

# The impact of the Plaza Accord on Japan's GDP, export and exchange rate growth

R12H41009 李明熹

December 26, 2024

## 1 Introduction

1980 年代初期，美國經濟因美元過度升值面臨嚴重挑戰。美元匯率在 1980 年至 1985 年間升值約 74%，導致美國出口競爭力下降、貿易赤字大幅擴大，並對全球經濟帶來不穩定影響。爲了矯正國際貿易失衡並穩定金融市場，1985 年 9 月，美國、日本、德國、法國及英國五大工業國簽署了廣場協議 ( Plaza Accord )，透過協調干預外匯市場促使美元有序貶值，並推動日元與德國馬克等主要貨幣升值。

作爲一個高度依賴出口的經濟體，日本因廣場協議引發的日元升值面臨巨大挑戰。匯率的快速變動削弱了日本出口商品的國際競爭力，迫使相關產業進行結構性調整。這些經濟影響不僅體現在貿易數據的波動，還對日本的 GDP 增長產生了持續性壓力，並進一步改變了日本國內經濟政策的方向。

本研究旨在探討廣場協議對日本經濟的長期影響，重點分析其對 GDP 和出口表現的影響。本研究採用 Penn World Table (PWT 10.01) 的數據，並結合合成控制法 ( Synthetic Control Method ) 量化廣場協議導致的經濟變化。爲確保研究結果的穩健性，還進行了包括 Placebo 測試在內的多項檢驗。通過對廣場協議的深入分析，期望爲國際經濟政策協調在解決全球經濟問題中的角色提供有價值的啓示。

## 2 Data and Sample

### 2.1 Data

本研究使用來自 Penn World Table (PWT) 10.01 進行實證分析，其涵蓋 1950-2019 年世界各國的總體經濟數據。其中，我使用了三個最為相關的總體經濟指標來做分析：(1) 實質 GDP (  $rgdpo$  )、(2) 出口佔總實質 GDP 之比例 (  $csx$  )、(3) 美元對日圓之匯率 (  $xr$  )。

為便於跨國比較，我以 1970 年作為基準，將每年的指標值標準化為基於 1970 年的成長率，得出實質 GDP 成長率 (  $rgdpo\_growth$  ) 以及美元對日圓之匯率成長率 (  $xr\_growth$  )。至於出口成長率 (  $export\_growth$  )，必須先將出口佔總實質 GDP 之比例乘以實質 GDP，得出每個國家每年的出口量，再將每年的指標值標準化為基於 1970 年的成長率。

### 2.2 Sample

本研究的樣本涵蓋 1970 至 1995 年期間，共包含 183 個國家。為了確保分析的有效性，我按照以下過程來定義控制組與處理組。

首先，將日本定義為處理組。Pre-intervention 期間定義為 1970 至 1985 年，而 Post-intervention 期間定義為 1986 至 1995 年，因為做 Synthetic control method 分析 Panel data 時，前期時間段要取的比後期時間段長。控制組由未直接受廣場協議影響的國家組成，利用 R 語言的 Synth 套件將這些國家組成合成控制組在，讓它們組成一個「合成日本」並在處理前期 (1970-1985) 與日本具有相似性，我分別選擇了實質 GDP 成長率、出口成長率和匯率成長率作為主要變數來進行匹配。

### 2.3 Sample Selection Criteria

1. 排除缺失值國家：排除在 1970-1995 年期間，缺少關鍵經濟指標觀測值的國家，將樣本數從 183 個國家縮減至 156 個國家。
2. 根據經濟相似性進行匹配：國家必須在處理前期 ( 1970-1985 ) 經濟指標上與日本具有相似性，具體要求均方誤差 (  $MSE$  )  $\leq 1$ ，最終篩選出 57 個國家。

3. 排除與廣場協議相關的國家：為避免偏誤，排除了美國、英國、法國和德國這些主要參與廣場協議的國家，最終確定以 53 個國家放入 donor pool 作為組成合成控制組的國家。

## 2.4 Final Sample

本研究的最終樣本包括 53 個對照組國家和日本作為處理組。該數據集涵蓋了 26 年的經濟指標，前後對比期分別為協議簽署前的 16 年和協議簽署後的 10 年。樣本選擇確保對照組國家在處理前期與日本具有經濟上的可比性，且未直接受到廣場協議的影響。

## 3 Empirical Specifications

### 3.1 Data Structure

本研究使用 panel data，包含  $J + 1$  個單位，觀察期為  $t = 1, \dots, T$ 。其中，country\_id = 54（即日本）在 1985 年後（即  $T_0 + 1$ ）接收處理，其他單位  $\{1, \dots, 53\}$  則視為未簽訂廣場協議的「合成日本」。每個國家的變數（如 GDP 成長率、出口成長率和匯率變動）都會隨時間變化，並用來進行後續分析。

### 3.2 Weight Selection

為了選擇合成對照組的權重  $W = (w_2^*, \dots, w_{J+1}^*)$ ，我們需要最小化以下目標函數：

$$W^* = \sum_{k=1}^K v_k \left( X_{1k} - \sum_{i=1}^{53} w_i X_{ik} \right)^2$$

其中， $X_{1k}$  是處理組（日本）在第  $k$  個變數的觀測值， $X_{ik}$  是控制組第  $i$  個單位在同一變數的觀測值。該目標函數旨在使 1970-1985 年（pre - intervention）時的合成控制組結果與處理組的結果盡可能匹配。條件是所有權重的總和必須為 1，且每個權重  $w_i \geq 0$ 。

### 3.3 Components of Predictor Variables

預測變數向量  $X$  包含兩類主要變數：

1. 處理前的結果 ( $Y_{i1}, \dots, Y_{iT_0}$ ): 這些變數是最關鍵的預測變數，它們捕捉了觀察到和未觀察到的因素對結果變數的影響。若處理前結果能夠良好擬合，則表示合成控制法能夠模擬控制組的行為。
2. 觀察到的協變數 ( $Z_i$ ): 這些是可能影響結果的額外變數，如人均 GDP、人口結構、國家貿易依賴度等。

### 3.4 Treatment Effect Estimation

處理效應的估算公式為：

$$\hat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{i=1}^{53} w_i^* Y_{it}$$

其中， $Y_{1t}$  是處理組（日本）在時間  $t$  的觀察結果， $Y_{it}$  是控制組第  $i$  個單位在時間  $t$  的觀察結果， $w_i^*$  是通過優化過程選擇的權重。

### 3.5 Statistical Inference

#### 3.5.1 Basic p-value

在每個處理後的時間  $t$ ，Basic p-value 的計算公式為：

$$p_{1t} = \frac{\sum_{i=2}^{J+1} 1\{\hat{\alpha}_{it} \geq \hat{\alpha}_{1t}\}}{J}$$

