

水系における弱励起光型可視-紫外アップコンバージョン分子システムの開発

(九大院工¹・九大高等研究院²・九大CMS³) ○水上 輝市¹・楊 旻朗¹・安田 琢磨^{1,2}・君塚 信夫^{1,3}

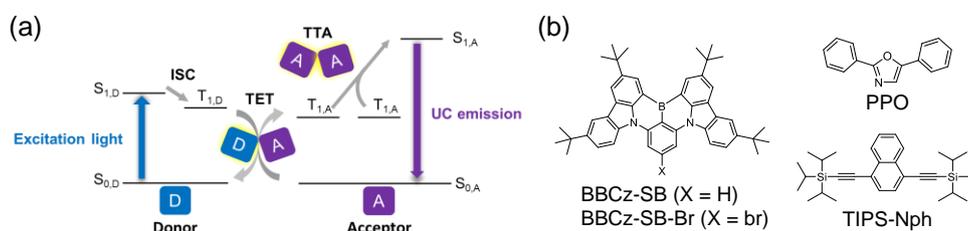
Visible-to-UV Photon Upconversion Molecular System at Low Excitation Intensity in Aqueous Medium (¹Grad. Sch. of Eng., Kyushu Univ., ²IAS, Kyushu Univ., ³CMS, Kyushu Univ.) ○ Kiichi Mizukami,¹ Minlang Yang,¹ Takuma Yasuda,^{1,2} Nobuo Kimizuka^{1,3}

Triplet-triplet annihilation-based photon upconversion (TTA-UC) is a methodology to convert lower-energy photons to higher-energy photons even under low-intensity excitation light such as sunlight. Accordingly, TTA-UC is expected to be applied to a wide range of devices using sunlight and also in the biological area such as theranostics. In this study, we designed and developed a new TADF molecule that exhibits highly Φ_{ISC} as heavy metal-free donors and constructed a high efficiency visible-to-UV TTA-UC molecular system at lower excitation intensity. We also investigated to prepare aqueous TTA-UC system based on these new TTA-UC chromophores.

Keywords : Photon upconversion; Triplet-triplet annihilation; Supramolecular assembly; TADF molecule

三重項-三重項消滅に基づくフォトン・アップコンバージョン (TTA-UC) は、太陽光レベルの低い励起光強度 ($\sim mW\ cm^{-2}$) で駆動する波長変換技術であり (Fig. 1a)、太陽光を利用する太陽電池や光触媒、セラノスティクスなどバイオ分野の応用が期待されている。従来の可視-紫外 TTA-UC では、20%を超える高い UC 効率が報告されているが、三重項増感剤に重金属が含まれ、コストや環境負荷、生体適合性に課題があった^[1]。

本研究では、重金属フリーなドナーとして、高効率な項間交差を示す TADF 分子 BBCz-SB-Br を新たに設計・開発した (Fig. 1b)。アクセプター分子として PPO およびナフタレン誘導体 TIPS-Nph^[1]を用いることで、有機溶媒中において極めて高い UC 効率 $\eta_{UC} \sim 20\%$ の TTA-UC を達成した。今回開発したドナーは UC 発光波長における吸収が小さいため、太陽光に相当する低励起光強度においても高効率な TTA-UC が可能である。さらに、ナノ粒子を形成し水中かつ低励起光強度で可視-紫外 TTA-UC を示す分子システムの構築を試みた。



[1] N. Harada et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2021**, *60*, 142-147.