嘉義市第37屆中小學科學展覽會 作品說明書

科別:地球科學

組別:國中組

作品名稱: 嘉義市氣溫變化的趨勢性

關鍵詞:嘉義、全球暖化、趨勢

編號:

摘要

每天日出日落,似乎都依照同樣的法則運作,但很奇怪天氣型態卻從來沒有重複,究竟是什麼影響著天氣?近年來,溫室效應、全球暖化的字眼不絕於耳,而我們身處在嘉義,是否也躲不過這股暖化的浪潮?還是我們可以置身事外?我們蒐集了嘉義自 1969 年來的氣溫資料,分析了過去的溫度變化,最後得到嘉義跟其他地方一樣,不斷的在發燒中,並嘗試畫出瀑布圖,嘗試運用股票 K 線理論,嘗試預測氣溫變化。

壹、研究動機

咦!真奇怪!冬天,照理說應該是十分的冷,但是為什麼還有人在吹冷氣?近年來,全 球氣候都有很奇怪的改變,冬季的溫度異常升高,寒流對台灣的影響日益嚴重,導致養殖漁 業及農業受到嚴重的寒害,夏季的颱風侵台的次數,也逐年增加,導致許多夏季的水果,遭 受嚴重的傷害。到底是什麼原因?科學家們提出了想法,認為是人為排放的溫室氣體是全球 暖化的主因,進而導致極端氣候的增加。我們將探討嘉義縣市氣候近幾年的變化與深入追查 是否像其他地區一樣也受到「溫室效應」的影響。

貳、研究目的

每一個地區都有他的風土民情、特殊的氣候型態,嘉義也是一樣,氣候對居民生活影響 尤大,我們利用這次科展的機會,想要探討:

- 一、區長期氣候的變化趨勢。
- 二、地區天氣變化是否可以預測?

參、資料來源

本次科展主要研究嘉義地區長期氣候變化趨勢,並使用多種氣象資料,介紹如下

- 一、嘉義市月均溫:使用中央氣象局南部氣象中心所提供「嘉義地區月降雨量」,時間長度:1969~2017年,該測站位置位於嘉義市北湖里海口寮路56號。(如附錄)
- 二、參考中央氣象局:2017 年全球平均溫度長期趨勢監測報告,1880 年至 2017 年全球平均 氣溫上升趨勢約為每 10 年上升 0.07 C ,而最近 30 年,每 10 年上升 0.18 C 。

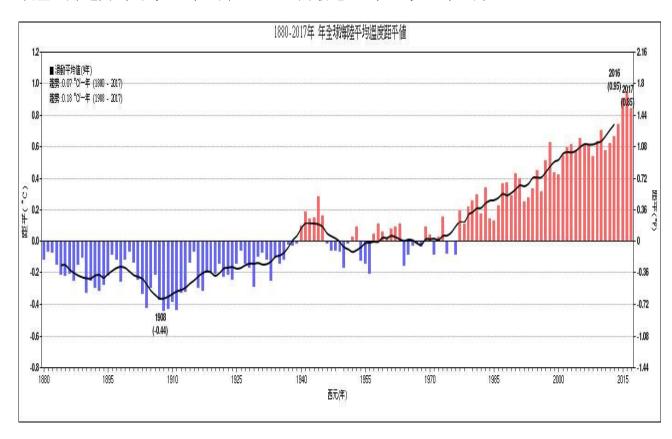


圖 1.1880-2017 年全球溫度距平之時間序列圖, 圖中紅色/ 藍色長條分別表示正 距平/負距平溫度, 5 年滑動平均為黑色實線, 圖左上數值分別為百年及>近 30 年之上升趨勢值, 單位為℃ /10 年。

註: 平均值使用1901至2000年的100年平均做為參考。

肆、分析方法與過程

一、文獻探討

全球暖化,或稱全球變暖,指的是在一段時間中,地球的大氣和海洋因溫室效應而造成溫度上升的氣候變化,為公地悲劇之一,而其所造成的效應稱之為全球暖化效應。

在2013年,政府間氣候變化專門委員會第五次評估報告認為,「人類影響極有可能是20世紀中葉以來觀測到的變暖現象的主要原因。

人類的影響包括排放諸如二氧化碳、甲烷和一氧化二氮這樣的溫室氣體,鑑於人類活動在全球暖化中扮演主要角色,這種現象有時候被稱為「人為全球暖化」或「人為氣候變化」。報告中的氣候模型預測總結指出在 21 世紀,根據溫室氣體的排放量,全球表面溫度有可能進一步上升 0.3-1.7°C 至 2.6-4.8°C。這些發現已被主要已開發國家的科學院所認可,並且沒有任何一個國家級或有著國際地位的科學機構對此提出異議。

未來的氣候變更及相關的影響將存在地區差異。已經在進行以及預期的影響包括海平面上升、降水變更和亞熱帶地區的沙漠擴張。預計將來陸地變暖情況要比海洋嚴重,最嚴重的會是北極,冰川、凍土和海冰將不斷縮減。其它地區的改變包括更頻繁的極端天氣,例如熱浪、乾旱、山火、洪水、雪暴、海洋酸化和因溫度變化引起的大規模物種滅絕。對人類重大的影響包括因農作物減產引發的糧食安全危機和海平面上升使得人們不得不放棄一些人口稠密地區。

社會對全球暖化的應對措施包括通過削減排放來減緩變化、適應其影響以及未來可能的氣候工程。大部分國家都是聯合國氣候變化框架公約(UNFCCC)的締約國,其最終目標是防止危險的人為氣候變化,締約國同意大幅減排是必須的,並且全球升溫應該限制在相對於工業革命前 2.0°C 內,爭取控制在 1.5°C 內。與此同時,一些科學家也質疑 2 攝氏度的目標。公眾對全球暖化的擔心也在增加。一份 2015 年的皮尤研究中心報告顯示出全球受訪者中認可「氣候變化是一個非常嚴重問題」的中位數比例為 54%,受訪者的地區差異明顯,美國和中國(也是二氧化碳排放量最大的兩國)地區的受訪者最不擔心。