這裡， $\hat{\alpha}_{it}$  是每個控制組單位的處理效應， $\hat{\alpha}_{1t}$  是處理組的處理效應。此 p-value 用於檢驗處理效應是否顯著。

#### 3.5.2 Standardized p-value

為了考慮處理前擬合的情況，我們計算 Standardized p-value：

$$p_{std_{1t}} = \frac{\sum_{i=2}^{J+1} 1\left\{\frac{\hat{\alpha}_{it}}{RMSP_{E_{pre_i}}} \geq \frac{\hat{\alpha}_{1t}}{RMSP_{E_{pre_1}}}\right\}}{J}$$

其中，RMSPE（均方根預測誤差）為：

$$RMSPE_{pre_i} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{T_0} (Y_{it} - Y_{SC,it})^2}{T_0}}$$

此 p-value 考慮了處理前的預測誤差，使得對照組與控制組之間的比較更加精確。

### 3.5.3 RMSPE Ratio Test

為了進一步檢驗處理效應，我們計算 RMSPE Ratio Test 的 p-value：

$$p_{ratio_1} = \frac{\sum_{i=2}^{J+1} 1 \left\{ \frac{RMSPE_{post_i}}{RMSPE_{pre_i}} \geq \frac{RMSPE_{post_1}}{RMSPE_{pre_1}} \right\}}{J}$$

其中，處理後的 RMSPE 為：

$$RMSPE_{post_i} = \sqrt{\frac{\sum_{t=T_0+1}^T (Y_{it} - Y_{SC,it})^2}{T - T_0}}$$

此測試用來比較處理前後誤差的變化，進一步檢查處理效應是否持續。

## 4 Results

### 4.1 Graphical Evidence

圖 1、2 和 3 顯示了日本從 1970 年到 1995 年的實質 GDP 成長率、出口成長率和匯率成長率的趨勢。圖 1 顯示，日本的實質 GDP 成長率經歷了穩定的增長，並且在 1985 年廣場協議簽署後反而有上升趨勢。在觀察期間的後半段有增長率的趨勢。但此時可以提出質疑，若是沒有廣場協定的簽署，日本的 real GDP 成長率會不會有更大的成長。圖 2 顯示了日本的出口成長率，從 1970 到 1995 年也顯示出穩定的上升趨勢，但在廣場協議簽署初期有稍微下跌，也可以利用合成控制法來模擬，若不存讚廣場協定，出口成長率會不會有更顯著的增加。圖 3 顯示了美元兌日本的匯率成長率，廣場協議簽署後，匯率顯示出顯著的下降，這是可以預期的。協議簽署後的幾年內，日圓對美元的匯率大幅升值。這些視覺圖表顯示出廣場協議後，日本經濟表現發生的變

化，無論是在 GDP 成長、出口動態還是匯率變化上。

## 4.2 The Effect of the Plaza Accord on real GDP growth

圖 4 和圖 5 顯示了我們估算的廣場協議對日本實質 GDP 成長的影響。我們使用 Synthetic Control Method，將日本實際的 GDP 成長與合成控制進行比較。

圖 4 顯示了日本的實質 GDP 成長（實線）與合成控制的比較（虛線）。廣場協議簽署之前，即 1970-1985 年，日本的實質 GDP 成長與合成控制的趨勢相似。然而，在協議簽署後，兩者之間出現了分歧，尤其是在 1985 年之後，這種差異在 1990 年代初期尤為明顯，顯示出廣場協議對日本經濟的影響。

圖 5 顯示了日本實際 GDP 成長與合成控制之間的差距。這張圖描繪了兩者之間隨時間的差異，協議簽署後，差距顯著擴大。在 1980 年代末期，差距呈現正值，顯示日本的經濟成長超過了合成控制的增長。然而，在廣場協議簽署後，差距波動並持續為負，這可能反映出日元升值及日本經濟結構調整所帶來的挑戰。

這些結果顯示，廣場協議對日本 GDP 成長產生了影響，初期的增長效應隨後轉為經濟停滯。合成控制法為處理單位（日本）與合成控制之間的分歧提供了一些證據，但目前無法得知是否顯著，將在後面進行 Placebo test。

## 4.3 The Effect of the Plaza Accord on export growth

圖 6 和圖 7 顯示了我們估算的廣場協議對日本出口成長的影響。我們同樣使用 Synthetic Control Method，將日本實際的出口成長與合成控制進行比較。

圖 6 顯示了日本的出口成長（實線）與合成控制的比較（虛線），從 1970 年到 1995 年。與 GDP 成長的情況相似，廣場協議簽署後，出口成長也顯示出變化，並在 1990 年代初期後有所加速，這進一步反映了日元升值對日本出口的影響。但這邊有個小問題，就是在 1975 年左右沒有擬合地很好，可能需要再多考慮其他協變量才能解決這個問題。

圖 7 顯示了日本實際出口成長與合成控制之間的差距。從圖中可以看到，廣場協議簽署後，日本的出口成長與合成控制之間的差距顯著增大。這一差距在 1990 年代早期有所擴大，顯示出協議對日本出口的積極影響。

這些結果顯示，廣場協議對日本出口成長產生了影響，合成控制法為處理單位（日本）與合成控制之間的分歧提供了一些證據，但目前無法得知是否顯著。同樣地，將在後面進行 Placebo test。

## 4.4 The Effect of the Plaza Accord on exchange rate growth

圖 8 和圖 9 顯示了我們估算的廣場協議對日本匯率成長的影響。同樣，我們使用 Synthetic Control Method，將日本實際的匯率成長與合成控制進行比較。

圖 8 顯示了日本的匯率成長（實線）與合成控制的比較（虛線），從 1970 年到 1995 年。在廣場協議簽署之前，日本的匯率成長與合成控制的趨勢非常相似，這代表在擬合上的效果非常好。然而，在 1985 年後，兩者的差異顯著擴大，尤其是在 1990 年代初期，顯示出日元升值的狀態。

圖 9 顯示了日本實際匯率成長與合成控制之間的差距。這張圖顯示出，自廣場協議簽署後，日本的匯率成長與合成控制之間的差距顯著擴大。

這些結果顯示，廣場協議對日本匯率成長產生了顯著的影響，並且對其經濟結構變化有著持久的影響。但目前無法得知是否顯著。同樣地，將在後面進行 Placebo test。

