

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

第一名

040503

地球真的發燒了嗎？-深入探討全球暖化的趨勢

學校名稱：國立新店高級中學

作者： 高一 李芷郁 高一 陳思穎	指導老師： 白佩宜 陳正昌
-------------------------	---------------------

關鍵詞：全球暖化、暖化趨勢

得獎感言



這次我們的作品得到第一名的名次對我們來說是個意外的結果。但其實這一切都並不在我們的意料之中，剛開始校內的口試，我們甚至是有些勉強的才過關，當時的說明書也不是那麼充分的呈現我們的研究結果。但感謝學校的老師願意相信我們，所以讓我們得到了代表學校出賽的機會。在做科展的期間，我們幾乎都在學校待到九點多，花費了無數的時間和精神，甚至是我們的寒暑假。科展過程中的辛苦是沒有走過的人所無法體會的。這麼大量的學習，不光只是對研究的題目有更深入的了解，還有更多處事的經歷，都讓我們成長。從一開始懵懵懂懂的我們，一路上也不曾有過什麼野心，盡己所能去做，當時的念頭也是僅此而已，因為我們知道，每一個名次或機會的背後我們都必須付出許多的代價，我們的獎座和獎狀，都是用旁人所看不到的壓力和睡眠時間來換取的。但往好處想，這些是都還年輕的我們所支付的起的，如果沒有參加科展，那些原本零零碎碎的時間、發呆出神的時間就會被我們這樣白白的在生命的角落被浪費掉，什麼事情都沒有完成了。這麼說吧，科展讓我們找到了自己一部分的價值。看到今天的成果，感覺雖然有點不真實，也有些幸運的成分在裡面，但我們真的是做到了，學校老師的幫助以及家人的配合我們都默默的感謝在心裡，自己踏實的努力過後並爭取到好成績，感覺是美好的。

摘要

全球暖化是眾所周知的事情，然而暖化的背後是否跟地球的緯度有所關聯？究竟地球在未來可能會從甚麼地方開始急速升溫？是赤道？還是極區？或是根本與太陽的入射角度不相干？雖然不是非常的精細，我們仍舊將地球依緯度畫出了區分，去比較這些不同緯度地區升溫的現象。

結論跟我們以前所認知的事實的確有一段差距。有些地方的氣溫長期來看是上升，近十年的狀況卻是下降；有些地方的氣溫一直穩定而持續的上升；更有些地方的年溫差越來越小，冬季愈來愈熱，夏季愈來愈冷。

壹、研究動機

在上了基礎地球科學之後，我們對我們所處的環境更加的關心。除了課本第七章「全球變遷」的第三節「全球暖化」之外，我們閱覽了許多書籍，我們的國中課本上也清楚的寫著：「隨著工商業發展，石油化學等排放越來越多的二氧化碳，而這些溫室氣體使全球的溫度急遽上升」。但是，有些書籍卻有另一套解釋：「地球本來就有著自己的一套系統，冰期與間冰期相互輪替，氣溫上升不過是地球原本的運作，或許人為的因素並不是佔那麼多比例...」。兩種截然不同的說法，分別解釋了他們對全球暖化的看法，撇開各種主觀的說法，我們想要了解的是地球暖化的趨勢到底是如何？各緯度地區的暖化程度有著什麼樣的差異呢？

貳、研究目的

我們希望能夠透過自己的雙手及雙眼印證課本上及老師上課時所教的知識。希望透過這次作科展的機會能夠更加了解全球氣候變遷的大趨勢、相較於各緯度的暖化程度、探索緯度和上升溫度的關聯和規律以發現其中更多有趣的事情。

我們所預定討論的主題如下：

- 一、氣溫距平值與緯度的關係為何？
- 二、冬季與夏季暖化的趨勢有何不同？
- 三、台灣地區的暖化趨勢為何。
- 四、不同時期的暖化趨勢是否相同？

參、研究設備及器材

電腦

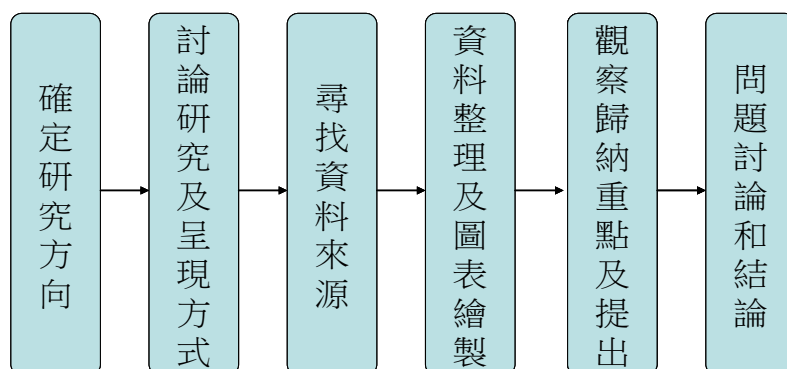
網路

Microsoft Excel

Microsoft Word

肆、研究過程或方法

一、過程



(一) 確定研究方向：

我們跑了許多圖書館，翻閱各種地科相關書籍之後，我們決定往課本第七章第三節「全球暖化」的方向進行研究。經過我們仔細的討論及指導老師的分析之後，決定縮小研究範圍，縮小到研究緯度與全球暖化之間的關連。

(二) 討論研究及呈現方式：

我們討論過後，決定以數據分析並佐以圖表的方式來呈現我們的研究。

(三) 尋找資料來源：

我們搜尋了許多網站，在各國的氣候資料中，尋找可用的數據資料。我們最主要的資料來源是以下這幾個網站：

地區	網站	時間
韓國	韓國氣象局	1969~2009
澳洲	澳洲氣象局	1969~2009
日本	日本氣象庁	1940~2009
台灣	DBAR 大氣研究資料庫	1941~2009
加拿大	加拿大國家氣象局	1984~2009
南極	日本氣象庁	1971~2009

從這幾個主要的網站，我們找到了逐月氣溫的記錄，整理之後，分別繪製出年平均、夏季平均和冬季平均的距平值圖表。

由於原始的數據資料有些較大的起伏，我們於是將每一個數據和其前後兩年(共五年)取平均值(即滑動平均)與原本的距平值畫成距平直方圖，其中距平值以直方圖表示，但滑動平均以折線表示。這麼做能過濾圖表上較極端的數值，能更清楚表現出圖中所表現的趨勢。

(四) 觀察歸納重點及提出問題：

我們在整理每筆數據時，都會歸納出發現的結果，並予以記錄。並依照進度統整所有資料，提出其中不同於其他地區之處，做相關問題與討論。

(五) 問題討論和結論：

我們將問題彙整，聯合擁有的資料，重新計算或以另一種形式分析，還用各種方式畫圖嘗試是否會呈現別種結果。或查詢發生特別冷或特別熱的那一年曾發生什麼特殊事件。作品中，我們大多以圖表分析，並用趨勢線及其斜率來表示溫度升降的變化，斜率在此時的定義即為溫度的年變化量，斜率若為正值，則表示溫獨逐年上升；若為負值，則表示下降。且其絕對

值愈大，表示現象愈明顯，由此可以分析圖表中數值的變化。最後，我們以分析完畢的圖表作為結論，幫助證實之後的討論結果。

二、方法

(一) 以不同時段做區域分析

分段趨勢是了解暖化趨勢變化中重要的一環，可藉由不同時間的趨勢線斜率變化，來更了解當地氣溫更細微的變化。因此除了我們所居住的台灣，我們也取了日本及南極的數據畫分段趨勢圖。我們的方法是將數據以十年為基準分期，在同一張表上標上每個時期的趨勢線，由整理趨勢線斜率的變化，了解各時段暖化趨勢的緩急。

(二) 資料整理及圖表繪製：

在數據取得時，我們取逐月的數據，除了每年所呈現的趨勢之外，我們也比較冬夏季的差別。

1、年圖表繪製：將十二個月份的氣溫平均減去總平均成為距平值，讓圖表中的數值僅反映出氣溫高低的變化。再以距平值和距平值的滑動平均用 **Microsoft Excel** 畫圖。

2、冬夏圖表繪製：北半球部分我們以，我們取六、七、八月的平均代表夏季；取當年的十二月及次年的一、二月來代表當年的冬季。將數值減去當季平均之後，同樣以距平值及滑動平均繪圖。

為了減少便因，選取資料時我們僅取距海近的測站，並在比較緯度和氣溫上升急緩間的關係時，僅取經度相近的測站(東經 120 度到東經 140 度之間)。

3、比較緯度與上升趨勢關係的方式：以緯度為 X 軸，每個測站的趨勢線斜率為 Y 軸，畫出 XY 散佈圖來表示不同緯度間暖化程度的差異。

(三) R 平方，趨勢線的契合：

趨勢線的斜率可以表現氣溫變化劇烈的急緩，但是某些地區平均溫度變化較大，溫度並沒有穩定的趨勢，趨勢線不足以代表其整體趨勢。此處的 R 平方值便是檢視這條趨勢線是否足以代表整體趨勢的數值。

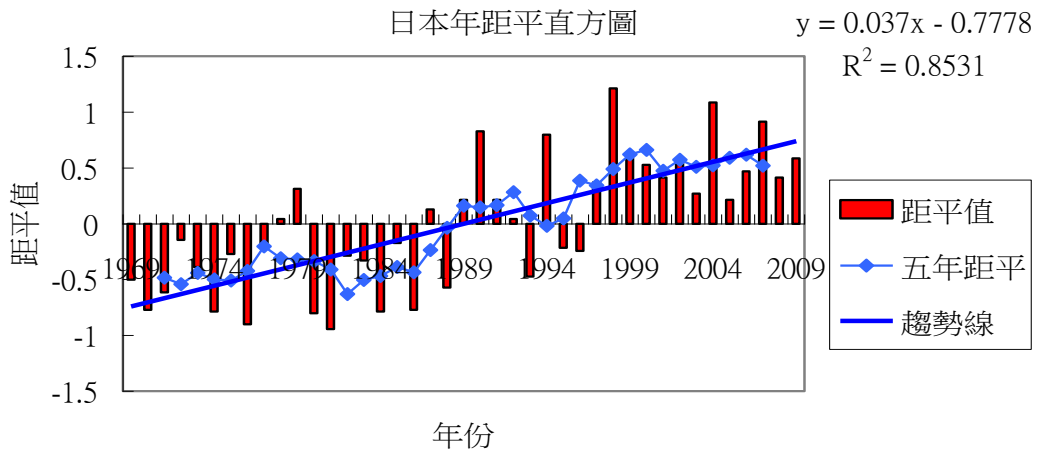
伍、研究結果

一、年平均、冬季與夏季的氣溫變化趨勢

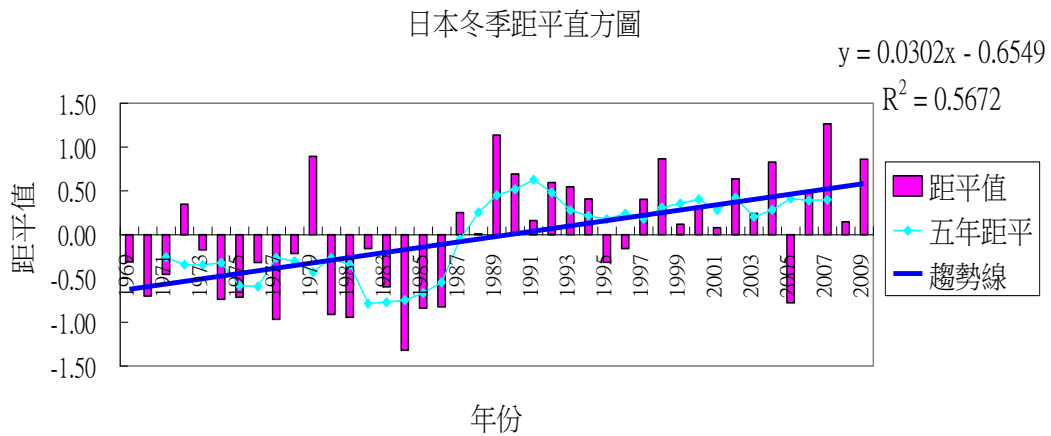


(一)、日本近四十年之氣溫變化趨勢

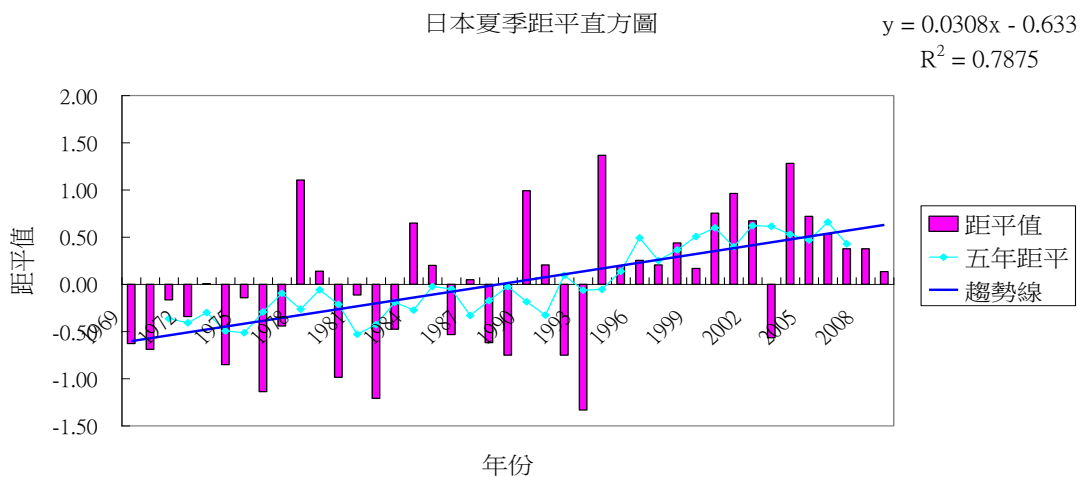
日本的部份，我們的全日本資料來源其實是將京都、東京、長崎、佐賀、富山、鹿兒島、靜岡七個測站的月均溫平均後成為代表日本整體的數值。左圖為其位置圖。



