

# 全球暖化 是個大騙局？

全球暖化是政客、媒體、極端環保團體，  
聯手營造出來的假象嗎？

撰文／許晃雄

20世紀初以來，全球氣溫的上升，可分成兩個階段，第一階段為20世紀初到1940年代，第二階段為1970年代至今。第一波暖化發生時，雖然全球平均氣溫上升了，但仍有不少地區的氣溫下降。第二波則相當不同，暖化更加明顯，幾乎全球各地都出現暖化現象。聯合國跨國氣候變遷研究小組（IPCC）於今年初提出的第四份報告中，特別凸顯加速中的暖化趨勢，並指出過去25年的暖化速率，是1906~2005年間的2.8倍。這樣的暖化速率，加上這幾年來各地罕見的天氣現象與氣候災害（例如熱浪、乾旱、豪雨）頻傳，IPCC的報告受到空前重視；而美國前副總統高爾的暢銷記錄片與書《不願面對的真相》，更是令閱聽者動容。

在這一片全球暖化危機的浪潮中，反對聲浪仍時時可聞，最具代表性的就是《侏羅紀公園》、《奈米獵殺》的暢銷作家麥克·克萊頓撰寫的小說《恐懼之邦》。克萊頓藉由小說中的人物，質疑全球暖化是「政客-媒體-極端環保團體」聯手營造出來的假象。《恐懼之邦》雖然是小說，卻罕見的引用大量學術論文與報告，

提出了許多科學上的質疑。此外，英國BBC第四頻道也在今年3月初播放「全球暖化大騙局」（The Great Swindle of Global Warming），訪問多位學者提出不同論點，目的就是反駁IPCC的重要結論——「過去半世紀的全球暖化，極可能是人造溫室氣體增加造成的」，片中質疑的論點也多有其依據。這場論戰雖然有時難免陷入情緒性攻擊，引發的辯證卻能讓科學家與一般大眾更了解全球暖化科學的本質，其中有些論點值得我們進一步來探討。

## 氣溫上升的時間 比溫室氣體早了800年

高爾與IPCC都引用研究數據證明，工業革命以來，溫室氣體的快速累積是過去65萬年以來前所未見的現象，間接證明人類的影響顯著。最近的研究已經將時間往回推到80萬年前，這些資料告訴我們，溫度高的年代，也都是溫室氣體濃度高的年代。質疑人為全球暖化的學者，特別指出溫度的上升比溫室氣體濃度的上升早了約800年，因此是溫度造成大氣中溫室氣體濃度的變化，而非後者影響前者。這個論點顯然有其依據，因為許多研究指

### 關於作者

許晃雄是台灣大學大氣科學系教授，研究東亞與全球氣候變遷多年，並樂於講授氣候變遷相關的科普知識。面對急遽變化中的地球環境，他認為現代的學生除了必須了解物理、化學、數學等傳統科目外，也應該具備地球系統的知識，了解如何融合大氣、海洋、地球物理、生物甚至數理化等專業知識，以系統的觀念來觀察與詮釋地球的環境變化。

出，高溫不利於海洋吸收大氣中的二氧化碳，而且可能加速物質的腐化速率，增加二氧化碳的排放。如果不考慮其他因子，這些因素會增加大氣中的二氧化碳濃度。

但是，不能忽視的是，二氧化碳是溫室氣體，會促使溫度更加上升，簡單的說，氣溫與溫室氣體濃度可以互相加成，形成正回饋循環。在一個正回饋循環中，氣溫與溫室氣體，是誰先上升已經不重要，重要的是，只要兩者之一有所變動，就可能牽動連鎖反應，促使氣候遠離原來的平衡狀態。地球處於這樣的一個系統當中，而居住其中的人類，在科技快速發展過程中排放了過多的溫室氣體，是不爭的事實，甚至我們看到了排放量持續增加，絲毫沒有減緩的趨勢。我們是否已經開啟了全球暖化的潘朵拉盒子？IPCC的報告給了一個肯定的答案，質疑者則有所保留。