在 1906 至 2005 年間,全球平均接近地面的大氣層溫度上升了 0.74 攝氏度。普遍來說,科學界發現過去 50 年可觀察的氣候改變的速度是過去 100 年的雙倍,因此推論該時期的氣候改變是由人類活動所推動。(維基百科:

https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%A8%E7%90%83%E5%8F%98%E6%9A%96)

二、分析方法:

我們在這次科展即嘗試運用以下統計的方法來剖析特殊因子並試著解開嘉義的氣候之 謎:

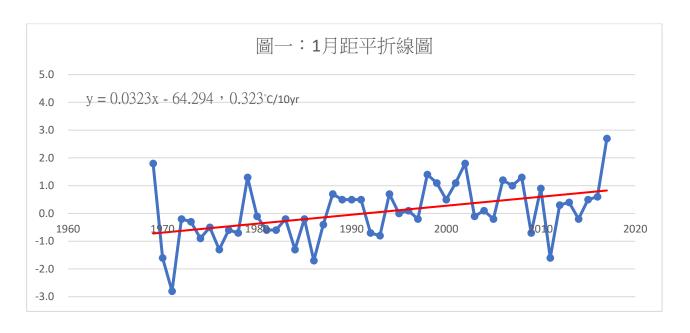
- 〈一〉嘉義氣溫平均數:我們先求嘉義測站 1969-2008 這 40 年各月份的氣溫平均值。
- 〈二〉距平:然後再把跟氣溫平均數的差異算出來,例如嘉義1月份的氣溫平均數為16.3°C,而1969年1月份的平均氣溫為18.1°C,則距平為1.8°C,我們再將距平值以瀑布圖的形式畫出,可顯示氣溫上昇或下降的線型。
- 〈三〉線性迴歸:迴歸分析可用來找出兩個或兩個以上計量變數間的關係,想法上與相關係數相似,但差別在於可依據兩變數關係而推導出一項次方程式,並進而可以預測資料將來的變化趨勢。
- 〈四〉瀑布圖:瀑布圖是由麥肯錫顧問公司所獨創的圖表類型,因為形似瀑布流水而稱 之為瀑布圖(Waterfall Plot)。此種圖表採用絕對值與相對值結合的方式,適用於 表達數個特定數值之間的數量變化關係。一般圖表只能呈現出結果,但是瀑布圖 可以呈現出過程,也就是在兩個資料值中間究竟發生了什麼事。如下圖所示:

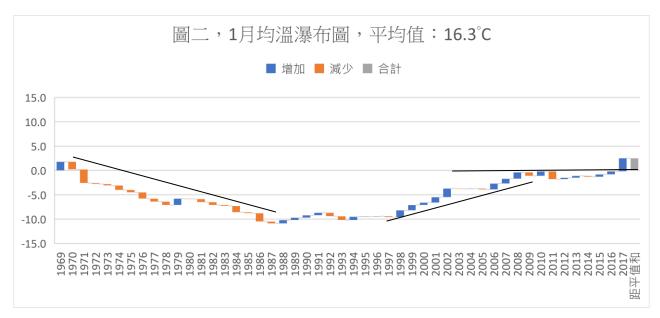


製作瀑布圖時,遞減量與遞增量通常以不同的顏色分別標示,每個數值並以前一個數值的終點作為起點,進行頭尾相連。

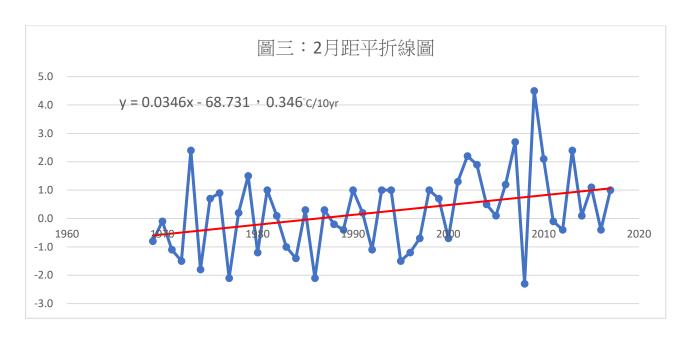
三、實驗方法與步驟:

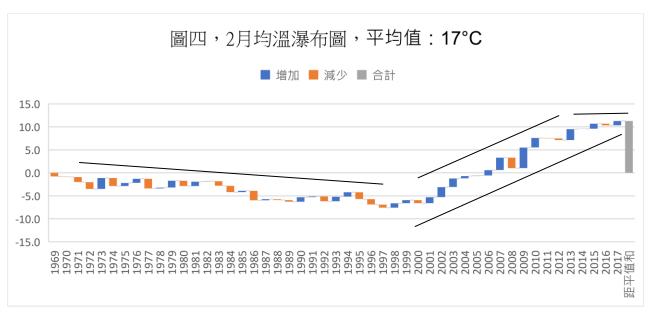
(一)首先,我們先把各月份的距平全部算出,並做出折線圖、線性回歸方程、瀑布圖,因為瀑布圖非常類似股票 K 線圖,我們會嘗試運用 K 線理論來分析看看:





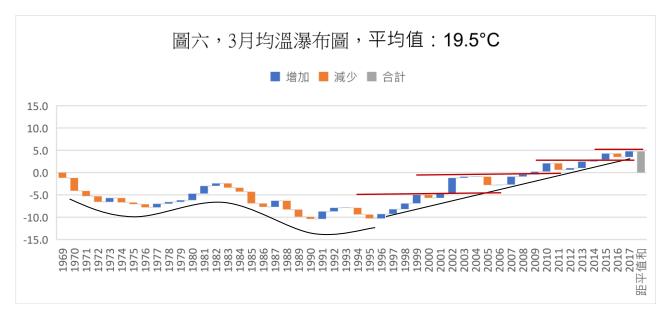
1月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1969~1987年都為下降趨勢,讓人感覺1月都是冷的,1998年後氣溫開始比均溫高,讓人感覺1月變熱了,但到了2008年後其實跟過去均溫相差不多,以趨勢來看,2017年距平值大幅上昇為+2.7度,線型有所突破,我們預測接下來幾年1月均溫距平值應繼續出現正值,預測幅度為至少+1.0度,氣溫上昇在17.3度以上。