## 4.5 Placebo test

### 4.5.1 Placebo Test for Synthetic Control : Real GDP Growth

圖 10 顯示了日本與合成控制組之間的實質 GDP 的差距。自 1985 年廣場協議簽署後，差距顯著擴大，並持續存在，顯示出廣場協議對日本 GDP 的影響。灰色的線條代表了不同的 Placebo 測試（即將其他國家作為假設的處理組），而紅色線條代表實際的處理組（日本）。灰色是排除日本之後，donor pool 當中的所有國家，依序提取作為對照組，其餘國家組成合成控制組，來與我們主要對照組 - 日本的結果做比較，在 post-intervention 這段期間，每個國家作為對照組時，走勢是否跟日本的走勢相同。圖 10 可以看到有些國家的走勢其實跟日本差不多，但也有走勢跟日本差距比較大的，所以最後是否顯著，仰賴於 p-value、RMSPE 來觀察實質 GDP 的顯著性。

Basic p-value for Placebo Test : Real GDP Growth 圖 11 展示 basic p-value，它的計算方法是將處理組的結果與每一個 Placebo 測試組的結果進行比較。顯示出在 1985 年後，雖然有出現下降的趨勢，但事實上 basic p-value 大約在 0.75-0.95 之間徘徊，顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。所以無法證明廣場協議對於日本的實質 GDP 有顯著的影響。

Standardized p-value for Placebo Test : Real GDP Growth 圖 12 顯示了 standardized p-value，這是一種衡量處理效果顯著性的方法。Standardized p-value 越低，表示假設的處理效果（即廣場協議的影響）越可能是真實的。從圖中可以看出，雖然 standardized p-value 在 1985 年之後逐漸下降，並在 1990 年後達到最低點。但事實上，standardized p-value 大約在 0.75-0.95 之間徘徊，顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。所以無法證明廣場協議對於日本的實質 GDP 有顯著的影響。

RMSPE Ratio Test for Placebo Test : Real GDP Growth R 語言執行的 RMSPE Ratio Test 表明，通過比較每個 Placebo 測試組的誤差比率與處理組的誤差比率，其中 **Real GDP Growth** 的 **RMSPE Ratio p-value** 為 0.1765。這裡將顯著水準設為 0.05，所以這裡是無法有證據可以證明廣場協議對於日本的實質 GDP 有顯著的影響。

所以以上三個這些測試結果顯示無法支持廣場協議對日本實質 GDP 有顯著影響。

#### 4.5.2 Placebo Test for Synthetic Control : Export Growth

圖 13 顯示了日本與合成控制組之間的出口增長差距。自 1985 年廣場協議簽署後，差距顯著擴大，並持續存在，顯示出廣場協議對日本出口增長的影響。灰色的線條代表了不同的 Placebo 測試（即將其他國家作為假設的處理組），而藍色線條代表實際的處理組（日本）。灰色線條顯示了將其他國家作為對照組，並依序選取其他國家，來與日本進行比較，在 post-intervention 期間，檢視每個國家的走勢是否與日本的走勢相似。從圖 13 可以看出，一些國家的走勢與日本相似，但也有一些國家的走勢與日本的差距較大。因此，廣場協議對日本出口增長的影響能否顯著，需依賴於 p-value 與 RMSPE 來進一步評估。

Basic p-value for Placebo Test : Export Growth 圖 14 展示了 basic p-value，它通過將處理組與每個 Placebo 測試組的結果進行比較來計算。儘管在 1985 年後有顯著的下降趨勢，basic



p-value 大約在 0.70 至 1.00 之間變動，顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。因此，無法證明廣場協議對日本出口增長有顯著的影響。

Standardized p-value for Placebo Test : Export Growth 圖 15 顯示了 standardized p-value，這是一種衡量處理效果顯著性的方法。standardized p-value 越低，表示假設的處理效果（即廣場協議的影響）越可能是真實的。從圖中可以看出，雖然 standardized p-value 在 1985 年後逐漸下降，並在 1990 年後達到最低點，但事實上，標準化 p-value 依然在 0.70 至 1.00 之間波動，顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。因此，無法證明廣場協議對日本出口增長有顯著的影響。

RMSPE Ratio Test for Placebo Test : Export Growth R 語言執行的 RMSPE Ratio Test 顯示，通過比較每個 Placebo 測試組的誤差比率與處理組的誤差比率，得出 **Export Growth** 的 **RMSPE Ratio p-value** 為 **0.1961**。由於顯著水準設為 0.05，因此無法有充分證據來證明廣場協議對日本出口增長有顯著的影響。

綜上所述，這些測試結果顯示，無法支持廣場協議對日本出口增長有顯著影響。這些測試顯示的 p-value 和 RMSPE 結果表明，廣場協議的影響在統計上並不顯著。

#### 4.5.3 Placebo Test for Synthetic Control : Exchange Rate Growth

圖 16 顯示了日本與合成控制組之間匯率差距。自 1985 年廣場協議簽署後，差距顯著擴大，並持續存在，顯示出廣場協議對日圓升值的影響。灰色的線條代表了不同的 Placebo 測試（即將其他國家作為假設的處理組），而藍色線條代表實際的處理組（日本）。灰色線條顯示了將其他國家作為對照組，並依序選取其他國家，來與日本進行比較，在 post-intervention 期間，檢視每個國家的走勢是否與日本的走勢相似。從圖 16 可以看出，一些國家的走勢與日本相似，但也有一些國家的走勢與日本的差距較大。因此，廣場協議對日本出口增長的影響能否顯著，需依賴於 p-value 與 RMSPE 來進一步評估。

Basic p-value for Placebo Test : Exchange Rate Growth 圖 17 展示了 basic p-value，它通過將處理組與每個 Placebo 測試組的結果進行比較來計算。在 1985 年後有顯著的上升趨勢，但 basic p-value 大約在 0.12 至 0.25 之間變動，顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。因此，無法證明廣場協議對日本匯率增長有顯著的影響。

Standardized p-value for Placebo Test : Exchange Rate Growth 圖 18 顯示了 standardized p-value，這是一種衡量處理效果顯著性的方法。Standardized p-value 越低，表示假設的處理效果（即廣場協議的影響）越可能是真實的。從圖中可以看出，standardized p-value 在 1987 年、1989 年時，廣場協議對於日本的匯率是有顯著的影響的。但在 1990 年之後，standardized p-value 就有上升的趨勢，代表在此次分析當中廣場協議對於匯率在某些年度可能是有顯著的影響的，在其他部門還是顯示出處理效果與其他 Placebo 測試組之間在統計上並無顯著差異。

RMSPE Ratio Test for Placebo Test : Real GDP Growth R 語言執行的 RMSPE Ratio Test 表明，通過比較每個 Placebo 測試組的誤差比率與處理組的誤差比率，其中 **Exchange rate Growth** 的 RMSPE Ratio p-value 為 0.5294。這裡將顯著水準設為 0.05，所以這裡是無法有證據可以證明廣場協議對於日本的匯率有顯著的影響。