【圖表 1】



【圖表 2】



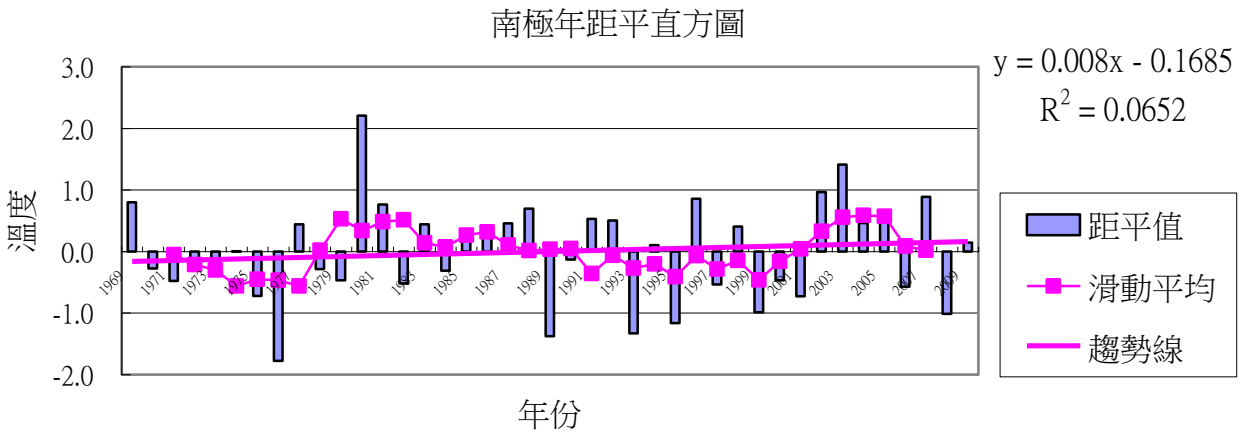
【圖表 3】

說明：日本不算一個太大的國家，國土細長且四面環海，故沒有深居內陸的氣候問題，由【圖表 1】【圖表 2】【圖表 3】中可以看出，不論是冬夏季平均還是年平均都在規律的上升，可以明顯的看出正在暖化。且冬夏的暖化幅度十分接近。

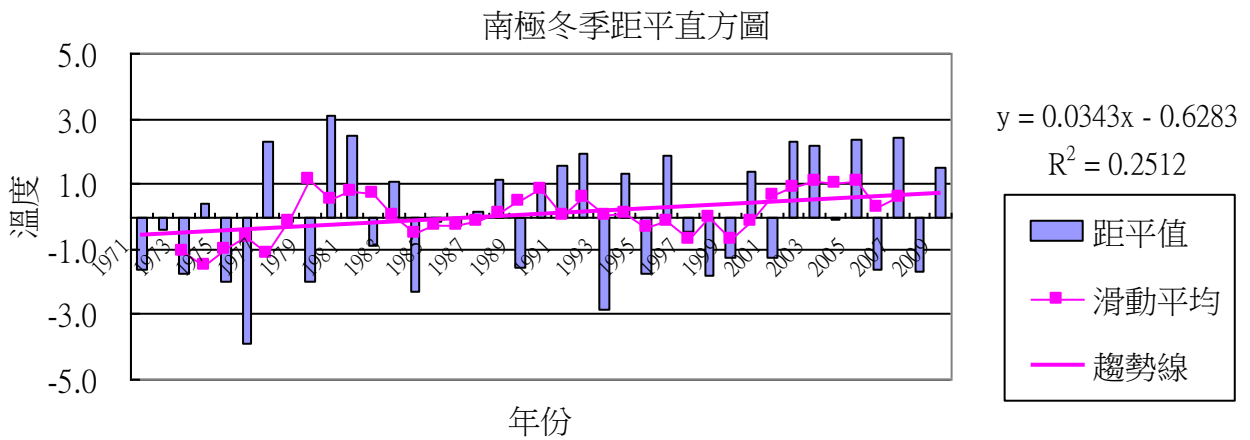
(二)、南極近四十年之氣溫變化



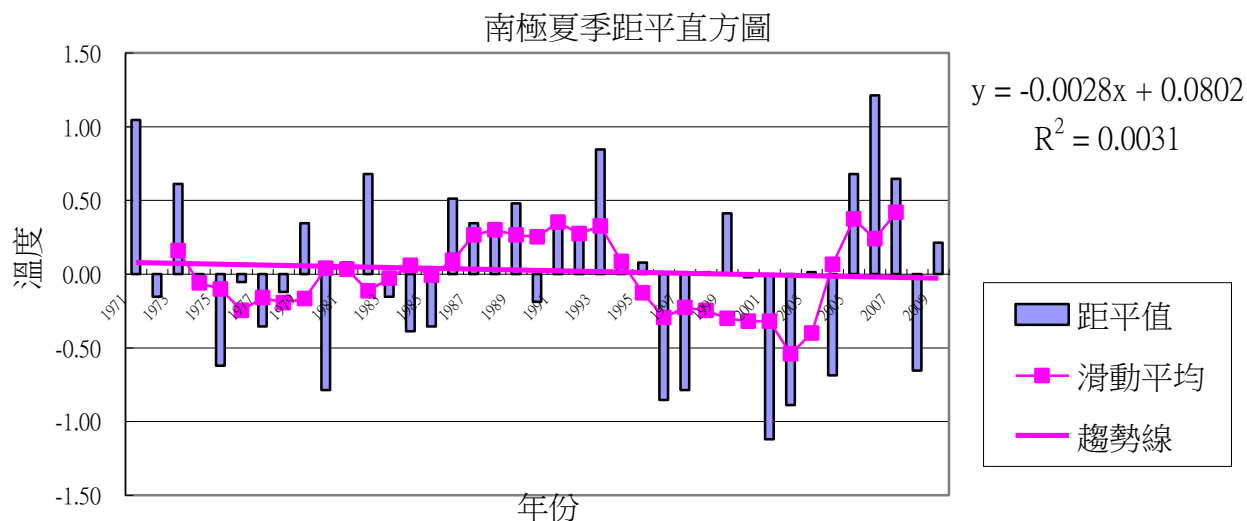
南極本就是世界上人煙罕至的地方，測站也不如其他地方齊全，此測站名為昭和（經緯度：南緯 69 度，東經 39 度），資料取自日本氣象庁。



【圖表 4】



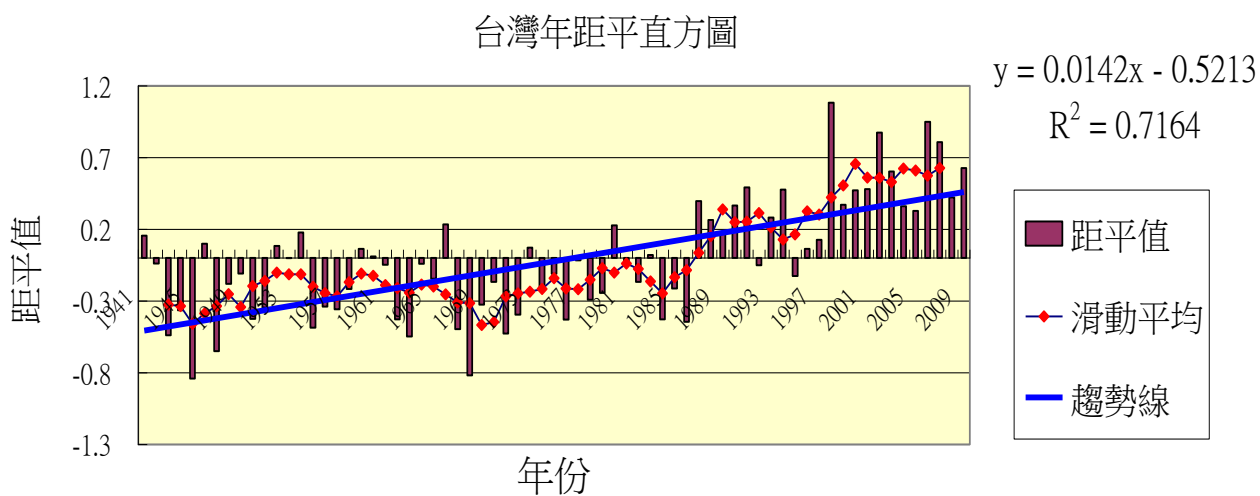
【圖表 5】



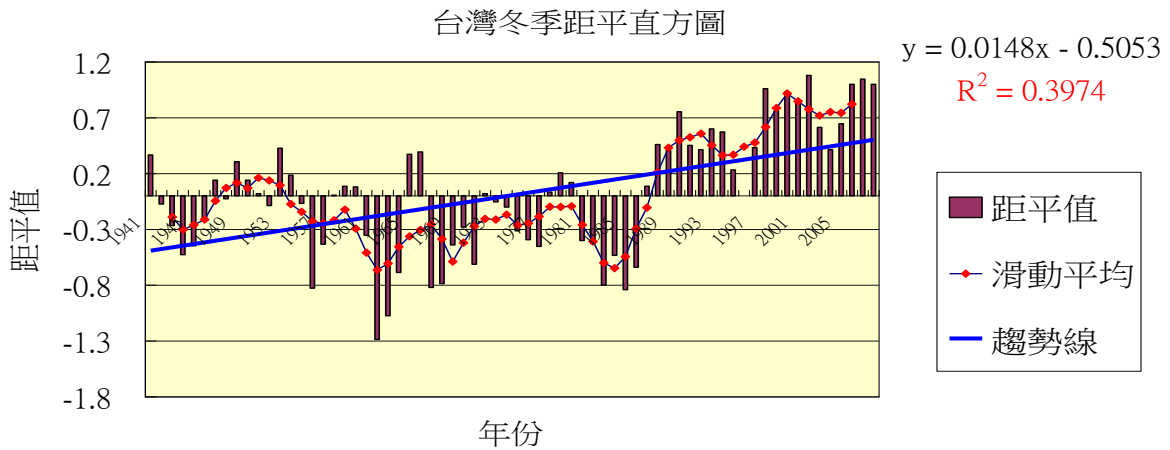
【圖表 6】

說明：從 1984 至 2009 年這段時間內，【圖表 4】南極的年均溫符合全球暖化的趨勢，但【圖表 6】其中的夏季氣溫出乎意料之外的呈現的是幾乎不變，甚至是微微下傾的狀況，雖然如此，下降的幅度仍比不上冬季上升的幅度。此時冬季的暖化趨勢較夏季明顯。

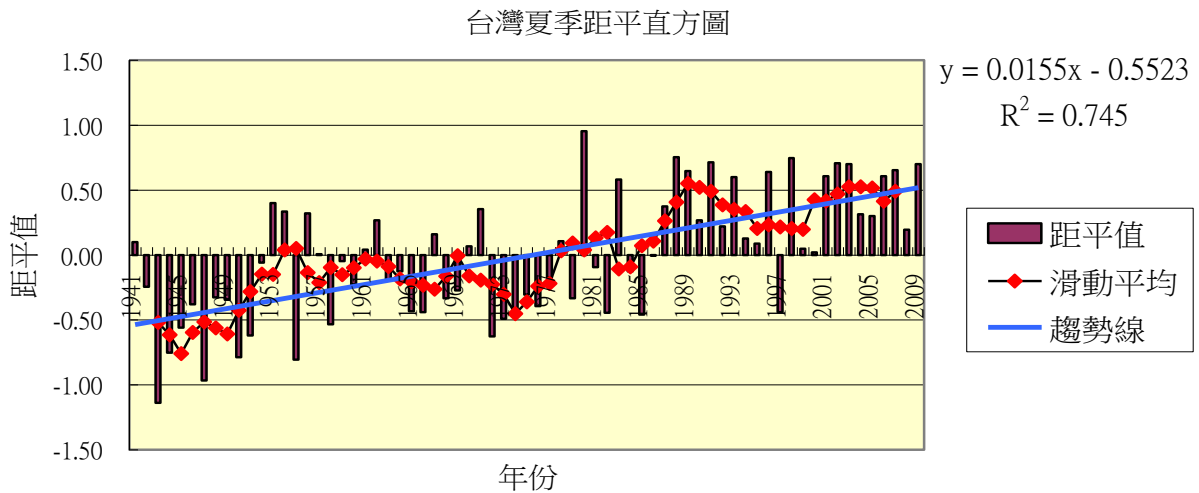
(三)、台灣近七十年氣溫變化



【圖表 7】

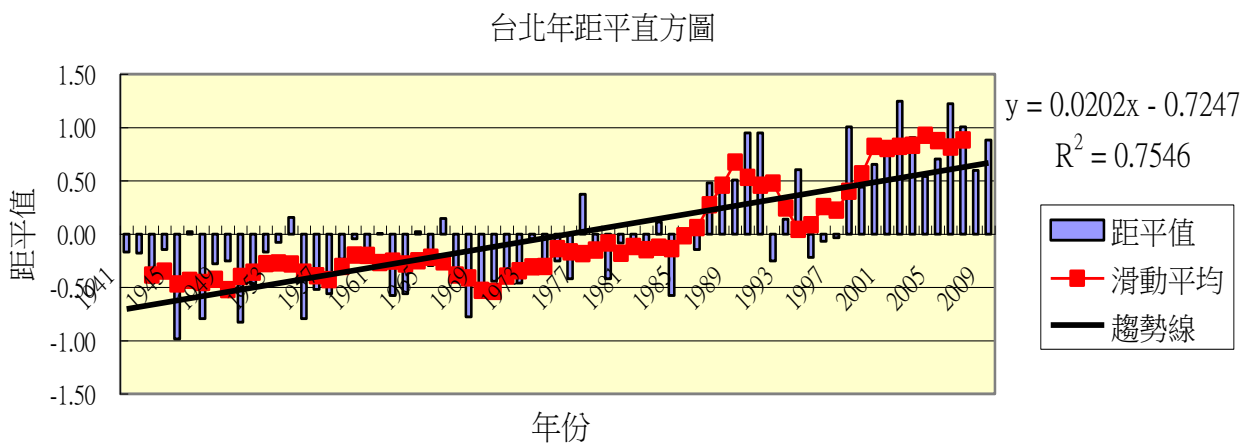


【圖表 8】



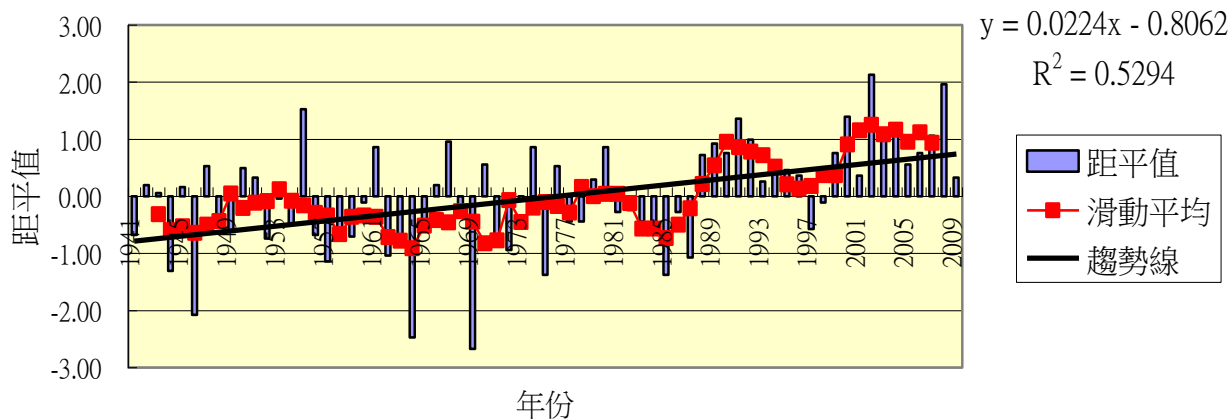
【圖表 9】

說明：我們台灣取五個測站的氣溫資料，分別是台北、台中、台東、高雄、恆春，以此五測站平均代表台灣整體。由上圖中的斜率可以看的出來，台灣冬季【圖表 8】的斜率是 0.0148，台灣夏季【圖表 9】的斜率是 0.0155。由斜率的比較可知，台灣整體上夏季平均趨勢是略大於冬季趨勢的。



