

# 屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國小組

作品名稱：溫室效應

關 鍵 詞：溫室效應、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_（最多三個）

編號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

## 壹、研究動機

今年冬天特別熱，雖然新聞報導說是「暖冬現象」。但是，全球氣溫上升也是不爭的事實。最近老師在自然課談到《全球風暴》這部電影，其中因全球暖化，而造成大自然的反撲，印象特別深刻。最近老師也介紹地球暖化：

「在晴朗的天空太陽照射地球後，來自地表散發太陽的輻射熱，約有60~70%被大氣中的水汽和二氧化碳所吸收，剩下的輻射熱能就逸散到太空中。所以大氣中的水汽和二氧化碳就像是一床毯子，使得地球表面保持溫暖的狀態。

有些氣體，如二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、水氣、甲烷(CH<sub>4</sub>)、臭氧(O<sub>3</sub>)、氟氯碳化物(CFC)等「溫室氣體」，可以讓太陽的熱能穿過大氣層到達地面，但是會阻擋地面反射陽光的熱量。因此，大氣中的溫室氣體愈多，地球表面溫度愈高，而造成地球暖化，這就是所謂的溫室效應。

所以，我便想以造成溫室效應主要前兩名兇手----二氧化碳和水氣為主，以了解氣溫與氣體是不是有相關性？氣溫與氣體和我們生活環近有沒有影響？用什麼方法可以減少溫室效應？並探討這兩種常見的氣體在溫室效應中所扮演的角色。除此之外，我們想討論因為氣溫升高所引起氣候變遷、生態平衡等交互作用。

## 貳、研究目的

- 一、想了解不同的高度的氣溫變化。
- 二、想了解同一時間不同氣體的氣溫的變化情形及差異性。
- 三、綠色植物對於不同氣體的氣溫變化情形。
- 四、想了解城市和鄉下同一時間氣溫的變化情形。

## 參、實驗設備及器材

- 一、透明寶特瓶、溫度計、氣溫溫度計、高度表。
- 二、雙氧水、二氧化錳、小蘇打、酸醋。
- 三、綠色植物—小麥草。

## 肆、研究過程

研究一：不同地面材質在不同高度的氣溫變化。

方法：在學校操場，分別於上方 30 cm、60 cm、120 cm 處測量，每天下午 2 點紀錄溫度，連續五天，並求出平均值。

研究二：同一時間不同氣體氣溫的變化情形及差異性。

方法：分別將二氧化碳、水氣及普通空氣，放入透明大寶特瓶中，封住瓶口，插上溫度計，上午 9：00—下午 16：00 每隔一小時測量其溫度一次，持續五天，求出平均值。

附記：

1. 乾冰加水製造水氣，小蘇打加酸醋製造二氧化碳。
2. 透明大寶特瓶擺放在學生桌子上，桌子高度為 60 公分。

研究三：綠色植物對於不同氣體的氣溫變化情形

方法：挖 4 株大小約相同的小麥草（綠色植物），放進有氧氣、二氧化碳、普通空氣及汽車所排放的廢氣的透明大寶特瓶中，封住瓶口，插上溫度計。上午 9：00—下午 16：00 每隔一小時測量溫度一次，持續五天，求出平均值。

研究四：城市和鄉下同一時間氣溫的變化情形

方法：每天下午 2：00 測量並紀錄中央氣象局最新天氣資料—高雄市前鎮區與內埔鄉內埔農工之氣象觀測站，連續五天。

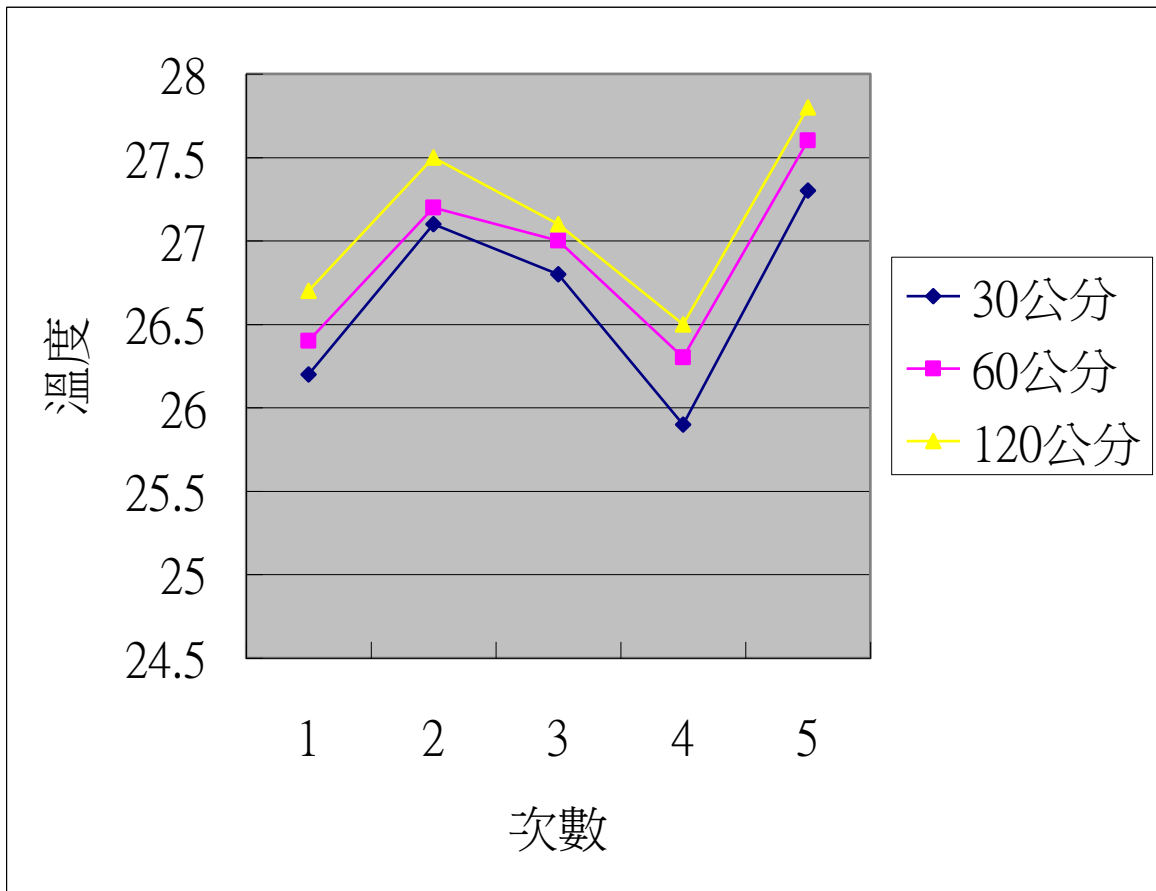
## 伍、研究結果

研究一：

表一 不同高度的氣溫紀錄表 單位：℃

	1	2	3	4	5	平均
30 公分	26.2	27.1	26.8	25.9	27.3	26.66
60 公分	26.4	27.2	27.0	26.3	27.6	26.90
120 公分	26.7	27.5	27.1	26.5	27.8	27.12

