

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 地球與行星科學科

## 探究精神獎

051901

臺灣冬季氣壓、海溫、雨量與 PDO 指數之相關  
性研究

學校名稱：臺中市立臺中女子高級中等學校

作者： 高二 林雯淳 高二 陳昱文	指導老師： 劉承珪
-------------------------	--------------

關鍵詞：臺灣冬季氣壓、臺灣冬季雨量、PDO 指數

## 摘要

本研究使用 1910 年至 2017 年的 PDO 指數、氣壓、海溫、雨量資料，分析北太平洋西部受到太平洋年代際振盪（Pacific Decadal Oscillation, PDO）的影響。

首先以台灣多處測站的冬季氣壓資料，計算距平值，繪圖觀察其變動週期。結果顯示各處氣壓距平值於近百年間在圖表曲線上出現高峰、低谷的年分大致相同。接著利用冬季氣壓距平值與 PDO 指數畫出的圖表疊圖比較，發現兩者趨勢高度相似，彼此牽動。再以北太平洋西部的海溫資料距平值繪製圖表，分別與台灣冬季氣壓距平值、PDO 指數疊圖，發現氣壓及 PDO 分別與海溫距平趨勢線的疊圖在週期上位於相反相位，呈負相關。最後，以台灣冬季降雨數據與上述資料比較，結果顯示此研究可用於長期氣候及雨量之預測。

## 壹、研究動機

上高中後，從地科課時就注意到聖嬰現象的重要性，經過資料蒐集，發現太平洋除了有聖嬰現象，亦有一個跟它極為相像的太平洋年代際震盪（PDO），只發生在北太平洋 20°N 以北的海域，且周期為 20~30 年，較聖嬰現象長，影響太平洋的溫度變化比聖嬰現象更明顯。

在查詢氣壓數據及繪製氣壓變化曲線圖的過程中，發現台灣各地氣壓亦有週期性變化，懷疑此週期是否與 PDO 有關係，於是決定進一步探討台灣氣壓和 PDO 指數之間的關聯，並進行相關研究。

《臺灣秋季與春季年代際降雨之反相位關係研究》（林和駿、洪致文，2015）指出 PDO 會影響台灣春季與秋季的降雨，然而，冬季的降雨對於旱災發生與否有較春、秋季降雨有更大的決定性。綜合上述原因，我們進一步思考並探討台灣冬季的氣壓及降雨與 PDO 的相關性。

## 貳、研究目的

- 一、分析台灣各地（淡水、花蓮、高雄、台中、恆春、台東測站）近一百年來氣壓數據間的趨勢變化
- 二、探討台灣氣壓數據與 PDO 指數間的關係
- 三、探討台灣氣壓數據與北太平洋西部海水表面溫度的關聯
- 四、探討 PDO 指數與北太平洋西部海水表面溫度的關聯
- 五、利用氣壓、PDO 週期及台灣各測站之雨量變化以探討預測未來台灣降雨型態之可能性

## 參、研究設備及器材

一、筆記型電腦

二、Excel、Microsoft Word、小畫家

## 肆、研究過程或方法

一、研究資料來源與相關原理：

(一) 太平洋十年震盪

美國海洋學家 Steven R.Hare 於 1997 年在研究鮭魚繁殖現象時發現了太平洋十年震盪 (Pacific Decadal Oscillation, PDO)，並為其命名。

太平洋十年震盪是北太平洋 (尤其 20°N 以北) 海面溫度主要的變化形態，特徵為太平洋北緯 20 度以北區域表層海水溫度異常偏暖或偏冷。以 10 年周期尺度變化的太平洋氣候變化現象，變換周期通常為 20~30 年，對北太平洋的影響較聖嬰現象明顯。

(二) PDO 指數

當 PDO 指數為正時，代表位於暖相位 (或「正相位」)，在太平洋十年振盪「暖相位」期間西太平洋偏冷而東太平洋偏暖。當 PDO 指數為負時，表示冷相位 (或「負相位」)，在「冷相位」期間西太平洋偏暖而東太平洋偏冷。

(下圖中，紅色部分代表暖相位，藍色部分代表冷相位)

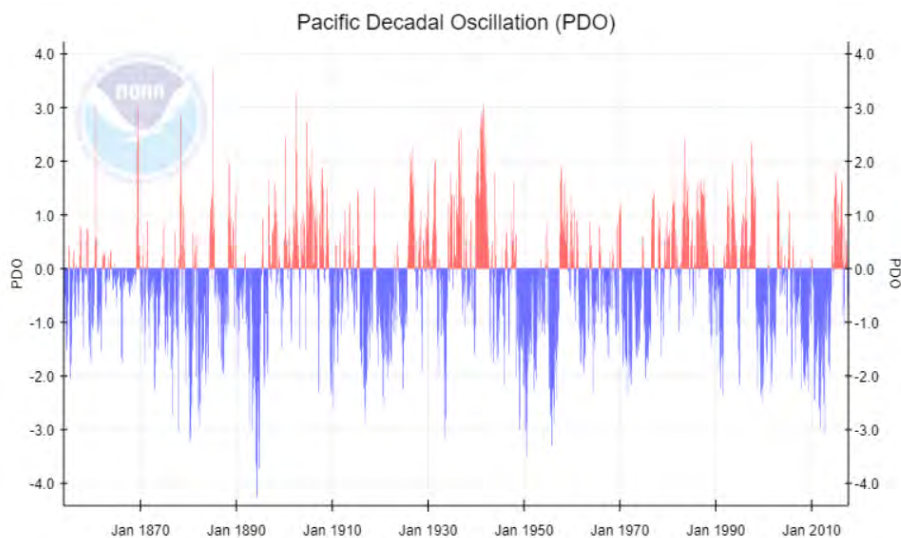


圖 (一) NOAA 網站上由 PDO 指數畫出的冷暖相位圖

近年來，研究者更發現臺灣北部地區春雨的變化與太平洋年代際震盪有關，正相位時春雨多，負相位時春雨少。（Hung et al., 2004）

多個研究顯示 PDO 指數可以通過赤道作用和額外的赤道氣候系統的疊加重建。與 ENSO 不同，PDO 並非海洋變化的單一物理模式，而是多個具有不同起因的動態過程相疊加的結果。

### （三）中央氣象局大氣水文資料庫(氣壓資料來源)

資料取得步驟：



圖（二） 註冊並登入大氣水文資料庫



圖（三） 進入資料查詢頁面，點選局屬測站



圖（四） 點選局屬測站後，移動滑鼠向下，選取起訖時間，最後點選送出查詢



圖（五） 勾選跳出來的資料，然後案產生壓縮檔案的鈕



圖（六） 稍待片刻，進入資料下載的畫面，進入資料下載的畫面，在下方點選下載

```

201709_cwb_dy - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
* MD (Multifield Daily Data Format)
* 以 '*' 字元開頭的文字為格式說明
* 以 '#' 字元開頭的文字為氣象資料欄位標題列 7個字元一組
*****
* 格式說明:
* 站碼(stno) 時間(yyyymmdd) 氣象資料欄位
* 1~6      8~15      第16個字元開始 每個氣象要素(欄位) 7個字元
* 時間為當地時間(Local Time)
* yyyy: 西元年
* mm: 月
* dd: 日
*****
* 欄位標題說明:
* 極值發生時間欄位格式為 ddhmm 6位字元 其中 dd:日期(1~31日) hh:小時(00~23時) mm:分鐘(00~59分)
*
* CD01 平均雲量(10分量)
* EP01 箱內蒸發量(mm)
* EP02 箱外蒸發量(mm)
* EP03 A型蒸發量(mm)
* GR01 全天空日射量(MJ/m2)
* GR02 小時最大全天空日射量(MJ/m2)
* GR03 小時最大全天空日射量時間
* PP01 降水量(mm)
* PP02 降水時數(hr)
* PP03 十分鐘最大降水量(mm)
* PP04 十分鐘最大降水時間
* PP05 一小時最大降水量(mm)
* PP06 一小時最大降水時間
* PS01 平均測站氣壓(hPa)
* PS02 平均海平面氣壓(hPa)
* PS03 最高測站氣壓(hPa)
* PS04 最高測站氣壓時間
* PS05 最低測站氣壓(hPa)
* PS06 最低測站氣壓時間
* PS07 最高海平面氣壓(hPa)
* PS08 最高海平面氣壓時間
* PS09 最低海平面氣壓(hPa)
* PS10 最低海平面氣壓時間
* RH01 平均相對濕度(%)
* RH02 最大相對濕度(%)
* RH03 最大相對濕度時間

# stno yyyymmdd PS01 PS02 PS03 PS04 PS05 PS06 PS07 PS08
466880 20170901 1004.5 1005.7 1006.0 012151 1002.8 011635 1007.2 012151
466880 20170902 1004.9 1006.1 1007.4 022055 1002.9 020518 1008.6 022055
466880 20170903 1007.9 1009.1 1010.7 032056 1005.4 030335 1011.9 032056
466880 20170904 1008.7 1009.9 1010.1 042223 1006.9 041656 1011.3 042223
466880 20170905 1007.5 1008.7 1009.6 050001 1005.4 051450 1010.8 050001
466880 20170906 1004.9 1006.1 1007.0 062121 1002.4 061345 1008.2 062121
466880 20170907 1007.3 1008.5 1009.4 072309 1005.6 070128 1010.6 072309
466880 20170908 1008.9 1010.1 1010.5 080857 1007.5 081442 1011.7 080857
466880 20170909 1009.0 1010.2 1010.2 090906 1007.9 091651 1011.4 090906
466880 20170910 1009.7 1010.9 1010.6 100821 1008.7 101448 1011.8 100821
466880 20170911 1008.4 1009.6 1009.7 112106 1006.8 111520 1010.9 112106
466880 20170912 1008.8 1010.0 1010.2 122052 1007.4 121416 1011.4 122052
466880 20170913 1009.3 1010.5 1010.8 130905 1007.5 130300 1012.0 130905
466880 20170914 1007.1 1008.3 1008.5 141043 1005.4 141514 1009.7 141043
466880 20170915 1006.7 1007.9 1008.2 152356 1005.3 151537 1009.4 152356
466880 20170916 1007.3 1008.5 1008.7 160913 1005.2 161515 1009.9 160913
466880 20170917 1008.7 1009.9 1010.7 172158 1006.7 171409 1011.9 172158
466880 20170918 1009.7 1010.9 1011.8 180749 1007.8 181429 1013.0 180749

```

圖（七）打開下載好的資料，選取需要的數據（PS01，平均測站氣壓(hPa)）

#### （四）距平

在氣候統計中，距平通常指一地區在特定期間之氣象要素（尤指溫度、降水）與同地區該項要素準平均之離差。而本研究是利用距平值概念繪製氣壓圖表。

## (五) 移動平均

參考中央氣象局 1897~2008 臺灣氣候變化統計報告，以 Excel 的移動平均分析臺灣近百年來全臺氣壓改變趨勢。本研究利用此方式觀察臺灣冬季氣壓、雨量、海溫與 PDO 指數之相對變化趨勢。

## 二、研究流程：

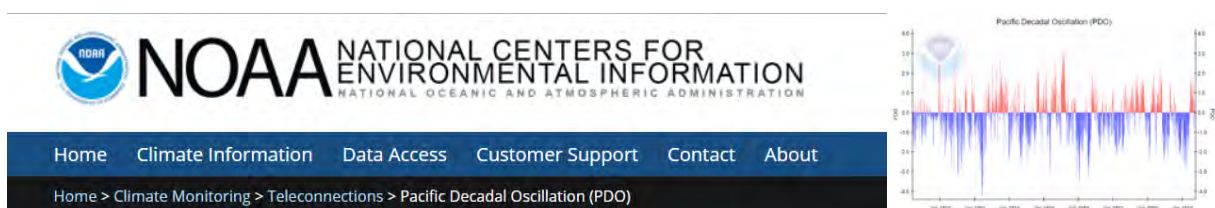
(一) 從大氣水文資料庫蒐集全台各地六個測站（編號 466900 淡水測站、編號 466990 花蓮測站、編號 467440 高雄測站、編號 467490 台中測站、編號 467590 恆春測站、編號 467660 台東測站）各測站冬季（12 月~2 月）氣壓原始資料。

(二) 根據各測站的氣壓資料，計算出各地冬季氣壓距平值，並利用 Excel 畫出年分-距平直條圖及趨勢線。（以編號 466900 淡水測站為例）

Year	Pressure Anomaly
1949	1019.5
1950	1021.0
1951	1020.4
1952	1021.2
1953	1020.5
1954	1022.7
1955	1018.2
1956	1019.9
1957	1021.6
1958	1021.1
1959	1020.3
1960	1019.8
1961	1018.3
1962	1019.1
1963	1015.9
1964	1019.6
1965	1018.2
1966	1019.8
1967	1017.4
1968	1015.7
1969	1017.6
1970	1017.2
1971	1018.5
1972	1016.4
1973	1010.5
1974	1019.8
1975	1019.2
1976	1011.2
1977	1019.2
1978	1018.4
1979	1016.8
1980	1013.8
1981	1016.5
1982	1014.9
1983	1015.9
1984	1016.8
1985	1015.9
1986	1016.8
1987	1015.9
1988	1016.8
1989	1015.9
1990	1016.8
1991	1015.9
1992	1016.8
1993	1015.9
1994	1016.8
1995	1015.9
1996	1016.8
1997	1015.9
1998	1016.8
1999	1015.9
2000	1016.8
2001	1015.9
2002	1016.8
2003	1015.9
2004	1016.8
2005	1015.9
2006	1016.8
2007	1015.9
2008	1016.8
2009	1015.9
2010	1016.8
2011	1015.9
2012	1016.8
2013	1015.9

圖（八）計算出各地冬季氣壓距平值

(三) 從 NOAA（美國國家海洋暨大氣總署）取得太平洋十年際震盪（PDO）的數據，以上一步驟方式繪製成直條圖和趨勢線。



圖（九）NOAA 網站

(四) 從 NASA (美國國家航空暨太空總署) 取得西太平洋的海溫數據，繪製成直條圖和趨勢線。



圖 (十) NASA 網站

(五) 自大氣水文資料庫蒐集全台各地六個測站 (編號 466900 淡水測站、編號 466990 花蓮測站、編號 467490 台中測站、編號 467590 恆春測站、編號 467660 台東測站) 各測站冬季 (12 月~2 月) 雨量原始資料。

