

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

最佳創意獎

030503

全球暖化鑑識員

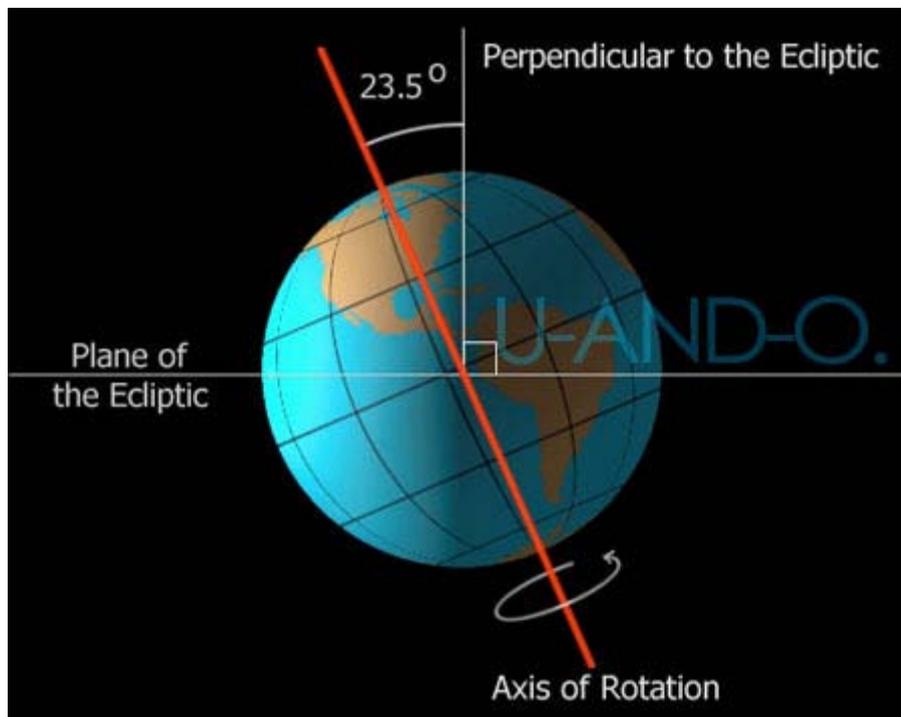
學校名稱：臺南市私立德光女子高級中學(附設國中)

作者： 國三 涂乃嘉 國三 黃宣瑤 國三 黃詩涵 國三 郭昱彤	指導老師： 侯美如
---	------------------

關鍵詞：全球暖化、偏向角、溫室氣體

摘要

全球暖化是近年來大家關注的環境議題，而燃燒化石燃料使大氣中二氧化碳濃度遽增，則被認為是全球暖化的元兇。我們想知道全球暖化〔註 1〕對台灣的氣候影響有多大？以及除了二氧化碳增量外，是否有其他因素可能導致全球暖化？我們先蒐集台灣主要城市近四十年來的氣溫資料，比較近四十年台灣氣溫是否有明顯增溫現象。接著我們設計五個實驗來探討可能影響地表氣溫變化的因素。我們發現台灣近四十年來的年均溫並沒有明顯上升，不過每年的最高溫及最低溫卻有顯著的變化。而陽光照射角度、地軸偏向角〔註 2〕的變化、空氣中水氣、二氧化碳及其它溫室氣體〔註 3〕的含量，皆可能影響地表溫度。



圖一 地軸偏向角

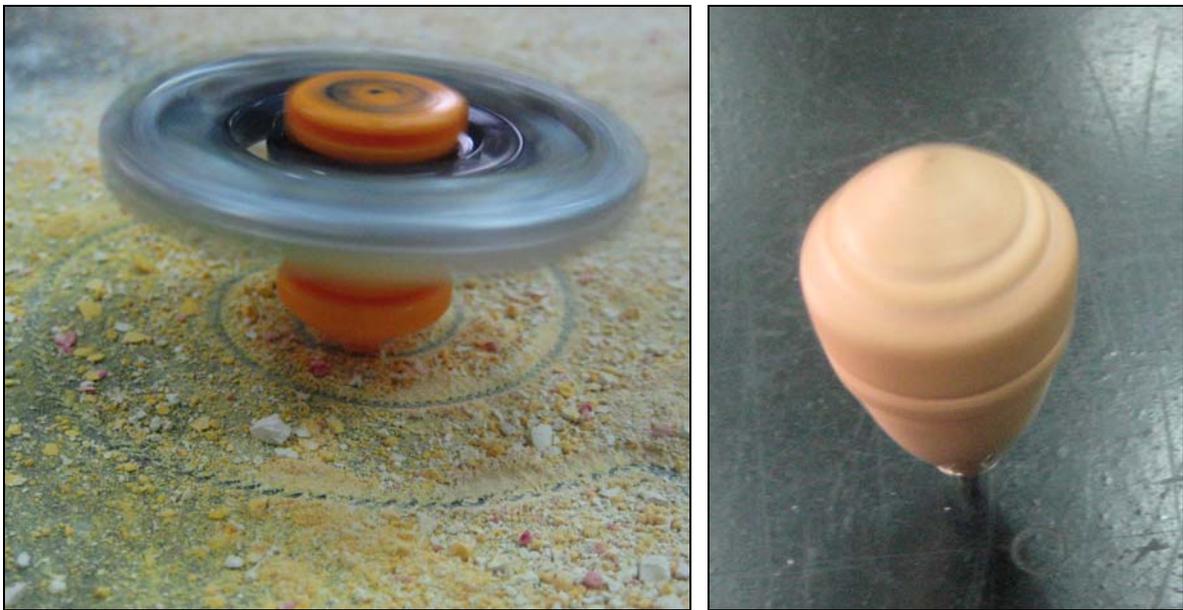
〔註 1〕全球暖化：在一段時間中，地球的大氣和海洋溫度上升的現象，主要是指人為因素造成的溫度上升。

〔註 2〕偏向角：地軸的傾斜角度（如上圖）。

〔註 3〕溫室氣體：白天會吸收太陽的輻射，使地球不致太熱，晚上反而能阻擋地球散去輻射熱，使地球不致太冷，日夜溫差因而不會太大。

壹、 研究動機

某日午後，四名童心未泯的國三生，在操場上打著陀螺，此時艷陽高照，陀螺的影子隨著擺動的幅度而產生變化，其中一名同學問道：「地球是否也如此擺動呢？」另外一位學生又問道：「如果是這樣的話，那最近台灣天氣很熱和這些擺動有關聯嗎？」，其中一位同學反駁：「天氣那麼熱不是因為人類過度排放二氧化碳使得全球暖化更嚴重嗎？」「不一定喔，致使全球暖化如此嚴重一定是我們人類嗎？搞不好有其它不可抗拒的因素呢！」於是，這四位學生開始七嘴八舌的熱烈討論。最後，我們去請教老師，老師建議我們可以去研究看看，於是我們展開了新奇的探索之旅……



圖二 轉動中的陀螺。我們猜測，地球就像陀螺一樣，在宇宙中搖擺不定。進而推廣至地軸的偏向角對地球表面溫度的影響。

貳、研究目的

- 一、 了解台灣各地（北 - 台北、中 - 台中、南 - 台南及高雄、東 - 花蓮）近幾年來溫度的變化並加以討論之。
- 二、 在相同光源和相同時間的照射情況下，探討不同距離對溫度的影響。
- 三、 在相同光源和相同時間的照射情況下，探討不同偏向角對溫度的影響。
- 四、 在照射時間相同的情況下：
 - (一) 探討不同照射角度對溫度的影響。
 - (二) 探討空氣中含水量較大對溫度的影響。
- 五、 在相同光源和相同時間的照射情況下，探討不同氣體對溫度增減的影響。



圖三 希望台灣能永保青春

二、 自製設備

(一) 實驗箱

1. 製作目的：爲了阻隔外在因素及控制光源角度而製成的箱子。
2. 製作方法：
 - (1) 基於環保，我們使用廢紙箱。將其拆解後，組裝成半圓形的形狀，利用量角器於實驗箱內的紙板依序標上 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90° 之刻度。
 - (2) 將紙箱挖洞以便放入各角度的燈泡（60 瓦），實驗箱即大功告成。



圖五 箱子內側標示著 $15^\circ \sim 90^\circ$ 每 15° 爲一個間隔，且各角度固定了一個燈泡。



圖六 箱子外觀。紅線圈起是一個可活動的門，目的是爲了噴水及放入溫度計之方便。

(二) 模擬地球

1. 製作目的：因地球本身會吸收較短的輻射波，然後以較長的輻射波之形式，輻射出來，故此時地球會成爲一個熱源，因此我們將籃球包上鋁箔紙模擬成地球，當光線照射下來時會反射，鋁箔紙會吸熱如同地球吸收短波輻射一般。
2. 製作方法：
 - (1) 在籃球表面貼雙面膠，外表包覆鋁箔紙。
 - (2) 模擬地球即大功告成。