圖一 不同的高度氣溫



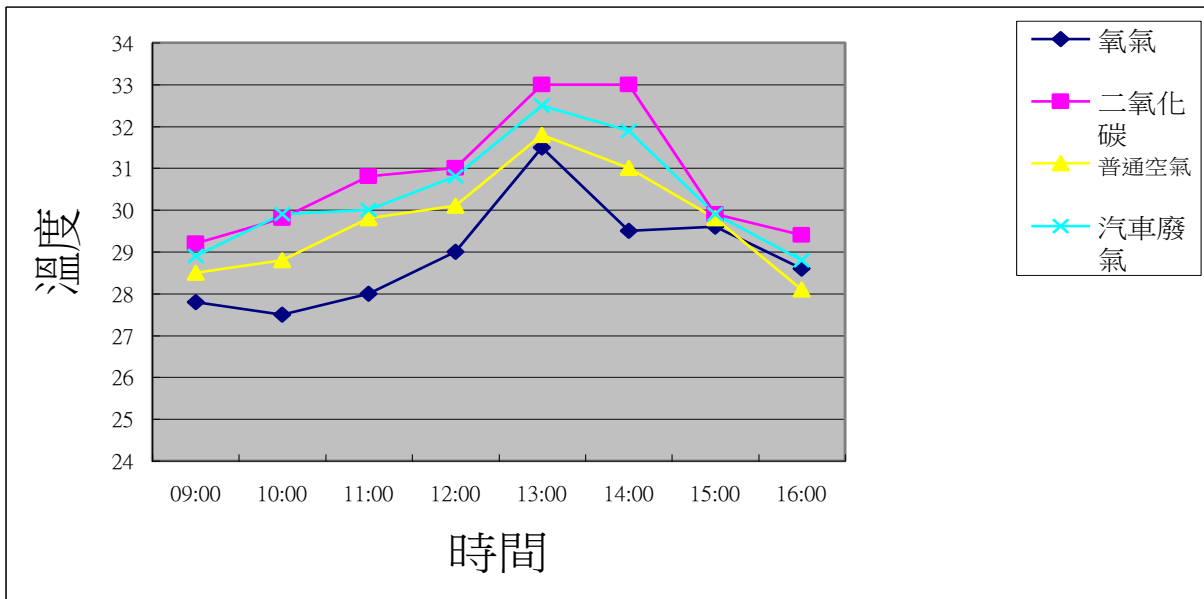
我們的發現：離地面越高的地方，溫度越高。

研究二：

表二 不同性質空氣氣溫變化紀錄表 單位：℃

	氧氣	二氧化碳	普通空氣	汽車廢氣
09：00	27.8	29.2	28.5	28.9
10：00	27.5	29.8	28.8	29.9
11：00	28.0	30.8	29.8	30.0
12：00	29.0	31.0	30.1	30.8
13：00	31.5	33.0	31.8	32.5
14：00	29.5	33.0	31.0	31.9
15：00	29.6	29.9	29.8	29.9
16：00	28.6	29.4	28.1	28.8

圖二 不同性質空氣氣溫變化



我們的發現：

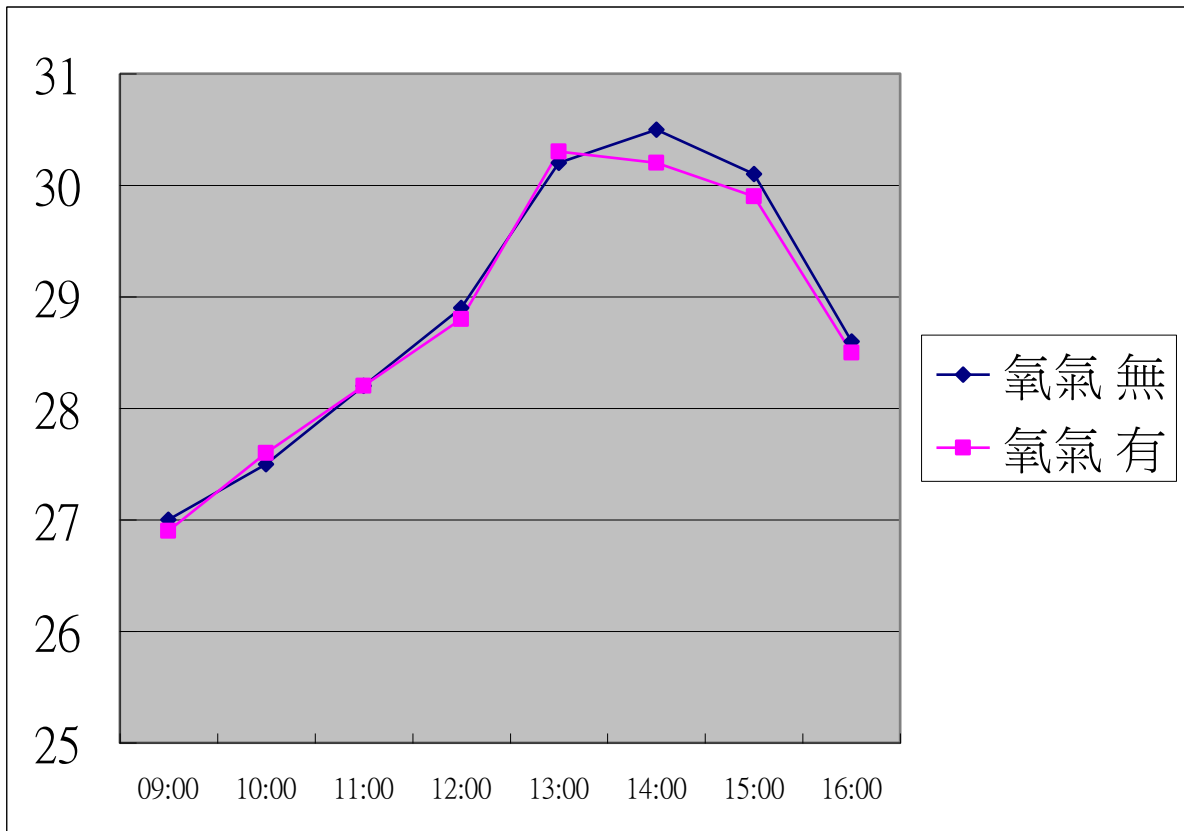
- 一、所有氣體中，平均氣溫以二氧化碳溫度最高，氧氣最低。
- 二、普通空氣與氧氣的氣溫變化起伏比較小，且低於汽車排放含有二氧化碳的廢氣。
- 三、每種氣體所量測最高溫度出現在 13：00 至 14：00。