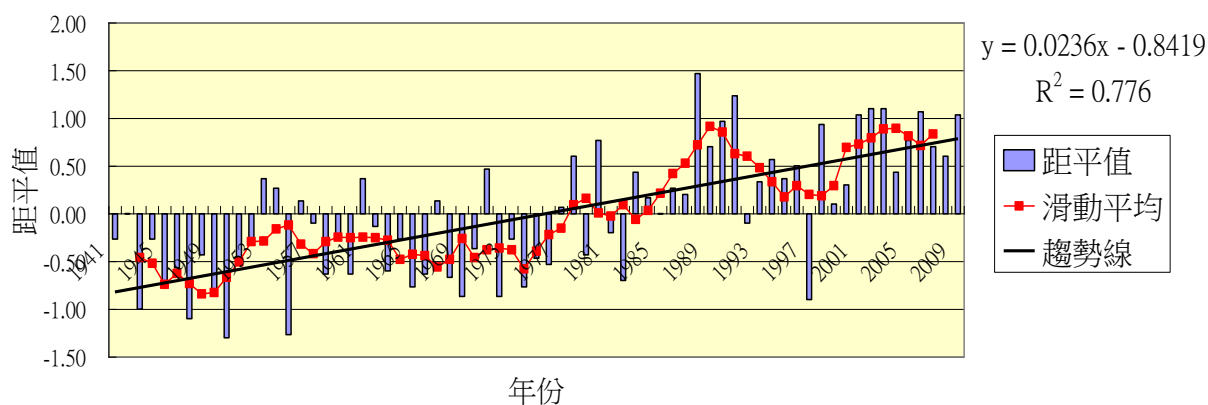
【圖表 10】

台北冬季距平直方圖



【圖表 11】

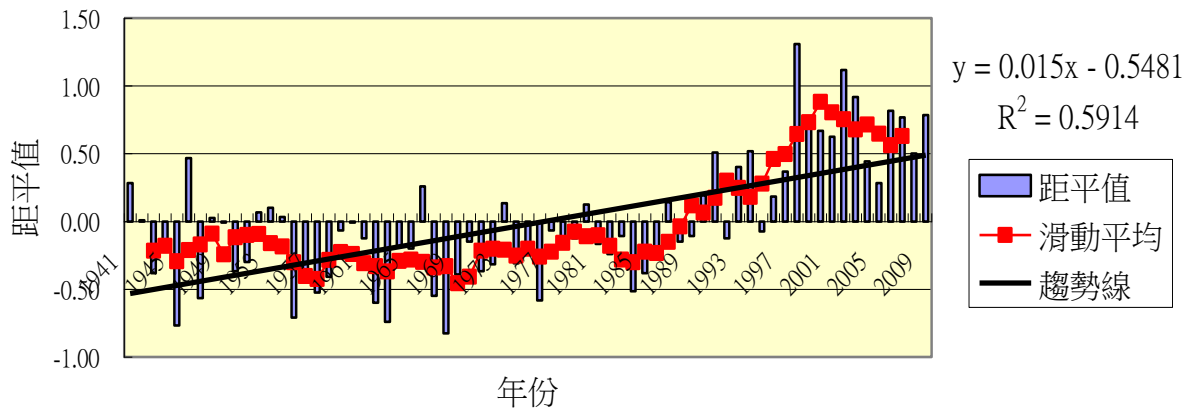
台北夏季距平直方圖



【圖表 12】

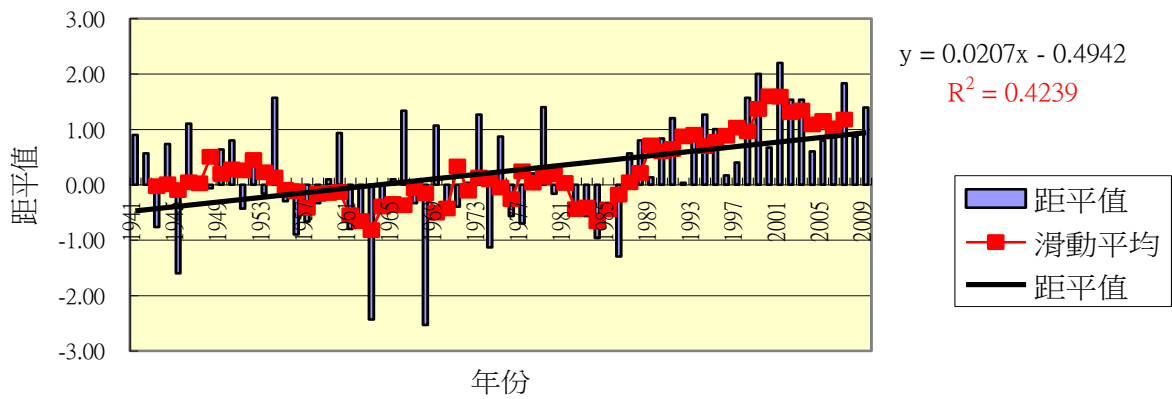
說明：由上圖中斜率可看來，台北冬季【圖表 11】和台北夏季【圖表 12】的斜率是分別是 0.0224 和 0.0236。台北全年平均【圖表 10】的斜率是 0.0202。由斜率的比較可知，台北年平均夏季趨勢略大於冬季。

台中年距平直方圖



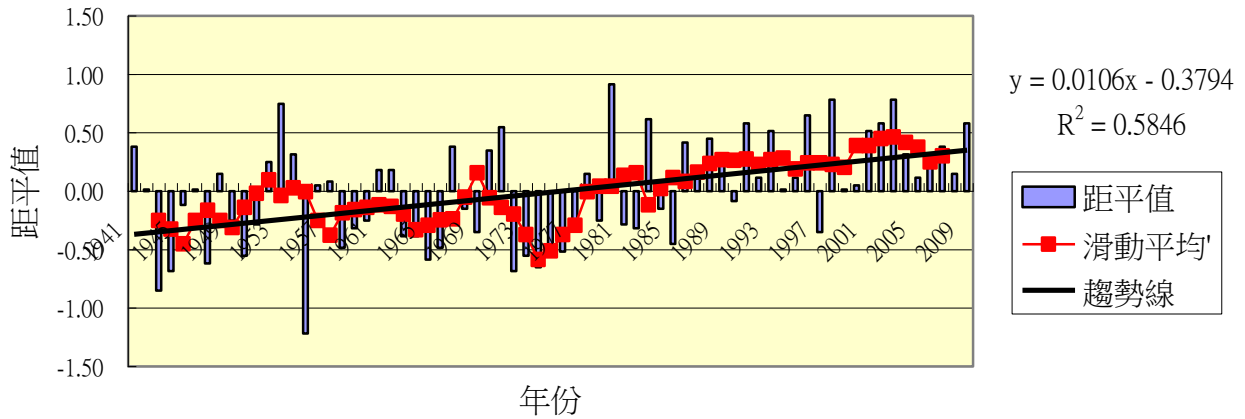
【圖表 13】

台中冬季距平直方圖



【圖表 14】

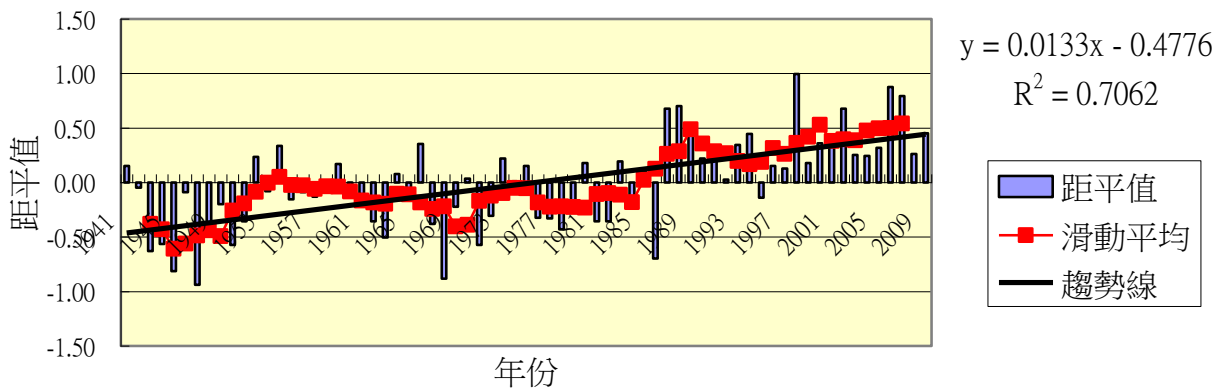
台中夏季距平直方圖



【圖表 15】

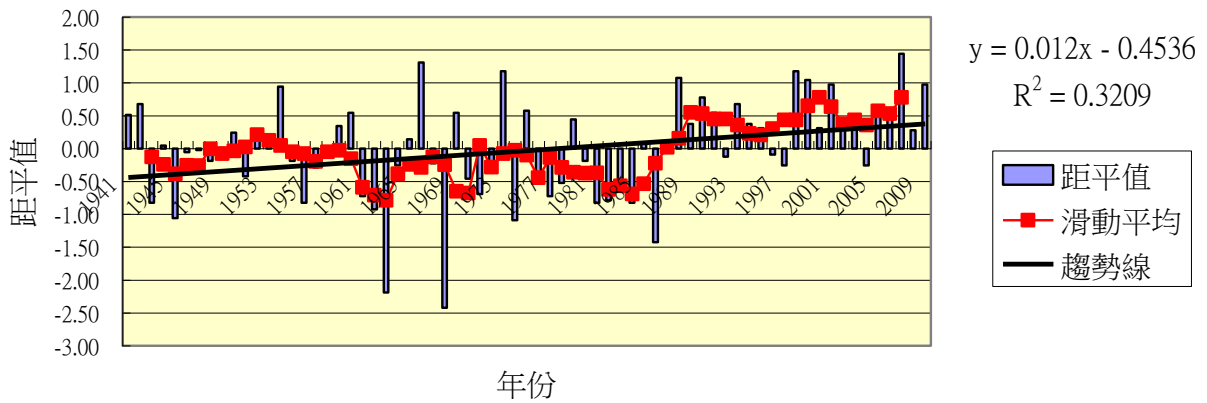
說明：由圖中斜率可以看來，台中冬季【圖表 13】的斜率是 0.0207，而夏季【圖表 14】的斜率是 0.0106，台中全年年平均【圖表 15】的斜率是 0.015。由斜率的比較可知，台中冬季的平均一反以上，是冬季大於夏季平均的。