## 伍、研究結果

### 一、台灣各地冬季氣壓差距平值

#### (一) 歸納曲線上高峰與低谷的發生年分

1. 下圖 (十一) 為淡水測站於 1941 冬季~2016 冬季氣壓距平，1955~1963 及 1977~1995 之曲線有上升趨勢，1963~1977 及 1995~2013 有下降趨勢，且於 1963、1995 為曲線之波峰，1977 及 2013 為曲線之波谷。且 1994 有最小極值，1952、1996 有最大極值。

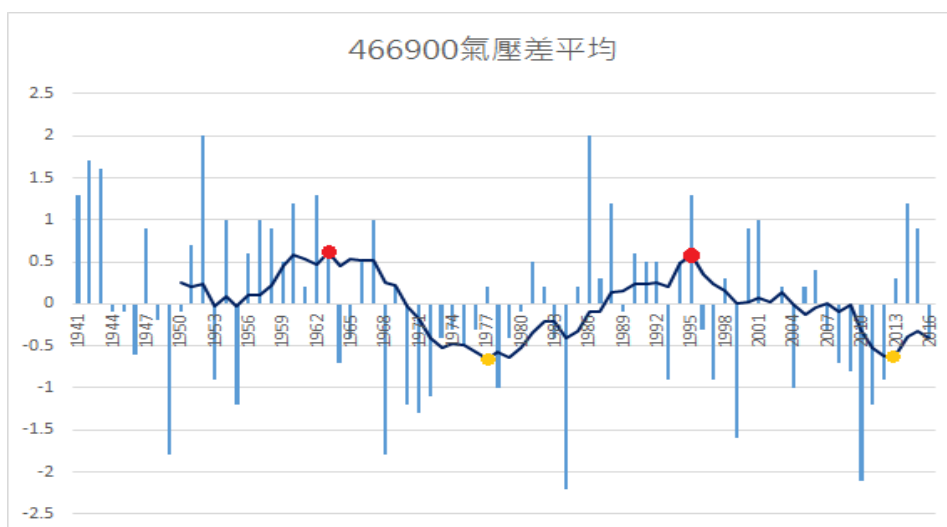
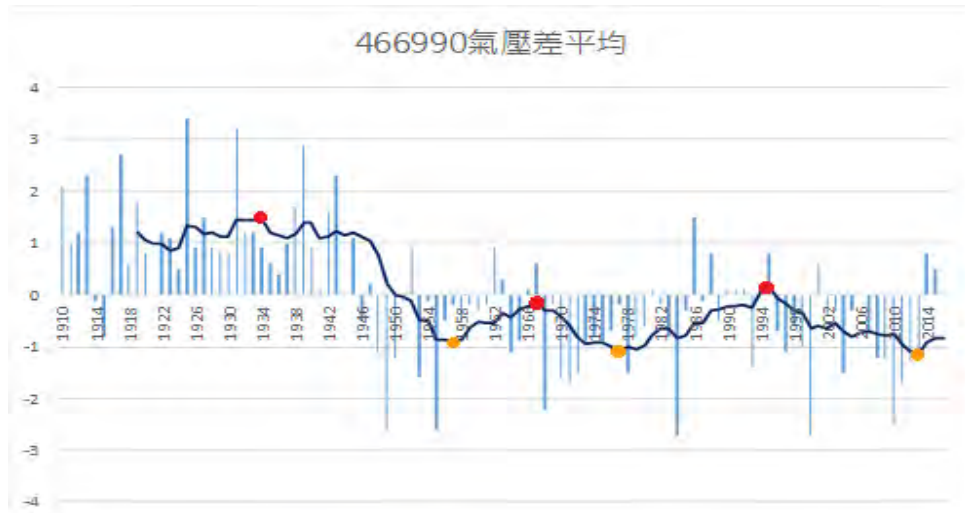


圖 (十一) 淡水測站

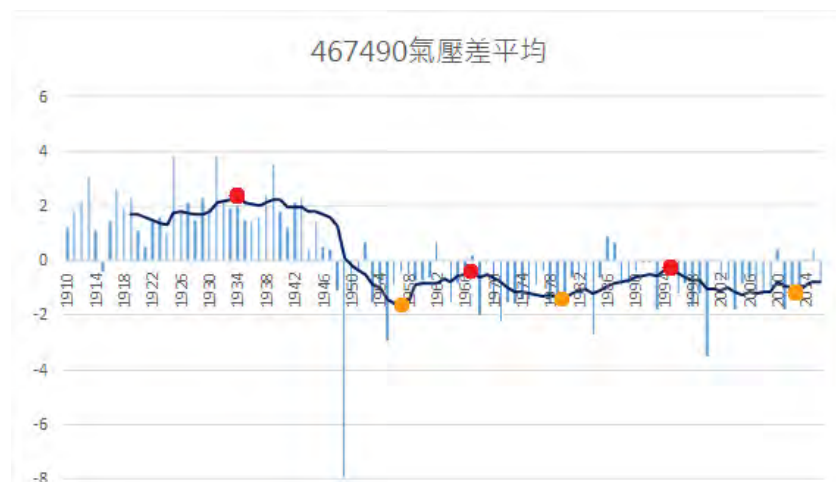


2. 下圖（十二）為花蓮測站於 1910 冬季～2016 冬季氣壓距平，1957～1977 及 1977～1995 之曲線有上升趨勢，1934～1957 及 1967～1977 及 1995～2013 有下降趨勢，且於 1934、1967、1995 為曲線之波峰，1957、1977、2013 為曲線之波谷。且 1984 有最小極值， 1925 有最大極值。



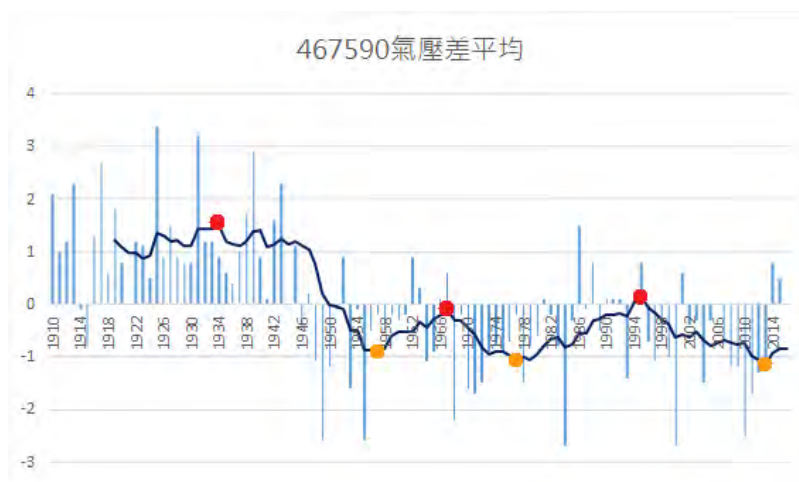
圖（十二）花蓮測站

3. 下圖（十三）為台中測站於 1910 冬季～2016 冬季氣壓距平，1957～1967 及 1967～1995 之曲線有上升趨勢，1934～1957 及 1967～1979 及 1995～2013 有下降趨勢，且於 1934、1967、1995 為曲線之波峰，1957、1979、2013 為曲線之波谷。且 1949 有最小極值， 1925 有最大極值。



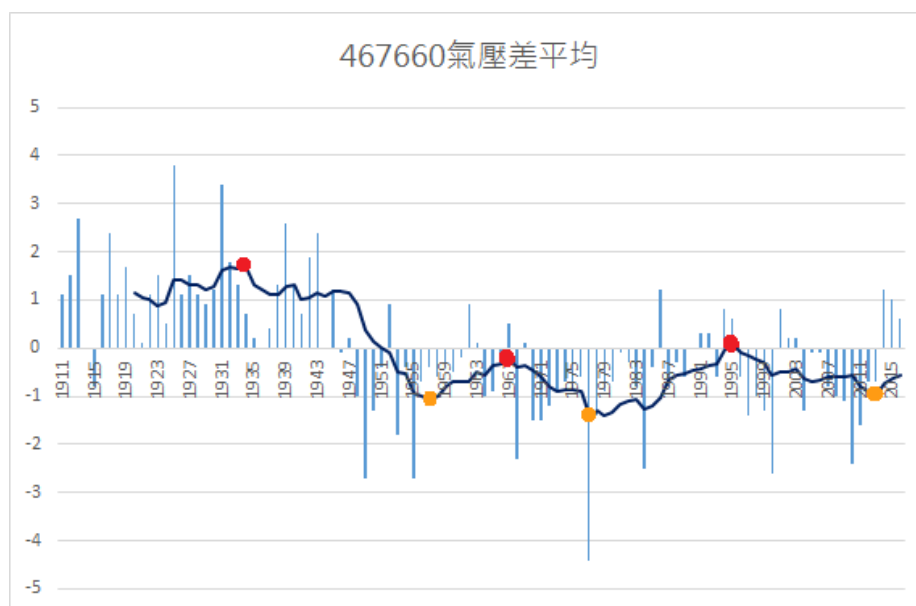
圖（十三）台中測站

4. 下圖（十四）為恆春測站於 1910 冬季～2016 冬季氣壓距平，1957～1977 及 1977～1995 之曲線有上升趨勢，1934～1957 及 1967～1977 及 1995～2013 有下降趨勢，且於 1934、1967、1995 為曲線之波峰，1957、1977、2013 為曲線之波谷。且 1984 有最小極值，1925 有最大極值。



圖（十四）恆春測站

5. 下圖（十五）為台東測站於 1910 冬季～2016 冬季氣壓距平，1957～1977 及 1977～1995 之曲線有上升趨勢，1934～1957 及 1967～1977 及 1995～2013 有下降趨勢，且於 1934、1967、1995 為曲線之波峰，1957、1977、2013 為曲線之波谷。且 1977 有最小極值，1925 有最大極值。