質疑者的另一個論點指出，太陽活動是造成氣候暖化的原因。氣候變遷研究人員利用氣候模式，進行了「回到過去」的虛擬實境模擬（詳見〈全球暖化背後的科學證據〉一文），發現太陽的因素或許可以解釋20世紀初的暖化現象。可是，最近幾十年間，當全球暖化越趨明顯時，太陽輻射強度不增反減；如果太陽輻射強度變化是主因的話，過去數十年間，地球氣候應該出現冷卻現象。IPCC的「回到過去」模擬確實得到這樣的結果，同時也顯示只有在考慮溫室氣體濃度上升的情況下，才能模擬出最近幾十年的全球暖化現象。最近的一些研究也發現，若參考更多資料，先前研究發現的近百年來太陽活動與氣候變遷的密切關係，並不存在。從這些研究看來，太陽輻射強度的變化，應該不是造成最近數十年全球暖化的原因。

質疑者更提出，地球氣候是一個動態系統，已經運作40幾億年，在沒有人類的年代，冷暖氣候不斷交替，變化幅度甚至更大。這類變化屬於自然變異，影響因素相當複雜，但是與人類作為無關。老實

說，氣候學家對這些因素如何影響地球氣候，了解得並不透徹，在這樣的情況下，我們如何能預測未來的氣候？的確，氣候學家目前做的並不是氣候預測，而是在情境假設下進行推估。

## 21世紀末 氣溫將升高1.8~4°C

氣候難預測，人類社會的變遷（例如經濟、生活型態、能源使用情況等）更是難以預知。在此情況下，如果能夠設計人類未來發展的可能情境，再依據情境推估人類會繼續排放多少溫室氣體，那我們就可以推估在每一種情境下，地球氣候在人為造成的溫室效應下將如何變遷？全球暖化是否加劇？

以IPCC最新的估計，到21世紀末，全球暖化程度將升高達1.8~4°C。此一推估完全建立在這些情境上，其結果並非告訴我們氣候一定會如此變遷，而是告訴我們如果不抑制溫室氣體排放，人類未來可能面臨的狀況；如果這些情境不發生，結果就可能不同。這些研究結果提供給我們一個指引：人類應該如何調整發展方向與腳步，以便降低過度暖化對天氣與氣候、社會經濟與生態環境的衝擊。

對此，質疑者認為，目前的氣候模式並不完善，許多自然界的過程無法在模式中複製，這些有缺陷的氣候模式，尚不能準確預測未來幾個月的气候，怎能用來推估幾十年後、甚至21世紀末的气候？這個論點也有其依據，氣候學家的確仍無法預測未來幾個月的气候。氣候模式雖然已經非常複雜，但是仍無法精確模擬大氣中較劇烈且較小尺度的現象，如雲、雨、對流系統、颱風等，最主要的原因是，人類對影響天氣與氣候的許多因素（例如懸浮微粒的冷卻作用）仍未充份了解，因此無法設計出完美的氣候模式。

另一方面則是長期氣候模擬的計算繁複，需要十分強大的電腦計算能力。目

**氣候推估是設計人類未來可能的發展，再推估人類將排放多少溫室氣體，以及地球氣候將如何變遷。**



目前的氣候模擬系統雖然不完美，但又缺乏更可靠的結果可以參考，我們要選擇忽略這些警訊？還是預先做好風險管理？

前的超級電腦雖然計算速度快、能力強，但對氣候變遷模擬而言，離理想狀況卻仍有一大段距離。受限於電腦能力，目前氣候模式的空間解析度（點與點間的最短距離）大多仍在200~300公里，這樣粗糙的解析度，連解析台灣都有問題。

因此，氣候變遷推估結果用於洲到全球尺度的現象比較可靠，對大氣與海洋溫度的增加以及海面的上升，也比較可信，因為溫度的空間變化較小，不同研究團隊的模擬結果也比較一致。但是，雨量與極端天氣推估值的不確定性明顯大了許多，因為不同模式得到的結果經常南轅北轍。

### 以多重模擬做比對

考慮到模式的不完美與情境的不確定，IPCC的氣候變遷推估採取多模式、多情境、多次模擬的方式，推估未來的氣候，企圖得到未來氣候變遷的可能上、下限。如果，不同模式模擬出了相同的結果，則推估結果比較可靠；如果模擬結果的差距很大，可信程度自然較低。