台東年距平直方圖



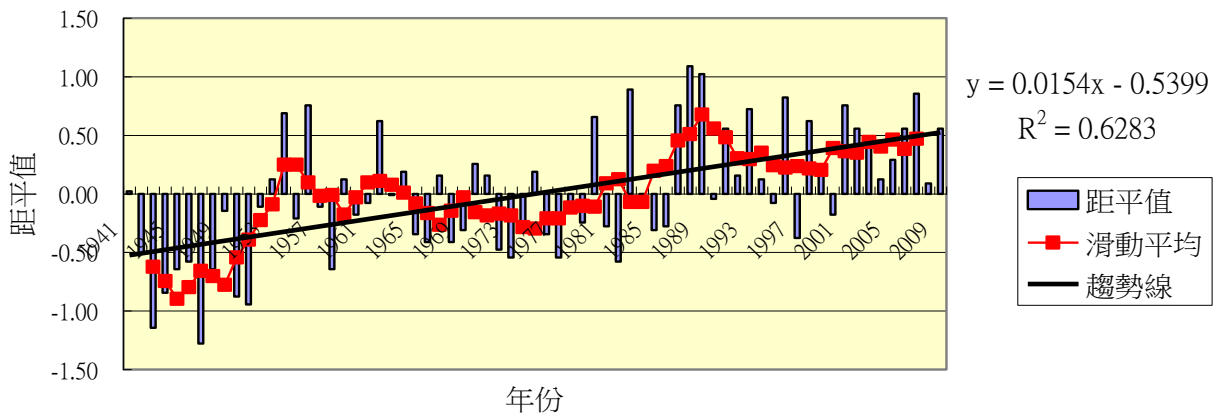
【圖表 16】

台東冬季距平直方圖



【圖表 17】

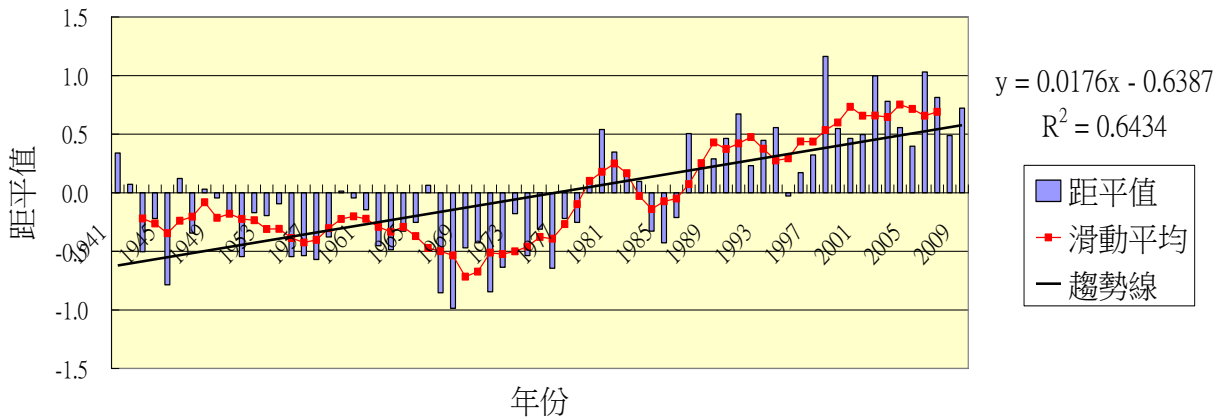
台東夏季距平直方圖



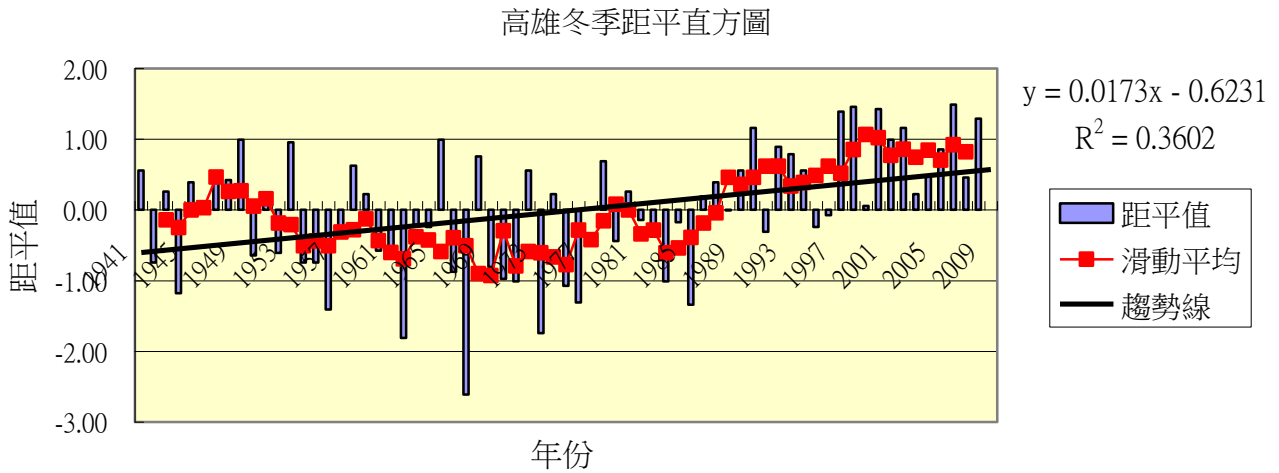
【圖表 18】

說明：由上圖中的斜率看來，台東全年年平均【圖表 16】的斜率是 0.0133，由台東夏季平均【圖表 18】的斜率 0.0154 略大於台東冬季【圖表 17】的斜率 0.012。由斜率的比較可知，台東的暖化狀況仍與全台平均一致，夏季略大於冬季平均趨勢。

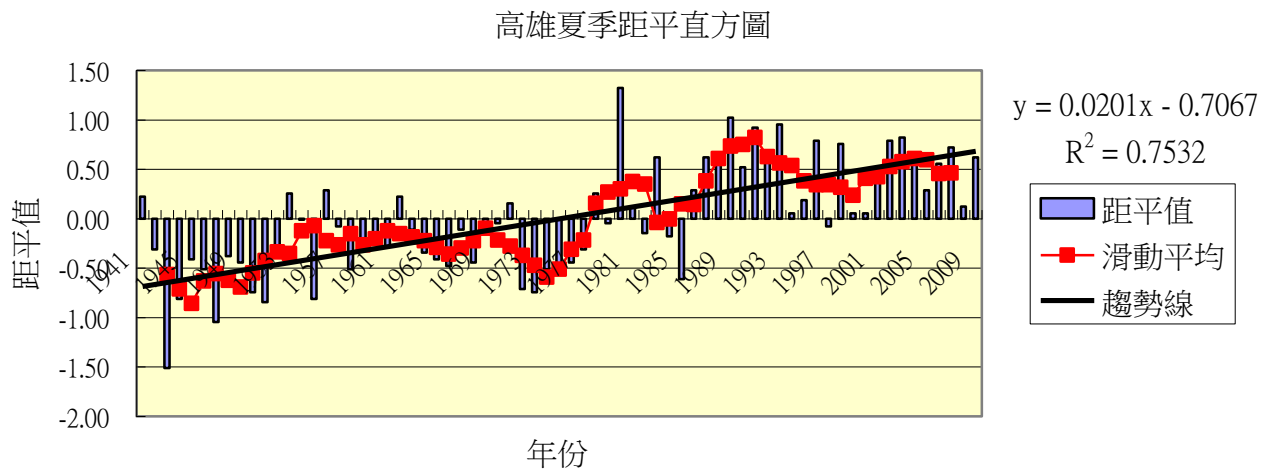
高雄年距平直方圖



【圖表 19】

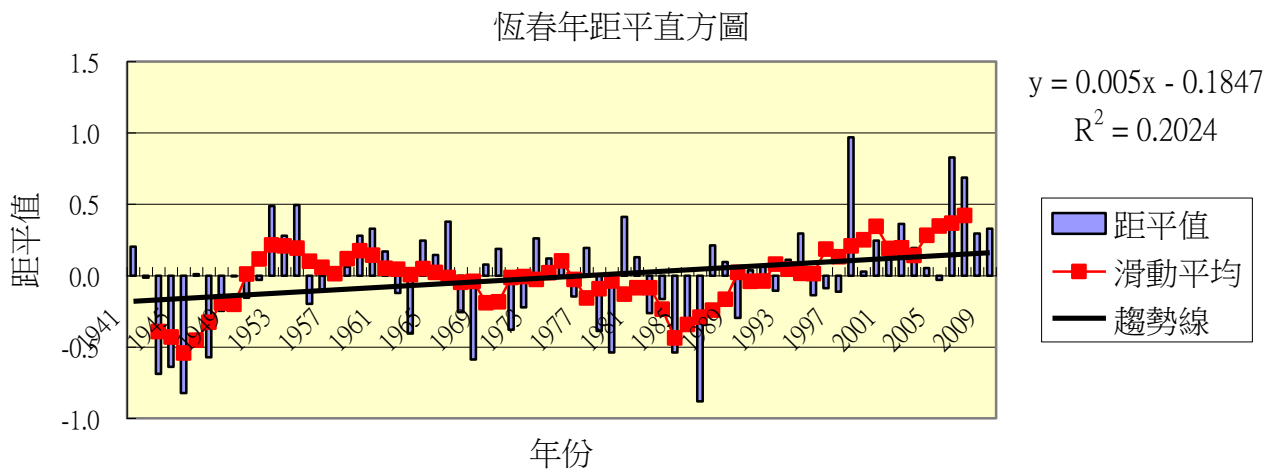


【圖表 20】

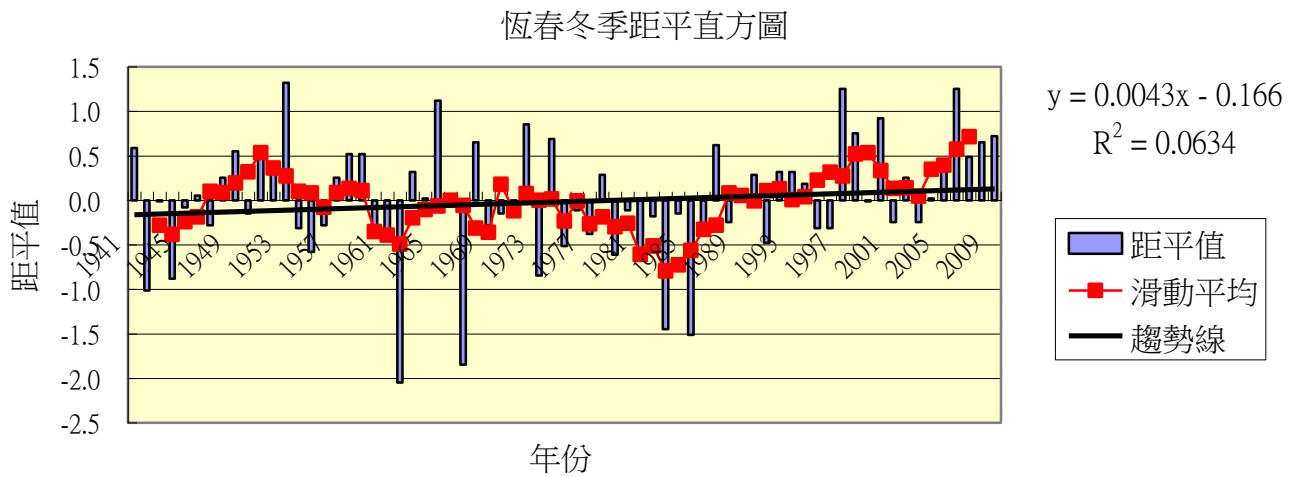


【圖表 21】

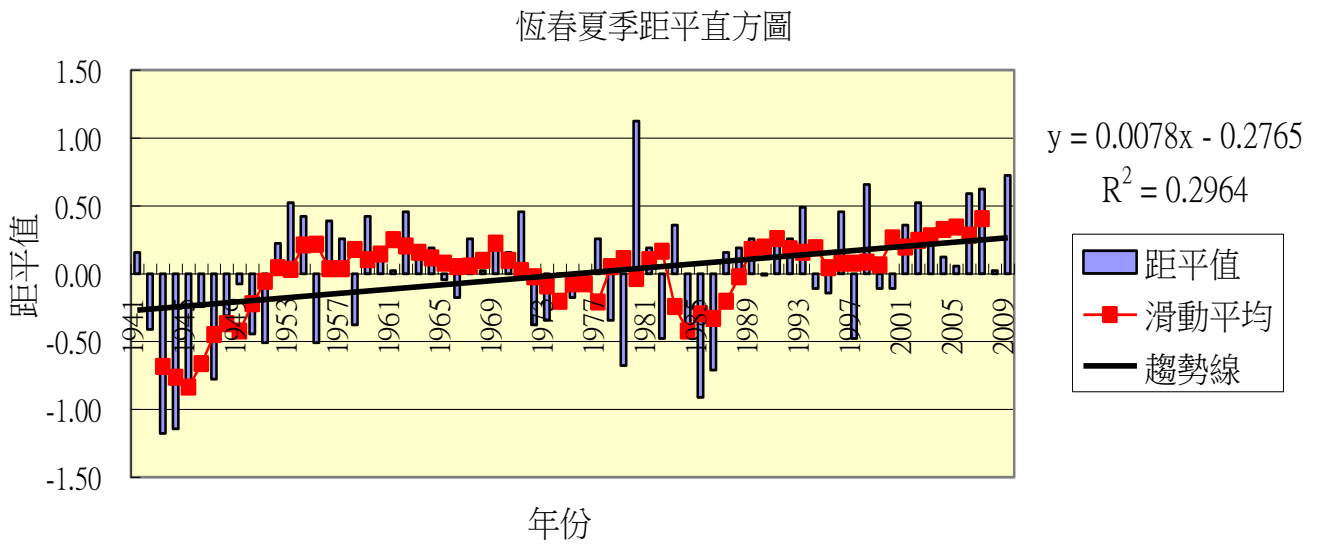
說明：由上圖的斜率可以看的出來，高雄冬季平均【圖表 20】的斜率是 0.0173，高雄夏季平均【圖表 21】的斜率是 0.0201，高雄年平均【圖表 19】的斜率是 0.0176。由斜率的比較可知，高雄夏季平均趨勢是大於冬季平均趨勢的。



