_t}{CMA_t}$),因為 $Y_t = TR_t \times SN_t \times CL_t \times IR_t$,故將兩邊同除 $TR_t \times CL_t$ 可得 $SN_t \times IR_t$ 。為求取季節指數以單獨衡量季節的影響,可將之前各年相同季節的 $SN_t \times IR_t$ 相加,以去除不規則的成分,而得到各季節的季節因子,又因季節因子之總和應等於 12,需對季節因子加以調整成以 1 為基數的季節指數。利用此季節指數,可得的一個不包含季節變動在內的新資料數

($\frac{Y_t}{SN_t}$),稱為消除季節的時間數列(Deseasonalized Time Series),最後得出長期

趨勢線性模型為:

$$TR_t' = \alpha + \beta t + \varepsilon \quad (2)$$

使用最小平方法計算其迴歸模式

$$\hat{TR}'_t = a + bt \quad (3)$$

3.1.2 三角函數模式 (Trigonometric Models)

因為時間序列中包含依序列的三角函數中的正弦與餘弦，故稱為三角。三角函數模式有各種類型，本研究採用一種經常預測季節性資料之高階模式(Bowerman and O'Connel) [38]，其適用於處理一般季節性變動及較複雜之季節性模式。

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \sin\left[\frac{2\pi t}{L}\right] + \beta_3 t \cos\left[\frac{2\pi t}{L}\right] + \beta_4 \cos\left[\frac{2\pi t}{L}\right] + \beta_5 t \cos\left[\frac{2\pi t}{L}\right] + \beta_6 \sin\left[\frac{4\pi t}{L}\right] + \beta_7 t \sin\left[\frac{4\pi t}{L}\right] + \beta_8 \cos\left[\frac{4\pi t}{L}\right] + \beta_9 t \cos\left[\frac{4\pi t}{L}\right] + \varepsilon_t \quad (4)$$

3.1.3 季節性虛擬變數迴歸

本研究著重迴歸分析法對時間數列資料的處理，因此，處理資料時，除將時間變數作為自變數來分析長期趨勢與季節因子外，為提高預測準確度，亦可加入具預測解釋能力的自變數。由於資料呈現長期趨勢及季節性變動，故假設長期趨勢為線性，並將 12 個月份的影響轉換成虛擬變項 (Dummy Variable)，以 0、1 表示，共設 11 個虛擬變數。

$$X_{si,t} = \begin{cases} 1 & \text{如果第}t\text{時期為第}i\text{月份， } i = 1,2,3,\dots,11 \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中下標 t 表示時間序列中之第 t 期

其迴歸模型設為：

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_{s1} X_{s1,t} + \beta_{s2} X_{s2,t} + \dots + \beta_{s11} X_{s11,t} + \varepsilon_t \quad (6)$$

其迴歸方程式為：

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + b_{s1} X_{s1,t} + b_{s2} X_{s2,t} + \dots + b_{s11} X_{s11,t} \quad (7)$$

3.1.4 灰預測

灰色系統理論是一種特別適用於預測與決策的新理論方法。灰色理論視任何隨機過程都是在一定幅值範圍變化的灰色量，透過累加生成(Accumulated Generating Operation; AGO)後出現明顯的指數規律，依此建立微分方程建構灰色模式 (Gray Model)，再經由逆累加生成(Inverse Accumulated Generating Operation; IAGO)；運算還原原始序列預測值。其本質上不需求大樣本與分佈規律等特性。灰色預測分析 GM (1,1) 是經由一階微分，一個變量的模型來進行預測，其演算過程如下：

$$\text{原始模型：} X^{(0)}(k)+aZ(k)^1=b \quad (8)$$

$$\text{白化響應式爲：} x^{(1)}(k+1)=\left(x^{(0)}(1)-\frac{b}{a}\right)e^{-ak}+\frac{b}{a} \quad (9)$$

原始序列爲：

$$x^{(0)}=(x^{(0)}(1),x^{(0)}(2),x^{(0)}(3),\dots,x^{(0)}(n))=(x^{(0)}(k);k=1,2,3,\dots,n) \quad (10)$$

對原始序列進行一次累加生成，可得到累加序列

$$x^{(1)}=\left(\sum_{k=1}^1x^{(0)}(k),\sum_{k=1}^2x^{(0)}(k),\dots,\sum_{k=1}^nx^{(0)}(k)\right)=(x^{(1)}(1),x^{(1)}(2),x^{(1)}(3),\dots,x^{(1)}(n)) \quad (11)$$