IPCC的氣候學家用了人類有史以來最好的氣候模式（雖然仍有缺點）、最佳的模擬策略、最好的電腦，以及最新的氣候變遷知識，進行最龐大的計算，得到一系列的推估結果，預告了高風險的暖化未來。雖然不完美，但是我們並沒有更好、更可靠的結果可以參考。

處於這種進退維谷的境況，人類又有多少選擇？我們可以選擇忽略這些警訊，因為它們是不完美工具與知識的產物，寄望那些只不過是人類史上最大的科學烏龍事件，一切將否極泰來；或者依據情境推估，做最佳的風險評估與管理，調整發展步調與策略，降低未來全球暖化的衝擊？

幸好，人類的知識與技術總是不斷推陳出新，對地球氣候的了解與日俱增，氣候模式會不斷改善，情境也會不斷修正。這也是為何IPCC每隔幾年就要重新整理一份報告，闡述科學家對過去與未來氣候的最新看法，做為下一階段的風險評估與管理的依據。這樣的疊代過程或許繁複、或許痛苦，卻是科學進步的不二法門。 SA

# 台灣也暖化了嗎？

撰文／許晃雄

台灣近百年的暖化速率是全球的兩倍，這對氣候將造成什麼影響？

**過**去百年間，台灣的年平均氣溫上升了約 $1.4^{\circ}\text{C}$ （見右頁上圖，以1901~2000年的百年均溫為參考，計算每年均溫與百年均溫的差距值），大約是全球暖化速率的兩倍；而台灣的氣溫上升趨勢也與全球趨勢相似，可分為兩個階段，第一階段發生於1921~1951年之間，第二階段發生於1960年代中期至今。比較不同的是，全球氣溫在1950年代至第二階段上升之間呈現下降趨勢，台灣氣溫則無明顯變化；而台灣第二階段的上升趨勢，1980~2001年間增溫了約 $0.7^{\circ}\text{C}$ ，明顯比

百年趨勢來得大，與近30年逐漸加速的全球暖化趨勢一致。

整體而言，台灣的暖化是全球暖化的一部份，過去百年暖化速率之所以高於全球平均值，是因為台灣剛好位於一個暖化較明顯的區域：從台灣、東北亞到高緯度的歐亞大陸，然而近30年來，暖化現象逐漸全球化、均勻化，因此台灣暖化的速率與全球相去不遠。

過去50年間，台灣最明顯的暖化是夜間氣溫，大部份的氣象站（除了淡水、成功、大武）都測到了類似的現象。暖化最

明顯的是台北、阿里山、台中與台南。有些研究認為都市化是夜間氣溫上升幅度比較大的原因，而且熱島效應使得大都市增溫較為顯著。從台灣氣溫上升趨勢的分佈看來，都市的暖化程度多比小城市與偏遠地區（阿里山除外）來得高，熱島效應應該有相當程度的影響。台灣的暖化發生於每一個季節，過去30年間，冬天暖化速率飆高到每10年上升3-4°C，比夏季的2°C高出許多，這也反映在急遽減少的寒潮爆發次數，因為冬季的東北季風有明顯減弱的趨勢。台灣位處於東亞季風系統之中，除了本地的變遷之外，東亞季風若有明顯變遷，也會影響到台灣的氣候。

