

本期末報告是由 張芸菁、柯雅潔、李家淇 共 3 人所(共同)撰寫。我們充分瞭解如果違反以下三點事項；稱之違反學術倫理。

1. 抄襲網路上的結果或報告。
2. 捏造或篡改數據。
3. 重覆使用其他課程提交的報告。

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

時間序列分析—歐盟五國旅客來臺人數

作者：張芸菁、柯雅潔、李家淇

系級：統計三甲

學號：D0738736、D0780895、D0780997

開課老師：陳婉淑老師

課程名稱：預測分析

開課系所：統計系

開課學年： 109 學年度 第 二 學期

目錄

第一章、緒論.....	4
第一節、研究背景.....	4
第二節、研究目的.....	4
第二章、研究方法與檢定.....	5
第一節、研究方法.....	5
第二節、檢定方法及預測準則.....	8
第三章、預測分析.....	11
第一節、敘述統計.....	11
(一)、資料介紹.....	11
(二)、敘述統計.....	11
(三)、時間序列圖.....	13
第二節、分解法.....	15
第三節、Box-Jenkins ARIMA 模型.....	17
第四節、時間序列迴歸.....	19
第五節、指數平滑法.....	22
第六節、不可觀測組件模型 (UCM).....	24
第四章、結論.....	27
第一節、分析法比較.....	27
第二節、預測值與實際值偏離原因.....	28
第三節、建議與回饋.....	29
附錄一、參考資料.....	30
附錄二、工作分配.....	31
附錄三、聯絡資訊.....	31
附錄四、反抄襲比對結果.....	32

圖目錄

圖 1 殘差的自相關檢定範圍.....	9
圖 2 來臺旅客人數之盒型圖.....	12
圖 3 歐盟五國訪臺目的之圓餅圖.....	13
圖 4 時間序列圖.....	14
圖 5 X11 加法分解法－樣本外預測圖.....	16
圖 6 ARIMA 模型－樣本外預測圖.....	18
圖 7 時間序列迴歸－樣本外預測圖.....	21
圖 8 指數平滑法－樣本外預測圖.....	23
圖 9 UCM－樣本外預測圖.....	25
圖 10 2019 年熱浪發生月份.....	28
圖 11 歐盟五國歷年假期.....	29



表目錄

表 1 加法與乘法模型.....	5
表 2 摘要統計表.....	11
表 3 X11 加法分解法 – 預測準則.....	16
表 4 ARIMA 模型 – 參數估計表.....	17
表 5 ARIMA 模型 – 預測準則.....	19
表 6 時間序列迴歸 – 參數估計表.....	19
表 7 時間序列迴歸 – 預測準則.....	21
表 8 指數平滑法 – 參數估計表.....	22
表 9 Holt-Winters Multiplicative – 預測準則.....	24
表 10 UCM – 預測準則.....	26
表 11 預測準則比較表.....	27



第一章、緒論

第一節、研究背景

歐洲為世界面積第六大洲，面積約一千萬平方公里，為世界人口第三多的洲，僅次於亞洲和非洲，人口密度平均每平方公里 70 人，共有 50 個已獨立的主權國家。截至 2020 年底，人口排名前五的國家(排除俄羅斯)為：德國、英國、法國、義大利及西班牙；依照 GDP 排名前五的國家(排除俄羅斯)為：德國、英國、法國、義大利及西班牙。

歐洲聯盟(European Union)，是歐洲多國共同建立的政治及經濟聯盟，擁有 27 個成員國，在經濟上為世界第二大經濟實體。截至 2020 年底，歐盟人口總數高達約 4.45 億，占歐洲人口約 6 成；其 GDP 約 15.17 十億美元，占歐洲 GDP 約 7 成，其中德國、英國、法國、義大利及西班牙均為歐盟的重要成員國，因此對於歐盟、歐洲及全世界具有舉足輕重的地位。

根據報導，歐洲經貿辦事處於 2021 年 8 月 31 日發表「2020 歐盟-臺灣雙邊關係概況」，從 2019 年度統計，臺灣仍維持歐盟全球第 15 大貿易夥伴，並躍升為亞洲排名第五；歐盟則為臺灣第 4 大貿易夥伴，雙邊貿易總額成長近一成，達到 505 億歐元。由此可見，臺灣與歐盟之間若能持續維持緊密的合作關係，將會是帶動雙方經濟發展的重要因素。

第二節、研究目的

觀光業是臺灣一直以來積極推動的產業之一，由於觀光業的收入來源為外國商務人士、觀光客、來臺探親及求學等外國人，而這些消費人口能夠將資金帶入臺灣，是臺灣與世界貿易接軌的途徑之一，比起臺灣內需市場人口的消費，更加有助於刺激臺灣經濟成長，因此觀光業的重要性可見一斑。

本研究希望藉由德國、英國、法國、義大利及西班牙五個具代表性的歐盟成員國，來探討歐洲來臺旅客的人數成長趨勢及其訪臺目的。此研究將有助於了解歐洲與臺灣的觀光發展，其研究結果也將有助於相關單位對於歐臺貿易關係發展策略的擬定。

第二章、研究方法與檢定

第一節、研究方法

1. 時間序列分解法(Time Series Decomposition)：

時間序列分解法主要由趨勢變動(Trend)、循環波動(Cycle)、季節性波動(Seasonal Variations)、不規則變化(Irregular Fluctuations)四個成分組成。

- **趨勢變動**：以長期來看，序列的發展狀態隨著時間成長或下降的趨勢。
- **循環波動**：在某段時間內，有週期性的連續變動，但波動的頻率與幅度較不嚴格。
- **季節性波動**：因季節變化所造成的規律波動。
- **不規則變化**：許多不同因素影響數值的變化。

時間序列分解法模型又分為加法模型與乘法模型。

- **加法模型**：觀察原始時間序列圖，當季節波動不會隨著時間序列的水平增長與遞減而大幅度變異，加法模型較適合分析該時間序列圖。
- **乘法模型**：當季節波動會隨著時間序列的水平增長而大幅度的變異時，乘法模型較適合分析該時間序列。

表 1 加法與乘法模型

加法模型	乘法模型
$y_t = Tr_t + Cl_t + Sn_t + Ir_t$	$y_t = Tr_t \times Cl_t \times Sn_t \times Ir_t$

2. Box-Jenkins ARIMA 模型：

Box-Jenkins 方法由 George Box 和 Gwilym Jenkins 在 1970 於教科書《Time Series Analysis: Forecasting and Control》提出。該方法之假設為，時間序列若是平穩的，可以使用 ARMA 模型來近似；時間序列若是不平穩的，則使用 ARIMA 模型來近似。

ARIMA 模型，全名為整合移動平均自迴歸模型(Autoregressive Integrated Moving Average model)，其中，ARIMA(p, d, q)可以拆成 AR 及 MA 兩個部分。

- AR(Autoregressive)：自迴歸，p 為自迴歸項數，表示對 p 階做自迴歸。
- MA(Moving Average)：移動平均，q 為移動平均項數，表示對 q 階做移動平均。
- d 表示使時間序列平穩所做的差分次數。

分析流程：

Step1：觀察原始時間序列圖，判斷平均數、變異數是否平穩，若平均數不平穩需做一次差分；變異數不平穩需做變數轉換。

Step2：觀察序列自相關圖 ACF 圖(Autocorrelation function)與偏自相關圖 PACF 圖(Partial Autocorrelation function)配適 AR 或 MA 模型。

Step3：檢查參數估計是否顯著。

Step4：診斷殘差，檢定白噪音及單根是否符合假設。

Step5：用最適合模型的預測值來計算預測誤差。

3. 時間序列迴歸(Time Series Regression)：

時間序列迴歸之假設：

- 自變數與應變數有線性關係，可以由過去資料來推斷未來發展趨勢。
- 事件發展具隨機性，故預測值與線性模型的偏差可能與任何因素的發生有關。

時間序列迴歸是線性趨勢(Linear Trend)加上季節因子(Seasonal)所組成的基本模型：

$$y_t = Tr_t + Sn_t + \varepsilon_t \quad ,$$

$$\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$$

其中，趨勢項配適線性迴歸 $Tr_t = \beta_0 + \beta_1 t$ 並設置季節性虛擬變數 $Sn_t = \{D_{1t} \dots D_{11t}\}$ 。

4. 指數平滑法(Exponential Smoothing Method)：

指數平滑法是一種時間序列分析的方法。其中分為：簡單平滑法(Simple Smoothing)、二次平滑法(Doble Smoothing)、季節性平滑法(Seasonal Smoothing)、線性平滑法(Linear Smoothing)、衰減趨勢平滑法(Damped-Trend Smoothing)、Holt-Winters-Additive、Holt-Winters-Multiplicative。由於指數平滑法為實務經驗累積所得出的分析法，因此統計檢定的理論不適用於評估參數估計是否顯著，僅以預測準則來檢驗預測結果的優劣。

- Holt-Winters-Additive：當季節性的變異程度在時間序列中大致恆定時使用，其等式如下：

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) , \\b_t &= \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} , \\S_t &= \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)S_{t-s} , \\F_{t+m} &= (L_t + b_t m) + S_{t-s+m}\end{aligned}$$

L_t ：The level, b_t ：The growth rate

S_t ：The seasonal factor of the time series in period t

- Holt-Winters-Multiplicative：當季節性的變異程度越來越大時使用，不需要做變數變換，其等式如下：

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) , \\b_t &= \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} , \\S_t &= \delta \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \delta)S_{t-s} , \\F_{t+m} &= (L_t + b_t m)S_{t-s+m}\end{aligned}$$

L_t ：The level, b_t ：The growth rate

S_t ：The seasonal factor of the time series in period t

5. 不可觀測成分模型(Unobserved components Model)

透過 UCM 分析與預測等距單變量時間序列資料。UCM 也被稱為結構性模型 (Structural Model)。分析與預測過程中，UCM 將分解為趨勢性、季節性、週期性以及因預測時間序列所獲取的迴歸效應等成分。其中，模型中的成分應選擇顯著特徵，這些特徵將有助於解釋及預測。

$$\begin{aligned}y_t &= \mu_t + \gamma_t + \epsilon_t, \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t, \\ \eta_t &\sim i.i.d. N(0, \sigma_\eta^2), \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t, \\ \xi_t &\sim i.i.d. N(0, \sigma_\xi^2),\end{aligned}$$

