

# PbS 量子ドット/ZnO ナノワイヤ太陽電池の光電変換特性の温度依存性

## Temperature dependence of performance of infrared PbS QD/ZnO NW solar cells

東大先端研<sup>1</sup>, 東大院総合文化<sup>2</sup> 王 海濱<sup>1</sup>, 久保 貴哉<sup>1</sup>, 中崎 城太郎<sup>2</sup>, 瀬川 浩司<sup>1,2</sup>

RCAST UTokyo<sup>1</sup>, Graduate School of Arts & Sci. UTokyo<sup>2</sup>

Haibin Wang<sup>1</sup>, Takaya Kubo<sup>1</sup>, Jotaro Nakazaki<sup>2</sup>, and Hiroshi Segawa<sup>2</sup>

E-mail: ukubo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

### はじめに

われわれは、PbS コロイド量子ドットに着目し、赤外域での光電変換が可能で、湿式プロセスで構築できる太陽電池の高性能化および、多接合太陽電池のボトムセルとして可能性を調べてきた[1,2]. 本講演では、短波長赤外領域(1.1~2.0  $\mu\text{m}$ )で動作する量子ドット太陽電池特性の温度依存性を検討したので報告する.

### 実験

異なる第一励起子吸収ピークを示す PbS コロイド量子ドット( $\lambda_{\text{exciton}}$ : A=1.01, B=1.04, C=1.10, D=1.18, E=1.30, F=1.52, G=1.63  $\mu\text{m}$ )を合成した[2]. コロイド量子ドット溶液を FTO(F-doped SnO<sub>2</sub>)基板上的 ZnO ナノワイヤ(NW)層(1.2  $\mu\text{m}$ 厚)に、スピコート法で充填した後、オーバーコート層(300 nm)を形成し、最後に Au 薄膜を蒸着して、太陽電池を作製した. 0.3~2.0  $\mu\text{m}$ の範囲で太陽光(AM1.5G, 100  $\text{mWcm}^{-2}$ )に対して良好な近似を示す光源を用いて、-160°Cから80°Cの温度範囲で、電流電圧曲線を測定した.

### 結果と考察

異なる励起子吸収を示すコロイド量子ドットで作製したセル(A~G)の短絡電流密度( $J_{sc}$ )は、温度の低下に伴い、減少した. 曲線因子( $FF$ )は  $J_{sc}$  と類似の傾向を示した. 一方、開放電圧( $V_{oc}$ )は 80°C付近から降温と共に上昇し、ピークを迎えた後に減少する傾向を示した(Fig. 1). エネルギー変換効率は、3つの太陽電池特性がバランスする 200~250K で最大となった.

$V_{oc}$  がピークとなる温度は、 $\lambda_{\text{exciton}}$  の短波長化(ワイドギャップ化, A→G)と共に、 $V_{oc}$  の温度変化係数( $(V_{oc}^{-1})dV_{oc}/dT$ )の絶対値は、減少することが分かった(Fig. 1 inset figure). このことは、ワイドギャップな量子ドットを使ったセルで開放電圧(エネルギー)損失( $E_g - q V_{oc}$ )が大

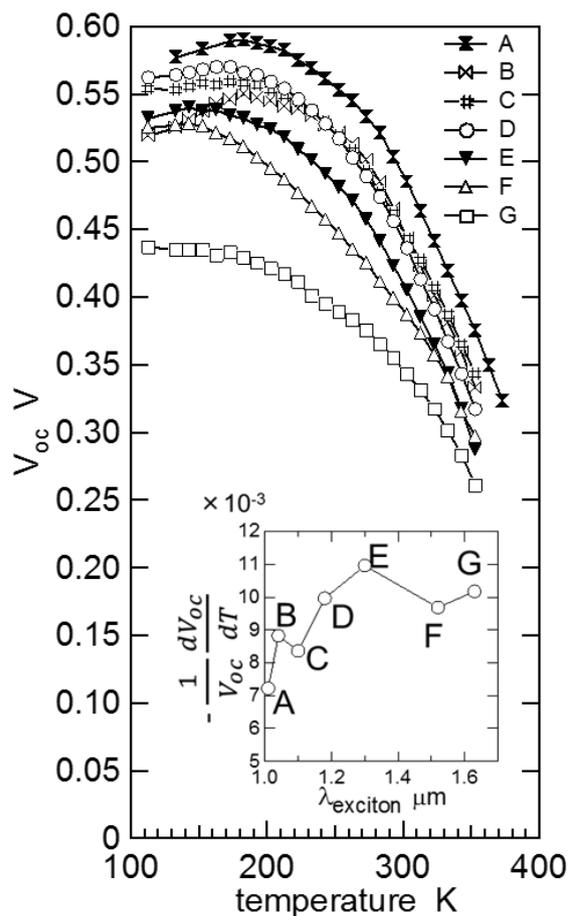


Fig. 1. Temperature dependence of  $V_{oc}$  of the PbS QD/ZnO NW solar cells and the temperature coefficients of  $V_{oc}$  obtained at 300 K (inset figure).

きいことに関係していると推察される[2]. エネルギー損失は、量子ドット層/ZnO 層や量子ドット層/Au の接合界面物性、量子ドットの物性などに依存するが、吸収端が短波長化(量子ドット径の減少)するとトラップ準位が深くなることも[3], 重要な原因の一つと考えられる.

- [1] H. Wang *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **4**, 2455 (2013).
- [2] H. Wang *et al.*, *ACS Energy Lett.*, **2**, 2110 (2017).
- [3] D. Bozyigit *et al.*, *Nat. Commun.*, **6**, 6180 (2015).