所以以上三個這些測試結果顯示只有在 1987 及 1989 年的 standardized p-value 支持廣場協議對日本匯率有顯著影響，其餘年度及方法皆無法得出此結論。

## 5 Conclusion

儘管在 GDP、出口和匯率增長中觀察到趨勢，Placebo test 表明廣場協議對日本經濟的影響在統計上並不顯著。結果表明，儘管廣場協議導致了匯率的即時變化，但其對 GDP 和出口增長的長期影響並不明顯。可能需要考慮更多的協變量，例如：進口、投資以及政府政策等等，並考慮這些協變量再利用 Synthetic control estimator 做擬合，可能可以得到更好的擬合效果或是廣場協議對日本經濟帶來更顯著影響的證據。

## Figures

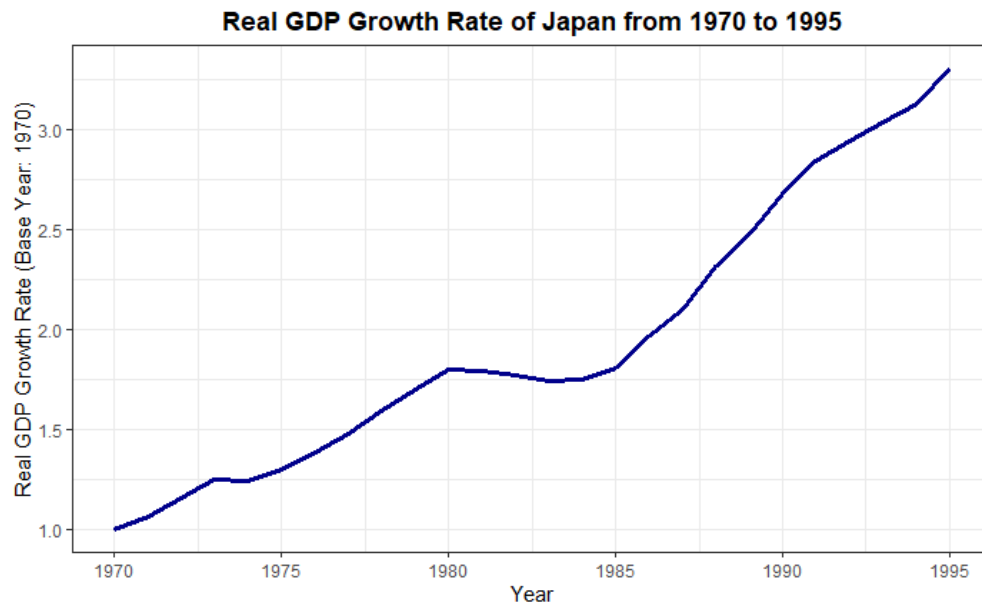


Figure 1: Real GDP Growth

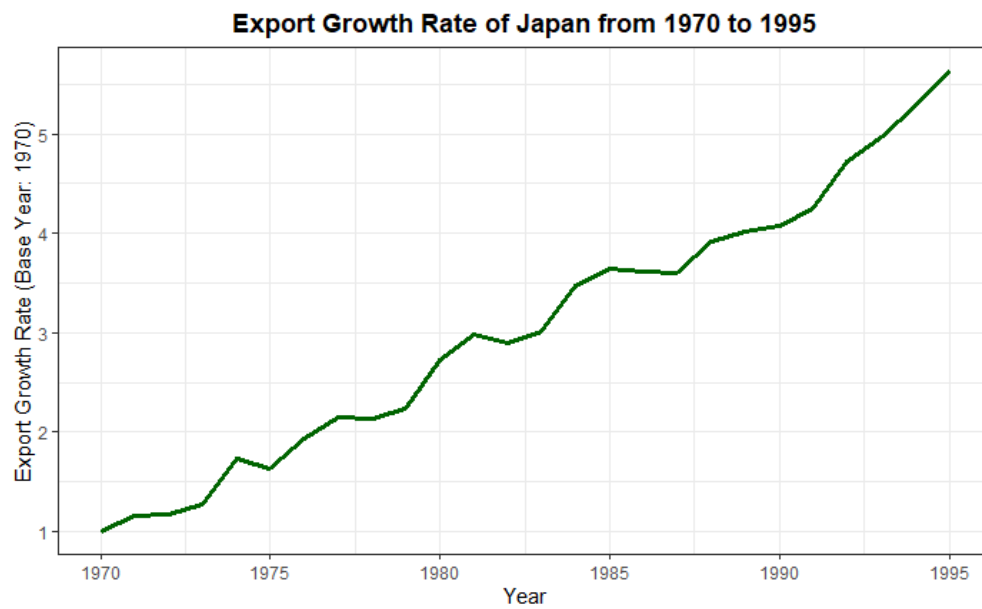