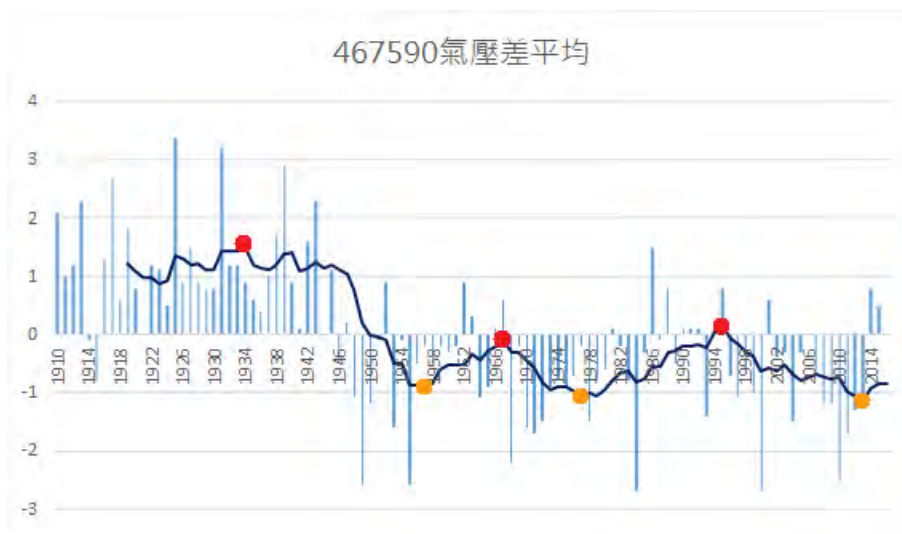
圖（十五）台東測站

	第一次	第二次	第三次
曲線波峰	1934	1967	1995
曲線波谷	1957	1977	2013

表（一） 台灣各地冬季氣壓曲線之波峰與波谷年分

## 二、冬季 PDO 指數與台灣冬季氣壓趨勢線之數據分析

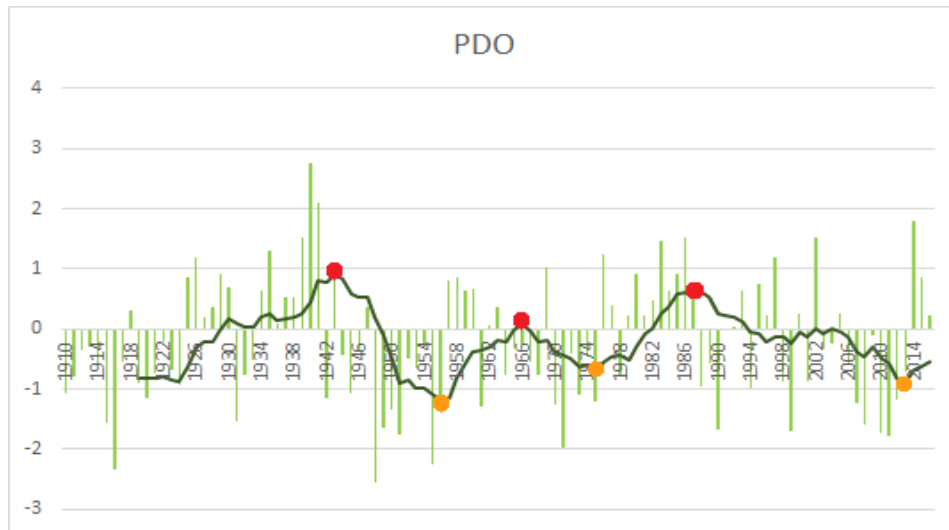
### （一）比較冬季 PDO 指數與台灣冬季氣壓趨勢線之極值



圖（十六）台灣冬季氣壓趨勢線（恆春測站）

	第一次	第二次	第三次
趨勢線波峰	1934	1967	1995
趨勢線波谷	1957	1977	2013

表（二）台灣冬季氣壓趨勢線之波峰與波谷年分

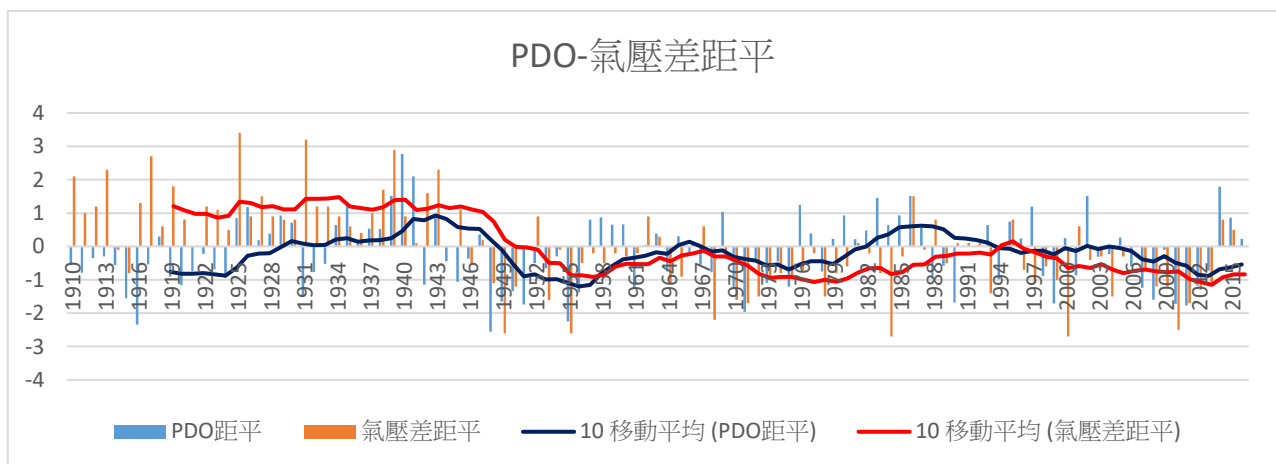


圖（十七）PDO 週期趨勢線

(PDO 指數)	第一次	第二次	第三次
波峰	1943	1966	1987
波谷	1957	1975	2013

表（三）冬季 PDO 指數趨勢線之波峰與波谷年分

(二) 比較冬季 PDO 指數與台灣冬季氣壓趨勢線之圖形相似度



圖（十八）PDO - 氣壓差距平疊圖

(三) 比較冬季 PDO 指數與台灣冬季氣壓趨勢線之延遲及年份

PDO	1949	1965	1967	1982	1994
臺灣冬季氣壓	1950	1967	1967	1994	1996

表(四) 冬季 PDO 指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於距平為零處年分

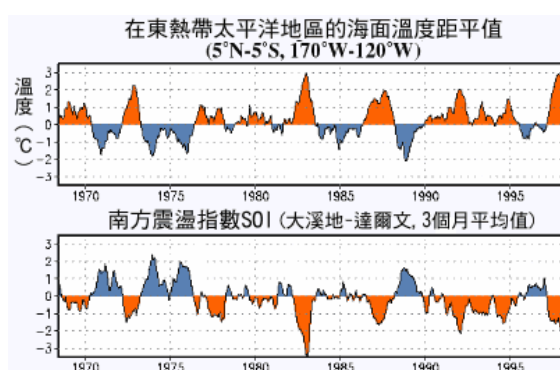
	正相位	負相位	正相位	負相位	正相位	負相位
PDO	1943	1955	1966	1976	1987	2012
臺灣冬季氣壓	1940	1958	1967	1978	1995	2013

表(五) 冬季 PDO 指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於正負相位極值之年分

三、以聖嬰現象之模式探討 PDO 與氣壓之趨勢線

(一) 聖嬰現象

由圖(十九)可發現，在「聖嬰現象」發生期間，東太平洋之氣壓場降低，西太平洋之氣壓場增高，對應到 SOI 時為負值。此時熱帶盛行東風帶減弱，甚至轉為西風帶。而這也導致太平洋表水溫呈現出東高西低之變化。所以當聖嬰現象發生，西太平洋氣壓場增高。



圖(十九)「聖嬰現象」發生期間

(二) 太平洋年代際震盪 (PDO)

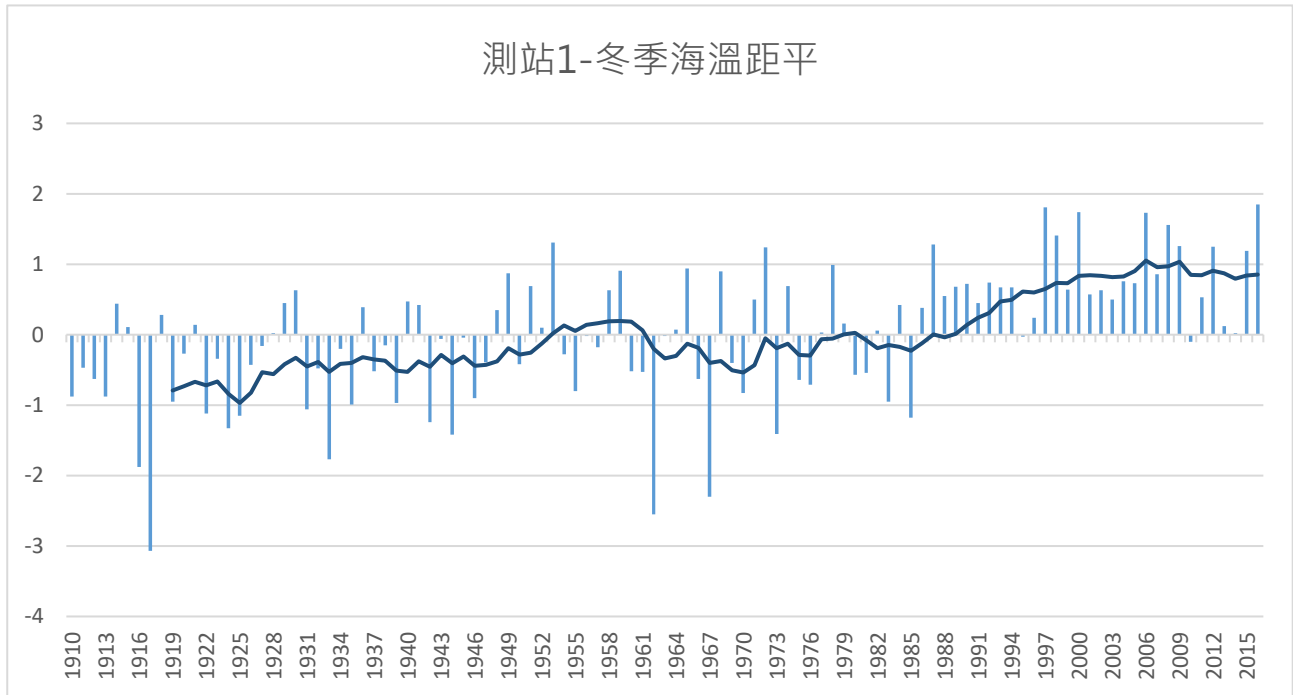
太平洋年代際震盪無論在空間上抑或是時間尺度上都與聖嬰現象有明顯關聯，因此

PDO 可視為北太平洋尺度較大的聖嬰現象。(Steven R. Hare, 1997)

#### 四、太平洋西岸海表溫距平與 PDO 及台灣氣壓距平之數據疊圖

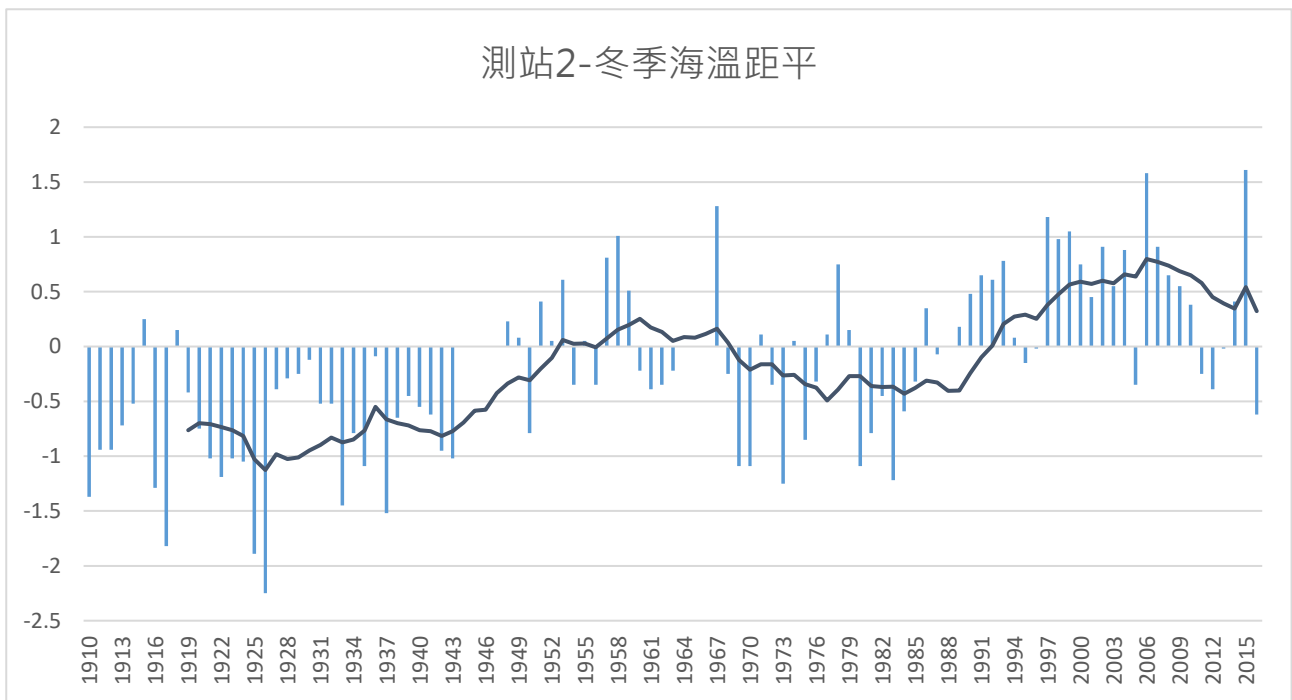
##### (一) 西太平洋小島之冬季海溫距平

由下圖(二十)可知，趨勢線於 1924~1958 及 1985 至今有上升趨勢，於 1960~1970 有下降趨勢。且分別於 1960、2006 為趨勢線最大值，於 1925、1970 為最小值。



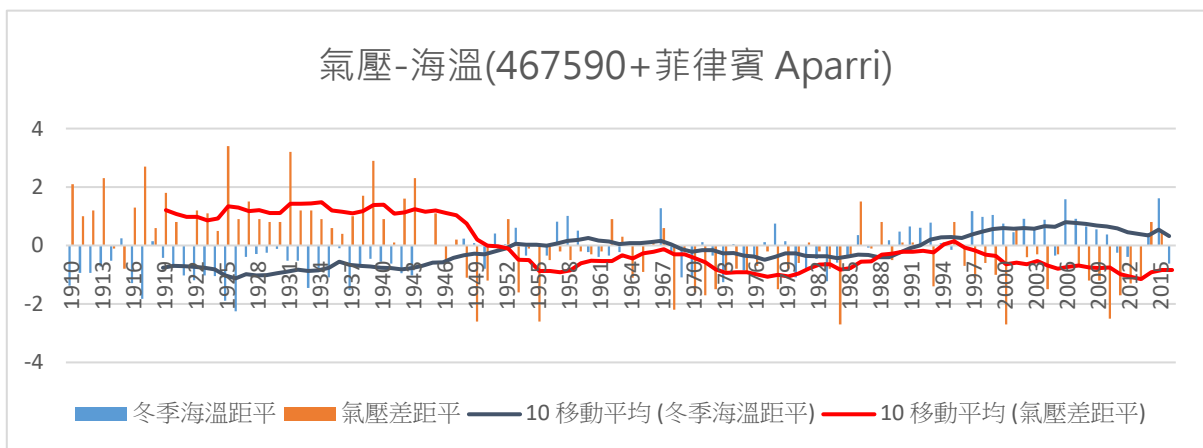
圖(二十) 石垣島之冬季海溫距平

由下圖(二十一)可知，趨勢線於 1925~1960 及 1977 至今有上升趨勢，於 1960~1977 有下降趨勢。且分別於 1960、2006 為趨勢線最大值，於 1926、1977 為最小值。

