

溫室中的小豆苗

國中組地球科學科第二名

台北縣立新埔國民中學

作者：陳姿樺、簡昶州、陳心勇

指導教師：林百脩

一、研究動機

近數十年來我們所居住的環境，因空氣品質惡化、組成成份改變，造成許多氣候異常現象。其中尤以溫室效應與二氧化碳含量增加最是受人關切。此種現象的日益嚴重，致使全球氣溫增高、海平面上升，動植物生存遭受到空前的威脅！因此，我們針對此一現象，收集各方資訊，並綜合小學時的『豆芽發芽』的實驗，來對此進行實驗設計，研究溫室效應的現象，期能對我們所賴以生存的地球，有一點點微薄的了解。也希望藉此一起來呼籲大眾，對我們所居住的環境，多投注一份關切，多留一份綠、新鮮、陽光給我們的後世後代!!

二、研究目的

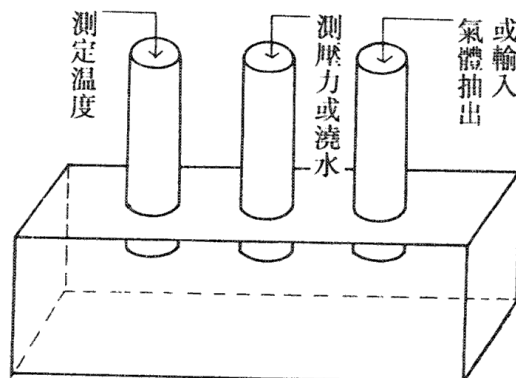
- (一)大氣組成氣體與溫室效應之關係
- (二)溫室中的夜間輻射熱效應之研究
- (三)二氧化碳與溫室效應
- (四)溫室效應對溫室中植物生長之影響

三、研究設備器材

(一)設備部份：

- 1.廣口瓶 2.棉花 3.錫箔紙 4.溫度計 5.橡皮塞 6.導管 7.綠豆 8.圓底燒瓶 9.薊頭漏斗 10.錐形瓶 11.水槽 12.抽氣馬達 13.碼錶 14.加熱燈 15.壓力計 16.保溫瓶 17.壓克力箱

〔說明〕壓克力箱：



(二)藥品部份：

- 1.鹽酸 2.碳酸鈣 3.水 4.雙氧水 5.二氧化錳 6.液態氮

四、研究過程

(一)溫室測定

[實驗A]

1.目的：測量空氣組成氣體——氮、氧、二氧化碳所造成的溫室增溫效應及散熱效應與時間之關係。

2.步驟：

(1)準備甲、乙、丙、丁四個壓克力箱，其中甲、乙、丙三個用抽氣機抽成 $1/2\text{atm}$ ，準備注入不同氣體。

(2)將液態氮倒入廣口瓶，待熱至室溫成氮氣後，再注入壓克力箱(甲)至 1atm ，密閉。(注意：液態氮極低溫應小心凍傷)

(3)備製氧氣(裝置如圖a)，注入壓克力箱(乙)至 1atm ，密閉。

(4)備製二氧化碳(裝置如圖b)，注入壓克力箱(丙)至 1atm ，密閉。

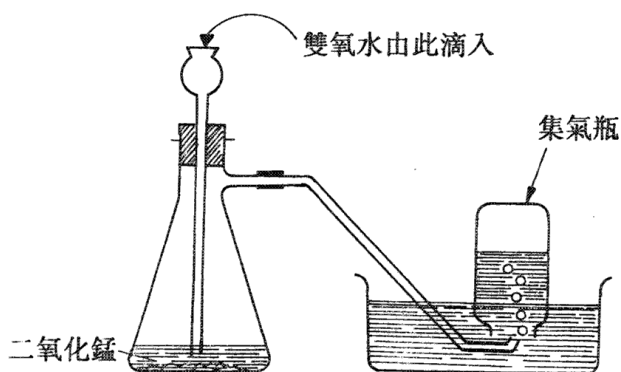
(5)將壓克力箱(丁)採入自然之空氣，密閉；以做為對照組。

(6)以加熱燈四組照射四個壓克力箱三十分鐘，並測量溫度變化與時間之關係。

(7)承(6)之步驟，第三十分鐘後拉起實驗室四周布幕，並關閉加熱燈，仿夜間情形，且繼續記錄下溫度變化與時間關係。

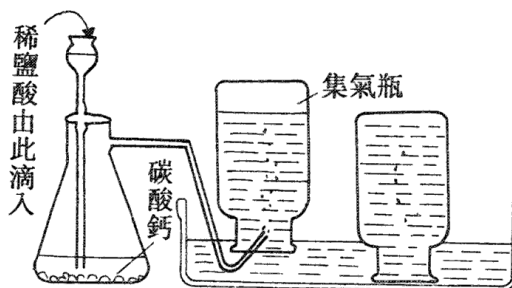
(8)裝置圖：

a.備製氧氣裝置圖：



圖a

b.備製二氧化碳裝置圖：



圖b

(9)記錄：

表(一)

