

# 溫暖化的地球

## 高中組地球科學科第三名

台灣省立台南第二高級中學

作者：劉丁豪、陳履平、陳家和、陳芳哲

指導教師：林守輝

### 一、研究動機

隨著工業革命的進步，經濟亦逐漸地放快腳步而發展，但在這其中對生態的破壞也是令人覺得不可思議。近年來「溫室效應」所帶來的嚴重破壞更是引起各界的注意。在台灣這塊小小的土地上，我們所能發現的災害並不十分明顯，由此我們不禁納悶，溫室效應中，那些我們看不見、摸不著的氣體真會有如此大的影響嗎？於是引起了我們對這個問題的興趣。

### 二、研究目的

1. 探討 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_3$ 等溫室效應氣體(greenhouse gas)，分別對溫室效應的影響。
2. 於各地檢測 $\text{CO}_2$ 之濃度與比較。

### 三、研究設備

1. 製備 $\text{CO}_2$ ：分液漏斗(一支)、錐形瓶(一個)、碳酸氫鈉(足量)、鹽酸(足量)。
  2. 製備 $\text{O}_2$ ：分液漏斗(一支)、錐形瓶(一個)、二氧化錳(足量)、雙氧水(足量)。
  3. 製備 $\text{N}_2$ ：硬試管(一支)、試管夾(一個)、酒精燈(一個)、附導管的軟木塞(一個)、亞硝酸鈉(足量)、氯化銨(足量)。
  4. 製備 $\text{O}_3$ ：氣筏(二個)、火星塞(一個)、點火線圈(一個)、電源供應氣(一台)、橡皮導管(二條)、電線(三條)、自製塑膠管(一個)。
- ※此外再加上十支溫度計、五個錐形瓶、一個大水盆、一塊軟橡皮、二條橡皮導管。

### 四、研究過程(一)

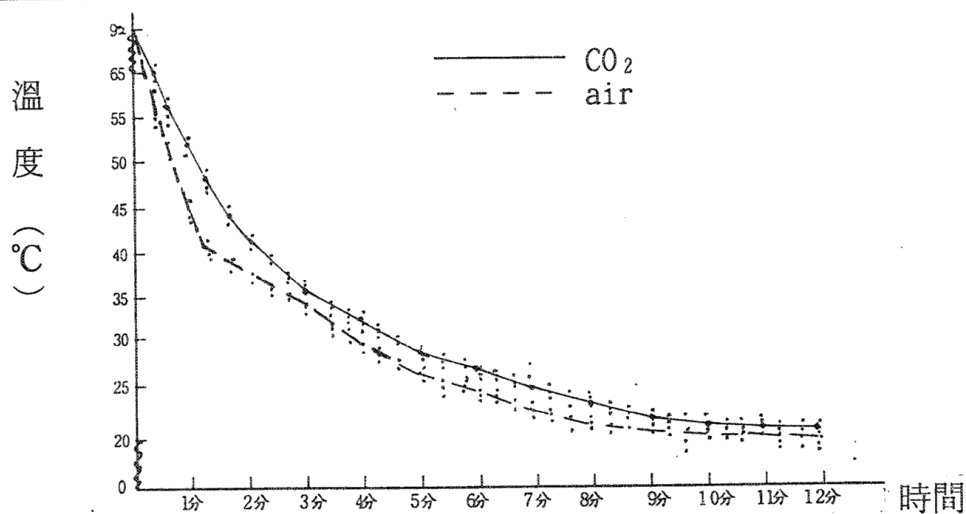
1. 目的：研究 $\text{CO}_2$ 是否具有保溫作用。

2. 利用  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$  製  $\text{CO}_2$ ；再用排水集氣法將  $\text{CO}_2$  收集在錐形瓶內。
3. 甲瓶為  $\text{CO}_2$  (實驗組)、乙瓶為空氣 (對照組)。
4. 使甲、乙兩瓶內的溫度皆達  $20^\circ\text{C}$ ，再插入加熱至  $92^\circ\text{C}$  的溫度計，於 12 分鐘內，每隔 20 秒紀錄一次並觀察其變化。
5. 同上述作法做三次，再取其平均值。