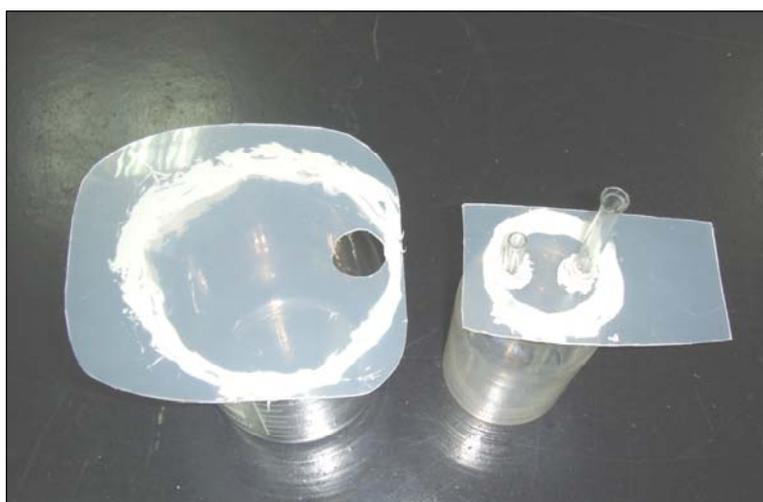
圖七 模擬地球

(三) 收集水氣之裝備

1. 製作目的：在實驗六中，所有氣體（空氣、氫氣、二氧化碳、水氣、氮氣、氧氣）只有水氣無法以排水集氣法取得，因此自製此設備。

2. 製作方法：

- (1) 取二個塑膠片，在第一個塑膠片戳一個洞，另一片戳二個洞。
- (2) 將附有二個洞的塑膠片插入一長一短的玻璃管，用矽膠固定。
- (3) 較短的玻璃管一端管口貼一張氯化亞鈷試紙。
- (4) 將附有玻璃管的塑膠片固定在廣口瓶瓶口。
- (5) 用矽膠將另一片附有一個洞的塑膠板固定在燒杯瓶口。



圖八 將廣口瓶倒放至燒杯上。長玻璃管連通整個裝置是爲了讓水蒸氣進入廣口瓶內，短玻璃管能使廣口瓶中的其他氣體排出。將整個裝置擺到陶瓷纖維網上，燒杯內裝水燃燒。等待短玻璃管上的氯化亞鈷試紙變色後，即開始實驗。

肆、 研究過程或方法

一、 實驗一：探討台灣近年來各地的溫度變化

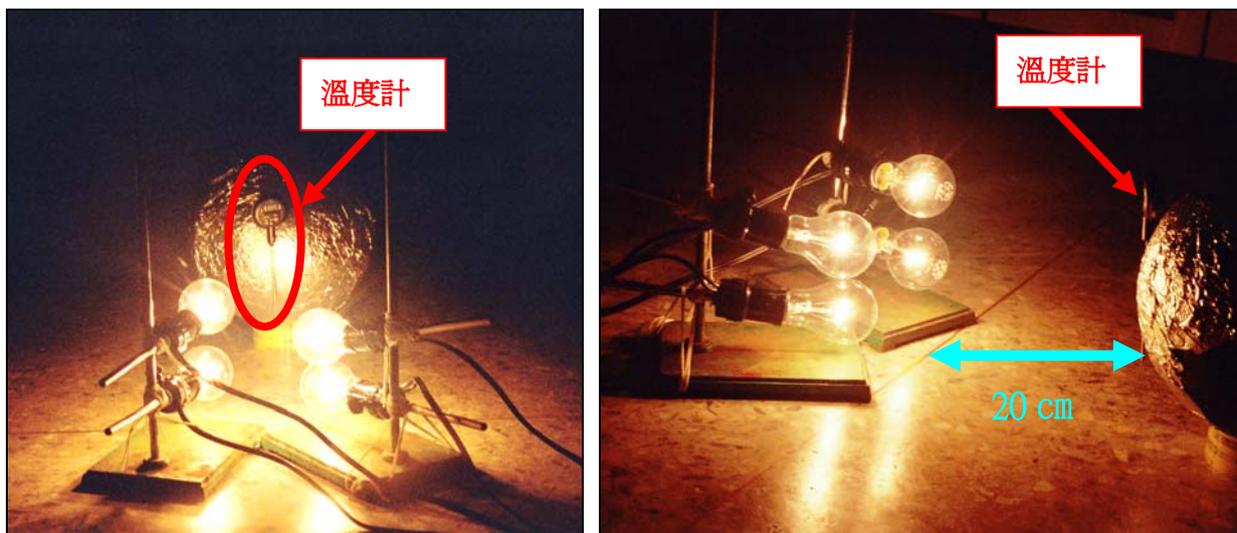
步驟：

1. 至中央氣象局網站查詢台灣近年各地（台北、台中、台南、高雄、花蓮）的氣候資料。查詢內容包含：西元 1971~2000 年共 30 年的最高溫和最低溫之平均、均溫，以及西元 2001~2008 年各年最低溫、最高溫、年均溫。
2. 用 Excel 將數據製作成圖後，分析數據。

二、 實驗二：光源距離不同對溫度的影響

步驟：

1. 將四個 60 瓦燈泡綁在架子上。
2. 將溫度計固定在模擬地球上，並把模擬地球放在距燈泡 10 公分處。
3. 等待 20 分鐘後，紀錄溫度計上之溫度。
4. 依序將光源放置在距離模擬地球 20、40、60、80、100、120、140 公分處，分別重複實驗步驟 1~3。
5. 因發現當距離為 140 公分時模擬地球表面溫度不再改變，因此我們針對距離為 140 公分時加以實驗。分別以 20、40、60 分鐘照射。



圖九 用四個 60 瓦燈泡模擬太陽的平行光。控制距離方法：光源不動，將模擬地球向後移動。

二、 實驗三：地軸不同偏向角對溫度的影響

說明：

1. 地球緯度 0° 為赤道，所以以籃球中心線定為 0° ，上下各分 90° ，分別表示北半球和南半球。
2. 米蘭科維奇定率提到地軸的偏向角為 $21.5^\circ \sim 24.5^\circ$ ，而目前地軸的偏向角大約為 23.5° ，因此我們操作變因的取法是以 23.5° 為基準，再加減 1° 及 2° 。

變因：

1. 控制變因：
 - (1) 照射時間 20 分鐘
 - (2) 光源 - 60 瓦燈泡四個
 - (3) 光源和模擬地球相距 20 公分
2. 操作變因：地軸偏向角 $21.5^\circ \sim 25.5^\circ$ 每 1.0° 為間隔。

步驟：

1. 將棉線以緯度 0° (赤道)、 20°N 、 40°N 、 60°N 固定在籃球外圍。
2. 將鋁箔紙固定在籃球表面，並利用籃球上的黑線條與棉線所形成的凹凸，標示出各角度，且固定溫度計於各緯度 (0° 、 20°N 、 40°N 、 60°N)。
3. 距離模擬地球 20 公分處放置 4 個 60 瓦燈泡，照射 20 分鐘後紀錄溫度。

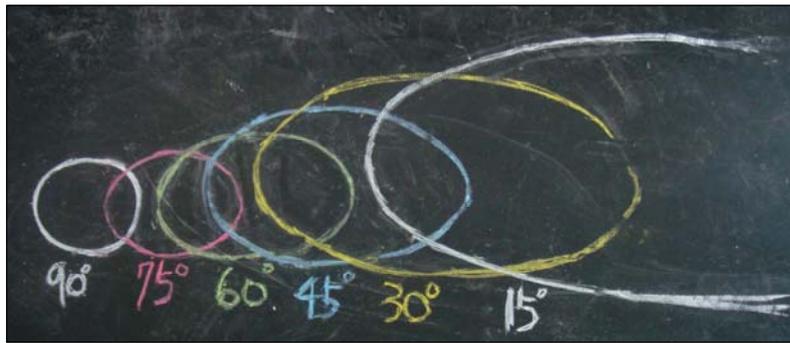


圖十 用四個 60 瓦燈泡模擬太陽的平行光。在籃球中心插入鐵棒作為地軸。鋁箔紙凹凸部分為籃球表面貼有的棉線所形成。光源是對準赤道在地軸偏向角為 0° 的情形下之位置。

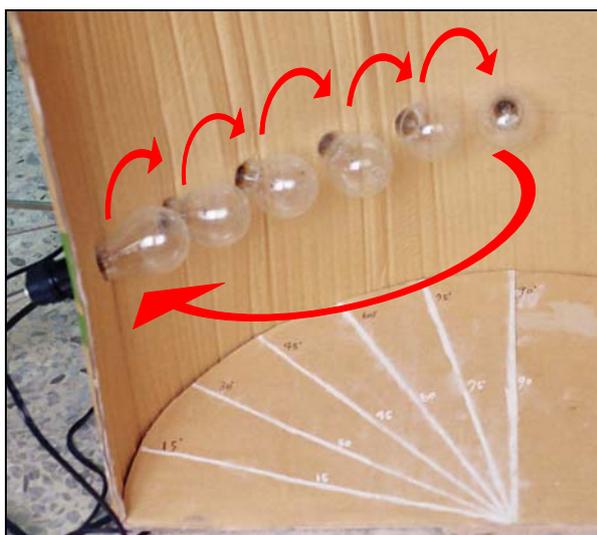
四、 實驗四：光源角度對溫度的影響

步驟：

1. 用粉筆描繪各角度光源(15°、30°、45°、60°、75°、90°)在桌上呈現的面積。
2. 利用橢圓型面積公式(半長徑 \times 半短徑 \times 圓周率)算出面積大小。
3. 將溫度計垂直放在 90°燈泡下的桌面。
4. 打開 15°的燈泡開關，並紀錄 20 分鐘後的溫度。
5. 等待箱內溫度降溫(大約等於第一次實驗開始前所記錄的溫度)，再開始下一次實驗。
6. 爲了降低因六個燈泡使用率不同所造成的誤差，做完整次實驗後(15°~90°之實驗各一次)，將各燈泡後推一格(放置於 15°的燈泡改至 30°的位置，放置於 30°的燈泡改至 45°的位置，以此類推)所以此實驗我們總共做了六次(15°~90°之實驗各六次)。