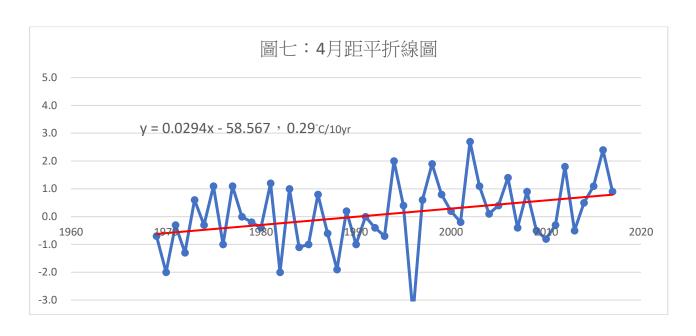


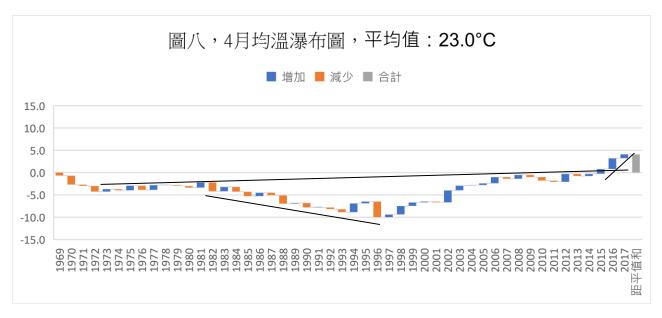
2月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1969~1987年線型都為緩慢下降趨勢,顯示 2月冷的感覺較為強烈,1997年後氣溫開始比均溫提高,讓人開始感覺變熱,但總算 2014年以後上升趨勢有和緩現象,顯現出氣溫橫向整理狀態的情況,不容易再大幅變化,代表氣溫應該跟均溫不會差異太多,2017年距平值為+1.0度,我們預測接下來 2月均溫距平值應為+0.5度~-0.5度,會在 16.5~18.5°C 變化不大。





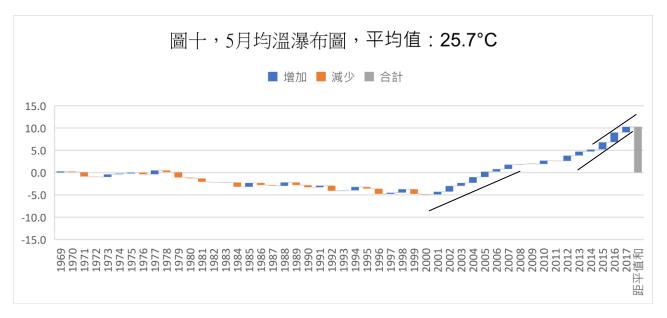
3月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1969~1995年都為波浪下降趨勢,其中也有比均溫高的幾年,讓人感覺連續幾年3月都是冷的,但又連續幾年讓人感覺3月都是熱的,1995年後氣溫呈現突破後拉回再突破再拉回的線型,讓人感覺3月忽冷忽熱,2012年以後線型上升趨勢有和緩現象,,顯現氣溫可能小幅上昇或持平或降低,進入橫向整理格局,應該不容易有大幅度上昇的機會,2017年距平值為+1.3度,我們預測接下來3月均溫距平值應為+0.5~-1.0度,會在18.5~20℃變化。



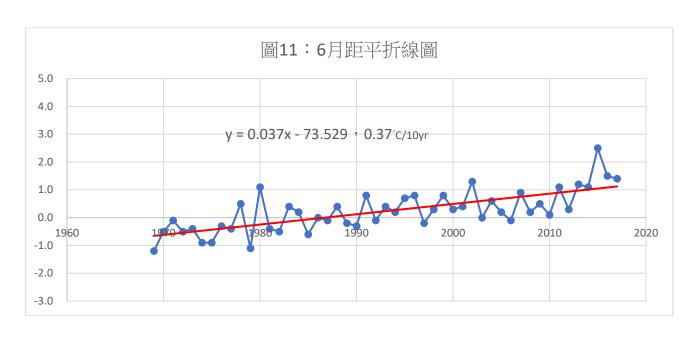


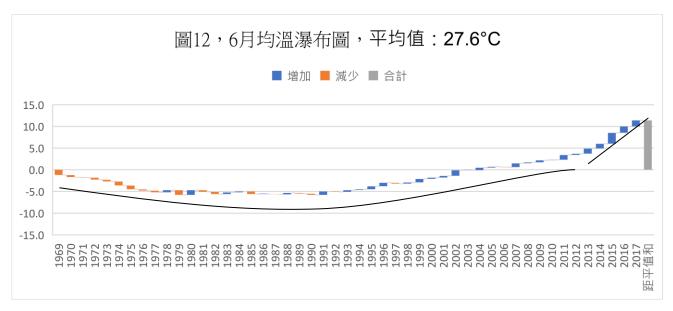
4月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1982~1996年前為緩步下降趨勢,讓人感覺是冷的年份,1996年後氣溫開始都比均溫來的提高,會令人感覺一直變熱,2007~2014年其實氣溫跟均溫差異不大,2015年開始氣溫比均溫大幅上昇,2017年距平值為+0.9度,我們預測接下來幾年4月均溫距平值應該維持正值,至少為+1.0度,也就是4月氣溫接下來應該在23~24度附近,距平值繼續保持為正,線型繼續維持上昇的樣態