時間 氣體 溫度	20	40	1 (分)	20	40	2 (分)	20	40	3 (分)	20	40	4 (分)
甲( $\text{CO}_2$ )	65.7	56.4	52.6	47.9	44.7	42.3	38.9	37.4	36.4	34.2	33.7	32.3
乙(空氣)	58.3	52.8	47.7	42.3	39.2	38.2	35.1	34.4	33.2	31.5	30.4	27.9

時間 氣體 溫度	20	40	5 (分)	20	40	6 (分)	20	40	7 (分)	20	40	8 (分)
甲( $\text{CO}_2$ )	31.2	30.2	29.5	28.7	27.8	27.3	26.9	26.4	25.9	25.2	24.9	24.8
乙(空氣)	27.3	27.1	26.8	26.3	25.7	25	24.7	24.2	23.8	23.3	23.1	22.9

時間 氣體 溫度	20	40	9 (分)	20	40	10 (分)	20	40	11 (分)	20	40	12 (分)
甲( $\text{CO}_2$ )	24.6	24.1	23.8	23.6	23.4	23.1	22.7	22.5	22.4	22.3	22.1	22.0
乙(空氣)	22.7	22.5	22.2	22.0	21.9	21.7	21.5	21.3	21.2	21.1	20.9	20.8



※由圖可知  $\text{CO}_2$  具有保溫作用。

## 研究過程(二)

1.目的：研究O<sub>2</sub>是否具有保溫作用。

2.利用： $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  製O<sub>2</sub>，再用排水集氣法收集O<sub>2</sub>於錐形瓶中。

3.丙瓶為O<sub>2</sub>(實驗組)，乙瓶為空氣(對照組)。

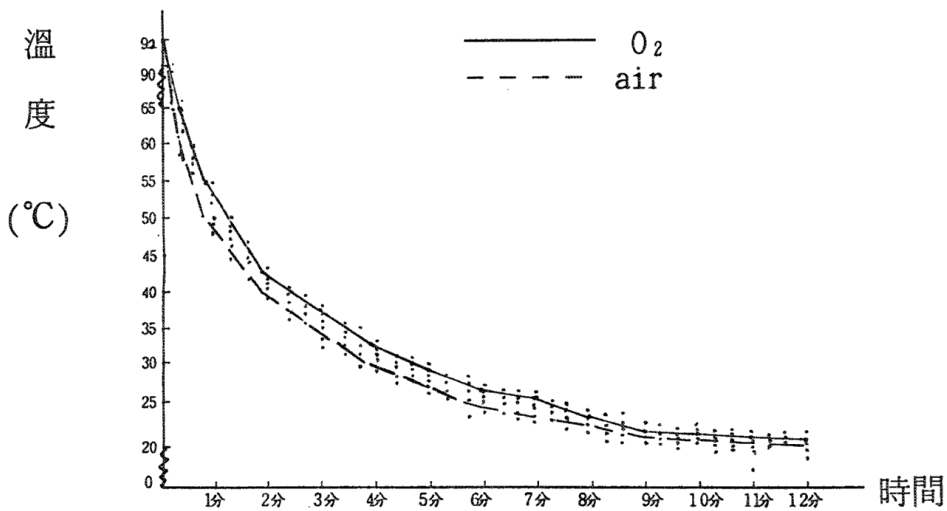
4.使兩瓶內溫度皆達20°C，再插入加熱至92°C的溫度計，於12分鐘內，每隔20秒紀錄一次並觀察其變化。

5.同上述作法做三次，再取其平均值。

時間 氣體 溫度	20		1 (分)		20		2 (分)		3 (分)		4 (分)	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
丙(O <sub>2</sub> )	65.6	59.5	54.3	49.8	46.6	43.6	41.0	38.9	37.2	35.6	34.0	32.7
乙(空氣)	62.0	55.6	50.4	46.2	43.0	40.5	37.9	36.1	34.5	32.8	31.5	30.3

時間 氣體 溫度	20		5 (分)		20		40		6 (分)		20		40		7 (分)		20		40		8 (分)		
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	
丙(O <sub>2</sub> )	31.3	30.9	29.8	29.0	28.4	27.6	27.1	26.5	26.2	25.5	25.2	24.8	24.8	24.7	24.1	23.9	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
乙(空氣)	29.4	28.6	27.9	27.0	26.5	25.9	25.3	24.9	24.7	24.1	23.9	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6