Figure 2: Export Growth

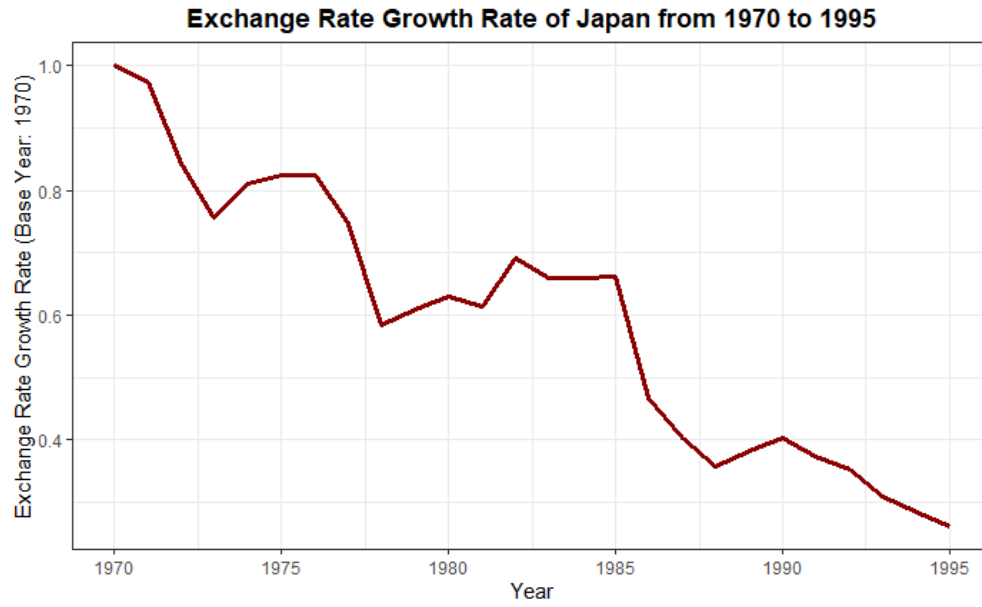


Figure 3: Exchange Rate Growth

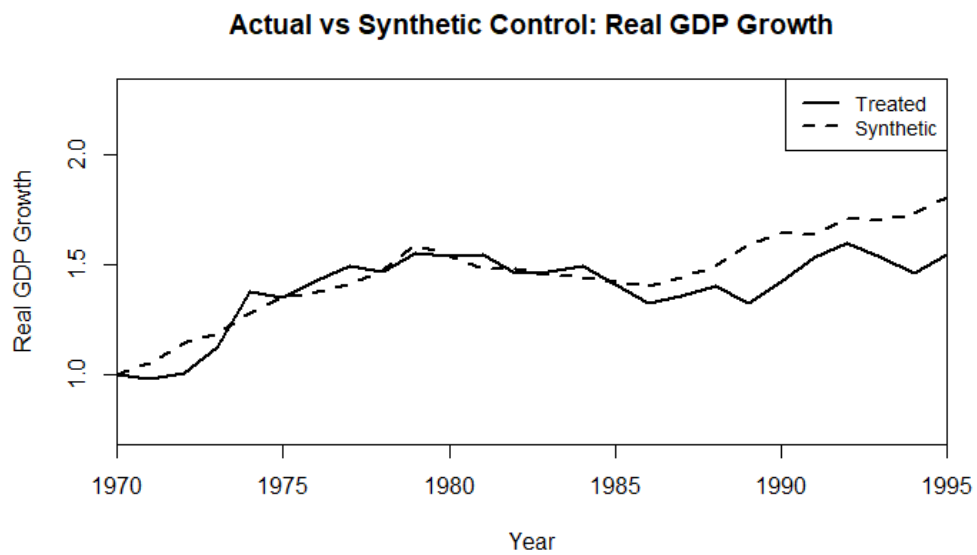


Figure 4: Actual vs Synthetic Control Real GDP Growth

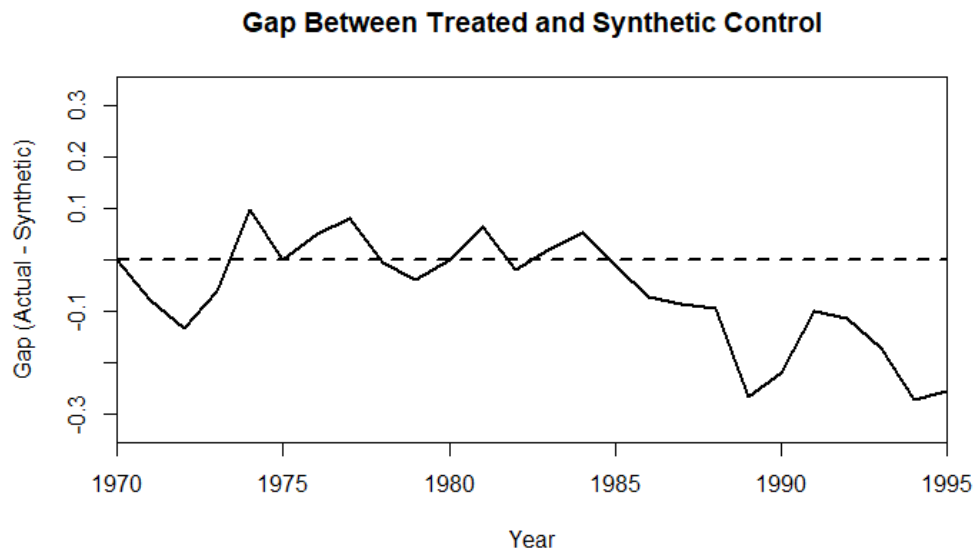


Figure 5: Gap Between Treated and Synthetic Control : Real GDP Growth

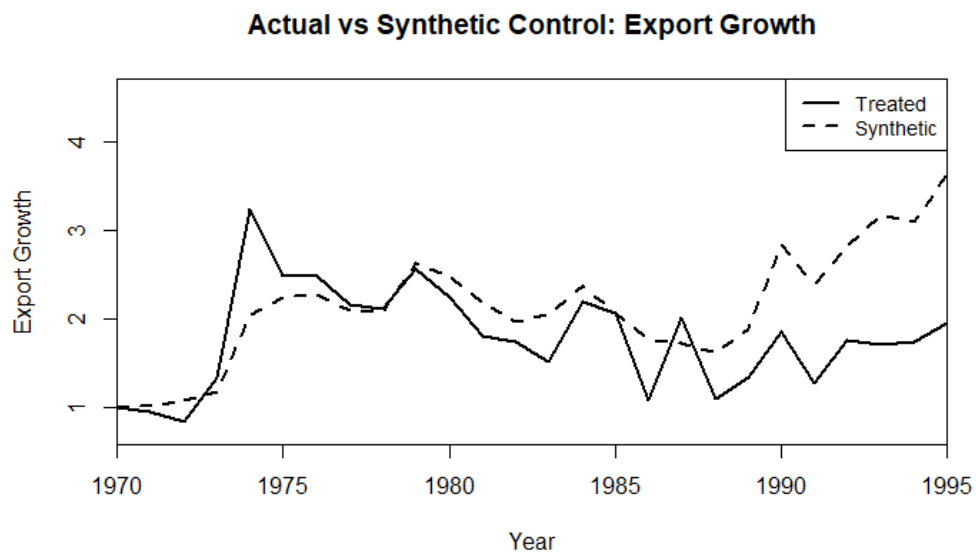


Figure 6: Actual vs Synthetic Control Export Growth

