

氣候變遷危機的因應——英國經驗分享

氣候變遷是世界各國必須共同面對的挑戰，抑制二氧化碳排放則是全球各國必須共同承擔的責任。本文研析英國為因應氣候變遷危機，在氣候變遷的科學研究、能源政策、交通運輸政策、電動車發展等方面所作的努力，期提供讀者對於節能減碳有更多的體認。

◎ 尹慧珍（行政院主計處電子處理資料中心組長）

壹、前言

行政院為提升我國高階文官競爭力，特於99年7月與英國劍橋大學合作辦理短期研習。英國劍橋大學為世界一流學府，目前有31個學院，本次研習是由佳奇商學院（Judge Business School）承辦。研習課程非常多元，包括環境、經濟、安全、交通、教育等議題的探討，以及精進個人專業能力如危機處理、領導統御、創

新觀念與溝通技巧等方面的課程。筆者有幸被選派參加此次研習，謹就其中氣候變遷（Climate Change）主題，研析英國為因應氣候變遷危機，在氣候變遷的科學研究、能源政策、交通運輸政策、電動車發展等方面所作的努力，藉此文與讀者分享。

貳、全球氣候變遷議題之發展

自從工業革命以來，人類的經濟活動大量使用化石燃料，造成大氣中二氧化碳等溫室氣體的濃度急速增加，全球暖化現象日益明顯、氣候變遷加劇，成為當前全球面臨最嚴峻的考驗。從1994～2004年間共928份科學研究報告，一致認為氣候變遷是人類造成，若無法制止全球不斷增長之溫室氣體排放量，控制全球溫度的上升，氣候變遷將對地球帶來不可逆轉的災難，嚴重影響

人類生存環境。為了因應全球氣候變遷所帶來的危機，聯合國在1992年正式通過聯合國氣候變化綱要公約（以下簡稱UNFCCC），締約國承諾抑制人為溫室氣體的排放，以穩定大氣中的溫室氣體濃度。其後，1997年在日本京都舉行的UNFCCC第3次締約國大會（COP3），通過具有管制效力之京都議定書（Kyoto Protocol），針對二氧化碳等六種溫室效應氣體設定具體減量方案及時程表，做出了全球性管制的宣示。京都議定書成爲解決氣候變遷首次的國際協議，並在2005年正式生效；2009年在哥本哈根舉行的UNFCCC第15次締約國大會（COP15），初步共識認爲全球溫度上升應控制在2°C內，各國須在2010年2月1日前提交2020年前減碳目標，溫室氣體減量已成爲全球須共同面對之問題。

我國並非UNFCCC締約國，雖無須承諾量化減碳目標，仍須與其他國家一同面對全球溫室氣體減量的挑戰，透過自主性遵循國際相關規範來爭取國際認同。在國家安全與氣候變遷調適的前提下，已規劃全國溫室氣體排放量的短、中、長期目標，以與世界趨勢接軌。短期目標爲2016年至2020年回到2008年排放量的水準；中程目標爲2025年回到2000年排放量水準；長期目標爲2050年回到2000年排放量50%的水準。

參、英國經驗分享

英國是全球第一個以立法方式設定溫室氣體減量目標的國家，2008年英國制定的「氣候變遷法案」爲減少溫室氣體排放建立起具有法律約束的長期框架，2009年4月通過「碳預算」，開始推行包括能

源、產業、交通和住商等社會經濟各個層面的低碳方案。英國對於氣候變遷的因應態度與實際成果相當積極與有效，各項減量策略與管理政策之推動已成世界各國學習之標竿。在研習相關課程及參訪英國南極觀測站後，對氣候變遷以及英國在對抗暖化與氣候變遷所作的努力有更深入的認識。

一、參訪英國南極觀測站

英國南極觀測站（British Antarctic Survey）是世界領先的環境研究中心，主要從事英國於南極大陸及其周圍之研究，約有400個研究人員，在南極有3個分站，年度預算4,710萬英鎊。我們是第一個來自台灣的參觀團體。