接下來，利用級比 $\sigma(k)$ (Class Ratio) 檢驗序列數據是否可作為建模用

$$\sigma^{(1)}(k)=\frac{x^{(1)}(k-1)}{x^{(1)}(k)}, \quad k \geq 2 \quad (12)$$

若原始序列 $x^{(0)}(k)$ 爲一非負序列，則 $x^{(1)}(k)$ 時 $\sigma^{(1)}(k) \in (0,1]$ 。表示生成後必具有灰指數律。

$$\text{GM (1,1) 模式之灰微分方程式爲} \frac{dx^{(1)}}{dt}+ax^{(1)}=b \quad (13)$$

其中，a 與 b 爲待估係數，經由灰倒數、逆累加及灰背景值的推導：

$$\begin{aligned} \frac{dx^{(1)}}{dt} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x^{(1)}(t+\Delta t)-x^{(1)}(t)}{\Delta t} \quad \text{令} \Delta t=1 \text{ 代入，分子項次整理後得} \\ \Rightarrow \frac{dx^{(1)}}{dt} &= x^{(1)}(t+\Delta t)-x^{(1)}(t)=x^{(1)}(k)-x^{(1)}(k-1)=x^{(0)}(k) \end{aligned} \quad (14)$$

$$\text{對 } x(1) \text{ 做均值生成, } Z^{(1)}(k) = 0.5x^{(1)}(k) + 0.5x^{(1)}(k-1) \quad (15)$$

由 (14) 式與 (15) 式可得 GM (1,1) 模型的灰差分方程式為：

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad k = 2, 3, 4, \dots, n \quad (16)$$

利用最小平方法計算參數 a, b

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N \quad (17)$$

矩陣 B 與 Y_N 之計算：

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \\ \vdots & \\ -Z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$Y_N = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (19)$$

分別將 B 與 Y_N 帶入 (15) 中即可算出 a、b 兩分量，將 a、b 兩分量帶入白化響應式 (10) 中運算，得出 $\hat{x}^{(0)}(k+1)$ ，再利用累減生成 IAGO，即可求出預測值。

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (20)$$

肆、研究結果

預測準確度為評估預測模式所得預測值與實際值之間的差，亦即預測誤差，為決定一預測模式成功與否的度量，以樣本外預測誤差為預測績效評估之基礎。常見的預測模式準確度分析為平均絕對誤差（Mean Absolute Error, MAE）、平均絕對誤差百分比（Mean Absolute Percent Error, MAPE）與殘差均方根（Root Mean Squared Error, RMSE），用來檢定預測之精確度。評估準則之公式如下：

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (21)$$

$$MAPE = \frac{100 \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|}{n} \quad (22)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \quad (23)$$

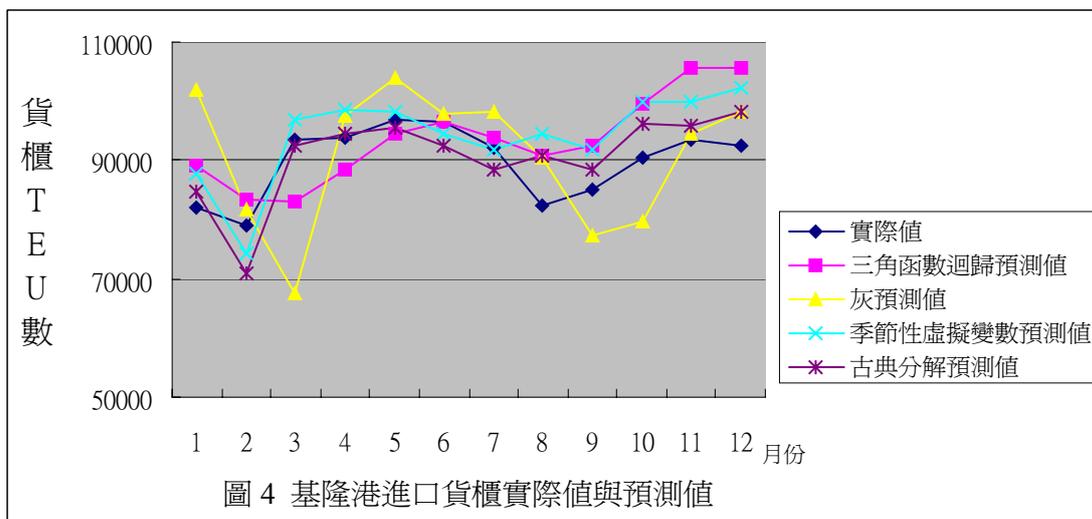
其中 Y_i 為第 i 期之觀察值， \hat{Y}_i 為第 i 期之預測值，以 MAE 與 MAPE 為衡量標準時，其值越小，表示預測能力越好；以 RMSE 為衡量標準時，其值越接近 0，表示預測能力越好。

