



## 光合成・人工光合成と光導波路分光測定法の接点

システム・インスツルメンツ(株)  
高橋 浩三

私の名前をご覧頂いた時に、本研究分野の皆さんは『…光導波路分光測定法の…』と思われるのだと思います。ある意味で馬鹿の一つ覚え的なところもあるのですが、私の中では『バルクと異なる、表面・界面の電子情報を提供する。』との信念に基づいてミッション（伝道活動？）を展開しています。本来、分析化学の研究分野が活動域の私ですが、営利活動が基本の企業研究者であることと、『この測定法を広く使って頂きたい…』との思いから光化学分野の学会・研究会に参加させて頂いております。

光合成・人工光合成との出会いは、2005年ころ、共に立命館大学教授民秋均先生、首都大学東京教授の井上晴夫先生にご設備頂いたときからです。民秋先生にはクロロリンの自己凝集の研究に関する論文<sup>1,2)</sup>を、井上先生からは光捕集に関する粘土鉱物上に配向されたポルフィリンの研究<sup>3,4)</sup>を多数ご報告して頂きました。特に光が当たる固体表面の分子の電子状態が変化する様子をスペクトルからリアルタイムで観察出来ることは、この分野で研究を展開する先生方のご所望されると思います。

そこで私はこのレポートで、光導波路分光測定法を用いた効果的な応用例として一報の論文をご紹介します。それは2019年に報告されたInomataらによる*Chem. Mater.*<sup>5)</sup>です。この論文ではデンドリマー（DPA-4G）に決まった個数の金属原子（報告では Sn, Ti）を配位させ、そのデンドリマーを石英基板（この場合は石英導波路）にプレートのように敷き詰め、化学処理・熱処理することで金属酸化物のナノ結晶の周期的な量子ドット構造を造るというものです。デンドリマーに入れる金属原子数を 12、28、60 価と数を変え制御することが可能で、そ

れに応じてナノ結晶のサイズも変わります。本論文では私どもの光導波路分光測定装置を用いて、量子ドットの周期構造について、分光学的な基礎情報であるバンドギャップを観察するために用いて頂きました。当然のことながらガラス基板上の数個～数十個の分子数の量子ドットの周期構造などは透過法でスペクトルを得ることは出来ません。結果としてはドットのナノ結晶のサイズが小さいほどバンドギャップの吸収端が短波長側に存在していて、サイズが大きくなると長波長シフトする様子が示されました。

この様に evanescent 波を用いる光導波路分光測定法では表面の超希薄な化学種でも高感度に捉えられるので、本来、装置が持っているリアルタイム測定の機能と併せて様々な測定のパリエーションが期待できます。吸収測定・蛍光測定・SPR 測定・偏光測定などの光導波路分光測定法の特徴を活かし、これまでにない情報が得られる可能性があります。例えば、触媒分子を光導波路表面に配置し、そこに基質を加えることで、光などの外部刺激を与えたときに、触媒がどのような過程で基質を分解し、また、変化させていくのか観察するにはうってつけの手段ではないでしょうか。ご紹介させて頂いた文献は、光導波路分光測定法でのみ分光情報が得られる特殊な環境にあります。しかし、これら表面の薄層のみで展開される化学現象を高感度かつ動的に捉えることが出来れば、大いにこの分野での研究に貢献できるのではないかと期待しております。

### 【参考文献】

- 1) Kunieda, M. et al, *Eur. J. Org. Chem.*, **2006**, 2352.
- 2) Kunieda, M. et al, *J. Org. Chem.*, **2007**, 72, 2443.
- 3) Takagi, S. et al, *J. Photochem. Photobiol. C*, **2006**, 7, 104.
- 4) Eguchi, M. et al, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2007**, 80, 1350.
- 5) Inomata, Y. et al, *Chem. Mater.*, **2019**, 31, 8373.