

# 永續之前 明天之後

林俊興

祐生研究基金會董事長



## 一、前言

全球暖化造成極區融冰，使得大量淡冰注入海水，減緩溫鹽環流速度，進而引發頻繁的暴烈化災難、生態疫病漫延、人文社會崩解。從近來全球各地陸續傳出超尺度複合型災難的慘痛經驗來看，若我們仍沉緬過往陳舊思維所建構的永續願景，勢必無法減緩人類大量滅絕的腳步。

## 二、IPCC報告的侷限性

各國政府、民間組織對於永續的背景認知，主要根基於「政府間氣候變遷專門委員會」（IPCC）的報告。我們在做進一步討論前，有必要對IPCC報告的形塑過程，做概略性說明。IPCC是由世界氣象組織以及聯合國環境規劃署共同創建，主要為提供氣候變遷的權威性國際聲明。IPCC定期發表氣候變遷的起因、影響以及可能對策的評估報告。是目前在此議題領域，最全面、最新的報告，並作為全球學術界、政府以及工業界有關氣候變遷的參考標準。IPCC最近的一次報告，也就是第四次評估報告（AR4）的內容，包括三個主卷：「氣候變遷2007—自然科學基礎」、「氣候變遷2007—影響、適應和脆弱性」、「氣候變遷2007—減緩氣候變遷」。事實上，IPCC並不從事新的研究，只運用氣候變遷在科學、技術以及社會經濟方面的現有文獻，做政府政策的評估。

依據IPCC最新報告推論，過去已排放與未來人類將排放的二氧化碳，將持續影響氣溫與海平面上升超過千年。未來二十年全球暖化速度，約每十年 $0.2^{\circ}\text{C}$ ；2090年至2099年相較於1980年至1999年，全球平均暖化幅度約為 $1.8^{\circ}\text{C}$ 至 $4.0^{\circ}\text{C}$ 。降雨型態與

分佈會有明顯改變，豪大雨、洪水、長期乾旱，甚至聖嬰現象都可能更強、更頻繁。

這份報告最大的問題，第一個就是時間點的預估，預期2099年才有 $1.8^{\circ}\text{C}$ 至 $4.0^{\circ}\text{C}$ 的暖化幅度；第二個就是認為透過人類節制二氧化碳的排放，就可以減緩全球暖化的速度。這樣的報告內容，顯然無法解釋目前已經發生的暴烈化災難，主要的原因就是IPCC只強調人類節制與不節制的差別，未能完整考量自然對氣候變遷的影響。換句話說，IPCC報告只是自我設限的典型學術報告。

有鑒於IPCC缺乏可靠的氣候異變模型，無法解釋已發生的現象，我們被迫採取因應作為，從2004年起，正式集合學有專精的學者，召開一系列的研討會議，針對氣候異變議題做深入探討。最初的氣溫升降推估模型是在2005年1月1日成型。其後，陸續召開潛鋒特組會議、氣候異變肇因討論會議、恩梯特組會議、薩翼特組會議，搜集相關事證，以驗證模型的可靠度，並比對已發生現象，進而提出可行的因應策略。

## 三、祐生氣候異變模型

### 3-1 地球原貌

地球是從一個火球凝塑而成的。首先出現的是岩漠，然後經由風化作用變成沙漠。風化作用的主因是大氣充滿高濃度的二氧化碳，造成高溫，使得大氣動能非常高，劇烈的飛沙走石研磨岩石，才會磨出那麼多粉末。可以肯定的是，當時沒有任何的生物能夠附著於此，這才是地球的原貌。

### 3-2 因藻類出現，大氣二氧化碳濃度下降、氧濃度上升

當原始單細胞生物開始利用熱源，或其他的能源形式進行演化，到偶然的將葉綠體納為細胞胞器，進而演化為藻類，藉由陽光的光能行光合作用，將高濃度二氧化碳充當資源，取碳而排出氧，改變了原始地球的大氣成分，使二氧化碳濃度下降，氧氣濃度漸次上升。

### 3-3 大氣氧濃度上升

當藻類不斷的隨時間演化，由單細胞到多細胞，到出現原始植物，會加大光合作用的立體縱深，使氧氣濃度愈來愈高，支持耗氧生物的繁衍，演化為動物，形成消耗氧氣，啃食植物取碳水化合物，排二氧化碳。

### 3-4 大氣二氧化碳濃度下降

此外氧到了高空後，受到紫外線的破壞，會形成臭氧層，使得紫外線到達地表的強度大幅下降，讓動植物可以脫離水域向陸地繁殖，也由於陸地上的陽光少了水層的阻障，只要植物可以加大光合作用的立體空間，它占有的優勢就更明顯，所以造成植物演化為高大的喬木，而動物也伴隨演化為樹棲型態。