綜合古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數及灰預測模式所求得之結果，利用預測常見分析準確度之平均絕對誤差、平均絕對誤差百分比與殘差均方根三種方法來比較三個國際港口預測結果，如下表所示。表 1 為基隆港預測模式評估比較表，顯示其不論採何種指標，所得之結果以古典分析法最為準確，其次為季節性虛擬變數。圖 4 為基隆港實際值與預測值之比較圖。

表 1 基隆港預測模式評估比較表

評估指標 預測方法	MAE	MAPE	RMSE
古典分解法*	3948.265611	4.537418645	4665.352421
三角函數迴歸	6793.25	7.625314574	7864.031033
季節性虛擬變數	5534.403476	6.30220232	6488.788121
灰預測	8408.873367	9.47225609	11041.16542

*為最佳之方法

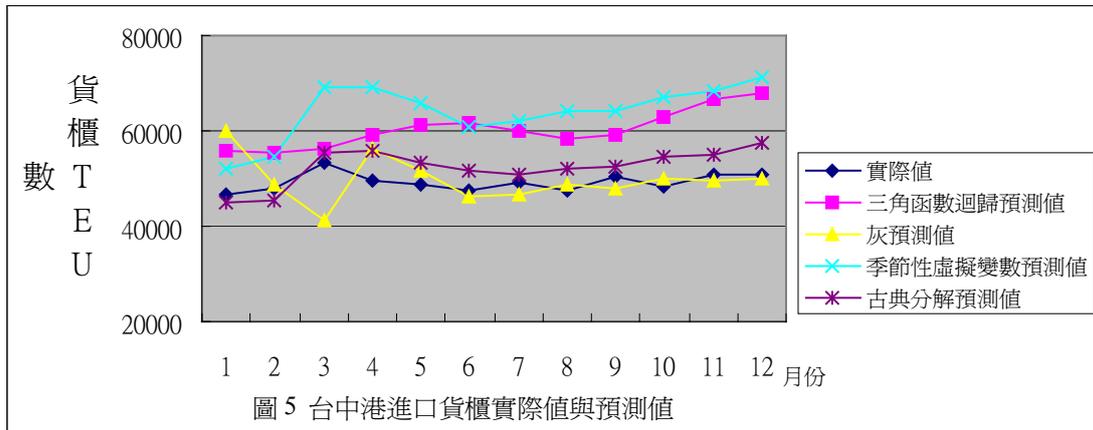


本研究利用不同年度進行預測，和李綱紀[37]利用 1998 年至 2001 年之資料預測之台中港進口貨櫃量所得之結果相同，整體而言，以古典分析法與灰預測最佳，而其個別之預測能力，依據不同之評估指標，互有軒輊。圖 5 為台中港實際值與預測值之比較圖。

表 2 台中港預測模式評估比較表

評估指標 預測方法	MAE	MAPE	RMSE
古典分解法*	3935.452923	8.005674378	4349.780799
三角函數迴歸	11151.75	22.74028471	11762.48753
季節性虛擬變數	14865.56807	30.0805776	15566.85836
灰預測*	3935.006733	7.973213065	5766.926443