【圖表 22】



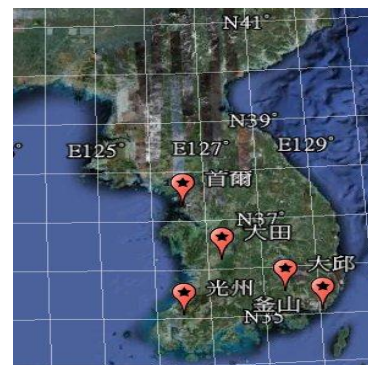
【圖表 23】

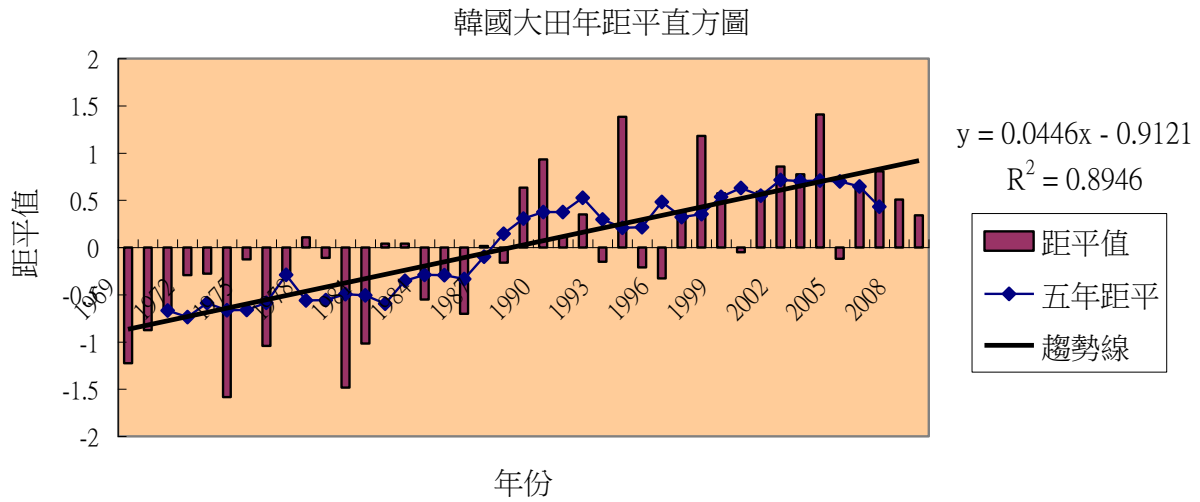


【圖表 24】

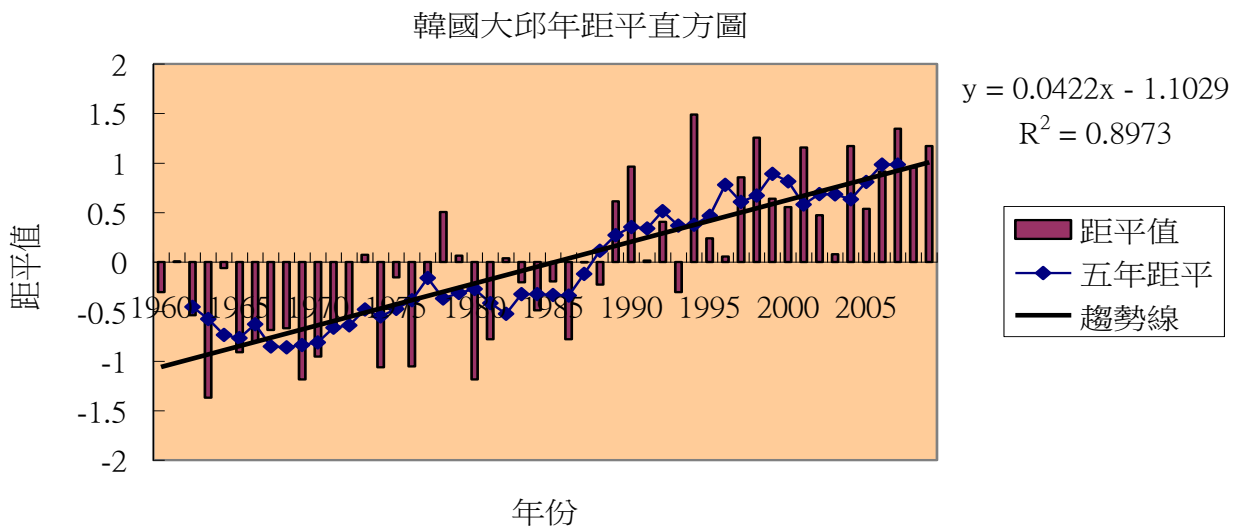
說明：由上圖的趨勢線斜率歸納出，恆春冬季平均【圖表 23】的斜率是 0.0043，恆春夏季平均【圖表 24】的斜率是 0.0078，恆春全年年平均【圖表 22】的斜率是 0.005。比較斜率後可知，恆春夏季平均趨勢大於冬季，和台灣大部份的測站趨勢相同是相同的。

(四) 韓國近四十年的溫度變化：

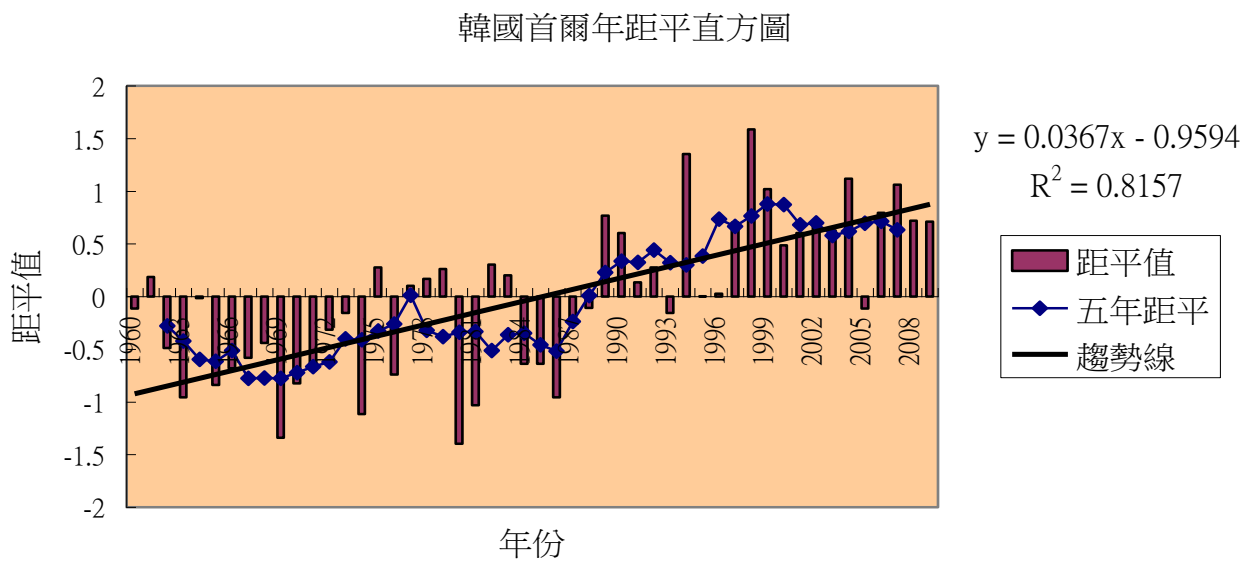




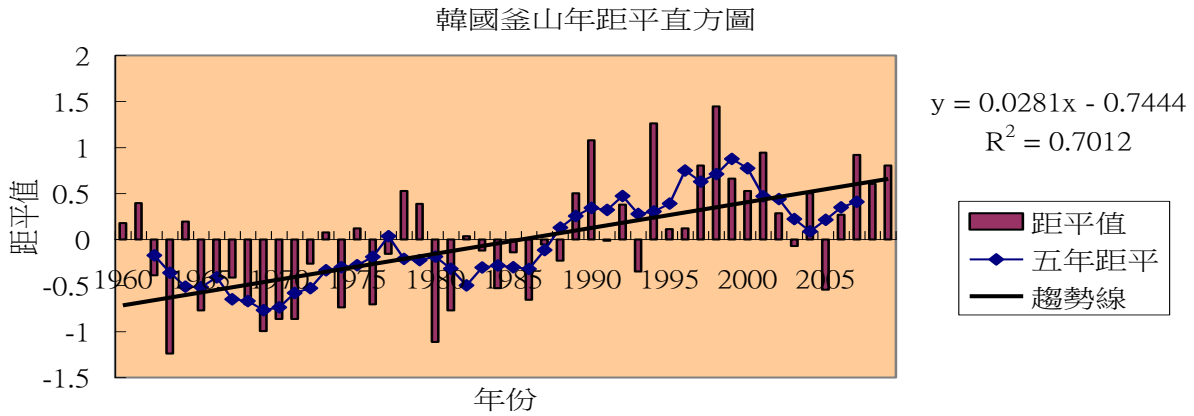
【圖表 25】



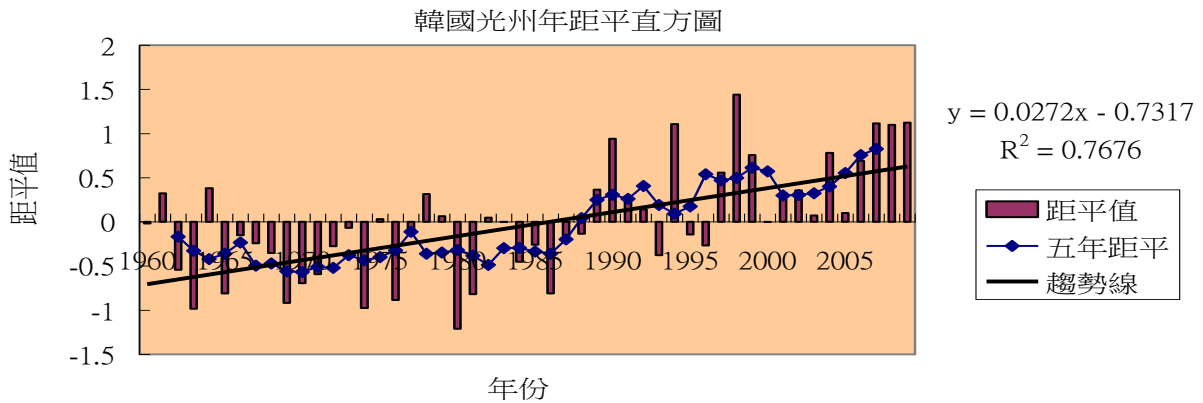
【圖表 26】



【圖表 27】



【圖表 28】

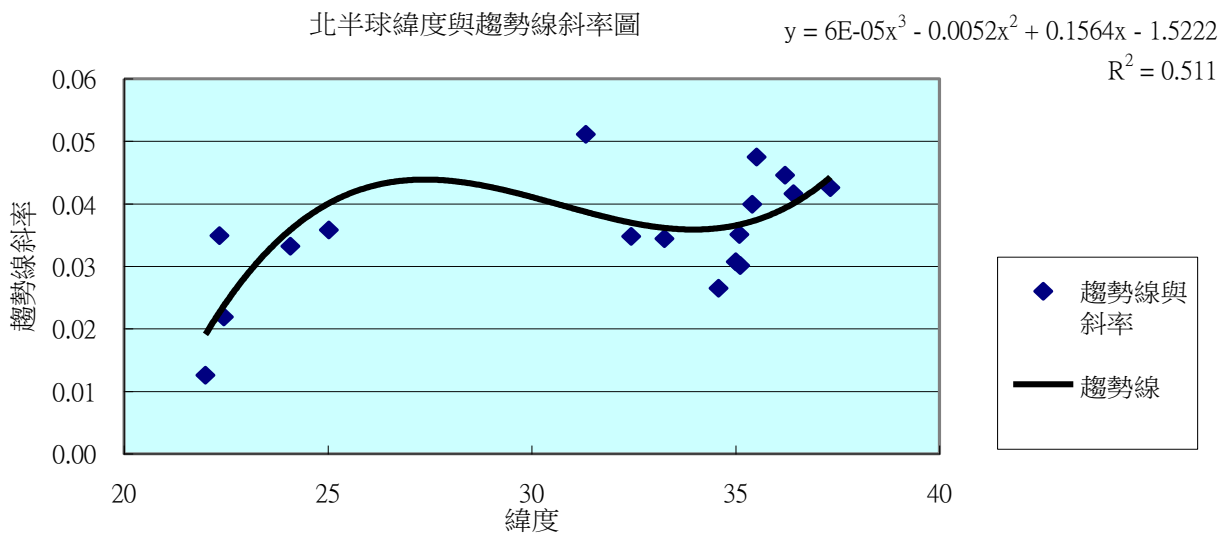


【圖表 29】

說明：由【圖表 25】至【圖表 29】中的趨勢線斜率和 R 平方值可知，全球暖化在南韓也有造成影響。且距平值趨勢線的 R 值皆在 0.7 以上，表示南韓年均溫變動不大，整體氣溫逐年上升。

陸、討論

一、北半球各緯度地區的氣溫距平值和緯度有何關聯？



【圖表 30】

說明：【圖表 30】是根據台灣、日本、韓國等地區取 1971~2009 年距平值，繪出圖形後，依其圖形的趨勢線，斜率大小而繪製的圖。

討論：【圖表 30】中的所有點皆為正值，顯示了這圖形中全部的測站所觀測到的趨勢皆呈上升，但上升趨勢的快慢並沒有呈現非常規律的線性，但大致上來看，還是可看出在較高緯的地區，暖化的趨勢高於低緯地區。

二、冬夏季暖化趨勢有何差別？

地點	緯度	冬季趨勢線斜率	R 平方	夏季趨勢線斜率	R 平方
恆春	22.00	0.0222	0.4408	0.0124	0.4360
高雄	22.34	0.0499	0.8433	0.0256	0.5407
台東	22.45	0.0306	0.5896	0.0200	*0.6285
台中	24.08	0.0475	0.6683	0.0210	*0.7198
台北	25.02	0.0443	0.6412	0.0333	*0.6900
鹿兒島	31.33	0.0611	0.7044	0.0355	*0.8399
長崎	32.44	0.0348	0.4336	0.0295	*0.7601
佐賀	33.25	0.0296	0.3461	0.0312	*0.8191
靜岡	34.58	0.0249	0.3028	0.0216	*0.5570
京都	35.00	0.0193	0.1778	0.0309	*0.7141
光州	35.09	0.0418	0.4485	0.0171	0.4486
釜山	35.11	0.0467	0.4691	0.0089	0.1412
東京	35.41	0.0431	0.6369	0.0350	*0.6886
大邱	35.52	0.0656	0.6969	0.0181	0.4940
大田	36.21	0.0615	0.5981	0.0155	0.3580
富山	36.42	0.0372	0.4401	0.0319	*0.6525
首爾	37.33	0.0536	0.4650	0.0258	*0.5250