### 3-5 氣溫下降

隨著植物的爭陽光，立體縱深愈來愈高，森林涵蓋的水分也愈來愈多，改變了局部氣候，再靠著地形雨、季節風向，內陸開始降雨，導引著森林向內陸進發，壓縮沙漠面積，使森林面積愈來愈大，氧氣的總量上升，二氧化碳的總量下降，使大氣溫度大幅下降。

### 3-6 氣溫升降的十萬年週期

到了最近的四十、五十萬年，形成規律性的升降。從南極冰蕊的資料可以看出，地球溫度略呈十

萬年週期的反覆升降現象，因此在談論人為二氧化碳濃度排放，如何影響氣候異變或全球升溫現象之前，應先解開這十萬年週期的反覆升降現象，才可以知道人為占的比重，與未來人可以做什麼？

### 3-7 氣溫升降推估模型

氣溫低點即為冰河期，此時天氣冷、氣候穩定，因植物佔優勢，故動物少且分布範圍小。天氣寒冷使得兩極冰帽增大，導致海平面下降與地表質量位移，進而引起地球自轉軸與磁場改變。也因為地表質量位移，引發板塊運動與火山爆發，導致二氧化碳濃度上升，氣溫因而反轉回升。

回溫過程中，動物快速繁殖，植物遭到動物啃食。因動物繁殖快，二氧化碳快速升高。接著氣溫上升，形成兩極融冰、海水增加，地表質量向赤道位移，只要質量移動過大，地殼就會呈現不安定的現象，板塊運動、火山爆發反覆進行，大片的寒帶林被燃燒毀損，提高大氣中的二氧化碳濃度，使整個地球的溫度不斷攀升。

上升的二氧化碳濃度引發高溫。升溫過程會造成氣候暴烈化，使得颱風、地震、火山爆發頻傳，造成動植物的大量死亡（不過植物可以留下種子），這就是氣候暴烈化後，沙漠化的過程。直到植物留下的種子，等候適當的條件再發芽後，二氧化碳濃度降低，氣溫才能反轉下降。

當適當的條件出現，森林就會再度長回來，可是動物在絕種後，只能靠移入而無法快速增加，此時植物將取得生存優勢。但是植物生長慢，所以二氧化碳濃度下降也是緩慢的，氣溫也呈現緩降現象。在緩降的過程中，每一次的小幅震盪，都會產生動植物間的消長關係。隨著植物逐漸增加，氣溫持續下降回到冰河期，兩極冰帽加大，地球質量再度位移。

因此，我們得到異於IPCC的結論。我們認為地球氣溫與大氣二氧化碳濃度反覆升降的理由，是因為地球的物理現象以及動植物間消長的結果。當植物居於劣勢，二氧化



圖 1 召開潛鋒會議



圖 2 召開氣候異變肇因討論會議

碳濃度就會上升，反之二氧化碳濃度則下降。造成近百萬年中，規律的十萬年週期變動，其主因就是大喬木的演化。

### 3-8 模型的微小例外

但是此一模型有微小例外。我們發現在最近一次地球回溫的過程中，約從一萬年前開始出現小幅度的震盪，不像過去幾次升降的過程，都是直接陡升後便快速反轉。這考驗著模型是否可以有效的解釋。根據我們的推估，兩河流域的農業文明大約發生在八千年前，所以我們可以合理的假設，這一萬年左右的小幅震盪，就是人類從事農業活動所造成的。

這個微小例外恰足以顯示人類異於動物之處。當早期人類採用火耕，並以木材為燃料，二氧化碳濃度就會上升；可是在約一萬年前，農業文明時期的人類已學會種植作物並以木材為建材。由於人類明顯異於動物的行為，產生固化二氧化碳濃度的效果。所以人類在無意識的情況下，讓二氧化碳濃度保持約一萬年的小幅震盪，直到最近的工業文明出現。

最近一百多年，原本平穩的二氧化碳濃度開始陡升，溫度也超越過去小幅震盪區間轉而向上攀升，這指向全球的工業化與都市化正是打破平穩氣候的主要原因。工業文明下的人類，不僅啃食古代森林碳化後的化石能源，還砍伐林木利用，廢棄後再予以燃燒，這等於同時耗用過去與現在的碳，加上晚近不再以木材為主要建材，因而促使二氧化碳濃度快速上升，農業文明維持的小幅震盪因而被突破。

