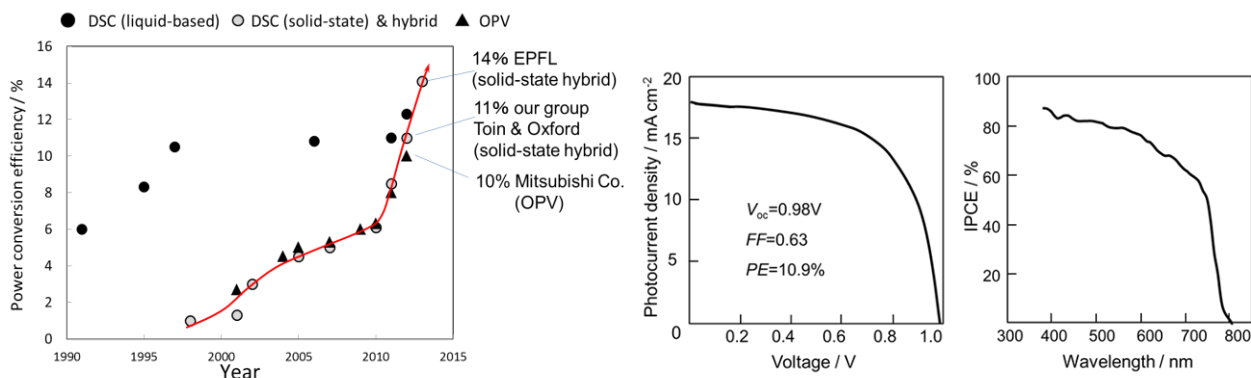


(添付資料) 進化する有機系太陽電池のしくみと印刷式製造技術

桐蔭横浜大学 大学院工学研究科 宮坂 力

色素増感太陽電池 (DSSC) と有機薄膜太陽電池 (OPV) は、前者で 12%、後者では 11% を超えるエネルギー変換効率に届いている。これら有機系太陽電池は、安価な溶液塗布 (印刷式) 製造方法、軽量でフレキシブルな本体、両面発電型の機能、そして意匠性の付与といった従来の太陽電池に無い特徴をもって産業実用化を目指している。一方、DSSC と OPV を融合させた有機無機ハイブリッドセルの研究が最近、活発である。筆者らは有機無機複合体であるペロブスカイト結晶 ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}$, X=ハロゲン) が可視光を幅広く吸収し半導体として正孔輸送機能も兼ね備えることから、これを溶液塗布により TiO_2 表面に接合した太陽電池を提案した (2009 年)。この応用として、ペロブスカイト膜に対して有機正孔輸送材のビフルオレン系 SpiroOMeTAD 固体膜を接合した固体薄膜セルでは、Oxford 大との共同研究で 11% の変換効率を得られた^{1,2)}。この方法は世界中で追試されて記録が更新され³⁾、本年 6 月には効率は 15.4% に届いた⁴⁾。ハイブリッド太陽電池は、“化学で作る太陽電池” として DSSC と OPV を抜いて進化してきている。製造上の特長は、光電応答と電荷輸送を兼ね備える材料を、①合成前駆体の溶液塗布、②熱分解による結晶合成 (数分で完了) という簡便なプロセスで積層できることであり、性能上は高電圧 ($V_{oc} > 1 \text{ V}$) を引き出せるメリットを持つ。他の積層構造による有機無機ハイブリッドセルでは V_{oc} 1.2V 以上の性能も検証している。無機材料を用いることで耐久性を高める可能性もあり、今後の有機系太陽電池開発の主流になるだろう。有機系太陽電池は化学反応を使って薄膜を作り構造制御する特徴から、従来の物理接合太陽電池に無い化学的な工程のノウハウを駆使することになり、これが、容易に真似のできない強い競争力をもった技術として産業創成に繋がると信ずる²⁾。



DSSC、OPV、固体ハイブリッドセルの変換効率の変遷 (左) とペロブスカイト感光層を用いる固体ハイブリッド太陽電池の光電流/電圧特性と外部量子効率スペクトル (右)

1. M. M. Lee, J. Teuscher, T. Miyasaka, T. N. Murakami, and H. J. Snaith, *Science*, 338, 643-647(2012).
2. T. Miyasaka, "Trends in Advanced Sensitized and organic Solar Cells", CMC International, Tokyo, 2012.
3. J. H. Noh, S. H. Im, J. H. Heo, T. N. Mandal, and S. I. Seok, *Nano Lett.* 13, 1764-1769(2013).
4. H.J. Snaith, in *Hybrid and Organic Photovoltaics Conference (HOPV13)*, Sevilla, Spain, May 7th, 2013.