第二節、檢定方法及預測準則

1. 殘差自相關檢定(Durbin-Watson)：

主要檢測迴歸分析中殘差項是否存在自相關，其公式如下：

$$D = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2},$$

殘差自相關檢定分別檢定自相關是否在顯著水準為正與負，其檢定如下：

$$H_0 : \rho_1 = 0,$$

$$H_a : \rho_1 > 0$$

若正的自相關檢定 D 小於 $d_{L,a}$ ，表示拒絕虛無假設；若正的自相關檢定 D 大於 $d_{U,a}$ 時，表示不拒絕虛無假設；若負的自相關檢定 D 介於 $d_{L,a}$ 與 $d_{U,a}$ ，則無法定論。

$$H_0 : \rho_1 = 0,$$

$$H_a : \rho_1 < 0$$

若負的自相關檢定 $(4 - D)$ 小於 $d_{L,a}$ ，表示拒絕虛無假設；若負的自相關檢定 $(4 - D)$ 大於 $d_{U,a}$ 時，表示不拒絕虛無假設；若負的自相關檢定 $(4 - D)$ 介於 $d_{L,a}$ 與 $d_{U,a}$ ，則無法定論。

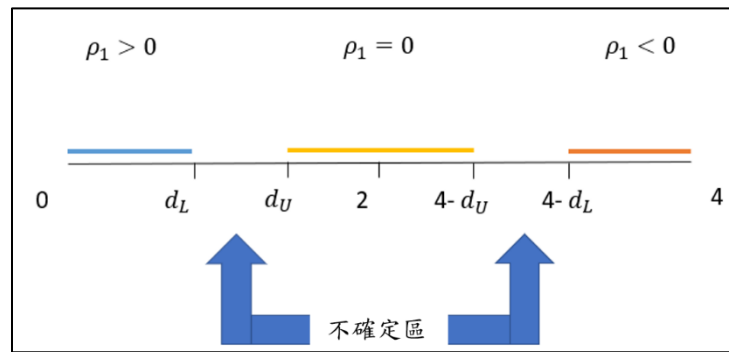


圖 1 殘差的自相關檢定範圍

由圖 1 可知，當檢定統計量結果接近 0，有負自相關；當檢定統計量結果接近 4，有正自相關；當檢定統計量結果接近 2，則為無自相關。

2. 四種預測準則：

為了解模型的預測值精確度，我們將使用 MAD(Mean Absolute Deviation)、MSE(Mean Square Error)、MPE(Mean Percentage Error)、MAPE(Mean Absolute Percentage Error)四種預測準則來衡量模型的優劣，藉由預測誤差的結果，了解預測模型所產生的模擬值與歷史資料之實際值的吻合程度。

- $MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n}$
- $MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$
- $MPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t}{n}$, $PE_t = \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \times 100$
- $MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n APE_t}{n}$, $APE_t = \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100$

則判斷預測誤差優劣的準則為，MAD、MSE 與 MAPE 的數值越小越好，MPE 的數值越將近 0 越好。

3. 白噪音(White Noise)：

主要檢測 ARIMA 模型之序列及殘差是否合適，若無法通過白噪音檢定則表示該 ARIMA 模型之模式不適合，需再進行調整，直至通過白噪音檢定為止。

白噪音三種假設：

$$\begin{aligned}E(a_t) &= 0, \\var(a_t) &= \sigma^2, \\cov(a_i, a_j) &= 0 \quad \forall i \neq j\end{aligned}$$

4. 單根檢定(Unit root test)：

單根檢定的目的為檢驗時間序列是否平穩，若無法通過單根檢定，表示該時間序列不平穩，需再進行調整，直至通過單根檢定為止。

單根檢定之假設：

$$\begin{aligned}H_0 &: \text{Nonstationary or Unit Root}, \\H_a &: \text{Stationary}\end{aligned}$$

第三章、預測分析

第一節、敘述統計

(一)、資料介紹

本研究資料為 2008 年 1 月至 2019 年 12 月共 144 筆旅客入境臺灣人數月資料，及 2012 年至 2019 年共 8 筆旅客入境臺灣人數年資料，資料來源採用交通部觀光局觀光統計資料庫。敘述統計以國籍為資料類別，探討 2008 年 1 月至 2019 年 12 月德國、英國、法國、義大利與西班牙訪臺人數之盒型圖；以國籍與訪臺目的為資料類別，探討 2012 年至 2019 年德國、英國、法國、義大利與西班牙訪臺目的之圓餅圖，其中，五個國家的訪臺目的包含業務、觀光、探親、會議、求學、展覽、醫療及其他等需求。

時間序列分析以 2008 年 1 月至 2018 年 12 月共 132 筆觀察值，建立模型及預測 2019 年來臺旅客人數，並保留 2019 年 12 筆觀察值作為參考的原始值，以利計算模型的預測誤差。

(二)、敘述統計

圖 2 為各國來臺旅客人數之盒型圖，圖中西班牙的全距為 1419，義大利的全距為 1789，兩國的全距都非常小；四分位距方面，西班牙僅僅 430.5，其次為義大利 567.5，兩者的四分位距與其他三國比較起來較小，代表西班牙與義大利在 2008 年至 2019 年間，每個月來臺的旅客人數變化不大且較為集中。再從表 2 的中位數與平均數來觀察，發現英國的中位數為 7265，平均數為 7546.38，皆明顯高於其他國家；其次為德國，其中位數為 4505.5，平均數為 4742.3，由此得知這 12 年間，來自英國的旅客是最多的，其次為德國。歐盟五國為德國、法國、英國、義大利、西班牙五個國家人數的總和，故其盒型圖的最大值、最小值、中位數、平均數、四分位數才會明顯高於這五個國家。歐盟五國的全距為 21630，四分位距為 5893，由此可知，這 12 年間，每個月來自這五個國家的旅客人數變化很大，較不集中。

表 2 摘要統計表

	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean	SD
Five EU	10575	14776.5	17517.5	20669.5	32205	18278.66	4386.07
Germany	2553	3761	4505.5	5170.5	10364	4742.3	1350.6
England	4698	6496.5	7265	8369	13242	7546.38	1553.85
France	1974	2849	3559.5	4432	7016	3747.14	1085.9
Italy	689	1138	1410.5	1705.5	2478	1441.38	389.08
Spain	285	567.5	737	998	1704	801.47	306.67

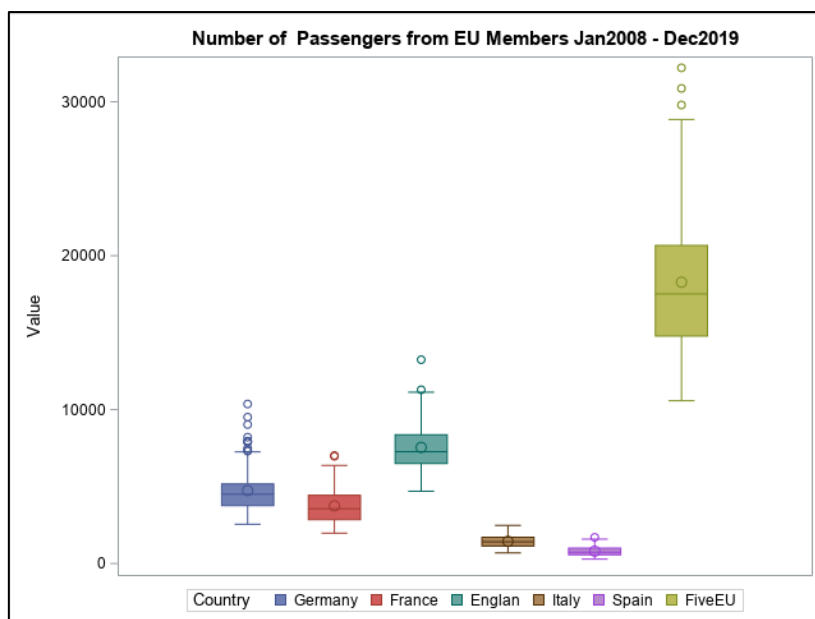
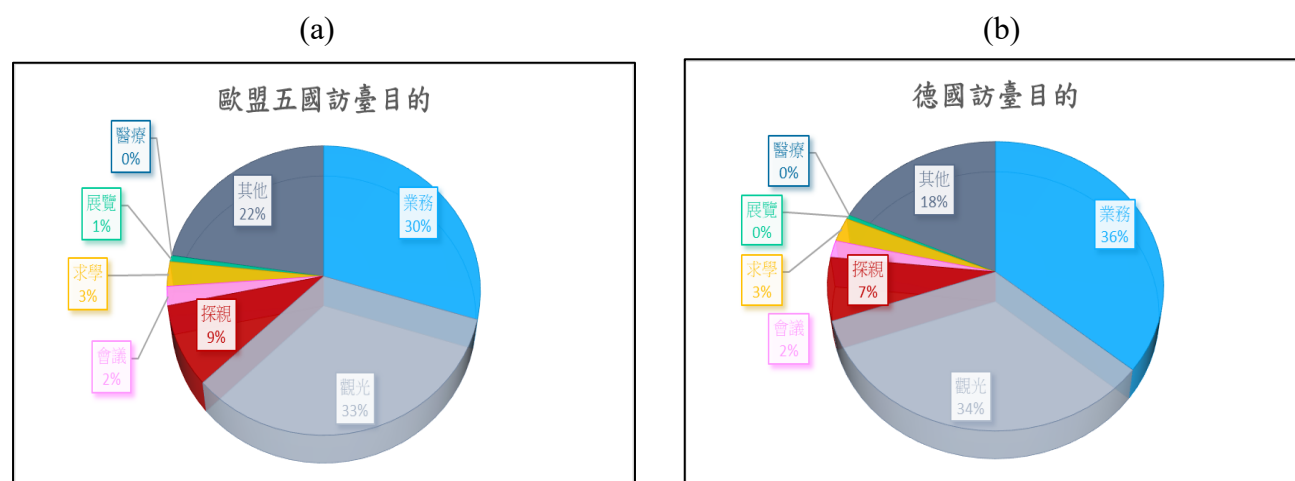