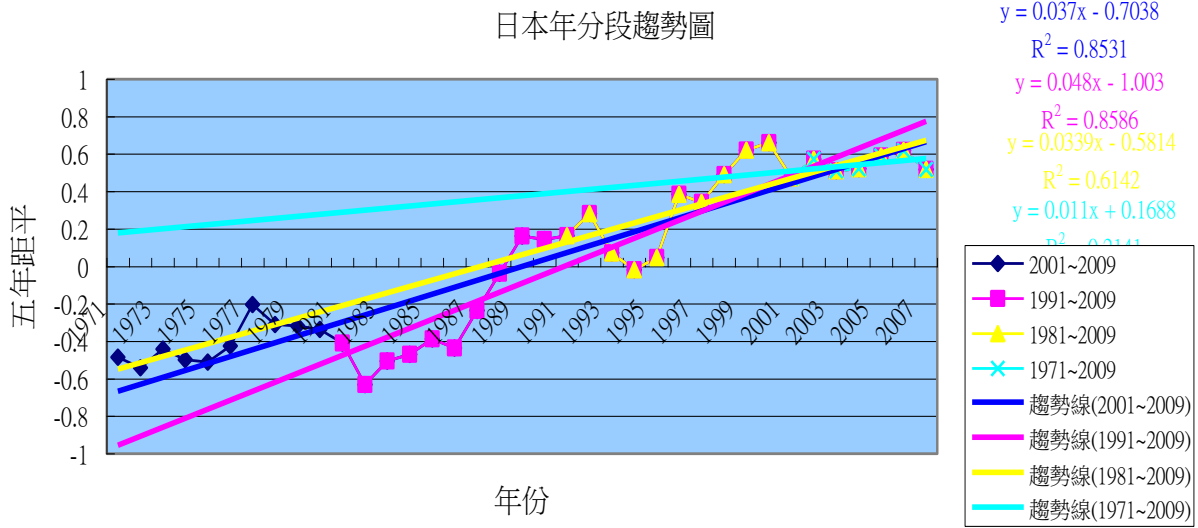
【表格 1】

說明：

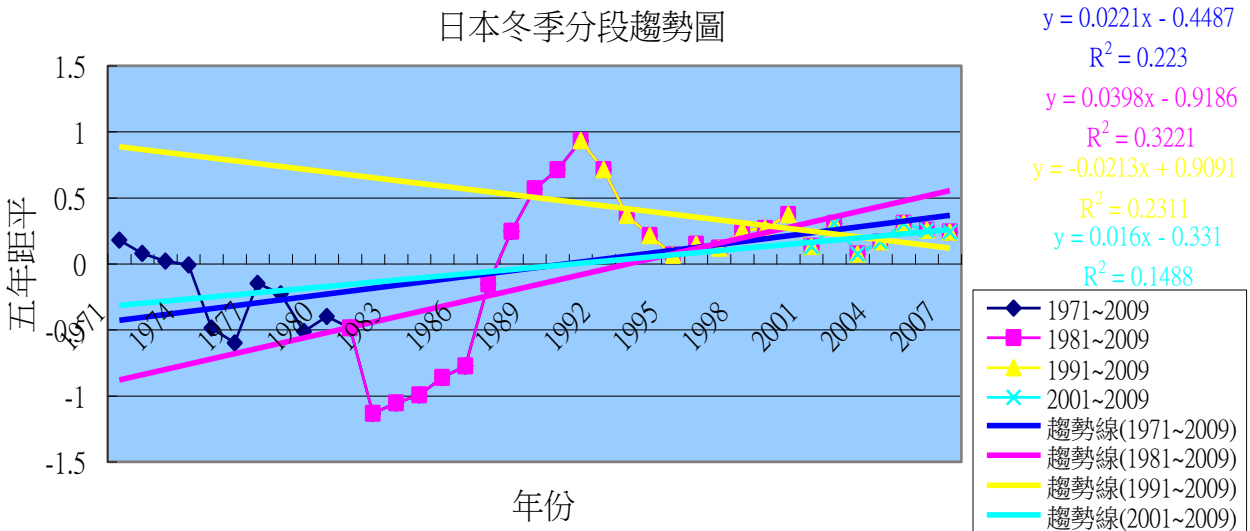
【表格 1】的資料為台灣、日本、韓國共十七個測站(1971~2009 年)。除了佐賀及京都之外的北半球測站的冬季趨勢線斜率都大於夏季趨勢線斜率，看的出來大部分地區在冬季時的暖化程度大於夏季。而夏季趨勢線斜率的 R 平方值普遍比冬季的 R 平方值來的大(如【表格 1】中標 * 號者)，因此可推論夏季的趨勢變動較小。

