

環境保護

溫室效應

陳淨修譯*

一、前言

人類活動正快速改變大氣之組成，尤其石化燃料之燃燒雖滿足世界能源之需求，但所排放之二氧化碳進入大氣後，卻造成所謂的溫室效應。溫室效應氣體可維持適當之地表溫度，以維人類生活所需，因其可傳輸進入之太陽光，也可侷限地表釋放之長波幅射。若是溫室效應氣體濃度不斷增加，則將使地表溫度增加，進而導致氣候的變化，其影響包括：

1. 北半球冬季將縮短並更冷更濕，而夏季則變長並更乾更熱，亞熱帶地區則將更乾而熱帶地區則更濕。
2. 由於水汽蒸發增加，雨量每年將增加 7~11%，各地區降水型態將受改變。
3. 改變植物、農作物之分佈及生長力並加快生長速度，造成土壤貧瘠，間接破壞生態環境，改變生態平衡。
4. 海洋變暖、海平面上升，導致低窪地區海水倒灌，甚且某些地勢較低之國家，有“亡國之憂”。
5. 改變地區資源分佈，導致食物、水源、漁獲量等的供應不平衡，引發國際間之經濟、社會問題。

1989年12月在荷蘭舉行之大氣污染和氣候變化之部長會議發表聲明，要求所有國家採取行動，發展及維持有效策略以控制、減少或限制溫室效應氣體的排放。聯合國環境規劃署(UNEP)及世界氣象組織(WMO)聯合建立了氣候變化跨國小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)刻正出版報告陳述1990年10月29日至11月 7日在日內瓦所召開之第二次世界氣候會議所討論之重要發現，包括即使面臨許多的不確定，仍必須採取的因應策略：

1. 能源使用效率的提升及能源節約。
2. 檢討能源相關價格及關稅系統以反應環境成本。
3. 使用較乾淨、較少排放溫室效應氣體的能源。

*行政院環保署技正

能源效率對於溫室效應的控制影響極大，同時，可透過成本的減少，給工業界及商業界帶來正面效益。

二、溫室效應氣體

溫室效應是一種自然現象，它可保持地表處於適溫狀況，以維持生命所需。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幅射以可見光型式照射地表並且吸收自地表反射的長波幅射，這些可以保留能量的氣體即所謂溫室效應氣體。除 CO_2 外，尚有 CH_4 、 $\text{CFC}(\text{F}_{11}\text{F}_{12})$ 、 N_2O 、 O_3 等，目前這些氣體仍持續增加中， CO_2 每年平均增加 0.5%，濃度約 350PPM； CH_4 每年平均增加 0.8%，濃度約 1.8 PPM； N_2O 每年平均增加 0.25%，濃度約 0.31PPM； CFC-11 每年平均增加 4%，濃度約 270 PPT； CFC-12 每年平增加 4%，濃度約 400PPT，其對全球溫升的貢獻百分比參見圖 1 所示，其中仍以 CO_2 為造成溫升之主要氣體，約佔 49%。由於溫室效應氣體可吸收來自地表反射之熱量而使地表溫度增加，目前地球溫度已較工業革命前高約 0.5~0.7°C 參見圖 2 所示，由圖中可知地表溫度的增加顯與 CO_2 濃度的增加有關，大氣中 CO_2 濃度的增加，其最主要的兩個來源為石化燃料燃燒及森林砍伐，圖 4 所示為人為活動排放對 CO_2 貢獻的百分比。石化燃料消費對 CO_2 排放的增加量如圖 4 所示，計約 53 億噸。