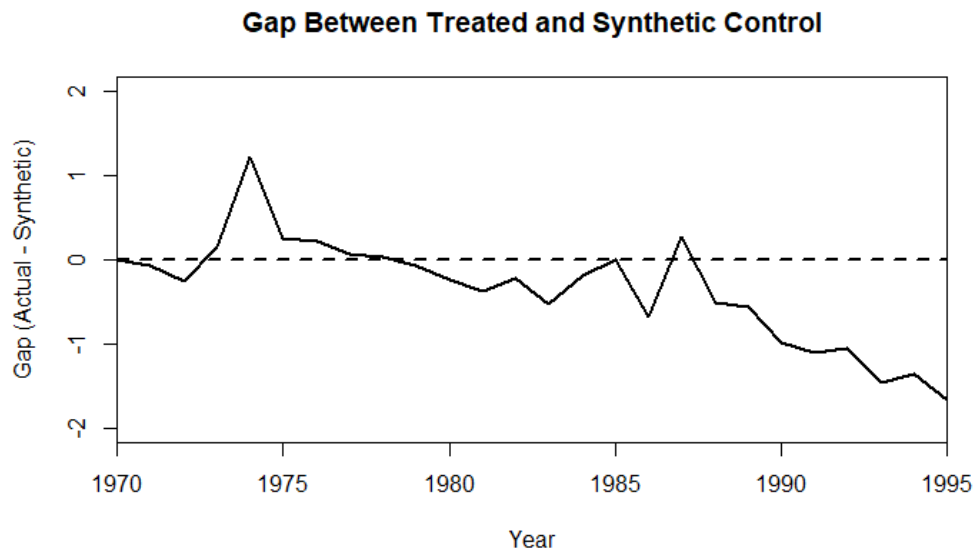


Figure 7: Gap Between Treated and Synthetic Control : Export Growth

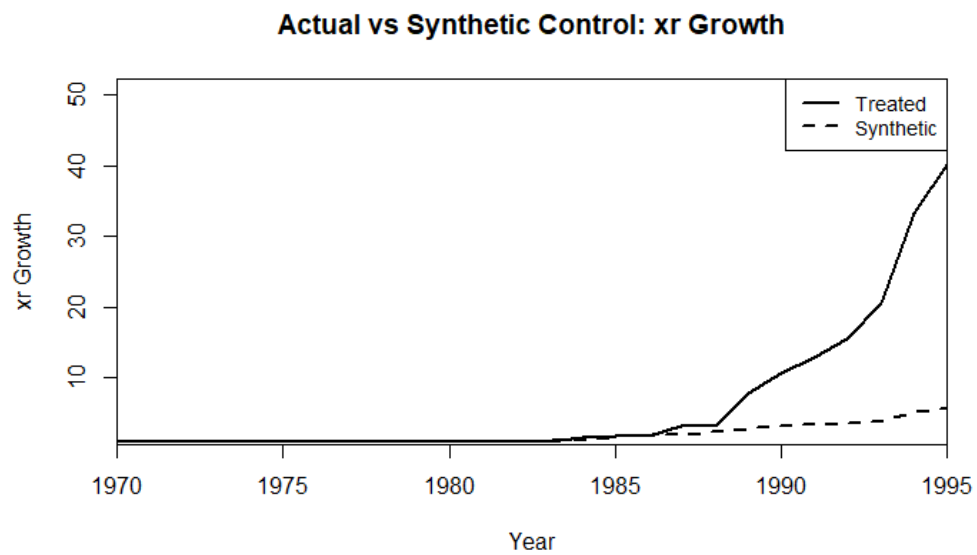


Figure 8: Actual vs Synthetic Control Exchange rate Growth

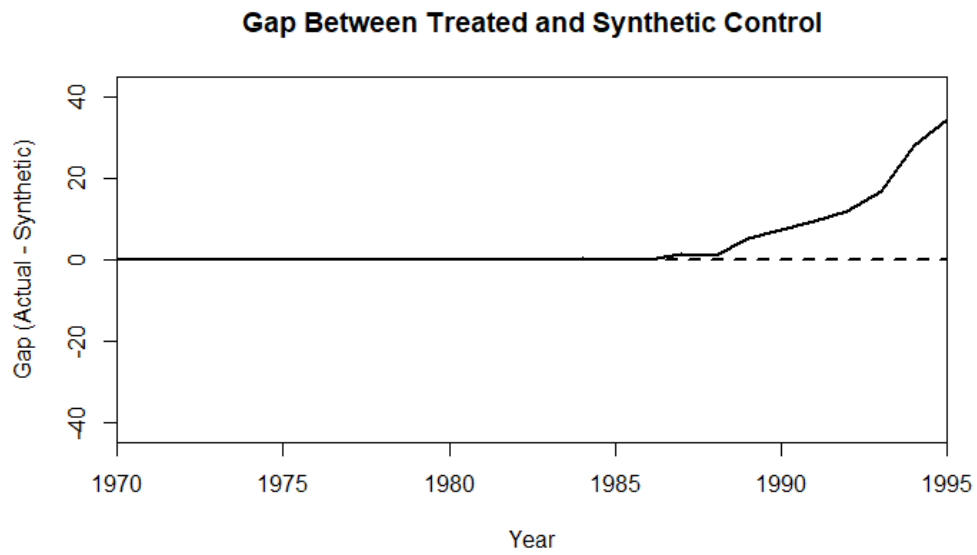


Figure 9: Gap Between Treated and Synthetic Control : Exchange rate Growth

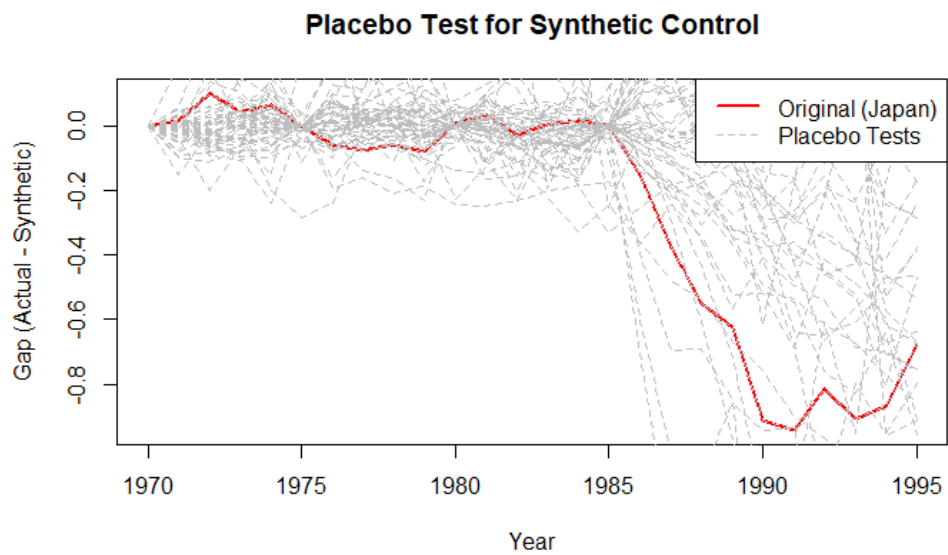


Figure 10: Placebo Test for Synthetic Control : Real GDP Growth

