

氣候

Climate Generation

少年

第 19 期

2023 年 1 月

愛的萬物論

誰願意投資自然

一枝筆為環境
環境教育的昔與今

守護水土林氣
因果因果，不一樣的結果

氣候行動家
老樹的故事消失中



發行人的話

美好的環境需要新的語言

身體的調適與國家的調適

身體就是一個綜合的調適器，讓人的一生可以適應各種環境的挑戰，只是現在人們不但要經歷各種自然環境的變化，更多時候面對的是來自夾雜環境在內的社會經濟挑戰。台灣是屬於高度脆弱的國家，即使不刻意強調，但實質上每年面臨的自然環境挑戰不少，颱風、地震、土石流、洪水等。人要怎麼變得更有韌性？涉及到人的三觀，價值觀、人生觀、世界觀。同此道理，國家怎麼變成更韌性的國家？涉及到法治觀、自然觀、未來觀。

培養韌性的人生是最好的投資，而不是成本。國家也是。沒有法治的國家，不會有澄明的吏治；沒有自然觀的國家，不會成為可長可久的國家；沒有未來觀的國家，不會有茁壯的世代；脆弱性是變化多端的，當你以為自己是剛強的性格時，另一波無名的悲傷再度侵襲。

平等權是一種出生權？出生那一瞬間就是平等的基礎？還是根本是不平等的化身？天生不平等，社會制度淡化之、稀釋之、導正之、救濟之，於是不平等不會成為一個隱藏基因，不會成為一種循環倫理，更不會限縮自由意志。所以，社會制度不能成為不平等的孵化器，一切有不平等催化劑之可能的社會制度，就是邪惡的制度。為政（人）之道，在於洞察機微，不助紂為虐，不讓不平等成為個人與國家無法調適的烙印。

發行人：臺灣狐蝠

環境品質文教基金會

主編：臺灣野兔

作者：地球觀點

<http://www.eqpf.org>

環境品質文教基金會發行

謝英士

有誰願意投資自然？

自然無聲無息，常被人類當成理所當然的恩賜，取之不盡，用之不竭。然而，真相是，地球正遭受一種惡性循環，全球暖化肆虐，冷、熱異常，生態系統遭劫，漸失吸碳之本能。

本應是人類之肺的亞馬遜雨林，竟成碳排主嫌，一年排放全球13%，遠高於其吸碳的貢獻。從1950年代以來，珊瑚礁已經減少一半以上；每年千萬公頃增速的森林消失；氣候變遷到底對生物多樣性影響多大，都還是未知數；但事實是：每年有四分之一的工業與農業碳排是由自然生態系統所吸收。

問題難道還不清楚嗎？一切都是人類的貪婪所致？還是一連串的錯誤政策造成的？

不管是國家或者企業，普遍都以為投資自然是一種「慈善」，遠非「正規」的氣候行動。美國耗費巨資的「降低通膨法」，高達四千多億美金挹注再生能源及科技發展，卻鮮少投入到自然領域。

據估計，光是2022年一年，世界各國花在再生能源的錢，超過1.4兆美金。大家競相投入「淨零目標」，殊不知，投資到生物多樣性，亦即，以資金修復生態系統，例如高吸碳的泥炭地、溼地、再造林等，可謂地球帶來可觀的減碳，甚至可高達三分之一，這是達成巴黎協定世紀末不增溫2度所需的工作，卻難以被重視。



不能只靠老天爺或小精靈
來照顧自然

剛結束的生物多樣性公約第十五次會員大會（COP15）信誓旦旦宣稱，在2030年以前保護並修復30%的地球水土。怎麼做到？過去已經有太多次的理想一再的失信於地球，這次會不一樣嗎？

怎麼讓錢可以有效投入到自然、生物多樣性、氣候變遷相關的計畫是關鍵。不管是來自政府或者私部門的錢都如此。

過去投資於森林的錢，一直都被懷疑成效，也不夠透明。如何在一定的科學基礎上，取得一個有意義的共識，並且化為可行的政策，會是接下來的挑戰。

無人機或衛星可以協助觀察與量測，好的法律以及設計良善的制度，也可以避免或降低令人不悅的貪腐，並且收到預期的效果。



「生物多樣性公約」締約國大會（CBD COP15）成果

2022年11月大會通過「昆明—蒙特婁全球生物多樣性框架」，包含四大長期目標與廿三項行動目標。呼籲二〇二五年前，發達國家流向發展中國家，特別是最不發達國家、小島嶼發展中國家和經濟轉型國家的國際資金，增加為每年至少二百億美元，二〇三〇年前至少三百億美元。

