

光で機能が制御された分子集合体の解析とその応用

赤松 允顕*[†]

*東京理科大学理工学部先端化学科 千葉県野田市山崎2641 (〒278-8510)

[†] Corresponding Author, E-mail: makamatsu@rs.tus.ac.jp

(2020年4月8日受付, 2020年4月22日受理)

要 旨

界面活性剤が形成する分子集合体の構造を光刺激により変化させれば、内包した物質の放出制御が可能となり、薬物や有効成分の送達システムが構築できる。本総説では、これまでに筆者が開発したアゾベンゼン修飾あるいはロフィンダイマー修飾光応答性界面活性剤が水中で形成する分子集合体の構造解析と光照射にともなう界面物性制御について解説する。さらに、光照射にともなう物性変化の速度に着目した最近の試みについても言及したい。

キーワード：界面活性剤, 光応答, フォトクロミズム, 可溶化, 小角中性子散乱

1. はじめに

光は数百nmの波長をもつ電磁波の一種である。この光を特定の分子に照射すると分子内の電子が揺さぶられて励起され、異性化や結合変換といった化学反応が進行する。光がかかわる化学反応の例として、植物は光合成により太陽光エネルギーからアデノシン三リン酸 (ATP) を合成し、化学エネルギーとして生命活動に利用している。また、光照射にともなう可逆的な異性化反応によって色調変化を起こすフォトクロミック分子がある。最近、この色調変化を利用して紫外線量や光量を制御でき、サングラスとして機能するコンタクトレンズが発売されている。

光照射にともない可逆的に構造変化するフォトクロミック分子を両親媒性分子に導入すると、形成する分子集合体の構造を光照射によって制御することが可能となる^{1,2)}。これにより、分子集合体内部に取り込んだ有効成分 (薬物, 香料, 栄養成分など) を、目的とするタイミングで光照射により放出でき

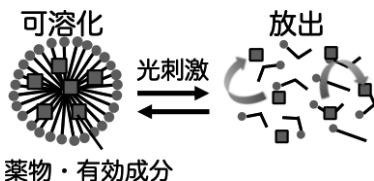


図-1 光応答性界面活性剤が形成する分子集合体を利用した可溶化放出制御



〔氏名〕 あかまつ まさあき
 〔現職〕 東京理科大学理工学部先端化学科助教
 〔趣味〕 子供にご飯を食べさせること, ランニング
 〔経歴〕 2009年物質・材料研究機構 (NIMS) 超分子グループ研究業務員。2015年東京理科大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。2015年スイス・ジュネーブ大学有機化学科博士研究員。2017年より現職。

る (図-1)。また、高分子のように振る舞う紐状ミセルの構造を光照射で制御すれば、溶液の粘弾性だけでなく熱伝導性が変化でき、効率的な熱交換器へも応用できる³⁾。光はクリーンであり、電磁波としての性質を利用するため波長選択性や高い空間分解能をもち、リモートでの機能制御が可能である。そのため、光応答性分子集合体は優れた機能変換型材料として期待できる。本稿では、これまでに筆者が開発したアゾベンゼン修飾あるいはロフィンダイマー修飾光応答性界面活性剤が形成する分子集合体の小角中性子散乱 (SANS) を用いた構造解析と光照射にともなう界面物性制御について解説する。さらに、オンデマンドな界面物性の制御を目指し、光照射にともなう物性変化の速度やダイナミクスに着目した最近試みについても紹介する。

2. アゾベンゼン修飾界面活性剤の分子集合体形成と光可溶化制御

光応答性界面活性剤として、図-2に示すアゾベンゼン部位を有するカチオン性界面活性剤 (4-butylazobenzene-4'-(oxyethyl) trimethylammonium bromide : AZTMA) を用いた。AZTMAは水溶液中で紫外光あるいは可視光の照射にともない *trans-cis* 異性化反応を示した。また、電気伝導度測定より求めた臨界ミセル濃度 (cmc) は, *trans* 体で2.7 mM, *cis* 体で8.2 mMであり光異性化にともないミセル形成能が低下することがわかった⁴⁾。これは、アゾベンゼン部位の光異性化にともなう高高さや極性の変化に起因すると考えられる。この結果より、紫外光およ

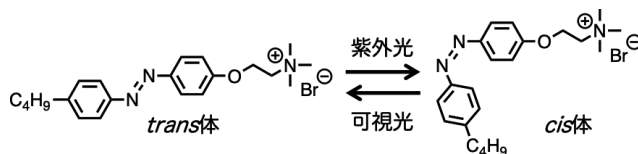


図-2 アゾベンゼン修飾カチオン性界面活性剤 (AZTMA) の光異性化反応