

# 臺灣與主要國家雙邊出口值之預測績效評估

## Forecast Performance Evaluation of Bilateral Export Value of Taiwan and Major Countries

連春紅<sup>1</sup>

崑山科技大學 全球商務與行銷系 副教授

chlien@mail.ksu.edu.tw

李政峯<sup>2</sup>

國立高雄科技大學 企業管理系 教授

jflee@nkust.edu.tw

葉俊德<sup>3</sup>

國立高雄科技大學 企業管理系 研究生

F107157102@nkust.edu.tw

### 摘要

臺灣是海島型國家內需市場小，而經濟成長一直是各國追求的目標，根據WTO統計2018年臺灣為全球第18大出口國，可見臺灣仰賴著貿易來提高整體經濟成長，因為貿易對臺灣是如此重要，所以本研究探討臺灣雙邊出口值之預測，來幫助政府以及企業能夠提前知道經濟情勢，而做出正確的決策。本研究資料期間為1989年至2018年臺灣出口至十國的出口額，採用經濟部國貿局統計資料，每個國家為360筆月資料，利用三種方法建立模型進行預測，分別為ETS、ARIMA、SVR，實證結果顯示，經過ADF檢定後各國出口額皆存在單根，藉由一階差分後，資料型態呈現恆定；接著建立模型及預測和績效評估後，SVR因有人工智慧及強大的學習能力，在預測方面優於ETS和ARIMA，在實證結果顯示預測臺灣出口至十國的金額，精準度SVR佔了7成；ARIMA佔2成；ETS佔1成，對未來在制定決策前，能夠給輔佐決策者思考及建議。

**關鍵字：**臺灣、出口、預測、ETS、ARIMA、SVR

**Keywords：**Taiwan、Export、Forecast、ETS、ARIMA、SVR

## 1. 緒論

### 1.1 研究背景

臺灣是個海島型國家，地狹人稠天然資源稀少，需要依靠國際貿易，從17世紀起就因地理位置優越，被當作做貿易轉運站，漸漸形成以商業貿易為主的國家，1950年代的臺灣以農業為主，農業佔GDP 30%，而工業佔不到20%，國內工業產能規模不大且外匯嚴重不足，採用了進口替代政策，工業商品內銷阻止國外特定工業商品進口。1960年代臺灣產業結構改變，開始工業時為主的時代，工業產值大於農業，國內市場過小導致生產剩餘，政府開始採用出口導向政策並降低進口限制，1970年代臺灣推動十大建設位臺灣的重工業奠下基礎，不過在經歷兩次在石油危機後，產業持續升級，1980年代臺灣往科技產業前進，創立科學園區，吸引海內外投資，使現在臺灣出口電子、機械產品佔比高達50%以上，臺灣逐漸成為開放的經濟體，臺灣的經濟也持續成長至今。

根據過去的實證研究顯示臺灣進行貿易可以為經濟帶來成長（陳世偉、蘇家偉，2010），黃台心（2002）對1951年到2001年臺灣的實證研究說明出口可以刺激所得帶來經濟成長，Chen（2007）探討臺灣1976年到2004年，實證結果也指出支持出口策略可以為經濟帶來成長，對外貿易是臺灣經濟成長不可或缺的一部分。

如今臺灣對於貿易依存度還是相當的高，根據經濟統計年報（83年版）及經濟部國際貿易局統計資料，臺灣貿易總額占GDP從1961年29%到2018年105%，成長了76%，將近60年來貿易依存度平均高達76%，又因貿易依存度高與國際有密切的連結，容易受到全球情勢所影響，2001年網路泡沫化，貿易依存度從2000年87%下降至78%，2008年發生金融海嘯導致貿易依存度從119%下跌至2009年96%。雖然貿易順差為臺灣帶來了經濟成長，但也意味著貿易總額一旦衰退，經濟情勢跟著受到劇烈影響，Mahadevan and Suardi（2008），檢驗亞洲四小龍經濟成長的貿易關

係，而其中臺灣資料為1961年至2005年，進口以及出口和經濟成長（GDP）有雙向因果關係。

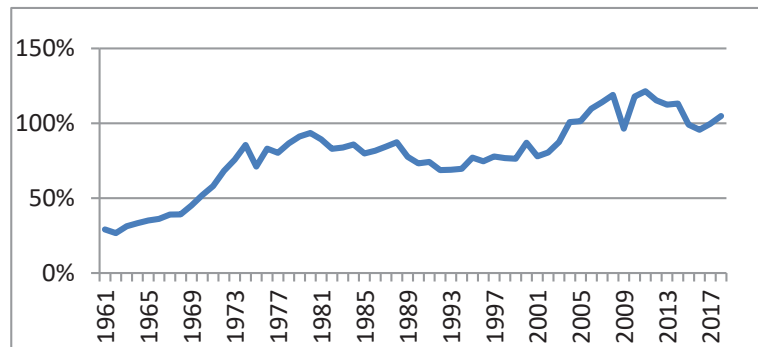


圖 1.1 臺灣歷年貿易依存度

資料來源：經濟統計年報（83年版）及經濟部國際貿易局

## 1.2 研究動機

臺灣的貿易佔臺灣經濟成長很大一部份，仰賴著跟其他國間的雙邊貿易，過去臺灣因為勞動力便宜，而使用較多的勞動投入在出口產品上，後來因中國工資便宜，而到中國設廠，近些年來又因中國工資上漲及新南向政策而往越南、菲律賓等地設廠，外銷產品往往不是從臺灣出口，而是便宜勞力的國家，面臨著「臺灣接单，海外生產」，使得臺灣的貿易競爭力優勢相較於過去劣勢。2018年中美貿易開戰，美國與中國之間互相提升課徵關稅，使得全球景氣受到影響且下滑，臺灣當然也受到影響，2017年臺灣出口額成長率13%，2018年3月發生了中美貿易戰後，臺灣出口額成長率剩下6%，2019上半年臺灣以及主要進出口國也呈現衰退現象，根據世界貿易組織（WTO）調降2019全球貿易成長預測，從3.7%下降至1.2%。

經濟成長是判斷總體經濟情勢的重要指標，經濟成長成為每個國家都想追求的一個目標，經濟成長是內生性與很多變數有關，而貿易是其中且重要的一個，所以貿易的預測顯得相當重要。貿易預測對於總體經濟決策相當重要，因為具有政策意義及一個國家的自由化程度，通過進出口可以去瞭解一個國家的貿易順差、逆差，為國家所帶來的經濟效益，在從各個國家去做比較，可以讓政府和利益相關者去做評估及未來的考量，使國家的經濟成長提高。

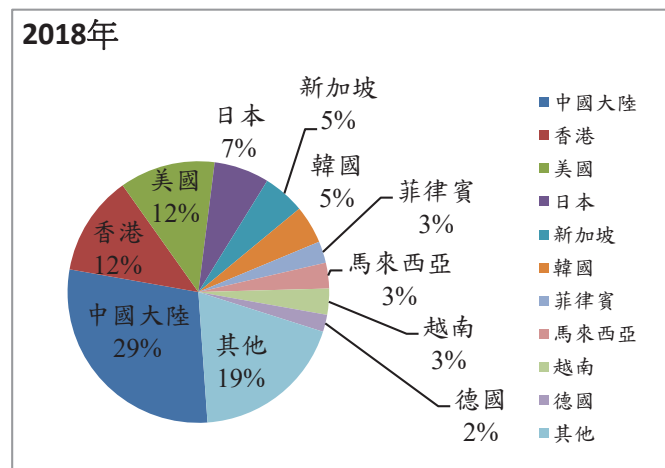


圖 1.2 2018 年臺灣前十大出口國

資料來源：經濟部國際貿易局

目前較少人去研究臺灣貿易額的預測，而且建立貿易預測模型是不容易的，因為貿易是內生變數跟其他變數有相關關係，過去的研究都著重於哪些因素會影響到貿易（匯率、語言、貿易組織……等），較低的匯率可以使出口競爭力上升，但會造成在進口商品價格上升，使得消費者物價指數上揚，反之亦然（蕭秉穎，2019），Rothmuller (2003)研究1996年至2002年，巴西與38個貿易競爭國前十大商品貿易額資料，文化和語言相似性會帶來何種影響，結果顯示同樣語言對進口呈現正向影響，但對出口呈現負向影響，但不顯著，林沁蓓（2010）實證結果說明各個貿易組織的成立，會造成臺灣與主要貿易國的貿易產生重心轉移和依賴現象。

### 1.3 研究目的

從上述可了解到貿易對臺灣來說是不可或缺的一部分，因此預測臺灣出口額是一個重要的議題，本研究透過目前常用的時間序列ETS、ARIMA，運用變數本身的時間特性，找出適合的階層，建構有效時間序列模型，以及人工智慧SVR進行比較分析。臺灣的貿易依存度很高，進出口的貿易國家也一直在改變，讓政府或企業透過預測資料，了解臺灣目前貿易情勢，對各個貿易國家可以採取不同的貿易政策，可以提前去因應，減少未來風險的不確定性，做為日後的策略與指標。

本研究目的如下：

- 1.了解目前臺灣與主要國家雙邊貿易情況。
- 2.利用指數平滑法、ARIMA 及人工智慧 SVR 進行出口值預測。
- 3.透過預測結果來形成政策，提供給政府及企業決策之參考。

## 2.文獻回顧

### 2.1 影響貿易之因素

#### 2.1.1 匯率

蕭秉穎(2019)應用時間序列實證研究採用 1994 年 1 月至 2018 年 10 月，新臺幣匯率指數與臺灣貿易額、消費者物價指數等月資料，證實新臺幣匯率指數、國際貿易、消費者物價指數等三樣資料有其連動的效應存在。研究認為匯率會影響國際貿易，國際貿易會影響消費者物價指數，但消費者物價指數卻不會影響匯率。

張文銘(2017)採取單根檢定、共整合檢定、誤差修正模型、Granger 因果關係檢定、衝擊函數分析、預測誤差變異數分解，探討 2002 年 1 月至 2016 年 12 月的月資料，美元兌新臺幣實質匯率變動對臺灣三角貿易的進出口影響，證實實質匯率、出口中間財、進口中間財、本國產出及國外產出、已開發國家所得有長期均衡關係。

Arize et al.(2008)研究實際匯率波動對 1973 年至 2004 年間，八個拉丁美洲國家的出口額的影響。利用誤差校正技術獲得了每個國家的短期動態估計。結果表明，在八個拉丁美洲國家中，長期與短期每個國家的出口額與匯率波動之間存在顯著且負面影響。貿易自由化政策的預期積極效果不僅可能因匯率浮動而注定，而且可能引發國際收支危機。