研究三：

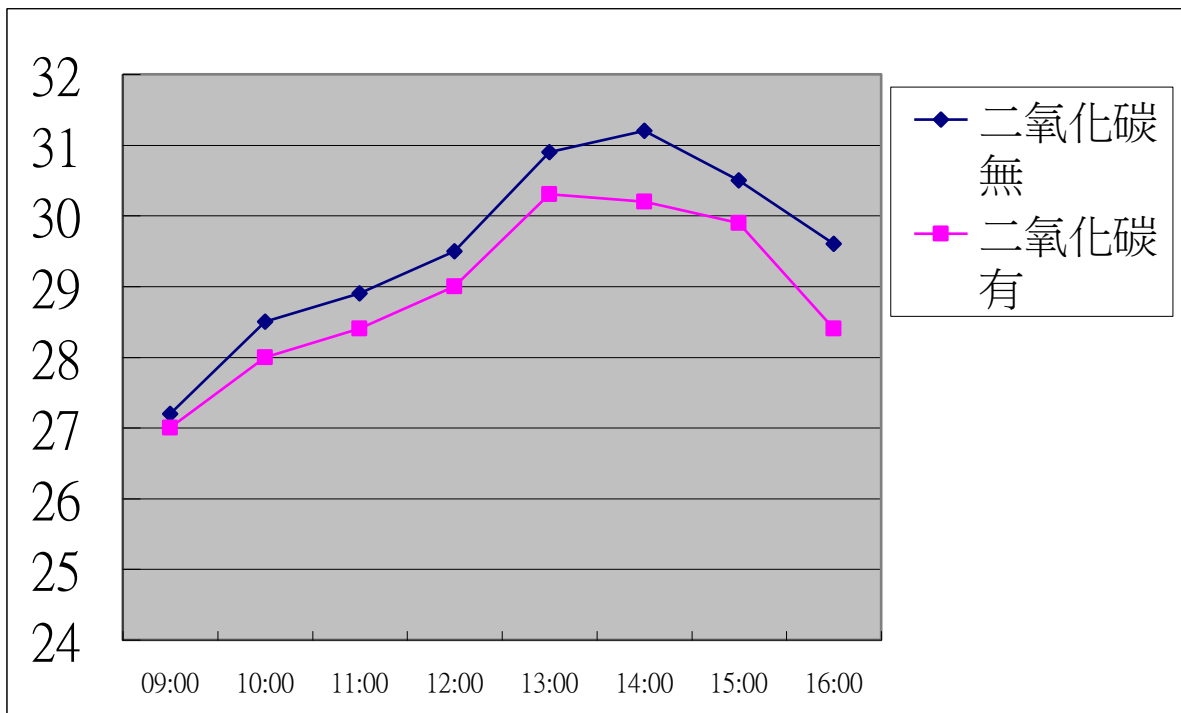
表三 綠色植物（小麥草）對於不同空氣氣溫變化紀錄表 單位：℃

	氧氣		二氧化碳		普通空氣		汽車廢氣	
	無	有	無	有	無	有	無	有
9：00	27.0	26.9	27.2	27.0	27.0	27.1	27.2	27.0
10：00	27.5	27.6	28.5	28.0	27.8	27.7	28.6	27.8
11：00	28.2	28.2	28.9	28.4	28.5	28.3	29.0	28.2
12：00	28.9	28.8	29.5	29.0	28.9	28.8	30.3	29.1
13：00	30.2	30.3	30.9	30.3	30.5	30.0	31.5	30.4
14：00	30.5	30.2	31.2	30.2	31.0	30.4	31.9	30.5
15：00	30.1	29.9	30.5	29.9	30.3	30.0	30.2	29.9
16：00	28.6	28.5	29.6	28.4	29.4	28.8	29.5	28.6