*為最佳之方法

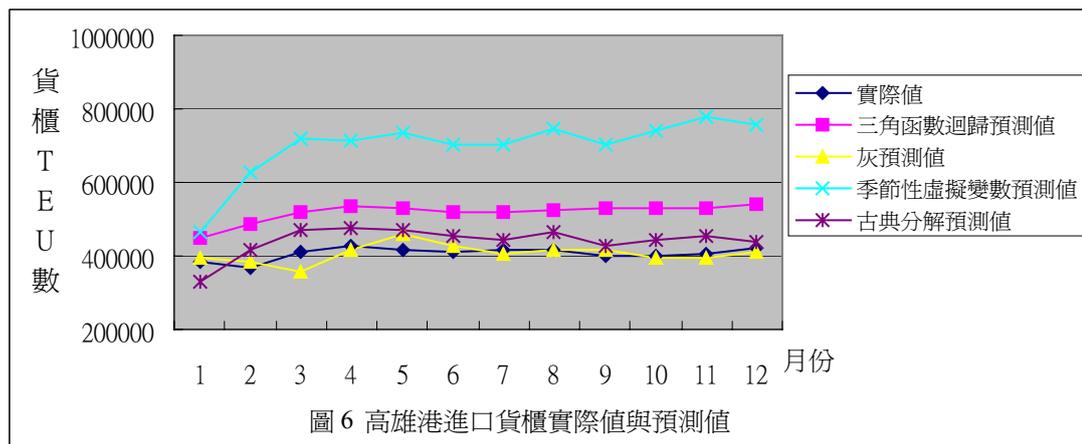


然而，而高雄港不論採何種指標以灰預測之結果最佳，其次為古典分析法。三個國際港口採用三角函數迴歸所得之結果均不理想，顯示三角函數不適合應用於港埠進口貨櫃量季節性之預測。圖 6 為高雄港實際值與預測值之比較圖。

表 3 高雄港預測模式評估比較表

預測方法 \ 評估指標	MAE	MAPE	RMSE
古典分解法	43827.88901	10.84740412	45412.43832
三角函數迴歸	111034.3333	27.36038782	112105.8446
季節性虛擬變數	293636.4497	72.0327872	301598.112
灰預測*	17758.88013	4.374147678	22976.20608

*為最佳之方法



伍、結論與建議

實用且準確度高之進口貨櫃預測模式，可供處於競爭激烈環境中之國際商港各項港口設施的興建與改善等規劃作業，或營運管理策略方向的訂定有相當大的幫助。

本研究採用古典分解法、三角函數迴歸、季節性虛擬變數及灰預測等四種方法，比較何種預測方法較適合進口貨櫃量之預測，並利用平均絕對誤差、平均絕對誤差百分比與殘差均方根三種方法來比較三個國際港口之預測結果。研究結果顯示，基隆港不論採何種指標以古典分析法最為準確，台中港以古典分析法與灰預測最佳，但依據不同之評估指標，結果互有軒輊，而高雄港不論採何種指標以灰預測之結果最佳。三個國際港口採用三角函數迴歸預測法，不論採何種指標，其預測結果均不佳，顯示三角函數迴歸不適合應用於港埠進口貨櫃量季節性之預測。

不同之產業有其不同之特性，不同之預測方法亦有其優劣性存在，故不同之產業所使用之最佳預測方法也未必相同，若能找出適合之預測方法，將可提高該產業之實用性。因本研究所使用之模式有限，未來若能加入其他的預測模式，如：ARIMA、類神經網路、組合預測或其他預測方法，應更能有效地驗證港埠進口貨櫃量之準確度，並驗證各港之出口與進口貨櫃量所使用之最佳預測方法是否相同。

參考文獻

1. Profillidis V.A., "Econometric and Fuzzy Model for the Forecast of Demand in the Air Port of Rhode", *Journal of Air Transportation Management*, Vol. 6, pp.95-100, 2000.
2. Horonjeff, R. and Mckelvey, X., *Planning and Design of Airports*, McGraw-Hill Inc., New York, 1994.
3. 張萬和，"進出口貨物區域運量分配與台中港吞吐之預測"，碩士論文，國立台灣大學，台北市，1974年。
4. 陳希敬，"基隆港東岸貨櫃終站規劃之研究"，碩士論文，中國文化大學，台北市，1987年。
5. 王昭榮，"基隆港貨櫃運輸分析"，碩士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，1991年。
6. 郭塗城，"基隆港之運量與能量分析"，台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫，交通部運輸研究所，1993年。
7. 劉宏道、張徐錫，"港埠運量預測模式之研究"，*中華技術*，第十七期，頁89~97，1996年。
8. 台灣省政府交通處，"台灣地區整體國際港埠發展規劃：台灣地區貨櫃總量預測"，1997年。
9. 黃琛暉，"大宗散裝或進口預測與相關變數之研究"，碩士論文，國立台灣海