停止加熱



測量時間(分)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
甲 (N ₂ ½atm)	0.9	1.9	3.2	4.3	5.2	6.0	6.6	7.1	7.5	7.7	7.6	7.5	7.5	7.3	7.1	6.8	6.7	6.5	6.2	5.9	5.7	5.6	5.5
乙 (O ₂ ½atm)	1.1	2.2	3.5	4.5	5.5	6.2	6.8	7.7	8.3	9.0	9.0	8.9	8.8	8.6	8.5	8.3	8.1	7.9	7.8	7.6	7.4	7.2	7.0
丙 (CO ₂ ½atm)	1.5	2.9	4.2	6.0	7.6	8.5	9.1	10.2	11.4	12.7	12.7	12.6	12.5	12.6	12.5	12.4	12.3	12.1	12.0	11.8	11.6	11.5	11.3
丁 (空氣 1atm)	1.0	1.9	3.1	4.4	5.3	6.0	6.7	7.2	7.6	7.9	7.8	7.7	7.5	7.3	7.2	6.9	6.7	6.5	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3

測量時間(分)	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	126	132	138	144	150
甲 (N ₂ ½atm)	5.3	5.0	4.6	4.4	4.0	3.7	3.5	3.1	2.9	2.5	2.0	1.7	1.6	1.5	1.3	1.0	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
乙 (O ₂ ½atm)	6.8	6.6	6.4	6.1	5.8	5.4	5.1	4.7	4.3	4.0	3.8	3.5	3.3	3.0	2.7	2.4	2.0	1.7	1.3	0.9	0.7	0.5
丙 (CO ₂ ½atm)	11.2	11.0	10.8	10.7	10.4	10.2	10.0	9.9	9.7	9.4	9.2	9.0	8.9	8.8	8.6	8.4	8.3	8.1	7.9	7.8	7.6	7.5
丁 (空氣 1atm)	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.4	3.0	2.8	2.6	2.1	1.8	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

〔實驗B〕

1.目的：根據〔實驗A〕之結果設計，測量不同濃度之二氧化碳所形成的溫室效應。

2.步驟：

(1)將壓克力箱甲、乙、丙、丁四個分別：

甲：輸入½atm 二氧化碳，密閉。

乙：輸入¾atm 二氧化碳，密閉。

丙：輸入1atm 二氧化碳，密閉。

丁：輸入空氣，密閉。

(2)以加熱燈四組照射四個壓克力箱三十分鐘，並測量溫度變化與時間之關係。

(3)承(2)之步驟，第三十分鐘後拉起實驗室四周布幕，並關閉加熱燈，仿夜間情形，且繼續記錄下溫度變化與時間關係。

(4)記錄：

表(二)

停止加熱



測量時間(分)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
甲 (CO ₂ 1/3atm)	1.2	2.5	3.9	5.2	6.4	7.7	8.9	9.4	9.8	10.2	10.1	10.0	9.8	9.6	9.3	9.1	9.0	8.7	8.6	8.5	8.3	8.0	7.7
乙 (CO ₂ 2/3atm)	1.7	3.1	4.5	6.8	8.1	10.5	11.9	12.5	13.1	13.6	13.6	13.5	13.2	13.1	13.0	12.9	12.7	12.5	12.3	12.3	11.9	11.7	11.6
丙 (CO ₂ 1atm)	2.1	4.2	5.9	7.4	9.7	11.9	13.0	14.5	15.3	16.4	16.4	16.3	16.3	16.2	16.0	16.0	15.8	15.6	15.4	15.4	15.0	14.8	14.6
丁 (空氣 1atm)	1.1	2.1	3.3	4.5	5.5	6.2	6.9	7.5	7.7	8.1	8.0	8.0	7.8	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.8	6.6	6.4	6.1	5.7