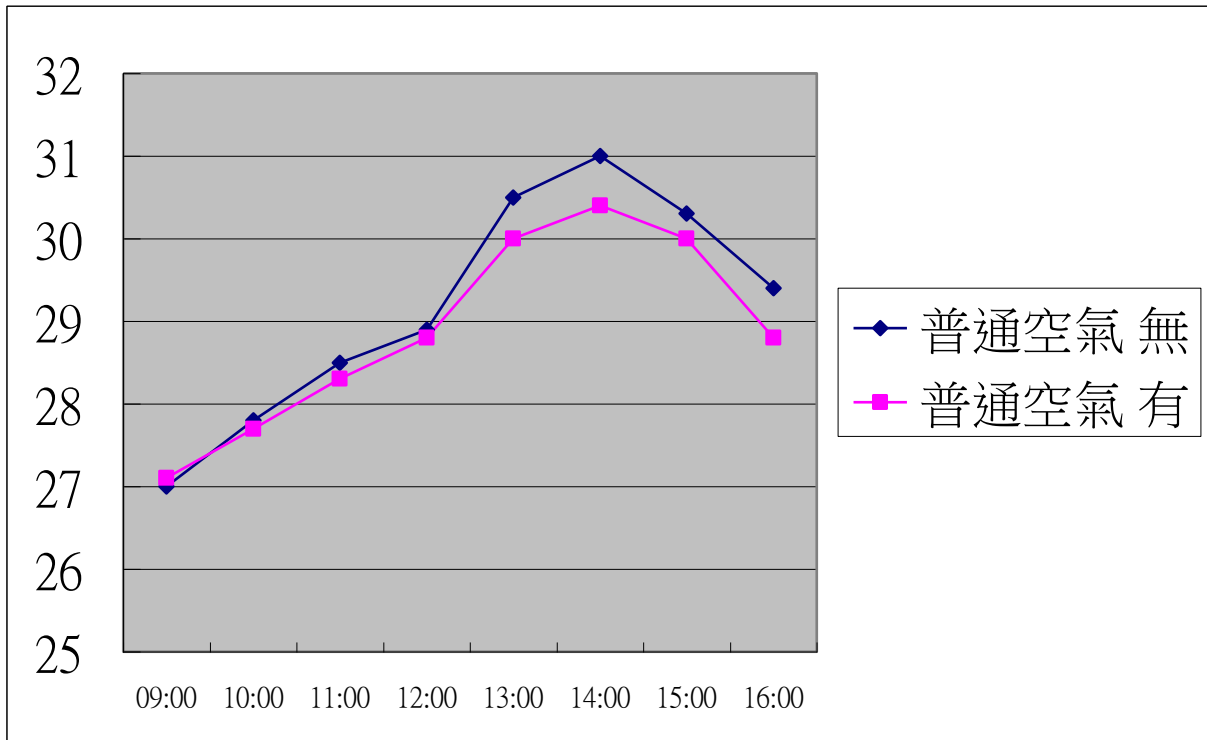
圖三 氧氣對有無小麥草的氣溫變化



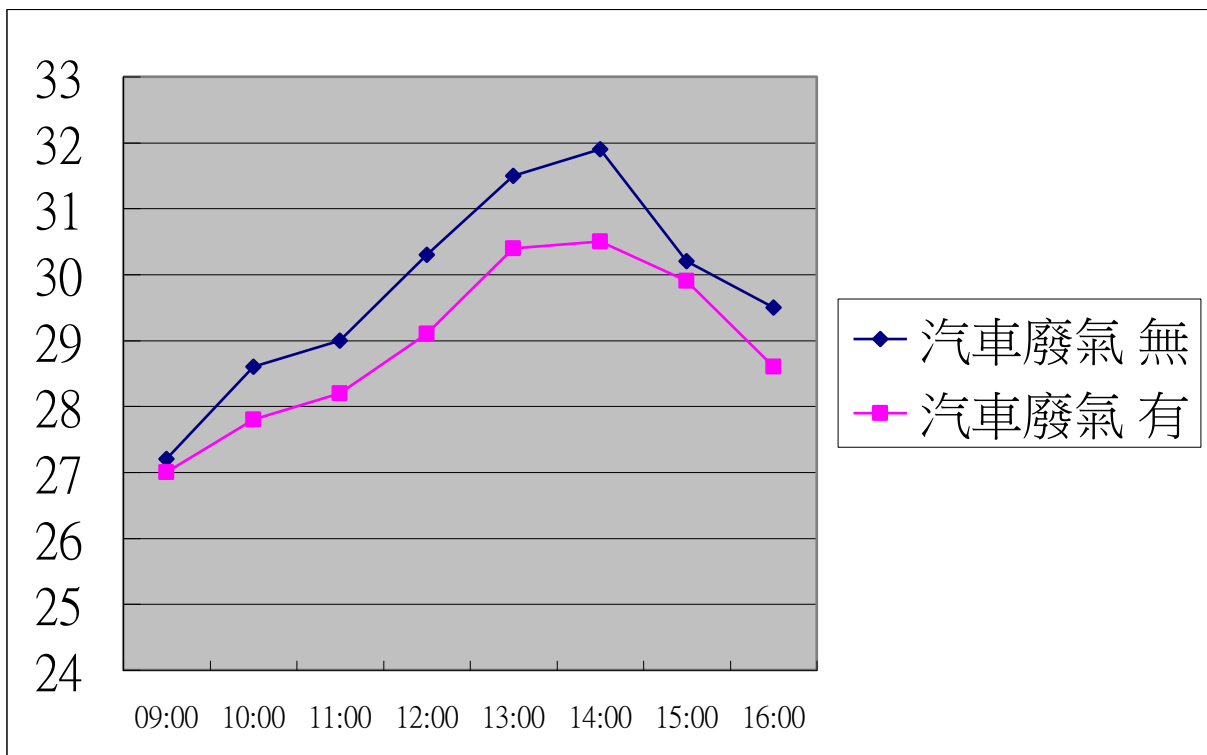
圖四 二氧化碳對有無小麥草的氣溫變化



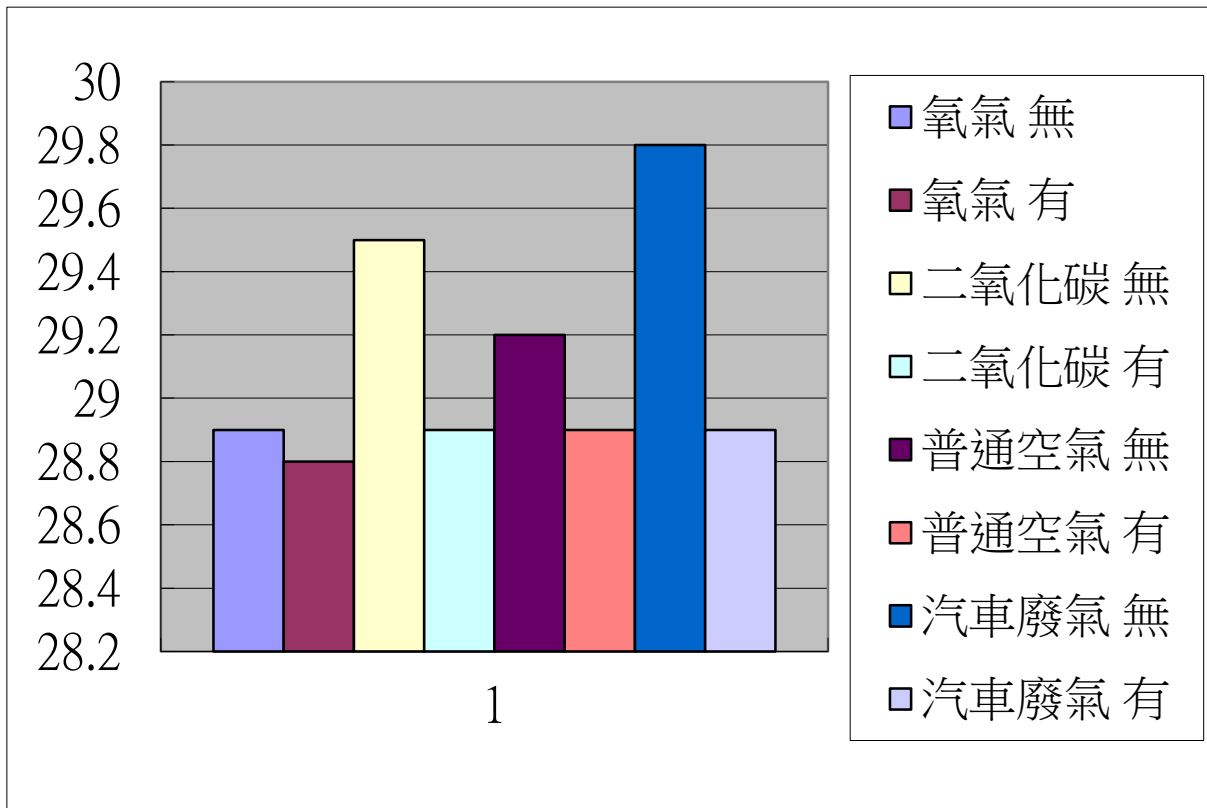
圖五 普通空氣對有無小麥草的氣溫變化



圖六 汽車廢氣對有無小麥草的氣溫變化



圖七 各種氣體有無小麥草平均溫度比較圖



我們的發現：

- 一、氣體內含有二氧化碳且有綠色植物（小麥草）組的平均氣溫比沒有綠色植物組的低。
- 二、氧氣組放不放小麥草氣溫其變化不大。
- 三、每一組量測的最高溫度出現在 13：00 至 14：00。

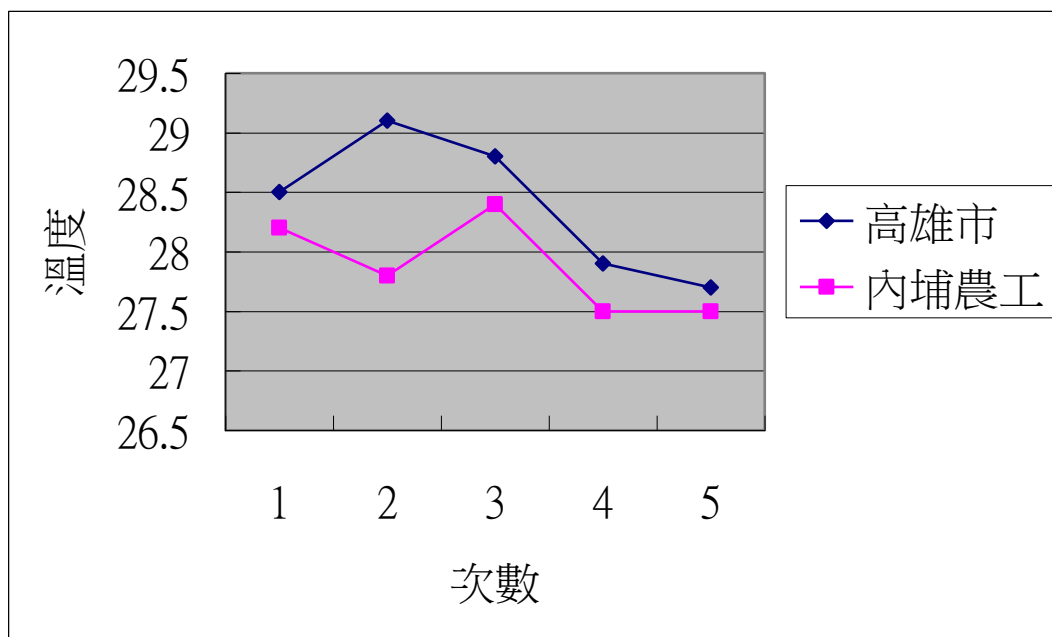
研究四：

表四 高雄市前鎮區與內埔鄉內埔農工之氣象觀測站溫度紀錄

	1	2	3	4	5	平均
高雄市	28.5	29.1	28.8	27.9	27.7	28.40
內埔農工	28.2	27.8	28.4	27.5	27.5	27.88