圖十一 用粉筆描繪出光源 15°~90°在桌面上呈現的面積



圖十二 燈泡移動示意圖。



圖十三 實驗進行中，箱內的情況。

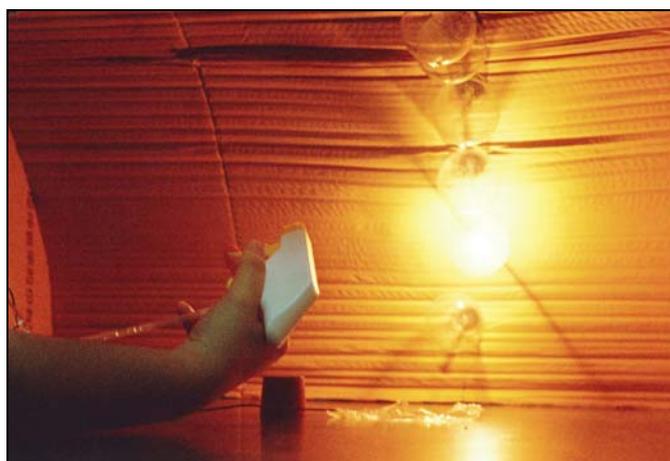
五、 實驗五：空氣中濕度大時，不同角度的光源對溫度的影響

說明：

1. 此實驗我們是針對空氣中水氣含量多的情況。
2. 爲了維持一定的濕度，本組用噴水器每隔五分鐘噴等量的水（2.5 毫升）。

步驟：

1. 將溫度計垂直放在 90°燈泡下的桌面。
2. 打開 15°的燈泡開關並向實驗箱頂噴水。
3. 每隔五分鐘向實驗箱頂噴等量的水（2.5 毫升），總共噴水四次，實驗共 20 分鐘。
4. 爲了降低因六個燈泡不同所造成的誤差，做完整次實驗後（15°~90°之實驗各一次），將各燈泡後推一格（放置於 15°的燈泡改至 30°的位置，放置於 30°的燈泡改至 45°的位置，以此類推）所以此實驗我們總共做了六次（15°~90°之實驗各六次）。

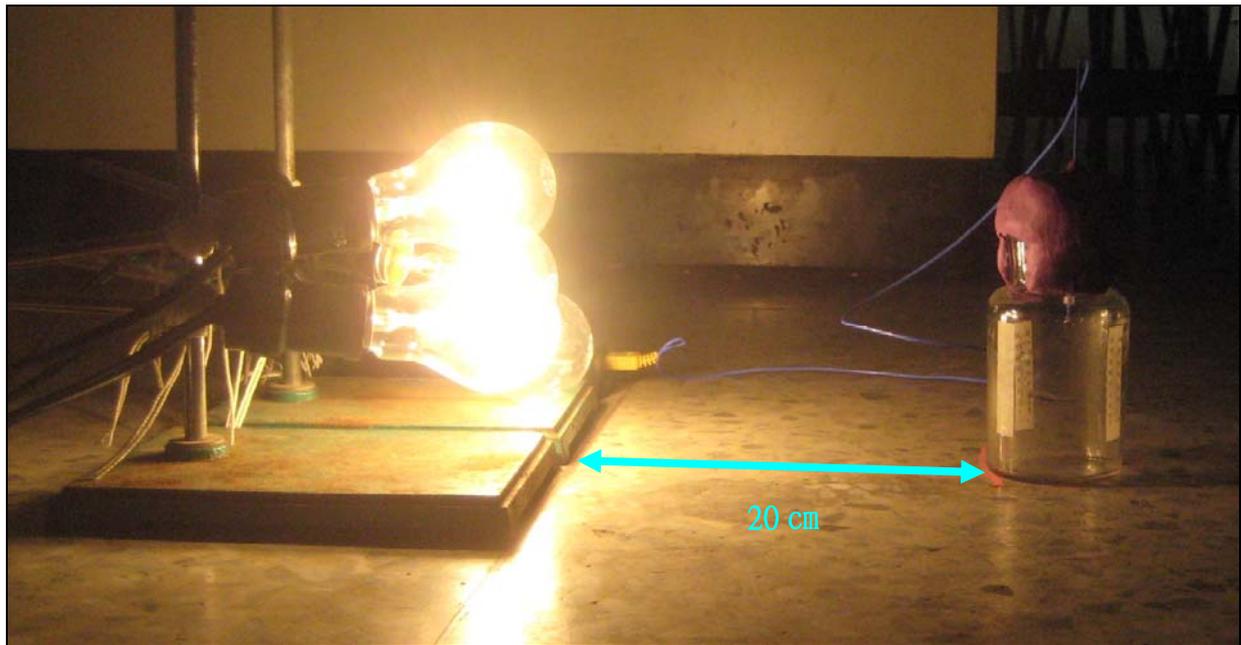


圖十四 朝實驗箱頂噴水。保鮮膜是爲了不讓溫度計受小水滴干擾而影響了結果。

六、 實驗六：探討在不同氣體中，溫度的變化

步驟：

1. 用廣口瓶收集各氣體（空氣、氫氣、二氧化碳、水氣、氮氣、氧氣）。
2. 將四個 60 瓦燈泡分別綁在架子上，並把廣口瓶放置於距燈泡 20 公分處。
3. 照射 20 分鐘後，紀錄溫度。



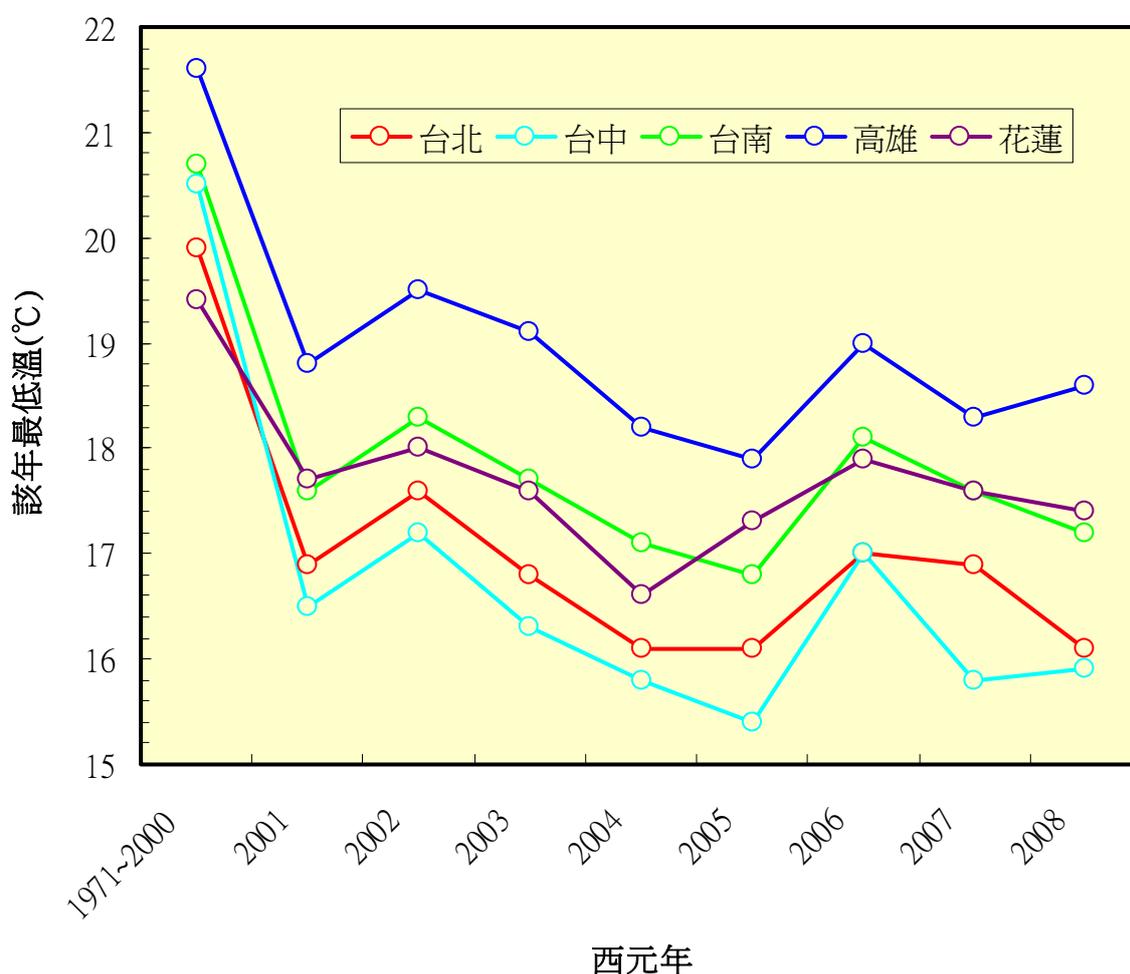
圖十五 用四個 60 瓦燈泡模擬太陽的平行光。氣體實驗是不同時間同一地點分開進行，因此光源不會互相干擾。

伍、 研究結果

一、 實驗一：探討台灣近年來各地的溫度變化

表一 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最低溫(°C)

地名	西元 1971~2000 年	西元 2001 年	西元 2002 年	西元 2003 年	西元 2004 年	西元 2005 年	西元 2006 年	西元 2007 年	西元 2008 年
台北	19.9	16.9	17.6	16.8	16.1	16.1	17	16.9	16.1
台中	20.5	16.5	17.2	16.3	15.8	15.4	17	15.8	15.9
台南	20.7	17.6	18.3	17.7	17.1	16.8	18.1	17.6	17.2
高雄	21.6	18.8	19.5	19.1	18.2	17.9	19	18.3	18.6
花蓮	19.4	17.7	18	17.6	16.6	17.3	17.9	17.6	17.4