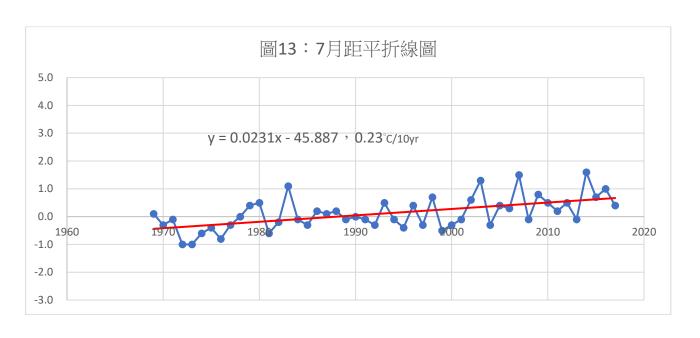


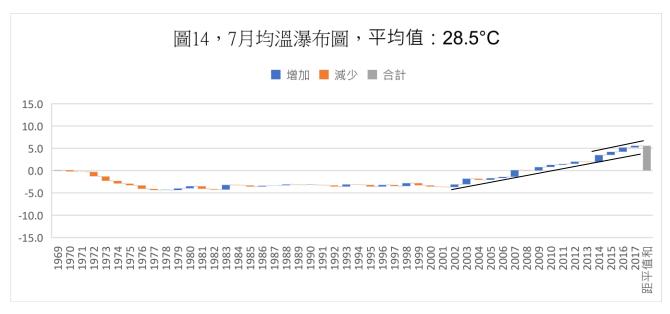
5月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:2000年前為緩慢下降趨勢,2000年氣溫線型降到最低後,2001~2007年氣溫開始都比均溫來的高,應該會令人感覺一直變熱,接下來維持上昇態勢不變,2015年又進入另一波線型快速上昇態勢且還沒結束,預計接下來幾年嘉義5月只會有感的越來越熱,2017年距平值為+1.3度,預測接下來5月均溫距平值會維持+1.0~+2.0度的情況,也就是均溫會維持26.7~27.7度的樣態。



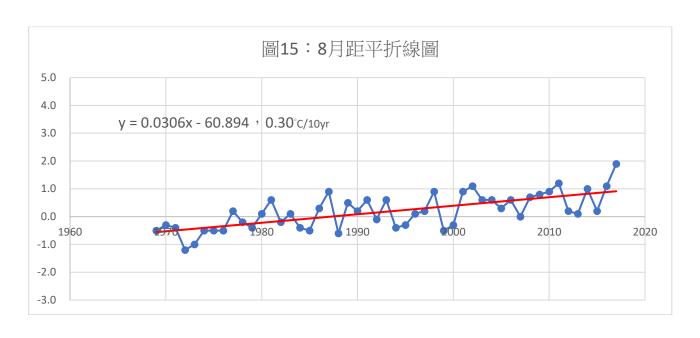


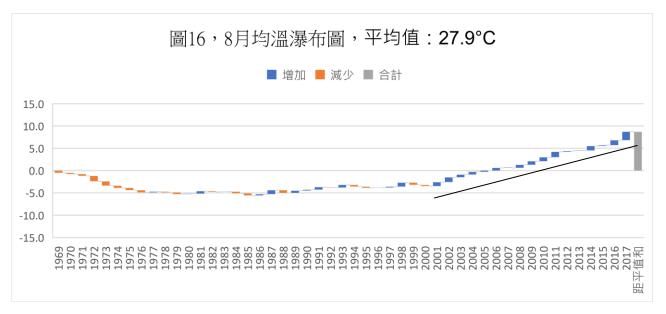
6月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1969~1990 氣溫都比均溫低, 1991年氣溫開始比均溫高,但幅度不大,但應該會讓人感覺變熱起來,但 2013 年氣溫線型 突破快速上升,預計接下來幾年嘉義 6 月也會很有感的越來越熱,2014 年距平值為+1.4 度,預測接下來幾年 6 月均溫距平值會維持上昇+1.0~+2.0 度,而氣溫為 28.6~29.6 度



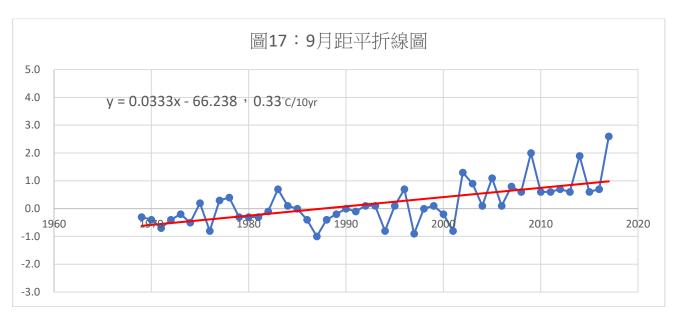


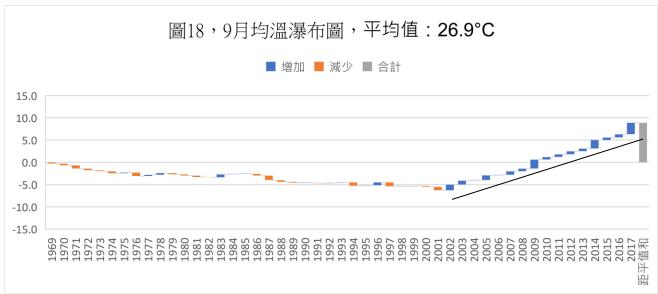
7月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:2001年前為穩定狀態,不會令人感覺一直變熱,但 2002年氣溫開始比均溫高,但距平值幅度已縮小,接下來嘉義的 7月會是熱但不一定越熱的情況,2017年距平值為+0.4度,預測接下來幾年 7月均溫距平值會是-0.5~+0.5度,氣溫會在 28~29 度區間





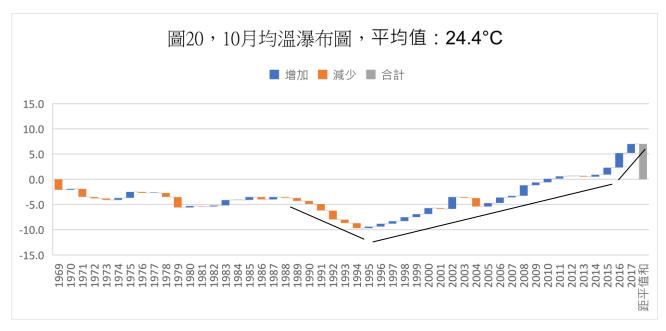
8月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:2000年前為穩定都跟均溫差不多狀態,氣溫的感覺不會變化太大,跟7月份情況非常接近,但2001年氣溫開始進入上升線型,且距平值線型上昇姿態仍未結束,2017年距平值為+1.9度,所以預測接下來嘉義的8月均溫距平值會是+0.5度~+1.5度,氣溫會在28.4~29.4度之間