### 3-9 依模型推估未來異變氣候

我們依據模型，推估未來異變氣候。以全球的角度而言，隨著二氧化碳濃度升高，回歸沙漠化地區將擴大。擴大過程中，沙漠邊緣將呈現氣候暴烈化，暴烈化區域災變頻傳。以台灣的角度而言，台灣因位處南洋熱帶雨林東北側，夏季西南季風帶來水氣，且尚有大面積植被、夏季能發揮強大的蒸散作用，控制夏季高溫與涵養水源，故在全球升溫

過程中，我們認為台灣氣候將呈現較溫和的南陽化現象。在南陽化的現象下，颱風的頻率與規模將縮小、氣候呈現熱帶化、明顯的旱季與雨季、動植物相的改變、熱帶疾病的北移、都市化地區局部沙漠化、生活作息將被迫改變。

至於IPCC所關注的人文現象，尤其工業文明之後的人類行為，據此模型，只是將農業文明時期的穩碳平衡打破，重新走向上升的趨向。如果無法確切掌握自然的法則，未來勢必回歸自然演化的情境：氣候暴烈化，沙漠化擴大，直到滅絕發生，動植物大量死亡後，才能走過氣溫高點，進入氣溫緩降，直到另一個冰河期出現，植被重獲優勢，而人類就是這波被淘汰的動物了！為了圖存，我們必要更瞭解這可能現象的運行機制。

## 四、全球全面暖化

### 4-1 2010年中前氣溫尚未陡升的推估

2010年中前氣溫尚未陡升的原因，主要是自然的調溫機制尚能發揮作用。調溫機制主要有三個：（1）天氣系統：低緯度的颱風、氣旋等天氣系統，將低緯度多餘的熱量往高緯度傳送，亦經由高緯度的高壓、寒潮等天氣系統，將冷空氣往中、低緯度輸送，過程中進行能量與熱量轉換，藉此回復整個大氣原先準平衡的狀態。（2）溫鹽環流：藉由洋流的流動將低緯度的熱量往高緯度傳送。其中，繞經北大西洋的溫鹽環流，使得歐洲較其他同緯度地區，溫度高 $10^{\circ}\text{C}$ 以上，這也是促成西方文明可以發展的主要原因。（3）極地融冰：藉由與融冰與氣旋交換能量的過程，將極區冷空氣往中、低緯度輸送。

### 4-2 2010年中後將是全球全面暖化的開始

我們認為2010年中後將是全球全面暖化的開始。主要的論證是：（1）極區融冰導致溫鹽環流減緩：當融冰注入海洋，沖淡海水鹽分並降低海溫，使受鹽濃度與水溫度影響的溫鹽環流趨緩。經過計算，如果沒有海洋環流，歐亞大陸北部冬季將下降 $6^{\circ}\text{C}$ 至 $12^{\circ}\text{C}$ 。（2）溫鹽環流減緩導致歐洲冬天

降溫：北海最大可達約降溫 $10^{\circ}\text{C}$ 。我們進一步比對北大西洋海溫變化，2006年10月英國週邊海域，海水均溫約為 $17^{\circ}\text{C}$ ；2010年10月海水均溫約為 $2^{\circ}\text{C}$ 。所以，我們從北大西洋的海溫變化以及北半球的急凍，可以推估調溫機制已經失去作用，全球全面暖化開始啟動。依據十萬年週期的軌跡，我們預估地球氣溫至少要上升 $4.3^{\circ}\text{C}$ 才能獲得滿足。尤其，自2010年中後全面暖化開始，氣候暴烈化將成常態，極端災難將會更多。

### 4-3 比對歷史經驗持續的暴烈化將造成沙漠化

為了辨識氣候異變對人類族群存續的影響，我們試著找出相對的歷史經驗，檢索非洲古植被的變化。就古埃及的歷史經驗而言，第一次沙漠化發生在距今約六千年前，由於撒哈拉地區日益乾燥，引發人群往東，移往尼羅河兩側，促成埃及文明的興起。第二次沙漠化則是發生在距今約四千兩百年前，此次沙漠化，改變定期氾濫帶來肥沃黑土的尼羅河谷地，氣候乾燥與水量減少，引發飢荒，導致古王國崩潰。

為了進一步澄清災難的類型，我們接著探究沙漠化的災難—埃及十災，並將其與全球災難做比對。為何會發生十災？相關文獻記載與前人研究，不外乎有「聖嬰現象、火山爆發、尼羅河氾濫、宗教信仰」等四種原因，但經過我們長期間思索與探討後，我們提出「沙漠化」才是誘導十災發生的主要原因。我們發現，災難的發生是有系統的、有先後順序的。首先，它會起源於環境破壞；之後，造成生態失調；緊接著，導致傳染病發生並衍生自然災害；最後，危及到人類的生命安全。