（一）全球氣候變遷簡報

根據科學家研究的結果，全球溫度變化與二氧化碳的變化成正比的關連性，兩者關係

密不可分。地球60萬年以來，二氧化碳濃度均在220ppm至180ppm間消長，然而近200年二氧化碳濃度快速上升160ppm高達389ppm，上升原因無疑地應歸咎於人類大量使用地底石油，在2045年將達到600ppm。過去60萬年大氣溫度上升5度，但近200年大氣溫度已上升1.5度，二氧化碳在大氣中的變化與溫度的變化有著相同的高點及低點，二氧化碳濃度升高氣溫亦必然升高，因此二氧化碳的排放，對全球暖化有極重要的影響。二氧化碳排放量在1990年至2000年

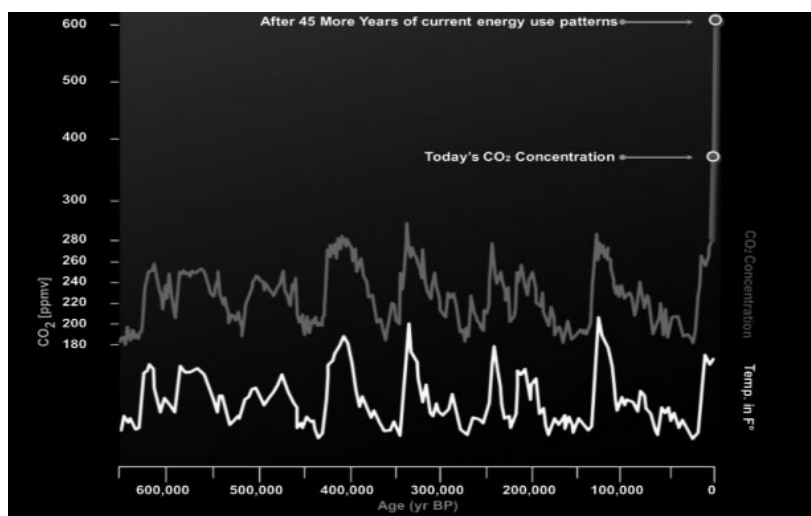
間，僅1%成長，但2000年至2008年間，成長率達到3.4%，如以全世界各國排放量來比較，英國排名第8，台灣排名第23。

全球溫度上升對地理環境有三項重大影響：極地冰原溶化、全球海平面上升、冰川溶化。科學家估計本世紀末海平面會上升1公尺，屆時對沿海城市居民生活產生重大衝擊，包括農作物損失、居民遷徙等。而海平面上升對全球各地所造成的影響並不相同，亞洲所受的影響，遠超過其他各洲。

科學家研究人類得以生存有賴於生物多樣性，其他生物提供各式各樣的食物及原料，以創造一個可延續的環境。但是20世紀以來，人類活動對生態環境造成破壞，讓生物多樣性迅速喪失中，目前生物的滅絕速度比以前快1000倍。而海水溫度若升高會造成生物的大量死亡，未來物種滅絕速度將更為加快，全球水資源雖變化不大，但分布結構的不平均，將使水循環作用更形劇烈，乾旱或洪水之情形將更為嚴重，以颱風為例，30年來其數量並未改變，但速度、規模卻產生變化，對環境破壞力更強。此外，最令科學家擔心的為極地冰層溶化，將造成甲烷大量釋出，甲烷是造成溫室氣體效應的元兇，其傷害更甚於二氧化碳對人類影響。

(二) 參觀南極冰柱保存情形

南極州大部分是兩千公尺以上的山地與高原，95%以



● 二氧化碳濃度與溫度的關係

上的面積為厚度極高的冰雪所覆蓋，其環境可做為全球氣候變遷的敏感指標。南極觀測站透過對南極冰層沉澱物之研究，進而探知地球過去60萬年二氧化碳與溫度的變化，說明了世界氣候變遷繫於全球二氧化碳之排放多寡。