- 洋大學航運管理研究所，基隆市，1997年。
10. 顏進儒、林永山(1997)，“我國海運主要定期航線貨物運量分析”，*運輸學刊*，10卷4期=38 86年12月，頁97-111。
 11. 黃皇基，“台灣地區航空貨運需求相關變數分析與預測”，碩士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，1997年。
 12. 蘇其正，“台中港各類貨物進出口總量預測”，碩士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，1999年。
 13. 中華顧問工程公司，“港埠運量預測模型建立之研究”，1999年。
 14. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，“台灣地區各國際商港運量分配之研究”，1999年。
 15. 台北港企業聯盟，“台北港企業聯盟參與興建暨營運台北港貨櫃儲運中心投資計畫書”，2001年。
 16. 葉立婷，“高雄港進、出、轉口貨櫃量與港埠作業效率間動態影響關係之研究”，碩士論文，國立高雄第一科技大學，高雄市，2004年。
 17. 呂正毅，“港埠運輸需求預測與最適碼頭規劃之研究—以基隆港貨櫃碼頭為例”，碩士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，1993年。
 18. 藍武王、傅世鎰，“台灣地區港埠進出口貨櫃運量之分析與預測”，第二屆海峽兩岸海上航運學術研討會資料，頁101~124，1994年。
 19. 蘇崇光，“兩岸直航貨運量與港埠設施研析”，第二屆海峽兩岸海上航運學術研討會，第401-409頁，1994年。
 20. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心，“港埠運量預測之研究”，1999年。
 21. 陳靜如，“國內海運進出轉口貨櫃量影響因子之研究”，碩士論文，國立高雄第一科技大學，高雄市，2003年。
 22. 林科，“海峽兩岸間客貨量預測與分析”，第二屆海峽兩岸海上航運學術研討會資料，頁178~178，1994年。
 23. 陳武正、林科，“海峽兩岸間客貨預測與分析”，第二屆海峽兩岸海上航運學術研討會資料，頁171~179，1994年。
 24. 許巧鶯、溫裕宏，“台灣地區國際航空客運量之預測—灰色預測模式之應用”，*運輸計畫*，第二十六卷第三期，第525-555頁，1997年。
 25. 陳垂彥，“兩岸海運直航貨運量預測與分佈之研究”，碩士論文，國立成功大學薛交通管理科學研究所，1998年。
 26. 古金英，“台灣貨櫃運量決定因素及預測之研究”，*海運學報*，第七期，1999年。
 27. 黃宏斌，“高雄港轉口貨櫃運量預測之研究—以類神經網路為預測模式”，碩士論文，國立台灣海洋大學航運管理研究所，基隆市，2000年。
 28. 黃文吉、吳勝傑、程培倫及尤仁弘，“由生命週期觀點談灰色理論於運輸需求預測之應用—以台灣地區港埠貨櫃運輸需求預測為例”，*海運學報*，第十二期，2003年。
 29. 梁金樹、周聰佑，“台灣地區海運進出口貨物運量預測”，*海運學報*，第十二期，2003年。
 30. 周建張，“台灣地區各國際商港貨櫃運量預測”，博士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，2004年。
 31. 陳垂彥，“港埠運輸需求預測之分析研究”，第一屆航運管理研討會資料，頁

114~125，1997 年。

32. 林錦桂，“台灣地區港埠貨櫃運量預測之研究”，碩士論文，國立台灣海洋大學航運管理研究所，基隆市，2000 年。
33. 鄭益興，“以類神經網路建立國際港口營運量預測模式-以花蓮港為例”，碩士論文，國立東華大學，花蓮縣，2002 年。
34. 周明道，“以模糊時間數列進行模糊預測之研究”，博士論文，國立台灣海洋大學，基隆市，2004 年。
35. 曹慧菁，“季節性預測模式比較－以基隆港出口貨櫃預測為例”，碩士論文，國立台灣海洋大學航運管理研究所，基隆市，2005 年。
36. 葉中仁，“季節性預測模式比較－以高雄港轉口貨櫃預測為例”，碩士論文，國立台灣海洋大學航運管理研究所，基隆市，2005 年。
37. 李綱紀，“季節性預測模式比較－以台中港進口貨櫃預測為例”，碩士論文，國立台灣海洋大學航運管理研究所，基隆市，2005 年。
38. Bowerman, B.L., and O'Connell, R.T., *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*, 3rd Edition. Duxbury Press, Belmont, CA, .1993.