時間 氣體 溫度	20		40		9 (分)		20		40		10 (分)		20		40		11 (分)		20		40		12 (分)	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
丙(O <sub>2</sub> )	24.4	23.8	23.5	23.5	23.4	23.0	22.8	22.5	22.4	22.4	22.3	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1	22.1
乙(空氣)	23.1	23.0	22.8	22.4	22.1	22.0	21.9	21.9	21.7	21.6	21.2	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1



※由圖可知， $O_2$ 具有保溫作用。

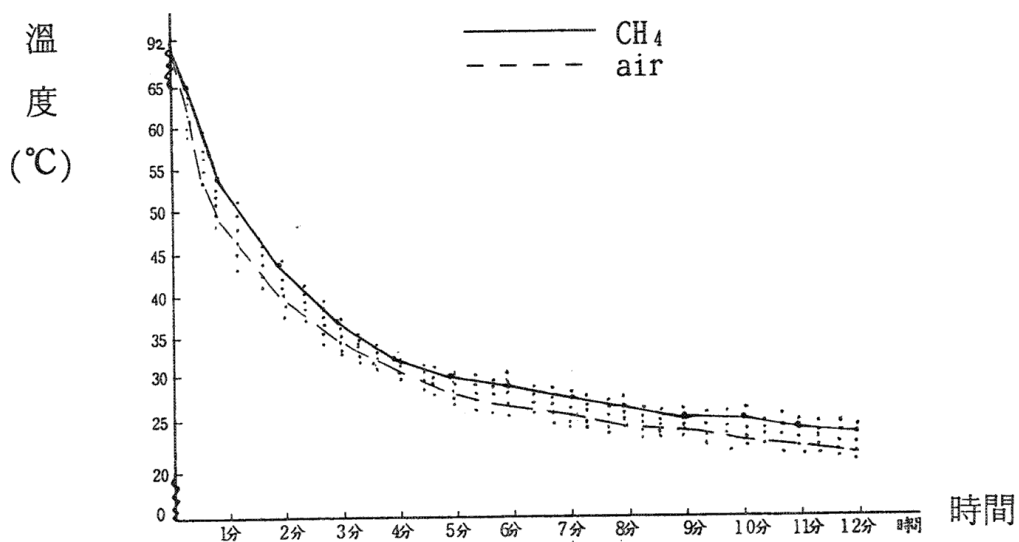
### 研究過程(三)

- 1.目的：研究 $CH_4$ 是否具有保溫作用。
- 2.利用買來的 $CH_4$ ，打開鋼瓶，將 $CH_4$ 充入錐形瓶中。
- 3.丁瓶為 $CH_4$ (實驗組)，乙瓶為空氣(對照組)。
- 4.使兩瓶內溫度皆達 $20^\circ C$ ，再插入加熱至 $92^\circ C$ 的溫度計，於12分鐘內，每隔20秒紀錄一次，並觀察其變化。
- 5.同上述作法做三次，再取其平均值。

時間 氣體溫度	20	40	1 (分)	20	40	2 (分)	20	40	3 (分)	20	40	4 (分)
丁( $CH_4$ )	65.5	58.6	53.6	49.5	46.0	43.3	40.4	38.4	36.6	35.3	34.0	32.6
乙(空氣)	62.0	59.9	49.9	45.8	42.9	40.3	38.3	36.5	35.3	33.8	32.5	31.4

時間 氣體溫度	20	40	5 (分)	20	40	6 (分)	20	40	7 (分)	20	40	8 (分)
丁( $CH_4$ )	31.7	30.5	30.0	29.5	28.5	28.4	28.0	27.6	27.2	27.0	26.7	26.2
乙(空氣)	30.5	30.2	29.4	28.7	28.3	27.7	27.1	26.7	26.5	26.2	26.1	25.7