黃久倫(2009)探討臺灣與美國、日本和中國的匯率波動及其相關變數變動對進出口之影響，利用單根檢定、因果關係檢定和 GARCH 模型進分析，實證結果顯示，在進出口等式迴歸分析中，臺灣與美國、日本和中國的所得水準相對物價與匯率水準有顯著影響；匯率波動在臺灣與美國、中國出口等式有顯著影響，而臺灣對日本的匯率波動對進出口有負向顯著影響。

黃莉茹(2011)以 GARCH、單根檢定、共整合檢定及向量誤差修正模型，探討臺灣與中國、美國、日本、南韓、新加坡的匯率與所得波動對貿易的影響，實證結果顯示，匯率波動在長短期都對臺灣出口量有顯著影響，不過在各國間影響方向不同，臺灣對美國、中國及新加坡有正向顯著影響，對南韓有負向顯著影響，而日本則無顯著影響；匯率波動對進口量大多不顯著影響。所得波動在長期出口量臺灣對日本、南韓、中國有正向顯著影響，對美國有負向顯著影響，而新加坡則無顯著影響；所得波動在長期進口下臺灣對美國、南韓、中國有正向顯著影響，對日本及新加坡有負向顯著影響，短期則不顯著居多。

#### 2.1.2 區域貿易組織

周俊宇(2010)利用引力模型進行實證分析，探討美國、加拿大、墨西哥成立北美自由經濟貿易區 (NAFTA) 產生的貿易效果為何，資料期間為美、加、墨及 25 個主要貿易國 1980 年至 2008 年出口額。實證結果表明，NAFTA 成立後區域內貿易量增加，對非會員國的進口額減少。

Garman et al.(1998)探討兩國同時成為 ANDEAN、CACM、LAIA 其中之一的區域貿易組織對成員國的出口額有何影響，資料期間為拉丁美洲 1970 年、1975 年和 1980 至 1990 年間的橫斷面出口值資料，實證結果發現 CACM 每年與出口值呈現正向顯著 (除了 1985 年、1988 年和 1989 年)、ANDEAN 每年與出口呈現負向影響但不顯著 (除了 1975 年、1983 年和 1988 年)、LAIA 每年都會增加出口總額呈現統計顯著性 (除了 1970 年、1975 年和 1990

年)。

林沁蓓(2010)探討臺灣的主要貿易國紛紛加入區域貿易組織或簽屬優惠貿易協定，對臺灣貿易影響如何，實證結果說明臺灣逐漸對 NAFTA、EU、CER 的出口減少，各個貿易組織的成立，會造成臺灣與主要貿易國的貿易產生重心轉移和依賴現象。臺灣對 NAFTA、EU、ASEAN 以及 CER 的貿易可能產生赤字而對中國(含香港)的 CEPA 盈餘增加。

劉宗欣(2010)使用引力模型和 panel model 估計，探討東協自由貿易協定 (AFTA) 成立後，會員國及主要貿易國之間貿易變化，資料期間為 1980 年至 2008 年東協五國進出口額前 15 名的國家，實證結果顯示，AFTA 的成立具有貿易創造的效果並且對非會員國的出口提升。

### 2.1.3 直接外人投資

高振洲(2008)採用 panel 共整合分析及完全修正最小平方法探討臺灣對中國直接外人投資與進出口貿易關係之決定因素，資料期間為臺灣四大產業 (資訊電子業、金屬機械業、化學業、民生業) 1993 年至 2007 年的月資料。實證結果顯示臺灣對中國直接外人投資、臺灣對中國出口及臺灣自中國進口，三個變數互相影響且互動。

許涵雅(2014)探討臺灣 1963 年至 2013 年，直接外人投資、對外直接投資、出口、經濟成長的因果關係，採用 Granger 因果檢定及衝擊反應函數來分析，實證結果顯示，對外直接投資和經濟成長有互為影響的關係，出口的增會提高經濟成長以及直接外人投資、對外直接投資的意願，經濟成長和出口成長也會帶動外資流入臺灣。

### 2.1.4 所得

林家德(2008)採取 Granger 因果關係檢定探討臺灣 1983 年第四季至 2007 年第四季，國內生產毛額 (Y)、固定資本形成毛額 (K)、勞動力 (L)、出口總額 (X) 及進口總額 (M)，結果表明所得、資本、經濟成長對出口在長短期有著雙向顯著因果關係；所得、資本、經濟成長對進口在長短期有著單向顯著因果關係。

許雅淋(2013)利用共整合分析及向量誤差模型探討臺灣與中國、臺灣與美國、臺灣與日本、臺灣與南韓貿易餘額因素，結果表明，臺灣與中國、美國、日本以及南韓有貿易餘額的共整合關係，結果分別列出：臺灣與中國的關係是中國所得成長會降低臺灣對中國的貿易餘額；臺灣與美國是長期間的匯率貶值會為臺灣貿易餘額增加；臺灣與日本是兩國所得增加會降低臺灣與日本貿易餘額；臺灣與南韓則是臺灣所得增加以及貨幣政策寬鬆會增加臺灣與南韓貿易餘額。

## 2.2 預測進出口之文獻回顧

Kuo & Li(2016)應用多種不同的模型來建立臺灣出口貿易價值預測系統，研究期間為 2000 年 1 月到 2014 年 12 月的月資料，基於螢火蟲算法的 K-means 算法和螢火蟲算法的支持向量迴歸 (SVR)，此研究提出了一個三階段預測模型，運用小波變換來減少數據預處理中的噪聲。為了提高預測能力的準確性，利用元啟發式算法為 SVR 模型找到最佳解決方案，而且還將小波變換和聚類分析應用於數據預處理。小波變換可以減少噪聲和離群值的影響，聚類分析可以對具有相似特徵的數據進行聚類；因此，它們可以提高性能。在這項研究中，應用了四種元啟發法 (GA、PSO、FA 和 DE) 來提高 SVR 的參數。實驗結果表明，FA 通常具有比其他算法更好的性能，因為它的擴展搜索技術有助於找到最佳參數，FA-SVR 的性能也優於 ARIMA，BPN 和迴歸。

Wong et al.(2010)該研究針對預測問題提出了傳統的時間序列方法 (ARIMA 模型和 Vector ARMA 模型) 和模糊時間序列方法 (兩因素模型，啟發式模型和馬爾可夫模型)。使用臺灣 1990 年 1 月至 2007 年 4 月臺灣的出口量和當前匯率進行模型檢驗，以比較模型之間的預測能力，並檢查不同間隔時間和增量訊息對模型預測誤差的影響。結果表明，模糊時間序列方法在短期預測中，尤其是啟發式模型，具有較好的預測能力。ARIMA 模型在較長的實驗時間內會產生較小的預測誤差。但是，引入增量訊息並不一定能提高模糊時間序列的預測能力。結果，在資訊有限和緊急決策的情況下使用模糊時間序列方法更為方便。

Wang(2011)比較 ARIMA 時間序列方法和模糊時間序列方法對臺灣出口量的兩種預測方法的應用。研究測試的結果受測試時段之前的第一個、第十二和第十三時段的影響，第一個時段的功率最大。結果顯示，隨著測試時間的延長，特別是在時間序列 ARIMA 模型中，MSE 較低。表示 ARIMA 模型可以補償和平衡隨時間變化的波動出口值。相反，測試時間越短，模糊時間序列模型相對於 ARIMA 模型的有效性就越高。預測結果證明模糊時間序列模型特

別有效。當缺乏數據觀測或需要更及時的預測時，模糊時間序列模型可能是一個實用的預測工具。

Tran (2019)應用灰色系統預測來建立模型，使用臺灣 2007 至 2013 年主要進出口商品數據來預測臺灣未來 4 年主要進出口產品總額，從灰色系統預測模型獲得的準確預測結果對於控制、安排和決定哪些合適的項目用於將來的進出口活動至關重要。我們的方法有助於預見並確定哪種商品（最重要的是進出口商品，以及進出口商品的優先選擇）將獲得良好的貿易平衡或不利的貿易平衡。結果顯示，該預測模型的殘差很小，可以得出結論：該模型具有較高的預測有效性，是預測行業產值的可行方法。

Arumugam & Anithakumari(2013)提出使用模糊時間序列來預測臺灣出口值，資料期間為 1990 年至 2011 年，方法的特別之處在於能夠利用不完整的模糊輸入數據來預測所需指標，計算直到上一年的總出口值，有助於對任何角度進行預測計算。此研究證明了模糊時間序列也可用於預測未來價值。使用 Box Jenkins 方法在時間序列中可以預測平均誤差。觀察到的平均誤差為時間序列小於時間序列的平均誤差值。結論是如果遵循模糊時間序列，可以獲得比時間序列更好的結果。

Wang et al. (2011)通過啟發式模型，比較了預測方法自迴歸整合移動平均 (ARIMA) 時間序列模型和模糊時間序列對臺灣出口量的應用。當我們的模型延長樣本週期時，ARIMA 模型的預測誤差小於啟發式模型的預測誤差。此外，ARIMA 模型的預測軌跡比模糊時間序列模型更接近現實趨勢。因此，ARIMA 模型比啟發式模糊時間序列模型可以更準確地預測出口量。從經濟角度看，臺灣出口量主要歸因於外部因素。此外，影響會隨著時間而減少，期後 12 或 13 的出口不再影響當前的出口量。如果採樣週期較短只有少量數據可用時，可以使用模糊時間序列模型來準確預測出口值。

曾淑惠和王志成(2004)針對時間數列模式與模糊時間數列之二因子模式、引導式模式及馬可夫模式預測方法在應用上之比較，同時探討模糊時間數列模式在亞洲金融風暴不同時點下，其預測誤差之變化，並以臺灣出口金額之預測為例。實證結果表示，模糊時間數列模型在資料筆數及研究期間較短時有較佳的預測能力，其中以引導式模式之操作方法最為簡易，預測結果相對較佳，時間數列 ARIMA 模式在較長的研究期間其預測誤差 (MSE) 較小。而模糊時間數列模型最適區間因模型不同而有所差異。

Zhang & Zhao(2013)應用灰色預測模型預測 2012 年至 2015 年寧波港口進出口貿易總額，資料期間為 2004 年至 2011 年寧波港口進出口貿易總額建立港口進出口貿易總額灰色預測的數學模型，(Qi-Xie & Yan-Xie, 2009)也採用灰色預測模型和遺傳算法 (GA) 預測中國某一省份 1989 年至 2004 年進出口貿易總額，結果表明 GM (1,1) 可以有有效的預測。

Yuan(2017)利用 GMDH 網路模型進行訓練樣本 (1985 年至 2008 年變數) 再透過 PSO 進行改良，讓預測準確度提高，透過進出口貿易有關的八個變數 (深圳 GDP、固定資產投資、工業總產值、外資、香港的對外貿易總額、中國進出口商品關稅稅率、人民幣對美元匯率、全球經濟增長率) 來預測 2009 年至 2012 年深圳進出口總額。