環境教育的昔與今

就跟環境賀爾蒙影響人類男性的精蟲數量，間接導致許多「雄性」表現退化一樣，自然界的昆蟲、哺乳動物、鳥類、魚類、爬蟲類、兩棲類動物，數量也在銳減當中。

不得不承認，人類並不是善於體察周遭環境變化的物種，除了少數例外，所有漸進式的變遷，都不是人類專精的，如果不是特別訓練或警覺，人類可能比預期的還要短視。

所以，從周遭環境變遷的角度，如果不是藉由先民累積而成的觀察與體驗，例如農民曆或法國年鑑之類，否則，光靠人類的「記憶」，可能很少有「正確」的觀察，如能有所描述，也有很多是「以今代昔」的。記憶既不能說明過往，現在的一切也不一定可以代替或者接續過去，尤其氣候變遷已經改變了許多人們習以為常的認知。

以前的人，住居附近的花草樹木肯定比現在的人多。從物質的取用到精神的感知，過去跟現在已經非常不同。在水泥叢林世界長大的現代城市人，所需要的環境「教育」，顯然也跟非城市人的需要與作法不一樣。

環境教育如果難以重塑「物質」環境，要如何「以昔代今」或「以今創昔」？環境教育顯然不會只是過去的回歸，但「過去」（如果不是單指歷史而已）到底對教育有何意義？今與昔的差異，從環境的角度，要如何教育？

環境，
如何教育？



每個世代的「日常」既然千差萬別，那麼，自然界的物種減少對於當前世代而言，究竟要如何以對？當知道過去的環境（不管是物種或地景）不復存在，對現在的孩子而言，教育的切入點是什麼？

所以，生物多樣性的物種「消失」或「滅絕」，除了有科學上的意義之外，對現在的孩子而言，又有什麼關係？假如不導入比如「人權」與「共生」的思辨，又要如何在移動中（例如戶外教學或影片欣賞），形成可靠的信念？

如果復育是一個無比重要的價值，例如生物多樣性公約剛通過，在2030年以前，要復育地球30%的水、陸棲地。那麼，環境教育又要如何為復育而所幫助？

更進一步思考，即使知道工業化帶來污染，人口爆炸與糧食危機至有關聯，氣候變遷涉及能源轉型，這些「已知的命題」，在環境教育的地位又是如何？

一定程度的思辨顯然是必要的，但又不是人們所熟知的。那已經是教育之內的困境了，如果加上「環境」，那個以一定物質條件為前提的教育，引起的紛亂可能就超乎一般人的理解範圍了。



因果因果，不一樣的結果

科學與哲學似同非同，一般人的印象中，前者務實，後者虛空，完全不同。

科學裡，有因有果，既真實且可證，與時間密接，有前有後，先者為因，後至者為果。但即使是前後兩個時間，中間過程的諸多變數，常讓原以為清楚的因果變得不那麼可以掌握。

這種線性觀，在科學之內也非定論，尤其是微觀的電子世界，毫無確定性可言，隨時有新的可能，在此種環境下，因果真能確定？大有疑問。

時間不是單獨存在，而是與空間一樣有不同維度，這樣的話，以時間為前提的因果論，如果多了空間的考量，因果的推論或結果還會一樣嗎？

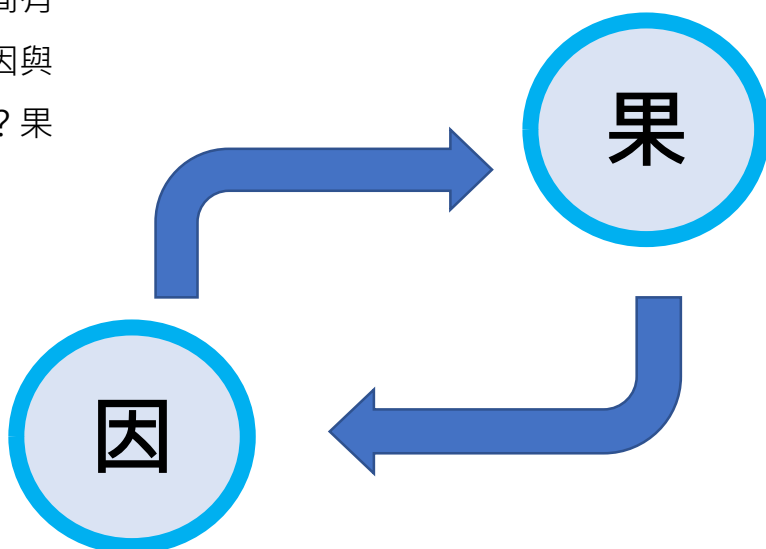
因果會是一個循環的系統？各因之間有干擾，就會有各自的果？或者是，因與果的起點與作用，也可以互為導致？果也是因，不只是因才有果？

