

## 高効率な重金属フリー可視-紫外光子・アップコンバージョンシステムの開発

(九大院工<sup>1</sup>・九大 CMS<sup>2</sup>・JST さきがけ<sup>3</sup>) ○宇治 雅記<sup>1</sup>・原田 直幸<sup>1</sup>・君塚 信夫<sup>1,2</sup>・楊井 伸浩<sup>1,2,3</sup>

Development of a highly efficient heavy metal-free visible-to-UV photon upconversion system (<sup>1</sup> *Grad. Sch. Eng., Kyushu Univ.*, <sup>2</sup> *CMS, Kyushu Univ.*, <sup>3</sup> *PRESTO, JST*) ○Masanori Uji,<sup>1</sup> Naoyuki Harada,<sup>1</sup> Nobuo Kimizuka,<sup>1,2</sup> Nobuhiro Yanai,<sup>1,2,3</sup>

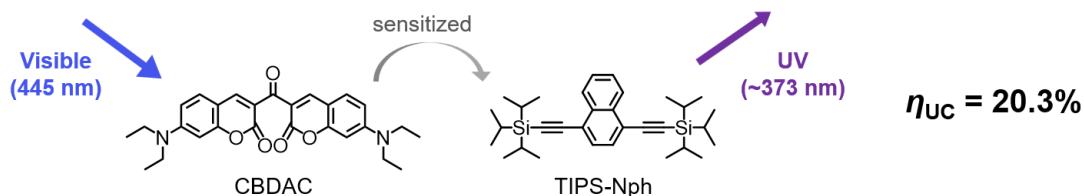
Triplet-triplet annihilation-based photon upconversion (TTA-UC) has the potential to efficiently convert lower energy photons into higher energy photons at low excitation intensity. In particular, converting visible light to ultraviolet light is attracting attention in applications such as photocatalytic fuel production and environmental cleanup. The high UC efficiency of 20.5% has been reported for visible-to-UV TTA-UC, but it contains costly heavy metal ions.<sup>1)</sup> On the other hand, the highest efficiency of the heavy metal-free visible-to-UV TTA-UC system has been limited to 8.2%.<sup>2)</sup>

In this study, we report the highest efficiency of heavy metal-free visible-to-UV TTA-UC by combining a heavy metal-free coumarin derivative CBDAC with a naphthalene derivative TIPS-Nph. By irradiating a deaerated toluene solution of CBDAC/TIPS-Nph with a 445 nm laser, we achieved a high UC efficiency of 20.3%, which is a significant improvement over the previous record of 8.2%.<sup>3)</sup>

**Keywords :** Photon upconversion; Triplet-triplet annihilation; Heavy metal-free

三重項-三重項消滅に基づく光子・アップコンバージョン (TTA-UC) による可視光から紫外光への波長変換 (可視-紫外 TTA-UC) は、光触媒と組み合わせることにより燃料製造や環境浄化などの幅広い応用が可能であることから、近年注目を集めている。従来の可視-紫外 TTA-UC 系では、20.5% という高い UC 効率が報告されているが、高コストかつ環境負荷の高い重金属イオンを含むという問題があった<sup>1)</sup>。一方、重金属フリーな可視-紫外 TTA-UC 系も報告されているが、最大 UC 効率は 8.2% に留まっていた<sup>2)</sup>。

本研究では、クマリン誘導体 CBDAC とナフタレン誘導体 TIPS-Nph を組み合わせることで、重金属フリーかつ高効率の可視-紫外 TTA-UC を達成した。CBDAC と TIPS-Nph のトルエン溶液に 445 nm の青色レーザー光を照射したところ、紫外域に UC 発光を観測し、重金属フリーな可視-紫外 TTA-UC 系における過去最高値 (8.2%) を大幅に更新する高い UC 効率 (20.3%) を達成した。



1) N. Harada et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, 60, 142–147.

2) Y. Murakami et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2020**, 22, 27134–27143.

3) M. Uji et al., *J. Mater. Chem. C*, **2022**, DOI: 10.1039/d1tc05526g