

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

石田 真敏

九州大学 大学院工学研究院
助教

第二近赤外光を活用する光がん治療

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、次世代がん免疫治療応用を指向した第二近赤外光(NIR-II:波長1000–1400 nm)に応答する光感受性色素を組み込んだモノクローナル抗体複合体の開発およびその光反応の評価を主たる目的としている。これまで主に研究されてきた NIR 領域(波長700–1000 nm)と比べて、生物個体の深部まで透過する NIR-II 光応答色素は、イメージング技術分野のみならず、光治療におけるカギとなる機能性材料として注目されているが、狭小な HOMO-LUMO ギャップを有する必要があるため安定性の高い色素が必須である。

計画初年度は、既存のシリコンフタロシアニンを基盤とした IR700 の代替色素として、天然テトラピロール系ポルフィリン分子の拡張 π 共役分子(ヘキサフィリン)に着目し、低エネルギー光アンテグ反応を実現する色素の開発を目指した。まずポルフィリン色素の問題であった光励起効率を改善するため、フロンティア分子軌道の精密制御に基づく、NIR-II 吸収帯(Q 帯)の振動子強度の増強を目指したヘキサフィリン誘導体を設計した。また、分子長軸方向に沿って、エチニル基を π 共役ユニットとして導入した異方的な π 拡張誘導体が、NIR-II吸収帯の波長シフトとともにモル吸光係数の増大を達成し、光音響信号の強度増大に寄与することを見出した。さらに、キノイド型電子構造に基づく、ヘキサフィリン環状 π 共役系の破壊に伴うフロンティア軌道の縮退解消により、第三近赤外光(NIR-III:波長 1500–1800nm)領域まで深色シフトとともに吸収強度の大きな増大を達成した。

上記に加え、配位子空孔内に配位したシリコン錯体の安定性シリコン錯体の安定性の向上を目指して、”NNNN”ドナー配位サイトを2か所、有する三重縮環ポルフィリン二量体に着目し、効率合成法の検討を行った。得られた縮環二量体が、NIR-II 光領域に比較的大きなモル吸光係数を持つ色素として機能することを見出した。