



教授 / 工学 (博士)

原 道 寛

Michihiro Hara

学歴

福井工業大学 工学部 応用理化学科、福井工業大学 工学研究科 応用理化学専攻、修士課程
 大阪大学 工学研究科 分子化学専攻、博士課程、単位取得満期退学
 大阪大学 工学研究科 分子化学専攻、博士課程、修了

経歴

大阪大学産業科学研究所文部科学技官教育職 (一) 1級、同技術補佐員、福井工業大学講師、福井工業大学准教授、福井工業大学教授、学科主任補佐

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

光化学に関する基礎から応用の講演と分光分析に関する相談、レーザー光照射による高速分光学ならびに有機系太陽電池、有機EL等に関する作製と評価に関するテーマ

メールアドレス

hara@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「シクロデキストリンを用いたシングル・マルチレーザーパルス光による光反応 (分解) の制御」

フォトリソミック分子の化学反応を制御する研究が光デバイスや光アクティエーター、分子マシンなどに求められている。しかしながら、異なった波長での多レーザーパルス励起による光反応操作の研究はあまり見られない。そこで、本研究ではシクロデキストリン (CD) 共存下でジアリールエテンの共鳴光イオン化を最大3つレーザーパルス光励起を用いて、光化学反応を検討した。1つのレーザー光照射に得られたジアリールエテンのイオン化量子収率はCDの包接効果より環化反応の抑制により増加した。2つのレーザー光照射で得られたイオン化収率は1つだけの照射よりも高くなり、紫外線や可視光線のレーザーパルス光による多段階光照射によって、ジアリールエテンの光イオン化が促進したことが示唆された。ジアリールエテンのイオン化収率の増加は可視光線レーザーパルス光照射によって、ジアリールエテンの効率のよい環化反応により達成された。光イオン化の効率の増加はジアリールエテンの環化量子収率や閉環体の熱安定性に関係していたことを明らかにしている。また、基底状態や励起状態などの光物性として、励起寿命や無輻射速度定数や環化および閉環速度定数なども測定し、その関係性も明らかにしている。これらのことから、多光子吸収を利用した光デバイスや光誘起アクチュエータの光操作に関する方法の開発において、本研究がその一役を担うと考えている。

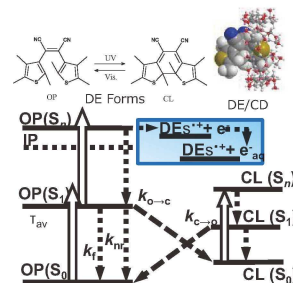


図1. マルチレーザーパルス光照射によるシクロデキストリン共存下ジアリールエテンのエネルギーダイアグラム

「シクロデキストリンを含む色素増感太陽電池・有機 EL の作製と評価」

スピロピラン誘導体や各種有機分子とシクロデキストリン層を含む色素増感太陽電池の作製と光電変換の測定や光応答性の研究を初めて報告した。実際に、酸化チタン表面 (TiO₂) にスピロピラン誘導体のメロシアンニン体とシクロデキストリンの錯体が吸着していることを示した。スピロピラン誘導体のメロシアンニン体とシクロデキストリンの錯体は蛍光分光法によってその挙動を明らかにした。スピロピラン誘導体のメロシアンニン体の色素増感太陽電池の光電変換効率 (IPCE) は570-nm光照射下で、4.1%を示し、シクロデキストリンの包接効果により、11.1%に達した。同様に、フィルファクターや開放端電圧もシクロデキストリン層によって、改善された。スピロピラン誘導体のメロシアンニン体とシクロデキストリンの錯体の色素増感太陽電池の光電変換効率 (IPCE) が可視光照射によって減少した。これは、スピロピラン誘導体のメロシアンニン体の異性体の形成により、光電変換効率 (IPCE) が減少したものと考えられる。これらにより、シクロデキストリン層の包接効果により、スピロピラン誘導体のメロシアンニン体による色素増感太陽電池の光応答性や放電変換能を示すことができた。

加えて、シクロデキストリン高分子層を有した有機エレクトロルミネッセンスを作製し、物性評価を行っている。低電圧駆動など省エネルギーに係わる結果を報告している。

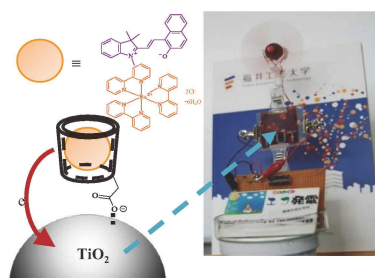


図2. シクロデキストリン層を含んだ色素増感太陽電池

今後の展望

産業界では医薬品の原料・可塑性・有機EL材料などの機能性物質は大活躍をしている。しかし、その反面、環境問題などの原因物質としてやり玉にあげられることが多くなった。これは工業用分子の大量使用や計時変化により、現段階では安全であるが、時間が経過することに環境への影響を少なからず与えるようになるからだと考えられる。

本研究ではそれら工業用物質を分子レベルで考慮し、汚染物質になる前に、食品添加物でもあるシクロデキストリンで隔離し、環境への付加の低減をめざし、シクロデキストリンで隔離した物質を直接レーザー光により光分解 (光イオン) し、そのメカニズムから効率条件を探っている。

また、多色多レーザーパルスを用いることで、光による刺激により、分子構造や化学反応を制御することも考えている。実現できると農業など不必要になった際に、適宜光で無害化、もしくは、有益な分子に変えることもできると考えている。

実際に直接的にエコを考慮し、「色素増感太陽電池や有機ELの作成と評価」を行っている。ここでは食品添加物でもあるシクロデキストリンを用いた色素吸着機能層やインターレイヤー層を導入し、真のエコデバイスの構築を目指している。

所属学会

光化学協会会員 (1998年09月01日～現在まで)
 公益社団法人日本化学会会員 (1998年11月17日～現在まで)
 公益社団法人日本分光学会会員 (編集委員 (2011年07月01日～現在まで)
 米国化学会会員 (2012年10月03日～現在まで)
 シクロデキストリン学会会員 (2013年04月01日～現在まで)
 公益社団法人 応用物理学会会員 (2014年05月20日～現在まで)

主要論文・著書

Michihiro Hara, Sachiko Tojo, Tetsuro Majima, "Three-color Three-Laser Photochemistry of Di (p-methoxyphenyl) methyl Chloride", The Journal of Physical Chemistry A, 107 (2003) 4778-4783.
 Michihiro Hara, Tatsuya Takeshita, Takao Umeda, "Effect of cyclodextrin cavity size on the photovoltaic performance of unanchored ruthenium(II) polypyridine complex-containing dye-sensitized solar cells", Journal of Photonics for Energy, 10 (2020) 045503.
 Michihiro Hara, Takao Umeda, Hiroyuki Kurata, "Fabrication and Characterisation of Organic EL Devices in the Presence of Cyclodextrin as an Interlayer", Sensors, 21 (2021) 366-3674.