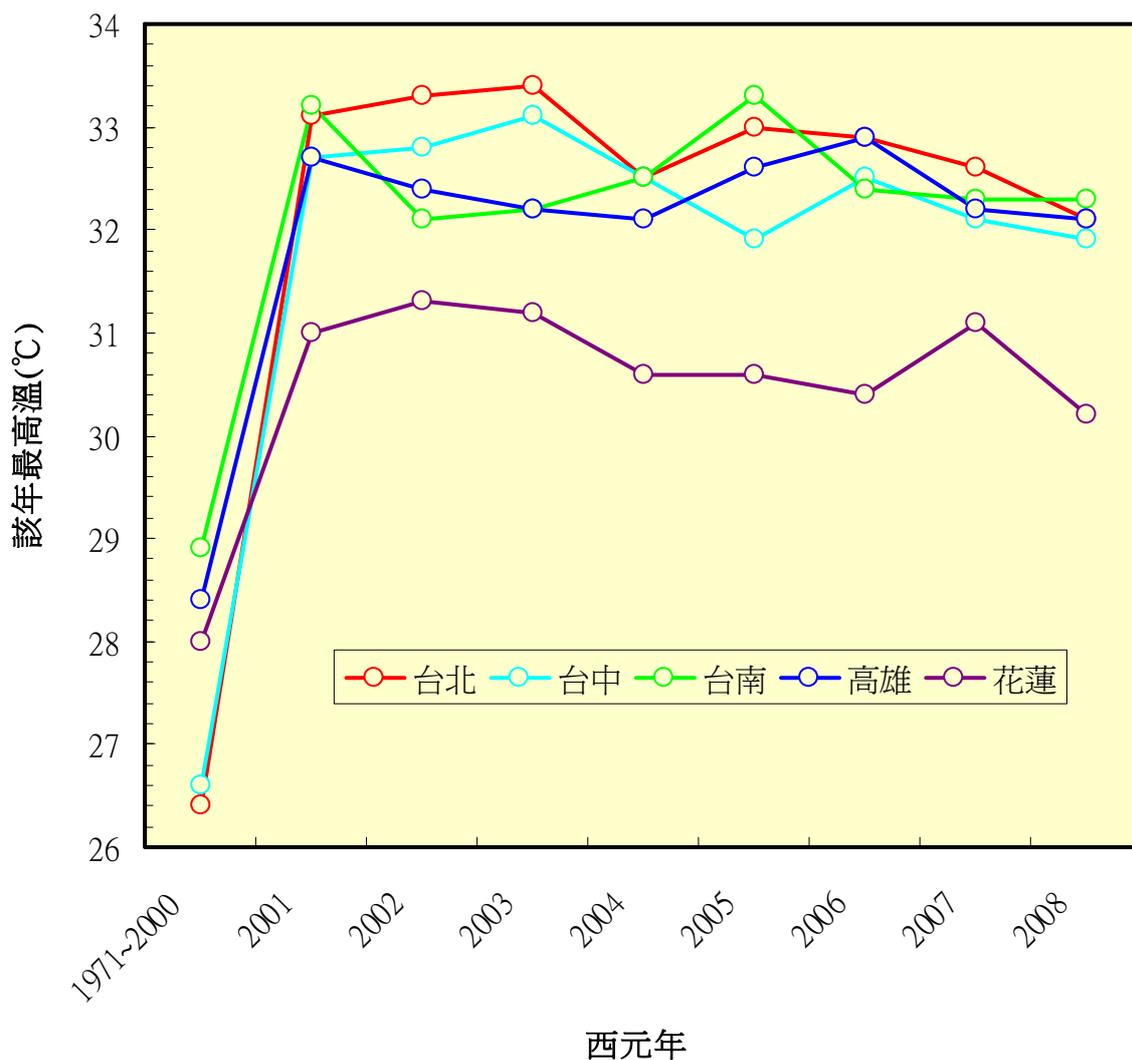


圖十六 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最低溫。

由圖得知：綜觀來看，高雄的年低溫最高；台中的年低溫最低。

表二 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最高溫(°C)

地名	西元 1971~2000 年	西元 2001 年	西元 2002 年	西元 2003 年	西元 2004 年	西元 2005 年	西元 2006 年	西元 2007 年	西元 2008 年
台北	26.4	33.1	33.3	33.4	32.5	33.0	32.9	32.6	32.1
台中	26.6	32.7	32.8	33.1	32.5	31.9	32.5	32.1	31.9
台南	28.9	33.2	32.1	32.2	32.5	33.3	32.4	32.3	32.3
高雄	28.4	32.7	32.4	32.2	32.1	32.6	32.9	32.2	32.1
花蓮	28.0	31.0	31.3	31.2	30.6	30.6	30.4	31.1	30.2

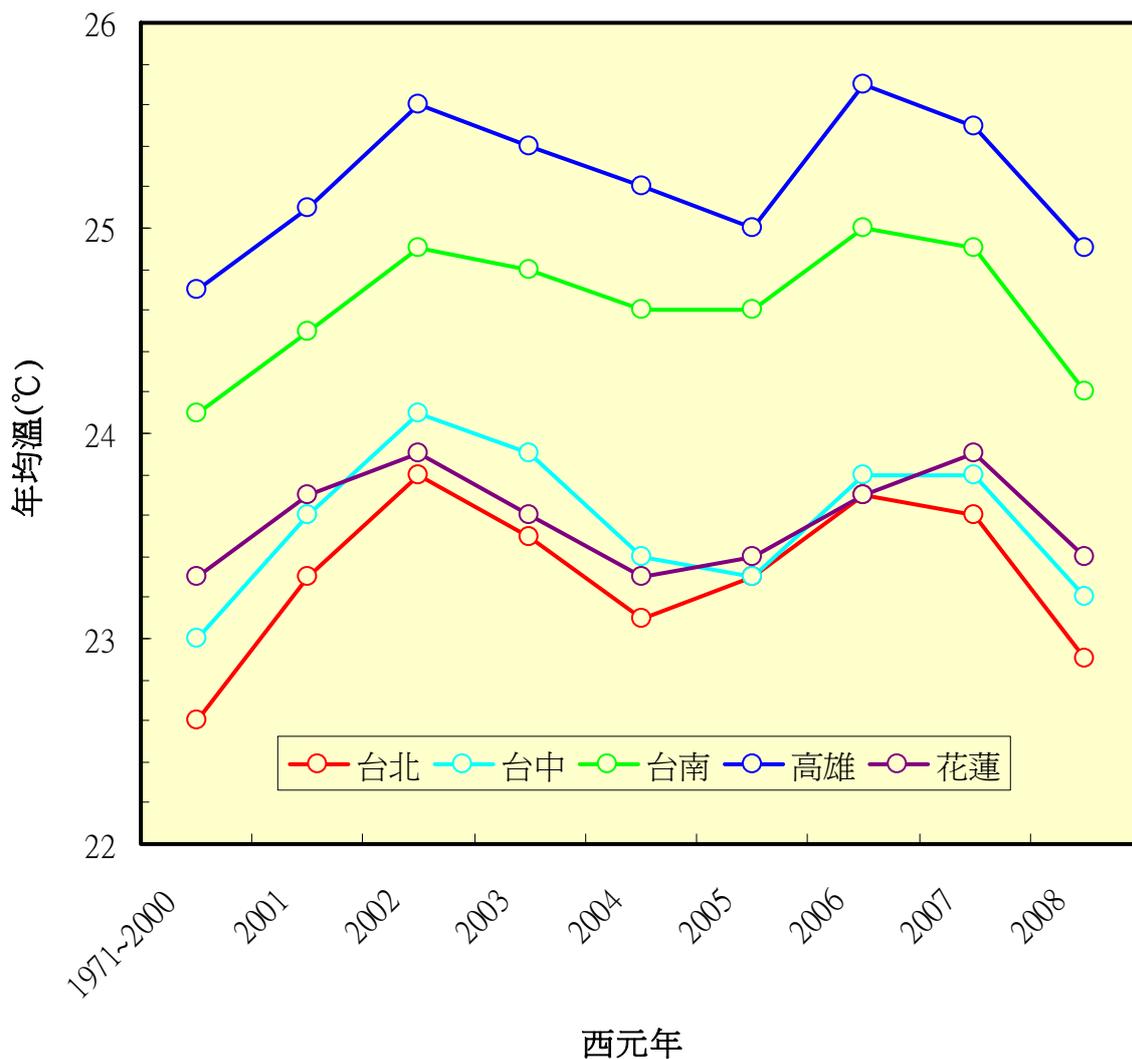


圖十七 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最高溫。

由圖得知：綜觀來看，台北年高溫較高；花蓮年高溫較低。

表三 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年的年均溫(°C)

地名	西元 1971~2000 年	西元 2001 年	西元 2002 年	西元 2003 年	西元 2004 年	西元 2005 年	西元 2006 年	西元 2007 年	西元 2008 年
台北	22.6	23.3	23.8	23.5	23.1	23.3	23.7	23.6	22.9
台中	23.0	23.6	24.1	23.9	23.4	23.3	23.8	23.8	23.2
台南	24.1	24.5	24.9	24.8	24.6	24.6	25.0	24.9	24.2
高雄	24.7	25.1	25.6	25.4	25.2	25.0	25.7	25.5	24.9
花蓮	23.3	23.7	23.9	23.6	23.3	23.4	23.7	23.9	23.4