以目前整個大環境來看，我們面臨的環境變

動，較以往更為劇烈，所以我們認為，現在正在發生的氣候暴烈化、沙漠化，對於生態乃至人文社會的破壞，在大部分區塊都將造成遠超乎人類有文字記載的歷史紀錄。

## 五、人類的屈服與自然的反撲

### 5-1 人類的屈服與自然的反撲

人類嘗試用永續回應環境壓力，但是現階段的永續，只是描述人類屈服於自然法則的過程。從歐洲國家對於永續的操作經驗與結果來看，現階段的永續，並無法回應自然的挑戰，自然並沒有因此而憐憫，反而以各強烈的反撲做為回應。

### 5-2 因應策略

依我們的看法，不同的時期，應該有不同的因應策略。在氣溫上升的過程中，應該著重於防災；後續的策略，則是創造新的水平震盪期，保持二氧化碳穩態。易言之，在氣溫上升的過程要採取調適的策略，其後才是以永續策略接續，建構新的水平震盪期。

我們預估，要穿過氣候異變，到達新的水平震盪期，約需二十五年；而新的水平震盪期可以維持多久，則有待進一步確認。雖然我們期待透過人為的努力，可以建構新的水平震盪期，延續人類族群的生機。但畢竟背離自然規律，所以我們必須進一步省思未來人類再進化的可能途徑。

### 5-3 運用模型分析國家氣候風險

為評估全球暖化過程中，各國的氣候風險，我們運用模型，建構指標，長期進行評估。採用的指標包括：（1）國家抗災指標：檢測各國的救災能力與所承受的環境負載力。（2）溫度梯度指標：檢測各國的極端天氣暴烈化程度與生命成長環境的適宜度。（3）植被指標：檢測各國的環境穩定度、生態多樣性、生物資源豐富度。（4）極端氣候事件指標：檢測各國的氣候暴烈程度與頻率。（5）地震指標：檢測各國因為氣候異變干擾板塊運動，所造成地質能量釋放的威脅潛勢。



圖 3 召開恩梯特組會議



圖 4 召開薩翼特組會議

令人可以比較安心的是，台灣在我們所做的國家氣候風險評估中，在一百九十六個國家中，排名第七十六名，占全球總人口數前百分之十的人口內，若再努力或許我們災難會更少一些。

## 七、永續的面向與關鍵的疏漏

### 7-1 永續的面向與關鍵的疏漏

目前大家對於永續的認知，主要含蓋社會、經濟、環境三個面向，再從三個面向衍伸相關議題。政府在著手擬定永續發展基本法的時候，把三個面向分開陳述。但無論從哪個角度來看，它都是三個孤立的面向，要從孤立的面向往上堆砌，並不容易看出要怎麼樣才能達到永續。因此，我們對於這個非常重要的基本法十分關注。在參與過程中，提出修改建議，將循環概念加入，使之更完備。

### 7-2 循環的概念

為什麼循環是永續的重要概念？因為自然結構中充滿各式各樣的循環體系，從無生命到有生命的範疇，幾乎沒有例外，所以才會有人說自然系統中沒有垃圾、廢物。可是當人類的自主行為少了循環概念，開始製造垃圾，就讓我們在自然界中顯得不自然。這樣的不自然在過去一段時間被視為人定勝天，甚至被擴張解讀為人可以宰制自然，但很快就證明人類不可能超越自然，必須順應自然。

## 八、永續的重新定義與我們現階段的努力

### 8-1 永續的重新定義

永續的定義不能停滯在目前這個階段，必須更貼近自然結構，換句話說，就是自然的特徵—循環，必須更落實在永續結構中並發揮主導作用，所以我們才會特別強調要建構循環型的社會、循環型的經濟。而循環型的社會，可以讓社會結構的輸入、輸出，逐漸形成封閉的循環系統；循環型的經濟，則可以讓經濟體本

身在輸入、輸出過程可以配合社會的循環系統。

當社會跟經濟都趨向可封閉的循環系統，人類跟自然的關係就會越來越和諧，關係也會越來越淡泊。不過，在淡泊的關係中，還有一個沒有辦法全然中斷的關係，就是人作為動物的一支，不可能在短期內去除異營性結構，無論如何建構封閉系統，還是要找生物跟我們建立共生關係。這些生物中最底層的就是微生物，或是可食用的綠色植被，這些物種在濕地生物中，占有絕大比例。