圖 2 來臺旅客人數之盒型圖

圖 3 是各國旅客訪臺目的之圓餅圖，觀察訪臺目的為觀光的比例，英國為 37%、西班牙為 35%、德國為 34%、法國為 34%，這四個國家有超過三成的旅客訪臺目的都是觀光，唯有義大利的旅客只有 21%是為了觀光。觀察訪臺目的為業務的比例，英國為 24%、西班牙為 27%、法國為 28%，這三個國家僅約三成的旅客訪臺目的為業務，然而，義大利有 44%、德國有 36%的旅客是為了業務來到臺灣，可見這兩個國家與臺的貿易關係更加緊密。求學方面，德國及義大利為 3%，高於 1%的英國、法國、西班牙；會議方面，義大利為 3%，依然領先其他四個國家 1%；探親方面，英國比例最高為 9%，法國與西班牙為 8%，德國為 7%，義大利比例則最低，僅有 6%。

統整五國的結果，發現歐盟五國訪臺目的為觀光與業務的占比為 63%，高達 6 成，其中 33% 為觀光，30%為業務，表示臺灣與歐盟五國在觀光及貿易方面的發展均衡，且與歐盟五國有密切的聯結，也凸顯臺灣觀光業的重要性。



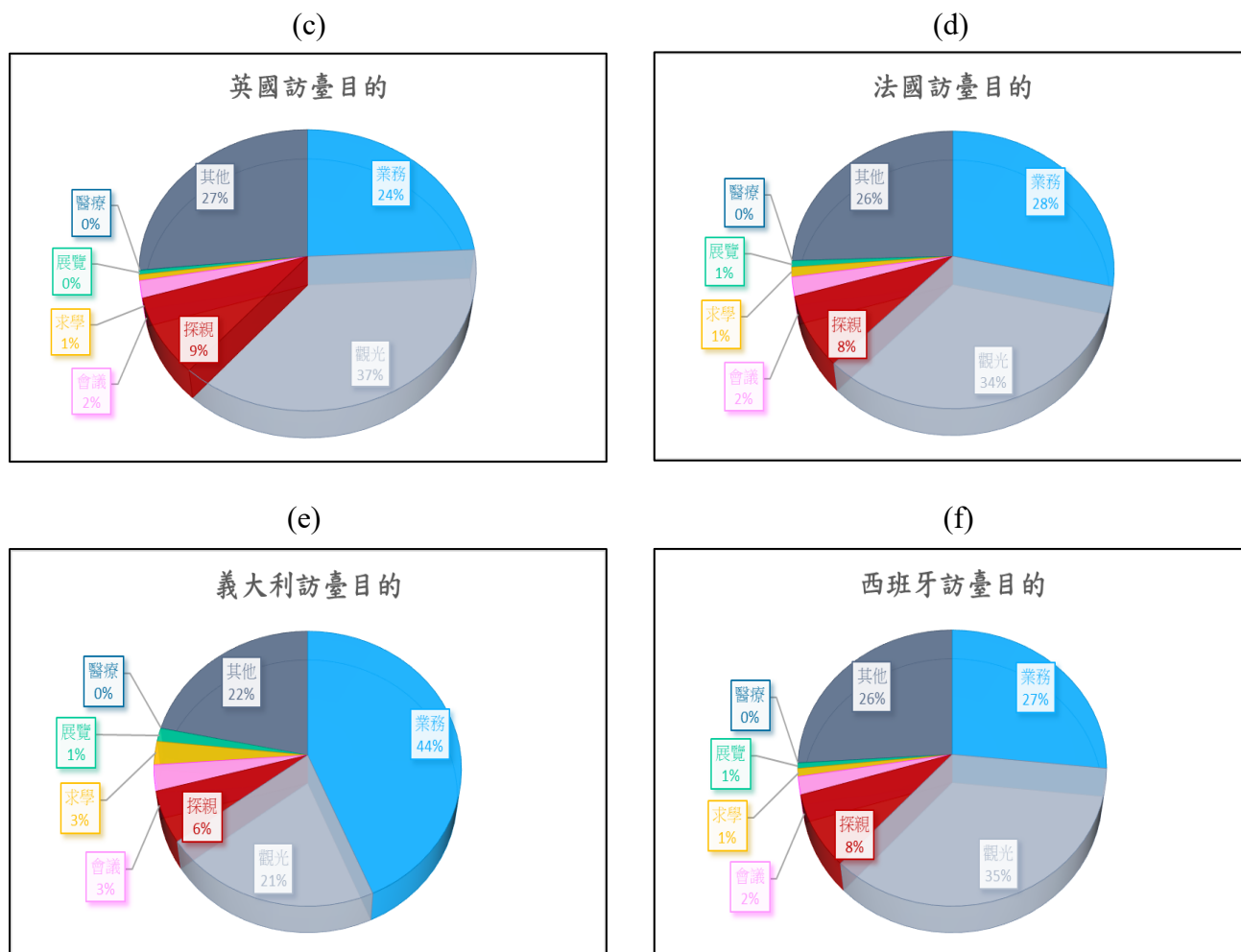


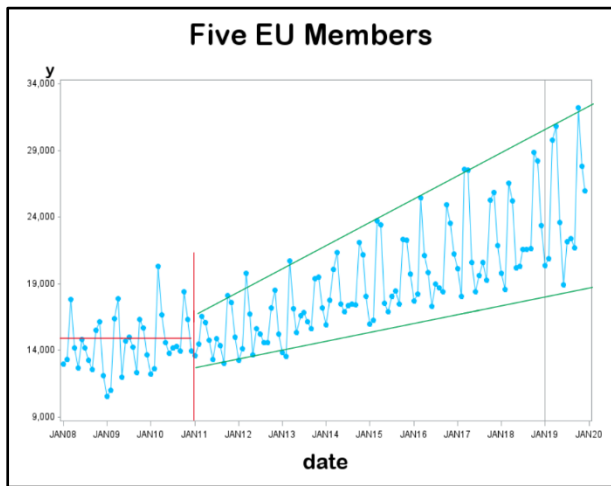
圖 3 歐盟五國訪臺目的之圓餅圖

(三)、時間序列圖

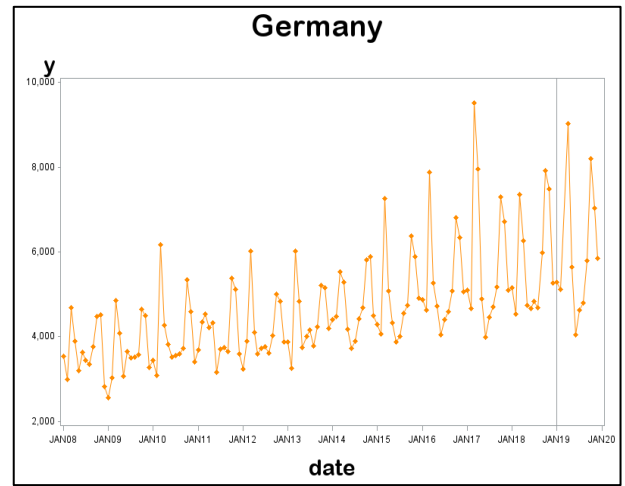
圖 4(a)為歐盟五國來臺旅客人數之時間序列圖，圖中在 2011 年一月之前，來臺旅客人數平穩不變，但在 2011 年一月之後，來臺旅客人數明顯逐漸攀升，其原因為，在布魯塞爾時間 2010 年 11 月 25 日，歐盟與臺簽訂 90 天免簽證互惠條款，並在隔年生效。由於過去在沒有免簽的背景之下，國與國之間的簽證申請需耗費手續費及數週的審核時間，因此免簽條款通過之後，勢必減少開銷及等待時間，增加旅客來臺的誘因，因此造成人數逐年上升。

圖 4 是各國來臺旅客人數之時間序列圖，圖中各國來臺旅客人數的平均數皆不平穩，其中歐盟五國、德國、英國、法國來臺旅客人數的變異數呈現明顯不穩定，有越來越大的趨勢；義大利、西班牙來臺旅客人數的變異數則是呈現些微不穩定，有忽大忽小的趨勢。綜合以上結果，本研究將會針對加法分解法、Box-Jenkins ARIMA、時間序列迴歸、UCM 四種模型與方法，對原始時間序列 y_t 取 log 做變數轉換，指數平滑法則採用 Holt-Winters Multiplicative，來預測變異數不穩定的時間序列。

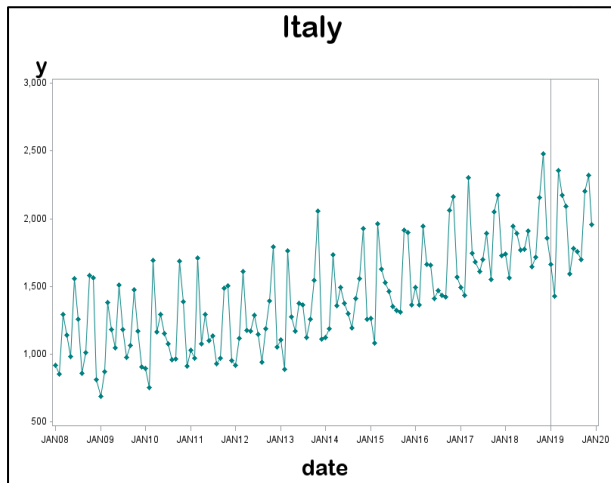
(a)



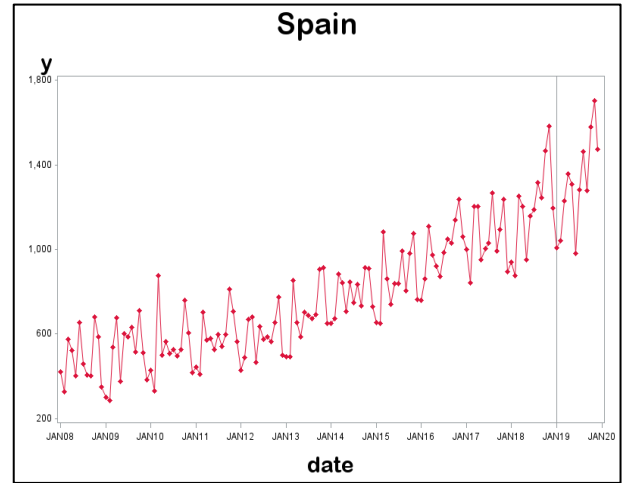
(b)