圖十八 比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年的年均溫。

由圖得知：1. 高雄每年的年均溫皆最高；台北的年均溫皆為最低。

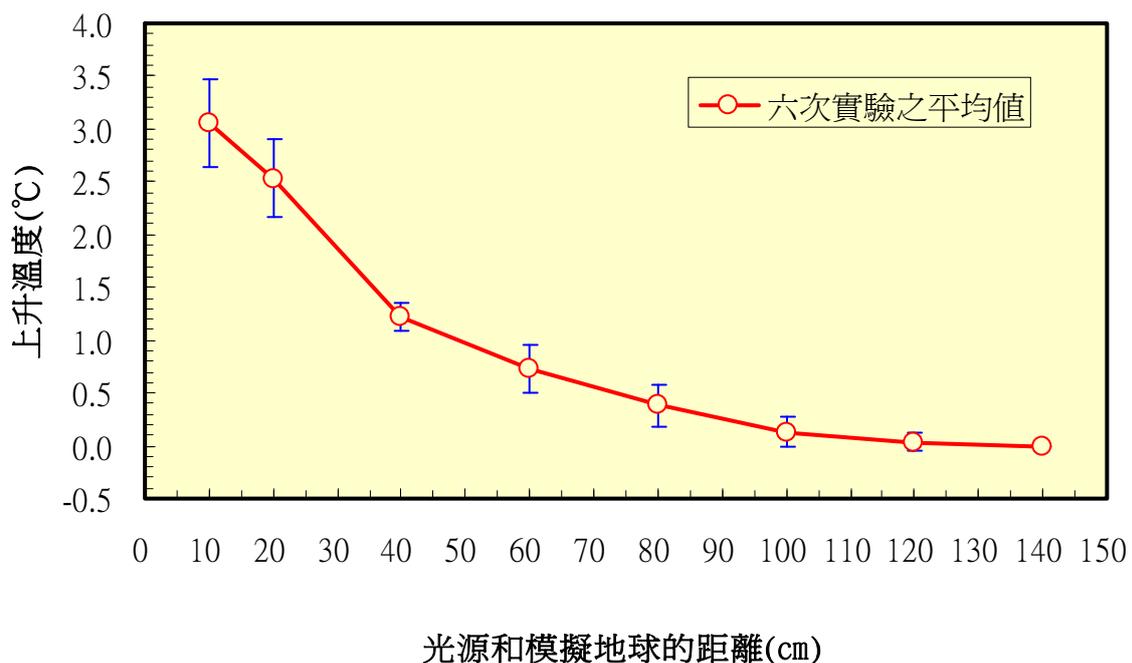
2. 從西元 1971 年~2008 年，年均溫並無顯著的變化。

二、 實驗二：光源距離不同對溫度(°C)的影響

表四 光源距離不同和球體表面溫度變化(°C)的關係

光源和模擬地球的距離	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	第四次實驗	第五次實驗	第六次實驗	平均值	誤差值
10 cm	+2.4	+3.0	+2.9	+3.4	+3.6	+3.0	3.1	0.42
20 cm	+2.1	+2.5	+3.1	+2.4	+2.8	+2.3	2.5	0.36
40 cm	+1.0	+1.3	+1.2	+1.2	+1.4	+1.2	1.2	0.13
60 cm	+0.6	+0.7	+0.9	+0.5	+0.6	+1.1	0.7	0.23
80 cm	+0.4	+0.5	-0.3*	+0.1	+0.3	+0.6	0.4	0.19
100 cm	+0.1	+0.2	+0.4	+0.0	+0.0	+0.1	0.1	0.15
120 cm	+0.0	+0.0	+0.2	+0.0	+0.0	+0.0	0.0	0.08
140 cm	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	0.0	0.00

*此數值不合常理，可能為人為疏失，因此不列入討論。



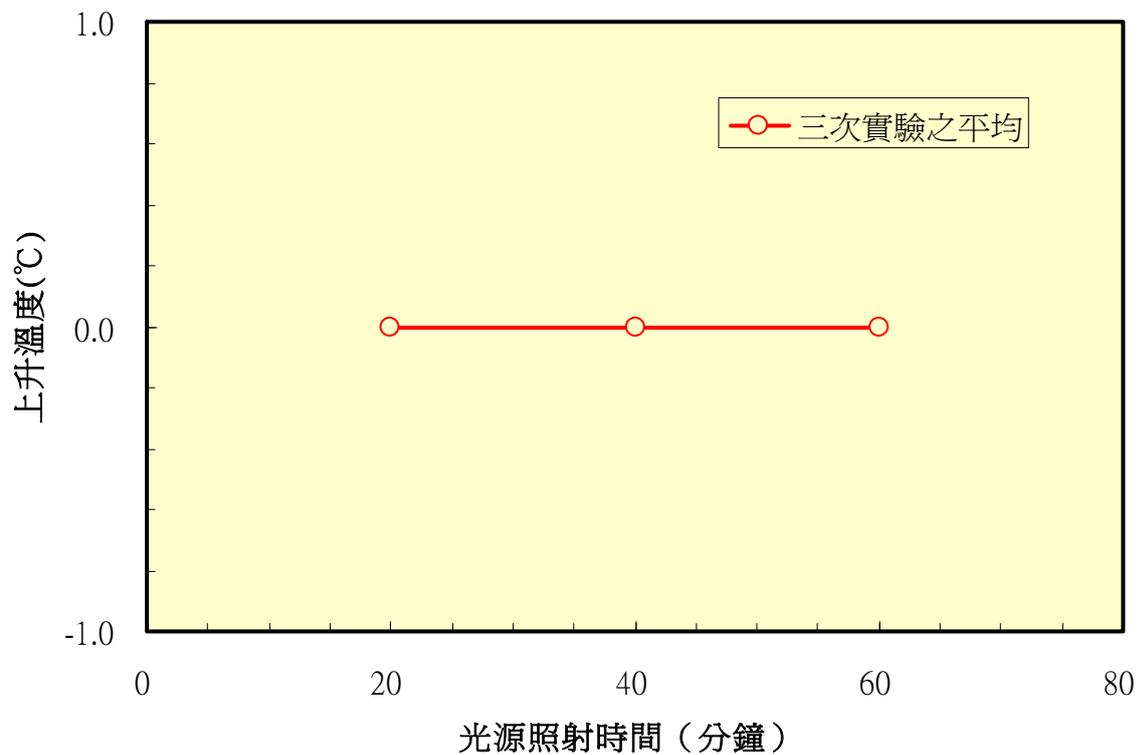
圖十九 光源距離不同對溫度的影響

由實驗結果得知：

1. 光源和模擬地球之間的距離愈小，溫度上升幅度愈大；光源和模擬地球之間的距離愈大，溫度上升幅度愈小。
2. 當光源和模擬地球之間的距離到達 140 公分時，溫度就不再有任何變化。

表五 光源為 140 公分時，照射時間對溫度的影響

照射時間	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	平均值	誤差值
20 分鐘	+0.0	+0.0	+0.0	0.0	+0.00
40 分鐘	+0.0	+0.0	+0.0	0.0	+0.00
60 分鐘	+0.0	+0.0	+0.0	0.0	+0.00



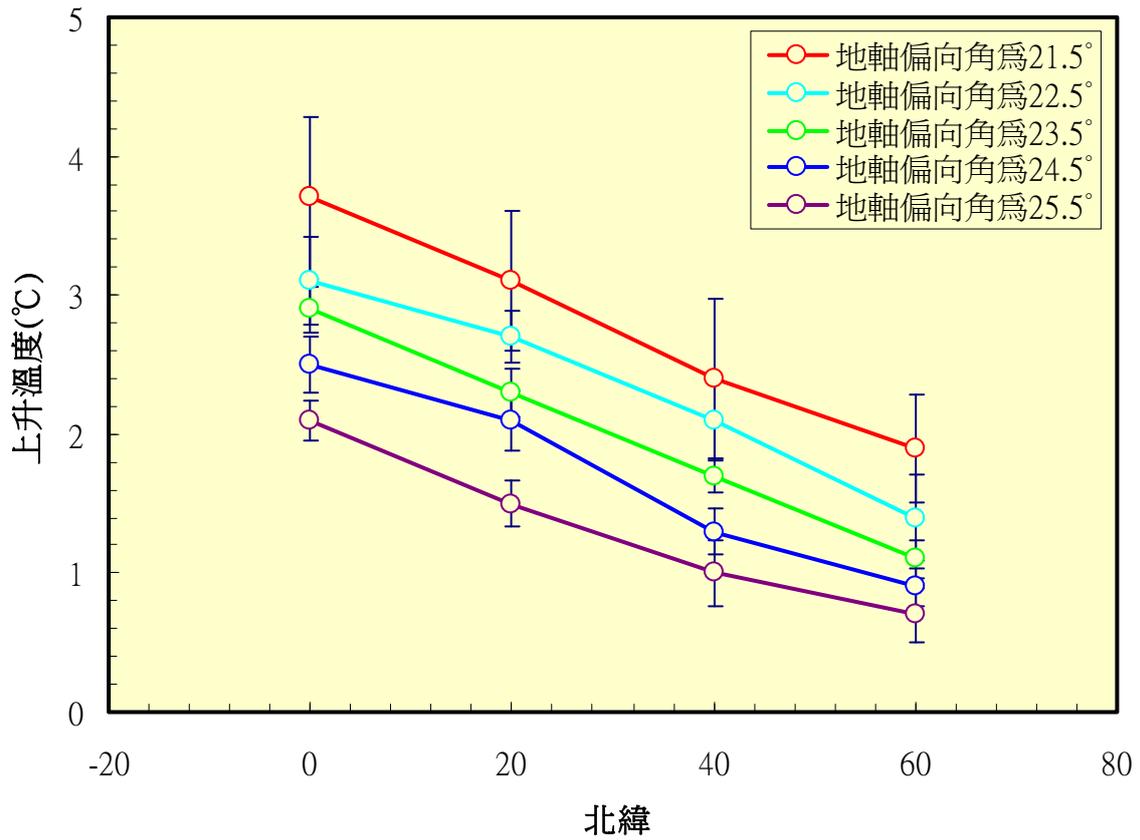
圖二十 光源為 140 公分時，照射時間對溫度的影響。

由實驗結果得知：當距離為 140 公分時，不管照射時間多長，模擬地球表面溫度沒有任何的改變。

三、 實驗三：地軸偏向角不同對溫度的影響

表六 地軸偏向角 21.5°~25.5°在各緯度(0°~60°N)的溫度變化(°C)

