

人造光合作用可能嗎？

先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

適用國中自然【七上】生物體的營養

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

陽光 + 水 + 二氧化碳 => 葡萄糖 + 氧氣 + 水



光合作用，無疑是地球上最重要的反應之一：植物吸收陽光，將光能轉換為化學能（以澱粉的形式）儲存在體內，同時吸收二氧化碳放出氧氣，為地球上現有的生物創造了適合生存的環境。

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

當我們談到光合作用，強調的往往是它造成的影響和現象，而鮮少對它「如何發生」做深入的描述；事實上，要了解植物內部執行光合作用的機制，直到今日仍有許多謎團尚未解決，像是吸光後基團間的結構變化、電子質子的傳遞鏈等等；直到最近，科學家們才首次透過X光觀測到了植物結構將水轉變成氧氣的動態過程[1]。

光合作用可分為兩部分：一是植物吸收光將水轉為氧氣的**光反應**，二是利用光反應產生的ATP把二氧化碳轉為醣類的**暗反應**。光反應階段，主要

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

透過葉綠囊（在葉綠體內）膜上的四個結構複合體來執行（如下圖）：
當光被光系統II（PS II）中的吸光團P680吸收，便會啟動內部一連串的電子傳遞鏈，放氧複合體（oxygen-evolving complex, OEC）會跟著丟出一個電子，提升OEC自身的氧化力；此過程連續執行4次，OEC便可累積足夠的氧化電位，進而將水分解成氧氣（此反應稱為卡克循環（Kok cycle））[2]。另一方面，OEC分解水產生的質子會在膜內累積，形成膜內外的濃度差，驅動ATP合成酶製造ATP。

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

那究竟OEC在累積氧化力的過程中，會不會產生結構的變化呢？OEC又要如何與水進行反應？

過去，這些問題礙於缺乏OEC結構變化上的實驗證據，許多的解釋理論都只能透過計算模擬，較難實際驗證。直到最近，亞利桑納州立大學（Arizona State University, ASU）的Petra Fromme團隊對此發表了突破性的研究[1]，他們首次成功利用了飛秒（ 10^{-15} 秒）尺度X光技術，觀測到OEC在卡克循環中的動態結構變化！

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

我們分析植物進行光合作用的結構與變化模式，學習並模仿其構造，或許我們可以真的製造出一組人造的光合作用系統，不管在能源效率，亦或是針對二氧化碳與氧氣的轉換，都將是舉足輕重的改變！

【人造光合作用可能嗎？】先了解光合作用怎麼生出氧氣吧～

參考資料：

Serial time-resolved crystallography of photosystem II using a femtosecond X-ray laser, *Nature*. DOI: [10.1038/nature13453](https://doi.org/10.1038/nature13453)

Integrating proton coupled electron transfer (PCET) and excited states, *Coord. Chem. Rev.* DOI: [10.1016/j.ccr.2010.03.001](https://doi.org/10.1016/j.ccr.2010.03.001)

資料來源：[Study yields first snapshots of water splitting in photosynthesis](#) [July 09, 2014]