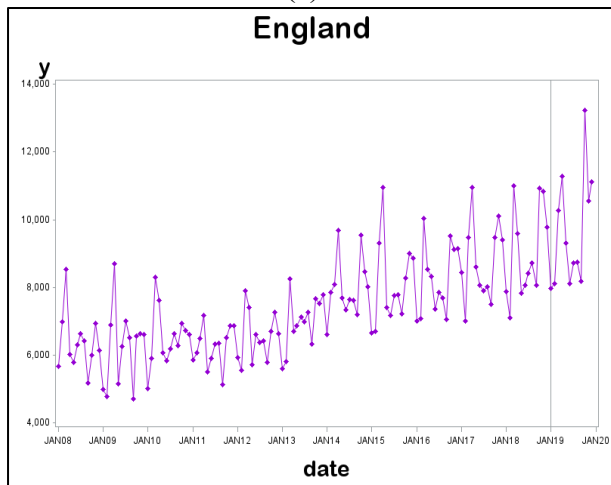
(c)



(d)



(e)



(f)

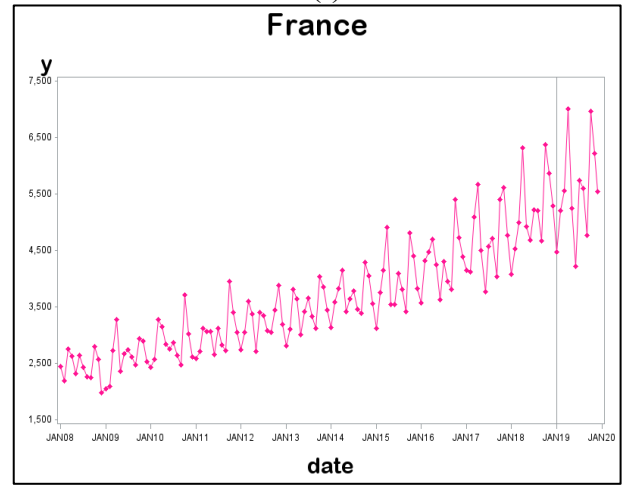


圖 4 時間序列圖

第二節、分解法

由於來臺旅客人數有明顯的季節波動，且會隨著時間序列的水平增長而大幅度的變異，因此分解法採用加法模型並轉換：

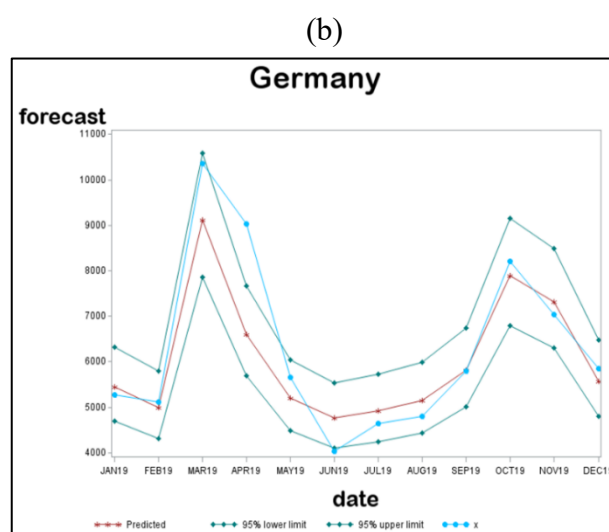
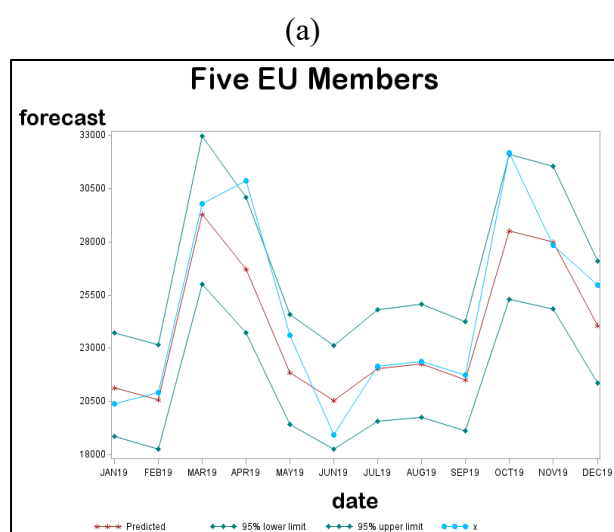
$$Z_t = \log y_t,$$
$$Z_t = Tr_t + Cl_t + Sn_t + Ir_t$$

本研究是採用統計工具 SAS(Statistical Analysis Software)的 X11 方法進行分解法，該方法源自於美國人口普查局 the US Census Bureau 和加拿大統計局 Statistics Canada。其加法模型並非典型的將資料分解為趨勢項、循環項、季節項和不規則項四個部分，而是將趨勢項與循環項合併為趨勢循環項，將資料分解為趨勢循環項、季節項和不規則項三個部分，其模型為：

$$Z_t = \log y_t,$$
$$Z_t = Trc_t + Sn_t + Ir_t$$

為了解分解法的預測值與保留年原始值的相符程度，因此繪製圖 5 X11-Additive 樣本外預測圖來比較。由圖 5 可知，六張樣本外預測圖中，義大利的來臺旅客人數之預測值與實際值最為接近，且所有月份均落在 95% 的預測區間內。

至於預測值與實際值偏離的情況，在 2019 年 4 月於歐盟五國、德國、法國、義大利來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國及德國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 10 月於歐盟五國、英國、法國、西班牙來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國及英國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 6 月於六張樣本外預測圖中，實際值均有明顯低於預測值的情形，德國、法國、西班牙的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區下限。



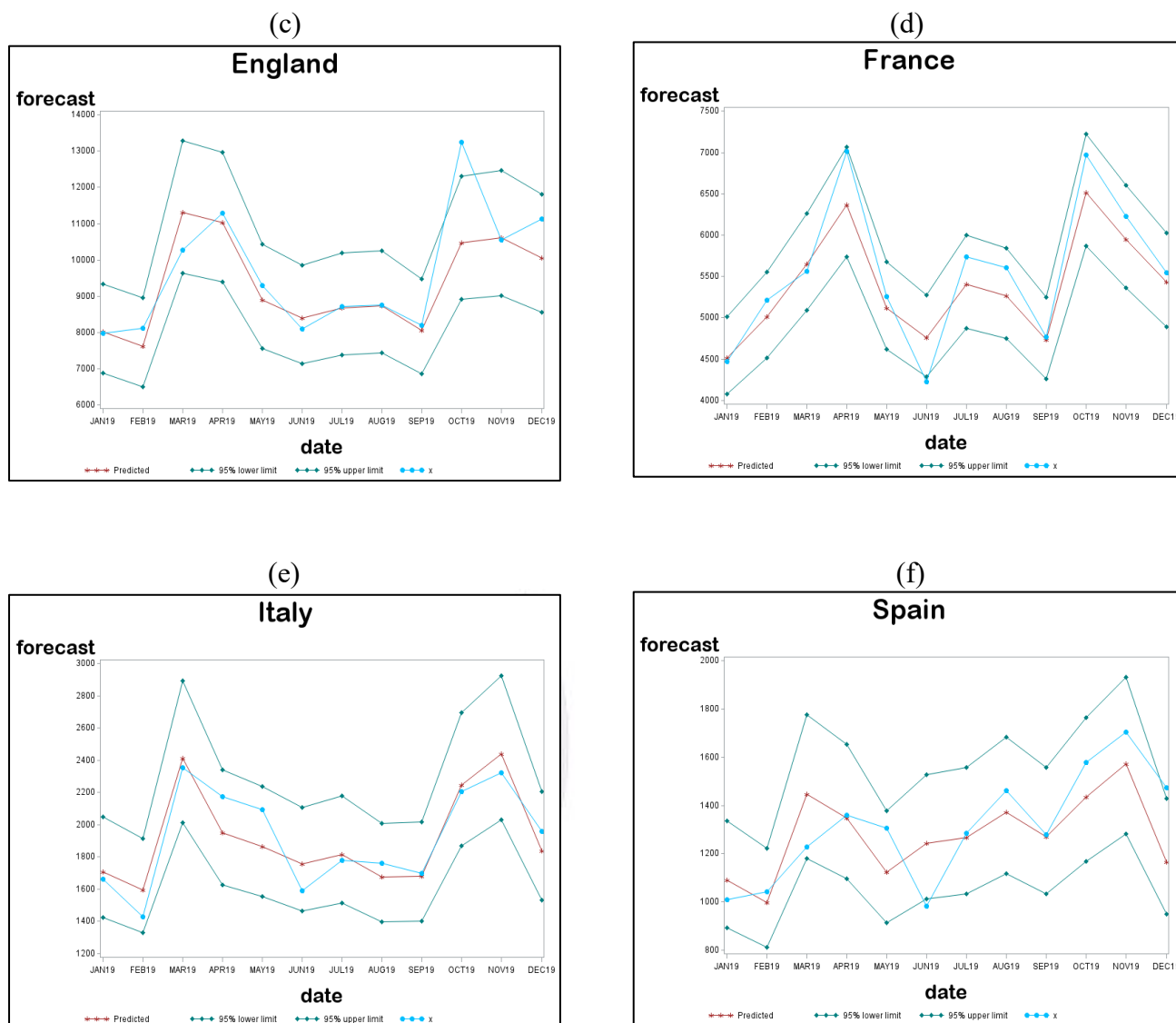


圖 5 X11 加法分解法－樣本外預測圖

為了解分解法之預測值與實際值的偏離的程度，需藉由預測誤差來判斷模型的優劣。表 3 為四種預測準則 MSE、MAD、MPE、MAPE 所計算的預測誤差之平均數報表。由表 3 可知，在 MAPE 的表現上，數值越小越好，其中以法國 4.7% 表現最佳，其次為歐盟五國 4.8%；在 MPE 的表現上，數值越接近 0 越好，其中以義大利 -0.26% 表現最佳，其次為西班牙 1.07%。

表 3 X11 加法分解法－預測準則

X11 Additive	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
MSE	3433434.25	720782.11	872022.66	107890.52	17040.17	25179.77
MAD	1273.54	553.73	550.43	266.70	109.33	125.59
MPE	2.7%	1.58%	2.61%	2.18%	-0.26%	1.07%
MAPE	4.8%	8.04%	5.02%	4.7%	5.82%	9.84%