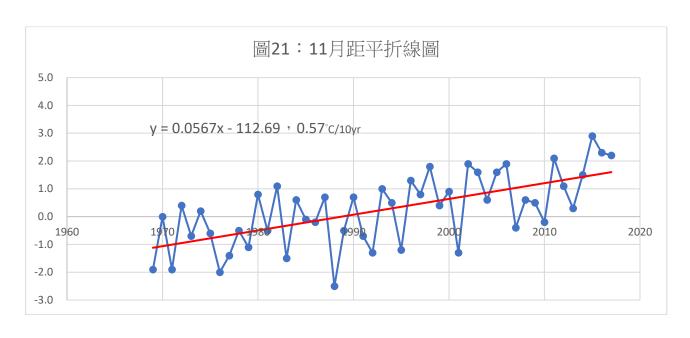


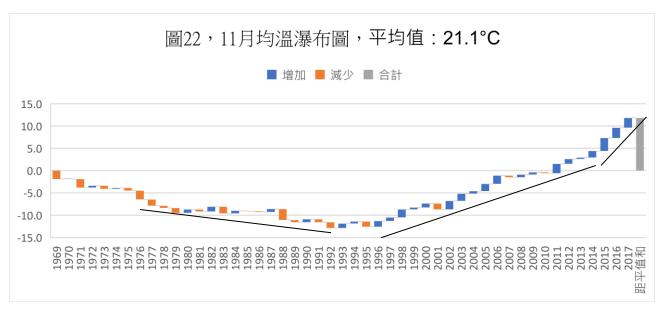
9月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:2001年前為較穩定較均溫為低令人感覺有點冷的狀態,但2002年氣溫開始進入線型上升姿態,每年都比均溫高蠻多,且似乎線型上昇姿態仍未結束,所以接下來嘉義的9月應會是有感氣溫熱的情況,2017年距平值為+2.6度,預測接下來氣溫距平值繼續為正,為0~+2度,氣溫在26.9~28.9度之間



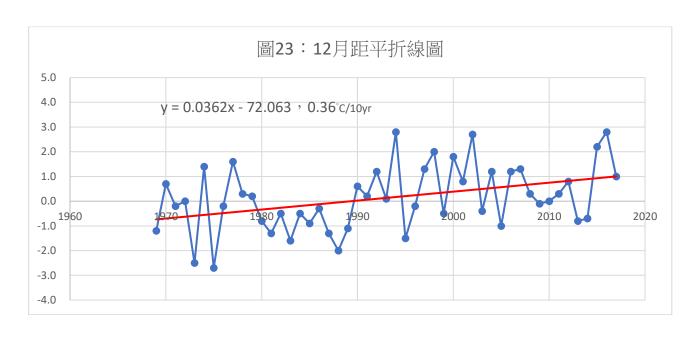


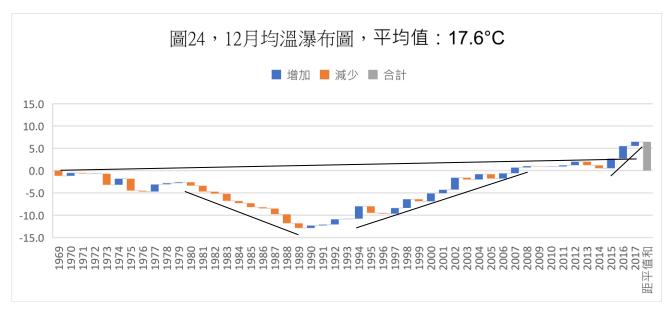
10月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示:1987年前為穩定狀態,1988~1994年前為每年都比均溫低的狀態,這幾年10月都給人較冷的感覺,但1995年氣溫開始進入比均溫高的狀態,且似乎距平值線型上昇姿態仍未結束,2014年起距平值線型突破上昇,暫時不知道要升到多少,2017年距平值為+1.8度,所以預測接下來嘉義的10月應會是很有感氣溫熱的情況,預測平均氣溫距平值為+1.5~+2.5度,氣溫會在25.9~26.9度之間



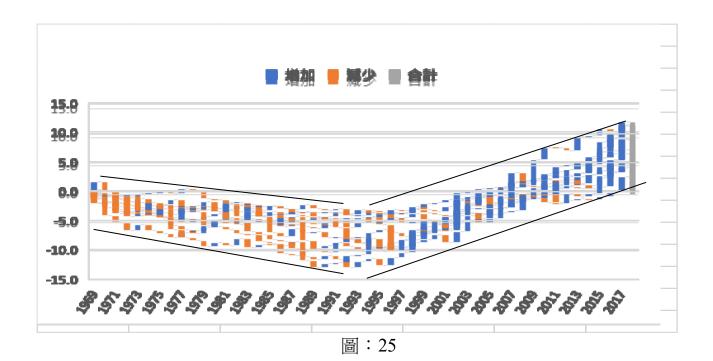


11 月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示: 1969~1995 年前為線型為穩定下降姿態狀態,給人 11 月都是冷的感覺,1996~2013 年前為線型開始穩定上昇,11 月開始變熱了,但 2014 年距平值線型開始進入快速上升姿態,且似乎上昇姿態仍未結束,暫時也不知道要升到多少,2017 年距平值為+2.2 度,所以接下來嘉義的 11 月應會是很有感氣溫熱的情況,預測平均氣溫距平值為+1.5~+2.5 度,氣溫會落在 22.6~23.6 度之間





12 月份嘉義氣溫線性回歸顯示為上升趨勢,但瀑布圖顯示: 1980~1989 年前線型為快速下降 狀態,給人 12 月都是冷的感覺,1990~2007 年前線型為緩慢上昇狀態,讓人感覺 12 月變 熱,2008 年~2014 年距平值穩定,但 2015 年氣溫進入快速上升姿態,2017 年距平值為+1.0 度,預測平均氣溫距平值會維持為正,至少+1.0 度甚至更高,氣溫會落在 17.6~18.6 度之間



