

## 恒管傑人講座系列

### 談人類社會的永續發展

李遠哲

2015/4/21

今天能夠在恒生管理學院為大家做一個恒管傑人講座，我覺得非常欣慰。前一陣子看到貴校校長何順文博士談起私立大學辦學的“彈性”與“自由度”能夠擺脫一些制式的競爭，確實有它優點，這觀點我完全同意。在一個民主多元化的社會裡，我們有足夠的空間讓每一個學院都成為最好的，培養的學生也是最好的。這次到貴校來，除了感謝貴校的邀請外，我的前中央研究院的同事，也是網球社的球友，袁國華教授，細心安排了我的行程，也在此表示感謝。

今年，2015年，也許是人類歷史上最關鍵的一年，人類社會在地球上的過度開發使我們的地球超載了。人口的暴增，人均消耗的增加，能源使用的方式，以及財富分配的不均，使我們在世代交接上面臨很大的問題。我們必需急速改變我們在地球上的發展模式，照以前的發展模式行禮如儀是行不通的。今年年底在巴黎將召開一個重要的國際會議——第21屆聯合國氣候變遷大會(21st Session of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention for Climate Change, 也稱 COP21)，如果在這個會議裡我們還是沒能得到共識，共同急速減碳，人類的未來將會是非常暗淡的。讓我們先從人類歷史發展來討論這件事。

宇宙大爆炸後，經過了約95億年才形成太陽系，而太陽系形成後到現在，也經過了45億年。在太陽系形成後不久，由於地球所處的特殊位置而有了生命現象的發生，經過光合作用，物質的循環在地球表面也開始了。另一個有趣的事是地球繞行太陽的軌道並非圓形而是橢圓形，也受到其他星球的影響。而地球自轉與公轉(繞太陽運行)的軸心並非與黃道面垂直，而是傾斜了一個角度，這幾種因素造成太陽對地球能量的輸送產生週期性的改變。從過去歷史的氣溫狀況來看，大概每10萬年左右會進入一個冰河期，而目前我們正在地球溫度較高的時段，也看到氣溫正在快速上升中。有人或許會問，氣溫上升後就會進入冰

河期，屆時氣溫不就會下降了？但是一個冰河期到下一個冰河期要經過很長的時間，地球週期性的冷卻可能是幾千年或一萬多年前的事，但我們目前遭遇到的地球暖化可能帶來的嚴重災害卻在四、五十年後就會發生的，所以我們無法等到地球自然冷卻，而且過往自然的變化周期也將因為人類的活動而發生很大的變化。

人類的祖先從人猿進化到人類也不過是 200 萬年左右的事，而人類的活動在那時也是大自然的一小部份，即使到了 1 萬年前開始了農業時代，人類活動對於大自然開始有些影響，但影響也不大。農業時代的人類活動，不論是食衣住行，大概都是大自然，也就是陽光，所供應的，所需要的能源，也是來自於陽光。250 年前，在歐洲發生了「工業革命」，人類活動所需要的能源的來源，有了很大的變化，蒸氣機、紡織機所需要的能源，慢慢地變成由地底下所挖出來的化石燃料(煤、石油、天然氣等)所供應，自此之後，人類的生活脫離了太陽，脫離了大自然。在 1850 年，居住在美國的人類所使用的能源，9.3% 來自於地底挖出來的化石燃料，而燃燒木材還佔了 90.7%，但短短的一百年，我們可以看到在 1955 年時，燃燒木材僅佔 2.6%，而化石燃料則上升到 93.7%。在這 100 年間，其實就是人類慢慢脫離大自然，脫離太陽，依靠地底蘊藏的化石燃料來發展社會的時期。隨著科技的進步，我們利用了化石燃料來創造物質，提升了醫藥水準，改善了人類的生活，提高人類壽命，也讓人口快速增長。在 20 世紀初，全球人口也不過 15 億人，到 20 世紀結束時就已經成長到了 60 億人。以目前的生活方式，需要 1.5 個地球才能滿足 68 億人的生活。而今年全球人口已突破了 72 億人。如果所有的人都要以美國人的生活方式來發展，則需要 5.4 個地球才有辦法，這當然是不可能的事。不過，過去不論是日本、台灣、還是現在的中國大陸，大家還是以追求美國的發展模式來發展自己國家的經濟，從目前的角度來看，這將會行不通的。進入 20 世紀以後，透過大量生產，物品變的更便宜，讓人們更容易消費，例如目前的許多電子產品，生命週期都很短，像是 iPhone、iPad，每隔不到一年就推出新產品，於是鼓勵了人們為了更新而消費，製造了許多廢棄物，產生了許多污染。

聯合國預測，到 2050 年全球人口將增加至 95 億，也由於開發中國家飲食的改善，肉類消耗增加，使得農作物的產量需求將提高 80% 至 100%。有些科學家認為這個問題可以藉由基因改造工程來達到，但許多環境變遷的專家卻不認