### 3. 研究方法

本研究使用三種方法來預測臺灣出口至十國的出口值，分別是指數平滑法、自我迴歸整合移動平均模型 (ARIMA)、支持向量迴歸 (SVR)，先利用單根檢定 (Unut Root Test)，檢驗出口至十國的資料是否呈現恆定，而十國的挑選依 2018 年臺灣出口值前十名選出，運用時間序列分析特性，從「經濟部國際貿易局」及「經濟統計年報 (83 年版)」蒐集過去 1989 年到 2018 年的月資料，共 360 筆，以其中 1989 至 2018 年的 348 筆為樣本內資料，預測出 2018 年預測值再和 2018 年實際值相比，測試模型精準度，進而提供決策者建議。

#### 3.1 單根檢定

判斷時間序列是否為恆定，將資料描繪出時間序列，從圖形初步判斷變數是否為恆定，如果變數為非恆定則將變數取差分直到變數成恆定數列。在判斷時間變數序列是否為恆定，是以特徵根是否具單根為判斷之依據 (unit root)。單根的目的在於判定時間序列變數是否為恆定，若檢定變數存在單根，則此序列具非恆定的特性，本文採用 ADF 單根檢定，其模型可分為下述三種類型：

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (\text{無截距項及時間趨勢項})$$

(1)

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \text{ (有截距項但無時間趨勢項)} \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + a_1 t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \text{ (有截距項及時間趨勢項)} \quad (3)$$

其中  $\Delta$  = 一階差分,  $Y_t$  = 第  $t$  期數值,  $a_0$  = 截距項

$\gamma$  = 自我迴歸係數,  $a_t$  = 時間趨勢項,  $\sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1}$  = 被解釋落後項

$p$  =  $\varepsilon_t$  服從白噪音之落後期數,  $\varepsilon_t$  = 殘差項, 且符合白噪音

$H_0: p = 0$  ( $Y_t$  具有單根, 呈現非恆定時間序列)

$H_1: p < 0$  ( $Y_t$  不具有單根, 呈現恆定時間序列)

先設定最大階次, 再以 AIC 最小值挑選最適落後階次。

### 3.2 指數平滑法

指數平滑法屬於較容易且常用的預測方法, 由布郎 (G.Brown) 1959 年提出, 對所有數據進行加權計算, 越新的數據佔有更大的權重, 而越舊的數據權重逐漸減少。指數平滑法預測根據次數的不同分為三種, 一次指數平滑法和二次指數平滑法與三次指數平滑法, 一次指數平滑法為時間序列無明顯變化時, 二次指數平滑法適用於有趨勢的時間序列, 是一次指數平滑法再平滑; 最後三次指數平滑法解決具有季節性的時間序列。其三種定義如下:

一次指數平滑法:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t$$

(4)

其中  $F_{t+1}$  =  $t+1$  期預測值,  $F_t$  = 第  $t$  期的預測值

$Y_t$  = 第  $t$  期觀察值,  $\alpha$  = 權重係數

二次指數平滑法:

$$F_{t+k} = L_t + b_t k$$

(5)

其中  $L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$ ,  $b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$

$\alpha$  = 平滑數據參數,  $\beta$  = 趨勢平滑參數,  $k$  = 間隔期數

三次指數平滑法

$$F_{t+k} = L_t + kb_t + P_{t-i+1+(k-1) \bmod i}$$

(6)

其中  $L_t = \alpha(Y_t - P_{t-i}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$

$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$

$P_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)P_{t-i}$

$\alpha$  = 平滑數據參數,  $\beta$  = 趨勢平滑參數,  $\gamma$  = 季節性的平滑參數

$i$  = 週期參數,  $\bmod$  = 求餘數

### 3.3 ARIMA 模型

Box & Jenkins (1976) 所提出的時間序列預測方法, 自我迴歸整合移動平均 (Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA), 又稱做 Box-Jenkins 法, 一個 ARIMA 模型有三個結構的參數 ( $p$ 、 $d$ 、 $q$ ), AR 是自迴歸,  $p$  是自迴歸項; MA 是移動平均,  $q$  是移動平均項,  $d$  為時間序列成為平穩時所作的差分次數, 他們描述隨機的變動與時間序列之間的關係。

#### 3.3.1 自我迴歸模型 (AR)

AR 模型 (Autoregressive model) 是指時間序列在第  $t$  期的觀察值 ( $Y_t$ ), 使用自身過去歷史資料前  $P$  期的加權平均和及當期的隨機誤差作為解釋變數, 其定義如下:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

(7)

其中  $Y_t =$  第  $t$  期觀察值,  $Y_{t-i} =$  落後  $i$  期之觀察值

$\phi_i = i$  階自我迴歸係數,  $\varepsilon_t =$  誤差項

### 3.3.2 移動平均模型 (MA)

MA 模型 (Moving average model) 是指當期數值受到當期與前  $q$  期之隨機誤差的加權平均所產生, 其定義如下:

$$Y_t = \phi_0 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

(8)

其中  $Y_t =$  第  $t$  期觀察值,  $Y_{t-j} =$  落後  $j$  期之觀察值

$\theta_j = j$  階移動平均權重參數,  $\varepsilon_{t-j} =$  落後  $j$  期的誤差項

### 3.3.3 混合自我迴歸移動平均模型 (ARMA)

ARMA 模型 (Auto Regressive Moving Average Model), 通常在對時間序列建立模型, 會涵蓋自我迴歸模型以及移動平均模型的特徵, 因此不能只以自我迴歸模型或移動平均模型來建立模型, 而須將兩種合併成  $(p, q)$  階的混合自我迴歸移動平均模型, 其模型如下:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

(9)

### 3.3.4 自我迴歸整合移動平均模型 (ARIMA)

ARIMA 模型的建立須先進行差分, 使時間序列平穩, ARMA  $(p, q)$  加上差分  $d$  階後, 就形成了 ARIMA  $(p, d, q)$  模型, 其定義如下:

$$\phi_p(B)[\nabla^d Y_t - \mu] = \theta_q(B)\varepsilon_t \quad (10)$$

其中  $\nabla^d = d$  階連續性差分,  $\mu =$  截距項

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 \dots - \phi_p B^p)$$

= AR 自我迴歸因子;

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 \dots - \theta_q B^q)$$

= MA 自我迴歸因子;

$B =$  後退運算子

假設  $\varepsilon_t \sim NID(0, \sigma^2)$

由自我相關函數 (ACF) 可決定 MA  $(q)$  殘差項移動平均之影響,  $q$  則是決定殘差項移動平均的落差階次。偏自我相關函數 (PACF) 可決定 AR  $(p)$  是否受自我相關影響,  $p$  則是決定自我相關的落差階次, 一般可由 ACF 和 PACF 圖形是否收斂至零來判斷  $p$  和  $q$  落後階次, 直覺上  $p$  和  $q$  階次越高越好模型配適就越好, 但也可能會產生過度配適的問題, 由於以圖形判斷 ARIMA 模型的落後階次較不精確, 可以利用 AIC 準則來選取 ARIMA 模型最適落後階次。

$$AIC = \ln \left[ \frac{SSE}{T} \right] + \left[ \frac{2k}{T} \right] \quad (11)$$

其中  $SSE =$  殘差變異數,  $K = p+q+1$ ,  $T$  為樣本數

一般而言 AIC 較適合評估自我迴歸模式, AIC 值愈低表示配適程度愈佳。

## 3.4 支持向量迴歸 (SVR)

支持向量迴歸 (Support vector regression) 的主要概念就是將結構風險最小化, 迴歸問題可分成線性迴歸問題和非線性迴歸問題, 線性迴歸問題比非線性迴歸問題容易處理, 目前有許多技術及軟體可以去解決, 而 SVR 的開發就是為了解決非線性迴歸問題, 具備優秀學習能力, 利用訓練資料建立迴歸式, 使測試資料的誤差最小化, 產生良好預測。

$$f(x_i) = w^T \varphi(x_i) + b$$

(12)

其中  $w^T =$  權重向量,  $\varphi(x_i) =$  轉換函數,  $b =$  偏差值

在訓練迴歸方程式的過程中，不是所有訓練資料都有用，其中也參雜噪音和離群值，會導致預測結果的準確度，可以用損失函數（Loss Function）和懲罰係數（Penalty Parameter）來消除噪音和離群值，Vapnik et al. (1997)提出的損失函數區域 $\epsilon$ -Insensitive：

$$|y - f(x)|_{\epsilon} = \begin{cases} 0, & |y - f(x)| \leq \epsilon \\ |y - f(x)| - \epsilon, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(13)

如果預測誤差小於 $\epsilon$ ，損失函數等於 0，反之當預測誤差大於 $\epsilon$ ，則表示損失函數不等於 0，當訓練資料沒有被包含在等式，可以加入寬鬆變數（Slack variables） $\xi_i$  &  $\xi_i^*$ 來表示，將結構風險極小化：

$$\text{極小化：} \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n (\xi_i + \xi_i^*)$$

$$\text{受 限 於} \quad \left\{ \begin{array}{l} -y + w^T \phi(x_i) + b \leq \epsilon + \xi_i, \quad (i = 1, \dots, m) \\ y - w^T \phi(x_i) - b \leq \epsilon + \xi_i^*, \quad (i = 1, \dots, m) \\ \xi_i^* \geq 0, \quad (i = 1, \dots, m) \end{array} \right\}$$

(14)

其中  $C$  = 懲罰函數

可以使用拉式乘數（Lagrange Multipliers）變成對偶問題來解極大化：

$$\text{極大化：} \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n y_i (\alpha_i - \alpha_i^*) (\alpha_j - \alpha_j^*) k(x_i - x_j) + \sum_{i=1}^n ((\epsilon - y_i) \alpha_i (\epsilon + y_i) \alpha_i^*)$$

$$\text{受 限 於} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) = 0 \\ 0 \leq \alpha_i^* \leq C, \quad (i = 1, \dots, m) \end{array} \right\}$$

(15)

### 3.5 預測評估

當透過前三個預測方法取得最佳模型後，便可以使用該模型來預測未來，預測能力的好壞取決於預測誤差之大小來評估預測精準度，本研究採用均方根誤差（root mean squared error, RMSE）。平均百分比誤差（mean absolute percent error, MAPE）。

一、均方根誤差（root mean squared error, RMSE）

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum (Y_t - Y_t^f)^2}{T}} \quad (16)$$