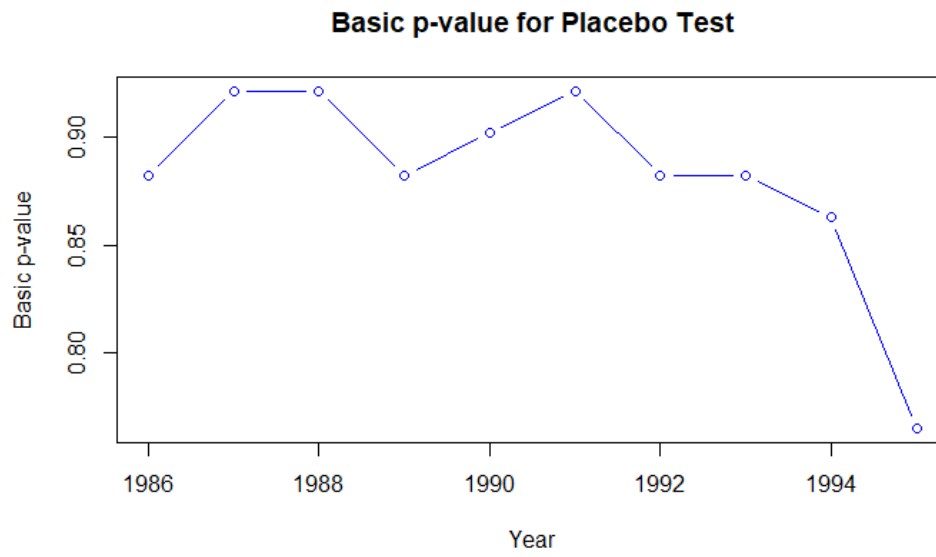


Figure 11: Basic p-value for Placebo Test : Real GDP Growth

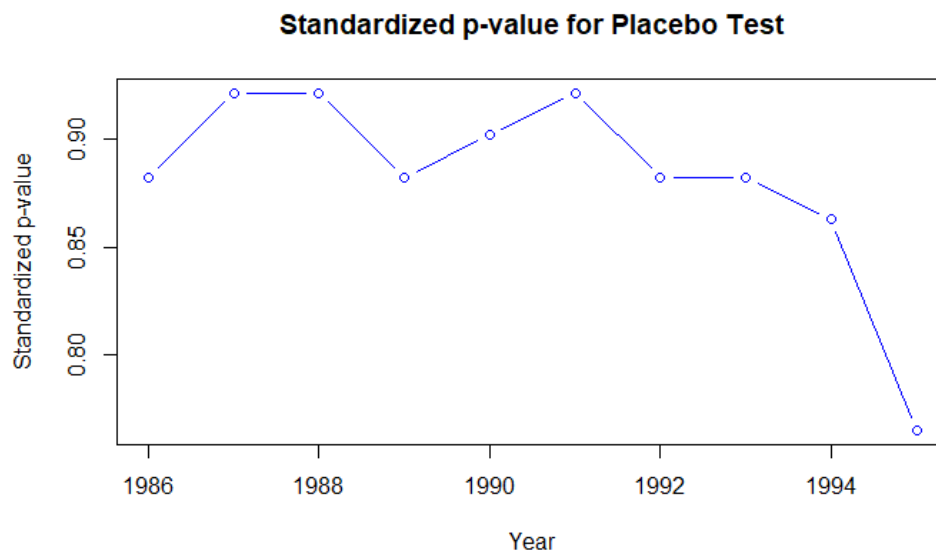


Figure 12: Standardized p-value for Placebo Test : Real GDP Growth



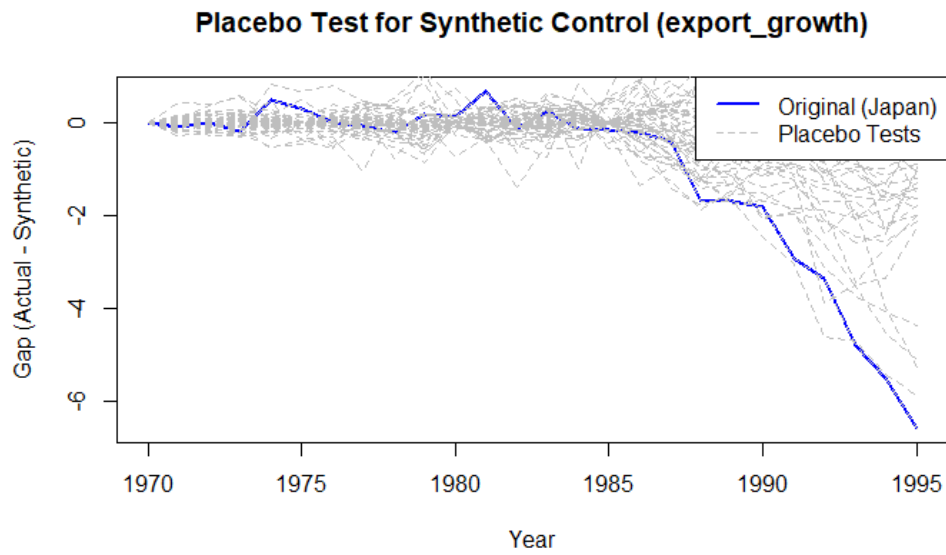


Figure 13: Placebo Test for Synthetic Control : Export Growth

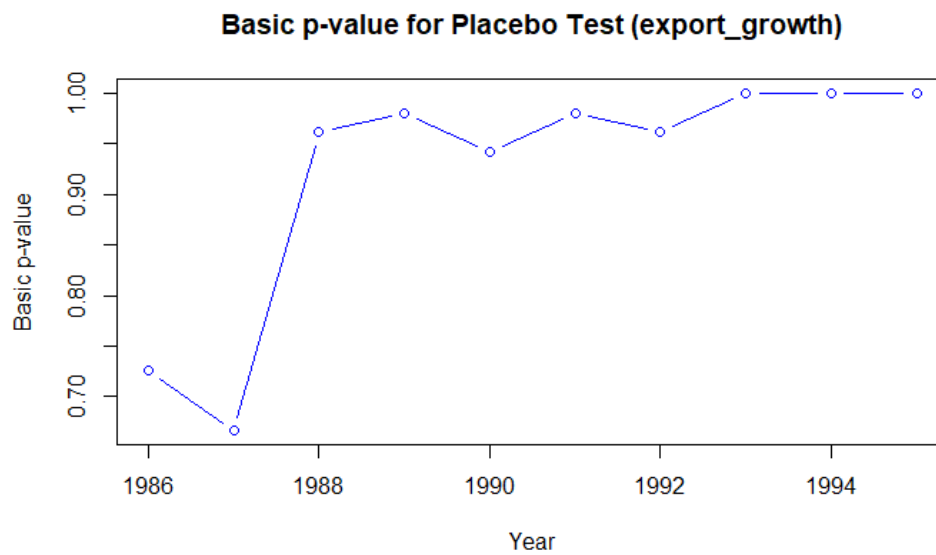


Figure 14: Basic p-value for Placebo Test : Export Growth

