

第8回グリーン・サステイナブル ケミストリー賞
文部科学大臣賞

宮坂 力 氏、池上 和志氏
桐蔭横浜大学大学院工学研究科
手島 健次郎氏
ペクセル・テクノロジーズ株式会社

「印刷技術によるプラスチック色素増感型太陽電池の開発と教育・啓発活動」

光発電技術としてシリコンや薄膜太陽電池を中心に様々な方法が開発されるなかで、色素増感太陽電池（DSC）は唯一、電気化学方式による湿式の光電池であり、高い変換効率を安価な製造方法によって実現することができる。受賞者は、薄いプラスチック基板を電極に使ったフレキシブルで曲げられる DSC の製造方法を確立した。これによって太陽電池を従来にない安価な工程と最小の環境負荷によって連続製造することが可能になった。また、軽量で割れず安全性の高いことを特徴とする太陽電池は、屋外に設置する使い方だけでなく、屋内や携帯用の光発電素子としても応用を広げることができる。この技術の中心にあるのは、色素とともに発電材料を構成する二酸化チタン（ TiO_2 ）のナノ多孔膜をプラスチックの使える低温（ 150°C 以下）で成膜する塗工技術である。従来は、樹脂バインダーに分散した TiO_2 粒子をガラス基板に塗布し高温焼成によってバインダーを焼却して成膜する方法を用いるが、受賞者はバインダーを含まないナノ粒子分散物の脱水縮合反応によって粒子間を短時間に結合し、常温でも基板に密着させることのできる低温成膜法を開発した。これによって、プラスチック DSC に高い発電性能と耐久性を付与し、ロール式搬送を使った印刷式の連続工程による電池の製造が可能になった。

プラスチック電極には ITO（酸化インジウムスズ）の透明導電膜を被覆した汎用のプラスチックフィルムを用い、光発電極の TiO_2 膜だけでなく、対極に必要な電気化学触媒もナノ粒子複合物の塗布法によって製作した。 50°C の高温下で連続太陽光照射の環境でも1000時間以上の耐久性を実現した。効率は太陽光に対して6~7%、低照度の屋内ではさらに高い効率となる。実用に向けたドアサイズの集積型モジュール（ $0.8 \times 2.1\text{m}$ ）は、屋内照明のもとで110V以上を出力する。

環境リサイクルにおいては、プラスチック上の構成部材の剥離分解と回収が容易であり、プラスチックを含めた素材のほぼ全てを回収・再利用できる。また、環境上は、環境負荷の高い電池類の消費量を減らす目的で、各種の携帯機器に補助電源として搭載する応用が広がる。屋内外の光を使った携帯電話の充電にも成功している。

セルは真空や高温を用いないで製作可能なことから、卓上で簡単にゼロから（塗工から）作れるプラスチック太陽電池の組み立てキットを世界で始めて開発し、販売を開始した。教材用キットとしても、光発電からナノ粒子の特徴までを体験的に学ぶことができる。