圖八 高雄市前鎮區與內埔鄉內埔農工之氣象觀測站溫度比較圖



我們的發現：

高雄市的平均溫度比內埔農工高。

## 陸、討 論

經過幾次實驗及比較透過電腦把數據轉成折線圖、長條圖，我們實驗小組和老師共同討論有關這次實驗的一些問題與發現。

**昀霖**說：「由研究一發現『位置越高氣溫越高』。原以為越接近地面越熱，因為我想陽光照在地面，地面馬上吸熱，所以越接近地表越熱，可是實驗出來的數據竟然和我的想法完全不一樣，這是為什麼呢？」

**浩恩**說：「這學期自然課第一單元熱與能，介紹熱的傳導，氣體是以對流方式傳熱：熱空氣上升冷空氣下降，也就是下層空氣比上層空氣時，才會形成對流。由我們的數據可看出接近地表的空氣沒有對流現象，這又是為什麼呢？」

**瑋豪**說：「其實當我看到研究數據時，也問題一大堆，所以去找尋相關的參考資料來研究。相關資料如下：

### 【大氣層】

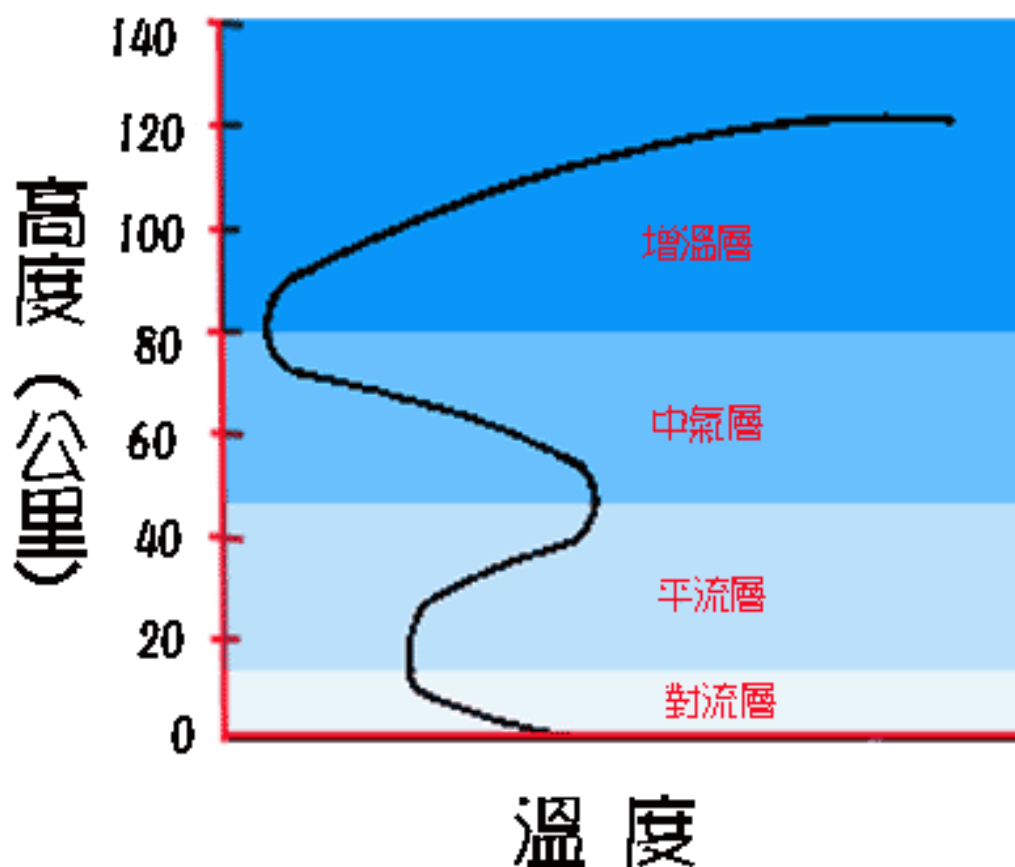
在大氣圈離地表 11 公里內的大氣層稱為對流層 (troposphere)，此層內溫度約每上升一公里及下降  $6.5^{\circ}\text{C}$  (圖八，氣溫垂直變化總趨勢是隨高度

增加氣溫逐漸降低。這是因為，地表示大氣的主要的直接熱源，所以境地面層的溫度比比上層要高。另一方面，水氣與固體雜質的分布低空向高空減少。它們吸收地輻射能力很強，這使得近地面層的溫度比上高。

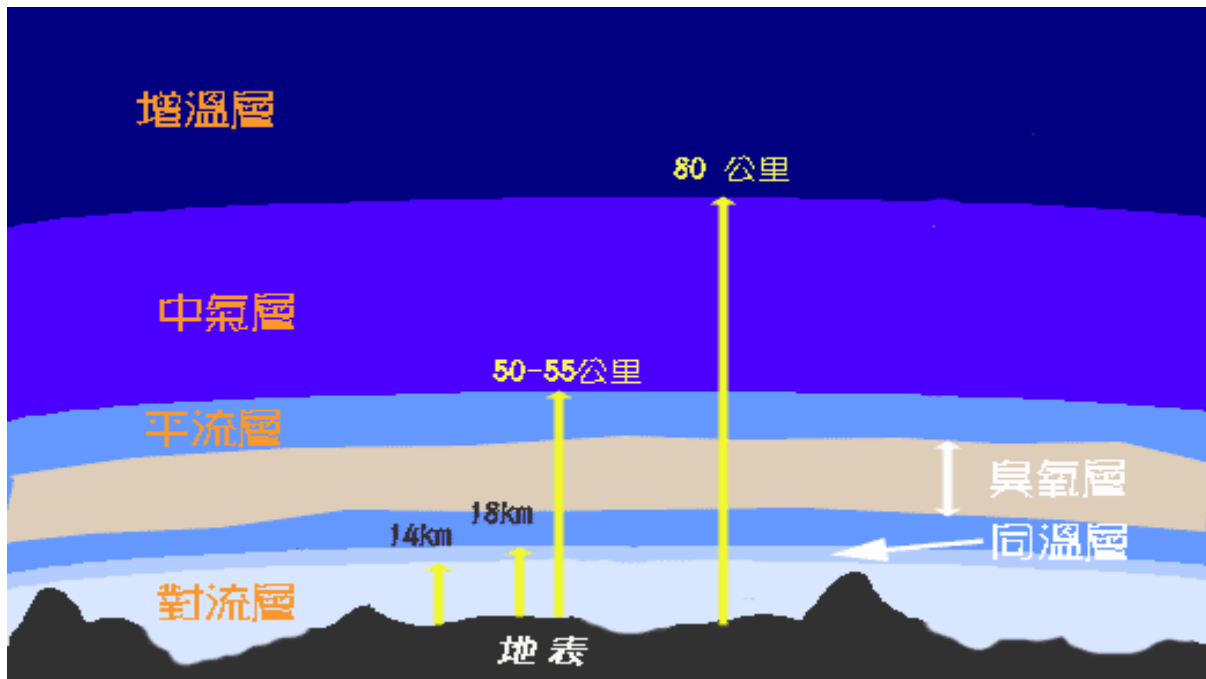
但事實上，在貼近地面的低層大氣中氣溫的垂直變化遠較複雜，及某些大氣層的垂直遞減率可以大於零，等於零或小於零。大於零表示氣溫隨高度增加而降低；等於零表示氣溫隨高度增加沒有變化，這種氣溫層稱為等氣溫層；小於零表示氣溫隨高度增加而增加，這種情況與對流層中氣溫垂直分布的正常情況相反，稱為溫度逆增；簡稱逆溫。