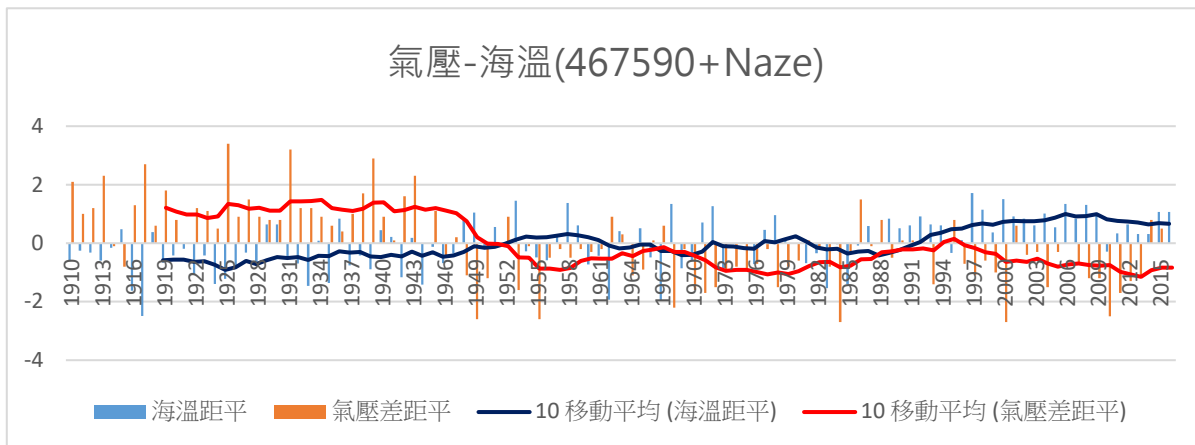


圖（二十一）菲律賓北海岸之冬季海溫距平

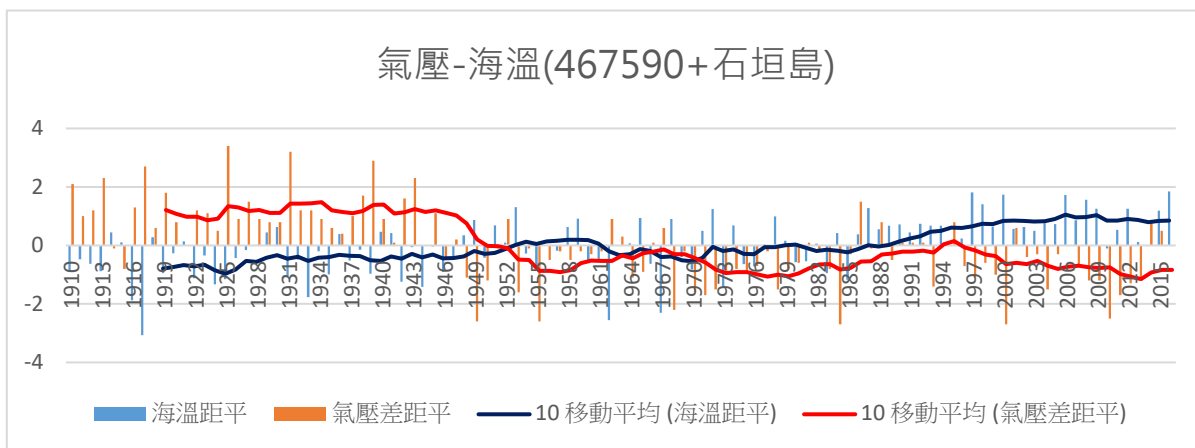
（二）台灣冬季氣壓距平與海溫距平之疊圖



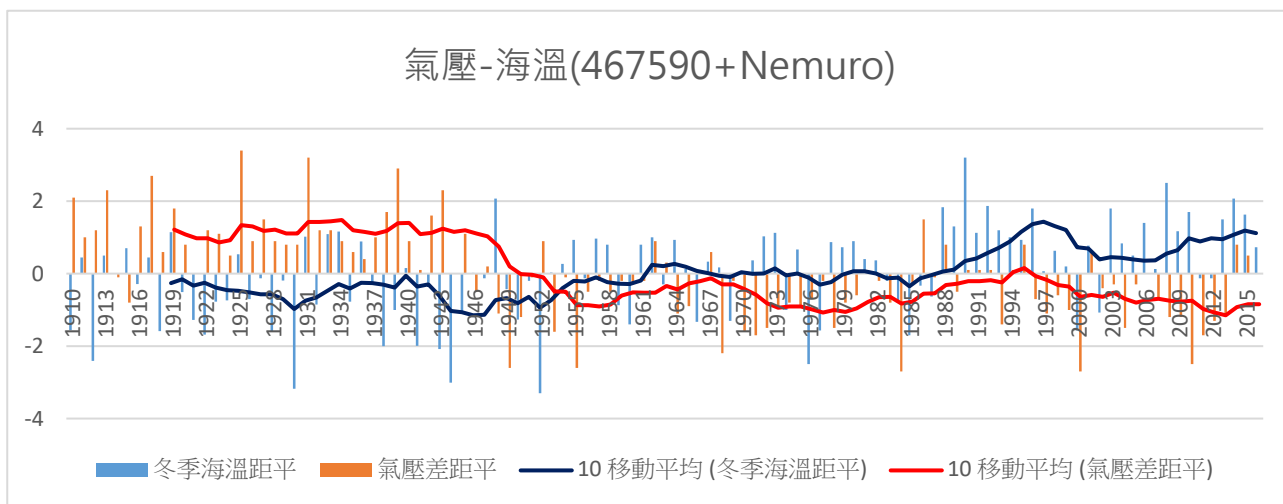
圖（二十二）氣壓距平--Aparri 海溫距平疊圖



圖（二十三）氣壓距平--Naze 海溫距平疊圖

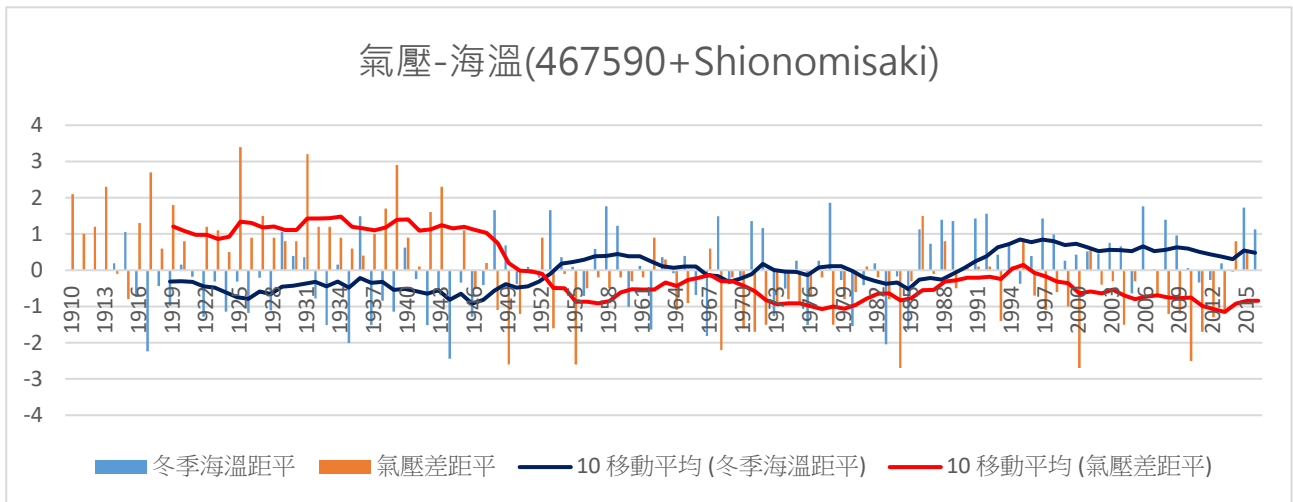


圖（二十四）氣壓距平—石垣島海溫距平疊圖



圖（二十五）氣壓距平—Nemuro 海溫距平疊圖

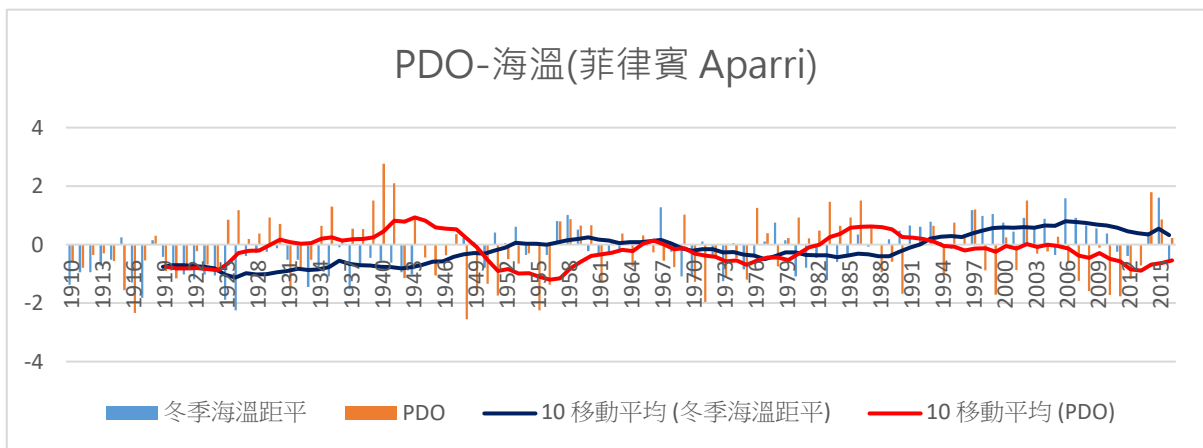




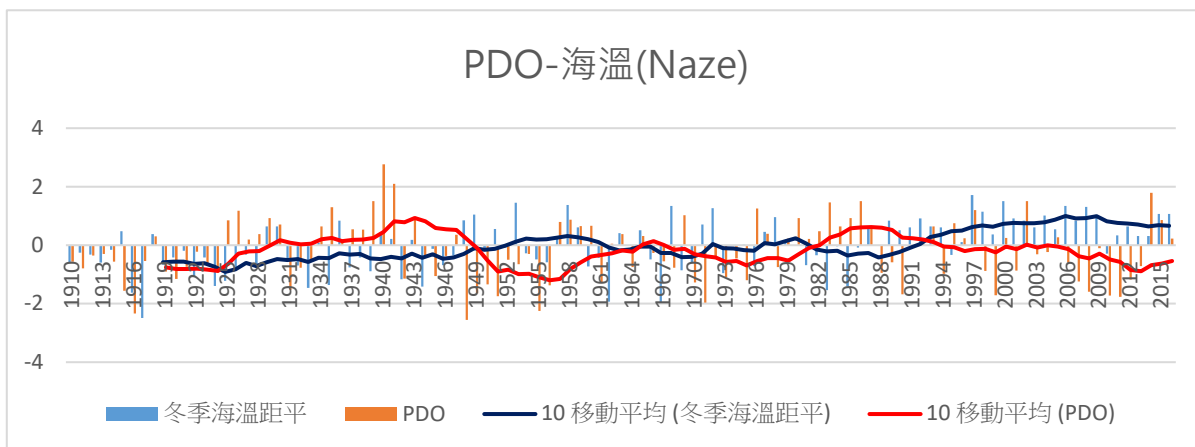
圖（二十六）氣壓距平—Shionomisaki 海溫距平疊圖

由以上的五個海溫測站疊圖觀察到，當台灣冬季氣壓距平趨勢線向上時，海溫距平趨勢線會向下；而趨勢線往下時，海溫距平趨勢線則往上。

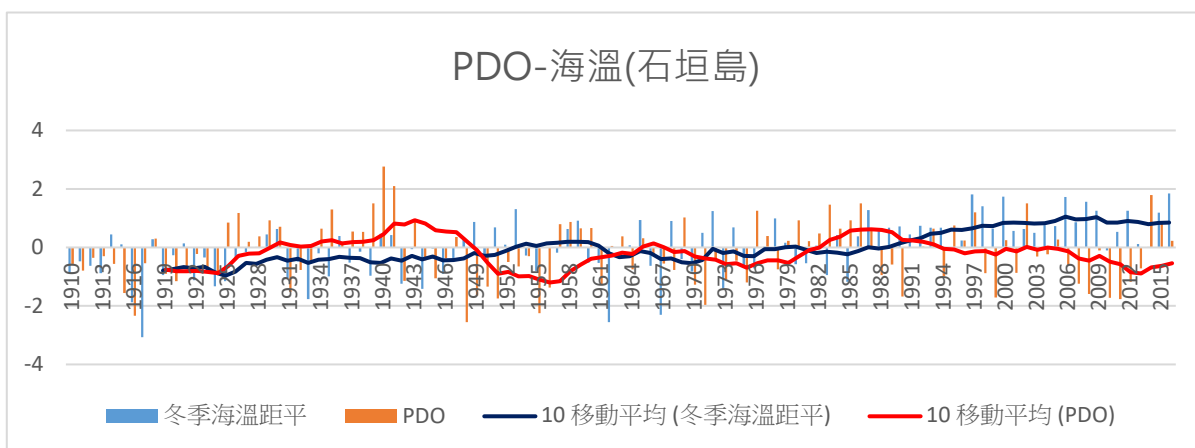
（三）PDO 指數與海溫距平之疊圖



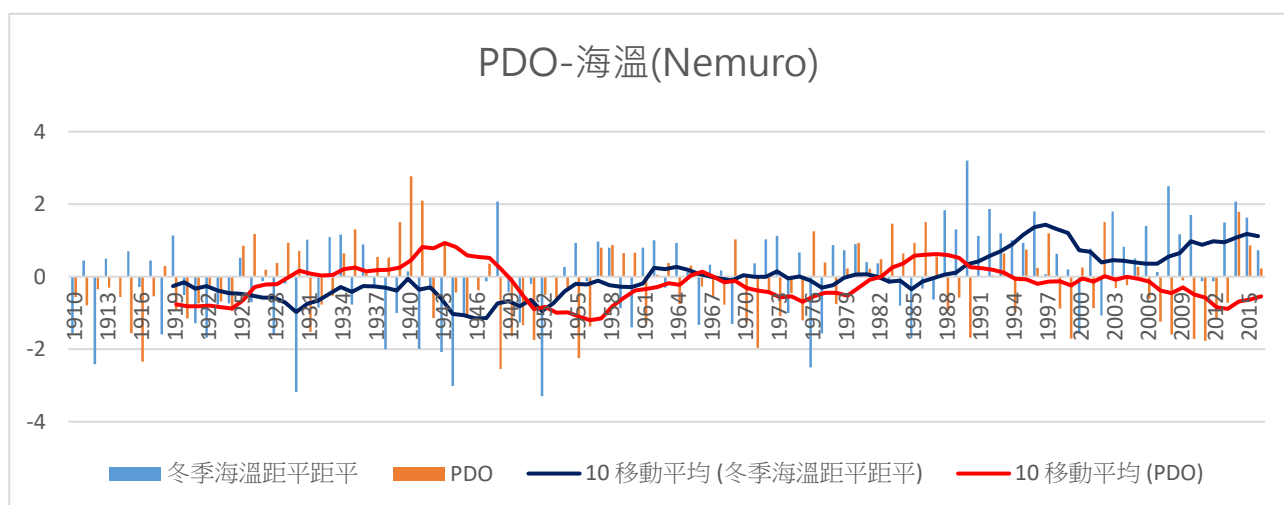
圖（二十七）PDO--Aparri 海溫距平疊圖



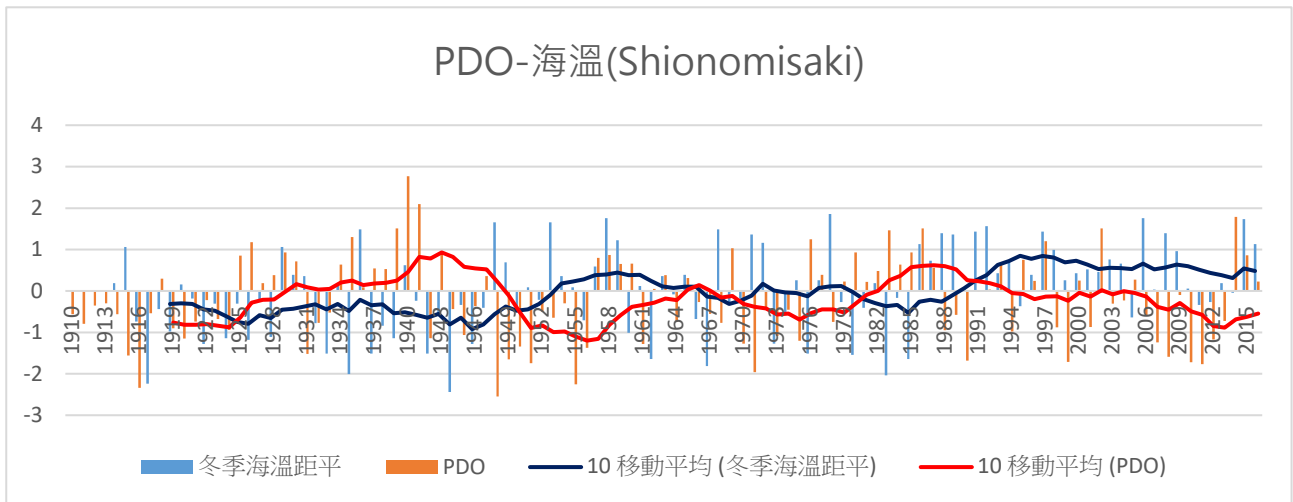
圖（二十八）PDO--Naze 海溫距平疊圖



圖（二十九）PDO—石垣島海溫距平疊圖



圖（三十）PDO--Nemuro 海溫距平疊圖



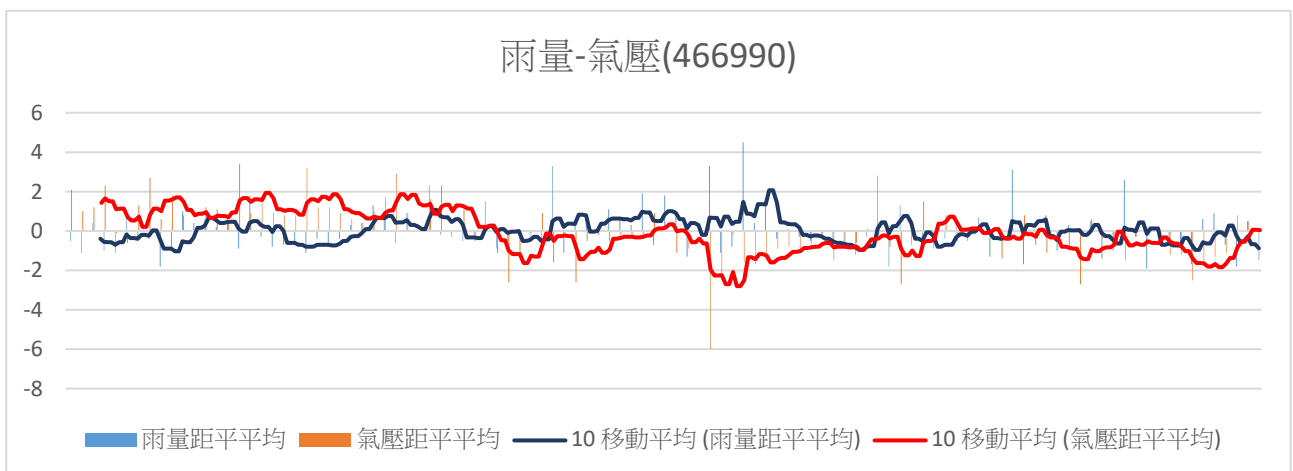
圖（三十一）PDO--Shionomisaki 海溫距平疊圖

觀察以上疊圖，當 PDO 趨勢線向上時，海溫距平趨勢線會向下；而趨勢線往下時，海溫距平趨勢線則往上。在同一時間，兩趨勢線會處於相對相反的相位。

### 五、比較台灣冬季雨量變化與台灣冬季氣壓及 PDO 指數之疊圖

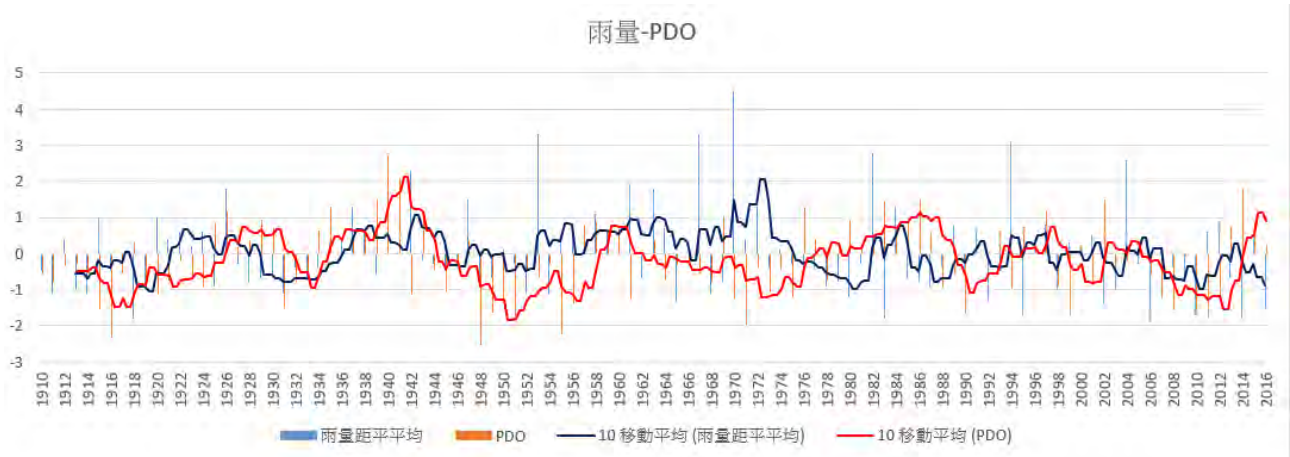
為與台灣長期之氣候比較及預測之用，以近百年來之台灣冬季雨量與台灣冬季氣壓及 PDO 指數相互比較，進行以下疊圖分析：

#### （一）台灣冬季雨量變化與台灣冬季氣壓之疊圖



圖（三十二）466990 雨量一氣壓距平之疊圖

## (二) PDO 指數與台灣冬季雨量之疊圖



圖（三十三）466990 雨量—PDO 距平之疊圖

觀察台灣冬季雨量變化--台灣冬季氣壓及 PDO 指數--台灣冬季雨量疊圖的趨勢線走向，發現當其中一項數據趨勢上行時，另一數據則向下；反之亦然。

## 陸、討論

一、台灣各地測站冬季氣壓距平趨勢線之所有極值的年分相同，可推測台灣各地氣壓在冬季受氣候影響的變化程度相同，有利於直接將台灣冬季氣壓與 PDO 比較。

### 二、冬季 PDO 指數與台灣冬季氣壓趨勢線之數據分析

（一）由結果中圖表可知，三次 PDO 出現負向位極值的年分皆與台灣冬季氣壓趨勢線出現三個波谷的時間大致相同。

（二）由 PDO—台灣冬季氣壓距平之數據比較可知，當 PDO 趨勢開始向下，台灣冬季氣壓距平亦隨之下降；反之，當 PDO 有上升趨勢時，台灣冬季氣壓距平會隨後上升。因此可以得知 PDO 與台灣冬季氣壓距平有正相關，彼此圖形趨勢相互吻合。

(三) 從表(四)，可發現本研究使用的資料共涵蓋 2.5 個週期，其中，台灣冬季氣壓趨勢線相較於冬季 PDO 趨勢線有延遲的現象。其中四個冬季 PDO 指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於距平為零處年分相差 0~2 年，而第四個兩者趨勢線則位於距平為零處年分相差 12 年。

於表(五)可得知冬季 PDO 指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於正負相位極值之年分。觀察之後，發現正負相位位於正負相位極值之年分相差 1~3 年，而在最後一個正相位，兩者極值相差 12 年。

三、已知 PDO 與聖嬰現象的模式相似 (Steven R. Hare, 1997)，均是以太平洋東西岸海溫作為研究標準所發展出的震盪理論，其間差異為時間尺度大小 (聖嬰現象週期為 2~7 年，PDO 週期為 20~30 年)，故本研究以聖嬰現象的模式探討 PDO 與台灣冬季氣壓距平之關係。當 PDO 指數為正時，西太平洋偏冷而東太平洋偏暖，當 PDO 指數為負，西太平洋偏暖而東太平洋偏冷，所以設想，此時西太平洋(台灣測站)測得之氣壓數據會增高----PDO 與氣壓距平數據皆增高。由研究結果可發現，台灣測站之氣壓週期趨勢線符合此推論。

#### 四、太平洋西岸海表溫距平與 PDO 及台灣氣壓距平之數據關係比較

(一) 由五個海溫測站與氣壓疊圖發現，台灣冬季氣壓距平 (移動平均) 和北太平洋多處測站海溫距平趨勢線 (移動平均) 的疊圖有高度關聯性。當台灣冬季氣壓距平趨勢線向上時，海溫距平趨勢線會向下；而趨勢線往下時，海溫距平趨勢線則往上。大體而言，氣壓距平與海溫距平會位於座標軸的不同相位，且趨勢線的上升與下降趨勢亦會相反。由此可知，氣壓距平與海溫距平在週期上彼此牽動，且呈現負相關。

(二) 由五張 PDO 趨勢線和北太平洋多處測站海溫距平趨勢線的疊圖可以發現 PDO 趨勢線及北太平洋多處測站海溫距平趨勢線有高度關聯性。PDO 趨勢線向上時，海溫距平趨勢線會向下；而 PDO 趨勢線往下時，海溫距平趨勢線則往上。

因此可知，PDO 趨勢線和海溫距平趨勢線在週期上彼此牽動，呈現負相關。

## 五、台灣冬季雨量變化與台灣冬季氣壓及 PDO 指數之疊圖比較

(一) 由台灣冬季氣壓距平趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線的疊圖可以發現氣壓及雨量趨勢線有高度關聯性。氣壓趨勢線向上時，雨量距平趨勢線會向下，反之亦然。