三、若將日本、南極及韓國以每十年為分段，檢視其暖化趨勢，有何變化？

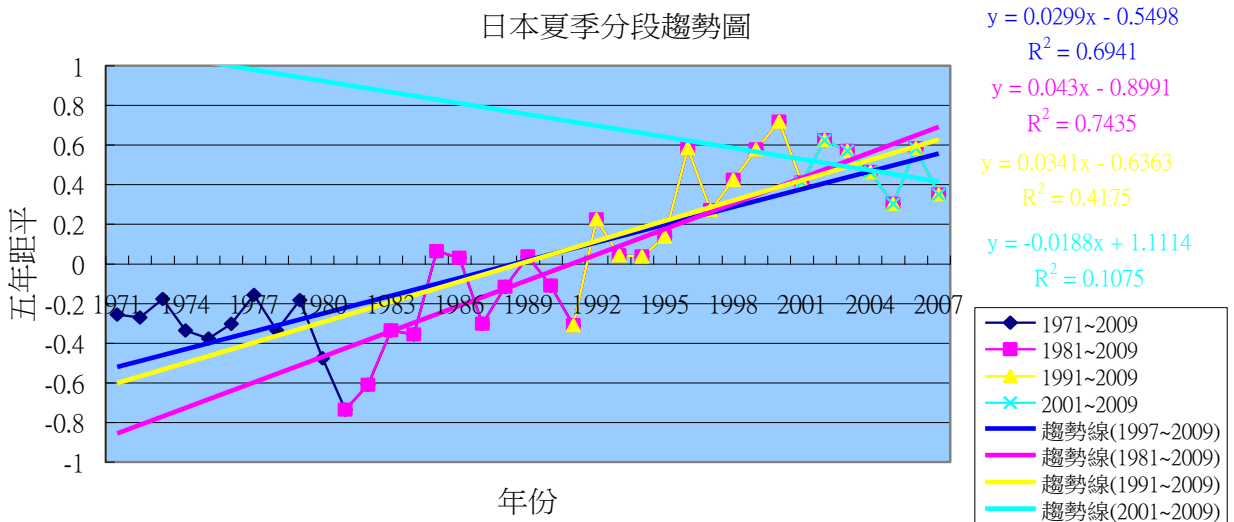
(一)、日本分段趨勢圖



【圖表 31】

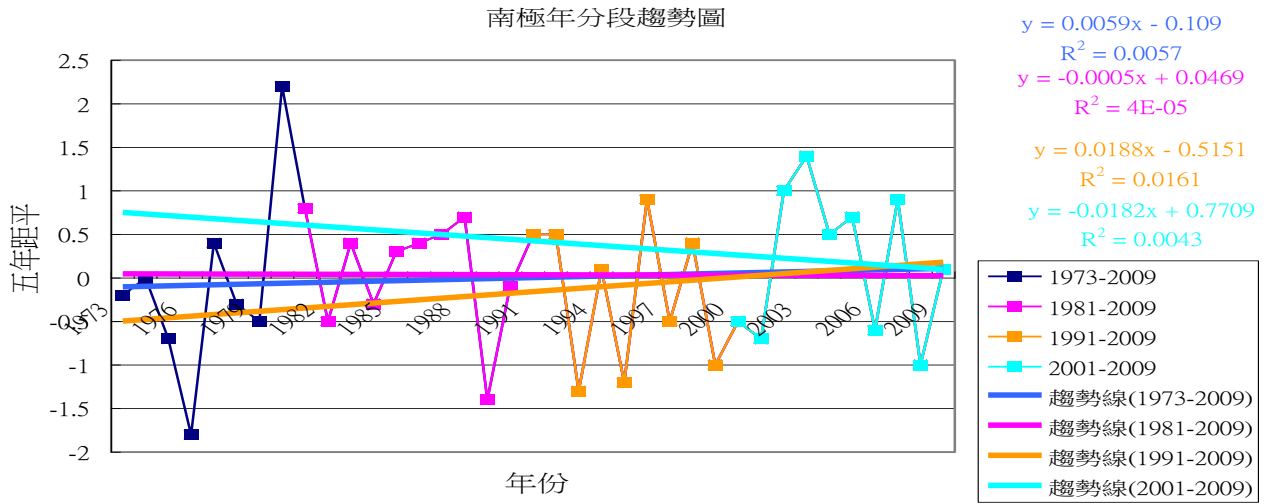


【圖表 32】

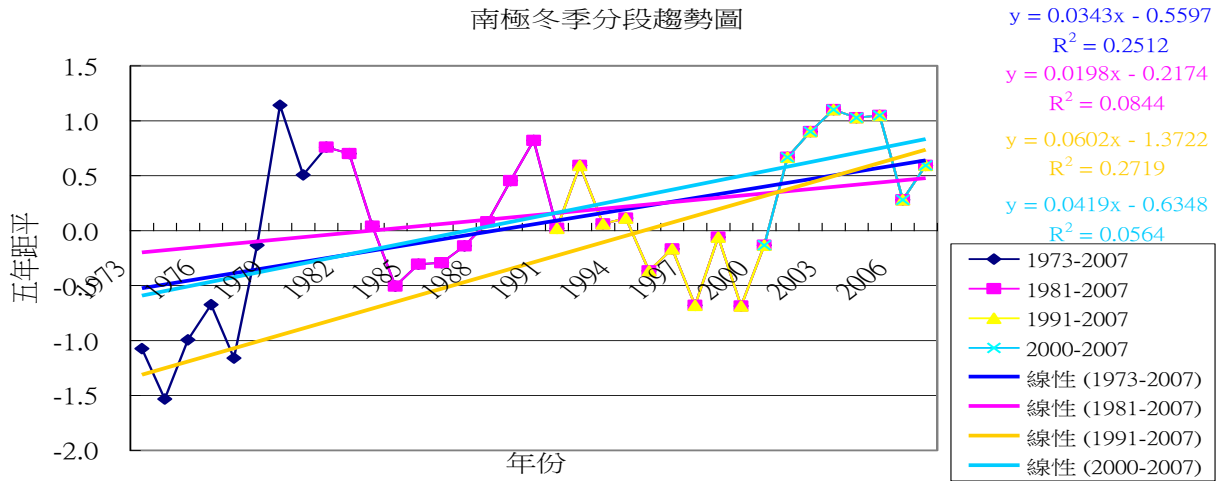


【圖表 33】

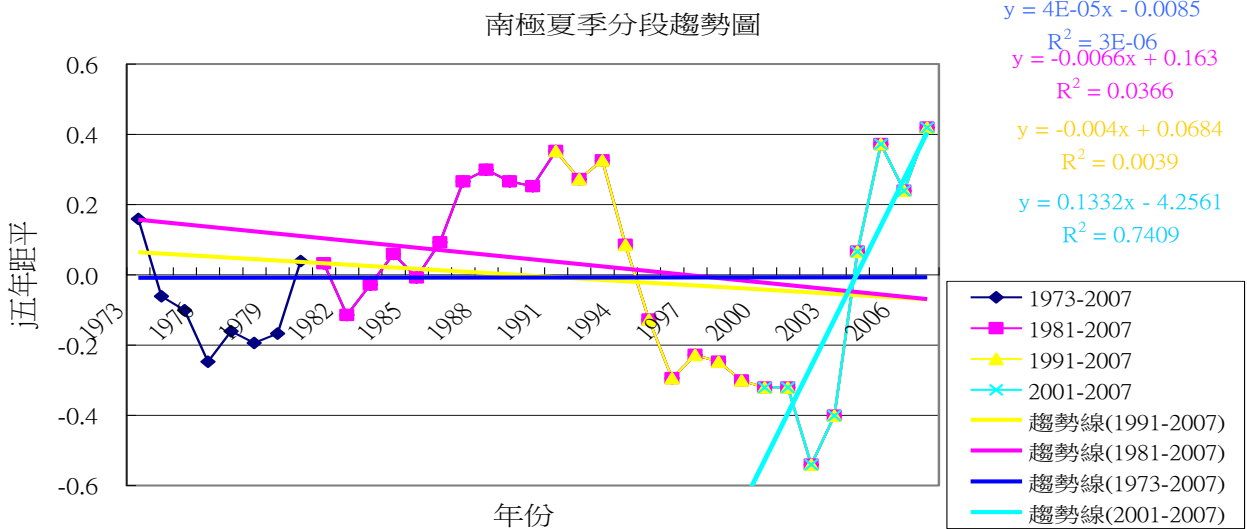
(二)、南極分段趨勢圖



【圖表 34】

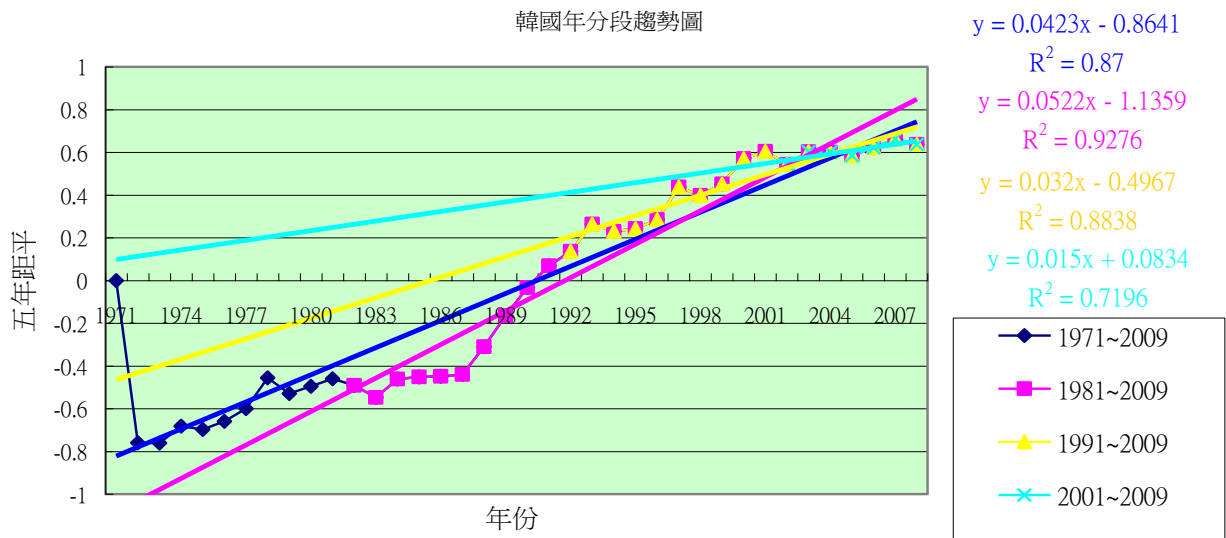


【圖表 35】

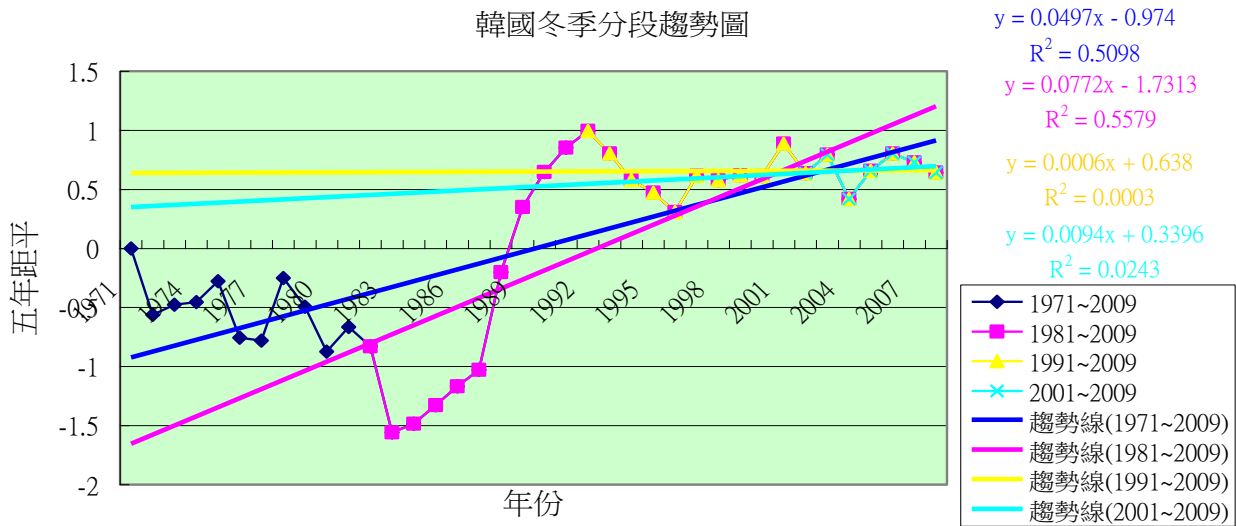


【圖表 36】

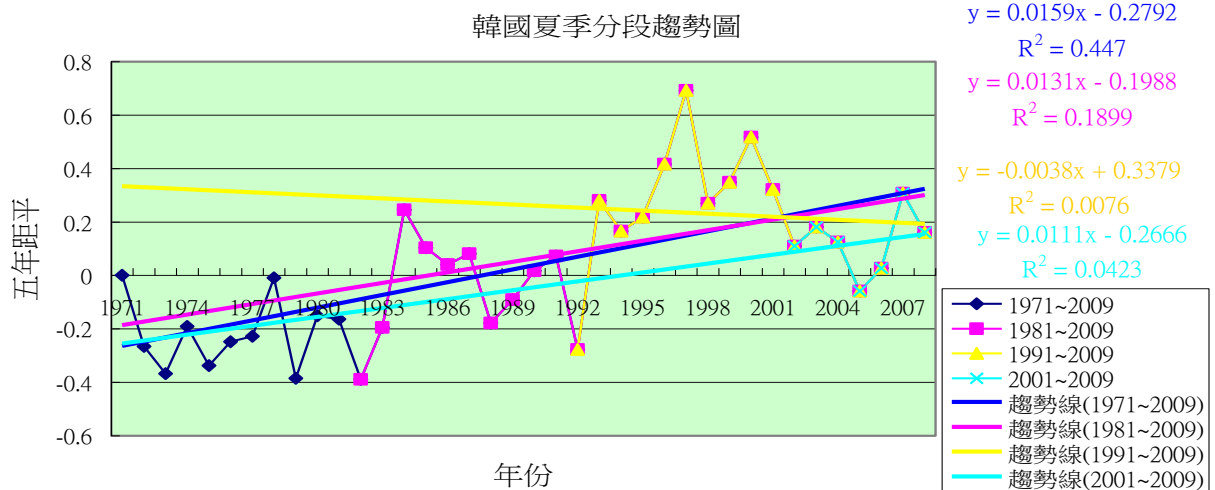
(三)、韓國分段趨勢圖



【圖表 37】



【圖表 38】



【圖表 39】

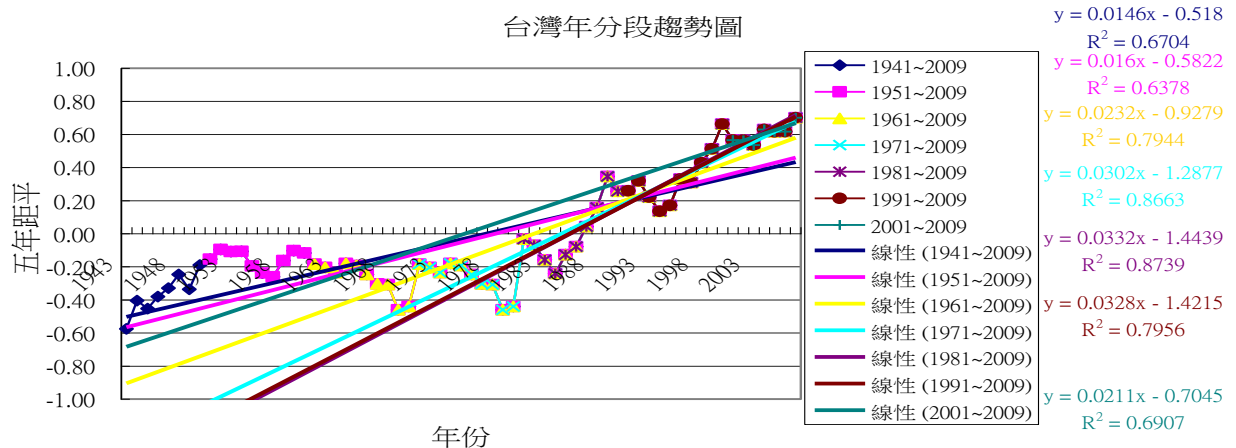
說明：

在前面日本近四十年的距平直方圖(【圖表 2】【圖表 3】)中曾歸納出日本冬季和夏季的上升趨勢相差不大，但是仔細來看，日本冬季的距平值斜率缺乏可信度，R 平方值都很低。所以，雖然冬夏季近七十年的上升斜率接近，但冬季平均溫度變化較大。近十年來，日本全年的距平值斜率仍呈持續上升，而日本夏季的數值上升已經趨緩，甚至在斜率的地方出現了小小的負值。

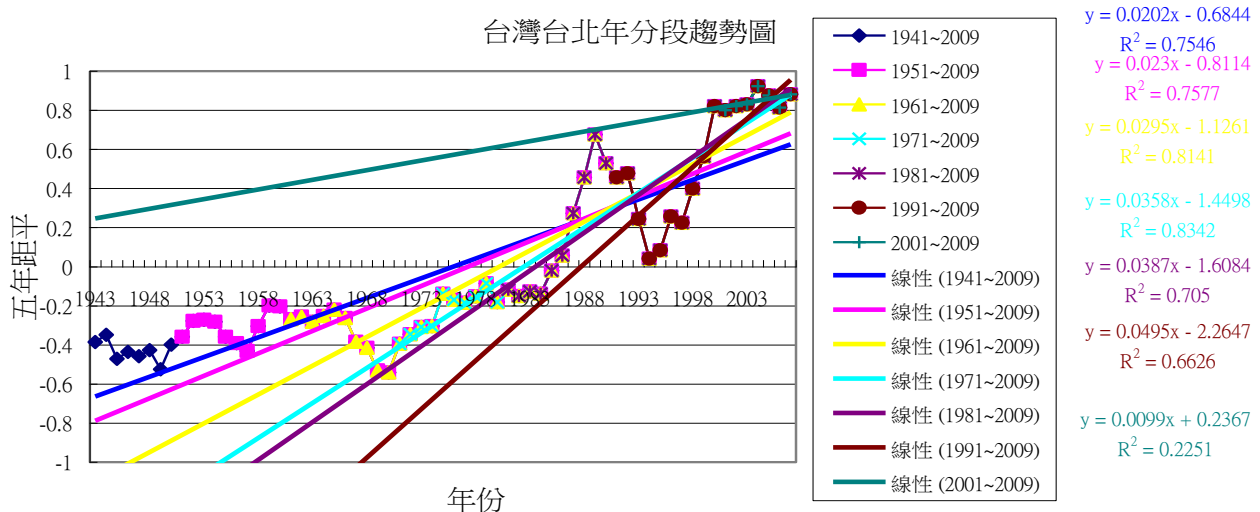
南極冬天普遍上升，但並沒有呈現特殊的規律。南極部份若以年來看震盪較大，每一年升升降降並不穩定，R 平方值偏小；若以冬季來看大致上呈現上升；若以夏季來看，氣溫呈現的似乎是上升下降交替出現，當取時間範圍超過十年時，R 平方值便會減低。但若以四十年來看，不論是全年或是冬夏，今日的溫度都高於了四十年前的均溫，可以說是在全球暖化下的結果。