其中  $T$  = 預期期數， $Y_t$  = 實際值， $Y_t^f$  = 預測值

預測誤差越小，模型越精準。

二、平均百分比誤差（mean absolute percent error, MAPE）

$$\text{MAPE} = \frac{1}{T} \sum \frac{|Y_t - Y_t^f|}{Y_t} * 100\% \quad (17)$$

其中  $T$  = 預期期數， $Y_t$  = 實際值， $Y_t^f$  = 預測值

百分比越小，模型越精準。

## 4. 實證結果分析

本章節所研究的十個國家是依據 2018 年臺灣出口額前十國依序排列，分別是中國、香港、美國、日本、新加坡、韓國、菲律賓、馬來西亞、越南、德國，十國的資料取自於「經濟部國際貿易局」及「經濟統計年報（83 年版）」，資料庫裡詳細的收集了臺灣 1979 年至 2018 年出口至十個國家的金額，每個國家各有 360 筆資料，樣本資料型態為月資料，以 1979 年至 2017 年的 348 筆做為樣本內資料，2018 年做為樣本外預測。依照先前的研究方法以及 E-Views 統計軟體和 Python 進行預測，再透過預測評估來挑選最佳預測模型，最終給予政策建議。

### 4.1 敘述統計分析

如表 4.1 敘述統計所示，平均數前三排名為中國 3448.069(百萬美元)、美國 2498.822(百萬美元)、香港 2477.756



(百萬美元)，可以瞭解近幾十年來臺灣主要出口至中國、美國、香港；就標準差而言中國的標準差為 3017.633 最大而德國最小 107.115，如圖 4.1 所示臺灣出口至中國金額逐年攀升，導致標準差擴大，而出口至德國金額雖然逐年攀升但變化不大；最大值前三排名為中國 9753.067 (百萬美元)、香港 4022.589 (百萬美元)、美國 3717.266 (百萬美元)，可以得知近些年來臺灣出口給主要國家的金額越來越大，而中國由於與臺灣文化、語言、地理位置與中國相近，使得中國成為臺灣最大出口國；最小值因為資料由 1989 年開始，所以那時候的出口值都偏低，美國卻有 1422.956 (百萬美元)，是因為臺灣當時最大出口國是美國；所有峰態係數 (<3) 呈現低闊峰；偏態係數僅香港 (<0) 呈現左偏型態分配，其餘國家 (>0) 均呈現右偏型態分配。Jarque-Bera 常態檢定在 1% 顯著水準下，所有變數皆拒絕虛無假設為非常態配 (除了美國為 10%)。

表 4.1 臺灣出口至各國金額之敘述統計 (百萬美元)

國家	平均數	標準差	中位數	最大值	最小值	峰態	偏態	Jarque-Bera Probability
中國	3448.069	3017.633	3494.401	9753.067	0.021	1.413	0.117	34.268*** (<0.000)
香港	2477.756	864.040	2583.258	4022.589	345.145	2.541	-0.555	21.653*** (<0.000)
美國	2498.822	460.740	2476.362	3717.266	1422.956	2.474	0.085	4.588* (0.100)
日本	1219.505	359.537	1195.285	2040.310	604.453	2.003	0.142	16.124*** (<0.000)
新加坡	770.981	530.524	561.638	1990.749	120.226	1.938	0.578	36.805*** (<0.000)
韓國	536.664	397.308	411.512	1462.650	78.606	1.897	0.525	34.822*** (<0.000)
菲律賓	357.900	259.321	267.696	1014.654	47.260	2.261	0.707	38.187*** (<0.000)
馬來西亞	391.975	236.686	314.207	997.220	33.619	2.462	0.655	30.043*** (<0.000)
越南	374.908	321.961	256.976	1018.591	0.043	1.654	0.439	38.456*** (<0.000)
德國	396.761	107.115	387.507	694.716	174.317	2.223	0.277	13.678*** (0.001)

註：1.\*\*\*表在 1% 顯著水準下、\*\*表在 5% 顯著水準下、\*表在 10% 顯著水準下

2. Jarque-Bera 統計量之虛無假設為常態分配，故拒絕虛無假設為非常態分配。

資料來源：本研究整理

圖 4.1~4.10 為歷年臺灣出口至十國金額的走勢圖，可以發現歷年來臺灣出口值呈現上升趨勢，在 2008 至 2009 年間因為金融海嘯的緣故，出口值都有明顯下滑；而圖 4.7 菲律賓在 2017 至 2018 年有明顯下降，是因為購油政策的改變，轉向其他國家購買；2018 年末馬來西亞、菲律賓、新加坡都在電子供應鏈中，受到中美貿易戰影響，銷售未如預期，出口電子零組件下滑；而臺灣出口至美國的金額卻上升，也是因為中美貿易戰導致轉單效應。

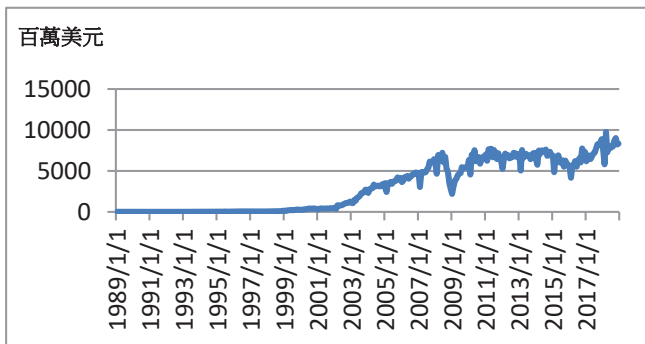


圖 4.1 歷年臺灣出口至中國(百萬美元)

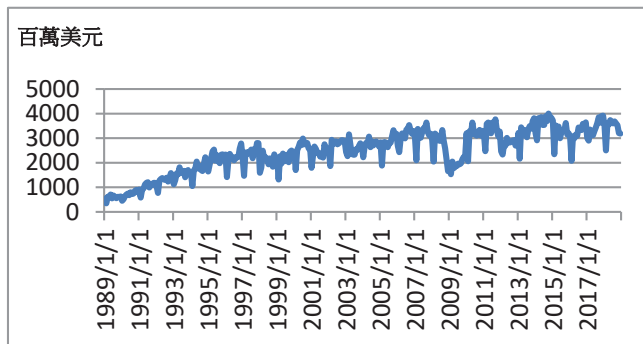


圖 4.2 歷年臺灣出口至香港(百萬美元)

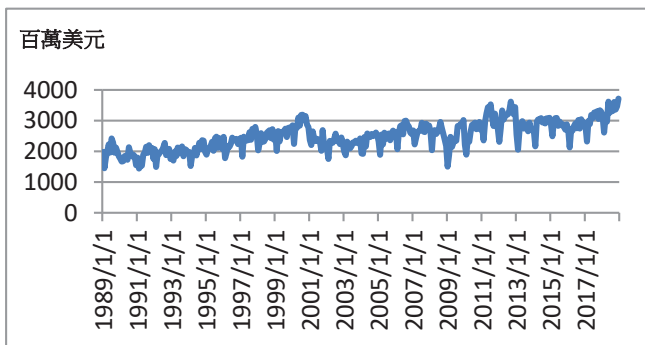


圖 4.3 歷年臺灣出口至美國(百萬美元)

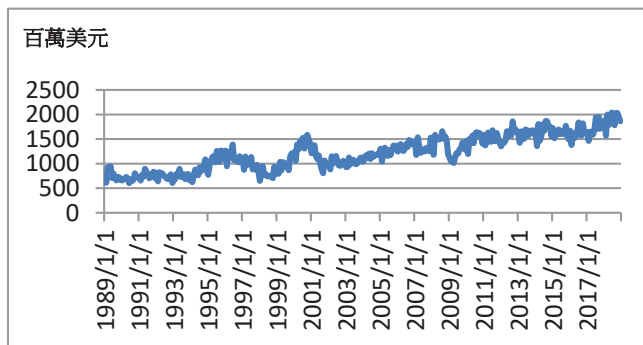


圖 4.4 歷年臺灣出口至日本(百萬美元)

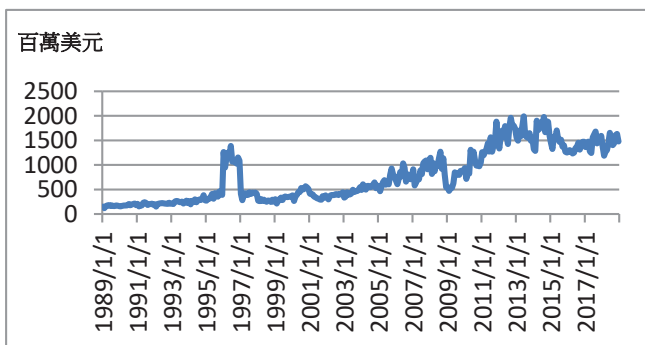


圖 4.5 歷年臺灣出口至新加坡(百萬美元)

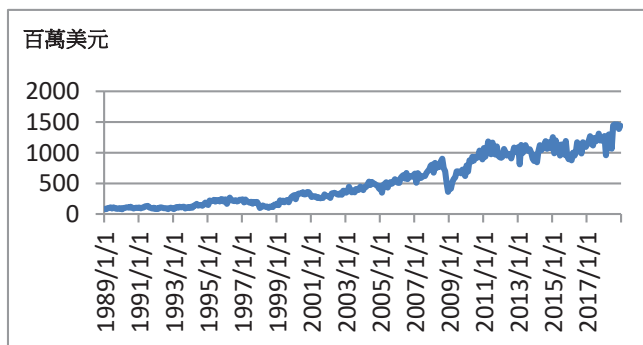


圖 4.6 歷年臺灣出口至韓國(百萬美元)

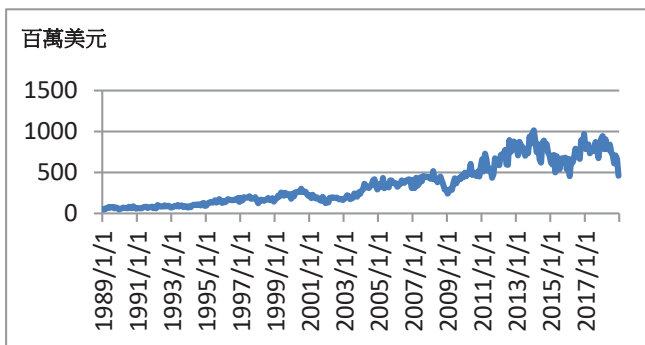


圖 4.7 歷年臺灣出口至菲律賓(百萬美元)

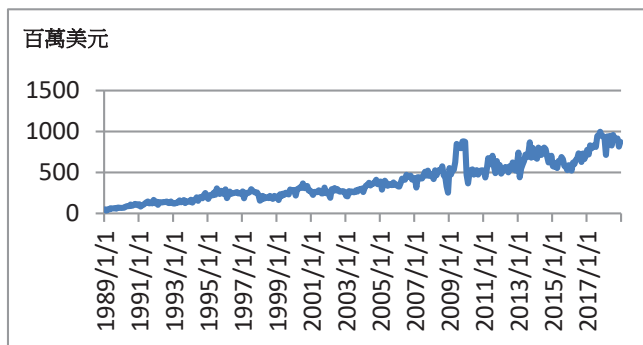


圖 4.8 歷年臺灣出口至馬來西亞(百萬美元)