由此可知，台灣冬季氣壓距平趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線在週期上彼此牽動，且位於正負相反的相位，呈現負相關。

(二) 由 PDO 指數趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線的疊圖可以發現 PDO 及雨量趨勢線有高度關聯性。PDO 趨勢線向上時，雨量距平趨勢線會向下，反之亦然。

由此可知，PDO 指數趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線在週期上彼此牽動，呈現負相關。

因台灣冬季氣壓距平與 PDO 指數呈正相關，彼此圖形趨勢相互吻合；又由以上兩點發現台灣冬季氣壓距平與 PDO 指數會與該測站之冬季雨量變化呈現明顯的正負相位相反的負相關，有助於往後利用 PDO 週期的趨勢，預測台灣各地冬季氣壓及雨量變化。

## 柒、結論

一、本研究已確定台灣各地之冬季氣壓距平發生極值時的年份、氣壓距平之週期數量、趨勢、走向大致相同，故推測台灣地區無論測站所在地為何，冬季之氣壓距平趨勢皆一致。

二、PDO 指數與台灣冬季氣壓距平之趨勢線走向具高度相似性，在疊圖週期上呈現正相關。趨勢線距平為零處、極值處，兩者大致上延遲 1 ~ 3 年。

三、本研究以聖嬰現象的模式探討 PDO 與台灣冬季氣壓距平之關係，可發現此結果與聖嬰發生時台灣氣壓變化之趨勢相同，完全符合已知結果。

四、PDO—海溫距平及台灣冬季氣壓距平—海溫距平在週期上呈現正負相位相反的負相關。

五、雨量距平—PDO 及雨量距平—台灣冬季氣壓距平在週期上呈現正負相位相反的負相關，經由整合結論二的結果，將利於台灣未來長期氣候與降雨之預測使用。

## 捌、參考資料及其他

- 一、Nathan J. Mantua, Steven R. Hare, Yuan Zhang, John M. Wallace, and Robert C. Francis (1997) · A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production.
- 二、大氣水文研究資料 · 取自 <https://dbahr.narlabs.org.tw/>
- 三、NOAA (美國國家海洋暨大氣總署) 資料 · 取自 <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>
- 四、Zhang, Y., J. M. Wallace, and D. S. Battisti (1997), ENSO-like interdecadal variability: 1900 – 93, *J. Clim.*, 10, 1004 – 1020.
- 五、Latif, M., and T. P. Barnett (1994), Causes of decadal climate variability over the North Pacific and North America, *Science*, 266, 634 – 637.
- 六、NASA 全球溫度資料 · 取自 <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/stdata/>
- 七、Chih-wen Hung and Huang-Hsiung Hsu (2004) · Decadal oscillation of spring rain in northern Taiwan.
- 八、中央氣象局 (2009) · 1897~2008 Statistics of Climate Changes in Taiwan.
- 九、林和駿、洪致文 (2015) · 臺灣秋季與春季年代際降雨之反相位關係研究 · 臺北：國立臺灣師範大學地理學系。

## 【評語】 051901

本研究利用近一百年的 PDO 指數、台灣多個測站之氣壓、雨量與海溫資料，分析期間之關聯。結果顯示多個測站之氣壓距平值於近百年之變化特性相當一致，1940-1950 年代多個測站氣壓驟降現象相當有趣，是否是 PDO 影響或是觀測儀器與其他問題，值得進一步研究。氣壓長期變化與 PDO 的關聯性可以持續再深入研究。影響氣壓變動之因子、氣壓變動與氣溫以及海溫的關係，期間的物理連結可以再深入了解。圖表之說明應更清楚完整。



# 摘要

本研究使用1910年至2017年冬季的PDO指數、氣壓、海溫、雨量資料，分析北太平洋西部受到太平洋年代際振盪（Pacific Decadal Oscillation, PDO）的影響。

首先以台灣五處測站（淡水、花蓮、臺中、恆春、臺東）的冬季氣壓資料，計算距平值，繪圖觀察其變動週期。結果顯示各處氣壓距平值於近百年間在圖表曲線上出現高峰、低谷的年分大致相同。接著利用冬季氣壓距平值與PDO指數畫出的圖表疊圖比較，發現兩者趨勢高度相似，彼此牽動。再以北太平洋西部的海溫資料距平值繪製圖表，分別與台灣冬季氣壓距平值、PDO指數疊圖，發現氣壓及PDO分別與海溫距平趨勢線的疊圖在週期上位於相反相位，呈負相關。最後，以台灣冬季降雨數據與上述資料比較，結果顯示此研究可用於長期氣候及雨量之預測。

## 壹、研究動機

高中地科課時注意到聖嬰現象的重要性，經過資料蒐集，發現太平洋除了有聖嬰現象，亦有一個跟它極為相像的太平洋十年震盪（PDO），只發生在北太平洋 $20^{\circ}\text{N}$ 以北的海域，且周期為20~30年，較聖嬰現象長，影響太平洋的溫度變化比聖嬰現象更明顯。

在查詢氣壓數據及繪製氣壓變化曲線圖的過程中，發現台灣各地氣壓呈現長週期性變化，懷疑此週期是否與PDO有關係，於是決定進一步探討台灣氣壓和PDO指數之間的關聯，並進行相關研究。

《臺灣秋季與春季年代際降雨之反相位關係研究》（林和駿、洪致文，2015）指出PDO會影響台灣春季與秋季的降雨，然而，冬季的降雨對於旱災發生與否有較春、秋季降雨有更大的決定性。綜合上述原因，我們進一步思考並探討台灣冬季的氣壓及降雨與PDO的相關性。