最後我們把 12 個月份的瀑布圖全部疊加在一起,以觀察氣溫漲跌的趨勢,因為我們的平均值是以 1969~2008 年共 40 年的氣溫來做平均,從 1993~2008 年共 15 年氣溫的漲幅就足以抵銷前 25 年的氣溫跌幅,2008~2017 年這 10 年氣溫更是持續上昇,綜觀 1993~2017 氣溫穩定上昇(斜率穩定),代表影響的因素是穩定的。至於影響因素是什麼,可能就不是我們國中所能探討的了

柒、結論

- 一、依據線性回歸結果,嘉義確實有溫室效應的現象,各月份的溫度上昇線性回歸方程式斜率皆為正。
- 二、因為嘉義位於陸地比熱小,所以各月份每 10 年溫度上昇趨勢值均比全球海陸溫度上昇趨勢值(每 10 年上升 0.18° C)高很多,從最少的 7 月(每 10 年上升 0.23° C)的到最多的 11 月(每 10 年上升 0.57° C),絕大部分每 10 年溫度上昇趨勢值為每 10 年上升 $0.3X^{\circ}$ C
- 三、雖然說每年各月的氣溫應為獨立事件,但舉例來說去年的2月氣溫是否真不會影響今年的2月氣溫猶未可知,我們藉由最後圖25認為應該是有共同的機制來影響氣溫變化,如此,就如同股票市場一樣,既然有其共同影響機制,就應該有某一種規則可循,所以我們嘗試看看用K線理論來解釋看看。
- 四、從瀑布圖線型上來看,60年中每個月的溫度變化倒也不是持續上昇,各有不同的上昇 趨勢線型,以最近 10年來看,
 - 1月的溫度變化不大,幾乎距平值都在0附近,與過去均溫差不多,<u>應該不會明顯感覺</u> 變熱;
 - 2月則是 10年間有幾年距平值升溫大,但最近 4年距平值在正負之間變化,**應該不會明顯感覺比以前 2月熱**;
 - 3月距平值有正有負,但幅度不明顯,**應該不會明顯感覺比以前3月熱**;
 - 4月前幾年甚至比均溫低,但最近3年則距平值為正且幅度大,**更讓人覺得4月比以前 熱**;
 - 5月呢,前5年沒什麼變化但後5年距平值為正且幅度大,讓人覺得5月比以前熱;
 - 6月跟5月一樣,後5年溫差幅度大,比均溫提高1度以上,讓人覺得6月比以前熱;
 - 7月後4年線型上昇變化大,但幅度越小,不會明顯感覺比以前7月熱(但本來就

熱);

- 8月則是10年間距平值都為正,溫差比均溫提高1度左右,讓人覺得8月比以前熱;
- 9月也是一直呈現升溫的樣勢,但距平值變化幅度都很接近+0.5度,**感覺差異不大(但本來就熱)**;
- 10月是最後3年都是大幅升溫,會讓人感覺10月變熱;
- 11月是最後4年大幅升溫,會讓人感覺11月變熱;
- 12月前7年沒什麼變化,後3年大幅升溫,會讓人感覺12月變熱。
- 綜觀以上,一年當中,只有 <u>1、2、3 月與過去均溫差異不大</u>,其他各月或者本來就熱,或者相較過去均溫皆有上昇,難怪大家都覺得<u>夏天變長,春、秋季不明顯</u>的感覺了。
- 五、對照最新氣象局 2018 資料,當然有些猜測誤差是很大的,不過,就是嘗試另一種研究方法,希望對任何事物能有不同思考
- 六、將來如果真的能拿到嘉義站這 60 年的逐日資料圖的話,我們會嘗試畫出真正的 K 線 (寶塔線)來做進一步的探討

捌、參考資料

- 一、中央氣象局主編,《氣象報告彙編第四篇—民國六十年至民國六十九年》,臺北: 中央氣象局,不著其年
- 二、中央氣象局主編,《氣象報告彙編第五篇-民國七十年至民國七十九年》,臺北: 中央氣象局,不著其年。
- 三、中央氣象局主編,《氣象報告彙編第六篇—民國八十年至民國八十九年》,臺北: 中央氣象局,2002。
- 四、中央氣象局主編,《氣象報告彙編第七篇—民國九十年至民國九十九年》,臺北: 中央氣象局,2012。
- 五、中央氣象局觀測資料查詢網站
- (https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp) •
- 六、中央氣象局全球與臺灣溫度趨勢分析
- (https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/monitoring/monitoring_7.html) •
- 七、《史穗》第六期,2013 年 07 月,頁 31-60,成功大學歷史學系許世旻,我們的地球真的發燒了嗎? 一以臺灣近五十年以來的氣溫脈絡為探究的出發點。
- 八、認識趨勢線 掌握股價正確行進方向
- (http://smart.businessweekly.com.tw/Reading/WebArticle.aspx?ID=66485)