地軸偏向角為 21.5°								
北緯	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	第四次 實驗	第五次 實驗	第六次 實驗	平均值	誤差值
0°	+3.8	+4.1	+2.8	+3.9	+4.4	+3.3	3.7	0.58
20°	+3.0	+3.5	+2.5	+3.2	+3.8	+2.6	3.1	0.51
40°	+2.1	+2.8	+1.8	+2.5	+3.3	+1.9	2.4	0.58
60°	+1.8	+2.2	+1.3	+2.0	+2.4	+1.7	1.9	0.39
地軸偏向角為 22.5°								
北緯	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	第四次 實驗	第五次 實驗	第六次 實驗	平均值	誤差值
0°	+3.6	+2.9	+2.7	+3.0	+3.1	+3.3	3.1	0.32
20°	+3.0	+2.6	+2.5	+2.7	+2.7	+2.9	2.7	0.19
40°	+2.5	+1.9	+2.2	+2.0	+1.7	+2.3	2.1	0.29
60°	+1.9	+1.2	+1.4	+1.3	+1.0	+1.5	1.4	0.31
地軸偏向角為 23.5°								
北緯	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	第四次 實驗	第五次 實驗	第六次 實驗	平均值	誤差值
0°	+3.0	+2.7	+2.7	+2.9	+3.1	+3.0	2.9	0.17
20°	+2.3	+2.3	+2.2	+2.1	+2.6	+2.4	2.3	0.17
40°	+1.6	+1.5	+1.7	+1.5	+1.7	+1.8	1.7	0.12
60°	+1.1	+0.9	+1.0	+1.2	+1.1	+1.3	1.1	0.14
地軸偏向角為 24.5°								
北緯	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	第四次 實驗	第五次 實驗	第六次 實驗	平均值	誤差值
0°	+2.3	+2.7	+2.6	+2.5	+2.6	+2.2	2.5	0.19
20°	+2.0	+2.3	+1.9	+2.2	+2.3	+1.8	2.1	0.21
40°	+1.3	+1.5	+1.2	+1.3	+1.5	+1.1	1.3	0.16
60°	+0.7	+1.1	+0.9	+0.9	+1.0	+0.8	0.9	0.14
地軸偏向角為 25.5°								
北緯	第一次 實驗	第二次 實驗	第三次 實驗	第四次 實驗	第五次 實驗	第六次 實驗	平均值	誤差值
0°	+2.2	+2.3	+2.0	+2.2	+2.1	+1.9	2.1	0.15
20°	+1.5	+1.7	+1.5	+1.6	+1.3	+1.3	1.5	0.16
40°	+0.9	+1.3	+1.1	+1.2	+0.7	+0.8	1.0	0.24
60°	+0.6	+1.0	+0.7	+0.8	+0.5	+0.5	0.7	0.19



圖二十一 地軸偏向角 21.5°~25.5°在各緯度(0°~60°N)的溫度變化(°C)

由實驗結果得知：

1. 地軸偏向角是 21.5°時，各緯度上升的溫度幅度最大；地軸的偏向角是 25.5°時，各緯度上升的溫度幅度最小。
2. 當各緯度在同一偏向角被光源照射時，緯度 0°上升的幅度最大，而緯度 60°上升的幅度最小。

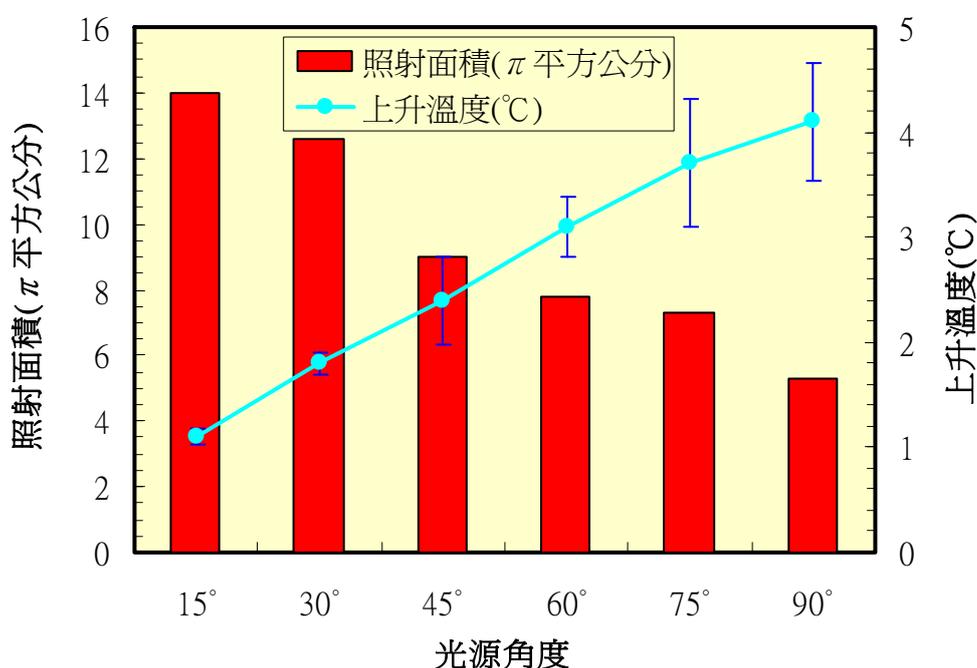
四、 實驗四：光源角度對溫度的影響

表七 光源角度 15°~90°的照射面積

光源角度	長徑(cm)	短徑(cm)	照射面積(π 平方公分)
15°	40.5	15.5	14.0
30°	36	14.5	12.6
45°	22.5	13.5	9.0
60°	19	12.2	7.8
75°	17.5	11.7	7.3
90°	10.5	10.5	5.3

表八 光源角度 15°~90°造成實驗箱內的溫度變化(°C)

光源角度	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	第四次實驗	第五次實驗	第六次實驗	平均值	誤差值
15°	+1.1	+1.2	+1.2	+1.1	+1.2	+1.0	1.1	0.08
30°	+1.8	+1.8	+1.9	+1.7	+2.0	+1.8	1.8	0.10
45°	+2.4	+2.4	+2.6	+2.5	+2.4	+2.3	2.4	0.10
60°	+3.0	+3.1	+3.2	+3.0	+3.1	+2.9	3.1	0.10
75°	+3.9	+3.7	+3.8	+3.7	+3.7	+3.5	3.7	0.15
90°	+4.1	+4.0	+4.2	+3.9	+4.2	+3.9	4.1	0.14



圖二十二 光源角度的照射面積及其上升溫度之關係圖

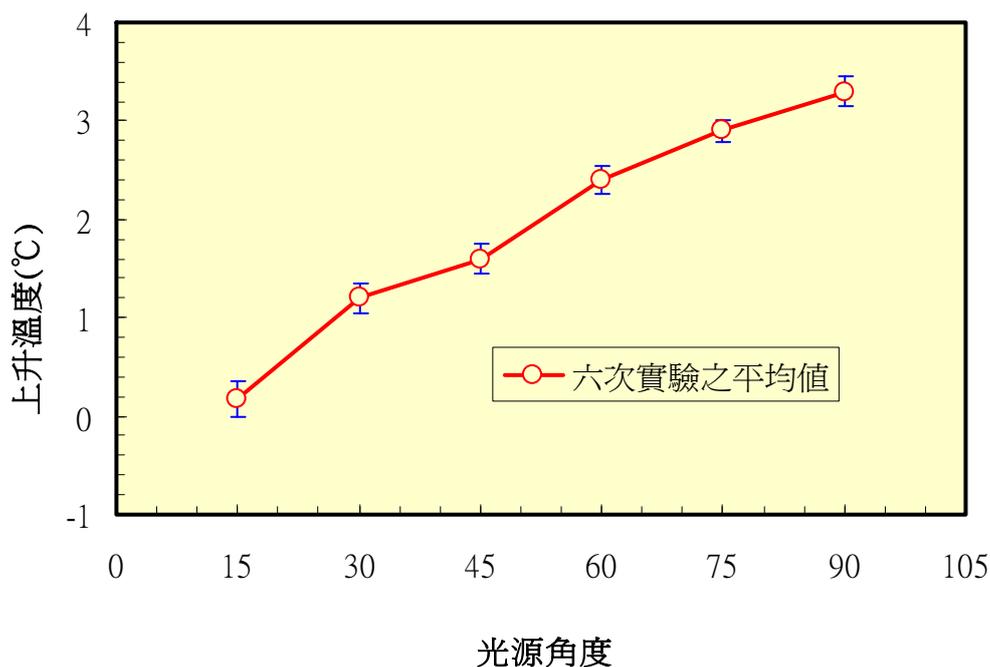
由實驗結果得知：

1. 當光源角度是 90°時，溫度上升幅度最大；光源角度是 15°時，溫度上升幅度最小。
2. 當光源角度是 90°時，照射面積最小；而當光源角度是 15°時，照射面積為最大。

五、 實驗五：空氣中濕度大時，不同角度的光源對溫度的影響

表九 光源角度 15°~90°造成實驗箱內的溫度變化(°C)