第三節、Box-Jenkins ARIMA 模型

根據 Box-Jenkins ARIMA 假設，時間序列若是平穩的，可以使用 ARMA 模型近似；時間序列若是不平穩的，則使用 ARIMA 模型近似。因此，需觀察序列的自相關圖(ACF 圖)與偏自相關圖(PACF 圖)配適模型。六種模型的時間序列皆不平穩，因此先將時間序列 y_t 取 log 變數變換，再做一次差分及季節差分配適 ARIMA 模型近似。

歐盟五國、英國、法國、義大利與西班牙配適 $ARIMA(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ 模型，以下為參數等式：

$$\begin{aligned}(1-B)(1-B^{12})z_t &= (1-\theta_1 B)(1-\theta_{12} B^{12})a_t, \\ a_t &\sim iid N(0, \sigma^2), \\ Z_t &= \log y_t\end{aligned}$$

德國來臺旅客資料配適 ARIMA 模型的過程中，發現 ACF 圖於 Lag1、Lag12 與 Lag13 突出，因此配適以下模型：

$$\begin{aligned}(1-B)(1-B^{12})z_t &= (1-\theta_1 B)(1-\theta_{12} B^{12})(1-\theta_{13} B^{13})a_t, \\ a_t &\sim iid N(0, \sigma^2), \\ Z_t &= \log y_t\end{aligned}$$

表 4 ARIMA 模型－參數估計表

ARIMA	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
$\hat{\theta}$	0.8371	0.0392	0.8293	0.9439	0.9303	0.8675
$\hat{\theta}_{12}$	0.7627	0.7392	0.8024	0.6314	0.4687	0.6660
$\hat{\theta}_{13}$		-0.2207				
$\hat{\sigma}^2$	0.0044	0.0082	0.0078	0.0044	0.011	0.0154

為了解 ARIMA 模型的預測值與保留年原始值的相符程度，因此繪製圖 6 ARIMA 樣本外預測圖來比較。由圖 6 可知，六張樣本外預測圖中，義大利的來臺旅客人數之預測值與實際值最為接近，且所有月份均落在 95% 的預測區間內。

至於預測值與實際值偏離的情況，在 2019 年 4 月於歐盟五國、德國、法國來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，德國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 10 月於歐盟五國及英國的來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，英國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 6 月於六張樣本外預測圖中，實際值均有明顯低於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區下限。

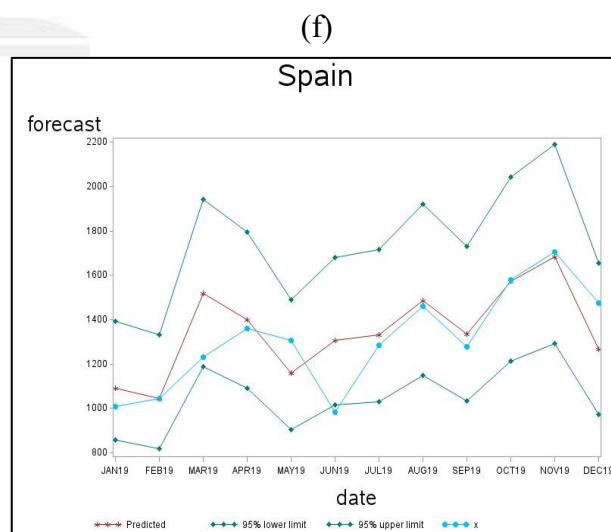
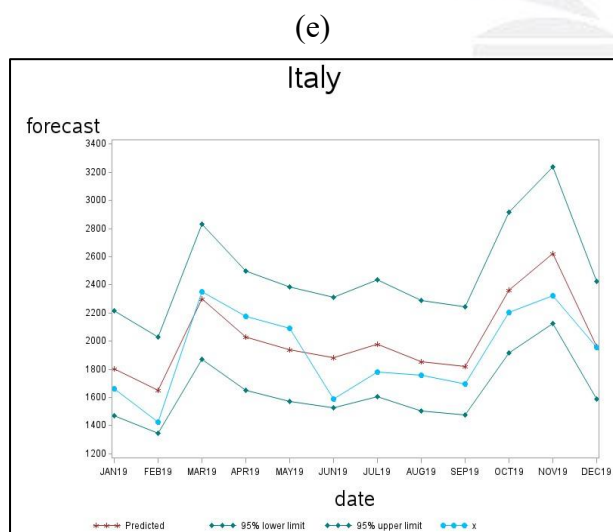
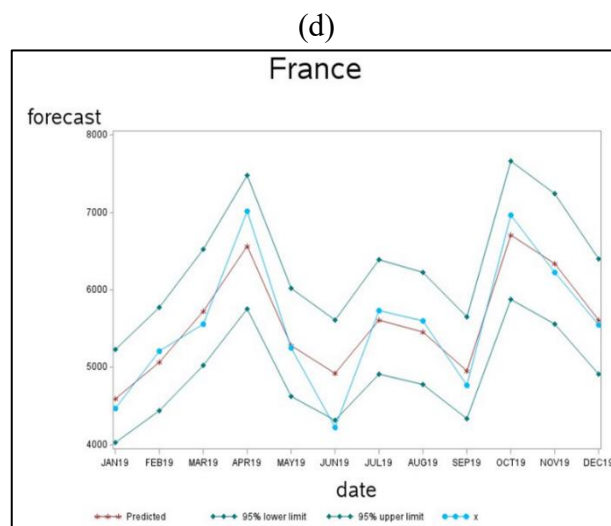
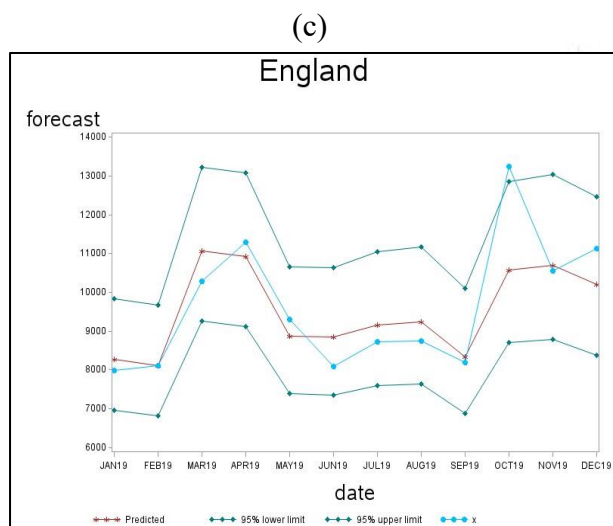
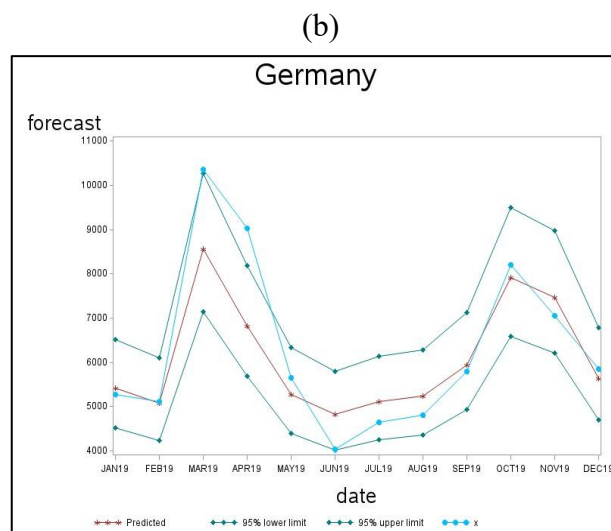
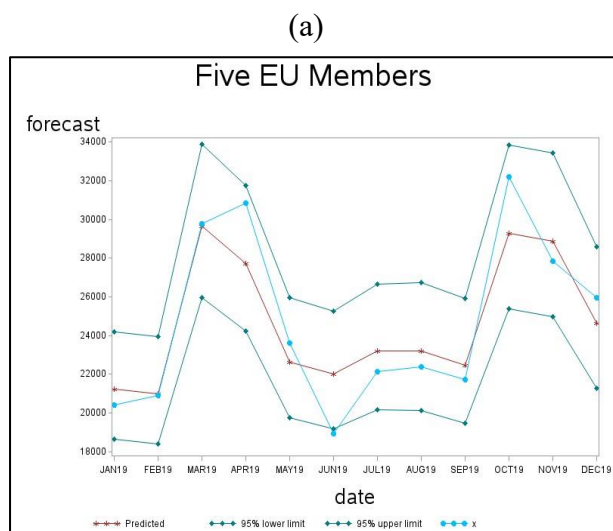


圖 6 ARIMA 模型 – 樣本外預測圖

為了解 ARIMA 模型之預測值與實際值的偏離的程度，需藉由預測誤差來判斷模型的優劣。表 5 為四種預測準則 MSE、MAD、MPE、MAPE 所計算的預測誤差之平均數報表。由表 5 可知，在 MAPE 的表現上，數值越小越好，其中以法國 3.95% 表現最佳，其次為歐盟五國 5.4%；在 MPE 的表現上，數值越接近 0 越好，其中以英國 0.12% 表現最佳，其次為歐盟五國 -0.64%。

表 5 ARIMA 模型 – 預測準則

ARIMA	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
MSE	2857391.56	952774.09	833742.57	75874.77	31831.37	22316.79
MAD	1336.44	627.21	621.13	208.66	157.61	103.89
MPE	-0.64%	1.36%	0.12%	-0.96%	-5.87%	-4.21%
MAPE	5.40%	8.83%	5.91%	3.95%	8.59%	8.71%

第四節、時間序列迴歸

時間序列迴歸是線性趨勢(Linear Trend)加上季節因子(Seasonal)所組成的基本模型：

$$y_t = Tr_t + Sn_t + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$$

其中，由於時間序列的變異數不平穩，因此將時間序列 y_t 取 log 變數變換，再將趨勢項配適線性迴歸 $Tr_t = \beta_0 + \beta_1 t$ ，並設置季節性虛擬變數 $Sn_t = \{D_{1t} \dots D_{11t}\}$ ，模型如下：