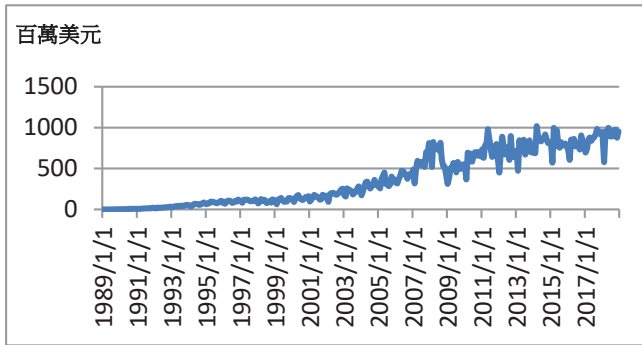


圖 4.9 歷年臺灣出口至越南(百萬美元)

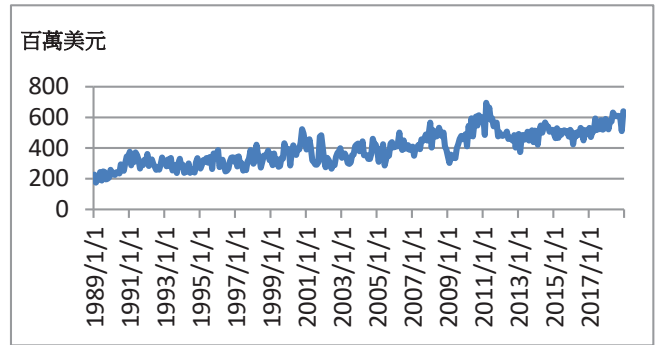


圖 4.10 歷年臺灣出口至德國(百萬美元)

## 4.2 單根檢定

為了確認以下各個時間序列是否具有恆定的特性，需檢定各個變數是否具有單根，本研究採用 ADF 單根檢定。

表 4.2 各變數 ADF 單根檢定表

國家	水準值	階次	一階差分	階次
中國	-0.38436	12	-4.39493***	12
香港	-2.41950	12	-4.55794***	12
美國	-0.74312	12	-6.69462***	12

表 4.2 各變數 ADF 單根檢定表 (續)

國家	水準值	階次	一階差分	階次
日本	-0.94943	12	-5.34338***	12
新加坡	-1.49482	2	-17.2464***	1
韓國	0.54156	12	-6.08771***	11
菲律賓	-0.98167	6	-10.9134***	5
馬來西亞	-0.60173	8	-6.78874***	12
越南	0.12957	12	-6.29642***	11
德國	-1.44679	12	-5.40907***	12

註：1.ADF 檢定 1%臨界值-3.449053，5%臨界值-2.869677，10%臨界值-2.571174

2.最大階次設定為 12，最後落階選擇為 AIC 最小值

檢定結果如表 4.2 所示，十個國家在無差分的情況下使用 ADF 單根檢定，都無法顯著地拒絕有單根之虛無假設，而在一階差分後的情況，十國的 ADF 單根檢定均拒絕有單根之虛無假設，呈現恆定序列。

## 4.3 各預測模型及績效比較

本研究各變數的樣本內資料使用動態視窗 (Rolling Windows) 如：1989 年 1 月至 2017 年 12 月，共 348 筆，每次往後預測一期，樣本內資料往後推一期，變成 1989 年 2 月至 2018 年 1 月，一樣維持 348 筆樣本內資料進行預測，以此類推；估計 ETS 和 ARIMA 模型，首先找出 ETS 的參數 ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ) 建立多種模型，之後從中挑選 AIC 值最低為最佳模型後進行預測；ARIMA 模型也是找出參數值 ( $p$ 、 $d$ 、 $q$ )，從多個參數模型中找尋 AIC 值最小的模型後進行預測；最後則是 SVR 模型，利用人工智慧和強大的學習能力尋找最佳模型。以下為十個國家的實際值與預測值比較圖和績效評估表，實線為實際值，圓點實線為預測值。

### 4.3.1 中國

根據圖 4.11~4.13 可以得知，臺灣在 2018 年出口至中國金額，雖然有上升，可是受到中美貿易戰影響趨於平緩，ETS 在預測趨勢跟實際值相似，但有誤差範圍；ARIMA 在預測趨勢跟誤差值都較差；SVR 在預測上趨勢與實際值相似，誤差範圍也較小。

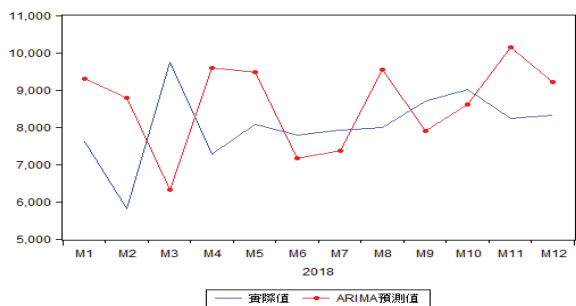


圖 4.11 ETS-2018 年臺灣出口至中國實際值與預測值

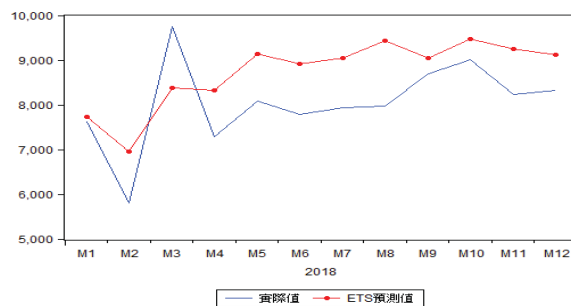


圖 4.12 ARIMA-2018 年臺灣出口至中國實際值與預測值

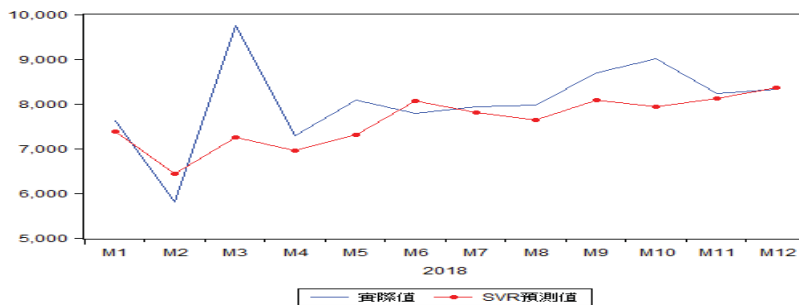


圖 4.13 SVR-2018 年臺灣出口至中國實際值與預測值

根據表 4.3 所示，出口至中國的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(873.722)>ETS(1002.767)>ARIMA(1807.948)；MAPE：SVR(6.97%)>ETS(11.71%)>ARIMA(19.98%)

表 4.3 中國預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
中國	1002.767	11.71%	1807.948	19.98%	873.722	6.97%

#### 4.3.2 香港

根據圖 4.14~4.16 可以得知，臺灣在 2018 年出口至香港金額，在受到中美貿易戰影響，後半年逐漸下降，ETS 在前半年預測趨勢跟實際值相似，誤差也較小，後半年趨勢有誤及誤差越來越大；ARIMA 在預測趨勢上與實際值相似，有誤差區間；SVR 在預測上趨勢與實際值相似，誤差範圍也較小。

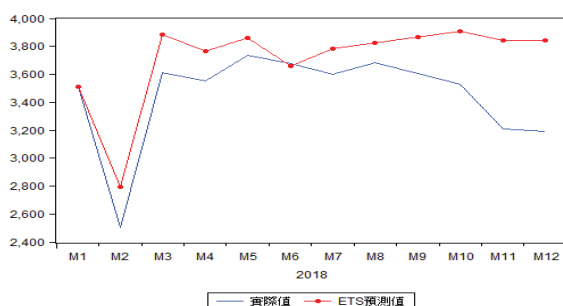


圖 4.14 ETS-2018 年臺灣出口至香港實際值與預測值

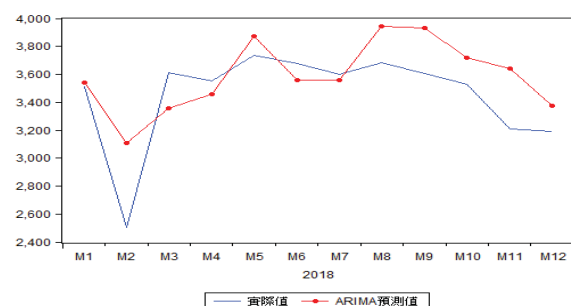


圖 4.15 ARIMA-2018 年臺灣出口至香港實際值與預測值

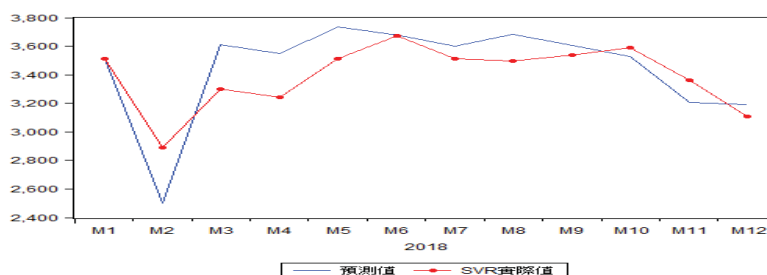


圖 4.16 SVR-2018 年臺灣出口至香港實際值與預測值

根據表 4.4 所示，出口至中國的預測在績效評估中，預測精準度排序為  
 RMSE：SVR(198.846)>ARIMA(275.394)>ETS(331.585)；MAPE：SVR(4.82%)>ARIMA(7.00%)>ETS(8.04%)

表 4.4 香港預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
香港	331.585	8.04%	275.394	7.00%	198.846	4.82%

### 4.3.3 美國

根據圖 4.17~4.19 可以得知，臺灣在 2018 年出口至美國金額，有逐漸上升的現象，因中美貿易戰影響，有些訂單轉來臺灣，ETS 在前半年預測趨勢跟實際值相似，後半年則有誤差，有較小的誤差範圍，後半年趨勢有誤及誤差越來越大；ARIMA 在前半年預測趨勢跟實際值相似，後半年則有誤差，有較小的誤差範圍；SVR 在 3 到 9 月無趨勢，使誤差範圍擴大。