測量時間(分)	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	126	132	138	144	150
甲 (CO ₂ 1/3atm)	7.5	7.3	7.0	6.8	6.6	6.5	6.2	6.0	5.9	5.7	5.3	5.1	5.0	4.8	4.7	4.5	4.3	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5
乙 (CO ₂ 2/3atm)	11.4	11.2	11.0	10.9	10.8	10.6	10.4	10.3	10.1	10.1	9.8	9.6	9.3	9.1	9.0	8.8	8.6	8.7	8.5	8.2	8.0	7.9
丙 (CO ₂ 1atm)	14.4	14.2	14.1	14.0	13.9	13.8	13.7	13.6	13.4	13.2	13.1	13.0	12.9	12.7	12.6	12.5	12.4	12.2	12.1	12.0	11.9	11.8
丁 (空氣 1atm)	5.3	5.0	4.8	4.4	4.2	3.9	3.7	3.4	3.0	2.7	2.4	2.0	1.6	1.3	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

(二)溫室中豆苗生長

〔實驗C〕

1.目的：觀察不同濃度之二氧化碳所造成溫室效應對植物生長的影響。

2.步驟：

(1)先在培養皿中種植綠豆三天，使其發芽。

(2)準備條件與〔實驗B〕相同之壓克力箱甲、乙、丙、丁四個，分別將已發芽的綠豆3顆播種在箱中。

(3)每日以加熱燈照射十二小時，並於上午六時開燈時定量澆水，連續九日。

(4)另準備壓克力箱(戊)條件與(丁)箱相同，但全日照射(二十四小時)加熱燈，不關燈；做為本實驗之對照組。

(5)每日測量豆芽生長高度、葉片數，並計算生長係數R

※說明：生長係數 $R = \frac{(\text{測量長度} - \text{原長度})}{\text{原長度}} \times 100\%$
 (6)記錄：

表(三)

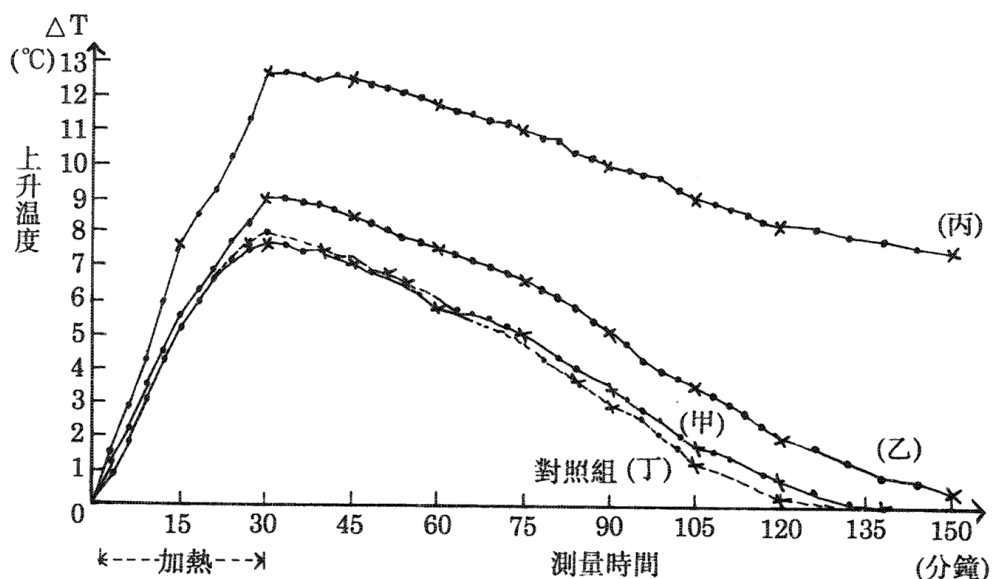
時間(天)	1天	2天	3天	4天	5天	6天	7天	8天	9天	
甲	長度	1.1	1.6	2.4	3.4	4.5	5.5	6.6	7.9	9.0
	R	0	45	118	209	309	400	500	618	718
乙	長度	1.2	1.8	2.7	3.8	5.0	6.4	8.1	9.9	10.8
	R	0	50	125	217	317	433	575	725	800
丙	長度	1.2	1.9	2.8	3.9	5.5	7.0	9.3	11.3	13.4
	R	0	58	133	225	358	483	675	841	1016
丁	長度	1.2	1.6	2.1	2.7	3.3	4.1	5.0	6.2	7.4
	R	0	33	75	125	175	241	317	416	516
戊	長度	1.1	1.8	2.6	3.8	5.4	7.1	9.4	11.5	13.6
	R	0	63	136	245	390	545	754	945	1136

