

ZnTe をベースとした非 Cd 系 II-VI 化合物半導体量子ドット蛍光体 Cd-Free and ZnTe-Based II-VI Compound Semiconductor Quantum Dot Phosphors

東北大多元研¹ ○小俣 孝久¹

Tohoku Univ.¹, °Takahisa Omata¹

E-mail: takahisa.omata.c2@tohoku.ac.jp

1993年にMurray, Norris, BawendiによりCdSeコロイダル量子ドットの可視蛍光が報告されて以来[1]、コロイダル量子ドットは優れた発光波長の制御性と単色性から広色域ディスプレイへの応用を中心に開発が進められてきた。脱Cdが求められるようになって以降、Cdを含まないII-VI化合物半導体では可視光域をカバーできない(と思いこんでいた)ため、産業的にはInPをベースとするIII-V化合物半導体で開発が進められた。InP量子ドットには、青色発光が難しい、緑色の色純度がCdSeに比べ劣る、光吸収が弱いなどの課題はあるものの[2,3]、現在もディスプレイ用量子ドット蛍光体として製造されている。

著者らはInPに代わる非Cd系量子ドット蛍光体として、3元系のI-III-VI₂化合物、特にCuIn(S,Se)₂に取り組んだが[4,5]、内因性の欠陥を介した発光を抑えられずに[6]この系を諦めた。上松先生、鳥本先生らによるAgInS₂系での励起子発光は[7]、先生方の卓越した合成技術とねばりの賜物である。著者らは次なる材料を考える中で、Ga(N,As)でホットになった巨大バンドギャップボーイング(混晶のバンドギャップが端成分のそれよりもかなり小さくなる現象)を思い出し[8]、それが生じるZnTe系混晶半導体に思い至った[9]。Zn(Te,Se)およびZn(Te,S)混晶量子ドットはこの想起から作られた材料である。振り返ってみれば「なぜ量子ドットの研究に取り組み始めたときに、この材料に思い至らなかったのか」と思える、可視光の蛍光体にぴったりのバンドギャップを有する材料である[10]。著者ら以前にもZn(Te,Se)混晶量子ドットの研究はあったが[11]、巨大バンドギャップボーイングが生じる組成には取り組まれておらず、著者らでも作れたことを考えると、その正確な理由は今もってわからない。講演では巨大バンドギャップボーイングが生じる機構とZnTeをベースとした混晶量子ドットの特長について述べる[12,13]。

- [1] C. B. Murray, D. J. Norris and M. G. Bawendi, *J. Am. Chem. Soc.*, 115, 8706–8715 (1993).
- [2] S.-Y. Yoon, J.-N. Han, Y.-J. Lee, A. I. Channa, D.-Y. Jo, et al., *ACS Energy Lett.* 8, 1131–1140 (2023).
- [3] J. P. Park, J.-J. Lee and S.-W. Kim, *Sci. Rep.*, 2016, 6, 30094.
- [4] T. Omata, K. Nose, S. Otsuka-Yao-Matsuo, *J. Appl. Phys.* 105, 073106 (2009).
- [5] H. Nakamura, W. Kato, M. Uehara, K. Nose, T. Omata, et al., *Chem. Mater.* 18, 3330–3335 (2006).
- [6] T. Omata, K. Nose, K. Kurimoto, M. Kita, *J. Mater. Chem. C* 2, 6867–6872 (2014).
- [7] T. Uematsu, K. Wajima, D. K. Sharma, T. Yamamoto, et al., *NPG Asia Mater.* 10, 713–726 (2018).
- [8] W. G. Bi, C. W. Tu, *Appl. Phys. Lett.* 70, 1608–1610 (1997).
- [9] S. Larach, R. E. Shrader, and C. F. Stocker, *Phys. Rev.* 108, 587–589 (1957).
- [10] H. Asano, T. Omata, *AIP Adv.* 7, 045309 (2017).
- [11] C. Li, K. Nishikawa, M. Ando, H. Enomoto, N. Murase, *J. Colloid Interface Sci.* 321, 468–476 (2008).
- [12] H. Asano, S. Tsukuda, M. Kita, S. Fujimoto, T. Omata, *ACS Omega* 3, 6703–6709 (2018).
- [13] R. Matsuo, M. Kita, S. Tsukuda, T. Omata, *J. Mater. Chem. C in press* (2025).