## 貳、研究目的

- 一、分析台灣各地近一百年來冬季氣壓數據間的趨勢變化
- 二、探討冬季台灣氣壓數據與PDO指數及北太平洋西部海水表面溫度間的關係
- 三、探討冬季PDO指數與北太平洋西部海水表面溫度及台灣冬季海溫的關聯
- 四、利用台灣冬季氣壓、雨量與PDO週期探討及預測未來台灣冬季降雨之可能性

## 參、研究過程與方法

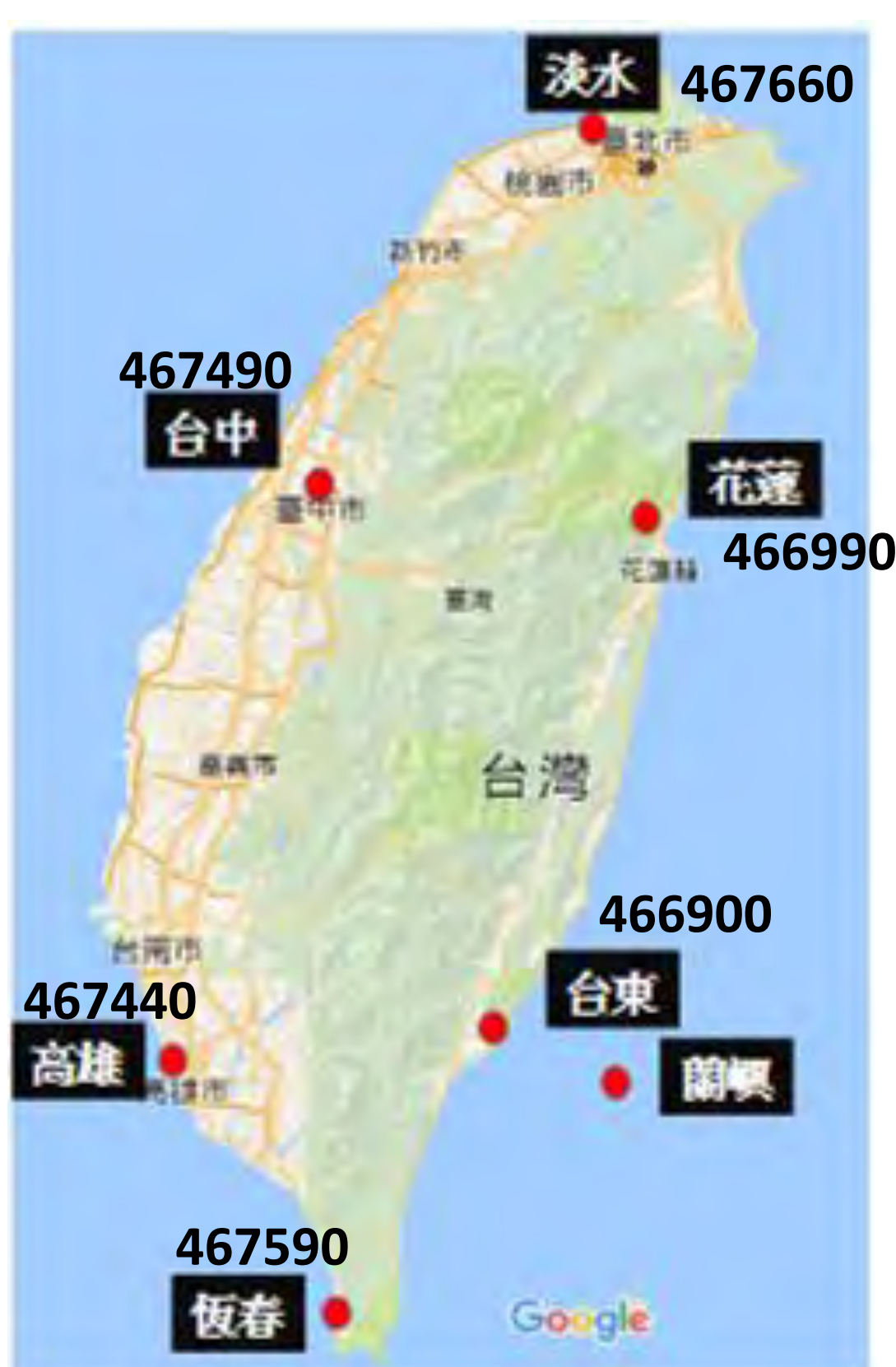
### 一、研究流程

於資料庫  
選定測站

計算數據距  
平及繪圖

資料分  
析探討

資料庫：  
中央氣象局大氣水文資料庫、  
美國國家海洋暨大氣總署（NASA）、  
美國國家航空暨太空總署（NOAA）



圖一：臺灣氣壓、雨量測站



圖二：趨勢線格式

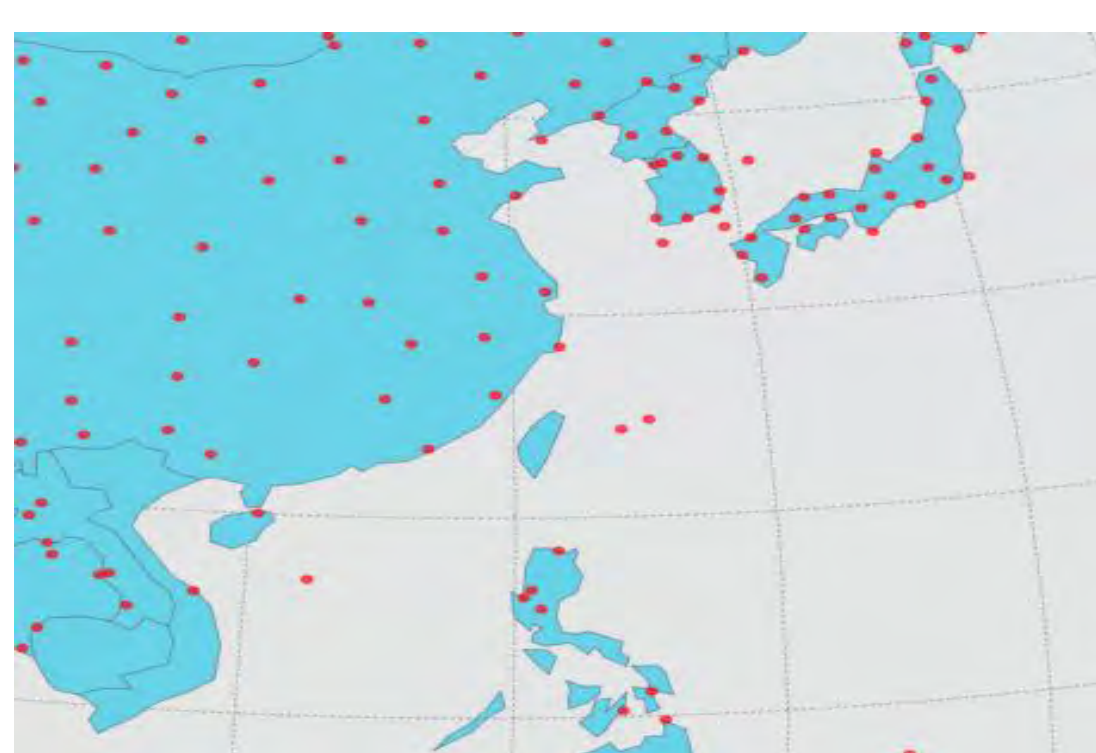
### 二、研究相關原理：

#### （一）太平洋十年震盪（PDO）

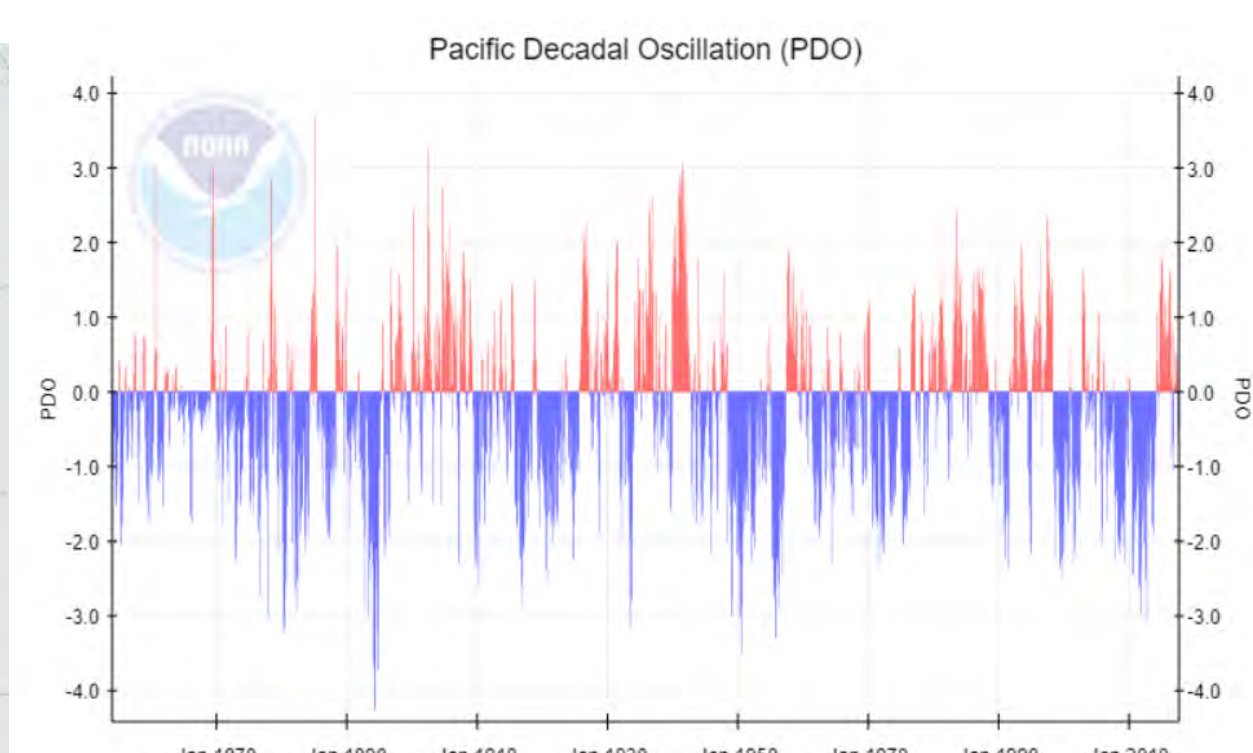
太平洋十年震盪是北太平洋（尤其 $20^{\circ}\text{N}$ 以北）海面溫度主要的變化形態，特徵為太平洋北緯 $20^{\circ}$ 度以北區域表層海水溫度異常偏暖或偏冷。以10年周期尺度變化的太平洋氣候變化現象，變換周期通常為20~30年，對北太平洋的影響較聖嬰現象明顯。

