

近赤外光線力学療法に向けたアップコンバージョン駆動型一重項酸素生成材料の創製

(早稲田大¹) ○小松崎 涼太¹・Truptimayee Behera¹・木下 雄介¹・石井 あゆみ¹
Up conversion-mediated singlet oxygen generating materials for near-infrared-activated photodynamic therapy (¹Waseda Univ.) ○Ryota Komatsuzaki,¹ Truptimayee Behera,¹ Yusuke Kinoshita,¹ Ayumi Ishii¹

Photodynamic therapy (PDT) has attracted considerable attention as a promising cancer treatment due to its minimal invasiveness, localized treatment capability, and low risk of multidrug resistance. In this study, we demonstrate the generation of singlet oxygen under 980 nm near-infrared (NIR) light irradiation using a combination of chlorophyll-derived MPPa as a photosensitizer and lanthanide-based upconversion nanoparticles (UCNPs). The singlet oxygen generation efficiency and the photoactivity of films incorporating MPPa and UCNPs are also discussed.

Keywords : Lanthanide-based upconversion; Chlorophyll; Singlet oxygen; Photodynamic therapy; Near-infrared light

光線力学療法 (PDT) は低侵襲的で局所治療が可能であり、薬剤耐性の問題が少ないことから、有望ながん治療法として注目されている。クロロフィルは紫外・可視光照射により一重項酸素を生成するため、PDT の光増感剤 (PS) として利用されてきた。しかし、紫外・可視光は生体透過性が低く、生体深部での治療には適さないという課題がある。また、現在用いられている PS の多くは高価で、合成プロセスが複雑である。本研究では、近赤外光を可視光に変換するアップコンバージョン技術^{1,2)}と天然由来色素を組み合わせることで、近赤外光照射下で一重項酸素生成の実現を目指している。さらに、生体応用を視野に薄膜での一重項酸素生成についても検討を行った。

天然色素から抽出したクロロフィル誘導体 (MPPa) を DMF に溶解し、希土類系アップコンバージョン粒子 (UNCP) を分散させた溶液に近赤外光 (980 nm) を照射した。一重項酸素検出試薬として 1,3-ジフェニルイソベンゾフラン (DPBF) を用いて、MPPa 溶液と混合した際の吸収スペクトル変化を観測した (Fig. 1)。近赤外光照射により、DPBF に由来する吸収帯の減少が確認され、一重項酸素の生成が示された。さらに、MPPa を含む薄膜試料においても、同様に近赤外光照射下で一重項酸素の生成が確認された。以上より、MPPa を用いることで、溶液および薄膜のいずれの条件下においても、近赤外光照射下で一重項酸素を生成できることが明らかとなった。

天然色素から抽出したクロロフィル誘導体 (MPPa) を DMF に溶解し、希土類系アップコンバージョン粒子 (UNCP) を分散させた溶液に近赤外光 (980 nm) を照射した。一重項酸素検出試薬として 1,3-ジフェニルイソベンゾフラン (DPBF) を用いて、MPPa 溶液と混合した際の吸収スペクトル変化を観測した (Fig. 1)。近赤外光照射により、DPBF に由来する吸収帯の減少が確認され、一重項酸素の生成が示された。さらに、MPPa を含む薄膜試料においても、同様に近赤外光照射下で一重項酸素の生成が確認された。以上より、MPPa を用いることで、溶液および薄膜のいずれの条件下においても、近赤外光照射下で一重項酸素を生成できることが明らかとなった。

1) A. Ishii, et al., *Adv. Photon. Res.*, **2023**, 4, 2200222. 2) A. Ishii, et al., *Adv. Opt. Mater.*, **2025**, 13, e01682.

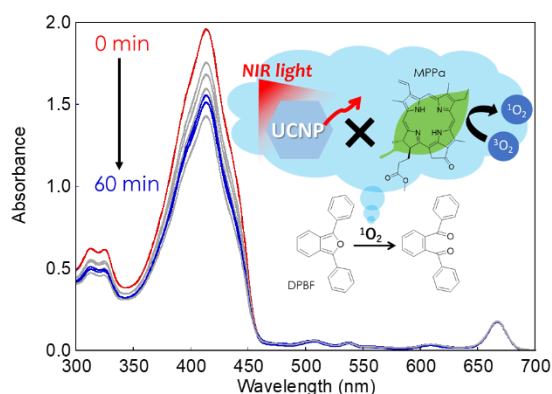


Fig. 1 Absorption spectral change of DPBF in DMF with MPPa and UCNPs under irradiation with 980 nm.