研究人員在南極冰層地表下，以鑽掘機器採取直徑約6公分、長度2公尺的冰柱，包裝後以飛機運回英國南極觀測站加以剖析。分析冰柱裏水中氧同位素的含量，不同輕重的水分子含有不一樣同位素，海洋中水含量較重的同位素，需要更多能源才能把它揮發到空氣中，同位素的百分比可以像樹木年輪般去判斷，進而得知當時大氣的溫度；另外，冰柱中含有氣泡，由氣泡的密度，可分析得知二氧化碳的濃度。

南極觀測站鑽取的冰柱樣品，年代最久的可上溯約75



● 研究人員展示南極冰層地表下鑽取的冰柱樣品

萬年前，研究人員於參觀現場實際解說如何運用儀器來分析大氣殘留在冰層中之物質，進而探知地球過去60萬年二氧化碳與溫度的變化，並提供10萬年及4萬年冰柱及破碎切片，供學員觸摸體驗。

(三) 參觀南極淺水海域魚、蝦、無脊椎動物飼育情形

這些水生物原生存於南極淺灘區域，具有埋藏海砂躲避天敵的本性，對於水溫的變化極為敏感，習慣生活於 -0.2°C 水溫的環境中。從研究中發

現，一旦水溫偏高 2°C ，這些生物將喪失潛入砂中的能力，因此如果海水溫度持續受地球暖化影響提高 2°C ，這些生物100年後均將滅絕，生物學家對這些水生物在地球日趨暖化過程中如何生存衍替或進化，為觀察研究之主要課題。

在參觀英國南極觀測站過程中對其幾項標語深有感觸，解開過去之鎖 (Unlocking the past)、瞭解現在 (Understanding the present)、預測未來 (Predicting the future)、探索未知 (Exploring the

unknown)，針對過去、現在、未來與未知，均應以積極的態度勇於面對。全地球是一個能源與生態息息相關且相互影響的複雜系統，地理工程科學並不能解決所面臨的問題，我們必須認知全球暖化現象所帶來對生物多樣性及人類生存環境的嚴重衝擊，如何成功整合與氣候變遷相關的社會、經濟、政治、科學面向的問題，是人類未來面臨的極大挑戰。

二、能源政策

英國政府制定能源政策會

隨時代與環境變遷而調整，過去60年之能源政策演變歷程，在歷經政府集權、向市場靠攏等不同政策方向後，目前已進入政府與市場緊密相關的合夥時期，並在現行節能減碳趨勢下發展適宜的能源政策。

英國政府的能源政策面臨了諸多挑戰，包括減碳需要長時間的努力，加上技術複雜、成果難以預測、民眾不能即時感受、各國須密切合作且投入經費高昂等，皆使得執行不易，然而如果不採取行動，未來將面臨更大的危機。而因應

的作法包括制定改革方案，爭取民眾支持；建立嚴謹的政策評估機制，減少推動阻力；建立公正獨立的專家審查機制與客觀分析證據，作為推動依據；透過專責機關，全力推動執行。

英國政府兼顧環境保護與經濟發展下制訂合適的能源政策，其所提出的可行解決方案，值得我國在考量相關能源政策之參考。

三、交通運輸政策

由於生活發展與科技進步，運輸系統出現了革命性之發展，特別是近兩百年交通工具的演進，當動力交通工具問世並廣泛被使用後，人類活動的範圍大幅增加，全世界的生活步調由慢轉快。根據研究指出，全人類每年總旅行公里數快速的成長，在1950年約是3.56兆公里，到了2005年約38兆公里，成長了10倍之多。



● 南極淺水海域水生物飼育情形

因應旅運需求之增長，未來在發展高速運輸系統、改善交通壅塞之際，必須兼顧氣候變遷對交通發展之影響。交通運輸是僅次於能源及工業的第3大溫室氣體排放來源，因此，要有效減量必須減少運輸工具之碳排放量。減量與每人每公里之能源耗用有關，透過技術改良，促成車輛性能的提升、轉移大型耗能車輛之使用、發展公共運輸工具，對於節能均有幫助。此外，替代能源是交通發展的另一個重點，可由體積重量比的特性，與現有燃油系統之相容度、燃料處理的方便性、燃料成本、能源依賴程度、供給的安全性以及對環境衝擊等準則來進行評估。