光源角度	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	第四次實驗	第五次實驗	第六次實驗	平均值	誤差值
15°	+0.4	+0.5	+0.9	+0.7	+0.8	+0.7	0.7	0.19
30°	+1.2	+1.1	+1.4	+1.1	+1.3	+1.0	1.2	0.15
45°	+1.5	+1.4	+1.7	+1.6	+1.8	+1.5	1.6	0.15
60°	+2.4	+2.3	+2.6	+2.2	+2.5	+2.3	2.4	0.15
75°	+2.9	+3.0	+2.9	+2.8	+3.1	+2.8	2.9	0.12
90°	+3.3	+3.4	+3.2	+3.2	+3.4	+3.0	3.3	0.15



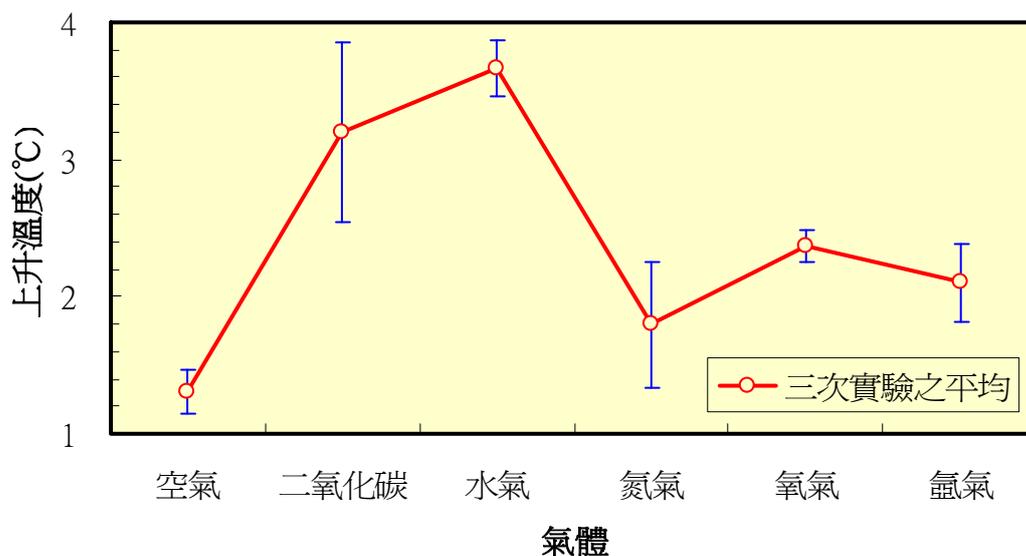
圖二十三 光源角度 15°~90°造成實驗箱內的溫度變化

由實驗結果得知：當光源角度是 90°時，溫度上升幅度最大；當光源角度是 15°時，溫度上升幅度最小。

六、 實驗六：探討在不同氣體中，溫度的變化

表十 不同氣體照射 20 分鐘後的溫度變化(°C)

氣體	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	平均值	誤差值
空氣	+1.1	+1.5	+1.3	1.3	0.16
二氧化碳	+3.3	+3.8	+2.5	3.2	0.66
水氣	+3.6	+3.5	+3.9	3.7	0.21
氮氣	+2.3	+1.7	+1.4	1.8	0.46
氧氣	+2.3	+2.5	+2.3	2.4	0.12
氫氣	+2.3	+1.7	+2.3	2.1	0.28



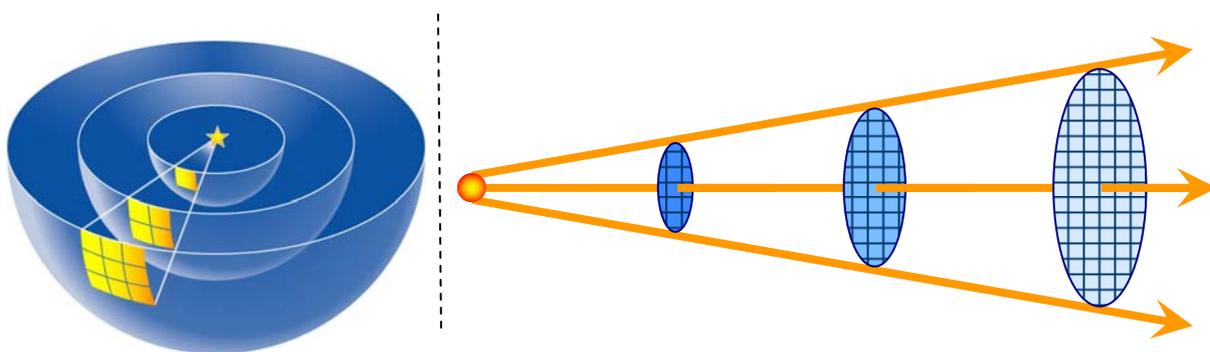
圖二十四 各種氣體溫度上升比較圖

由實驗結果得知：水氣上升的溫度最大；而空氣的上升溫度最小。

陸、 討論

一、 由實驗二中我們發現：

- (一) 距離愈近，溫度上升的幅度愈大；反之，則溫度上升的幅度愈小。根據我們推測，光源發散出去，距離較遠獲得的光能較少，且距離到了一定的程度後（140 公分），就不會對溫度造成直接的影響。



圖二十五 離光源越遠的地方，光線照射面積越大，單位面積接收到的能量越少。因此，距離愈遠，溫度上升幅度愈小。由此圖得之，亮度與距離平方成反比，故我們推論出下列公式：

$$\text{單位面積所承受的能量} = \frac{\text{光度}}{\text{球體表面積}} = \frac{\text{光度}}{4\pi R^2}$$

(R 為發光體和模擬地球表面溫度計的距離)

(二) 關於太陽光度和日地距離，我們做了更進一步的討論。

太陽的光度大約 3.826×10^{26} 瓦，而日地平均距離大約是 1.5 億公里。討論過程如下：

實驗二	宇宙現況
<ul style="list-style-type: none"> • 燈泡能量 (瓦) : $1 / \text{燈球距離 (公分)}^2$ • 設 x 為距離 140 公分時的感受到的能量 • $(60 \times 4) : 1 = x : (1 / 140^2)$ <li style="text-align: center;">$x = 0.0122 \text{ 瓦}$ • 燈泡的能量太小，故溫度變化並不大。 	<ul style="list-style-type: none"> • 將太陽的光度和日地距離平方成反比，故求出每平方面積上的日照能量。 • 設 y 為太陽在距離 1 A.U. 時，單位面積所產生的能量 (瓦) • $3.826 \times 10^{26} : 1 = y : 1 / (1.5 \times 10^{13})^2$ <li style="text-align: center;">$y = 1.7 \text{ 瓦}$
<p>設距離燈泡 z 公分時，承受到燈泡的能量為 1.7W</p> $(60 \times 4) : 1 = 1.7 : 1/z^2$ $z \doteq 11.88 \text{ 公分}$	

由實驗二得知：

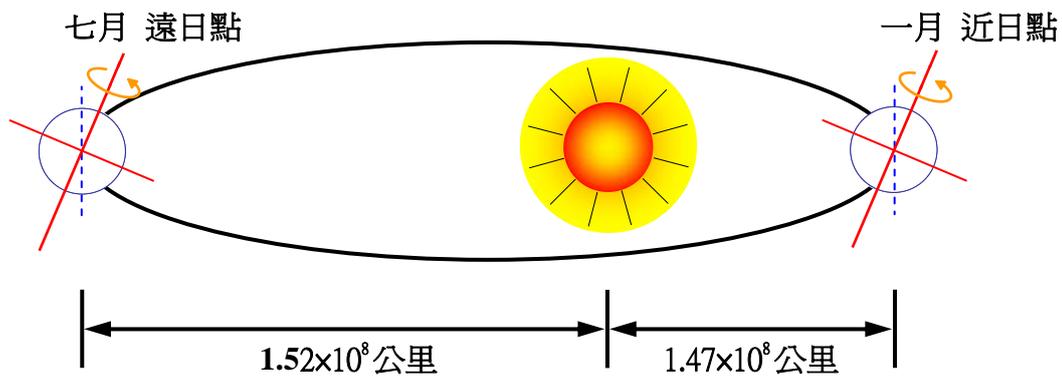
1. 距離為 1 公分時，有 240 瓦的能量，若距離為 140 公分時，其只剩下 0.0122 瓦的能量。
2. 若將此數據推論，太陽的能量經過 1A.U.後，單位面積上所照射的能量約為 1.7 瓦。若將燈泡放置在 z 公分處，單位面積承受 1.7 瓦的能量，我們推算出是在 11.88 公分時。
3. 我們將燈泡放在距離 140 公分的地方，經過 20 分鐘的照射，單位面積上的溫度變化並不大，溫度並沒有增加，但我們將之照射的時間增加至 60 分鐘時，我們發現溫度仍然沒有增加。
4. 因為地球有地磁的保護，所以以下的實驗，皆以距離模擬地球 20 公分處，做實驗探討。

(三) 根據我們蒐集的數據資料顯示，地球位於遠日點時，日地距離約為 1.52×10^8 公里；地球位於近日點時，日地距離約為 1.47×10^8 公里，依照實驗二之結果，北半球夏季時，地球應位於近日點；北半球冬季時，地球應位於遠日點，但事實並非如此。我們推測，這和地軸的偏轉角度有極大的關係。北半球夏季時，太陽直射著北半球；北半球冬季時，太陽直射著南半球。因此，我們又進一步猜測，地球以赤道為對稱軸，南北半球的地理位置和地形就像鏡子裡的成像和實體一樣對稱，且其它宇宙情形和現在相同，那麼北半球夏季的平均溫度 < 南半球夏季的平均溫度；北半球冬季的平均溫度 > 南半球冬季的平均溫度。不過以目前的情況來看，這是不可能的，但若能模擬的出來這會是個好方法來探討距離及地軸偏向角之間的關係。