玖、附錄資料

年\月	1	距平	2	距平	3	距平	4	距平	5	距平	6	距平	7	距平	8	距平	9	距平	10	距平	11	距平	12	距平
1969	18.1	1.8	16.2	-0.8	18.3	-1.2	22.3	-0.7	26.0	0.3	26.4	-1.2	28.6	0.1	27.4	-0.5	26.6	-0.3	22.3	-2.1	19.2	-1.9	16.4	-1.2
1970	14.7	-1.6	16.9	-0.1	16.6	-2.9	21.0	-2.0	25.5	-0.2	27.1	-0.5	28.2	-0.3	27.6	-0.3	26.5	-0.4	24.6	0.2	21.1	0.0	18.3	0.7
1971	13.5	-2.8	15.9	-1.1	18.3	-1.2	22.7	-0.3	24.7	-1.0	27.5	-0.1	28.4	-0.1	27.5	-0.4	26.2	-0.7	22.8	-1.6	19.2	-1.9	17.4	-0.2
1972	16.1	-0.2	15.5	-1.5	18.2	-1.3	21.7	-1.3	25.6	-0.1	27.1	-0.5	27.5	-1.0	26.7	-1.2	26.5	-0.4	24.1	-0.3	21.5	0.4	17.6	0.0
1973	16.0	-0.3	19.4	2.4	20.4	0.9	23.6	0.6	26.3	0.6	27.2	-0.4	27.5	-1.0	26.9	-1.0	26.7	-0.2	24.1	-0.3	20.4	-0.7	15.1	-2.5
1974	15.4	-0.9	15.2	-1.8	18.5	-1.0	22.7	-0.3	25.9	0.2	26.7	-0.9	27.9	-0.6	27.4	-0.5	26.4	-0.5	24.8	0.4	21.3	0.2	19.0	1.4
1975	15.8	-0.5	17.7	0.7	19.1	-0.4	24.1	1.1	25.9	0.2	26.7	-0.9	28.1	-0.4	27.4	-0.5	27.1	0.2	25.6	1.2	20.5	-0.6	14.9	-2.7
1976	15.0	-1.3	17.9	0.9	18.8	-0.7	22.0	-1.0	25.3	-0.4	27.3	-0.3	27.7	-0.8	27.4	-0.5	26.1	-0.8	24.2	-0.2	19.1	-2.0	17.4	-0.2
1977	15.7	-0.6	14.9	-2.1	20.3	0.8	24.1	1.1	26.6	0.9	27.2	-0.4	28.2	-0.3	28.1	0.2	27.2	0.3	24.4	0.0	19.7	-1.4	19.2	1.6
1978	15.6	-0.7	17.2	0.2	19.9	0.4	23.0	0.0	25.3	-0.4	28.1	0.5	28.5	0.0	27.7	-0.2	27.3	0.4	23.6	-0.8	20.6	-0.5	17.9	0.3
1979	17.6	1.3	18.5	1.5	19.9	0.4	22.8	-0.2	24.5	-1.2	26.5	-1.1	28.9	0.4	27.5	-0.4	26.6	-0.3	22.3	-2.1	20.0	-1.1	17.8	0.2
1980	16.2	-0.1	15.8	-1.2	21.0	1.5	22.6	-0.4	25.5	-0.2	28.7	1.1	29.0	0.5	28.0	0.1	26.6	-0.3	24.7	0.3	21.9	0.8	16.8	-0.8
1981	15.7	-0.6	18.0	1.0	21.2	1.7	24.2	1.2	24.9	-0.8	27.2	-0.4	27.9	-0.6	28.5	0.6	26.6	-0.3	24.3	-0.1	20.6	-0.5	16.3	-1.3
1982	15.7	-0.6	17.1	0.1	20.1	0.6	21.0	-2.0	25.6	-0.1	27.1	-0.5	28.3	-0.2	27.7	-0.2	26.8	-0.1	24.6	0.2	22.2	1.1	17.1	-0.5
1983	16.1	-0.2	16.0	-1.0	18.5	-1.0	24.0	1.0	25.7	0.0	28.0	0.4	29.6	1.1	28.0	0.1	27.6	0.7	25.5	1.1	19.6	-1.5	16.0	-1.6
1984	15.0	-1.3	15.6	-1.4	18.6	-0.9	21.9	-1.1	24.7	-1.0	27.8	0.2	28.4	-0.1	27.5	-0.4	27.0	0.1	24.4	0.0	21.7	0.6	17.1	-0.5
1985	16.1	-0.2	17.3	0.3	16.9	-2.6	22.0	-1.0	26.6	0.9	27.0	-0.6	28.2	-0.3	27.4	-0.5	26.9	0.0	25.0	0.6	21.0	-0.1	16.7	-0.9
1986	14.6	-1.7	14.9	-2.1	18.7	-0.8	23.8	0.8	25.2	-0.5	27.6	0.0	28.7	0.2	28.2	0.3	26.5	-0.4	23.9	-0.5	20.9	-0.2	17.3	-0.3
1987	15.9	-0.4	17.3	0.3	20.9	1.4	22.4	-0.6	25.5	-0.2	27.5	-0.1	28.6	0.1	28.8	0.9	25.9	-1.0	24.9	0.5	21.8	0.7	16.3	-1.3
1988	17.0	0.7	16.8	-0.2	17.5	-2.0	21.1	-1.9	26.5	0.8	28.0	0.4	28.7	0.2	27.3	-0.6	26.5	-0.4	24.2	-0.2	18.6	-2.5	15.6	-2.0
1989	16.8	0.5	16.6	-0.4	17.9	-1.6	23.2	0.2	25.1	-0.6	27.4	-0.2	28.4	-0.1	28.4	0.5	26.7	-0.2	23.8	-0.6	20.6	-0.5	16.5	-1.1
1990	16.8	0.5	18.0	1.0	19.0	-0.5	22.0	-1.0	25.2	-0.5	27.3	-0.3	28.5	0.0	28.1	0.2	26.9	0.0	23.8	-0.6	21.8	0.7	18.2	0.6
1991	16.8	0.5	17.2	0.2	21.2	1.7	23.0	0.0	26.1	0.4	28.4	0.8	28.4	-0.1	28.5	0.6	26.8	-0.1	23.1	-1.3	20.4	-0.7	17.8	0.2
1992	15.6	-0.7	15.9	-1.1	20.3	0.8	22.6	-0.4	24.5	-1.2	27.5	-0.1	28.2	-0.3	27.8	-0.1	27.0	0.1	22.6	-1.8	19.8	-1.3	18.8	1.2
