

2023 年度年次報告書

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出

2021 年度採択研究代表者

伊澤 誠一郎

東京工業大学 科学技術創成研究院
准教授

界面アップコンバージョンが可能とする革新的光変換

研究成果の概要

低エネルギー(長波長)から高エネルギー(短波長)への光波長変換技術は、低エネルギー光の有効活用により光触媒や太陽電池の効率を向上させることや、生体透過性の高い近赤外光の特長を生かした生体内イメージングや光遺伝子操作などへの応用が期待されている。本研究課題では、有機半導体界面で起こる光電変換プロセスを利用することで、新たな原理に基づく光波長変換技術:フォトンアップコンバージョン(UC)を確立することを目指す。その新原理 UC の動作原理を解明するとともに、様々な材料系、波長帯での UC を実現する。さらにデバイス界面でも UC を利用し、超低電圧で駆動できる有機 EL デバイスの開発を目指す。

本年度の主な研究成果としては、昨年度から取り組んでいる青色の UC 発光を実現する低駆動電圧の有機 EL デバイスの研究成果を論文で発表した。この青色有機 EL デバイスは、界面を使うことによって、低エネルギーの三重項励起子を低電圧で選択的に励起でき、その結果、462 nm (2.68 eV)にピークを持つ青色発光が 1.26 V という超低電圧から発光が開始する。電圧輝度特性を観測すると、スマートフォンディスプレイ程度の発光輝度である 100 cd/m² には 1.97 V で到達できることがわかり、これは有機・無機双方を含めても世界最小電圧で光る青色発光ダイオードの開発に成功した。本研究成果は青色有機 EL デバイスの省エネルギー化につながる技術として多くのメディアで取り上げられた。

さらにこの電流励起での青色 UC 発光を基盤として、アクセプタ分子に光吸収能を持たせることによって、光励起の青色 UC 発光にも成功した。具体的にはアクセプタ分子の共役長を伸ばし、バンドギャップを小さくすることによって、可視光領域まで光吸収ができるアクセプタ分子を開発した。その分子を緑色の入射光で励起することで、発光体分子からの青色発光が観測出来た。

【代表的な原著論文情報】

- 1) ***S. Izawa**, *M. Morimoto, *K. Fujimoto, K. Banno, Y. Majima, M. Takahashi, S. Naka, M. Hiramoto, “Blue organic light-emitting diode with a turn-on voltage of 1.47 V”, *Nat. Commun.*, **14**, 5494 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41208-7>
- 2) *T. Okamoto, ***S. Izawa**, M. Hiramoto, *Y. Kobori, “Efficient Spin Interconversion by Molecular Conformation Dynamics of Triplet-Pair for Photon Up-Conversion in Amorphous Solid”, *J. Phys. Chem. Lett.*, **15**, 2966–2975 (2024). DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcclett.3c03602>
- 3) H. Iwasaki, *K. Fujimoto, K. Banno, Q. Shui, Y. Majima, M. Takahashi, ***S. Izawa**, “Electron Transfer Enhanced by Minimal Energy Offset at Organic Semiconductor Interface”, *ChemRxiv*, DOI: <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2024-fx03q>