



春天的
花兒
秋天開？

都是 溫室效應 惹的禍！

你很難想像只有在春天才盛開的櫻花，

居然才入秋就開花了！這是什麼樣的怪異現象！

別懷疑，民國91年10月份的聯合報就刊載了這則消息。

才入秋，台灣中北部的山櫻已經紛紛綻放，甚至有的早在8月就盛開。

這種花序的錯亂，學者普遍認為是由於溫室效應，造成全球暖化所導致的結果。



鍾崇榮 向曼菁

話說「溫室效應」

你一定聽過溫室效應，但你對它的了解有多少呢？你知道它會對你的生活帶來多大的影響呢？讓我們先談談溫室效應的由來。

地球的能量主要來自太陽，而太陽的能量是用短波輻射的方式穿越大氣層。如果扣掉反射回太空的輻射能，在輻射平衡的情況下，地球的溫度應該很低。但是，這些輻射線有一部分會被大氣中對流層的氣體吸收，使得能量再進入地球表面，所以造成地表的平均溫度比輻射平衡時高。這種自然界反射和吸收太陽輻射的作用，我們就稱它為大氣的溫室效應（atmospheric greenhouse effect）。

其實，大氣的溫室效應對於生活在地球上的我們是有利的，假如沒有溫室效應的話，地表的平均溫度會很低，地球便成為一個寂冷的世界。就是因為有溫室效應的作用，使得地表的平均溫度得以增加，許多生物得以存活，人類才有一個舒適美麗的生活環境。

現今的「溫室效應」

現在的冬天幾乎都是所謂的暖冬，溫度都不

會太低，夏天的溫度更是一年比一年高，迫使我們大量使用冷氣機，因此用電量屢創新高。這麼炎熱的天氣，真是讓人受不了，你知道造成這種現象的罪魁禍首是誰嗎？待我慢慢說給你聽！

生物呼吸吐出二氧化碳，而二氧化碳卻是植物行光合作用的主要原料之一，因此在自然界中會達到平衡。如果破壞了這種平衡狀態，二氧化碳過多便會造成地表溫度上升，就是我們現在感



Astronaut photograph AS17-148-27277, courtesy NASA Johnson Space Center

地球提供人類一個舒適美麗的生活環境

一般報導
都是溫室效應惹的禍！



溫室效應圖示

受到的炎熱氣候。

在18世紀中葉開始的工業革命，改變人類舊有的農業生活，也因此帶動了經濟的發展，提升了人類的生活水準。不過在這開發的背後，人類所要付出的代價是慘痛的。因為我們過度開發地球上的天然可用資源，大量

燃燒化石燃料，再加上要取得更多耕地而大規模砍伐森林，也正因為人類的這些活動使得大氣中的二氧化碳含量不斷增加，加強溫室效應，導致全球溫度上升。

在工業革命前，大氣中的二氧化碳含量大約是280 ppm。距離工業革命的100年後，二氧化碳的含量已經增加到350 ppm，增加量超過30%。如果不加以控制而任由二氧化碳繼續增加，預計在2030年時，二氧化碳的含量會超過550 ppm，濃度會變成工業革命開始時的兩倍多。當二氧化碳的濃度增加一倍，地球表面的溫度就會上升3-5度。溫室效應的影響是長久，而且全球性的，即使從現在開始停止排放所有的人造溫室氣體，

我們最常聽到的溫室氣體有四種，也就是二氧化碳(CO₂)、氧化亞氮(N₂O)、甲烷(CH₄)和氟氯碳化物(CFCs)。它們都具有一個特性，就是在大氣中的生命期相當長。只能藉由自然的過程使它們逐漸消失，這也是為何溫室效應會持續不斷的原因之一。

從工業革命以後所累積的溫室氣體仍會繼續影響地表的溫度。

溫室氣體

我們最常聽到的溫室氣體有四種，也就是二氧化碳(CO₂)、氧化亞氮(N₂O)、甲烷(CH₄)和氟氯碳化物(CFCs)。它們都具有一個特性，就是在大氣中的生命期相當長。因此

