

# 科系新未來 太陽能電池大突破 IN THE FUTURE

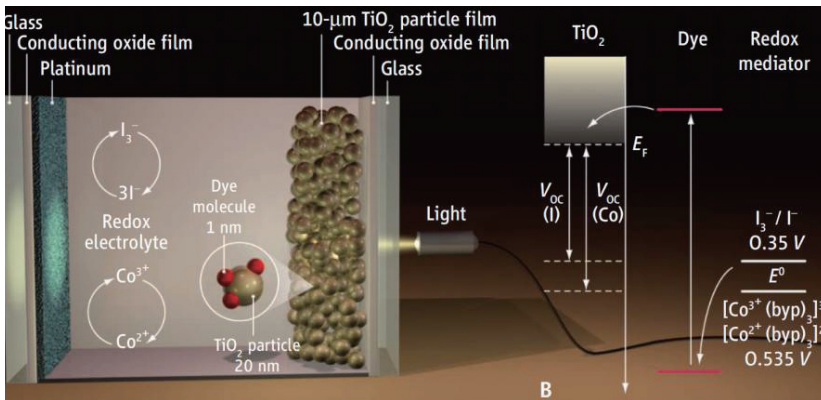
資料來源/圖片 交大應化系、刁維光教授

在古老的馬雅文化裡，傳說2012年是世界毀滅的時刻，近幾年來自然界中不規律的氣候變化以及現有能源枯竭似乎正呼應所謂的「世界末日說」；為此科學家們正日以繼夜的發展替代能源，而太陽能正是大自然給予人類最棒的恩惠之一，不但取之不盡、用之不竭，只要太陽還在我們頭上，還可無限期的使用！

本校應化系刁維光教授所帶領的研究團隊與中興大學化學系葉鎮宇、瑞士洛桑聯邦理工學院化學系的格拉茲爾 (Michael Gratzel) 合作研發以古老的葉綠素做為光敏染料，將光電轉換效率從11%提升為13.1%，其成果已於去年11月4日發表在科學雜誌 (Science) 等知名雜誌上，在科技與環保的結合之下，為人類的未來奠定更美好的基礎。交維光教授表示：「交大的整體資源豐富，不僅以人力和經費支持，更促進國際交流更頻繁，是研究能透突破困境的主因。」

## 何謂 染料敏化太陽能電池

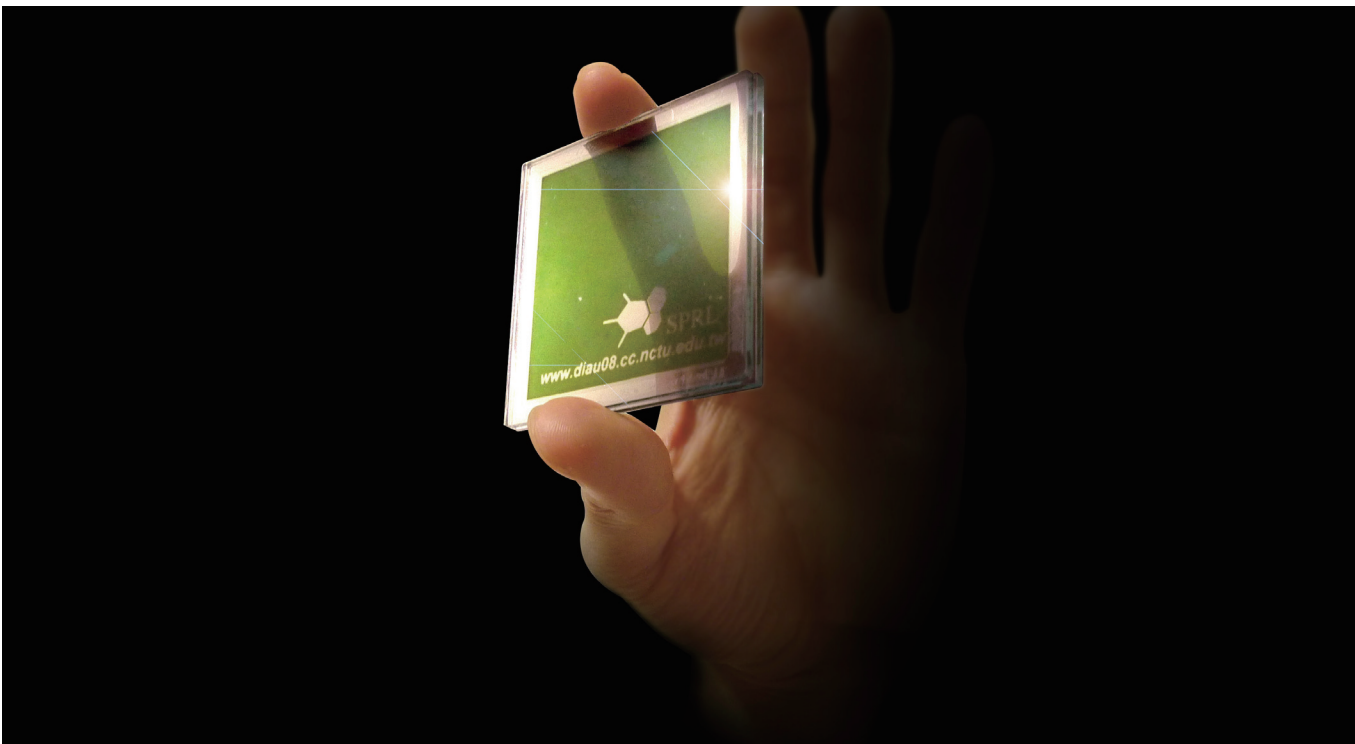
原本的太陽能發電的材料仍以半導體矽為主，矽晶片必須在高溫、真空的環境中製作，製程非常複雜，建立工廠的成本也非常高，所以價格始終居高不下，因此格拉茲爾在1991年另起爐灶，發明了DSSC (dye-sensitized solar cell, DSSC) 「染料敏化太陽能電池」。