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_{01} D_{1t} + \beta_{02} D_{2t} + \beta_{03} D_{3t} \dots + \beta_{11} D_{11t} + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2),$$

$$Z_t = \log y_t$$

表 6 時間序列迴歸 – 參數估計表

Time Series Regression	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
$\hat{\beta}_0$	9.4318	8.0354	8.7328	7.6895	6.7618	5.8768
$\hat{\beta}_1$	0.0044	0.004	0.0032	0.0061	0.0046	0.008
$\hat{\beta}_{01}$	-0.0938	-0.0004	-0.1781	-0.0718	-0.0136	-0.0433
$\hat{\beta}_{02}$	-0.0816	-0.0231	-0.1597	-0.0032	-0.0571	-0.1047
$\hat{\beta}_{03}$	0.2478	0.4456	0.1221	0.1514	0.4232	0.3692
$\hat{\beta}_{04}$	0.1605	0.212	0.1022	0.2007	0.1772	0.2399
$\hat{\beta}_{05}$	-0.0357	0.0048	-0.1183	0.0064	0.159	0.0455
$\hat{\beta}_{06}$	-0.0310	-0.0519	-0.0976	0.0107	0.1984	0.1966

$\hat{\beta}_{07}$	0.0022	-0.0186	-0.0603	0.0819	0.1403	0.1619
$\hat{\beta}_{08}$	-0.0171	-0.0051	-0.0596	0.0124	0.0027	0.1943
$\hat{\beta}_{09}$	-0.0663	0.0728	-0.1910	-0.0544	0.0573	0.121
$\hat{\beta}_{10}$	0.1863	0.346	0.0264	0.2193	0.370	0.3606
$\hat{\beta}_{11}$	0.1661	0.2912	0.0427	0.1494	0.416	0.325
$\hat{\phi}_1$		-0.7462	0.9404		0.9685	0.8359
$\hat{\theta}_1$	-0.2673	-0.939	0.7918		0.8979	0.7096
$\hat{\sigma}^2$	0.0039	0.0068	0.0068	0.0038	0.0109	0.0136

為了解時間序列迴歸的預測值與保留年原始值的相符程度，因此繪製圖 7 時間序列迴歸樣本外預測圖來比較。由圖 7 可知，六張樣本外預測圖中，義大利的來臺旅客人數之預測值與實際值較為接近，唯有 2019 年 6 月落在 95% 的預測區間外，其餘月份均落在 95% 的預測區間內。

至於預測值與實際值偏離的情況，在 2019 年 4 月於歐盟五國、德國、法國、義大利來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 10 月於歐盟五國、德國、英國、法國來臺旅客人數之樣本外預測圖中，有實際值明顯高於預測值的情形，歐盟五國及英國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 6 月於六張樣本外預測圖中，實際值均有明顯低於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國、義大利、西班牙的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區下限；在 2019 年 3 月，德國及西班牙的來臺旅客人數之實際值嚴重偏離，分別超出 95% 的預測區上限及下限。



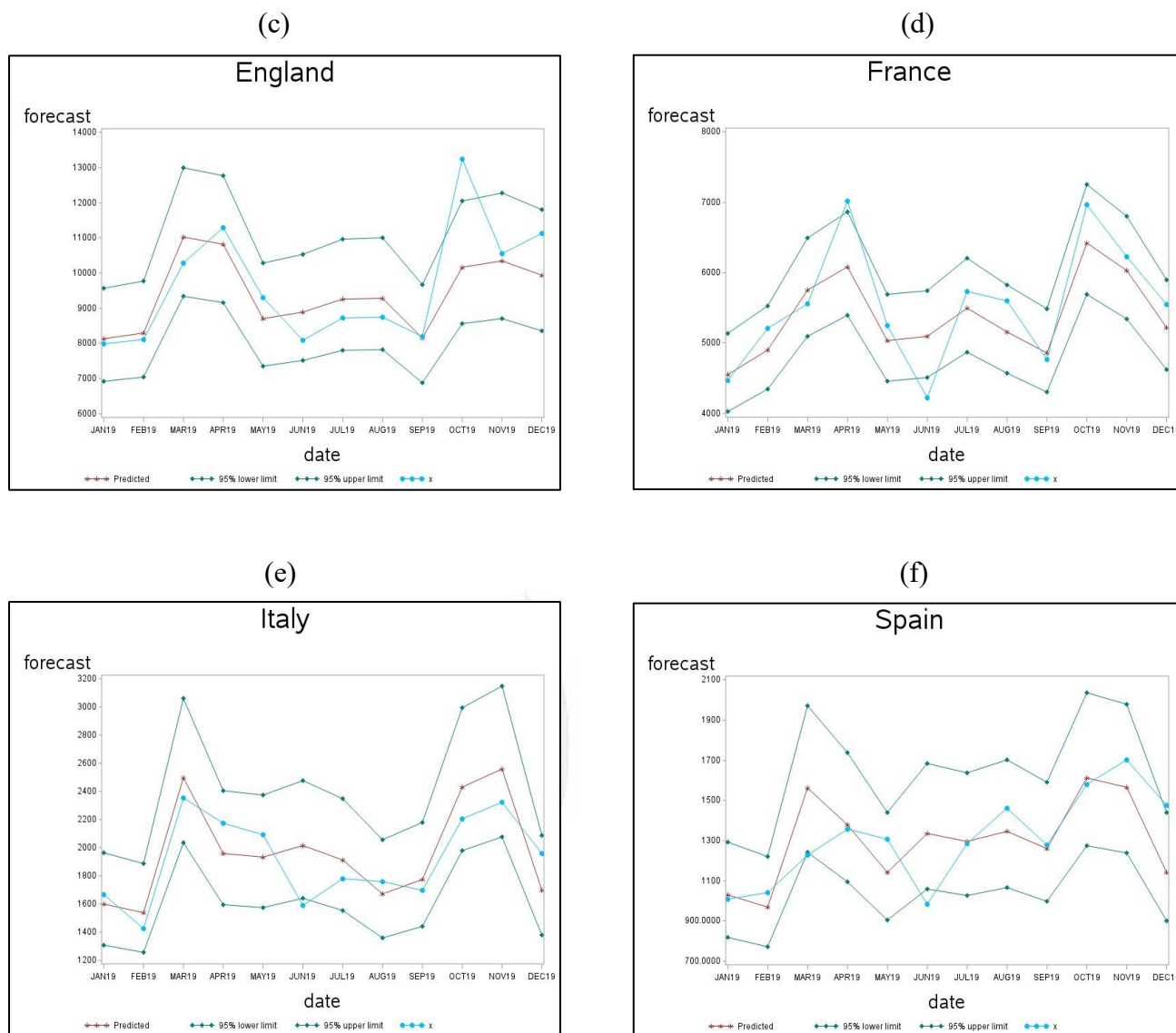


圖 7 時間序列迴歸－樣本外預測圖

為了解時間序列迴歸之預測值與實際值的偏離的程度，需藉由預測誤差來判斷模型的優劣。表 7 為四種預測準則 MSE、MAD、MPE、MAPE 所計算的預測誤差之平均數報表。由表 7 可知，在 MAPE 的表現上，數值越小越好，其中以歐盟五國 6.05% 表現最佳，其次為法國 6.66%；在 MPE 的表現上，數值越接近 0 越好，其中以西班牙 -0.85% 表現最佳，其次為英國 1.12%。

表 7 時間序列迴歸－預測準則

Time Series Regression	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
MSE	4891444.40	1116984.03	1112862.32	208975.48	41806.97	34667.20
MAD	1576.23	720.92	709.99	369.51	179	134.83

MPE	2.47	1.42	1.12	2.02	-2.79	-0.85
MAPE	6.05	10.55	6.70	6.66	9.43	10.79

第五節、指數平滑法

指數平滑法是另一種時間序列分析常見的方法，根據分解法的結果，得知序列的季節性的變異程度隨著時間改變而越來越大，因此較宜採用 Holt-Winters-Multiplicative 的指數平滑法，其方法之等式如下：

$$\begin{aligned}
 L_t &= \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) , \\
 b_t &= \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} , \\
 S_t &= \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)S_{t-s} , \\
 F_{t+m} &= (L_t + b_t m) + S_{t-s+m} , \\
 L_t &: \text{The level, } b_t : \text{The growth rate,} \\
 S_t &: \text{The seasonal factor of the time series in period } t
 \end{aligned}$$

表 8 指數平滑法－參數估計表

Holt-Winters Multiplicative	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
α	0.0894	0.0727	0.1325	0.0109	0.0045	0.2043
γ	0.0521	0.001	0.001	0.999	0.999	0.018
δ	0.1943	0.1593	0.1704	0.2984	0.4686	0.3781
σ^2	1235907	201191	395990	50986	18076	7028

為了解指數平滑法的預測值與保留年原始值的相符程度，因此繪製表 8 Holt-Winter Multiplicative 樣本外預測圖來比較。由圖 8 可知，六張樣本外預測圖中，英國的來臺旅客人數之預測值與實際值較為接近，唯有 2019 年 10 月落在 95% 的預測區間外，其餘月份均落在 95% 的預測區間內。

至於預測值與實際值偏離的情況，在 2019 年 4 月於歐盟五國、德國、英國、法國、義大利來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國及德國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限，唯有西班牙的來臺旅客人數之實際值低於預測值；在 2019 年 10 月於歐盟五國、德國、英國來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國及英國的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 6 月於六張樣本外預測圖中，實際值均有明顯低於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國、義大利、西班牙的來臺旅客人數之實際值甚至超出 95% 的預測區下限；