1993	15.5	-0.8	18.0	1.0	19.5	0.0	22.3	-0.7	25.8	0.1	28.0	0.4	29.0	0.5	28.5	0.6	27.0	0.1	23.7	-0.7	22.1	1.0	17.7	0.1
1994	17.0	0.7	18.0	1.0	18.0	-1.5	25.0	2.0	26.5	0.8	27.8	0.2	28.4	-0.1	27.5	-0.4	26.1	-0.8	23.4	-1.0	21.6	0.5	20.4	2.8
1995	16.3	0.0	15.5	-1.5	18.6	-0.9	23.4	0.4	25.3	-0.4	28.3	0.7	28.1	-0.4	27.6	-0.3	27.0	0.1	24.7	0.3	19.9	-1.2	16.1	-1.5
1996	16.4	0.1	15.8	-1.2	20.5	1.0	19.5	-3.5	24.5	-1.2	28.4	0.8	28.9	0.4	28.0	0.1	27.6	0.7	25.0	0.6	22.4	1.3	17.4	-0.2
1997	16.1	-0.2	16.3	-0.7	20.6	1.1	23.6	0.6	26.0	0.3	27.4	-0.2	28.2	-0.3	28.1	0.2	26.0	-0.9	24.9	0.5	21.9	0.8	18.9	1.3
1998	17.7	1.4	18.0	1.0	20.8	1.3	24.9	1.9	26.5	0.8	27.9	0.3	29.2	0.7	28.8	0.9	26.9	0.0	25.2	0.8	22.9	1.8	19.6	2.0
1999	17.4	1.1	17.7	0.7	21.4	1.9	23.8	0.8	24.6	-1.1	28.4	0.8	28.0	-0.5	27.4	-0.5	27.0	0.1	25.0	0.6	21.5	0.4	17.1	-0.5
2000	16.8	0.5	16.3	-0.7	18.8	-0.7	23.2	0.2	25.6	-0.1	27.9	0.3	28.2	-0.3	27.6	-0.3	26.7	-0.2	25.6	1.2	22.0	0.9	19.4	1.8
2001	17.4	1.1	18.3	1.3	20.5	1.0	22.8	-0.2	26.3	0.6	28.0	0.4	28.4	-0.1	28.8	0.9	26.1	-0.8	24.2	-0.2	19.8	-1.3	18.4	0.8
2002	18.1	1.8	19.2	2.2	23.0	3.5	25.7	2.7	27.0	1.3	28.9	1.3	29.1	0.6	29.0	1.1	28.2	1.3	26.8	2.4	23.0	1.9	20.3	2.7
2003	16.2	-0.1	18.9	1.9	19.8	0.3	24.1	1.1	26.4	0.7	27.6	0.0	29.8	1.3	28.5	0.6	27.8	0.9	24.2	-0.2	22.7	1.6	17.2	-0.4
2004	16.4	0.1	17.5	0.5	19.5	0.0	23.1	0.1	27.0	1.3	28.2	0.6	28.2	-0.3	28.5	0.6	27.0	0.1	22.7	-1.7	21.7	0.6	18.8	1.2
2005	16.1	-0.2	17.1	0.1	17.6	-1.9	23.4	0.4	26.9	1.2	27.8	0.2	28.9	0.4	28.2	0.3	28.0	1.1	25.1	0.7	22.7	1.6	16.6	-1.0
2006	17.5	1.2	18.2	1.2	19.6	0.1	24.4	1.4	26.3	0.6	27.5	-0.1	28.8	0.3	28.5	0.6	27.0	0.1	25.5	1.1	23.0	1.9	18.8	1.2
2007	17.3	1.0	19.7	2.7	21.3	1.8	22.6	-0.4	26.7	1.0	28.5	0.9	30.0	1.5	27.9	0.0	27.7	0.8	24.7	0.3	20.7	-0.4	18.9	1.3
2008	17.6	1.3	14.7	-2.3	20.0	0.5	23.9	0.9	25.8	0.1	27.8	0.2	28.4	-0.1	28.6	0.7	27.5	0.6	26.5	2.1	21.7	0.6	17.9	0.3
2009	15.6	-0.7	21.5	4.5	20.1	0.6	22.5	-0.5	25.7	0.0	28.1	0.5	29.3	0.8	28.7	0.8	28.9	2.0	25.0	0.6	21.6	0.5	17.5	-0.1
2010	17.2	0.9	19.1	2.1	21.4	1.9	22.2	-0.8	26.5	0.8	27.7	0.1	29.0	0.5	28.8	0.9	27.5	0.6	25.1	0.7	20.9	-0.2	17.6	0.0
2011	14.7	-1.6	16.9	-0.1	18.0	-1.5	22.7	-0.3	25.6	-0.1	28.7	1.1	28.7	0.2	29.1	1.2	27.5	0.6	24.9	0.5	23.2	2.1	17.9	0.3
2012	16.6	0.3	16.6	-0.4	19.9	0.4	24.8	1.8	26.9	1.2	27.9	0.3	29.0	0.5	28.1	0.2	27.6	0.7	24.5	0.1	22.2	1.1	18.4	0.8
2013	16.7	0.4	19.4	2.4	21.0	1.5	22.5	-0.5	26.6	0.9	28.8	1.2	28.4	-0.1	28.0	0.1	27.5	0.6	24.2	-0.2	21.4	0.3	16.8	-0.8
2014	16.1	-0.2	17.1	0.1	19.9	0.4	23.5	0.5	26.2	0.5	28.7	1.1	30.1	1.6	28.9	1.0	28.8	1.9	24.8	0.4	22.6	1.5	16.9	-0.7
2015	16.8	0.5	18.1	1.1	20.9	1.4	24.1	1.1	27.3	1.6	30.1	2.5	29.2	0.7	28.1	0.2	27.5	0.6	25.8	1.4	24.0	2.9	19.8	2.2
2016	16.9	0.6	16.6	-0.4	18.7	-0.8	25.4	2.4	27.9	2.2	29.1	1.5	29.5	1.0	29.0	1.1	27.6	0.7	27.3	2.9	23.4	2.3	20.4	2.8
2017	19.0	2.7	18.0	1.0	20.8	1.3	23.9	0.9	27.0	1.3	29.0	1.4	28.9	0.4	29.8	1.9	29.5	2.6	26.2	1.8	23.3	2.2	18.6	1.0
1969-2008 40年平均值	16.3		17.0		19.5		23.0		25.7		27.6	21	28.5		27.9		26.9		24.4		21.1		17.6	