染料敏化太陽能電池示意

DSSC的發電原理是將特殊的染料塗佈在二氧化鈦或氧化鋅等半導體上，染料照光後電子會躍遷到激發態，並有機會遷移到半導體上變成自由電子，自由電子會經由連接到半導體的導電玻璃或導電塑膠流出，形成電流；染料的另一側是電解質，失去電子的染料分子會從電解質接受電子，恢復至原有的狀態。而一開始從染料流出的電子，則在經過負載後，流到和電解質連接的鉑電極，補充電解質失去的電子，成為完整的迴路。

染料敏化太陽能電池的關鍵「染料」以鈦 (Ru) 金屬錯合物為主流，鈦金屬錯合物為光敏染料所開發出來的DSSC電池，最高光電轉換效能一直維持在11.0-11.5%之間。  
鈦 (Ru) 金屬錯合物的優點為效能高，穩定性佳，但是它的價格昂貴，也是稀有金屬，將來會有缺量的問題存在，且具有潛在的環境污染問題，加上吸光率不佳，光電轉換效率也無法再提升，科學家們都想研發其他染料來取代鈦金屬錯合物。



## 何謂紫質分子

光合作用能吸收光能轉換能量，葉綠素照光後電子被激發，引發後續的化學反應。紫質分子可視為一種人工葉綠素(Chlorophyll)，它在植物中吸收太陽光進行光合作用而使二氧化碳與水轉換成醣類。紫質分子在DSSC中所扮演的角色類似於葉綠素分子在光合作用中所扮演的角色，它可以有效的吸收太陽光的可見光以及近紅外光部分再將之轉換為電能。它與鈦金屬錯合物的差別在於分子結構不同，且紫質分子吸光係數高，沒有使用稀有元素。

## 紫質分子的突破

過去以紫質分子作為光敏染料的元件效能不彰，部分原因是紫質分子很容易彼此靠近而堆疊在一起，使激發態的電子無法有效注入二氧化鈦，因而降低光電轉換效率。為此，研究團隊研發出在紫質分子上接上長碳鏈，以加大紫質之間的距離，不再堆疊在一起。長碳鏈的另一用處是阻止電解質太靠近二氧化鈦表面，避免電荷再結合。在模擬太陽光一半強度照射下達到光電轉換效率13.1% (全太陽光照射強度的效率為12.3%)的世界紀錄，這是

以鈦金屬錯合物作為光敏染料的DSSC元件由1993年發表10%、2005年發表11%以來至今的最大突破，預期未來本研究對於太陽能產品的應用發展有相當大的助益。

## 團隊工作分配

刁維光教授與中興大學葉鎮宇老師是長期合作的夥伴，葉老師團隊的專長在有機化學分子的設計與合成；本校團隊則長期在DSSC領域耕耘，包含元件的製作，新穎TiO<sub>2</sub>奈米結構、鈦金屬錯合物、對電極材料的開發，還有對材料與元件的光化學性質分析與電荷轉移機制等物化性的研究都在實驗室內完成。瑞士方面是DSSC發展的先驅，由他們針對挑選的紫質染料作最佳化，並加入新的電解質鈷(Co)錯合物做為電解質，並與有機染料Y123共吸附而將元件效能大幅提升。

## 團隊的未來發展

團隊博士後研究員李陸玲表示：「我們團隊在DSSC的研究上耕耘已久，在材料開發、元件製作、性質分析上都有全面的投入，小組間配合度高。」在發展上團隊目標即為設計與開發新穎的功能化材料，並進行元件結構的

最佳化工程以及電子與電洞轉移機制的研究。期望能開發出高效率、低成本、製程簡易與色彩多樣性之新世代染料敏化太陽能電池元件，為將來跨足太陽能電池產業取得先機，並達成其商品化的終極目標。刁維光教授表示與國外團隊做國際交流，國內技術轉移與產學合作將是未來著重的目標；不僅能提升我們的研發能量，最終目標是技術能早日的產業化。

## 本次研究未來將應用在

目前對於DSSC的開發主要都還在研發階段，但業界已有多家廠商已投入此領域的研究，在未來發展上可分為兩個層面看，在研究上，希望能開發新材料以及新結構來達成進一步提升元件的轉換效能與穩定性的目標，在未來應用上，希望能與業界作結合成功開發出DSSC的商品，將新一代的太陽能電池帶入生活中。DSSC的應用性廣，刁維光教授表示研究重心將會放在3C產品的充電裝置上，像是自律型燈罩、背包、外套、露營帳棚以及腳踏車夜間輔助LED燈等，電池也希望從液態轉成全固態電池，以提升效能與穩定度。