在 2019 年 3 月，德國及西班牙的來臺旅客人數之實際值嚴重偏離，分別超出 95% 的預測區上限及下限。

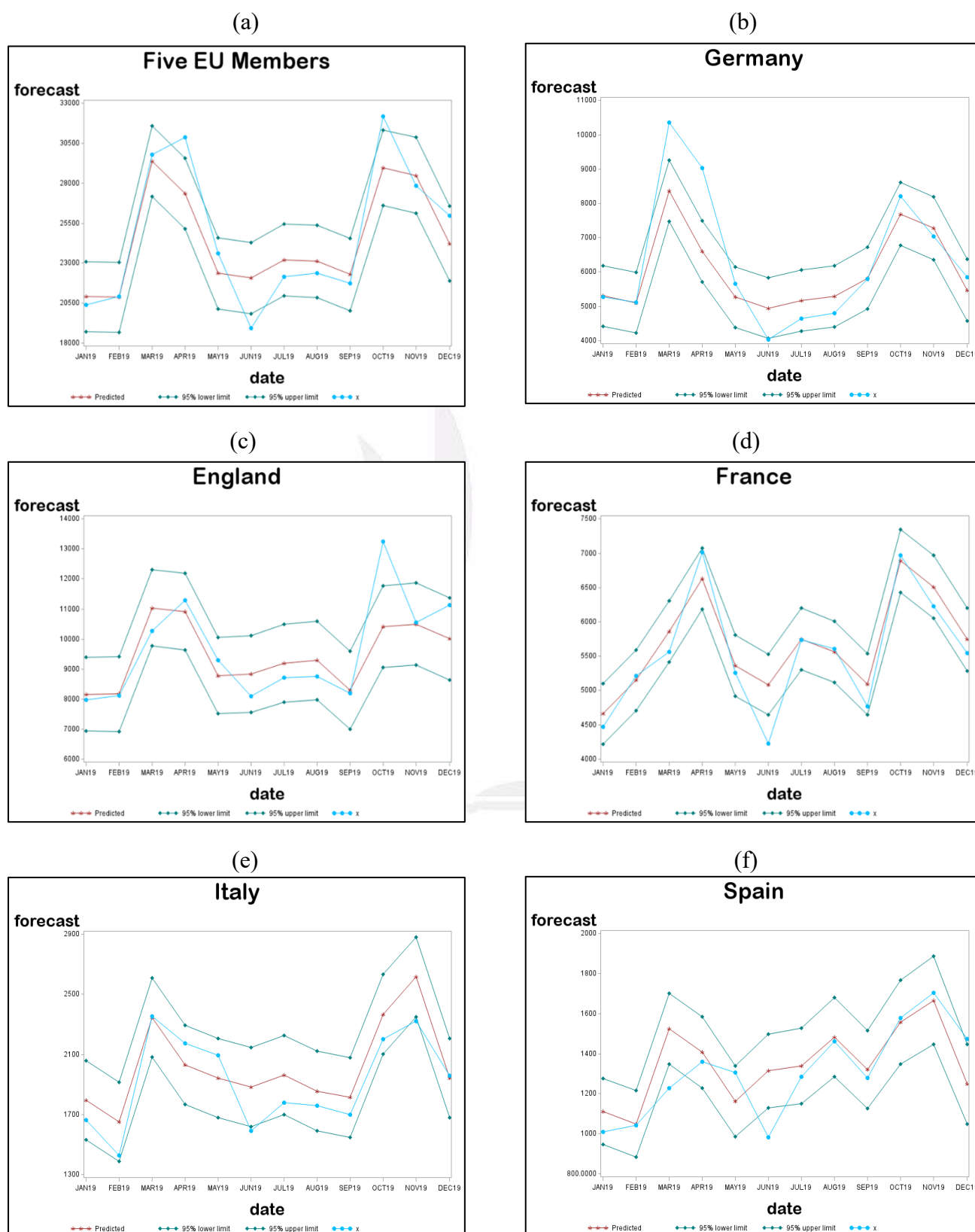


圖 8 指數平滑法－樣本外預測圖

為了解指數平滑法之預測值與實際值的偏離的程度，需藉由預測誤差來判斷模型的優劣。表 9 為四種預測準則 MSE、MAD、MPE、MAPE 所計算的預測誤差之平均數報表。由表 9 可知，在 MAPE 的表現上，數值越小越好，其中以法國 4.65% 表現最佳，其次為歐盟五國 5.55%；在 MPE 的表現上，數值越接近 0 越好，其中以歐盟五國 0.27% 表現最佳，其次為英國 0.73%。

表 9 Holt-Winters Multiplicative – 預測準則

Holt-Winters Multiplicative	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
MSE	3321933.03	988642.65	949412.62	105449.38	30481.06	24106.90
MAD	1395.8	661.49	647.51	236.9	151.5	111.1
MPE	0.27%	1.48%	0.73%	-3.21%	-5.81%	-4.26%
MAPE	5.55%	9.54%	6.11%	4.65%	8.3%	9.26%

第六節、不可觀測組件模型 (UCM)

UCM 是一種預測時間序列的方法，由於來臺旅客人數有明顯的季節變化，因此進行轉換。其次，需要觀察模型中的趨勢的線性模型、季節性以及不規則成分是否顯著，其模型之等式如下：

$$\begin{aligned}
 Z_t &= \mu_t + \gamma_t + \epsilon_t, \\
 Z_t &= \log y_t \\
 \mu_t &= \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t, \\
 \eta_t &\sim i.i.d. N(0, \sigma_\eta^2), \\
 \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t, \\
 \xi_t &\sim i.i.d. N(0, \sigma_\xi^2),
 \end{aligned}$$

為了解 UCM 的預測值與保留年原始值的相符程度，因此繪製圖 9 UCM 樣本外預測圖來比較。由圖 9 可知，六張樣本外預測圖中，義大利的來臺旅客人數之預測值與實際值最為接近，且所有月份之實際值均落在 95% 的預測區間內。

至於實際值與預測值偏離的情況，在 2019 年 4 月於歐盟五國、德國、法國、義大利來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國來臺旅客人數之甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 10 月於歐盟五國、德國、英國、法國來臺旅客人數之樣本外預測圖中，實際值有明顯高於預測值的情形，歐盟五國及英國來臺旅客人數之甚至超出 95% 的預測區間上限；在 2019 年 6 月於六張樣本外預測圖中，實際值均有

明顯低於預測值的情形，歐盟五國、德國、法國、西班牙來臺旅客人數之甚至超出 95% 的預測區間下限。

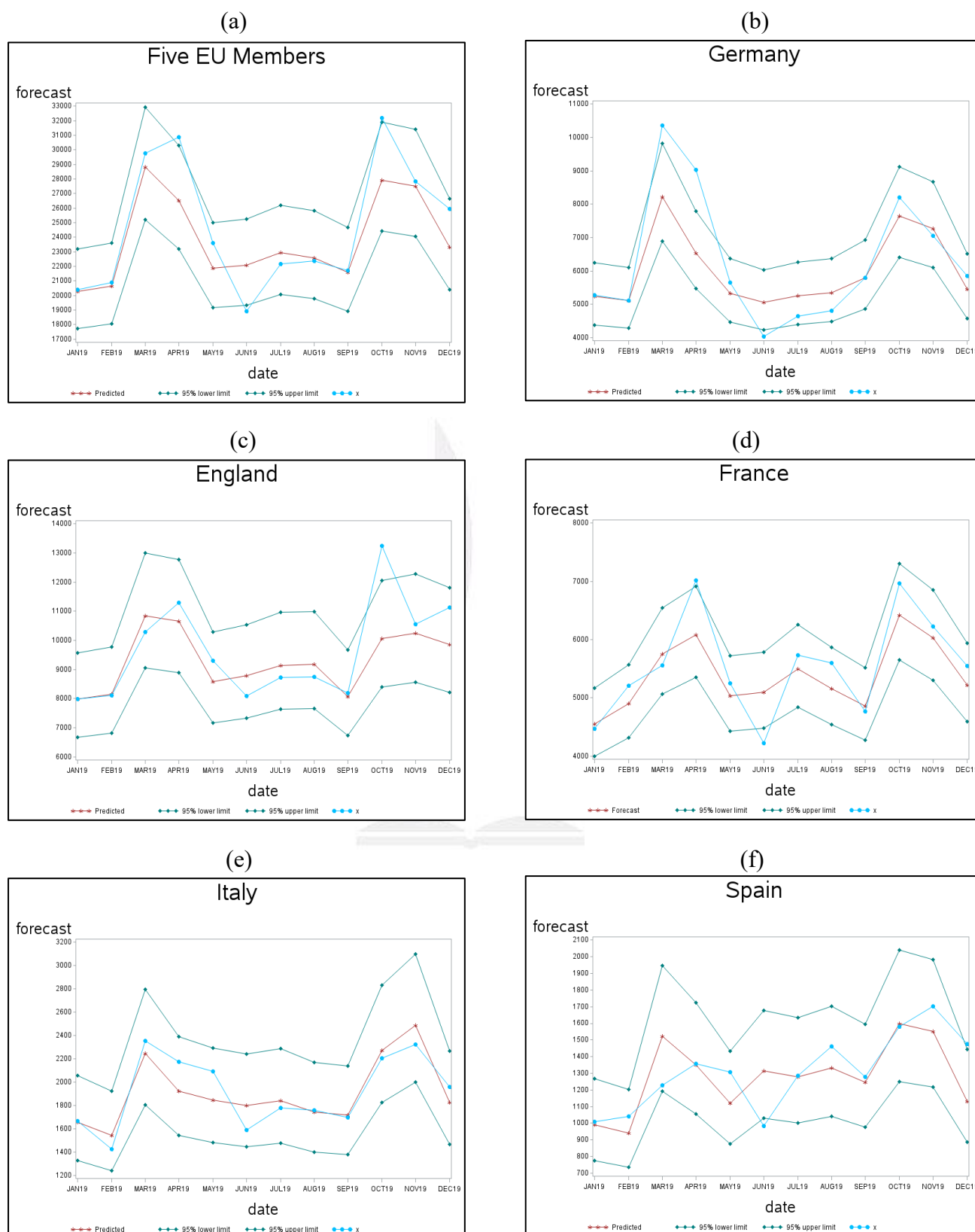


圖 9 UCM – 樣本外預測圖

為了解 UCM 之實際值與預測值的偏離程度，需藉由預測誤差來判斷模型的優劣。表 10 為四種預測準則 MSE、MAD、MPE、MAPE 所計算的預測誤差之平均數報表。由表 10 可知，在 MAPE 的表現上，數值越小越好，其中以歐盟五國 6.07%表現最佳，其次為義大利 6.11%；在 MPE 的表現上，數值越接近 0 越好，其中以義大利 0.02%表現最佳，其次為英國 0.95%。

表 10 UCM – 預測準則

UCM	Five EU Members	Germany	England	France	Italy	Spain
MSE	4894273.22	1097310.25	1159075.45	208975.47	21144.6	33518.97
MAD	1578	697.81	697.27	369.51	118.67	134.98
MPE	2.53%	1.3%	2.38%	2.02%	0.02%	0.95%
MAPE	6.07%	10.13%	6.44%	6.66%	6.11%	10.76%