時間 氣體溫度	20	40	9 (分)	20	40	10 (分)	20	40	11 (分)	20	40	12 (分)
丁( $CH_4$ )	26.1	26.0	25.6	25.5	25.2	25.1	25.0	24.8	24.7	24.0	24.3	23.8
乙(空氣)	25.5	25.3	25.2	25.0	24.6	24.5	24.4	23.5	23.3	23.2	23.2	22.8



※由圖可知CH<sub>4</sub>具有保溫作用。

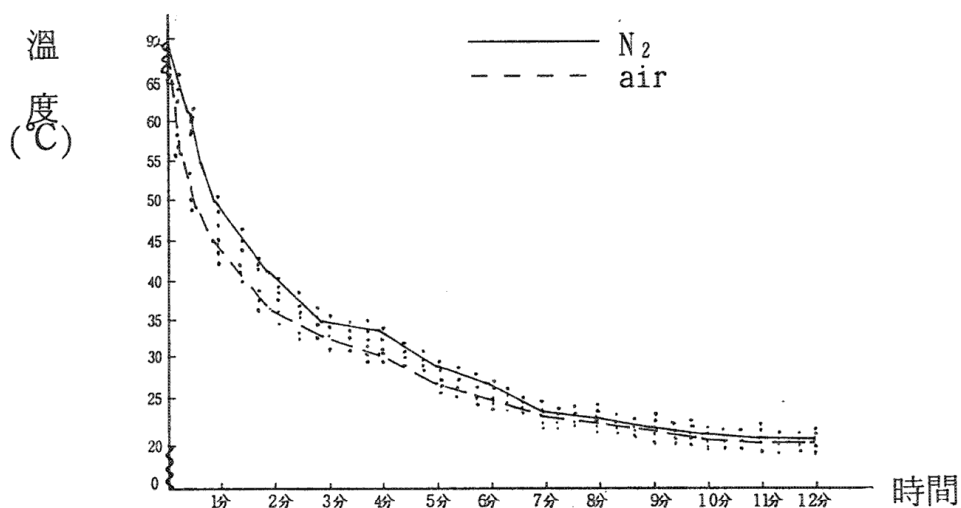
## 研究過程(四)

1. 目的：研究N<sub>2</sub>是否具有保溫作用。
2. 利用 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$  再用排水集氣法將N<sub>2</sub>充入錐形瓶中。
3. 戊瓶為N<sub>2</sub>(實驗組)，乙瓶為空氣(對照組)。
4. 使兩瓶內的溫度皆達20°C，再插入加熱至92°C的溫度計，於12分鐘內，每隔20秒紀錄一次並觀察其變化。
5. 同上述作法做三次，再取其平均值。

時間 氣體 溫度	20		40		1 (分)		20		40		2		20		40		3		20		40		4	
	戊(N <sub>2</sub> )	61.3	54.6	50.3	46.7	43.7	41.3	38.2	37.0	35.5	34.2	32.9	32.0											
乙(空氣)	56.7	48.6	45.0	40.0	38.0	36.4	33.7	32.5	32.1	30.7	29.5	28.6												

時間 氣體 溫度	20		40		5 (分)		20		40		6		20		40		7		20		40		8	
	戊(N <sub>2</sub> )	31.0	30.0	29.4	28.9	28.2	27.6	25.3	24.9	24.6	24.5	24.2	24.0											
乙(空氣)	28.2	27.6	27.1	26.4	26.0	25.7	25.3	25.4	24.6	24.5	24.2	24.0												

時間 氣體 溫度	20		40		9 (分)		20		40		10		20		40		11		20		40		12	
	戊(N <sub>2</sub> )	23.8	23.6	23.3	23.1	22.9	22.9	22.5	22.5	22.5	22.4	22.3	22.3											
乙(空氣)	23.6	23.6	23.3	23.0	22.9	22.9	22.9	22.6	22.6	22.4	22.3	22.2												



