

把太陽光 轉成化學能

吳紀聖 | 專題報導特邀編輯

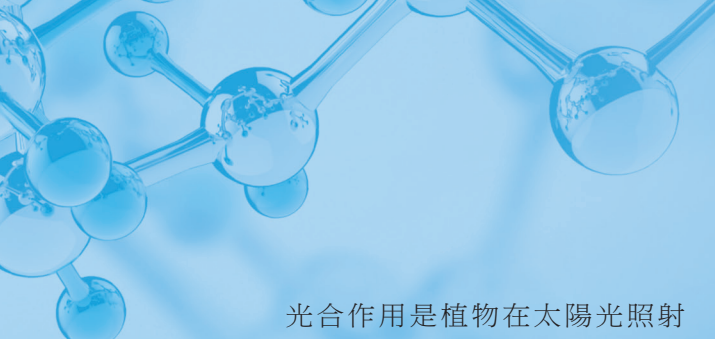
臺灣大學化學工程學系

當太陽光照射地球時，大約有 48 % (主要是紫外光和可見光) 穿透大氣層到達地球表面，其中一部分在被吸收的過程中，轉變成波長較長的紅外光向外太空反射。因為大氣層中的二氧化碳，反射出的紅外光會在通過大氣層的過程中再被吸收，而阻礙了紅外光重返外太空的機會，由於這些能量無法有效地從地球表面釋出，因而造成了溫室效應。

工業革命後，大量燃燒煤炭、石油、天然氣等化石燃料，這些化石燃料燃燒後排放的二氧化碳進入大氣後，就成為形成溫室效應的主要氣體。

自然界的植物行光合作用，是利用碳循環方式把 CO_2 和 H_2O 轉化成碳氫化合物，提供地球上生物所需的能量。今天使用的化石燃料，事實上就是古代植物儲存的太陽能，化成煤、石油或天然氣埋在地下。因此光合作用是解決能源和溫室氣體 CO_2 問題最終極的方法。無奈全球植物光合作用的速度，比不上燃燒化石燃料的速度，以致越來越多的 CO_2 累積在大氣層中，加速溫室效應造成全球暖化。





光合作用是植物在太陽光照射供給能量時，以葉綠素把二氧化碳和水轉化為碳水化合物，同時釋放出氧氣。簡單而言，光合作用可分為水分解產氧的光反應和還原 CO_2 轉化成葡萄糖的暗反應。

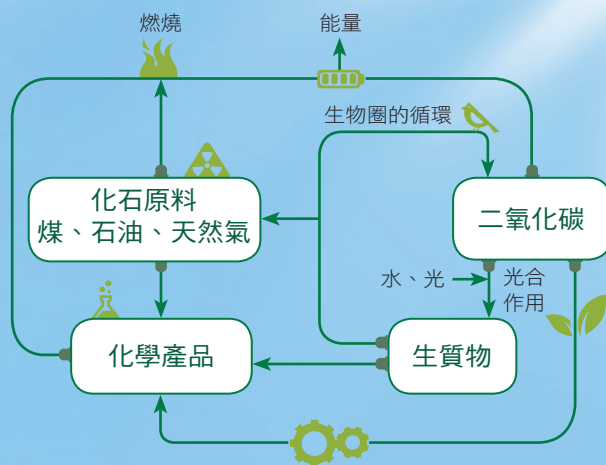
光反應是吸收太陽的光能轉變成化學能，得到分解水所需要的能量，把所產出的氧氣排到大氣中，生成的氫離子則由 NADPH 攜帶到暗反應裡，提供 CO_2 轉化成葡萄糖分子時氫的來源。NADPH 脫氫後變成 NADP^+ ，循環回到光反應，結合氫離子再轉成 NADPH。

光反應會同時產生 ATP，提供暗反應所需的能量，把 CO_2 升級成具有較高化學能的葡萄糖。用完的 ATP 轉變成 ADP 後，再循環回到光反應，吸收能量轉成 ATP。

光觸媒是可以吸收光能量促進催化反應的一種半導體材料。半導體具有特殊的能帶結構，上層是導帶，下層是價帶，導帶與價帶的能量差稱為能隙帶。外界的能量可以刺激價帶的電子躍升到導帶，但外界的能量（如光、熱、電場等）必須大於能隙帶的能量。光觸媒在光照下形成電子電洞對，電子電洞因為正負相吸，大部分會再結合以熱能釋出。剩餘的電子電洞可以遷移到光觸媒表面，分別進行光催化還原及氧化反應。

光催化反應可分成兩種能量形式，一種是能階上升反應，另一種是能階下降反應。能階上升反應伴隨著大量自由能（Gibbs free energy）正值的改變，光能量被轉換成化學能，如同植物的光合作用把光能轉換成化學能。上述的水分解產生氫氣及氧氣，就是能階上升反應。能階下降反應是一種不可逆的反應，反應的自由能是負值，光降解反應如有機物質利用氧分子做光氧化反應，大多是能階下降反應。

這期專題報導介紹如何效法光合作用的概念，以光催化的方式把太陽光能轉成化學能，是解決人類能源和溫室氣體 CO_2 問題最終極的方法之一。以光觸媒催化的方法透過兩步驟：光催化水分解成 H_2 和 O_2 ， CO_2 被 H_2 還原成碳氫化合物，達到光合作用的效果。光觸媒運用取之不盡用之不竭的太陽光做為能源，催化二氧化碳還原成高品質的碳氫化合物燃料，不僅可降低 CO_2 溫室效應對地球造成的影響，更是生產能源最自然環保的途徑。



碳是能源循環的攜帶者