#### （二）PDO指數

當PDO指數為正時，代表位於暖相位（或正相位），在正相位期間西太平洋偏冷而東太平洋偏暖。反之，則為冷相位（或負相位），在冷相位期間西太平洋偏暖而東太平洋偏冷。



圖三：海溫測站

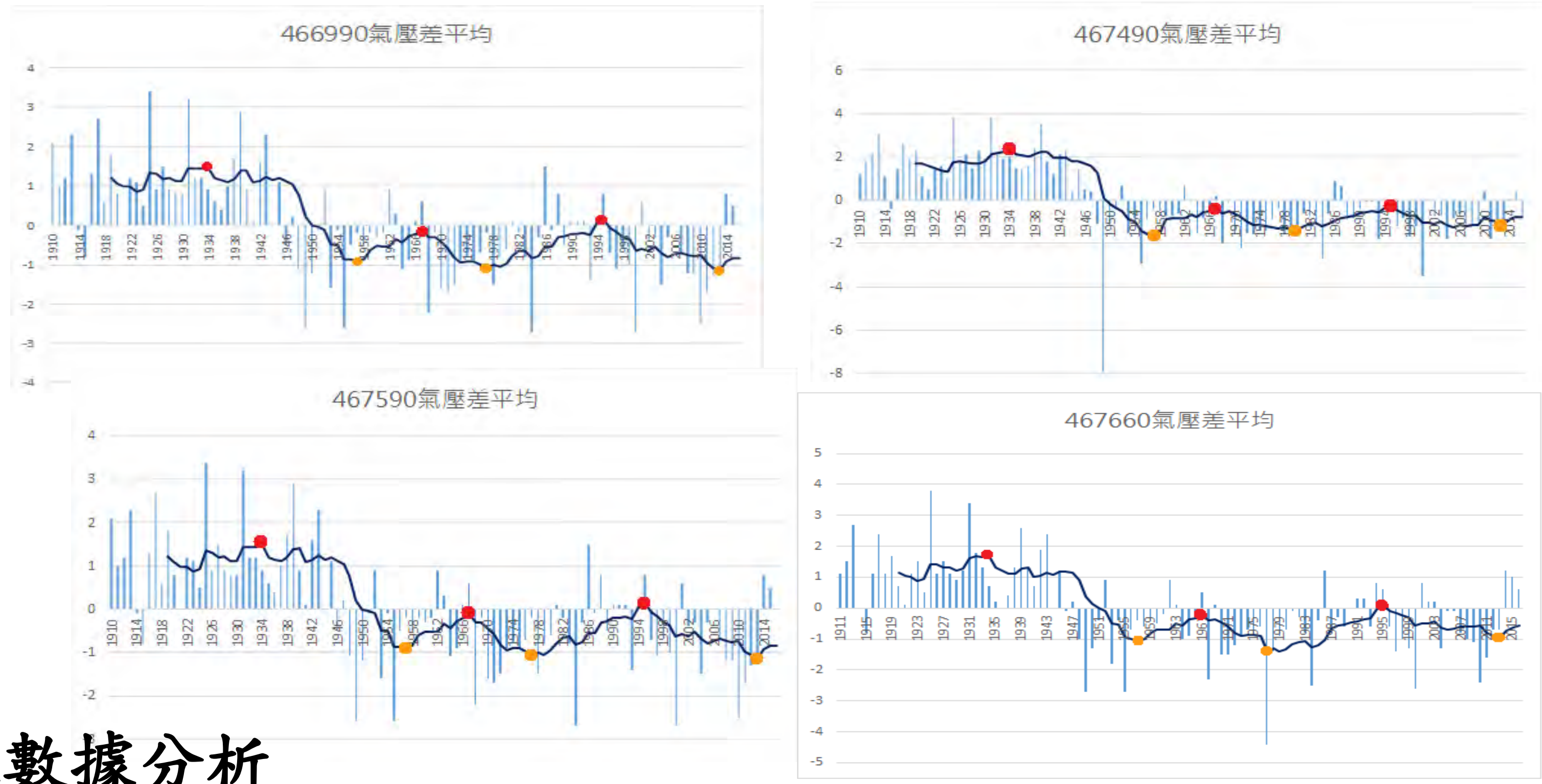


圖四：PDO冷暖相位圖

# 肆、研究結果與討論

## 一、台灣各地冬季氣壓趨勢探討

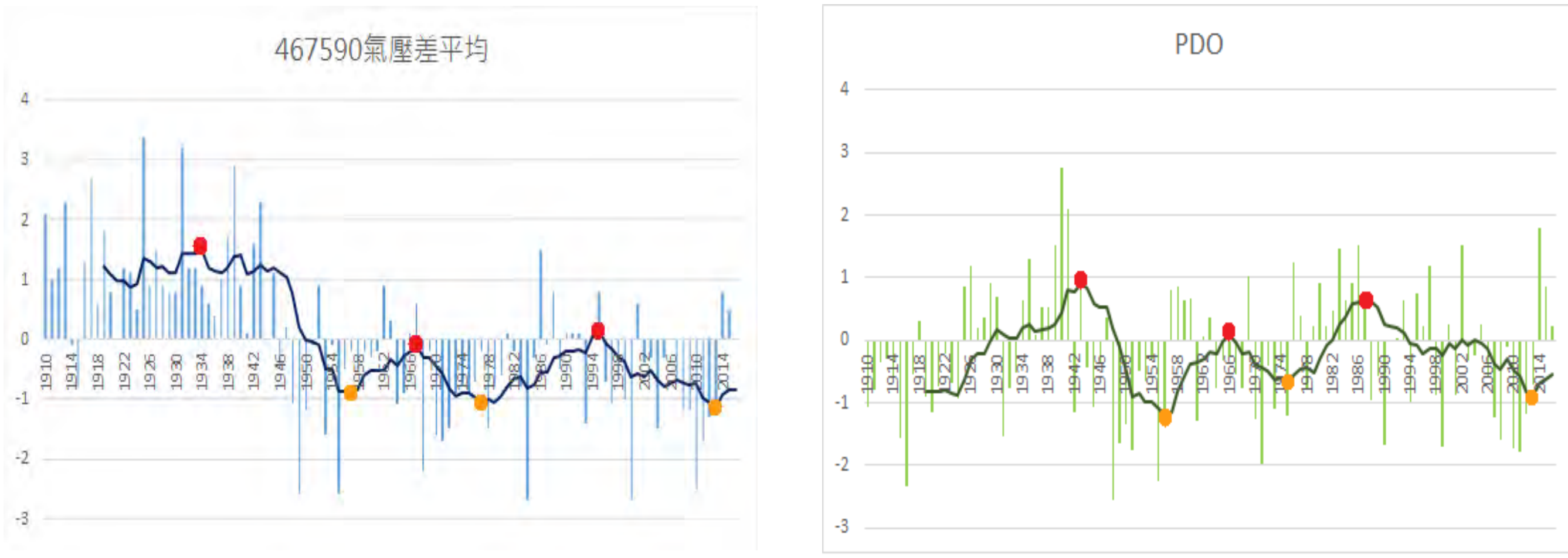
台灣各地測站冬季氣壓距平趨勢線之所有極值的年分相同，且趨勢線之上升與下降的變化一致，可推測**台灣各地氣壓在冬季受氣候影響的變化程度相同**，有利於直接將台灣冬季氣壓與PDO比較。



## 二、冬季PDO指數與台灣冬季氣壓趨勢線之數據分析

### (一) 比較冬季PDO指數與台灣冬季氣壓趨勢線之極值

三次PDO出現負向位/正向位極值的年分皆與台灣冬季氣壓趨勢線出現三個波谷/峰值的時間大致相同，因此可知兩者變化大致相同。



	第一次	第二次	第三次		第一次	第二次	第三次
趨勢線	1934	1967	1995	趨勢線	1943	1966	1987
波峰				波峰			
趨勢線	1957	1977	2013	趨勢線	1957	1975	2013
波谷				波谷			

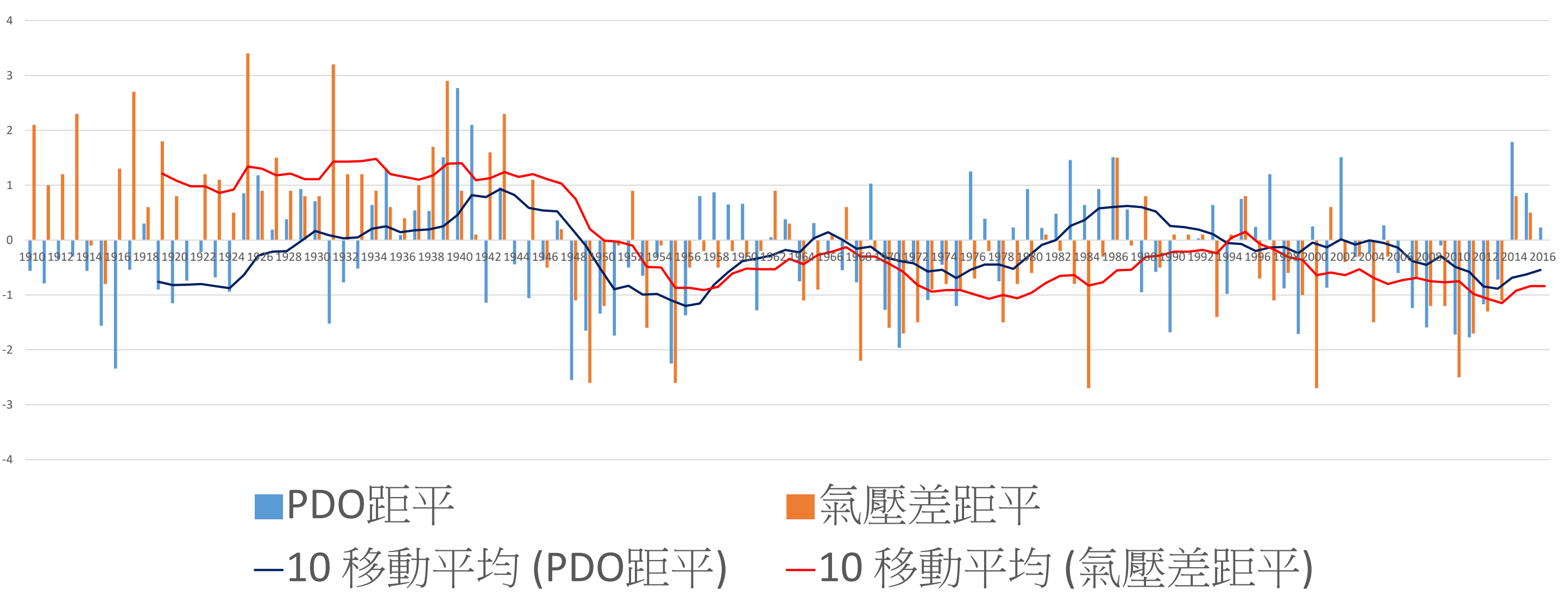
表一：台灣冬季氣壓趨勢線之波峰與波谷年分

表二：冬季PDO指數趨勢線之波峰與波谷年分

PDO-氣壓差距平

### (二) 冬季PDO指數與台灣冬季氣壓趨勢線之相似度

當PDO趨勢開始向下，台灣冬季氣壓距平亦隨之下降；反之，當PDO有上升趨勢時，台灣冬季氣壓距平會隨後上升。因此可以得知**PDO與台灣冬季氣壓距平有正相關**，彼此**圖形趨勢相互吻合**。



### (三) 冬季PDO指數與台灣冬季氣壓趨勢線之延遲年份

從表三，可發現本研究使用的資料共涵蓋2.5個週期，其中，台灣冬季氣壓趨勢線相較於冬季PDO趨勢線有延遲的現象。其中四個冬季PDO指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於距平為零處年分相差0~2年，而第四個兩者趨勢線則位於距平為零處年分相差12年。

PDO	1949	1965	1967	1982	1994
臺灣冬季氣壓	1950	1967	1967	1994	1996

表三：冬季PDO指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於距平為零處年分

於表四可知冬季PDO指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於正負相位極值之年分。觀察後，發現兩者於正負相位極值之年分相差1~3年，而在最後一個正相位，兩者極值相差12年。

	正相位	負相位	正相位	負相位	正相位	負相位
PDO	1943	1955	1966	1976	1987	2012
臺灣冬季氣壓	1940	1958	1967	1978	1995	2013