當這些氣體進入大氣以後，只能藉由自然的過

程使它們逐漸消失，這也是為何溫室效應會持續不斷的原因之一。以下針對各種溫室氣體做個介紹。

二氧化碳 人類因為大量使用煤、石油及天然氣等化石燃料，造成全球二氧化碳的濃度上升。雖然每莫耳二氧化碳的溫室效應並不是最大的，但是二氧化碳含量遠大於其他的溫室氣體，所以它對溫室效應的影響是最大的。有數據指出二氧化碳對全

球溫升的貢獻占全部溫室效應氣體的55%。

氧化亞氮 微生物、化學肥料分解和化石燃料的燃燒，都會排放出氧化亞氮。

甲烷 發酵和腐化的過程或者物質的不完全燃燒，都會產生甲烷。它的主要排放來源有牲畜、水稻田、掩埋和汽、機車等。

氟氯碳化物 氟氯碳化物是引起地球暖化的第二重要氣體。當我們大量使用冷媒、噴霧和發泡產品時，其中就含有氟氯碳化物，當中又以CFC-

氣體種類	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
工業革命前的濃度 (ppm)	280	0.70	0.28
1994年時的濃度 (ppm)	358	1.7	0.31
濃度變化的速率 (ppm/年)	1.5	0.010	0.0008
在大氣中的壽命 (單位：年)	50 200	12	120

11、CFC-12、CFC-13 的使用量最多。

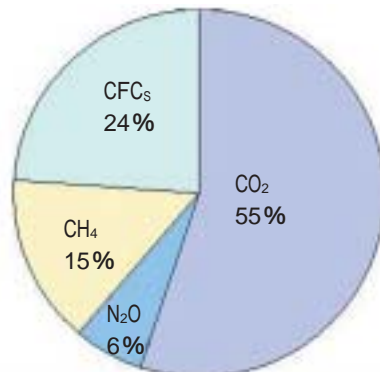
決定溫室氣體對地球暖化影響的因素有二種：第一種是對輻射的吸收能力；第二種是它們存在大氣層中的時間年限。所以，科學家發展出一套溫室氣體的溫室因數 (green house factor)，用來區別不同溫室氣體的溫室效應能力。溫室因數的量測方式是1莫耳的氣體，在一定期限內，所能吸收的總能量值，並且把二氧化碳的溫室因數值訂為1.0，再分別決定其他溫室氣體的相對數值。

溫室效應的影響

地球是一個大而且複雜的系統，往往是牽一髮而動全身，人類造成的溫室效應不僅對自身造成極大的負面影響，也連帶影響了海洋和生態系的運作。這些影響如以下介紹。



汽、機車等的排放廢氣，使得溫室效應更為嚴重。



四種溫室氣體對地球暖化的貢獻

http://ese.cosm.sc.edu/env_sci/Resources/O_Nat_Res/Fossil_Fuels/FF_Frame.htm

氣體種類	每莫耳的相對溫室效應效能（溫室因數）	大氣中的濃度（ppm）	相對效能和濃度的乘積
二氧化碳	1	350	350
甲烷	30	1.7	51
氧化亞氮	160	0.31	49.6
CFC-11	21000	0.00026	5.46
CFC-12	25000	0.00024	6

會持續升高，你能忍受嗎？而且因為氣溫的上升，增加水汽的蒸發速率，影響降雨的型態，結果使得有些地區轉為乾旱，造成沙漠化的擴大。但是相反地，有些

地球表面溫度的上升 這是我們聽到溫室效應的第一個直覺反應。沒錯！從前面的介紹中，你應該多少有所了解，溫室效應對地球溫度有著直接的影響。如果不管制溫室氣體的排放量，預估到2050年時，地球的平均溫度大約會上升攝氏2度，到時候會牽連到下面所敘述的各種變化。

地區雨量大增，植物的分布也會大大地受到影響。

全球暖化造成氣候轉變 因為地球暖化，會造成北半球冬季縮短，而且更濕更冷，但是夏季變長，而且更乾更熱。現在夏天的溫度已經過高，讓人如此難耐，想像溫度還



日月潭盛開的櫻花

一般報導
都是溫室效應惹的禍！

http://cc.kips.kh.edu.tw/pic/tw/center/sun-moon-laker/pages_01.htm

海平面的上升 隨著全球溫度的升高，冰川和格陵蘭以及南極洲上的冰山融化，會使海洋水量增加，預估在2100年海平面大約會升高15-95公分左右，海水也會淹沒低窪地區。全球三分之一居住在海岸邊緣居民的生存，也會面臨威脅。