人類或許無法感知微觀世界裡的因果之間的循環性質，但認知上，傳統的線性因果觀早就已經備受挑戰。

許多人知道，不管是法律或一般世俗習慣所說的因果，都沒有精確性，有點大致如此的概率而已。失去因果的客觀性，雖然可能會顛覆認知，但如果真實世界的確如此，又豈能視而不見？

因與果之間，或許並無距離，或者，不像人們以為的那樣的距離。因與果的環境可以疊加，看待因與果的關係，或者，以為事件一定是有因才有果，這樣的制式化思考方式，也許應該要調整。

非線性的因果觀
既是因，也是果



一件車禍為什麼會發生？因果的判斷是確定責任的前提，假如因果無法確定，責任是否就不能分配了？又假如科學的因果被顛覆了，那些以一定參數、一定變數為前提的科學假設與結果，還能堅持百分之百的確定？還能說自己是不可被證誤的科學真理？

如果世間無此確定性的因果，難道正義就不再可靠？或者說，正義一定要靠百分之百的因果確定嗎？沒有確定性的因果可以「依賴」、「倚靠」，人類會因此而不安？秩序會因此而更亂？也難怪在同一件車禍中，不同的人觀察車禍的原因，常會產生不同的結論。

不確定性才是事件的本質，這一點恐怕許多人難以接受。因為，那接下來該怎麼辦？現實生活如果失去確定的因果，難道就無法定紛止爭？

如果因果並存理論可以接受，那麼判斷責任的難度應該是不增反減。

因為，不必糾結於因與果之間的關聯與程度，在科學界激盪著科學家的探索雄心。那麼，在社會人文裡，如果還固守因與果的確定觀，還會合宜嗎？是不是應該放棄從因到果的推論，而是從結果回溯，依據產生危害的程度加以認定，是不是更簡明易懂？也更反應真實一點？

時空全局觀的時代及其社會設計，是不是到了該調整的時刻了？

「因果關係」的哲學思考與氣候模式

大衛·休謨 (David Hume , 1711 - 1776) 是蘇格蘭著名歷史、經濟與哲學家，也是深刻思考因果關係的早期哲人。休謨對於因果關係的詰問，刺激後代科學家思考線性、非線性的因果關係。在強大的電腦與複雜的氣候模式問世後，非線性因果關係可用於協助檢核更有效、且接近真實世界的氣候模式。

老樹的故事消失中

世界氣象組織證實2022年是氣象史上第五或第六熱的年份。但我們如何得知「氣象史」？老樹可以透漏一些訊息。

樹木的生長受到環境影響，據聞有名的小提琴例如音色甜美明亮的史特拉底瓦里琴（Antonio Stradivari），或是深沉有力的耶穌瓜奈里琴（Giuseppe Guarneri del Gesù），音色出眾的秘密，來自於樹根吸收的礦物質比例與當時水文天氣情況，跟醞釀葡萄酒所需的風土味有些相似。

樹木身體裡的秘密，不容易判讀。所幸，有那麼一群科學家通曉「樹木年輪學」（Dendrochronology），透過一層又一層的樹木年輪解析，挖掘古代乾旱或洪水的證據。

