

九州大学大学院工学研究院・准教授 清水 宗治氏
Soji Shimizu



(業績)「フタロシアニンを基盤とした π 共役系の構築と機能発現」

フタロシアニンは優れた光吸収・電気化学特性から、医療から有機エレクトロニクスなどの幅広い分野で応用研究が行われている機能性分子である。一方、工業分野で価値が見出されたため、基礎科学的な観点から進められる構造物性相関に基づく分子設計やそれを可能にする合成法の開発があまりなされてこなかった経緯がある。清水宗治氏は、フタロシアニンの含窒素環状 π 共役構造に起因する可視領域における優れた吸収特性とイミン窒素で架橋された構造由来の π 共役面としての高い平滑性に着目して、フタロシアニンおよび、その類縁体であるアザボロンジピロメテン (aza-BODIPY) の特性を活かした分子設計と合成法の開発により、近赤外吸収・発光、キラル光学特性、電気化学特性に優れた新規 π 共役系の創出に成功している。以下に清水氏の業績概要について示す。

1. フタロシアニンを基盤とした新規 π 共役系の創出

清水氏は、フタロシアニンの光吸収・電気化学特性に大きく関与する分子骨格および対称性が、前駆体の *o*-フタロニトリルの構造により決定されることに着目して、これまでフタロシアニン合成には用いられてこなかったジニトリル前駆体や類縁体であるポルフィリンの合成前駆体から、フタロシアニンおよびその環縮小類縁体であるサブフタロシアニン合成を行うことで、多くの新規骨格の π 共役系分子を合成することに成功している。また、この骨格変換によりフタロシアニンの優れた光吸収特性を広帯域化あるいは近赤外領域へと長波長化しうることを見いだすと共に、分光学的手法を用いた分子構造と光吸収特性の相関解明へと研究を展開している。一方で、フタロシアニンの分子構造の平滑性を利用した集合体の構築にも挑戦しており、外周部にテトラシアフルバレン (TTF) が縮環したフタロシアニンのケイ素錯体において、中心のケイ素同士を酸素で架橋することで合成した積層オリゴマーが、積層構造に特徴的な多電子授受能を示すことを見いだしている。このオリゴマーでは TTF の酸化状態の違いによるユニット間の相互作用変化から配向制御が可能であり、それに伴い光吸収特性の制御も可能である。さらに類似骨格のサブフタロシアニンでは同様の TTF ユニット間の分子間相互作用により超分子ワイヤーを構築することにも成功してい

る。これらは、酸化により伝導特性が変化する外部刺激応答性ナノワイヤー創出につながる重要な研究成果である。

2. aza-BODIPY を基盤とした新規 π 共役系の創出

フタロシアニンの半分の分子骨格でホウ素を配位した構造を持つ aza-BODIPY は、可視領域に優れた発光を示すことからバイオイメージングなどへの応用研究が盛んに行われているが、合成上の制約から合成可能な構造は限られていた。清水氏はフタロシアニン合成研究の知見を活かして、ラクタムとヘテロ芳香族アミンを用いた Schiff 塩基形成反応により、これまでとは全く異なる aza-BODIPY 合成法の開発に成功している。この合成法は基質汎用性が高く、通常の aza-BODIPY 骨格だけでなく、共役の広がった二量体骨格の構築も可能である。また、これらの一連の新規 aza-BODIPY は可視領域の強発光に加えて、生体への応用に適した近赤外領域における発光や特異な発光挙動である固体発光、凝集誘起発光など、優れた発光特性を示すことも見出している。さらに aza-BODIPY の平滑な共役構造および優れた可視光吸収特性から、バルクヘテロ型有機薄膜太陽電池へと研究を展開し、新規材料として良好な光電変換効率を示す結果を得ている。

以上のように、清水氏は「フタロシアニンを基盤とした π 共役系の構築と機能発現」をキーワードに、構造物性相関の理解に基づく分子設計と一貫して簡便な合成法の開発により、光吸収特性に優れた新規 π 共役系を創出し、その基礎物性である芳香族性・電気化学物性と併せることで、有機薄膜太陽電池へと発展させるなど、物性研究も展開している。これらの研究業績は関連分野の発展に大きく貢献するものであり、国内外から高い評価を受けている。従って、同氏の業績は有機合成化学奨励賞に値するものと認め、ここに選定した次第である。

[略歴] 平成 16 年 3 月 京都大学大学院理学研究科修士課程修了
現在 九州大学大学院工学研究院 准教授