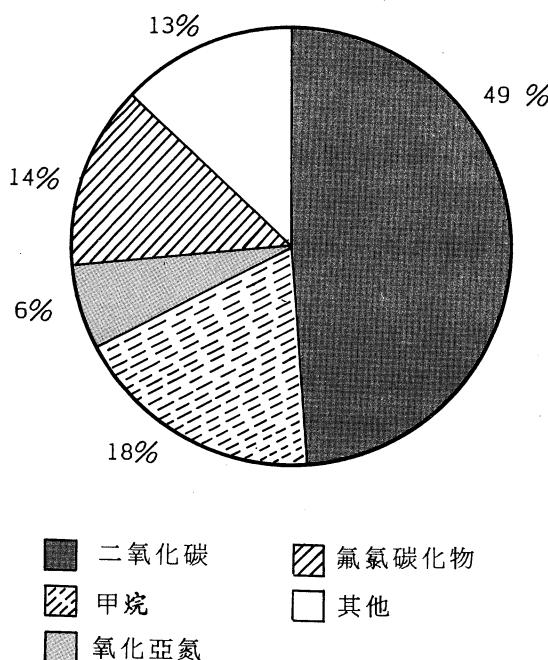


圖 1 溫室效應氣體對溫升之貢獻

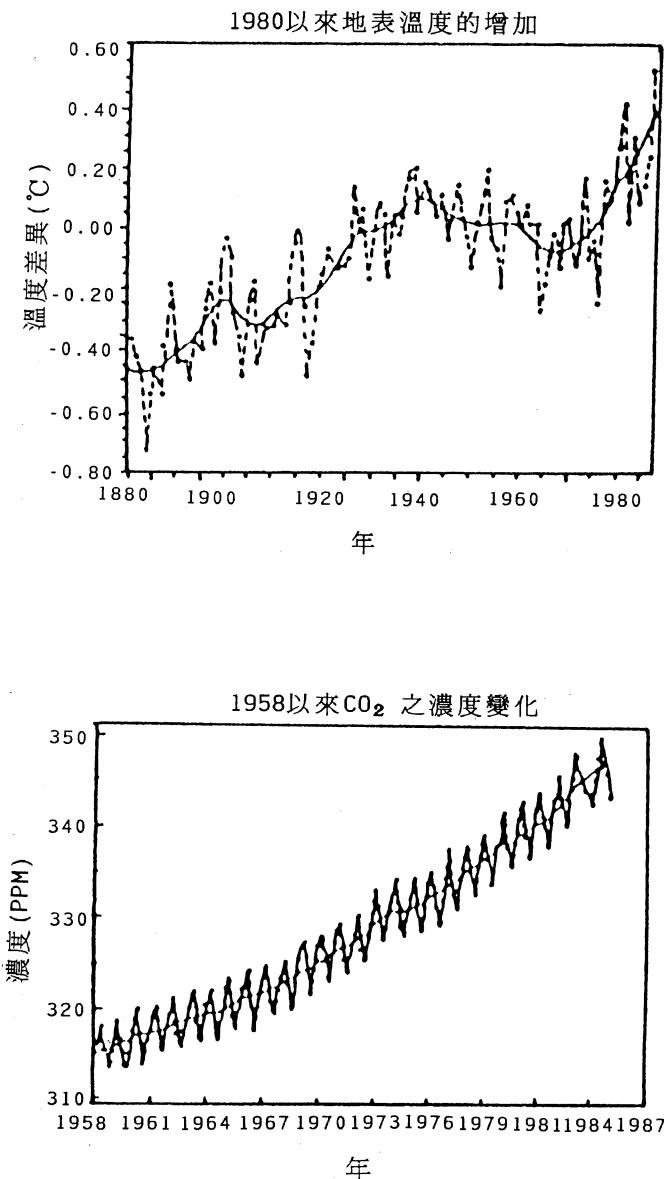


圖 2 地表溫度上升及CO₂ 濃度變化的每年趨勢

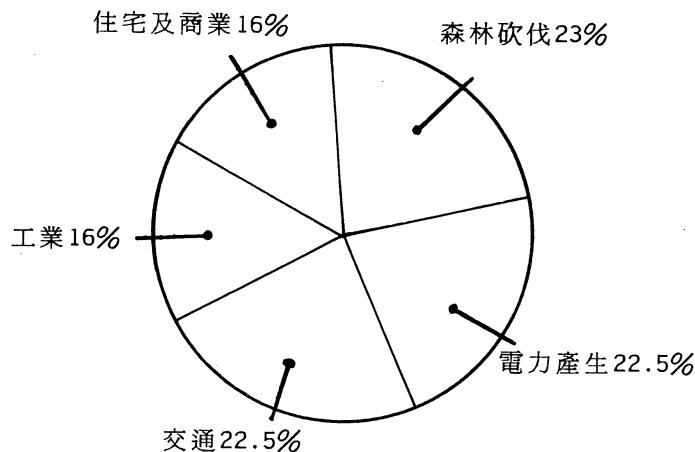


圖3 人類活動對CO₂ 排放貢獻百分比

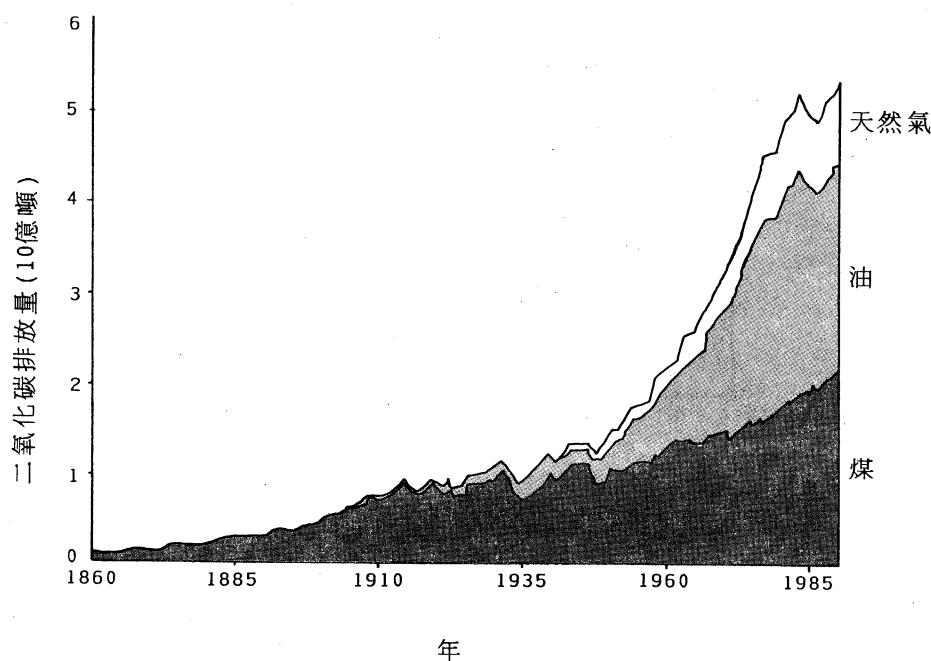


圖4 由石化燃料所排放之CO₂ 歷年變化(1860~1985)

三、世界各國能源消耗結構

過去30年，世界能源消耗量約增加3倍，1970年，整個消費量約50億噸油當量，1980年已增至70億噸油當量，至1987年則已達78億噸油當量，其中仍以煤（佔26%）及油（佔33%）為最主要的能源來源（參見圖5）。由於世界各國地理位置、資源分布、經濟發展、社會背景等的不同，各國的能源來源，能源消耗結構及能源最終使用之比例，亦皆不同，其分布分別如圖6、圖7、圖8所示，從圖中可知，大致上，油仍為大多數國家的主要商業燃料，例如美國、西歐、日本及開發中國家等，在蘇俄則以天然氣為主要燃料，而中國大陸則以煤為主。另外圖8亦反應了各國能源最終使用之消耗比例，大多數國家皆以工業為CO₂排放之主要來源。