韓國部份，他們夏季的 R 平方值都極小。年平均的部分呈現明顯的上升。且溫度比起四十年前皆呈上升，但雖如此，近二十年的上升趨勢卻已比近四十年前的緩和

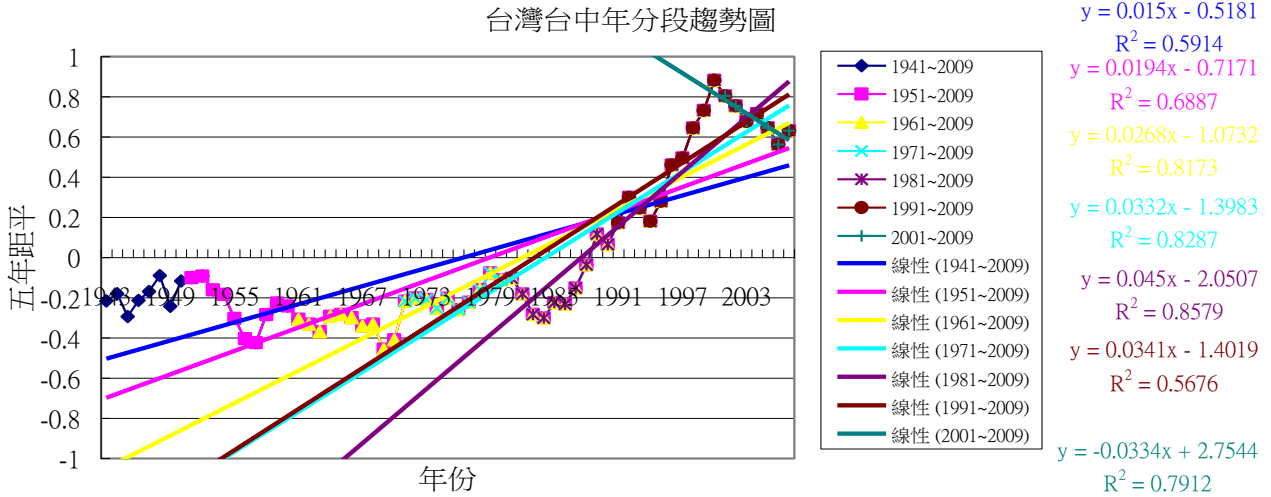
四、若以不同時段做分期，則台灣地區的氣溫變化趨勢會如何呈現？



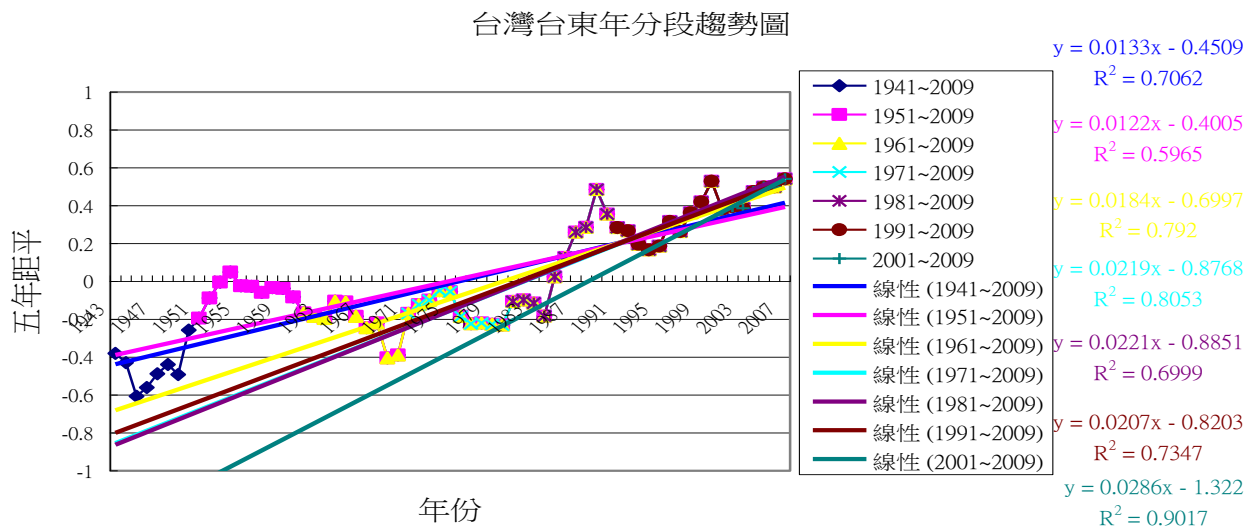
【圖表 40】



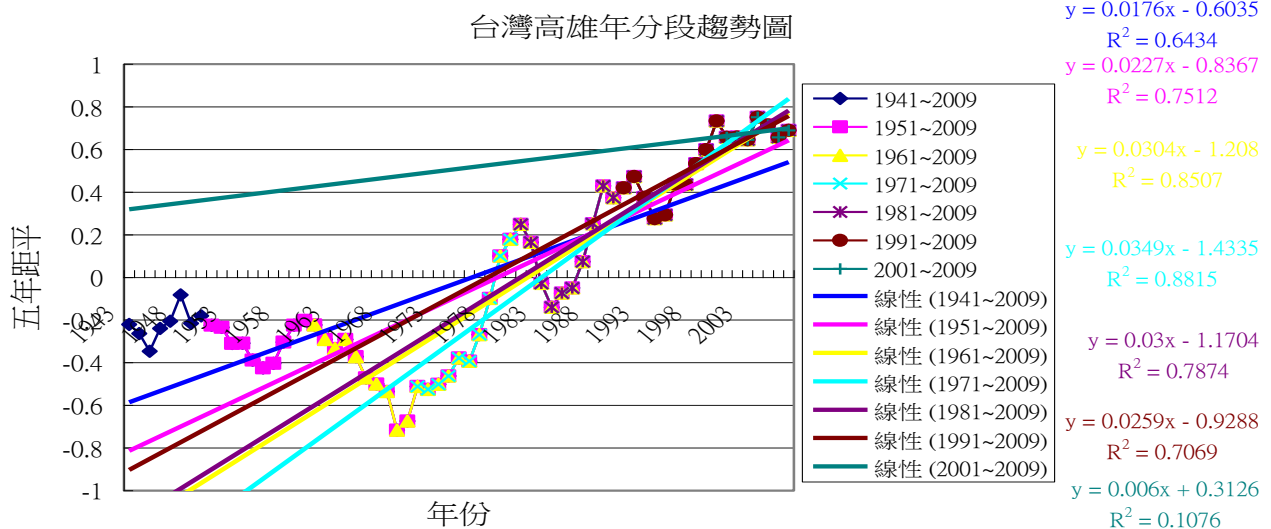
【圖表 41】



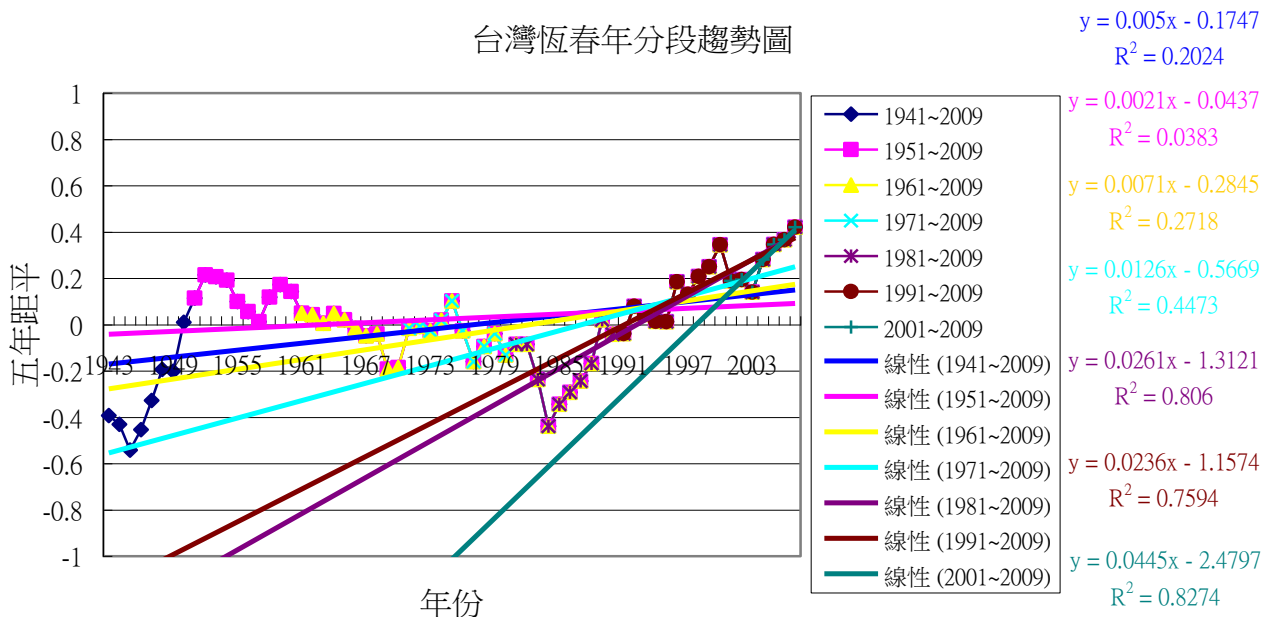
【圖表 42】



【圖表 43】



【圖表 44】



【圖表 45】

以下為台灣各地分段趨勢斜率整理表

斜率	1941~2009	1951~2009	1961~2009	1971~2009	1981~2009	1991~2009	2001~2009
全台	0.0146	0.016	0.0232	0.0302	0.0332	0.0328	0.0211
台北	0.0202	0.0230	0.0295	0.0358	0.0387	0.0495	0.0099
台中	0.015	0.0194	0.0268	0.0332	0.045	0.0341	-0.0334
台東	0.0133	0.0122	0.0184	0.0219	0.0221	0.0207	0.0286
高雄	0.0174	0.0227	0.0304	0.0349	0.03	0.0259	0.006
恆春	0.005	0.0021	0.0071	0.0126	0.0261	0.0236	0.0445

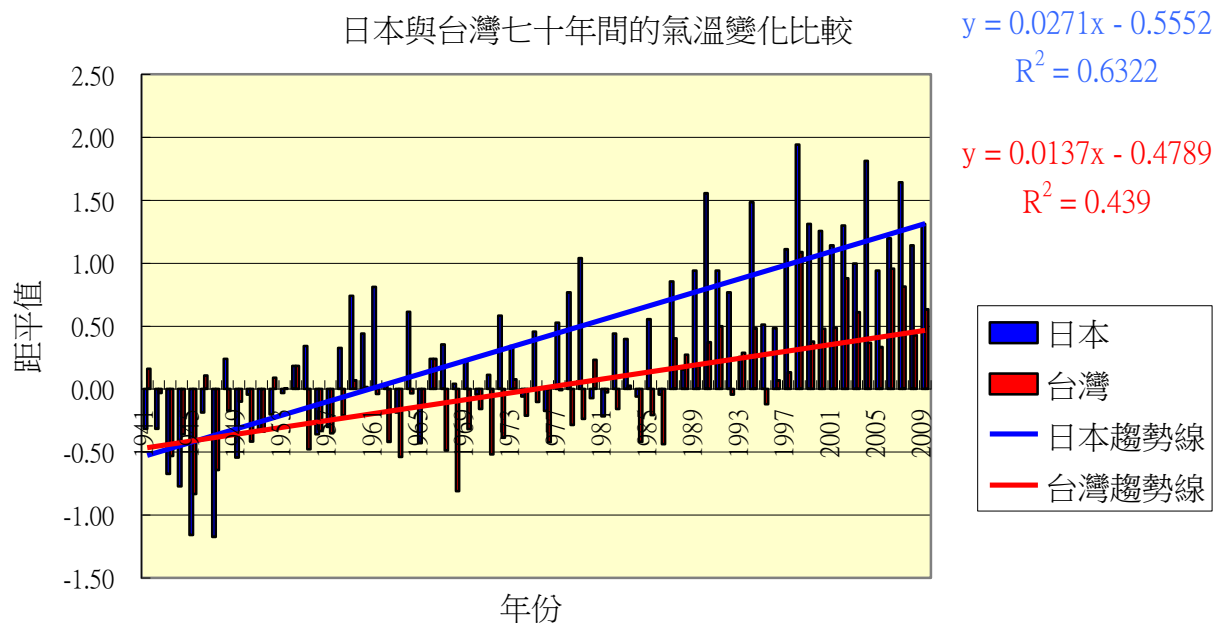
【表格 2】

說明：由表中幾乎沒有負值的事實可以看出，不論氣溫的變動是趨急趨緩，今日的台灣，氣溫的確在上升。唯一的例外是台中測站近十年來的資訊，出乎意料之外的呈現了負值。

討論：雖然身處在全球暖化嚴重的時刻，但是暖化越來越嚴重的說法似乎僅符合了台東及恆春，其他的台北、台中、高雄近十年的趨勢比起前幾十年卻有暖化速度亦趨平緩的傾向，尤其是台中。而恆春雖然在斜率上是表現出暖化速度加劇，但事實上恆春七十至三十年前，趨勢線的 R 平方值都特別的小，也就是說，恆春七十到三十年前的氣溫是震動較大缺乏規律的，因此，趨勢線斜率所歸納出的結論也得打些折扣。

結論：雖然從圖表中正值數量遠大於負值可知全球暖化真的在台灣造成了影響，但各地近十年暖化趨勢趨緩，不過因為十年的氣溫統計不足以代表氣候值，所以近年來暖化是否愈趨嚴重，仍有進一步商討的空間。

五、近七十年台灣與日本暖化的趨勢有何差別？



【圖表 46】

說明：

我們取日本及台灣 1941~2009 之間的距平值畫出比較的直方圖。因為台灣和日本的經度相近，同位於太平洋西岸，且皆為島國，較能排除緯度之外的影響。由【圖表 46】中的趨勢線可以看的出來，日本的暖化趨勢大於台灣的暖化趨勢。

結論：

由日本暖化趨勢大於台灣暖化趨勢可知，越高緯度的暖化趨勢越劇烈。像上圖日本與台灣的斜率甚至相差兩倍，因此與我們一開始的推測相符。

柒、結論

- 一、在北緯地區，氣溫的升降趨勢大致上是越高緯度越劇烈。
- 二、大部分地區冬的暖化程度大於夏季。而夏季的 R 平方值普遍比冬季的 R 平方值大(如【表格 1】中標 * 號者)，因此我們推論夏季的趨勢變動較小。
- 三、雖然全球暖化中，但我們從南極的夏季平均溫度發現近三十年間幾乎沒有太大的改變，甚至斜率呈現負值，但近八年呈現明顯上升趨勢。
- 四、雖然從圖表中正值數量遠大於負值可知全球暖化真的在台灣造成了影響，但是近年來暖化是否愈趨嚴重仍有進一步商討的空間。

捌、參考資料及其他

一、MSN 天氣網

<http://translate.google.com.tw/translate?hl=zh-TW&langpair=en%7Czh-TW&u=http://weather.msn.com/>

二、各城市氣候資料 <http://weather.msn.com/sitemap.aspx?wealocations=Asia>

三、北京氣候資料

<http://weather.msn.com/local.aspx?&wealocations=wc%3a8101513&q=Beigong%2c+CHN&setunit=C>

四、知識家全球暖化 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1009092705835>

五、National Weather Service <http://www.nws.noaa.gov/>

六、CNN 氣候資料 <http://weather.cnn.com/weather/forecast.jsp>

七、美國颶風氣象 <http://www.intellicast.com/Local/Default.aspx>

八、台灣中央氣象局 <http://www.cwb.gov.tw/>

九、世界氣象組織 http://www.wmo.int/pages/index_en.html

十、日本氣象廳 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

十一、中國大陸氣象台 <http://www.nmc.gov.cn/>

十二、日本氣象廳地區逐年氣候

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/select/prefecture00.php?prec_no=&prec_ch=&block_no=&block_ch=&year=&month=&day=&elm=&view=

十三、美國 NOAA <http://www.noaa.gov/>

十四、俄羅斯各城市氣候 <http://meteoinfo.ru/klimatgorod>

十五、加拿大氣候資料 http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/canada_e.html

十六、DBAR 大氣研究資料庫 <http://stdank.as.ntu.edu.tw>

十七、澳洲氣象局 <http://www.born.gov.au/climate/averages>

十八、韓國氣象局 <http://www.kma.go.kr/weather/observation/currentweather.jsp&prev>

研究心得

第一作者：

我覺得這次的研究可以算是一項自我的成長吧，因為從完全不了解科展的內容只是因為一個執著而開始動手，到現在看著已經幾乎要完成的成果，可能並不是十全十美的，但是我深自覺得我學到了許多。不僅如此，我還觸碰了許多我有興趣或引以擔憂的事物和現象，全球暖化。不管是在搜尋資料或整理表格過程中，對我來說，這次的實驗是充滿意義的。

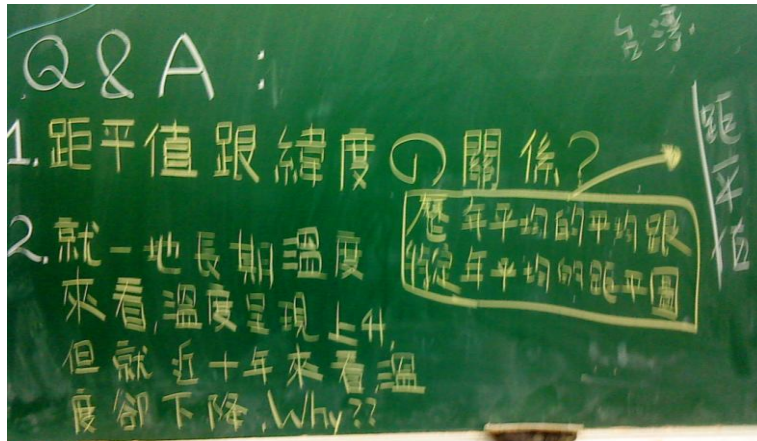
第二作者：

這次作科展，其實沒想這麼複雜，純粹只是因為喜歡地科而想做科展，只是沒想到一頭栽進來了之後，竟會發現許多意想不到的、課本外的知識。課本的東西是死板的，只能聽老師講，但是自己做過研究之後才發現，我們課堂上所學的一丁點東西，其實是先人嘔心瀝血的累積。我們不過是研究全球暖化跟緯度的關係，就花了這麼多的心思，那麼我真不能想像教授們整天埋在書堆裡的情形.....。這次學到了很多東西，尤其是分析資料和畫圖。希望能夠有機會再次學習。

附錄

討論過程照片：

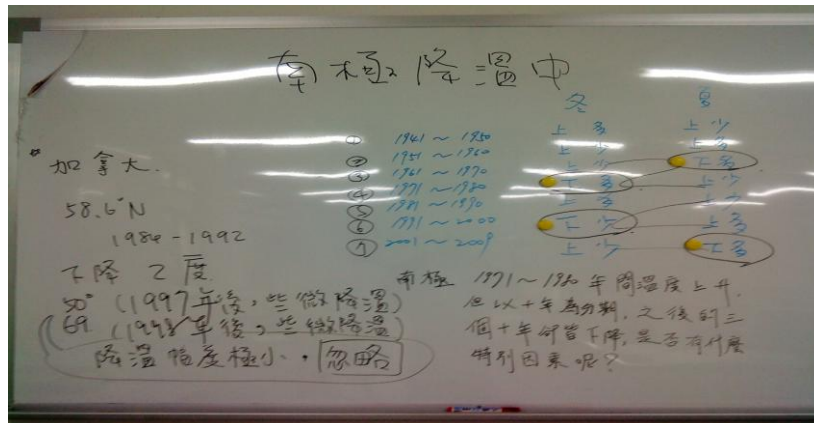
在地球與環境教室裡，我們會使用黑板書寫一些當日的重點，這麼做能夠幫助我們馬上記下心中一閃而過的想法，在這裡我們拍了許多照片，以下是其中比較重要的幾張。



【照片 1】進行問題與討論的提問。



【照片 2】資料緯度總整理，取時間交集作為繪製圖表的參考。↑



【照片 3】討論加拿大和日本分氣溫之段趨勢。(以十年為一單位)

【評語】 040503

本研究分析台灣及周邊各國的溫度變化，試圖判斷「全球暖化」的程度到底如何，選題清楚，資料收集豐富，分析過程合理明確，作者有相當研究潛力，該課題亦有相當發展空間，但在誤差分析和數據擬合等數學技巧上可再加強。整體而言，本研究作品相當優秀。