同，因為氣候變遷的緣故，極端天氣事件反而會讓農作物的產量減少。我們現在看到的這些現象，包括人口太多、消耗太多、環境污染多到地球無法承受，人類走到現在，其實存在很大的困境。而這些現象的惡化，也不過就是在這 50 年來發生的事情。不論是溫室氣體的快速增加、沿海地層下陷、洪災發生頻率的增加，都看到非常明顯的惡化。

我先從溫室效應開始談起。過去 1 萬年，地球的氣溫都維持在一個很穩定的狀態，即使將時間拉近到兩百多年前工業革命開始之前，也都是如此。工業革命後，尤其是最近的 50 年間，地球的氣溫上升得非常快速，十年前有人認為這不是溫室氣體造成的，但是最近從事環境研究的專家來看，超過 98% 的專家都認為，這是人為活動排放的溫室氣體所造成。地球接受太陽輻射所帶來的能量，經由紅外線的形式將地球吸收的熱量散到外太空去。一定濃度的溫室氣體是扮演在地球散熱時將紅外線阻擋下來的功能，藉以保持地球的人類適合居住的恆溫狀態，不至於過度的寒冷。大氣中如果沒有溫室氣體，我們地表的溫度將會是  $-15^{\circ}\text{C}$ 。但現在溫室氣體大量增加讓熱量過度留存在地球，所以造成氣溫逐漸上升的現象。

聯合國跨政府氣候變遷專家小組(IPCC)在 2007 年的第四次評估報告指出，地球大氣層中的二氧化碳濃度不應超過 450 ppm，而那時地球大氣層中二氧化碳的濃度是 390ppm，且每年以 2 ppm 的速度增加中，也就是 30 年後就會達到這個臨界點，最近是已超過了 400ppm，而 450ppm 也代表屆時地球平均氣溫比工業革命前高出  $2^{\circ}\text{C}$  的機會將會有 50%。從 2007 年到現在又經過了 7 年多了，去年的第五次 IPCC 的報告更進一步驗證了氣溫逐漸上升確實是人為的因素。去年全球氣溫又破了紀錄，人類所做的努力仍很不足，很多科學家都認為這  $2^{\circ}\text{C}$  的目標可能是做不到了。

有許多人也許不認為升高  $2^{\circ}\text{C}$  有什麼問題，但就像人一樣，從  $36.5^{\circ}\text{C}$  的正常體溫升高  $2^{\circ}\text{C}$  到  $38.5^{\circ}\text{C}$ ，許多人就會覺得不舒服要躺在床上休息一樣，如果地球溫度也上升  $2^{\circ}\text{C}$ ，缺水人口將達 20 億，20%~30% 的物種將瀕臨絕滅。氣候變遷的衝擊已經在全球各地發生，舉例來說，過去 50 年來，各地發生嚴重洪災的次數都有很明顯的增加，過去以為安全的澳洲，在 2011 年也面臨非常嚴重的洪水災害，2009 年台灣的莫拉克風災，在短短 48 小時內，降下了 2.3 公尺的雨量，造成相當嚴重的後果，2013 年菲律賓的海燕颱風帶走了約 6000 個寶貴的生命。

目前國際科學理事會就是希望在未來 10 年結合科學家的力量，對未來氣候變遷所帶來的衝擊進行更明確的預測。

若要談影響人類存亡的因素，除了剛剛提到的氣候變遷之外，另一個關鍵就是物種消失的問題。許多人可能都不知道，大自然替人類製造的財富，大約是 2 倍人類所創造的 GDP。我們的糧食有三分之一要靠花粉授精才能生產出來，所以如果蜜蜂、蝴蝶消失了，我們的糧食會出現很嚴重的問題。所以如果熱帶雨林、農地、濕地繼續消失，人類從地球上消失的可能性就非常大了。我們今天應該要覺醒，今日的人類社會已經過度開發，過度使用資源、造成環境極大的汙染。過去我們把國家分成已開發國家與開發中國家，從這個角度來看，這些已開發國家應該叫做過度開發國家。例如剛才我曾提過的全球如果都以美國人的生活方式來過活，就需要 5.4 個地球，不是正代表了美國是個過度開發的國家？事實上日本、韓國、新加坡、台灣、香港也都已過度開發，雖然我們工業化的程度還落後美國，但台灣人民生活的浪費方式已經與美國人無異。

許多人談永續發展 (Sustainable Development)，但其實是著重在發展兩字，以為永續就是在發展的過程中進行微調，做一些再生能源，節能的努力就可以了。但這不是如此單純的事，應該思考我們的經濟發展模式是否應該要朝美國的方式來進行，以無限制的消費來發展經濟，在僅有的一個地球下，這應該是行不通的。我們擔心的是，即使地球的資源還沒被我們消耗殆盡，但人類可能已先消失了。要維持過度耗費能源與物質的生活方式，還是回歸人與自然和諧共生的關係，就待我們深思了。人類的未來該怎麼走下去，以永續發展的觀點，決不是在既有的發展路徑上做出些微的調整而已，必須要進行整個社會的轉變，要走向低碳社會。所謂的低碳生活、低碳經濟就是大量減少使用化石燃料，所以我認為永續的觀點，就是回歸太陽懷抱(Back to Sunshine)，我們現在談的綠色能源不論是太陽能或風能，都是來自於太陽。太陽就是一個核融合的“發電廠”，1 小時供給地球表面的能量就足以提供人類 1 年生活所需。