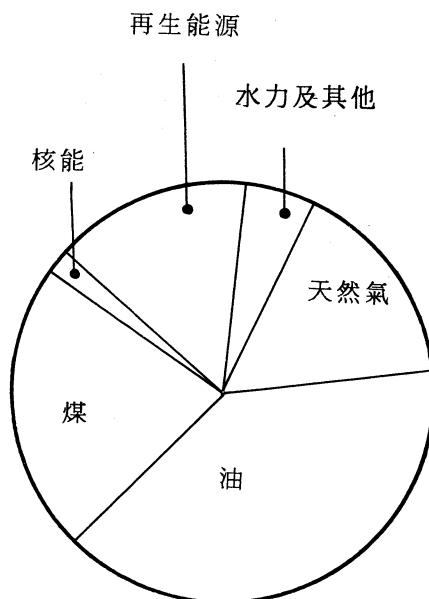


圖5 1986年能源使用之全球分布

X10⁶ 油當量

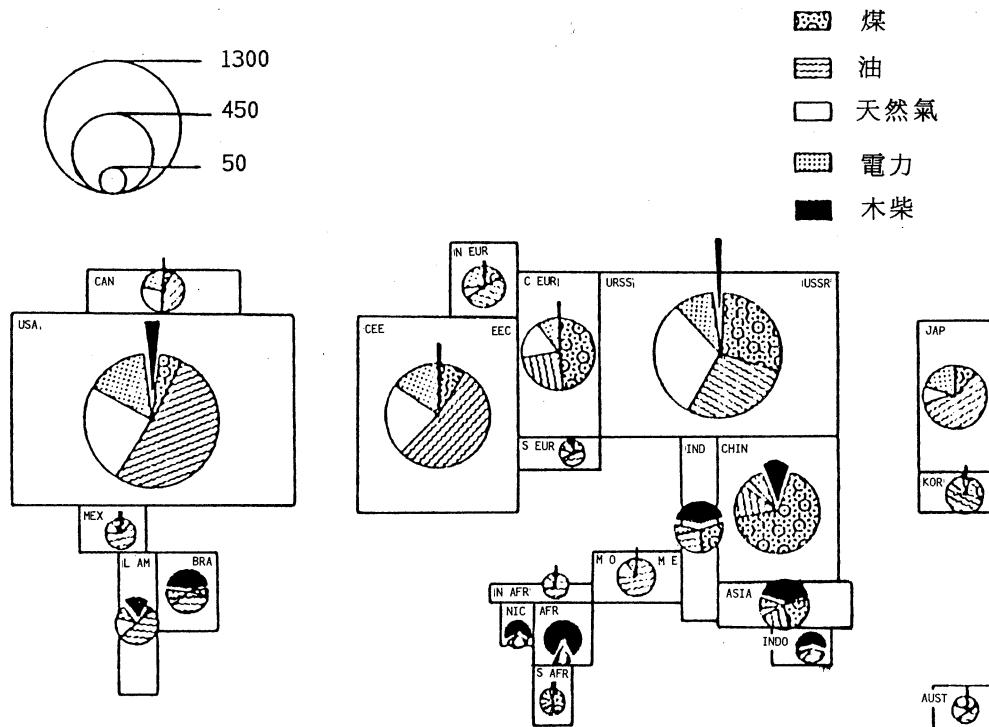


圖 6 1985年能量來源最終消費

註 : CAN :	加拿大 ,	KOR :	韓國 ,
USA :	美國 ,	AUST :	澳洲 ,
MEX :	墨西哥 ,	IND :	印度 ,
L AM :	拉丁美洲 ,	CHIN :	大陸 ,
BRA :	巴西 ,	N AFR :	北非 ,
N EUR :	北歐 ,	NIG :	奈吉利亞 ,
EEC :	歐洲共同市場 ,	AFR :	非洲 ,
C EUR :	中歐 ,	S AFR :	南非 ,
S EUR :	南歐 ,	MO :	摩洛哥 ,
USSR :	蘇聯 ,	ASIA :	亞州 ,
JAP :	日本 ,	INDO :	印尼