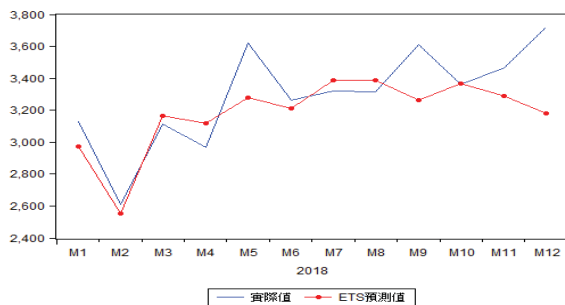


圖 4.17 ETS-2018 年臺灣出口至美國實際值與預測值

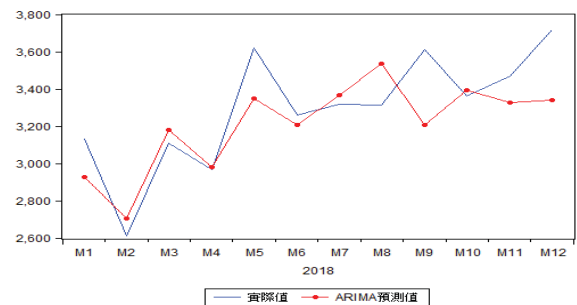


圖 4.18 ARIMA-2018 年臺灣出口至美國實際值與預測值

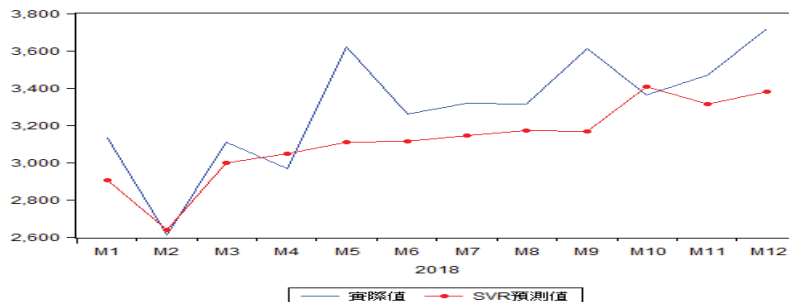


圖 4.19 SVR-2018 年臺灣出口至美國實際值與預測值

根據表 4.5 所示，出口至美國的預測在績效評估中，預測精準度排序為  
 RMSE：ARIMA(195.327)>ETS(227.254)>SVR(247.855)；MAPE：ARIMA(4.23%)>ETS(4.86%)>SVR(5.82%)

表 4.5 美國預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
美國	227.254	4.86%	195.327	4.23%	247.855	5.82%

### 4.3.4 日本

根據圖 4.20~4.22 可以得知，臺灣在 2018 年出口至日本金額，趨勢浮動較大，ETS 在預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小；ARIMA 在前半年預測趨勢跟實際值相似，後半年則有誤差，有較小的誤差範圍；SVR 在預測趨勢跟實際值相似，但誤差範圍較大。

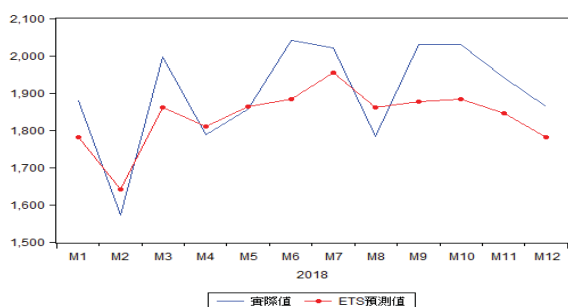


圖 4.20 ETS-2018 年臺灣出口至日本實際值與預測值

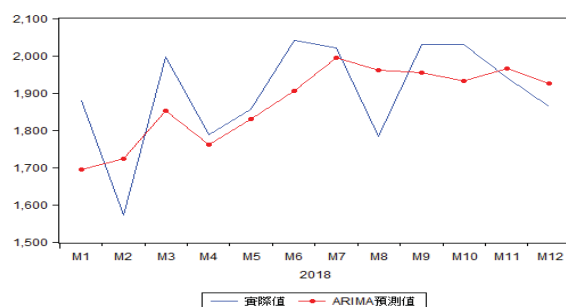


圖 4.21 ARIMA-2018 年臺灣出口至日本實際值與預測值

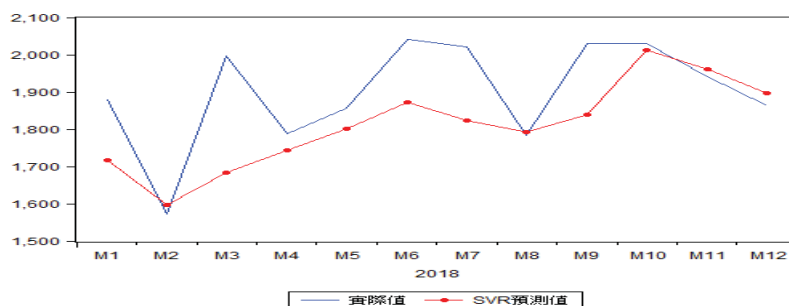


圖 4.22 SVR-2018 年臺灣出口至日本實際值與預測值

根據表 4.6 所示，出口至日本的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：ETS(103.963)>ARIMA(113.931)>SVR(139.934)；MAPE：ETS(4.80%)>ARIMA(5.12%)>SVR(5.24%)

表 4.6 日本預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
日本	103.963	4.80%	113.931	5.12%	139.934	5.24%

### 4.3.5 新加坡

根據圖 4.23~4.25 可以得知，臺灣在 2018 年出口至新加坡金額，有上升現象，ETS 在預測趨勢跟實際值相似，但誤差範圍較大；ARIMA 在預測趨勢與實際值有落差，誤差範圍則較小；SVR 在預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

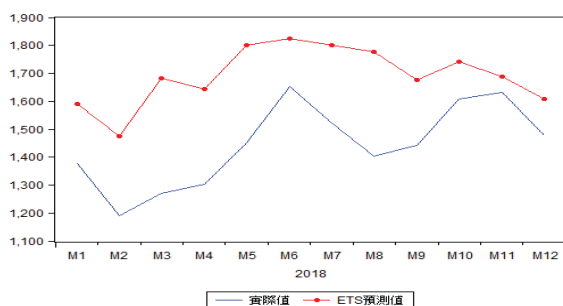


圖 4.23 ETS-2018 年臺灣出口至新加坡實際值與預測值

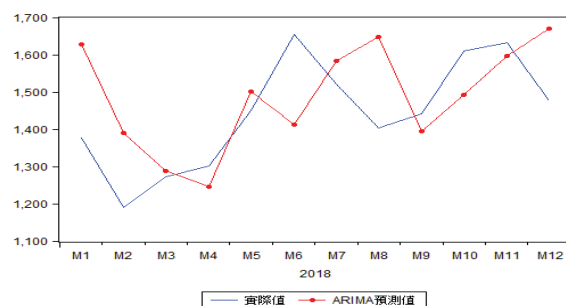


圖 4.24 ARIMA-2018 年臺灣出口至新加坡實際值與預測值

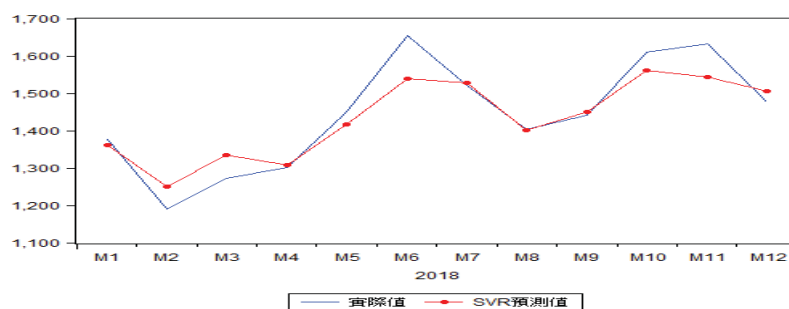


圖 4.25 SVR-2018 年臺灣出口至新加坡實際值與預測值

根據表 4.7 所示，出口至新加坡的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(52.519)>ARIMA(157.573)>ETS(269.888)；MAPE：SVR(2.69%)>ARIMA(8.86%)>ETS(17.86%)

表 4.7 新加坡預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
新加坡	269.888	17.86%	157.573	8.86%	52.519	2.69%

#### 4.3.6 韓國

根據圖 4.26~4.28 可以得知，臺灣在 2018 年出口至韓國金額，有上升現象，ETS 在預測趨勢跟實際值大致相似，誤差範圍較小；ARIMA 在預測趨勢與實際值有落差，誤差範圍也較大；SVR 預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

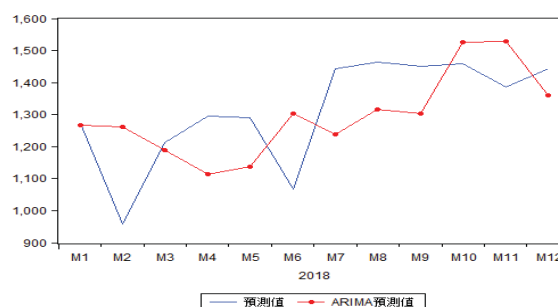
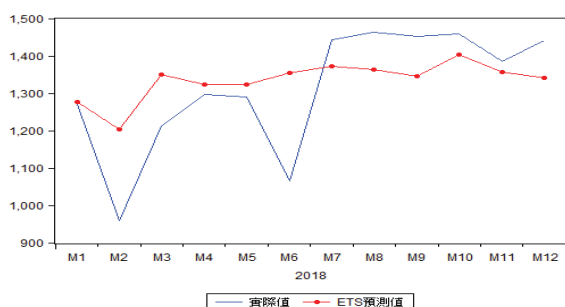


圖 4.26 ETS-2018 年臺灣出口至韓國實際值與預測值

圖 4.27 ARIMA-2018 年臺灣出口至韓國實際值與預測值

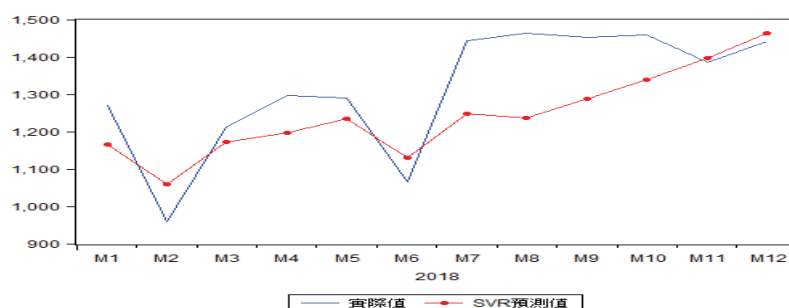


圖 4.28 SVR-2018 年臺灣出口至韓國實際值與預測值

根據表 4.8 所示，出口至韓國的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(119.289)>ETS(130.393)>ARIMA(164.040)；MAPE：SVR(7.56%)>ETS(8.42%)>ARIMA(11.42%)

表 4.8 韓國預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
韓國	130.393	8.42%	164.040	11.42%	119.289	7.56%