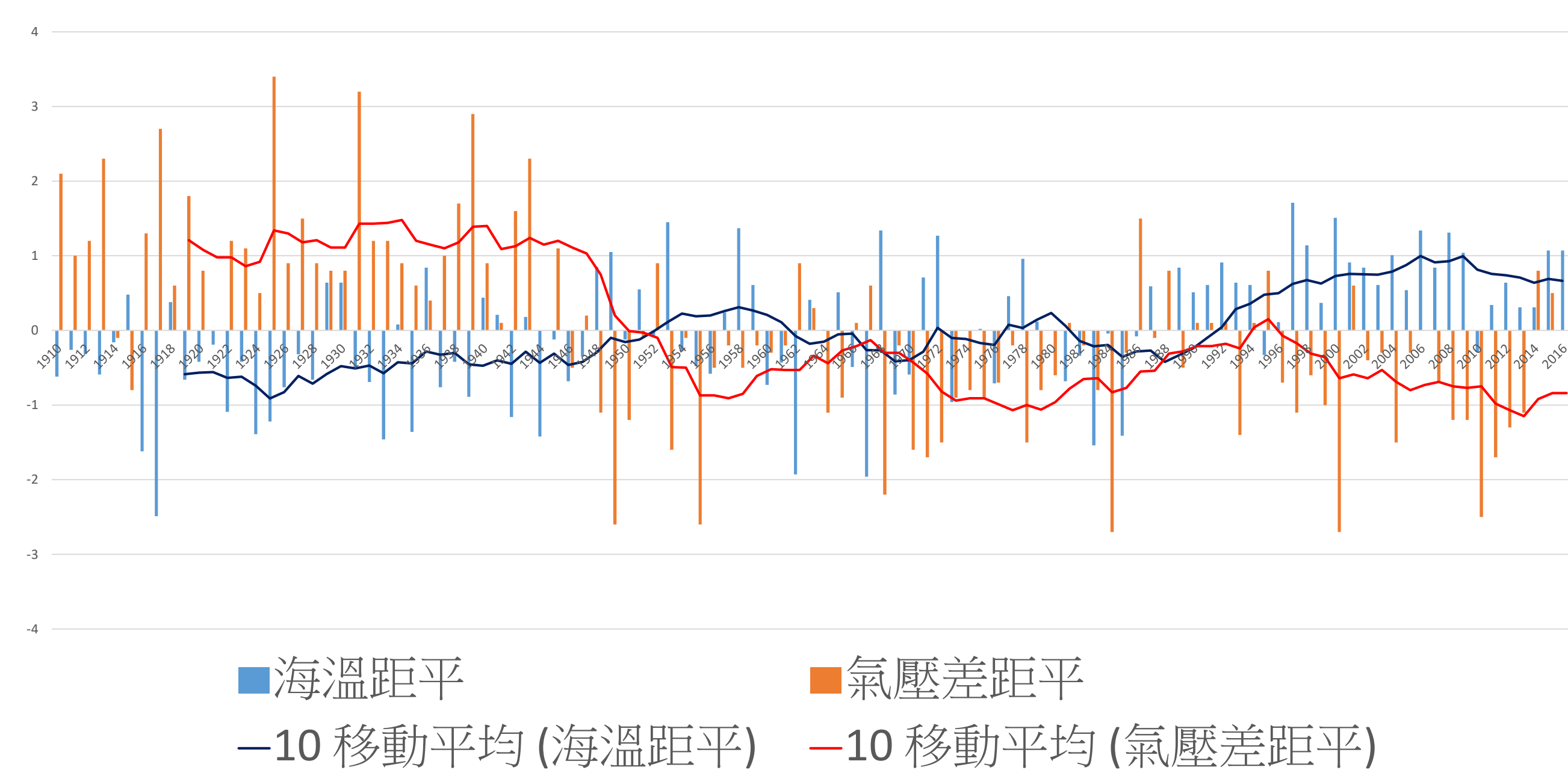
表四：冬季PDO指數、臺灣冬季氣壓趨勢線位於正負相位極值之年分

## 三、太平洋西岸海表溫距平與PDO及台灣氣壓距平之數據關係比較

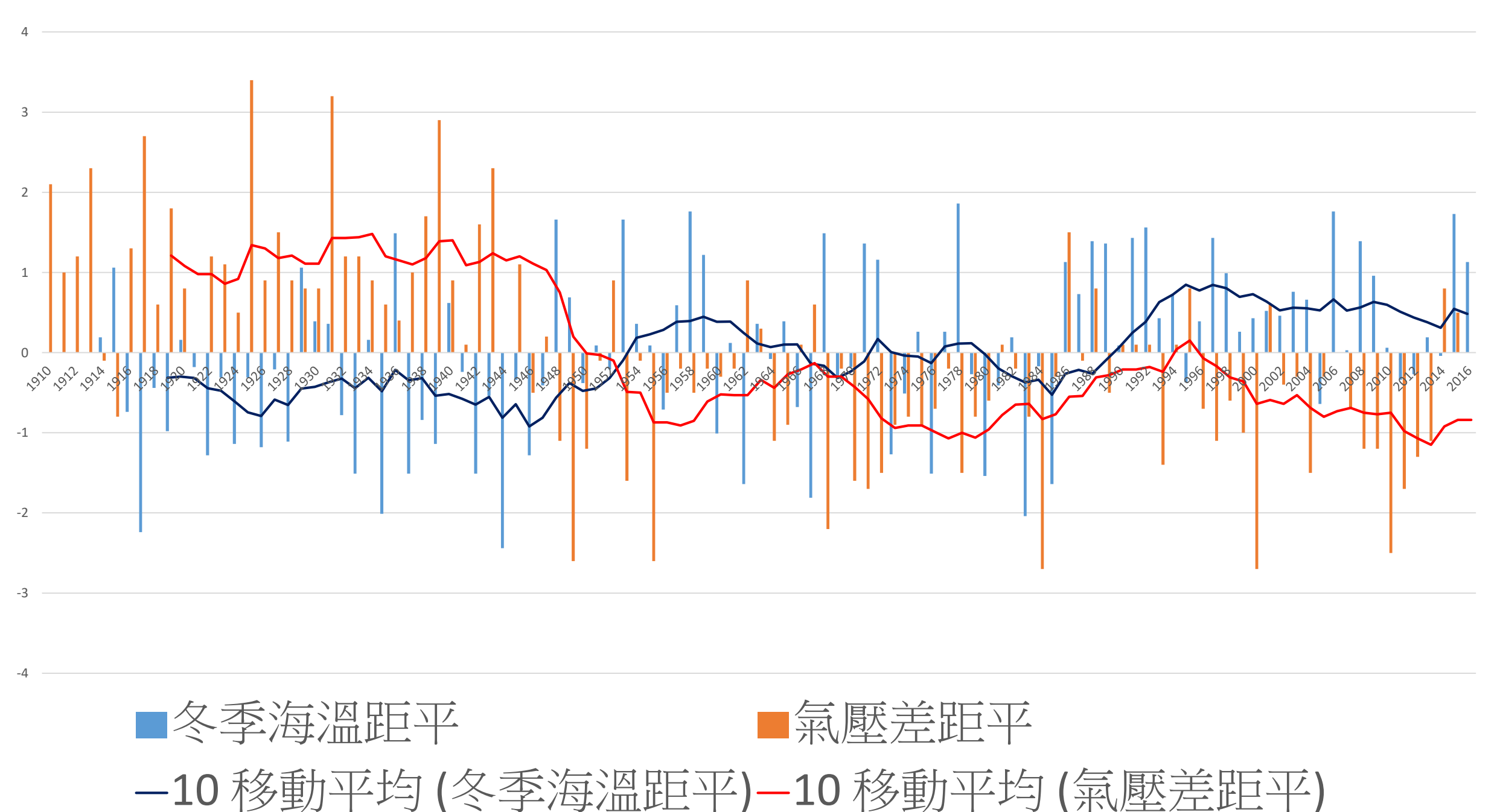
### (一) 台灣冬季氣壓距平與海溫距平之比較

大體而言，**氣壓距平與海溫距平會位於座標軸的不同相位，且趨勢線的上升與下降趨勢亦會相反**。由此可知，**氣壓距平與海溫距平在週期上彼此牽動，且呈現負相關**。

氣壓-海溫(467590+Naze)

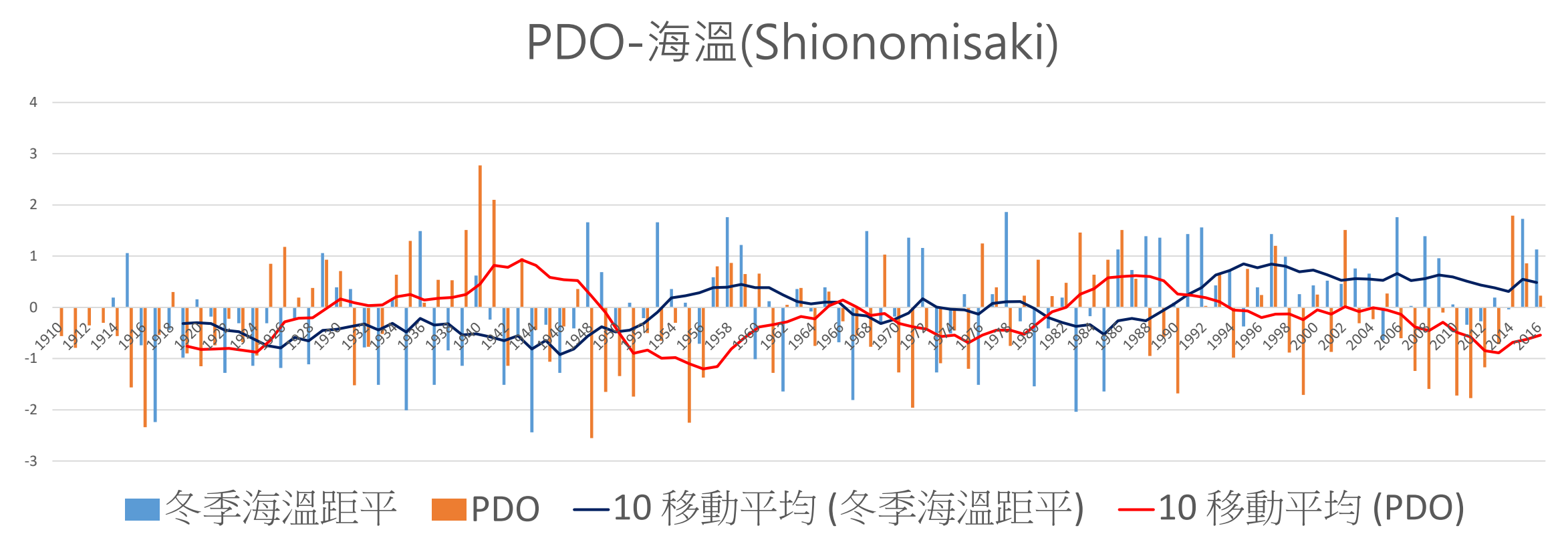
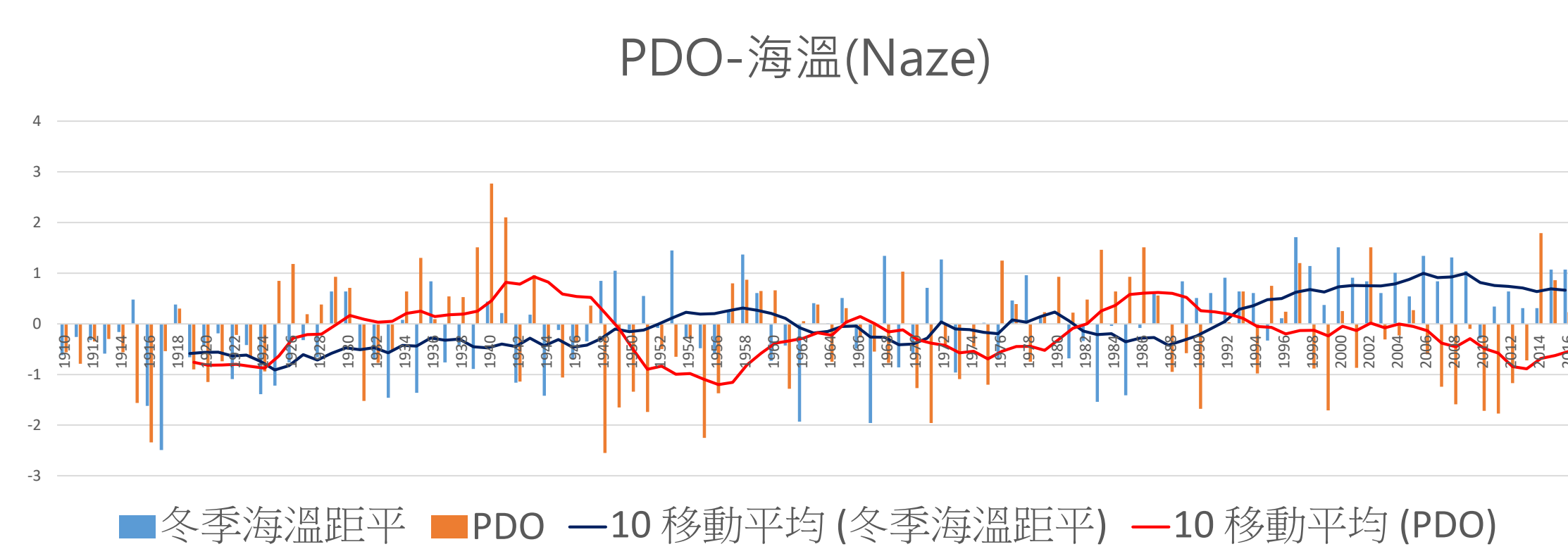


氣壓-海溫(467590+Shionomisaki)



## (二) PDO指數與海溫距平之比較

當PDO趨勢線向上時，海溫距平趨勢線會向下；而趨勢線往下時，海溫距平趨勢線則往上。在同一時間，兩趨勢線會處於相對相反的相位。因此可知，**PDO趨勢線和海溫距平趨勢線在週期上彼此牽動，呈現負相關。**



## 四、台灣冬季雨量變化與台灣冬季氣壓及PDO指數之比較

### (一) 台灣冬季雨量變化與台灣冬季氣壓之比較

氣壓及雨量趨勢線有高度關聯性。氣壓趨勢線向上時，雨量距平趨勢線會向下，反之亦然。

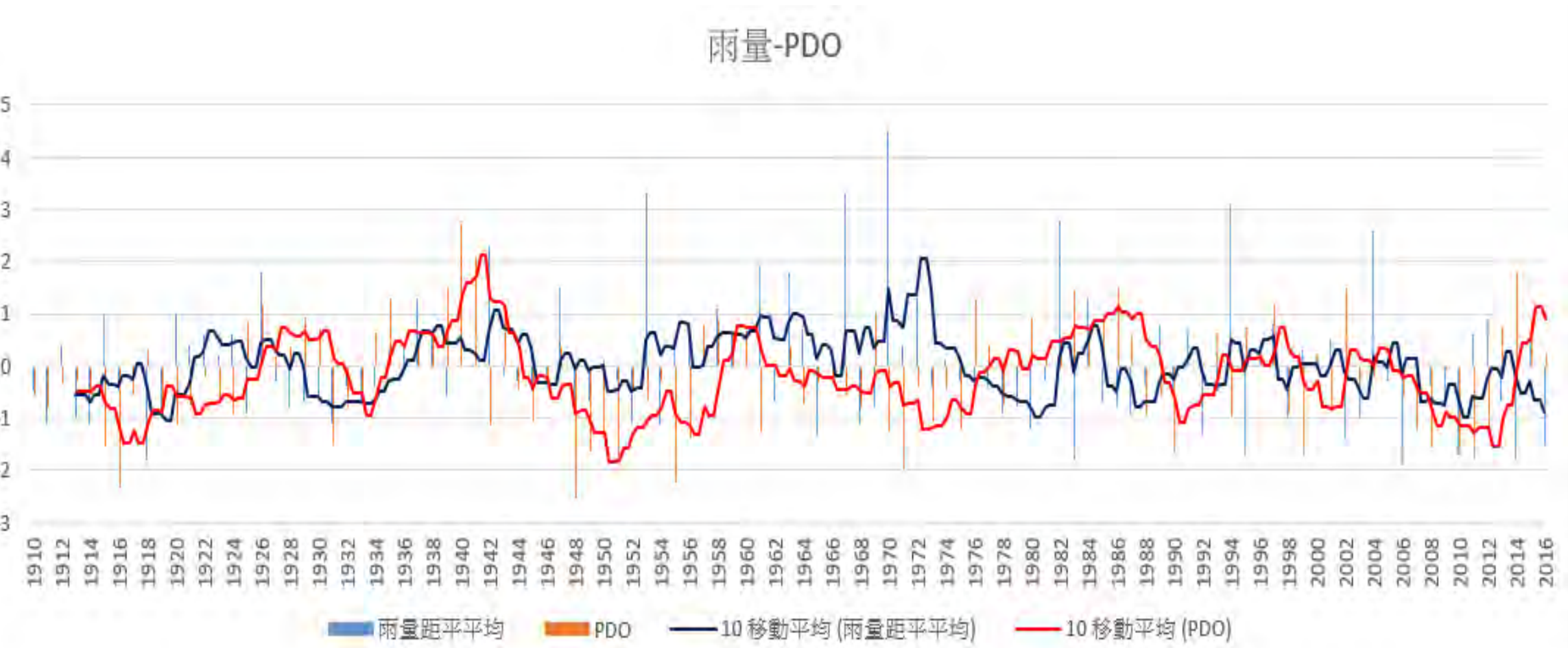
台灣冬季氣壓距平趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線在週期上彼此牽動，且位於**正負相反**的相位，呈現**負相關**。



### (二) PDO指數與台灣冬季雨量之比較

由PDO指數趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線的疊圖可發現PDO及雨量趨勢線有高度關聯性。PDO趨勢線向上時，雨量距平趨勢線會向下，反之亦然。

由此可知，PDO指數趨勢線和台灣冬季雨量距平趨勢線在週期上彼此牽動，呈現**負相關**。



因**台灣冬季氣壓距平與PDO指數呈正相關**，彼此圖形趨勢相互吻合；又由以上兩點發現**台灣冬季氣壓距平與PDO指數會與該測站之冬季雨量變化呈現明顯的正負相位相反的負相關**，有助於往後利用PDO週期的趨勢，預測台灣各地冬季氣壓及雨量變化。

## 伍、結論

- 一、本研究確認台灣各地之冬季氣壓距平發生極值時的年份、氣壓距平之週期數量、趨勢、走向大致相同，故推測台灣地區無論測站所在地為何，冬季之氣壓距平趨勢皆一致。
- 二、PDO指數與台灣冬季氣壓距平之趨勢線走向具高度相似性，在疊圖週期上呈現正相關。趨勢線距平為零處、極值處，兩者大致上延遲1~3年。
- 三、PDO—海溫距平及台灣冬季氣壓距平—海溫距平在週期上呈現正負相位相反的負相關。
- 四、雨量距平—PDO及雨量距平—台灣冬季氣壓距平在週期上呈現正負相位相反的負相關，經由整合結論二的結果，將利於台灣未來長期氣候與降雨之預測使用。

## 陸、參考資料

- 一、Nathan J. Mantua, Steven R. Hare, Yuan Zhang, John M. Wallace, and Robert C. Francis (1997) . A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production.
- 二、大氣水文研究資料·取自<https://dbahr.narlabs.org.tw/>
- 三、NOAA (美國國家海洋暨大氣總署) 資料·取自<ps://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>
- 四、NASA全球溫度資料·取自<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/stdata/>
- 五、Latif, M., and T. P. Barnett (1994), Causes of decadal climate variability over the North Pacific and North America, *Science*, 266, 634 - 637.
- 六、Zhang, Y., J. M. Wallace, and D. S. Battisti (1997), ENSO-like interdecadal variability: 1900 - 93, *J. Clim.*, 10, 1004 - 1020.
- 七、Chih-wen Hung and Huang-Hsiung Hsu (2004) . Decadal oscillation of spring rain in northern Taiwan.
- 八、中央氣象局 (2009) . 1897~2008 Statistics of Climate Changes in Taiwan.
- 九、林和駿、洪致文 (2015) . 臺灣秋季與春季年代際降雨之反相位關係研究·臺北：國立臺灣師範大學地理學系。