

高速レーザー分光法による太陽電池での光励起キャリアダイナミクスの解明 ー量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池についてー Characterization of Photoexcited Carrier Dynamics of Solar Cells by Using Time-Resolved Laser Spectroscopy - Quantum Dot Solar Cells and Perovskite Solar Cells -

沈 青
Qing Shen
(電通大基盤理工)
(Univ. Electro-Commun.)

近年、量子ドット太陽電池やペロブスカイト太陽電池は安価かつ高効率な次世代太陽電池の候補として期待されている。量子ドット太陽電池の特徴としては、(1)ドット径の制御により光吸収領域の制御が可能、(2)量子閉じ込め効果により光吸収係数が増大、(3)多重励起子生成により光電流変換量子効率が增大する可能性である。これらの特徴を十分に利用できれば、量子ドット太陽電池のエネルギー変換効率の著しい向上（理論限界44%）が予想されている¹⁾。その中で、安価かつ簡便に作製できるコロイド半導体量子ドットを利用した太陽電池（増感型、pnナノヘテロ接合型）が注目されている。この系のエネルギー変換効率はごく最近2年間で著しく向上され、増感型とpnナノヘテロ接合型と共に、公認エネルギー変換効率が11%以上に達成できた^{2,3)}。一方、ペロブスカイト太陽電池とは、有機無機ペロブスカイト結晶 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ （ハロゲン化Pbペロブスカイト）を光吸収材料に適用した有機無機ハイブリッド固体型太陽電池である。ペロブスカイト太陽電池は塗布プロセスで製造可能であり、2012年に初めて10%近くエネルギー変換効率が報告された後⁴⁾、世界的に注目され激しい研究競争が始まっている。僅か3-4年間で多くの研究者が基礎物性から高効率化に向けたデバイス作製技術まで様々な方面からペロブスカイト太陽電池の研究を迅速に進めてきた。極最近22%以上のエネルギー変換効率が報告された⁵⁾。しかし、実用化するために量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池両方ともさらなる効率の向上が不可欠である。量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池の光電変換メカニズムに関する基礎研究は、これらの太陽電池のエネルギー変換効率の向上や新しい太陽電池材料の設計の指針となるため、非常に重要である。これまでに、私たちが量子ドット太陽電池とペロブスカイト太陽電池を対象として、光励起キャリアの緩和過程、電子と正孔の移動、各界面における電荷再結合ダイナミクスおよびこれらと光電変換特性との関連について系統的に検討してきた。本講演では、高速レーザー分光法による量子ドット太陽電池やペロブスカイト太陽電池における光励起キャリアダイナミクスの解明、界面構築による電荷再結合の抑制と光電変換特性の向上及びそのメカニズムについて言及する。

- 1) M. Hanna and A. Nozik, *J. Appl. Phys.* 2006, 100, 074510.
- 2) C.-H. M. Chuang, P. R. Brown, V. Bulović and M. G. Bawendi, *Nat. Mater.* 2014, 13, 796.
- 3) J. Du, Z. Du, J. Hu, Z. Pan, Q. Shen, J. Sun, D. Long, H. Dong, L. Sun, X. H. Zhong, and L. J. Wan, *J. Am. Chem. Soc.* 2016, 138, 4201.
- 4) M. M. Lee, J. Teuscher, T. Miyasaka, T. N. Murakami and H. J. Snaith, *Science*, 2012, **338**, 643-647.
- 5) http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg.

謝辞：本研究は戦略的創造研究推進事業さきがけと CREST のご支援により行われたものである。本講演には電気通信大学特任教授豊田太郎先生、中央大学教授片山建二先生、J S Tの澤田 嗣郎博士、九州工業大学教授早瀬修二先生、九州工業大学助教尾込裕平先生、宮崎大学教授吉野賢二先生との共同研究の結果を含む。感謝を申し上げます。