二、 實驗三：地軸偏向角不同對溫度的影響

(一) 當地軸的偏向角越小時，溫度上升的幅度越大；反之，則溫度上升的幅度越小。依據我們推測，可能是因為地軸的偏向角較小時，照射面積較小，熱能集中，使得溫度上升的幅度較大；而當地軸的偏向角較大時，照射面積較大，熱能發散，使得溫度上升的幅度較小，進而推測地軸偏向角的大小與地球溫度有很大的關聯。

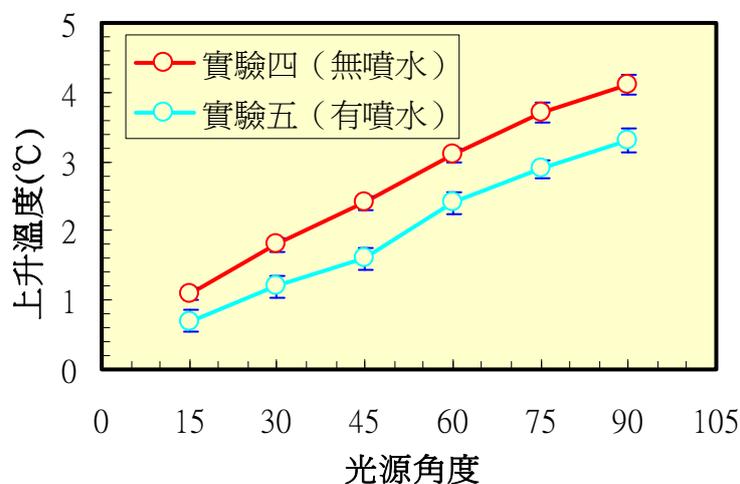
(二) 各緯度在同一偏向角的照射下，北緯低的上升幅度比北緯高的上升幅度來的大。根據我們推測，可能是因為緯度較低的地方，被光源直射，導致溫度上升的幅度較大；反之，緯度高的地方被光源斜射，使得上升的幅度較低（光源照射角度對溫度的影響，實驗四我們做了進一步的研究）。



圖二十六 地球位於遠日點和近日點之空間關係（並無依照實際比例）

三、 實驗四和實驗五

- (一) 角度直射(90°)時，照射面積最小，使得熱能集中導致溫度上升幅度最大；相對的，當角度斜射時，照射面積較大，使得熱能發散導致溫度上升幅度較小。
- (二) 因為噴水的關係，發現實驗五溫度上升的幅度比實驗四來的小，根據我們推測，因為水蒸發會吸熱，使得溫度上升的幅度較小。由此實驗可知當空氣濕度大時，也能對溫度造成影響。



圖二十七 實驗四和實驗五之比較

四、 實驗六：探討在不同氣體中，溫度的變化

(一) 水氣上升溫度幅度較二氧化碳大，但專家學者們總呼籲民眾，要盡可能的減少二氧化碳的排放量。我們猜測，其原因有二項。

1. 水是地球上生物不可或缺的物質之一。
2. 自古到今，地球上水量變化極小，或許我們喝的水，正是好幾百萬年前恐龍的尿呢！當空氣中的水氣含量到達飽和時，便會形成降雨。反觀二氧化碳，除非是融於水或形成石灰岩，否則其濃度並不會減少。

(二) 空氣的主要成分為氮氣、氧氣、氫氣。我們推測，因氧氣會吸收紫外線，使之成為自由基($O_2 \xrightarrow{UV} O\cdot$)，而放出熱量，因此氧氣的上升溫度較氮氣、氫氣大。而氮氣、氫氣的上溫度不大。

(三) 近期日本科學家研究報告顯示，日地距離每年以 15 公分持續增加。不過科學界卻呼籲民眾目前先不用擔憂，以實驗二距離和上升溫度之間的關係來看，在地球上的我們未何沒有感到較涼爽呢？為此，我們推測了二項因素。

1. 日地距離每年以 15 公分持續增加，這是少數科學家的推論。
2. 地球公轉軌道每經數萬年由正圓形變為橢圓形（偏心率），其公轉軌道面積逐漸加大，再逐漸變小。而目前地球公轉軌道近似圓形，我們推測，其很有可能正逐漸變為橢圓形。
3. 溫室氣體是極主要因素，它保存了地球表面目前的溫度，因此，即使獲得的光能減少溫度變化仍不大。由此可知，大氣的溫室效應對於地球環境的平衡和穩定極為重要，相關資料顯示，若地球少了大氣，地球表面平均溫度將下降 33°，在這方面，溫室氣體可立了不小的功勞呢！
4. 綜合以上三點，因此，日本科學家的報告顯示，日地距離每年以 15 公分持續增加。

五、 表一：比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最低溫

(一) 台中的年低溫最低；台北次之。

1. 中央氣象局在五個地點所設的觀測站，海拔高度台北為 5.339 公尺，台中 84.04 公尺，台南 40.8 公尺，高雄 2.264 公尺，花蓮 16.088 公尺，台中觀測站的海拔高度較其它四個地點高出許多，即有可能為台中年低溫最低的主因之一。

2. 我們發現，台中、台北的最低溫的月份為春秋冬三個季節的月份，因太陽直射在北緯 23.5°~南緯 23.5°之間，夏天時，太陽直射北緯 23.5°；冬天時，直射南緯 23.5°，故冬天時，北緯大於 23.5°（台中、台北），不為太陽直射的地區，且離南緯 23.5°更遠，因此溫度低溫時更低。
3. 冬天吹東北風，台北為迎風區，但台中測站在海拔較高的山區（台中 84.04 公尺），故受到迎風面影響，故溫度會比台北（5.339 公尺）略低。

(二) **高雄的年低溫最高**，我們推測原因有二種。

1. 位處南台灣，緯度較低（太陽照射角度之故），單位面積內獲得之熱能較其它四個地點緯度高的地方多（實驗四有進一步的研究）。
2. 工業發達，溫室氣體排放量較多，造成溫度不易下降。

六、 表二：比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年最高溫

(一) **台北的年高溫較高**，我們推測，因地形為盆地，較不容易散熱。夏天吹西南風，且南部為平原地形居多，台北、台中為盆地地形，且高雄、台南為迎風區。又因吹冷氣時，熱氣較易散開，盆地地形熱氣較不易散開，故溫度較高。

(二) **花蓮的年高溫最低**，我們推測原因有二種。

1. 查詢相關資料後發現，央氣象局在五個地點所設的觀測站到海岸線的直線距離，台北約為 20.3 公里，台中約 23.8 公里，台南約 5.2 公里，高雄約 1.5 公里，花蓮約 0.5 公里，花蓮的觀測站距海較其它四個地方近。
2. 東台灣工業較不發達，溫室氣體排放量較少，和台灣北部和西部比較，氣溫較不容易受溫室氣體影響。

七、 表三：比較西元 1971~2000 年和 2001~2008 年之各年年均溫

(一) 台北的年均溫最低，我們推測，因位處北台灣，緯度較高，單位面積內獲得之熱能較少（實驗四有進一步的研究）。

(二) 高雄的年均溫最高，我們推測原因有二種。

1. 位處南台灣，緯度較低，單位面積內獲得之熱能較其它四個地點緯度高的地方多（實驗四有進一步的研究）。
2. 工業發達，溫室氣體排放量較多，造成溫度不易下降。

- (三) 從西元 1971~2008 年，年均溫並無顯著的上升或下降，我們推測，全球暖化造成的結果並非單一觀察幾個城市就能得之，時間和地點需要更廣泛的調查。

柒、結論

一、 影響天氣溫度的因素：

- (一) 我們的實驗當中，氣體上升溫度為二氧化碳 \div 水氣 $>$ 氮氣 \div 氧氣 \div 氫氣 \div 空氣。

但二氧化碳和我們生活較息息相關，所以，我們必須針對二氧化碳來做解除天氣暖化的方針。

- (二) 地軸的偏向角，是影響地球表面溫度的主要原因之一。由我們的實驗三與實驗四可證明地球表面溫度會因為光源的照射角度不同而有所變化。

二、 經過我們種種實驗，發現到溫度上升大小，皆與照射面積有所關聯。

三、 鑑識員最終報告：

- (一) 身為地球公民的我們，一定要為地球盡點心力。不過對於外太空地球和太陽的相對位置我們沒有能力去改變。可是我們可以從日常生活中的小地方做起，例如：多種植物、盡量搭乘大眾運輸工具或以自行車和雙腳代替轎車及摩拖車、節約能源、盡量選擇利用太陽能發電的產品……

- (二) 以上項目雖為眾所皆知的知識，不過並非大家都能身體力行，要時常督促自己，別因為個人的方便而忽略了目前全球暖化的嚴重性！

捌、參考資料及其他

一、 中央氣象局網站：<http://www.cwb.gov.tw/V6/index.htm>

二、 中央氣象局—局屬氣象站分布圖：

<http://www.cwb.gov.tw/V5/eservice/docs/overview/organ/stations/>

三、 yahoo 奇摩知識+網站：

(一) <http://tw.knowledge.yahoo.com/index>

(二) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105071404408>

(三) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305092709822>

(四) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405110711474>

(五) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1508042201321>

(六) <http://hk.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=7007080106560>

四、 其他

(一) <http://hcc.mygeotravel.org/earth/star/chinese/nineplanets/sol.html>

(二) http://sprite.phys.ncku.edu.tw/~htsu/astro_ge/06_sun_s.pdf

(三) http://big5.cast.org.cn/gate/big5/chro.cpst.net.cn/tyjz/2006_09/158116963.html

(四) http://211.79.137.77/frame/recent_frame.htm

【評語】 030503

優點：實驗設計不錯，內容豐富。

缺點：結論、討論略不足。

建議改進事項：建議實驗器材能夠模擬較真實的狀況。