五、實驗結果及討論

(一)溫室部份

[實驗A]

1.根據表(一)作圖如下：



2.據上圖可知：

不同氣體所產生的溫室效應不同，其中比較上升溫度快慢為：

丙箱>乙箱>丁箱>甲箱；顯示二氧化碳之增溫效果最佳，氧氣次之，氮氣與空氣略差。

3.在1.5小時夜間輻射散熱過程中，各箱之散熱率為：

(1)甲箱之散熱率為：90.91%；

(2)乙箱之散熱率為：77.77%；

(3)丙箱之散熱率為：34.65%；

(4)丁箱之散熱率為：96.20%；

〔說明〕

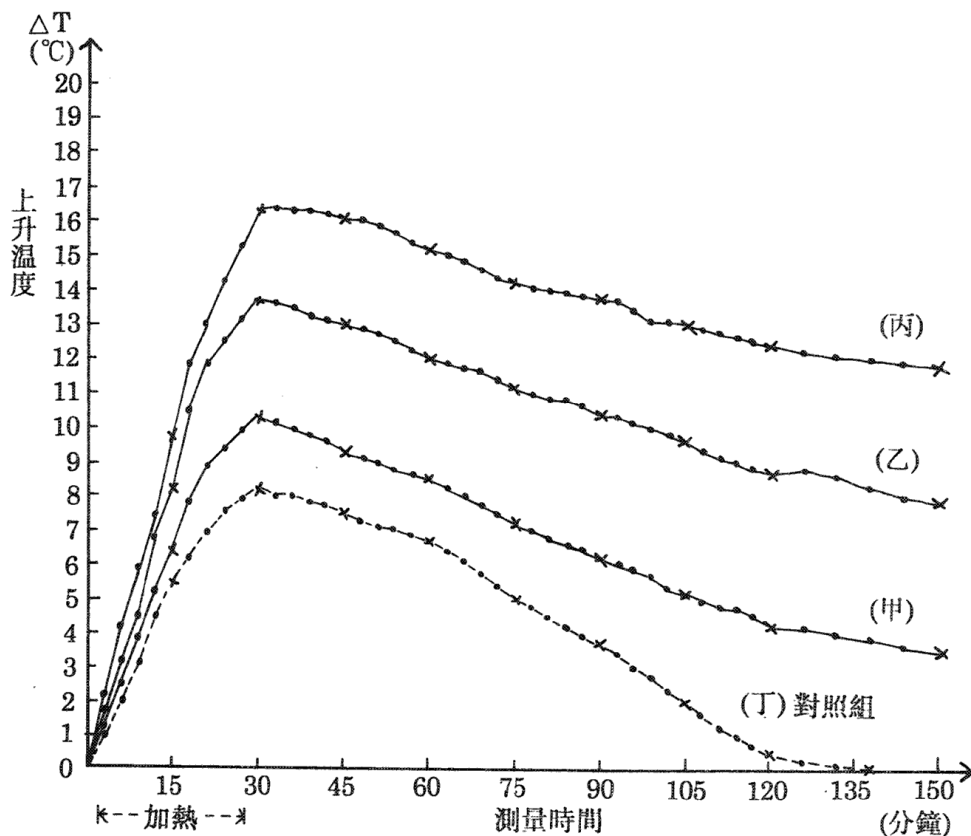
$$\text{散熱率} = \frac{\text{第30分鐘溫度} - \text{第120分鐘溫度}}{\text{第30分鐘溫度}} \times 100\%$$

4.自然空氣（對照組）所產生之溫室效應約與氮氣相同，並略大於氮氣。

5.由以上資料顯示：氣體分子量大小與溫室效應增溫及散熱率有著密切關係，（分子量： $\text{CO}_2=44$ ， $\text{O}_2=32$ ， $\text{N}_2=28$ ， $\text{Air}=28.8$ ）此為我們的意外發現！這部份記錄應予保留待日後追蹤，進行進一步實驗、求證。

〔實驗B〕

1.根據表(二)作圖如下：



2. 據上圖可知：

在相同條件之下不同濃度之二氧化碳含量造成不同的溫室效應，其中溫度上升最快者為丙箱，而一般空氣所造成之溫室效應則較緩慢。

3. 在1.5小時夜間輻射散熱效應中，各箱之散熱率如下：

(1) 甲箱之散熱率：57.84%；(2) 乙箱之散熱率：36.76%；

(3) 丙箱之散熱率：24.39%；(4) 丁箱之散熱率：93.83%；

4. 氣壓愈大之二氧化碳所造成之溫室效應效果愈佳。

(丙箱 > 乙箱 > 甲箱 > 丁箱)