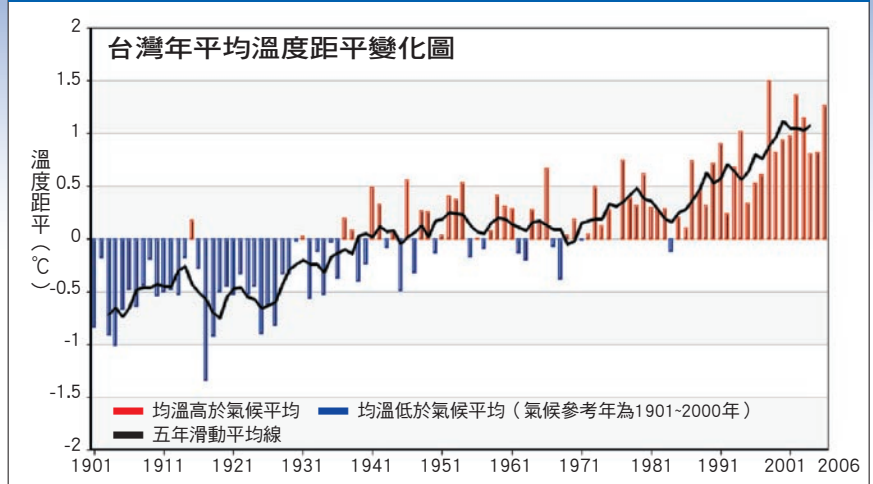
### 台灣西部的雨量明顯增加

相對而言，雨量的短期（如年與年之間）變化很大，但是長期（如幾十年到百年）變遷趨勢則不像氣溫那麼明顯。如果以百年來看，大致顯現出東北部年雨量有減少趨勢，西南部則有增加趨勢；如果是近50年，則是西部增加，東部減少，變化比較顯著的是台北，近20多年來，雨量明顯增加（見右方下圖）。

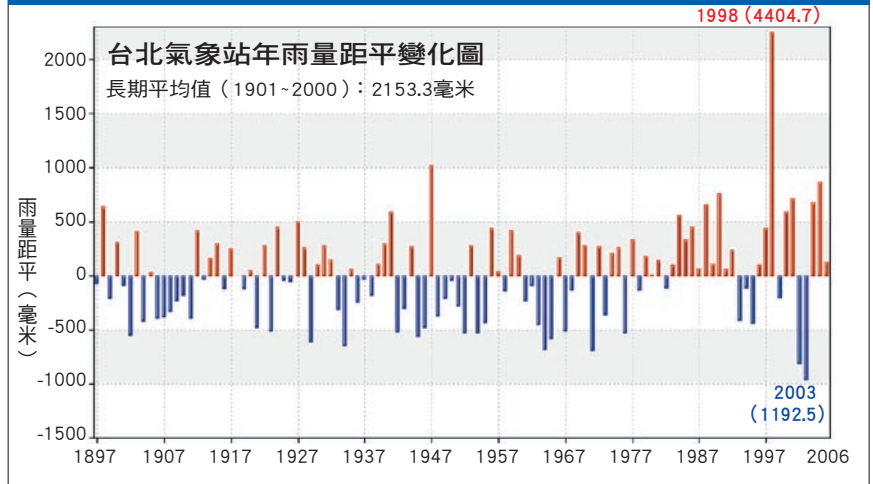
最值得注意的是，年雨日與時數（每年下雨的日數與小時數）呈現全島性的明顯減少，減少的部份多是下小雨的日數與時數，因此，持續不下雨的日數有逐漸拉長的趨勢。豪大雨的發生頻率與強度，則僅在某些年代於某些地區有增加與變強的趨勢，但是並無全島性的增加或減少趨勢。近年來頻傳的破紀錄超大雨量，是否只是近幾年的短暫現象，或是未來長期趨勢的一部份，則需要持續觀察。

至於未來的氣候變遷，由於台灣幅員小，不易直接使用IPCC的氣候推估結果，因為那些結果都是由200-300公里空間解析度氣候模式的推估值，或許可以代表台灣鄰近區域的大範圍變遷，但無法直接推演到台灣本島，甚至到縣市範圍。若從IPCC目前推估的結果看來，台灣因為臨

### 台灣最近百年平均增溫1.4°C



### 台北近20年的雨量明顯增加



海，未來的暖化程度會比內陸地區小，到了21世紀末，台灣暖化程度約為2-4°C，與全球平均相當。在雨量方面，夏季雨量可能增加，冬季可能減少。但是，因為不同模式間推估結果的一致性較差，因此可信度不高。若要真正利用IPCC的氣候推估結果，必須透過「降尺度技術」，利用統計方法或高解析度的區域氣候模式，將大範圍的趨勢換算成台灣各地區的氣候趨勢，這兩種方法各有其優缺點，而且困難度甚高，國科會目前有研究計畫正進行這項技術的研發工作。IPCC的研究團隊，已經開始著手規劃下一階段的氣候推估計畫，預計會開始進行較高解析度的氣候模擬與推估，相信下一版的推估結果出來之後，對台灣的實際運用會更有幫助。 SA