### 4.3.7 菲律賓

根據圖 4.29~4.31 可以得知，臺灣在 2018 年出口至菲律賓金額，有明顯下降現象，因菲律賓購油政策改變及受到中美貿易戰的影響所導致。ETS 無明顯預測趨勢跟實際值有落差，誤差範圍也較大；ARIMA 在預測趨勢與實際值相似，誤差範圍也較小；SVR 預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

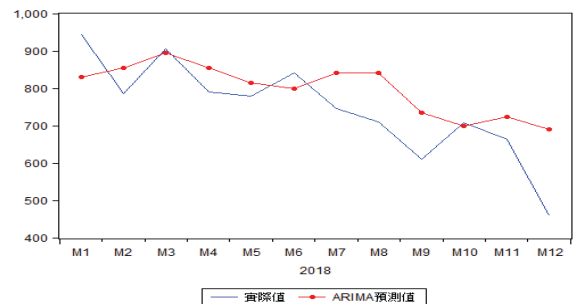
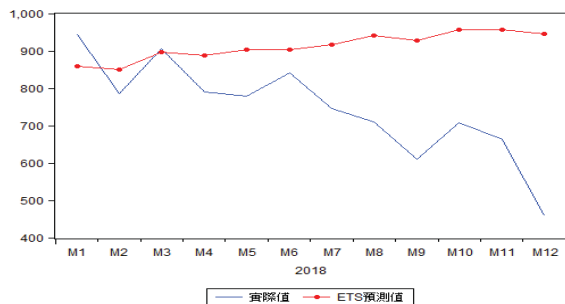


圖 4.29 ETS-2018 年臺灣出口至菲律賓實際值與預測值 圖 4.30 ARIMA-2018 年臺灣出口至菲律賓實際值與預測值

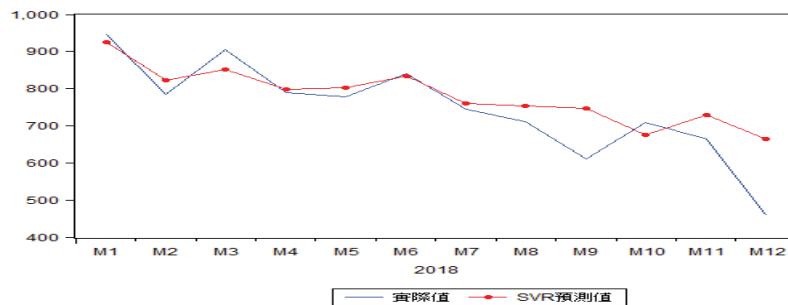


圖 4.31 SVR-2018 年臺灣出口至菲律賓實際值與預測值

根據表 4.9 所示，出口至菲律賓的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(78.393)>ARIMA(101.564)>ETS(225.103)；MAPE：SVR(8.94%)>ARIMA(12.67%)>ETS(28.88%)

表 4.9 菲律賓預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
菲律賓	225.103	28.88%	101.564	12.67%	78.393	8.94%

### 4.3.8 馬來西亞

根據圖 4.32~4.34 可以得知，臺灣在 2018 年出口至馬來西亞金額，趨勢浮動較大，ETS 預測趨勢跟實際值相似，但誤差範圍較大；ARIMA 在預測趨勢與實際值有些為不同，但誤差範圍較小；SVR 預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

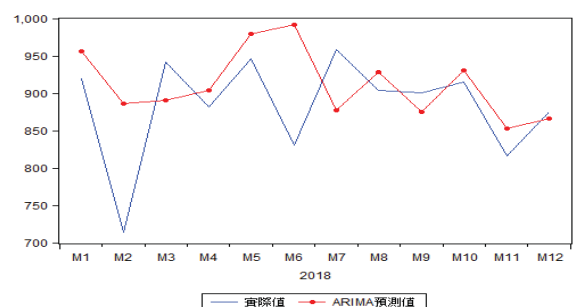
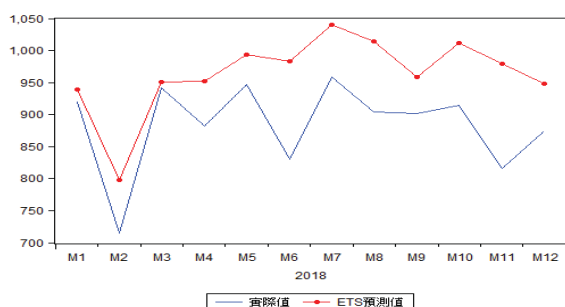


圖 4.32 ETS-2018 年臺灣出口至馬來西亞實際值與預測值圖

4.33 ARIMA-2018 年臺灣出口至馬來西亞實際值與預測值



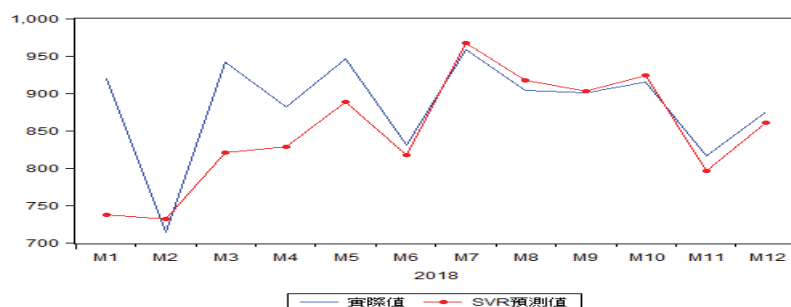


圖 4.34 SVR-2018 年臺灣出口至馬來西亞實際值與預測值

根據表 4.10 所示，出口至馬來西亞的預測績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(68.121)>ARIMA(76.843)>ETS(92.108)；MAPE：SVR(4.73%)>ARIMA(6.71%)>ETS(9.37%)

表 4.10 馬來西亞預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
馬來西亞	92.108	9.37%	76.843	6.71%	68.121	4.73%

### 4.3.9 越南

根據圖 4.35~4.37 可以得知，臺灣在 2018 年出口至越南金額，趨勢較為平穩，ETS 預測趨勢跟實際值相似，但誤差範圍較大；ARIMA 在預測趨勢與實際值有些為不同，但誤差範圍較小；SVR 預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

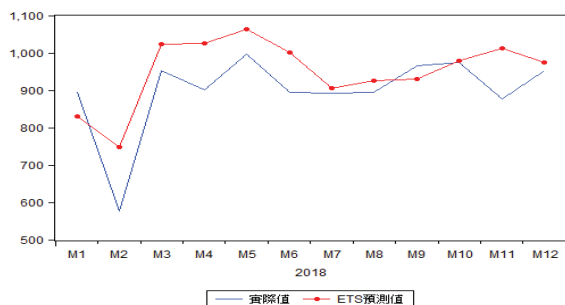


圖 4.35 ETS-2018 年臺灣出口至越南實際值與預測值

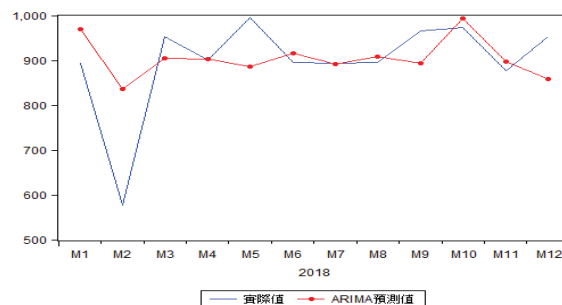


圖 4.36 ARIMA-2018 年臺灣出口至越南實際值與預測值

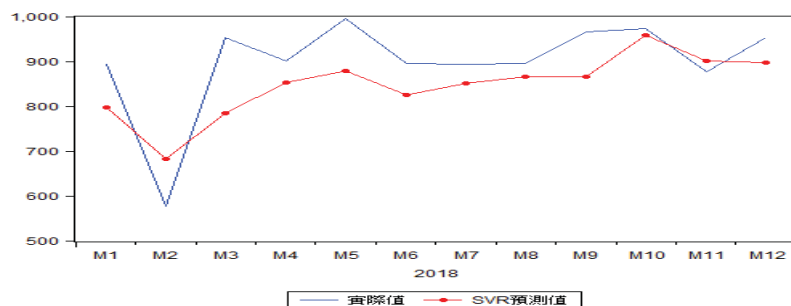


圖 4.37 SVR-2018 年臺灣出口至越南實際值與預測值

根據表 4.11 所示，出口至越南的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：SVR(84.634)>ETS(87.136)>ARIMA(92.262)；MAPE：SVR(8.32%)>ETS(8.62%)>ARIMA(9.25%)

表 4.11 越南預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
越南	87.136	8.62%	92.262	9.25%	84.634	8.32%

### 4.3.10 德國

根據圖 4.38~4.40 可以得知，臺灣在 2018 年出口至越南金額，趨勢浮動較大，ETS 預測趨勢跟實際值相似，但誤差範圍較大；ARIMA 在預測趨勢與實際值相似，誤差範圍也較小；SVR 預測趨勢跟實際值相似，誤差範圍也較小。

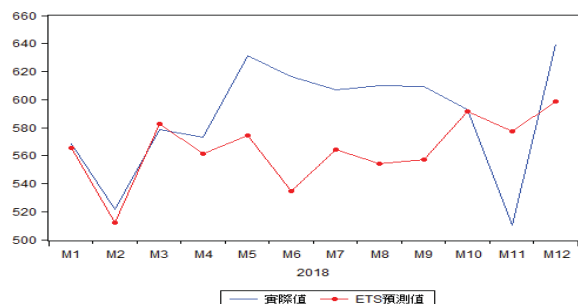


圖 4.38 ETS-2018 年臺灣出口至德國實際值與預測值

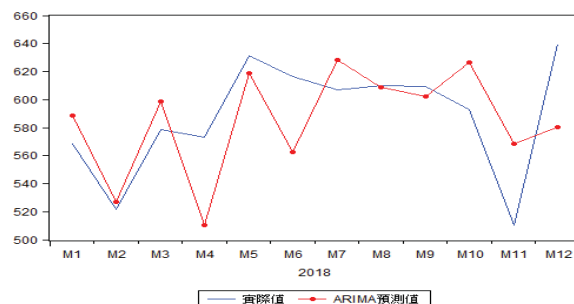


圖 4.39 ARIMA-2018 年臺灣出口至德國實際值與預測值

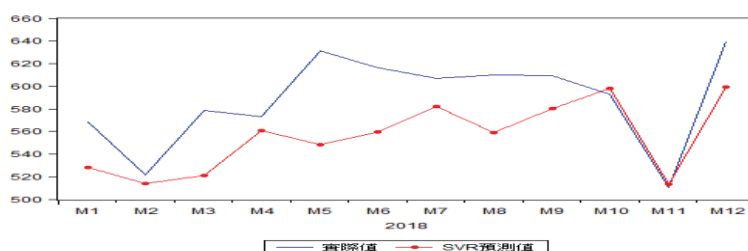


圖 4.40 SVR-2018 年臺灣出口至德國實際值與預測值

根據表 4.12 所示，出口至德國的預測在績效評估中，預測精準度排序為

RMSE：ARIMA(37.034)>SVR(41.783)>ETS(44.700)；MAPE：ARIMA(5.08%)>SVR(5.66%)>ETS(5.99%)