5. 比較〔實驗A〕及〔實驗B〕

(1) 氣體中之增溫效果以二氧化碳最佳，在〔實驗B〕之甲箱中雖濃度比(含 $\frac{1}{2}$ atm CO_2) 小於〔實驗A〕之甲、乙箱(含 $\frac{1}{2}$ atm N_2, O_2)，但增溫效果仍佳。

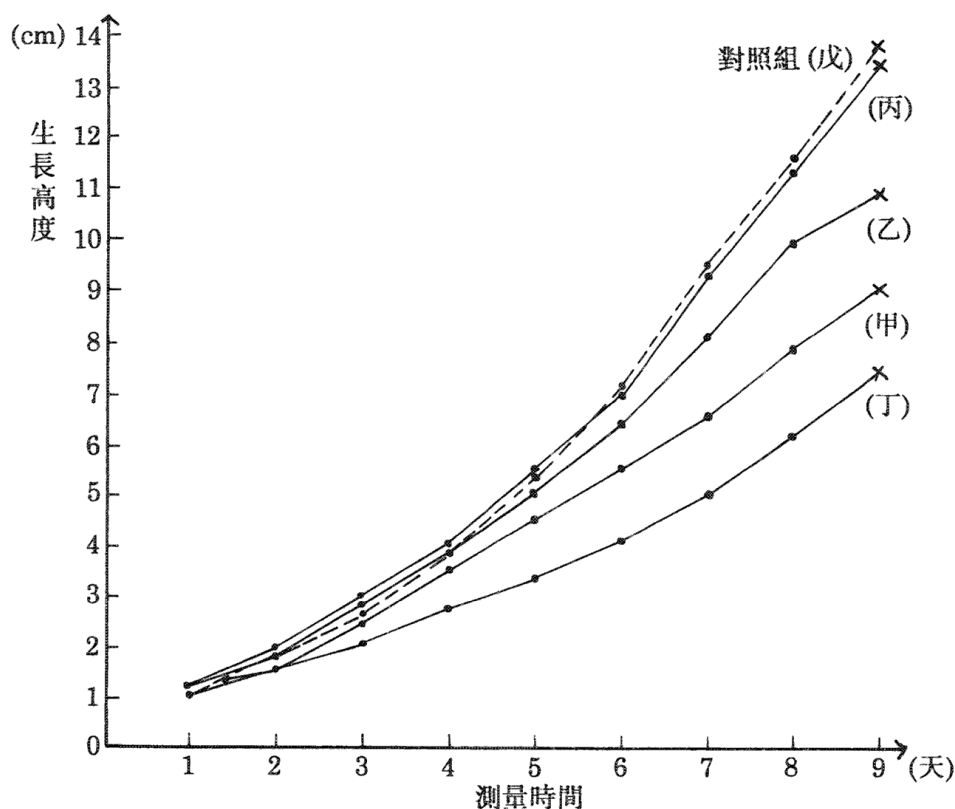
(2) 對於仿夜間輻射散熱率部份，氣體成份仍為主要因素。

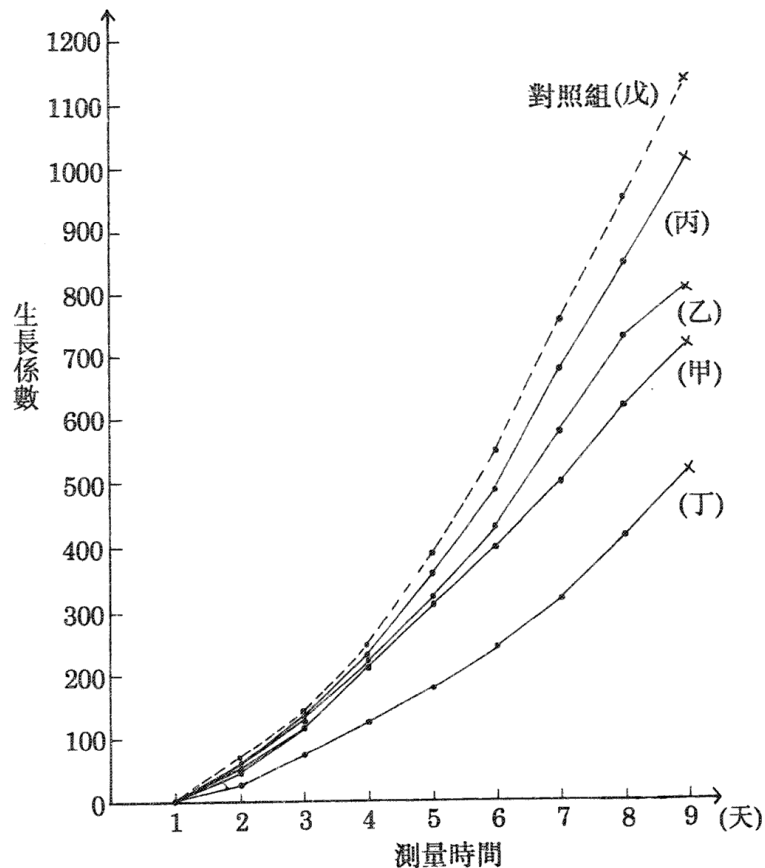
〔實驗A〕之甲、乙箱中氣體濃度含量雖大於〔實驗B〕之甲箱，但仍產生較易散熱之現象。

(二) 豆苗成長部份

〔實驗C〕

1. 根據表(三)作圖如下：





2. 據上頁及上圖可知：

- (1) 豆苗生長係數R，不論何種情況下，皆有所增加。
- (2) 在二氧化碳含量較大的丙箱中，生長係數R，略高於甲、乙、丁三箱，顯示產生明顯之溫室效應。
- (3) 對照組中的戊箱不含高量二氧化碳，但生長係數均高於甲、乙、丙、丁四箱，此乃因長期保持高溫，形成人工強迫溫室的緣故。顯示溫室中二氧化碳雖有助於植物光合作用之進行，然因為二氧化碳所造成之溫室效應，乃是主要影響豆苗生長之主因。
- (4) 以高度而言，在九天後各株豆苗的高度仍以戊箱最高，丙箱次之，乙箱居三，甲箱第四，丁箱最矮。

六、結 論

- (一) 溫室效應乃由於空氣中含有「利於增溫效應」的氣體造成，本實驗推知二氧化碳確為其中重要因子。
- (二) 二氧化碳含量越高，則溫室效應越為明顯。
- (三) 地面的溫度原本可經由吸收和輻射太陽光、紅外線，致使溫度達到平衡，但因二氧化碳含量大增，將致使輻射散熱不易。