在洛杉磯以北約兩小時車程的皮諾斯山陡峭的山坡上，矗立著一片古老的花旗松樹林。過去幾個世紀以來長達數十年的乾旱，或是短暫的暴雨痕跡，深藏在其最古老的樹幹之中。

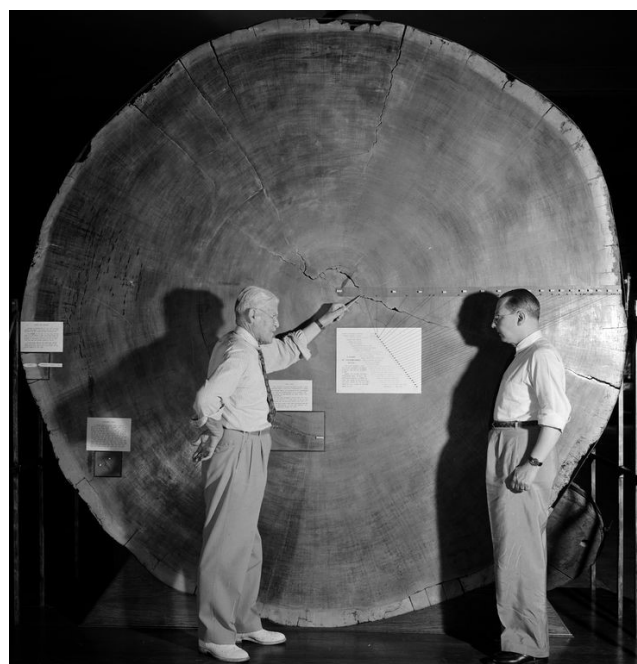
1937年 Andrew Ellicott Douglass在美國亞利桑那大學成立樹木年輪研究所，開啟相關研究© serc.carleton.edu

這片松樹林的樹木年輪，記錄下長達五百年的氣象變化，幾乎是現存僅百年雨量記錄的五倍之多。

樹木年輪學

樹木通常每年長出一個年輪。它們在春季開始生長（細胞呈淺棕褐色，稱為早材），隨著生長季節在秋季結束，細胞壁變厚（暗帶或晚材）並最終在冬季停止生長造成一個非常明顯的環。

樹木一生當中所形成的年輪圖案，透漏了樹木生長的氣候條件。豐富的水分和漫長的生長季節導致寬環。乾旱的年份可能會導致一個非常窄的環。



而在溫度敏感的地方（例如在高海拔的山頂或阿拉斯加北部和加拿大的森林）寬環表示溫暖的年份，窄環表示寒冷的年份。

但不是每棵老樹，都能夠提供良好氣象紀錄，除了要長壽之外，還必須要身處惡劣環境（但又不能死亡），使得它們對周圍環境條件非常敏感，時而生長極緩慢或迅速，以便放大不同條件下的生長差異，讓每圈樹木年輪間的變化更為明顯。而加州皮諾斯山的原始花旗松樹林就是一片絕佳地點。

生長錐取出的樹木樣本，可看出深淺環帶間的變化 © serc.carleton.edu



橫跨五百年的故事

皮諾斯山原始花旗松樹林的其中一項記錄始於1538年。在高倍顯微鏡放大下，可以辨認出標誌著這棵樹木生命最早時期的細胞。

1539年春天降雨，這棵幼樹迅速生長，形成寬大的早材。漸入秋冬，生長放緩，形成細小、緊密的晚材。它一季又一季地重複這個過程。

有幾年，雨下得很大。那些年以厚厚的輪帶為標誌，代表比其他年份生長得更快、更好，有些年份則很艱難。

一場乾旱始於1571年，在這棵樹的年輪樣本中，當年的這圈木材從未有機會生長；接下來是相對乾燥年份長達十年，1579年幾乎沒有下雨，第二年甚至更少。我們可以推測，1580年代北美大部分地區異常乾燥，在那幾年甚至只留下幾個細胞厚的環帶（幾乎沒有生長），所幸它在那次乾旱中倖存。

近年來降水再次稀少。這棵樹在2013年至2016年間只增加了薄薄幾層組織，形成的細胞少之又少，幾乎看不到新生細胞。這棵樹再次停止生長，以幾近「睡著的方式」，希望度過乾旱難關。

下一個五百年的故事正在消失

樹木年輪學家檢查樹木年輪以研究氣候。使用一種對樹破壞性有限，稱為生長錐的工具取得年輪樣本。生長錐直徑小於鉛筆，會先浸泡酒精消毒後再使用，以避免病原感染。正常情況下，這棵樹會很快自己癒合，幾乎看不到痕跡。

這個挖掘不同地區「氣象史」的方法相當便利，但它所依靠的老樹群正在消失。原始樹群生長地正在消失，暖化減少低海拔地區土壤水份，迫使林地移向更高、更涼爽的山坡移動。

樹木年輪是極佳的氣候代用指標，可幫助瞭解過去氣候變化；深埋於沼澤或地底深處未腐化的木頭，甚至可透漏數千年前的訊息 ©uga.edu

所謂的「移動」，並不是指樹木長腳走向更高處，而是指原本待在低處的樹木死亡，只有更高海拔的樹木留下，讓整體樹木群看起來往高處移動。這對樹木年輪學家來說可不是好事，樹林中裡最大、最古老和最根深蒂固的樹木還能存活多久，留下多少故事沒人知道。

或許，老樹的故事，就將結束在我們這一代。