逆溫層的形成有各種原因。晴朗無風的夜間，有效的輻射使地面與近地面的空氣強烈冷卻。而上層空氣降溫較慢，因而出現上暖下冷的逆溫現象，這種逆溫稱為輻射逆溫。另一種由於地形特徵關係可使山坡散熱快，冷空氣沿斜坡下滑，較暖的空氣被抬至上層，形成地形逆溫。我們學校位於小山坡地，我們的實驗會發生這種現象因該是屬於地形逆溫。

圖八 以標準中緯度地區條件下，輻射平衡及輻射對流平衡之大氣溫度隨高度的分布以實際之大氣溫度的分布。



圖九 大氣層距離地面分布圖



紘慶說：「由研究二的圖二至研究三的圖三至圖六折線圖中，可以發現一天當中溫度最高是在下午一點到二點之間。」

徐鵬說：「由研究二的圖二中發現『二氧化碳組的平均溫度最高，氧氣組最低』。汽車所排放的廢氣和二氧化碳組很接近，汽車燃燒後所排放的廢氣以水汽和二氧化碳為主，測量結果和二氧化碳組很接近，可推論二氧化碳具有保溫的作用。」

昀霖說：「我也整理一些從網際網路上找到有關溫室效應的資料來驗證我們這次的實驗。」

### 【溫室效應】

【台灣因應氣候變化綱要公約資訊網，網址：

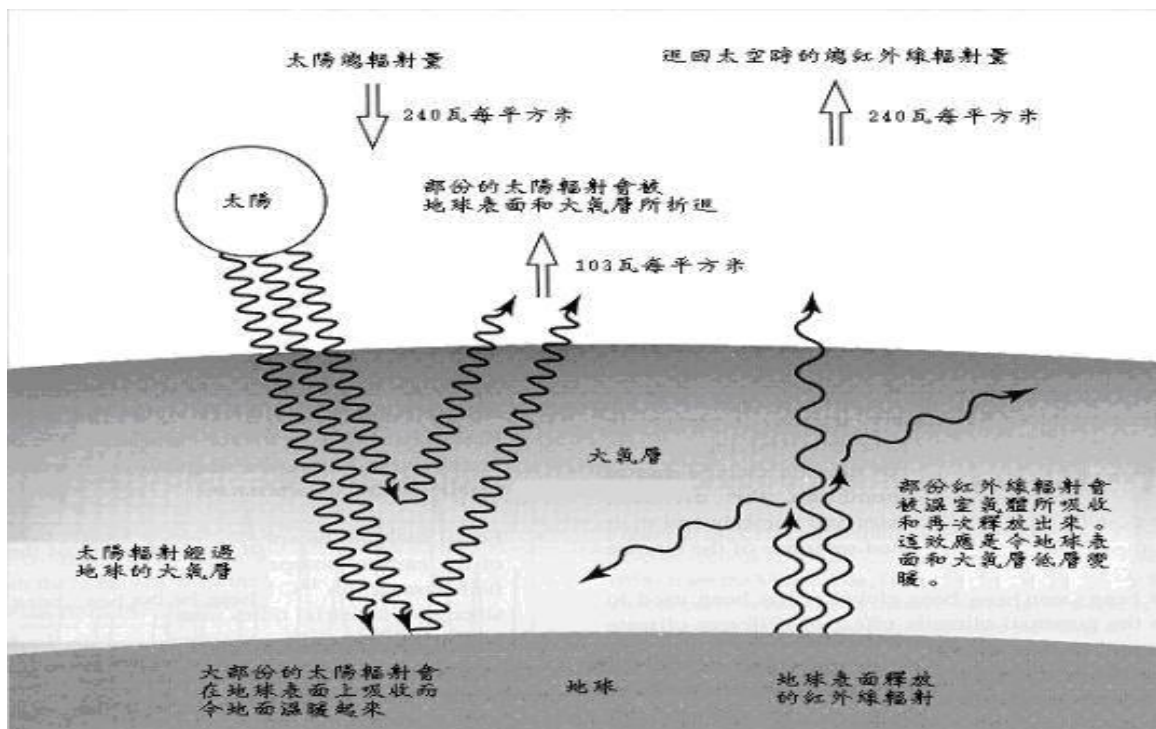
<http://www.tri.org.tw/unfccc/main01.htm>】