有人認為濕地的生產力非常高，會特別強調如何善用濕地。但我們不會如此自信，反而擔心暴烈化的氣候會讓濕地保全相對困難，因為濕地如此重要又脆弱，若被暴烈化氣候摧毀越多，則殘存的濕地就越加重要，尤其對人類而言，濕地物種在循環中扮演不可或缺的角色，其重要性就可想而知了！

### 8-2 我們現階段的努力

為了因應氣候異變，我們以國家永續發展及氣候變遷調適政策綱領的完備為重心，積極協助政府擬定相關的策略、行動計劃：（1）國家永續發展政策綱領，主要面向包括：永續的環境：大氣、水、土地、海洋、生物多樣性、環境管理。永續的社會：人口與健康、居住環境、社會福利、文化多樣性、災害防救。永續的經濟：經濟發展、產業發展、交通發展、永續能源、資源再利用。執行的機制：教育、科技發展、資訊化社會、公眾參與、政府再造、國際合作。（2）氣候變遷調適政策綱領，主要面向包括：災害調適策略、水資源管理調適策略、維生基礎設施調適策略、能源供給與產業經濟調適策略、海岸土地保護調適策略、農業生產與生物多樣性調適策略、健康調適策略、土地



圖5 國外人士參訪祐生太學中心



圖6 環保團體參與共生化操作

使用規劃與管理調適策略等。

其中，我們在國家永續發展政策綱領，特別提出（1）生態異常減災策略：選定監測生態系、定期分析非生物環境因子、確立人為發展區之保樹保水策略、聯結國土綠帶（植生）與藍帶（水域）等。（2）疫病災害防救策略：建立區域聯防之防疫量能、強化國家醫療照護體系及減災工程、強化人畜共通傳染病跨部會聯繫機制、建立疫情長期資

料庫與緊急疫情應變系統等，使得國家永續發展政策綱領的內容更為完整。

此外，政府正依據氣候變遷調適政策綱領，擬定相關的行動計畫，我們亦積極召集相關專家群進行同步研討，期能協助台灣實質回應生存的挑戰。至於我們本身，則已積極透過祐生太學中心共生化與數位化的操作，建構人類新文明的藍圖，為台灣儲備邁向永續的未來與優勢。



## 設計之前多幾分考量，便多幾分對使用品質的保障

### ——本刊64期「建築計畫」專輯徵稿——

張 珩

國立成功大學建築系副教授·建築學會建築計畫小組召集人

由於時代與社會的快速變遷，建築設計越來越複雜，建築師所要掌握的，除了空間的圍塑造型之外，還牽涉了對於所設計環境或建物的發展、經營、管理的概念以及科技與空間的介面整合的問題。這些議題有時超越了建築師的專業訓練，有時需要較長的時間加以整理釐清，使設計過程倍感辛苦。程序上、這些問題必須在設計之前加以理性處理，此過程就是所謂的建築計畫。

前一陣子、報章的頭條新聞是公共工程委員會要活化為數眾多的「蚊子館」。蚊子館之所以產生，其實是並未確實進行「可行性評估」與擬定「經營管理計畫」就逕行建築設計乃至於興建的結果，也就是缺乏適當的建築計畫。沒有經過計畫的建築物最後成為蚊子館，是可想而知的。大規模的公共工程或開發案，因為沒有優良的規劃而造成的鉅額公帑損失，是眾人所不樂見，但卻不幸到處可見。私人的案件也常因為規劃不善而導致使用不良，建成後必須修改設計。只是私人的損失由業主自行吸收，通常未能引起公眾重視。然而、就世界資源有限的觀點來看，此種因規劃不善而引起的浪費，均為不應有而可以避免的。也就是設計之前多

一分考量，興建完成後多一分品質保障，也少一分必須修改的風險與損失。

然而、與建築設計、建築史或建築構造相比，建築計畫在建築學界可說是還在起步階段，是相當新的領域。他的實質內容與要求目前仍是眾說紛紜的，實務界與學界的認知也各不相同。所以、這個重要且被期待但又仍然模糊的領域，未來該如何定位，何去何從，需要各位的智慧與參與。建築學會會刊雜誌9月份特以「建築計畫」為主題，希望各位對於建築品質關心的夥伴們能發表看法，舉凡與「建築計畫」相關的內容均極歡迎，諸如：缺乏建築計畫的建築現象、建築計畫的實務操作面議題、教學內容，研究內容以及精采的建築計畫案例等等。您的參與使得建築計畫在台的發展之路能更樂觀而平順，能進而對於台灣的建築品質提昇有所貢獻。

#### 10月份雜誌特以「建築計畫」為主題

——這個重要且被期待但又模糊的領域，未來該如何定位？何去何從？且不浪費社會資源？

——需要各位的智慧與參與，歡迎您能發表您的看法！！！！