- (四) 溫室效應確有助於植物生長，溫室中二氧化碳含量越高者，溫室效應愈大，

植物生長越有利，生長速率亦有所增加。

- (五)在〔實驗A〕中所討論的——氣體分子與溫室效應，後經查閱資料得知另有其它溫室效應氣體，如： SO_2 ， NO_2 ， CH_4 等。而這些氣體目前皆大量為人類所產生，排放到空氣中。
- (六)地球上的二氧化碳來源是由：1.生物呼吸 2.森林大火 3.工業排放廢氣 4.微生物分解。其增加率平均每年約1.5ppm
- (七)全球之二氧化碳含量由1900年起大量增加，增加速率與增溫速率一起加速，導致現今許多氣候異常現象。未來三十年內將致使地面溫度上升 $3^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$ 。
- (八)地球的兩極冰層將因為溫室效應而融化，屆時將導致全球海平面上升；近十餘年來海平面已上升數公尺。
- (九)人類應發揮人道精神來拯救地球，保育生命。溫室雖有助於植物生長，但已破壞大自然平衡，人為的破壞更是第一號殺手！我們不可不多加警惕，才能共擁一個美麗乾淨的藍色星球——————地球！！

七、參考資料

- (一)科學圖鑑（天氣、氣象） 光復書局
- (二)行政院環保署—大氣溫室效應評估及研究
- (三)牛頭雜誌（第92、100期）
- (四)國立編譯館主編國中地球科學上、下冊 台灣書店
- (五)環境科學小百科 茂智文化事業

八、感謝

達半年多之久以來，特別感謝本校校工陳孟毓、朱啟明先生給予我們的協助。在豆苗成長時一大早為我們開門、晚上關燈，檢修電路，使我們完成了一次愉快、安全的實驗研究。在此感謝！

評語

- 1.本作品結構完整，具有環保概念。
- 2.整個實驗步驟，結論很配合實驗過程。
- 3.作者表達能力很強。