

ディビジョン番号	2
ディビジョン名	光化学

大項目	2. 光化学の応用展開
中項目	2-2. 光エネルギー
小項目	2-2-4. 有機固体太陽電池

概要（200字以内）	
有機固体太陽電池は、薄膜とした電子供与体（あるいは p 型半導体）と電子受容体（あるいは n 型半導体）の2種の物質のいずれか、あるいは双方を太陽光の照射により励起し、その励起状態と他方の有機物質との間で電荷を分離させ、分離された正および負の電荷をそれぞれの電極に輸送して起電力を発生する電池である（図）。すでに実用化されているシリコン太陽電池と補完的な役割を果たすべく研究開発が進められている。	

現状と最前線
<p>二つの電極のうち、正極に近い側に電子供与体（固体物理では p 型半導体; D と記す）の薄膜を、また負極に近い側に電子受容体（固体物理では n 型半導体; A と記す）の薄膜を作成し、これら二種の物質のいずれか、あるいは双方の境界面に近い領域を太陽光で照射する。光吸収により生成したいずれかの励起状態あるいは励起子は、短い距離であれば、他の物質との界面に移動して、電荷の移動を起こし、電子供与体は一電子酸化体 ($D^{\cdot+}$ と記す)、すなわちホールを、また電子受容体は一電子還元体 ($A^{\cdot-}$ と記す)、すなわち電子を生成する。</p> $D + h\nu \rightarrow D^{\cdot+}; A + h\nu \rightarrow A^{\cdot-};$ $D^{\cdot+} + A \rightarrow D^+ + A^{\cdot-}; D + A^{\cdot-} \rightarrow D^{\cdot+} + A;$ <p>このようにして生成した正電荷あるいは負電荷はそれぞれ電子供与体の層、あるいは電子受容体の層を輸送されて、それぞれ正極あるいは負極に達し、両極の間で起電力を発生し、その間で電流を生じる（上図）。</p> <p>電子供与体としては、フタロシアニン類、ポリ(アルキルチオフェン)、ポリ(アルコキシ-p-フェニレンビニレン) 等、また電子受容体としては、ペリレンテトラカルボン酸の誘導体、フラーレン類等が用いられる。</p> <p>素子の構造としては、光照射により生成した励起状態あるいは励起子が電子供与体の層と電子受容体の層の界面に効率よく到達させるために、各層は薄くし、さらに界面における電</p>

荷分離により生成した正電荷あるいは負電荷をそれぞれの極に移動させるために、それぞれの物質の層が電極まで連続して存在することが必要である。このために、薄膜の形態を制御するために、各層を柱状に作成するなど、また電極の金属の隣接する層への拡散の防止等、さまざまな試みが行われている。

現在小型の素子を用いて、照射光のある波長における光子の電流への変換の量子効率、照射波長によりかなり高いが、入射光量全体に対する変換効果は現在最高 5 % 程度である。

素子の作成に際しては、高分子以外の多くの有機物質は基板上に蒸着積層できるが、高分子材料を用いる場合や大型のモジュールの作成では、塗布やインクジェット等のウエットプロセスにより基板上に積層させる。また基板としても柔らかく折曲げることのできるフレキシブルな素材が求められる。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

(1) 入射光量全体に対する電流への変換効果の一層の向上。

(2) 素子の大型化と、その高い変換効率の達成

(3) 実用化の実現

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

さらなる効率の向上と市場の形成

キーワード

固体太陽電池、変換効率、有機半導体

(執筆者：徳丸克己)