第四章、結論

第一節、分析法比較

表 11 預測準則比較表

	X11 Additive	ARIMA	Time Series Regression	Holt-Winters Multiplicative	UCM
Five EU Members					
MSE	3433434.25	2857391.56	4891444.40	3321933.03	4894273.22
MAD	1273.54	1336.44	1576.23	1395.8	1578
MPE	2.7%	-0.64%	2.47	0.27%	2.53%
MAPE	4.8%	5.40%	6.05	5.55%	6.07%
Germany					
MSE	720782.11	952774.09	1116984.03	988642.65	1097310.25
MAD	553.73	627.21	720.92	661.49	697.81
MPE	1.58%	1.36%	1.42	1.48%	1.3%
MAPE	8.04%	8.83%	10.55	9.54%	10.13%
England					
MSE	872022.66	833742.57	1112862.32	949412.62	1159075.45
MAD	550.43	621.13	709.99	647.51	697.27
MPE	2.61%	0.12%	1.12	0.73%	2.38%
MAPE	5.02%	5.91%	6.70	6.11%	6.44%
France					
MSE	107890.52	75874.77	208975.48	105449.38	208975.47
MAD	266.70	208.66	369.51	236.9	369.51
MPE	2.18%	-0.96%	2.02	-3.21%	2.02%
MAPE	4.7%	3.95%	6.66	4.65%	6.66%
Italy					
MSE	17040.17	31831.37	41806.97	30481.06	21144.6
MAD	109.33	157.61	179	151.5	118.67
MPE	-0.26%	-5.87%	-2.79	-5.81%	0.02%
MAPE	5.82%	8.59%	9.43	8.3%	6.11%
Spain					
MSE	25179.77	22316.79	34667.20	24106.90	33518.97
MAD	125.59	103.89	134.83	111.1	134.98
MPE	1.07%	-4.21%	-0.85	-4.26%	0.95%
MAPE	9.84%	8.71%	10.79	9.26%	10.76%

表 11 為五種分析法的預測準則比較報表。根據第二節的預測準則介紹，MSE 的判斷準則為數值越小越好；MAE 的判斷準則為數值越小越好；MPE 的判斷準則為數值越接近 0 越好；MAPE 的判斷準則為數值越小越好。

根據表 11，在歐盟五國的四種預測準則報表中，X11-Additive 的 MAD 及 MAPE 表現最佳，因此 X11-Additive 為預測歐盟五國來臺旅客人數的最佳方法；在德國的四種預測準則報表中，X11-Additive 的 MSE、MAD 及 MAPE 表現最佳，因此 X11-Additive 為預測德國來臺旅客人數的最佳方法；在英國的四種預測準則報表中，X11-Additive 的 MAD 及 MAPE 表現最佳，ARIMA 的 MSE、MPE 表現最佳，因此 X11-Additive 與 ARIMA 兩種分析法在預測英國來臺旅客人數都具有相當的參考價值；在法國的四種預測準則報表中，ARIMA 的 MSE、MAD、MPE 及 MAPE 表現最佳，因此 ARIMA 為預測法國來臺旅客人數的最佳方法；在義大利的四種預測準則報表中，X11-Additive 的 MSE、MAD 及 MAPE 表現最佳，因此 X11-Additive 為預測義大利來臺旅客人數的最佳方法；在西班牙的四種預測準則報表中，ARIMA 的 MSE、MAD 及 MAPE 表現最佳，因此 ARIMA 為預測法國來臺旅客人數的最佳方法。綜合五項預測準則的結果，X11-Additive 與 ARIMA 在預測歐洲來臺旅客人數得到預測誤差準則最好的數量一樣多，因此兩種分析法都具有相當的參考價值。

第二節、預測值與實際值偏離原因

綜合五個分析法的樣本外預測圖比較後，發現 2019 年 6 月歐盟五國、德國、英國、法國、義大利、西班牙來臺旅客人數均有實際值低於預測值的情況，其原因推測為 2019 年 6 月及 7 月熱浪席捲歐洲的突發事件。根據報導，熱浪於 6、7 月份所影響的國家，包含本研究在五個國家：德國、英國、法國、義大利、西班牙，且影響範圍擴及其他高緯度國家，如：荷蘭、挪威、瑞典、芬蘭、格陵蘭，由此可知該熱浪對於歐洲的衝擊之大。高溫造成森林大火、冰川融化、洋流改變等巨變，為歐洲帶來龐大的財務損失、電力需求激增、部分交通運輸停擺及生態危機，因而推測該事件造成 2019 年 6 月歐洲來臺旅客人數驟降，為預測值與實際值偏離的原因之一。

2019熱浪 發生月份	時間	影響國家
6月	(6/24-7/2)	比利時、捷克、法國、德國、義大利、荷蘭、波蘭、西班牙、瑞典、瑞士、英國
7月	(7/21-7/28)	比利時、芬蘭、法國、德國、格陵蘭、盧森堡、荷蘭、挪威、瑞典、英國

圖 10 2019 年熱浪發生月份

除了熱浪影響歐洲來臺旅客人數之外，假期也是影響觀光客出國旅遊的重要因素之一。從圖 11 歐盟五國 2019 年 4 月及 10 月日曆當中，可以發現各國在 4 月及 10 月均有許多的國定假日及學生假日，這是因為每逢 4 月會碰上天主教及基督教的重要節日，每逢 10 月則為某些歐洲國家學生的秋假，因而推測其造成歐洲來臺旅客人數急速上升，為預測值與實際值偏離的原因之一。



圖 11 歐盟五國歷年假期

第三節、建議與回饋

從各國旅客訪臺目的之圓餅圖分析中，我們了解各國來臺觀光的比例低於四成，若想要效仿歐洲各國發展觀光業，大賺觀光財，勢必要擬定各種提升國際形象的廣告，於各大國際機場宣傳；若想要效仿美國與韓國，將傳統文化、生活習慣、國際形象，必須透過影視、流行歌等多媒體產業，將當地的文化帶入外國人的生活。飛機穿梭於各國機場，乘載各國旅客，也因此航空公司具有龐大的影響力，它代表著臺灣的國際形象，若政府能夠資助航空公司提升航空品質，勢必能給予外國旅客深刻的印象。運用這些方法，潛移默化的將臺灣值得走訪的念頭深值人心，想必能夠促進臺灣觀光業的蓬勃發展。

對於以觀光業維生的老百姓來說，淡旺季一直是維持生計的困擾之一，因此臺灣不只要發展國內旅遊，更要開闢外國旅客的觀光市場。由於文化的不同，歐盟五國與臺灣的國定假日不相同，發展外國的觀光市場將有助於商家彌補國內觀光業的淡季收入，且外國旅客的消費比起臺灣內需市場的資金流動，更能刺激臺灣經濟的成長，增加 GDP(國內生產毛額)，因此發展觀光業是提升臺灣競爭力的方法之一。

附錄一、參考資料

- Bowerman, B. L., O'connell, R. T., & Koehler, A. B. (2005). Forecasting, Time Series, and Regression (4th ed.). America: Curt Hinrichs.
- 來臺旅遊人數：交通部觀光局觀光統計資料庫 <https://stat.taiwan.net.tw/>
- 時間序列分解總結. (2020, October 24). Retrieved from http://www.360doc.com/content/20/1024/18/99071_942194322.shtml
- 單位根檢驗. Retrieved December 21, 2016, from <https://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E5%8D%95%E4%BD%8D%E6%A0%B9%E6%A3%80%E9%AA%8C>
- 杜賓-瓦森統計量. Retrieved January 30, 2021, from <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%9C%E5%AE%BE-%E7%93%A6%E7%89%B9%E6%A3%AE%E7%BB%9F%E8%AE%A1%E9%87%8F>
- 2019 歐洲六月與七月熱浪. (2020). Retrieved from <https://den.ncdr.nat.gov.tw/1132/1188/1205/20844/45495/>
- 歐盟五國 2019 年國定假日：
<https://www.feiertagskalender.ch/cal.php?jahr=2019&geo=0&klasse=5&hl=en>
- Brussels. (2010, November 25). Visa Waiver for Taiwanese Passport Holders Approved. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_10_617
- 歐洲. Retrieved May 21, 2021, from <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AC%A7%E6%B4%B2>
- 歐洲聯盟. Retrieved May 15, 2021, from <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AC%A7%E6%B4%B2%E8%81%94%E7%9B%9F>
- Population of Europe. Retrieved 2020, from <https://www.worldometers.info/world-population/europe-population/>
- Countries in the EU by Population. Retrieved 2021, from <https://www.worldometers.info/population/countries-in-the-eu-by-population/>

- International Monetary Fund - GDP. Retrieved 2021, from <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/EU>
- Gross Domestic Product at Current Market Prices of Selected European Countries in 2020. (n.d.). Retrieved 2020, from <https://www.statista.com/statistics/685925/gdp-of-european-countries/>
- 章祐方. (2020, August 31). 歐盟在亞洲第 5 大貿易國「臺灣」歐洲代表：臺歐在危機中合作是重要夥伴. Retrieved 2020, from <https://newtalk.tw/news/view/2020-08-31/458756>

附錄二、工作分配

組員	工作分配	工作及討論時數	貢獻度
張芸菁	Word、規劃分配、SAS 程式撰寫	>24hr	34%
柯雅潔	Word、SAS 程式撰寫	>24hr	33%
李家淇	Word、統整、反抄襲、SAS 程式撰寫	>24hr	33%

附錄三、聯絡資訊

組員	聯絡資訊(信箱)
張芸菁	ginger42530@gmail.com
柯雅潔	D0780895@gmail.com
李家淇	amydolly88101750@gmail.com

附錄四、反抄襲比對結果

原創性報告			
8%	7%	1%	3%
相似度指數	網際網絡來源	出版物	學生文稿
主要來源			
1	zh.wikipedia.org 網際網絡來源	1%	
2	newtalk.tw 網際網絡來源	1%	
3	wiki.mbalib.com 網際網絡來源	1%	
4	www.toyo.ac.jp 網際網絡來源	1%	
5	Submitted to Feng Chia University 學生文稿	<1%	
6	Submitted to Fu Jen Catholic University 學生文稿	<1%	
7	people.dyu.edu.tw 網際網絡來源	<1%	
8	Submitted to MCI Management Centre Innsbruck 學生文稿	<1%	
9	zh.unionpedia.org 網際網絡來源	<1%	