表 4.12 德國預測績效評估表

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
德國	44.700	5.99%	37.034	5.08%	41.783	5.66%

由表 4.13 預測績效結果來看，SVR 建立的模型具有高度的預測能力，有 7 個國家在 RMSE 和 MAPE 的績效評估下使用 SVR 預測方法精準度會優於 ETS 和 ARIMA；美國與德國則是使用 ARIMA 會優於 ETS 和 SVR；而日本使用 ETS 會優於 ARIMA 及 SVR。

表 4.13 臺灣出口至 10 國預測績效結果彙整

國家	ETS RMSE	ETS MAPE	ARIMA RMSE	ARIMA MAPE	SVR RMSE	SVR MAPE
中國	1002.767	11.71%	1807.948	19.98%	<b>873.722</b>	<b>6.97%</b>
香港	331.585	8.04%	275.394	7.00%	<b>198.846</b>	<b>4.82%</b>
美國	227.254	4.86%	<b>195.327</b>	<b>4.23%</b>	247.855	5.82%
日本	<b>103.963</b>	<b>4.80%</b>	113.931	5.12%	139.934	5.24%
新加坡	269.888	17.86%	157.573	8.86%	<b>52.519</b>	<b>2.69%</b>
韓國	130.393	8.42%	164.040	11.42%	<b>119.289</b>	<b>7.56%</b>
菲律賓	225.103	28.88%	101.564	12.67%	<b>78.393</b>	<b>8.94%</b>
馬來西亞	92.108	9.37%	76.843	6.71%	<b>68.121</b>	<b>4.73%</b>
越南	87.136	8.62%	92.262	9.25%	<b>84.634</b>	<b>8.32%</b>
德國	44.700	5.99%	<b>37.034</b>	<b>5.08%</b>	41.783	5.66%

註：1. RMSE、MAPE 數值越小越精準

2. 粗體標示為預測方法的精準度最高

## 5. 結論與建議

### 5.1 結論

臺灣的經濟受到出口影響，對於政府而言預測出口額非常重要，本研究探討臺灣雙邊出口值之預測績效評估，以臺灣 2018 年出口值前十大國家（中國、香港、美國、日本、新加坡、韓國、菲律賓、馬來西亞、越南、德國）進行研究，首先針對變數進行敘述統計，透過單根檢定和差分確定資料呈現恆定，再運用三種方法（ETS、ARIMA、SVR）進行建立模型、預測並比較分析，其結果如下：

- 一、就敘述統計觀察，平均數前三排名為中國 3448.069（百萬美元）、美國 2498.822（百萬美元）、香港 2477.756（百萬美元），為臺灣主要出口國家，近些年來貿易熱絡。
- 二、變數經由 ADF 單根檢定，均呈現非恆定時間序列，經過一階差分後，各變數拒絕單根虛無假設，呈現恆定時間序列。
- 三、三種預測方法所建立的模型中，SVR 運用人工智慧及強大的學習能力使預測精準度優於 ETS 與 ARIMA，十國的預測中 SVR 佔了 7 成，而 ETS 和 ARIMA 分別佔了 1 成和 2 成。
- 四、以最大出口國中國為例，臺灣出口至中國的預測在 RMSE 績效評估下：ETS 與 SVR 相除，誤差高 1.148；ARIMA 與 SVR 相除，誤差多 1 倍。臺灣出口至中國的預測在 MAPE 績效評估下：ETS 與 SVR 相減誤差高 4.74%；ARIMA 與 SVR 相減誤差高 13.01%，可以得知 SVR 的預測精準度較高。

### 5.2 建議

經濟成長一直是各國政府努力追求的目標，臺灣內需市場小，需仰賴進出口來帶動經濟，所以預測顯得相當重要，對於企業財務面降低決策風險進而避險，存貨可以事先決定是否多採購，增加控管的能力，決定產能的多寡；政府能先對於經濟層面做出決定，如：刺激消費、增加投資，目前臺灣以中國為主要出口對象，但也需積極拓展不同出口對象，如近期的新南向政策也持續地讓臺灣出口量增加或是讓企業到各國參加銷售活動，增加大型買主採購意願及努力爭取區域貿易經濟體使雙邊貿易關稅減免，可以帶來更高的出口量。

不論是政府或企業能先預測瞭解未來經濟情勢，提早做出政策或修正是很重要的，可是遇到人為或突如其來的災害是難以預測的，像是日前的中美貿易戰，導致全球貿易量由上升轉為下降，不過臺灣卻因禍得福，因為美國對中國的關稅抵制，讓原本由中國出口的商品，由臺灣或其他國家去製造出口，或是近期的新冠肺炎疫情對全球經濟都造成巨大的影響，全球第一季 GDP 明顯下滑，中國-6.8%、香港-8.9%、美國-4.8%，然而臺灣因疫情控制理想，使得產能及進出口都能照常運作，讓臺灣 GDP 正成長 1.54%，先前未遇到以上的情況所做出的預測可能不會那麼精準，但有個依據能去事先抉擇，肯定比沒有來的好。

### 5.3 未來研究建議

- 一、本研究僅探討臺灣對於出口做出績效評估與建議，故建議後續研究者可以加入進口進行研究，可以更完整的探討臺灣經濟狀況。
- 二、本研究資料期間雖受到中美貿易戰的影響，但並不是全貌，近期也有新冠肺炎的疫情，後續是否也能把特殊情形採納進參數後，讓預測可以更精準。
- 三、可以用不同的機器學習方法來預測，如神經網絡、灰色預測或 SVR 加上 PSO 能讓參數改善使得預測能更加精準。

## 6. 參考文獻

中文部分：

余桂霖(2013)。時間序列分析。臺北市：五南。

周俊宇(2010)。區域經貿組織與所得相似度的貿易效果—北美自由貿易協定的實證研究。逢甲大學經濟學所碩士論文。

林沁蓓(2010)。區域貿易組織、所得相似度與國外直接投資的貿易效果—臺灣的實證分析。逢甲大學經濟學所碩士論文。

- 林家德(2007)。出口、進口與經濟成長的因果關係～臺灣之實證研究。國立臺北大學經濟學系碩士論文。
- 柯佩君(2010)。「區域經貿組織與所得相似度的貿易效果—東協的實證研究」。碩士論文，逢甲大學經濟學所。
- 高振洲(2008)。臺灣對中國大陸直接外人投資與進出口貿易決定因素及其互動關聯性之研究: panel 共整合方法之應用與產業觀點之分析。臺北大學國際企業研究所學位論文。
- 張文銘(2017)。匯率變動對三角貿易之影響：以臺灣進出口市場為例。國立成功大學財務金融研究所碩士在職專班碩士論文。
- 許涵雅(2014)。臺灣對外及外人直接投資、出口與經濟成長之關聯性研究。國立高雄應用科技大學國際企業系碩士在職專班碩士論文
- 許雅淋(2013)。實質匯率、本國所得、外國所得與貨幣政策對臺灣雙邊貿易餘額之影響。國防大學管理學院財務管理學系碩士論文。
- 陳仕偉、蘇家偉(2010)。出口、進口與經濟成長的因果關係：臺灣、韓國及新加坡之實證研究。**臺灣銀行季刊第六十一卷第二期**。
- 曾淑惠、王志成(2004)。計量經濟模式，時間數列模式與模糊時間數列模式在預測應用之探討-以臺灣出口金額為例。**管理與系統**，11(3), 293-322。
- 黃久倫(2009)。匯率波動對貿易進出口影響之實證研究。國立中正大學國際經濟所碩士論文。
- 黃台心(2002)。出口與經濟成長的因果關係:臺灣的實證研究。**經濟論文叢刊**, 30(4), 465-490。
- 黃莉茹(2011)。匯率及所得波動對臺灣進出口貿易量之影響。國立臺北大學經濟學系碩士論文。
- 蕭秉穎(2019)。新台幣匯率對臺灣貿易競爭力與消費者物價指數連動性之研究。南華大學財務金融學系財務管理碩士班碩士論文。

#### 英文部分：

- Arize, A. C., Osang, T., & Slottje, D. J. (2008). Exchange-rate volatility in Latin America and its impact on foreign trade. *International Review of Economics & Finance*, 17(1), 33-44.
- Arumugam, P., & Anithakumari, V. (2013). Fuzzy Time Series Method for Forecasting Taiwan Export Data. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(8), 3342-3347.
- Box, G. E., & Pierce, D. A. (1970). Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American statistical Association*, 65(332), 1509-1526.
- Chen, S. W. (2007). Exactly what is the link between export and growth in Taiwan? New evidence from the Granger causality test. *Economics Bulletin*, 6(7), 1-10.
- Garman, G., Petersen, J., & Gilliard, D. (1998). Economic integration in the Americas: 1975-1992. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 14(3), 1-12.
- Kuo, R. J., & Li, P. S. (2016). Taiwanese export trade forecasting using firefly algorithm based K-means algorithm and SVR with wavelet transform. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 153-161.
- Mahadevan, R., & Suardi, S. (2008). A dynamic analysis of the impact of uncertainty on import-and/or export-led growth: The experience of Japan and the Asian Tigers. *Japan and the World Economy*, 20(2), 155-174.
- Rothmuller, L. M. (2003). Does FDI matter for trade in brazil. An application of the gravity modelr, London School of Economics and Political Science.
- Tran, T. T. (2019). Applying Grey System Theory to Forecast The Total Value of Importsand Exports of Top Traded Commodities in Taiwan. *International Journal of Analysis and Applications*, 17(2), 282-302.
- Vapnik, V., Golowich, S. E., & Smola, A. J. (1997). Support vector method for function approximation, regression estimation and signal processing. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 281-287).
- Wang, C. C. (2011). A comparison study between fuzzy time series model and ARIMA model for forecasting Taiwan export. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9296-9304.

- Wong, H. L., Tu, Y. H., & Wang, C. C. (2010). Application of fuzzy time series models for forecasting the amount of Taiwan export. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1465-1470.
- Xie, Q., & Xie, Y. (2009, November). Forecast of the total volume of import-export trade based on grey modelling optimized by genetic algorithm. In *2009 Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application* (Vol. 1, pp. 545-547). IEEE.
- Yuan, Y. (2017). Forecasting method for import and export trade on the basis of GMDH network model. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 20(4), 755-766.
- Zhang, W., & Zhao, S. (2013). Forecasting Research on the Total Volume of Import and Export Trade of Ningbo Port by Gray Forecasting Model. *JSW*, 8(2), 466-471.