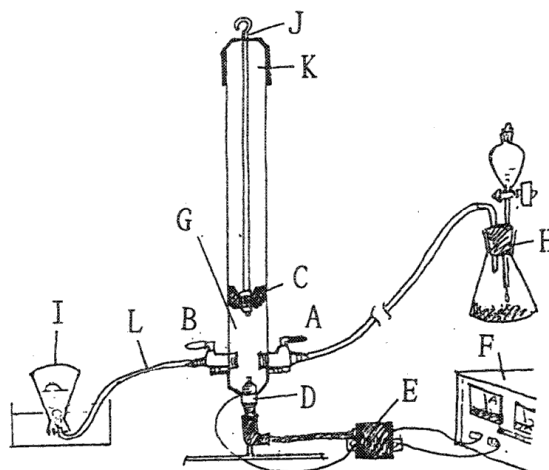
※由圖可知， $N_2$ 具有保溫作用。

## 研究過程(五)

- 1.目的：研究 $O_3$ 是否具有保溫作用。
- 2.製造臭氧：臭氧製造系統(激發系統)。

實體透視圖：

- |         |              |
|---------|--------------|
| A、B、氣筏  | H、氧氣製備       |
| C、活塞    | I、產物收集       |
| D、火星塞   | J、活塞柄孔       |
| E、點火線圈  | K、活塞拔出後容納的空間 |
| F、電源供應器 | L、橡皮管        |
| G、反應室   |              |



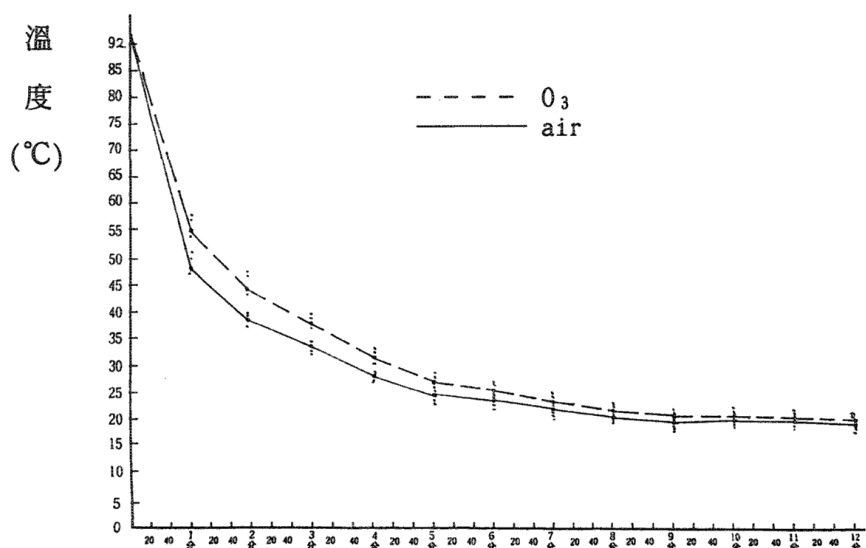
操縱步驟：

- 1.先將氣筏A打開送入 $O_2$ ，待 $O_2$ 由活塞柄孔溢出表示筒內已裝滿 $O_2$ ，啟動點火裝置。
- 2.連續點火約半小時，停止點火後，將A關上打開B，再將活塞往下加壓，使筒內氣體排出，並利用排水集氣法，收集於錐形瓶中。
- 3.己瓶為 $O_3$ (實驗組)，乙瓶為空氣(對照組)。
- 4.使兩瓶內溫度皆達 $20^\circ C$ ，再插入加熱至 $92^\circ C$ 的溫度計，於12分鐘內，每隔20秒，紀錄並觀察其變化。
- 5.同上述作法做三次，再取其平均值。

時間 氣體 溫度	20		40		1 (分)		20		40		2 (分)		20		40		3 (分)		20		40		4 (分)	
	己( $O_3$ )	68.0	60.0	55.0	51.0	47.0	44.0	41.0	38.5	36.5	35.0	33.8	32.5	62.0	54.5	48.0	45.0	41.0	38.8	36.0	34.5	33.0	32.0	30.5

時間 氣體 溫度	20		40		5 (分)		20		40		6 (分)		20		40		7 (分)		20		40		8 (分)	
	己( $O_3$ )	31.0	30.0	29.4	28.5	28.0	27.5	27.0	26.4	26.0	25.8	25.3	25.0	29.0	28.0	27.5	27.0	26.5	26.0	25.8	25.4	25.0	24.8	24.5