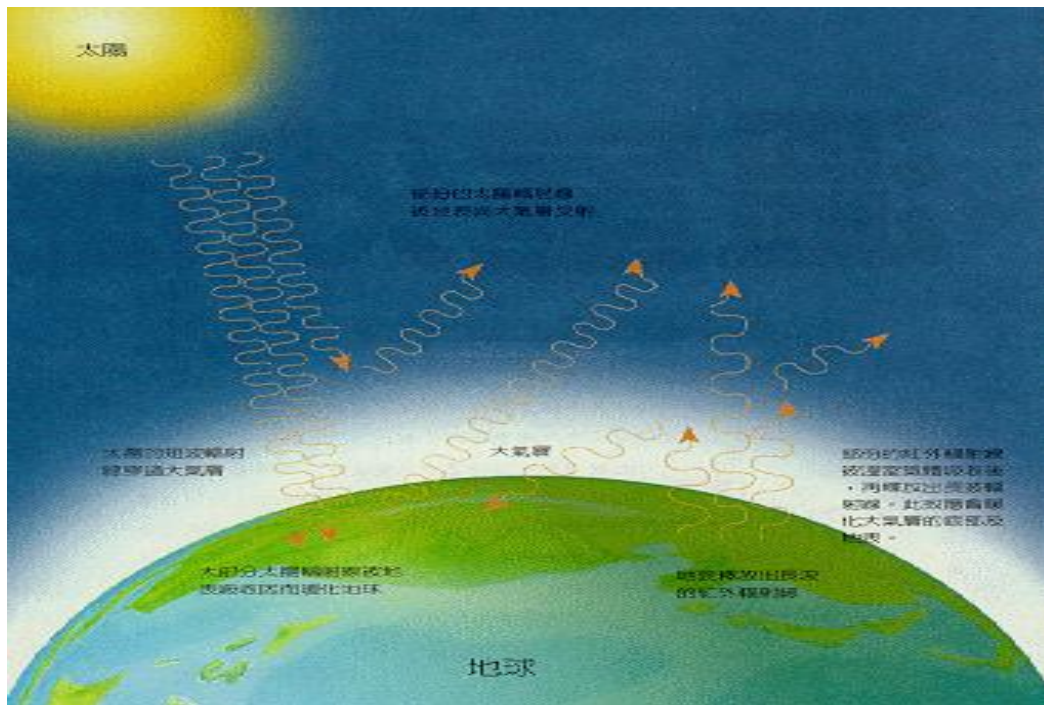
地球表面能量主要來自於太陽之輻射，屬於短波之入射波經大氣吸收、地表及大氣反射後僅剩約 49% 為地表所吸收，此經地表土壤、水體、植物等吸收後之能量復以長波輻射方式釋出，一部分為對流層水氣 (H<sub>2</sub>O) 及二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 吸收，一部分在平流層為甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O)、氟氯碳化物 (CFCs) 等所吸收，其餘則逸入太空。工業革命以來，由於人

類大量使用石化燃料、濫伐森林、使用含氯、氟之碳化物及熱絡之農工活動等，造成二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氟氯碳化物、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）、全氟碳化物（PFCs）、氫氟碳化物（HFCs）等易吸收長波輻射氣體（即「溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）」）大幅增加，形成地球暖化現象，此現象即為「溫室效應」。

近年來由於人類經濟活動的快速成長，所製造之化學品及產生之空氣污染，正以空前未有之速度，改變大氣結構。其中特別是化石燃料燃燒後所產生之CO<sub>2</sub>氣體，大量排放進入大氣後，吸收地表之長波輻射，造成之人為溫室效應使地表溫度逐漸增加。雖然，至目前為止，僅增加少許溫度（過去100年只增加0.3°C至0.6°C），海平面則持續上升（10至15公分）。工業革命後CO<sub>2</sub>濃度增加28%，科學家預測若不採取任何防治措施則於西元2100年時，地表溫度將較目前增加1°C至3.5°C，海平面將上升15至95公分，此種溫室效應對於整個生態環境（包括地球、海洋與人類的經濟、社會等）及全球氣候，將有深遠而不可知之影響。

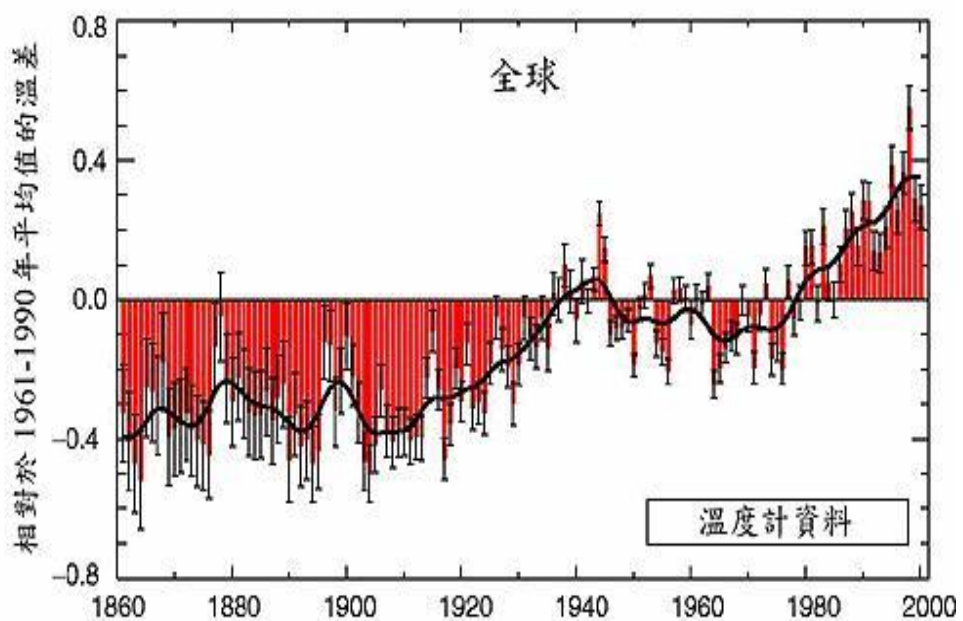
圖十 地球大氣層長期輻射平衡情況





圖十說明地球大氣層長期輻射平衡情況。太陽總輻射量（240 瓦每平方公尺）和紅外線的釋放量應要均等。其中約三分之一（103 瓦每平方公尺）的太陽輻射會被反射而餘下的會被地球表面所吸收。此外，大氣層的溫室氣體和雲層所吸收及再次釋放出紅外線輻射，使到地面更溫暖，高出約 33°C。

圖十一 地球溫度增加的趨勢



## 【溫室效應氣體】

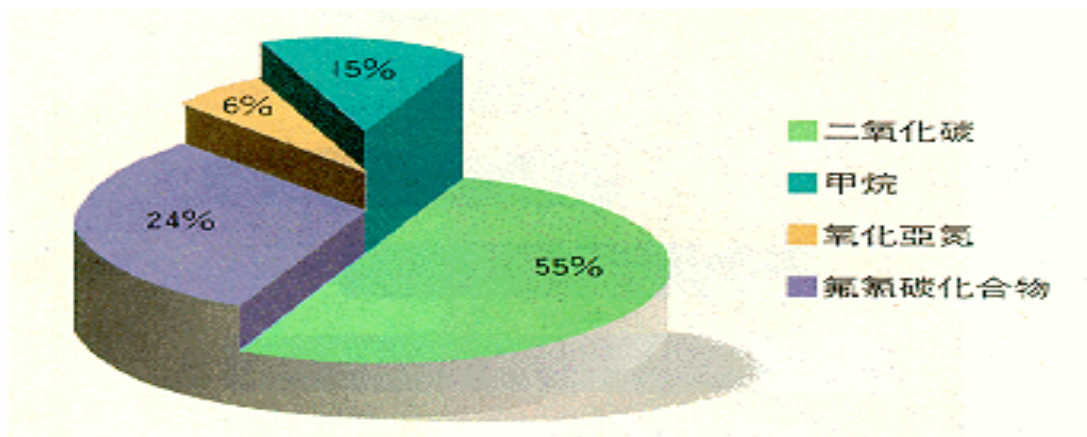
【台灣因應氣候變化綱要公約資訊網，網址：

<http://www.tri.org.tw/unfccc/main01.htm>】

大氣如同一過濾器可控制地球、太陽及太空間能量交換。大氣中某些氣體可讓短波輻射以可見光形式照射地表，並且吸收自地表反射的長波輻射，這些可以保留能量的氣體，即所謂溫室效應氣體，包括：