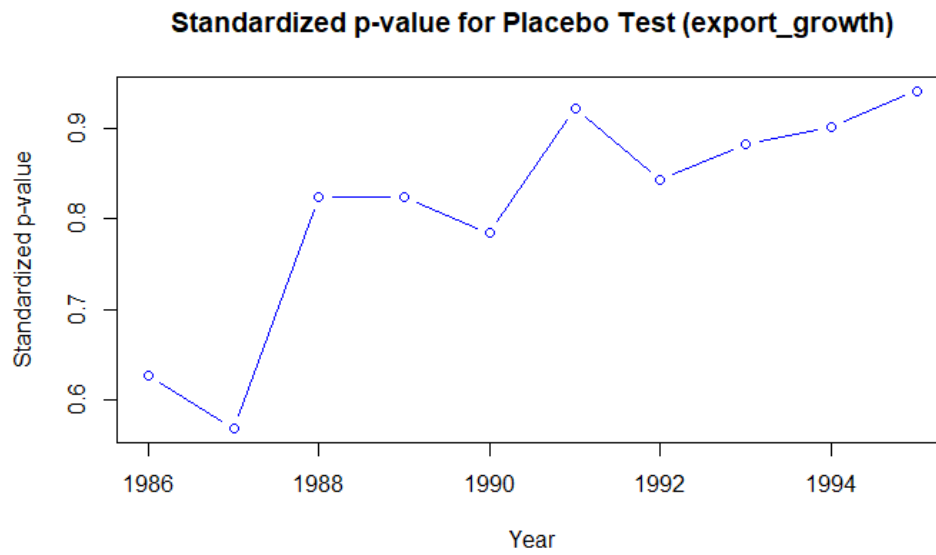


Figure 15: Standardized p-value for Placebo Test : Export Growth

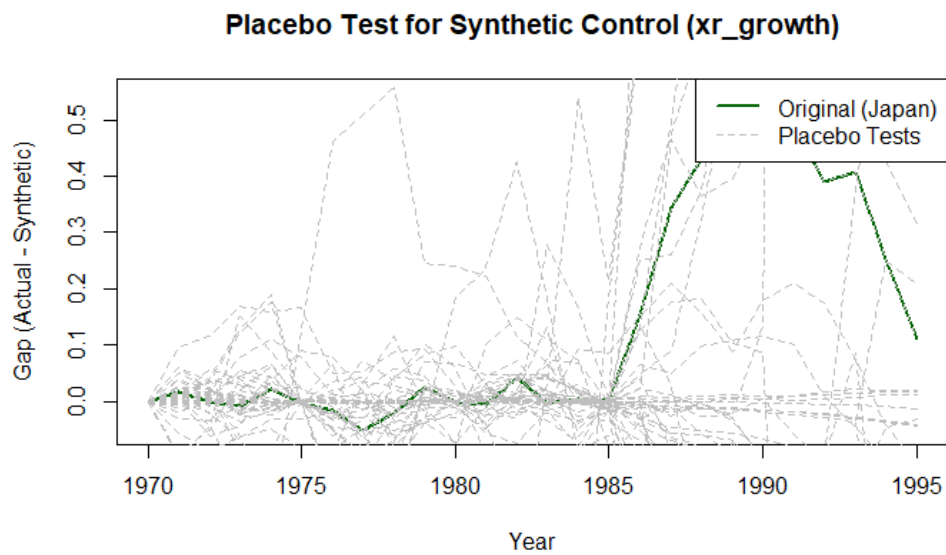


Figure 16: Placebo Test for Synthetic Control : Exchange Rate Growth

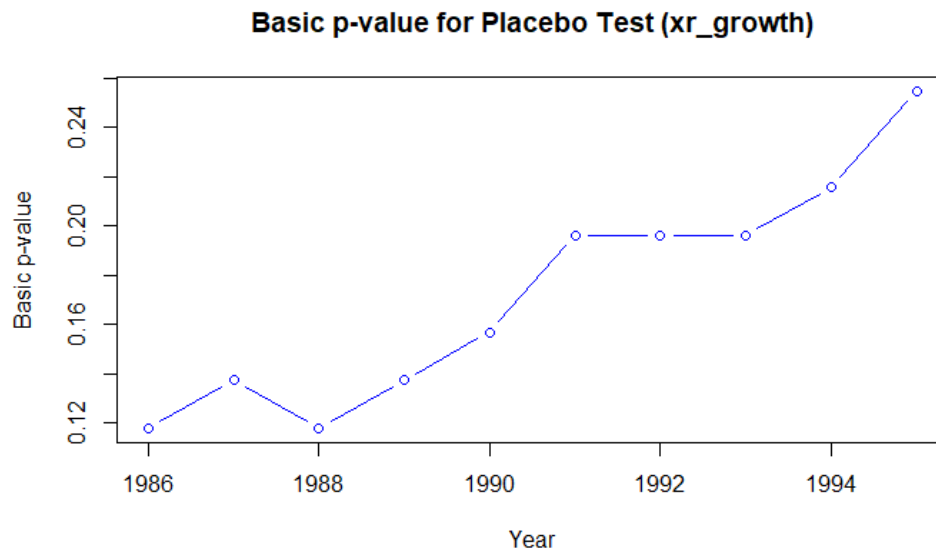


Figure 17: Basic p-value for Placebo Test : Exchange Rate Growth

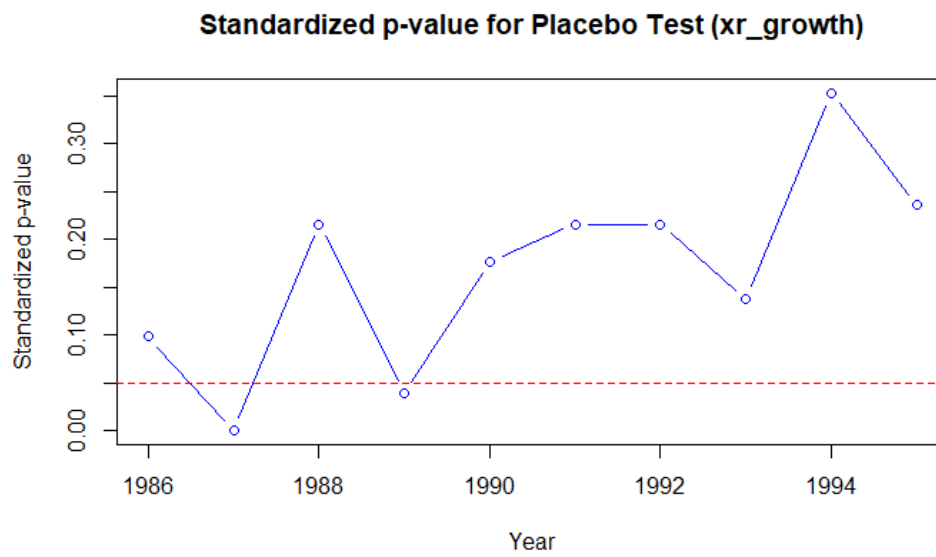


Figure 18: Standardized p-value for Placebo Test : Exchange Rate Growth