由能源使用結構可以得知，溫室氣體排放問題不會消失，因此包括節能設備、替代能源、新生活形態與更有效率的使用管理等，均會是目前至未來主流的關注議題，溫室氣



● 上課教室就是綠建築

體之減量成效，最終還是取決於我們的決心與實踐。政府及產業界應作具前瞻性的規劃，結合各種政策措施來改變用路人以及產業對於新交通工具屬性的選擇，並以節能減碳為目標，進行各種政策策略之研訂，並採取適當行動加以落實。

四、電動車發展

石化燃料燃燒產生的二氧化碳造成全球溫室效應，運輸工具的能量來源有98%以上是石化燃料，而且不論是已開發或開發中國家，汽車都是主

要使用者。要減少石化燃料的使用，在運輸方面的選擇，包括汽車減量、減少旅程、更好的公共運輸、增加燃料的使用效率、尋找替代能源等。

電動車具有二氧化碳低排放、低噪音之優點。政府在運輸方面提倡電動車之使用是用來減少二氧化碳排放的理想方法，亦可降低國家對外來能源的依賴程度。為有效推動電動車，提高續航力、廣設充電站與提升充電效率，是必須解決的問題。有關續航力技術及電池容量，英國預計2年內可研

發出200哩之產品，4年內有300哩之產品。目前家用充電系統必須花費8至12小時始能充滿電，很不方便，未來應有街道型快速充電站，可在15分鐘內充滿80%電力，惟該設備相當昂貴，可能僅設置在高速公路之服務站內。另外，建立一套有效的充電付費資訊系統，結合自動轉帳等機制，亦是必須處理的問題。

推行電動車普及化已成爲世界主要國家用來降低交通運輸二氧化碳之策略性作法。我國於電動車發展亦已有很大進展，建議政府可積極扶持電動車相關產業之發展，以利搶得先機及競爭有利位置。

肆、心得與建議

本次赴英國劍橋大學短期研習，一系列的研習課程，參訪英國南極觀測站等，增進了個人對氣候變遷危機的瞭解，

對於節能減碳亦有更多的體認。英國節能減碳之措施於生活中隨處可見，例如我們上課的大樓就是綠建築，室內引進自然光，上課不需要開燈，在公共走道上全面安裝自動偵測省電燈具；劍橋街上車很少，多以步行或自行車代步；在街上設置有電動車充電站等等。

根據講座前世界銀行首席經濟官Nicholas Stern的評估，如果世界各國現在即採取措施將二氧化碳排放努力控制在550ppm以下，則未來僅需花費1%全球GDP的代價，如不採取措施抑制二氧化碳排放，在2050年因氣候變遷所付出的代價爲全球GDP之20%。因此，氣候變遷是世界各國必須共同面對的挑戰，抑制二氧化碳排放不應只是國際間需遵守的規範，亦是全球各國必須共同承擔的責任，在追求經濟成長的同時，也要能兼顧地球永續的發展。如何找到好

的政策讓地球生存下去，當政者必須重視。在追求經濟發展的過程中，勿忽視或犧牲了環境利益。爲了自己與子孫們的未來生存，每個人都應付諸行動，尤其身爲公務員的我們，更應響應政府的節能減碳政策，從工作及日常生活中作起，從小細節改變，像是隨手關燈、關水、多走路及騎鐵馬，少開車及騎機車、減少垃圾的產生、環境維護及資源的再利用等等，來減少能源及資源的過度浪費，進而達到減少二氧化碳排放，使地球更能夠永續使用。

此次有幸能前往英國劍橋大學研習2週，藉此機會吸收新知與拓展視野，獲益良多。在與同學互動的過程中，彼此分享自己的工作經歷與生活經驗，亦給予很多寶貴的啓發。未來將多關心國際事務期使自己更具國際觀，能以更爲宏觀的思維處理公務。❖