



BODIPY との出会い

東京都立大学 久保由治

BODIPY 類 (ボロン-ジピロメテン類の略称) は、バイオイメージングからオプトエレクトロニクスに至る広範な分野で用いられている有機色素で、470~530 nm の可視領域に強い吸収帯をもつ。優れた熱・光安定性に加えて高い蛍光量子収率の発現は魅力的な性質である。少なくとも一度は耳にしたことがある読者が大半であろう。

「BODIPY」のキーワード検索で 6,590 件の論文がヒットした (2021 年 10 月 31 日、Scopus)。

2008 年 4 月に遡る。筆者は首都大学東京 (現 東京都立大学) 都市環境学部へ異動した。公立大学という独特の雰囲気なかで、エネルギー関連材料に対して何かテーマを加えたいと考え、目をつけたのが BODIPY だった。当時、すでに多数の誘導体が報告されていたが、近赤外線を含む長波長光吸収色素を系統的に扱った事例がほとんどなかったのが追い風となった。設計指針はシンプルで、ピロール環をイソインドール環へ π 拡張を施し、3,5 位に導入したアリール基を、オキサザボリン環形成を通じて固定化した (図 1)。既存の合成反応を通じて目的色素 (1) は容易に得ることができ、その吸収は近赤外線領域に達した。こんな色素は作ろうと思えばすぐ合成できると感じたので、TL 誌に速やかに投稿した^[1]。エネルギー関連材料への適用はその関連体 (2) を用いて達成できた。この頃、まだ黎明期だった有機薄膜太陽電池の活性層には、ポリチオフェンドナーとフラレーンアクセプターが使用されており、その光電変換効率は 3% 台であった。一つの原因に長波長光吸収特性の欠如があったので、2 を光捕集増感剤として活性層に添加したところ、光電変換効率の増加が観測された^[2]。BODIPY の新機能開拓の観点から意義深い研究となった。BODIPY のもつ優れた光捕集性は、太陽光エネルギーを用いた水素製

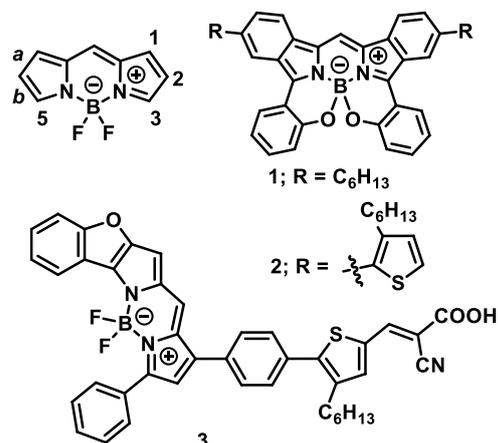


図 1. BODIPY 類.

造技術にも生かされるかもしれない。再生エネルギー由来の CO₂ フリー水素を脱炭素社会実現の切り札として期待されるなか、有機色素を増感剤使用する光電極系や光触媒が盛んに検討されるようになった^[3]。筆者らは、ローダニン部位を有する BODIPY 色素を n 型半導体 (TiO₂) からなる光アノード電極上に固定化した取り組みに加えて^[4]、素子構成が単純な光触媒系に適用している。最近、TiO₂ 系光触媒微粒子に b 縮環型 BODIPY (3) と白金を担持させ、犠牲試薬を含むリン酸緩衝液に分散させたところ、光照射下水素発生を観測した。10 時間後のターンオーバー数は 11700 と見積もられ、高い光安定性を示した^[5]。

有機色素のエネルギー関連分野への適用には、光励起状態でのキャリア移動特性や耐久性など克服すべき課題が多い。しかし、分子設計に基づく多種多彩な有用色素を提供できる利点があるので、チャレンジを続けたいと考えている。

[1] Y. Kubo, et al., *Tetrahedron Lett.*, **2010**, *51*, 1600–1602.

[2] Y. Kubo, et al., *Org. Lett.*, **2011**, *13*, 4574–4577.

[3] たとえば、J.-M. Liu, et al., *ChemSusChem*, **2020**, *13*, 5863–5895.

[4] J. Y. Mulyana, Y. Kubo, et al., *Chem. Commun.*, **2017**, *53*, 6784–6787.

[5] Y. Kubo, et al., *Sustainable Energy Fuels*, **2021**, *5*, 3676–3686.