時間 氣體	9 (分)		10 (分)		11 (分)		12 (分)					
	20	40	20	40	20	40	20	40				
己(O <sub>3</sub> )	24.8	24.4	24.2	24.0	23.9	23.5	23.2	23.1	23.0	22.8	22.5	22.0
乙(空氣)	24.0	24.0	23.9	23.6	23.3	23.1	23.0	22.9	22.8	22.5	22.0	21.5



※由圖可知，O<sub>3</sub>具有保溫作用。

## 五、討 論

(一)Q：當在觀察溫度下降變化時，為何要使瓶內溫度一致相同？

Ans：假設E瓶為100%的CO<sub>2</sub>，但溫度為10°C，F瓶為空氣，但溫度為40°C，若插入溫度皆為60°C的溫度計，其結果則無法測知CO<sub>2</sub>的保溫作用，並使實驗結果不確實。

(二)Q：由研究方法(二)、(四)中，得知含量幾乎占整個大氣1/4的O<sub>2</sub>與3/4的N<sub>2</sub>，皆具有保溫作用，所以O<sub>2</sub>與N<sub>2</sub>是否可以視為影響溫室效應的主因之一？

Ana：當然不可以。大氣中的主要氣體是N<sub>2</sub>與O<sub>2</sub>，在18世紀工業革命以前，並未發現地球有長年溫度上升的現象，但在工業革命後，工廠、機器、火車等，大量地燃燒石化燃料，造成CO<sub>2</sub>等溫室效應氣體的激增，以致於造成地球溫度上升和"悶熱"的現象，因此我們並不能認定幾乎占整個大氣含量的N<sub>2</sub>與O<sub>2</sub>，是造成溫室效應的原因之一。

(三)許多科學家嘗試解決溫室效應這個問題，但以目前的科學技術而言，不是實

驗失敗，就是不符合經濟效益，因此最好的解決之道，就是“盡量減少溫室效應氣體的產生”。

## 六、結 論

由整個研究過程及實驗可知，保溫效果最好的是 $\text{CH}_4$ ，而不是 $\text{CO}_2$ ，但以目前的大氣結構來說， $\text{CH}_4$ 的量太少(約大氣含量的1.7ppm)其影響遠不及 $\text{CO}_2$ ，其他氣體如氟氯碳化物、一氧化碳，其保溫效果皆比 $\text{CO}_2$ 來得強，但量更少，以小單位(ppb)來算，影響當然遠不及 $\text{CO}_2$ ；故最主要影響地球溫暖化的氣體，就是二氧化碳。

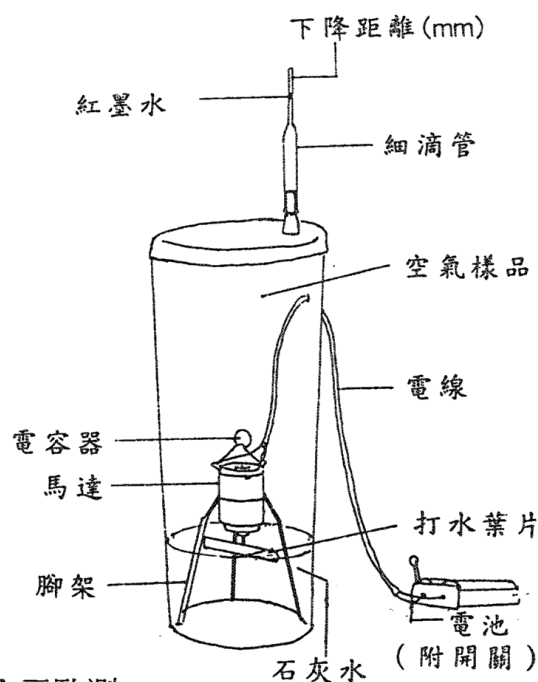
## 七、其 它

(一)自製數個二氧化碳檢測器(圖形及器材如下)，派遣3~6位同學至各地，並相約同一時間檢測該地二氧化碳的濃度。(即紅墨水下降的距離)