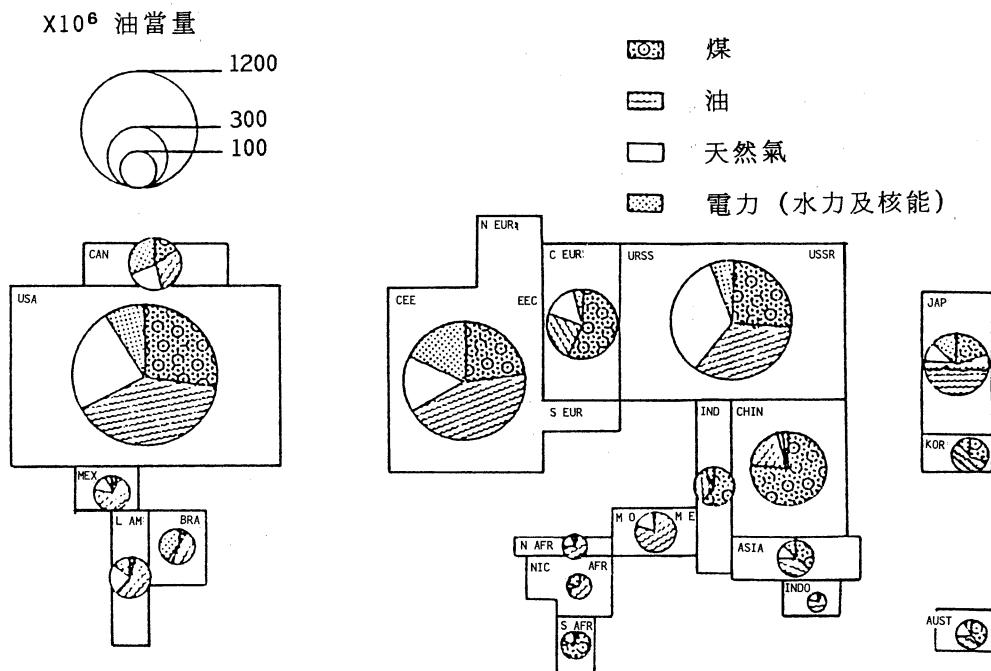


圖 7 1985年主要能源消費結構

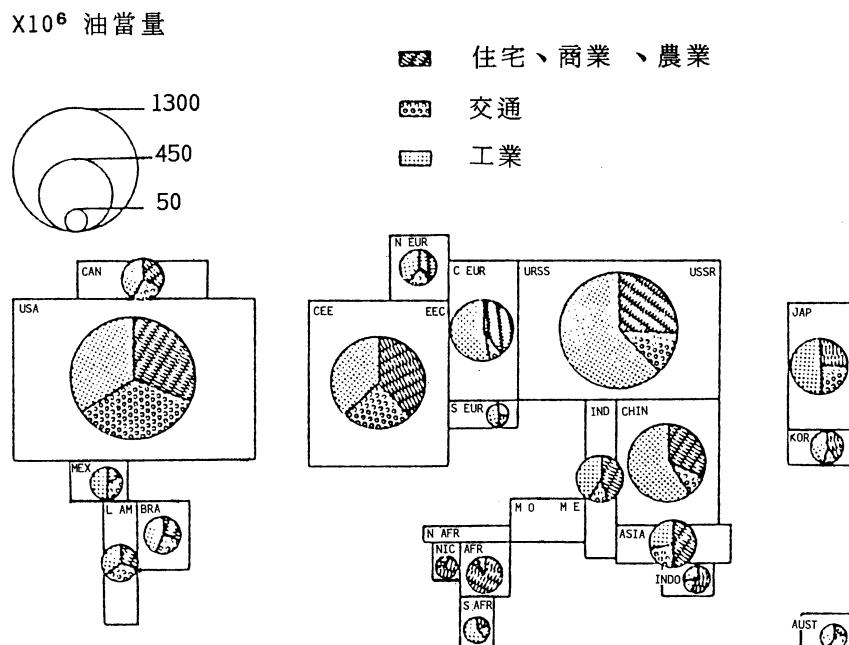


圖 8 1985年能源最終使用消耗量

四、溫室效應的防制策略

生活在地球上的每一分子，不僅是污染物製造（排放）者，亦是溫室效應氣體產生的貢獻者（人之呼吸作用）。每一地區每一國家對於溫室效應氣體的產生，亦皆有不同程度之貢獻，取決於能源使用狀況如上節所述。下列為一些值得採行之策略或措施：

1. 節約能源及提升能源使用效率。
 - (1) 在大眾使用之能源及設施方面，增強法規誘因。
 - (2) 在商業及工業方面，實施CO₂ 排放課稅，並加強技術開發及研究。
 - (3) 在交通運輸方面，課以汽油稅，提高每單位石油使用效率。
2. 優先植（造）林以吸收CO₂，無論是就環境、經濟、美觀之觀點言之，綠化運動皆值得全面實施。
3. 減少石化燃料使用之速率。
4. 處理及回收工廠所產生之溫室效應氣體，加以資源化。
5. 促進電廠擴大使用複循環氣體技術。
6. 加強替代能源之開發及使用，例如太陽能、核能、風能、地熱及有機廢棄物的利用等。
7. 加強低排放CO₂ 燃料之使用，例如天然氣替代石油或以可再生能源替代石化燃料。
8. 減少其他溫室效應氣體如CH₄ 及CFC 之排放。
9. 加強有關全球溫升效應之研究。

註：本文摘譯自 The Greenhouse Effect and Energy Efficiency Some Facts and Figures. UNEP Industry and Environment, April-May-June, 1990, P2-7.