影響農作物的生產 溫度的上升改變了農作物的分布和生長的狀況。此外，高緯度地區的植物種類也會產生急遽的變化，例如溫度上升攝氏3度，寒帶森林會減少37%。

造成動物大遷移 不同的生態系，因為氣溫分布及地域的改變，會使得大量物種隨溫度的變化而產生遷移的動作，不適應者則面臨滅絕的危機。

危害人體的健康 氣候變遷及動物遷移造成一些傳染性疾病大規模的

蔓延，危害人類的健康。

保護美麗的地球

看到以上的說明，你是否有所警覺，如果再不實施溫室氣體的減量策略，以後會牽連到我們子子孫孫的生活。因此，在國際方面，已經有許多公約的訂定，希望藉著世界各國的力量，保護我們賴以生存的這個地球。

聯合國環境規劃署（UNEP）和世界氣象組織（WMO）在1988年成立「針對氣候變化的跨政府專家委員會」（Intergovernmental Panel On Climate Change, IPCC），就全球氣候變化的趨勢，進行政府間的監測和科學研究。

依IPCC的研究成果，聯合國在1992年5月9日通過「氣候變化綱要公約」（The Framework Convention On

Climate Change, FCCC）。同年6月在巴西里約熱內盧的「地球高峰會議」上，有155個國家簽署這一項公約，並在1994年3月21日開始生效，成為正式的國際法。

公約的目標在「把大氣中溫室氣體的濃度，限定在防止氣候系統受到危險的人為干擾水準」，具體訂定管制溫室氣體排放的數量與時程，並建立國際間財物支援與技術轉移的權利與義務。公約宣示在2000年把二氧化碳及其他溫室氣體排放量抑制在1990年的水準，到2005年，再削減為1990年排放量的20%。

1996年7月，FCCC的締約國在瑞士日內瓦舉行第二屆會議，決議在1997年12月，在日本京都舉行會議，訂定具有法律效力的「溫室氣體減量議定書」，並以2005年、2010年



設置於總統府力行樓樓頂的太陽光電發電系統



<http://re.org.tw/Files/peumijydfqmsshmpkfy/main/sub1/bioimages/2.png>

生質能的使用——台北市山豬窟掩埋場沼氣發電系統（5,448瓩）

一般報導
都是溫室效應惹的禍！

和2020年為減量目標年。美國和其他37個工業國家在日本京都達成協議，同意在2012年，把溫室氣體排放減少到比1990年的標準低5%。

除了需要各國政府的共識和訂定條約約束溫室氣體的排放量之外，最重要的是每個人都要具備環保的概念，重視地球是屬於大家共有的大環境。以下是幾個預防溫室效應繼續蔓延的策略。

儘量搭乘大眾交通工具 由於汽機車的排放氣體中含有大量的氮氧化物與二氧化碳，如果能搭乘大眾運輸工具，會有助於減少廢氣的排放量，以抑制二氧化碳和氮氧化物等溫室氣體的產生。

不要使用含氟氯碳化物的物品 就CFC-12來說，它在大氣中的生命期長達102年，因此只有避免使用含有氟氯碳化物的物品，才可以達到預防溫室效應繼續蔓延的目的。

鼓勵大眾使用天然氣 以改善區域空氣品質。

增加能源使用效率 除了本身要節約用電及

其他可用能源外，最重要的是政府能夠加強電力負載管理，減少尖峰用電需求，並加強推動全國性的節約能源計畫。

鼓勵使用太陽能 太陽能是一種無污染而且豐沛的能源，如果大眾儘量使用太陽能，可以有助於減少化石燃料的使用量，對於降低溫室效應有直接的效果。

運用並發展其他的替代能源 可以利用水力、風力、生質能、海洋能及地熱等再生能源，來逐漸取代化石燃料的使用。利用這種可以重複循環的再生能源，對於減少二氧化碳排放量會有很大的效果。

溫室效應和你我都有切身的關係，不只是政府擬定方案而已，更需要的是民眾自己親身實踐才行。不要讓現在我們生活所形成的污染，影響到日後的子孫，甚至使地球面臨無可挽救的危機。

鍾崇榮 向曼菁
清華大學化學系