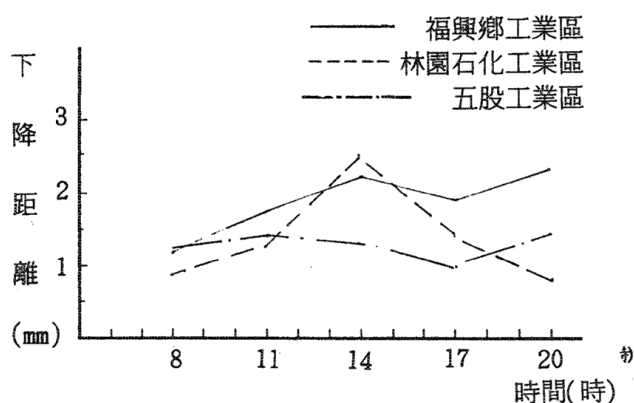
1. 本器材是利用 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$ ，因 $\text{CO}_2$ 被石灰水吸收使瓶內壓力減低，故紅墨水下降。
2. 紅墨水下降距離越大，即表該地 $\text{CO}_2$ 濃度越高。

(二)各處 $\text{CO}_2$ 濃度檢測和比較：

1. 於北中南三區各取一代表之工業區做全天監測。



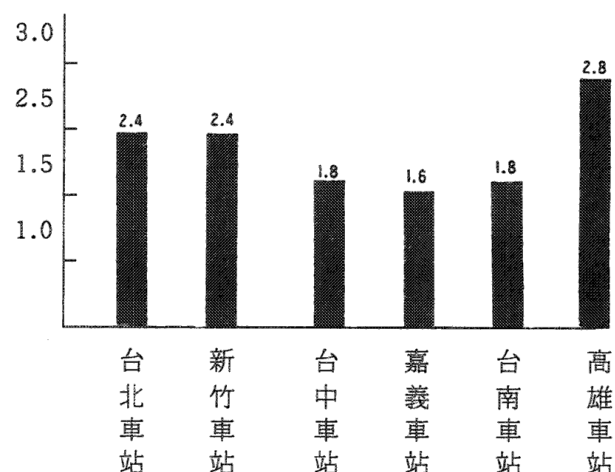
地點 \ 時間	8 點	11 點	14 點	17 點	20 點
北：五股工業區	1.3	1.5	1.4	1.1	1.5
中：福興鄉工業區	1.2	1.8	2.3	2.0	2.5
南：林園工業區	0.8	1.2	2.5	1.5	0.8





2.於下列五個車站，做交通尖峰時期(5:30)的監測。

	台北車站	新竹車站	台中車站	嘉義車站	台南車站	高雄車站
下降距離	2.4 (mm)	2.4 (mm)	1.8 (mm)	1.6 (mm)	1.8 (mm)	2.8 (mm)



(三)結語：

18世紀的工業革命，是人類工業進化史上的一大突破，但也是地球嚴重遭受污染的起源。大量的燃燒煤炭，使得大氣中的CO<sub>2</sub>含量，由1770年的275ppm增加至近年來的345ppm，此外熱帶雨林的逐年砍伐，使得空氣中大量的CO<sub>2</sub>無法藉著行光合作用而減少。近年來飼牧業、欄牧業的盛行，使得牲畜的糞便增加，進而由細菌分解成甲烷，更是一大隱憂，還有石化工廠、汽機車所排放的廢氣，以及空氣中的懸浮微粒等等，都是影響溫室效應的因素。

假如地球的溫度持續上升，而漸漸致使兩極和格陵蘭的冰完全融化，那麼專家估計，海平面將會上升65~80公尺。如果每個人再不重視這全球性的環保問題，那麼未來將會有許多國家和島嶼沒入海裡，而沿海的城市、港口，也將變成海底龍宮了！

## 八、參考資料

1. 溫暖化的地球／田中正之著
2. 大氣污染化學／戚啓勳編
3. 大氣污染化學／陳德鈞、季延安、林肇信編著
4. 中華民國台灣地區環境資訊／行政院環保署／83年版

## 評 語

本作品測試“溫度計”在數種氣體中冷卻的情形以探討各該氣體對於地球溫室效應的影響，對於氣的產生及控制的方法皆能掌握，但宜注意各種氣體對於紅外線吸收的不同才是溫室效應的主因。