另一個方向在於我們現在的消費都強調個人消費的模式，例如早期看電影是去電影院，幾百人或上千人一起看，但現在許多人都是在家一個人自己看電影，這就是造就個人消耗愈來愈大的例子，因此科技的創新應該也要從社區的發展來思考，而不是一昧的從個人的發展來考慮。過去的老祖先，依靠著陽光與四季變化來生活，社會的轉變也應該要積極地去學習過去文化中的智慧。當

然另一個重要的事情是，大家一定要趕緊坐下來討論，該如何來改變整個社會，但絕對不是讓未開發國家仿照美國目前的生活型態來發展，而是以一個低碳、低資源消耗的方式來提升生活。因此，一個回歸簡單與自然共存的生活方式，大概就是我們社會整體轉變的一個大方向。

我們要一個轉變的社會，是要達到一個永續發展的社會，這其中除了經濟的發展之外，還要保護環境，降低貧窮。以目前一碰到經濟蕭條，就開始不斷的鼓勵消費，如果地球是無限的，也許這個方式可行，但我們也都了解地球資源的有限性，這樣的方式是不是妥當，有待深思。兩年前里約熱內盧大會中，大家都有個共識，就是要建立一個公平、正義的社會，否則人類未來的發展將不可能平順。所以今天我在這裡與各位所談的內容，並不是要反工業、反商業、回歸原始的生活，而是希望觸發各位思考，如何以現有的科學與技術來改變我們的社會，以更少的能源、更少的資源來改善我們的生活，讓我們的生活更豐富。舉電冰箱的例子來說，現在的冰箱較 15 年前的冰箱可能省電達到不止 10 倍，以我家最近剛換的一個冰箱，一年只要消耗 350 度電，一天平均不到一度電。一個人維持基礎體溫大概只需要 100 瓦特的能量，但從化石燃料的使用可看出美國現在平均一個人要消耗 10 千瓦特的能量，而台灣每人平均也要 6 千瓦特，我們可以思考，是不是真的需要用到這麼多的能量。

談到永續能源的三贏就是增強經濟競爭力，也就是提高對能源的使用效率，另外兩個層面是減碳與創造就業機會。以減碳來說，台灣人均二氧化碳排放為 1 年 12 公噸，美國大約是 20 公噸。但發展再生能源來說，以太陽能為例，美國每人可分配到的陽光是台灣的 20 倍，澳大利亞更是台灣的 200 倍，所以我們的減碳如果僅靠自身發展的再生能源是不可能的。如果台灣還是維持這樣高密度的人口，未來還是有能源輸入的問題，所以台灣的能源政策應該提早進行相關的規劃。

另外談到生態系統服務(Ecosystem Service)的三贏，第一個面向是維持生態系統服務對經濟的貢獻，這代表不要為了眼前的經濟發展而破壞生態系統長遠為經濟發展所做出的貢獻。第二與第三個面向則是維護生態系統的健康與增加在地居民的收入。這其中也可以思考，如果我們要依賴太陽來生活，過去往都市集中的這種生活型態可能就走不通了。

最近幾年來，「綠色經濟」被談論了許多，綠色經濟的原則及路徑圖 (Roadmap)，以及世界各地綠色經濟的模範政策與工具，都值得我們參考並塑造自己的策略。最近談到台灣農產品的自足率僅有 28%，也就是 72% 要靠進口，過去在美國開會，常會聽到美國人來謝謝台灣，因為台灣是除了美國之外，人均美國農產品消費最高的國家。看到非洲常常有飢荒發生，台灣的農地不斷地休耕領政府補助金，這其中的矛盾也值得思考。韓國在 2008 年後制定了「綠色成長」計劃，期望藉由此計畫，從面對環境變遷、能源短缺、與經濟蕭條三重挑戰中，成為全球綠能環保科技領導者。事實上，這也是許多國家在追求競爭力上所採用的策略，但我卻憂心，綠色成長只怕是成長遠大於綠色。

從外太空看地球，只看的到五大洲、三大洋，但如果我們身處地球就了解整個地球劃分了許多不同國家的疆界。目前全球各項事務，都是以主權國家為單位來進行的，於是不免牽涉到國家間的利益保護，很難用全球性的角度來思考。但我們也了解，以再生能源的開發與應用來說，就必須要進行全球性的優化配置，某些區域適合進行太陽能發電，某些區域適合風力發電，再一起整合在全球性的電網上。

全球每年的國防預算大約在 1.5 兆美元之譜，但過去的敵人是從其他國家來的，所以需要買武器來抵抗敵人，但慢慢地，我們的敵人其實就是自己，未來的敵人不不論是氣候變遷或是生態系統的退化，都要靠我們全球人民的共同改變才能解決。