- 1、 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)—由於大量使用煤、石油、天然氣等化石原料，全球的二氧化碳正以每年約十六億噸的量增加中。
- 2、 氟氯碳化物(CFCs)以 CFC-11、CFC-12 及 CFC-113 最大使用量。使用範圍包括冷煤、清洗、噴霧及發泡等用途，同時此類化合物也是破壞臭氧層的禍首。
- 3、 甲(CH<sub>4</sub>)產生自發酵與腐化的變更過程及物質的不完全燃燒，主要來自牲畜、水田、汽機車及掩埋場的排放。
- 4、 氧化亞(N<sub>2</sub>O)是由石化燃料的燃燒，微生物及化學肥料分解而排放出來。
- 5、 臭氧(O<sub>3</sub>)來自地面污染，如汽機車、發電廠、煉油廠所排放的氧化合物及碳氫化合物，經光化學作用而產生臭氧。

圖十二



## 【溫室效應的衝擊】

【台灣因應氣候變化綱要公約資訊網，網址：  
<http://www.tri.org.tw/unfccc/main01.htm>】

溫室效應會牽動地球不正常之氣候變遷，已對環境產生可預見之衝擊：

1. 極地冰原融化，海平面上升，淹沒較低窪之沿海陸地，衝擊低地國及多數國家沿海精華區。
2. 全球氣候變遷，導致不正常暴雨及乾旱現象，衝擊水土資源環境衛生及人類生命等。
3. 沙漠化現象擴大，生態體系改變，衝擊農林漁牧、社經活動及全球生存環境等。

**老師**說：「你們收集資料很相當用心，而這些資料對這次的實驗參考價值很高。我們要從實驗數據分析，並比對參考資料，才可以對我們這次的實驗下結論。」

**浩恩**說：「由圖三的折線圖中，可以看到我們在這兒的普通空氣氣溫數據和氧氣組的變化情形最接近，由此可以推測我們學校四周空氣很新鮮，所以說鄉下的空氣還真不錯哩！」

**瑋豪**說：「由研究三的圖三和圖六發現有綠色植物氣溫降低的比較多，再由圖七的比較圖中可以明顯看出綠色植物使氣體的平均溫度較接近，也就是說綠色植物有平衡氣溫的作用。這和植物行光合作用有關：綠色植物行光合作用會吸收二氧化碳，放出氧氣。」

**紘慶**說：「我從網路資料看到一個問題，就是植物呼吸作用會產生週期變化，就是說CO<sub>2</sub>濃度在秋冬季時增加而在春夏季時減少。這是為什麼呢？」

**徐鵬**說：「這問題其實很簡單，綠色植物不論白天或晚上都進行呼吸作用，和人的呼吸作用一樣；有陽光時，綠色植物利用葉子行光合作用製造養分。秋冬季節，大部分的綠葉枯黃或掉落，而白晝的時間也比夜晚短，相對行光合作用時間減少，呼吸作用持續進行；春天綠葉長出來，夏季達到最茂盛，而白晝時間相較比夜晚還長，因此行光合作用時間增長。所以，CO<sub>2</sub>濃度在秋冬季時增加而在春夏季減少，一季復一季，週而復始，CO<sub>2</sub>濃度就會產生週期性的變化。」

昀霖說：「建勳的看法和圖十二比對，從圖十二得知二氧化碳是溫室效應氣體中造成溫室效應所佔的之百分比最高，二氧化碳的確是造成我們地球溫室效應的一大罪魁禍首。」

浩恩說：「從我們的實驗、大家共同的討論和比對找的資料，可以確定多種樹不只會減少地球的溫室效應，也可以減少空氣污染和隔絕噪音。綠色植物對我們地球的貢獻實在很大。」

瑋豪說：「我從網站：(網址：台灣因應氣候變化綱要公約資訊網：<http://www.tri.org.tw/unfccc/main01.htm>)，找到解決溫室效應的對策：」

- 一、 **自我做起：降低能源的使用量及提高能源的使用效率，從內心去珍惜能源、愛惜環境。在日常生活中，隨手關燈；節約用電，出門多他乘公共交通工具，能步行更好，以節省汽油的消耗量。這些都是我們每個人作得到的事。**
- 二、 **開源節流：研究開發潔淨無污染的能源，如太陽能、地熱、風力、水力、潮汐及氫燃料等，這些新能源的使用，一方面避免 CO2 的產生，另依方面又能充分利用資源。鼓勵業者發展低耗能、低污染之產業，加強改善或淘汰高耗能、高污染之產業，加強產業升級，引進相關技術，優先進行高耗能、高污染產業的二氧化碳排放削減。**
- 三、 **綠色處方：停止砍伐原始熱帶雨林，熱帶雨林會吸收二氧化碳、產生氧氣，地球上氧氣總量的 40%，都是經由亞馬遜河區的熱帶雨林所產生。而今日人類大量使用石化燃料、大量伐木，造成大氣中的二氧化碳濃度提高，使得太陽輻射傳入地球表面後，不易在反射出去。所以我們一方面要阻止現有森林的破壞，另一方面有計畫的造林，大量培養植物，以發揮其淨化大氣的功能。**

老師說：「從這次的實驗看到大家獨論在實驗過程、數據整理、資料分析、參考資料的收集及共同討論上都相當用心，我深性這是一次成功且有收穫的實驗。」

這次實驗我們有很大的收穫，希望下次再發現疑問時，在與同學及老師共同研究。最後我們把這一次的實驗下個結論。



## 柒、結論

- 一、空氣在山坡地形距地面 120 公分的高度內，氣溫隨高度增加而遞增（地形逆溫現象）。
- 二、大地吸收太陽熱在下午一點和二點之間達到飽和狀態，所以一天當中氣溫最高是再下午一點到二點之間。
- 三、同一時間，含二氧化碳多的氣體（如汽車排放之廢氣）平均溫度高於普通空氣和氧氣。
- 四、氣體含二氧化碳越多，越具有保溫的作用，溫度下降也較其他氣體慢所產生的溫室效應越明顯。
- 五、綠色植物具有平衡氣溫的作用，所以多種綠色植物可以改善地球的溫室效應

## 捌、參考書目

- 一、台灣因應氣候變化綱要公約資訊網，網址：  
<http://www.tri.org.tw/unfccc/main01.htm>
- 二、國小自然三年級上冊第二單元 溫度測量。初版。台北市：牛頓出版社。（民 87）
- 三、國小自然三年級上冊第二單元 溫度與保溫。三版。台北市：康軒出版社（民 90）
- 四、國小自然四年級上冊第四單元 氧氣和二氧化碳。初版。台北市：康軒出版社。（民 89）
- 五、國小自然四年級下冊第七單元 光合作用。初版。台北市：國立編譯館。（民 90）
- 六、國小自然五年級上冊第一單元 觀測太陽。新版。台北市：南一出版社。（民 96）
- 七、國小自然五年級上冊第二單元 太陽的觀測。二版。台北市：康軒出版社。（民 90）
- 八、國小自然五年級下冊第六單元 台灣的天氣。再版。台北市：南一出版社。（民 90）
- 九、國小自然六年級下冊第五單元 地球是我們唯一的家。初版。台北市：康軒出版社。（民 92）