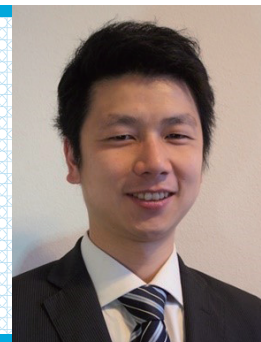


表彰

第56回(令和3年度)日本油化学会進歩賞 「自己組織体内部の特異な環境を利用した 超分子機能の発現と応用」

赤松 允 顕 氏

(東京理科大学 理工学部 講師)



赤松允顕氏は、界面活性剤が形成する分子集合体といった自己組織体内部を活用し、分子集合体形成やその可溶化能の光制御・分子認識といった超分子機能の発現と応用について多くの成果を発表している。特にロフィンダイマーの活用で目的の時間に目的量の薬物を放出することが可能な分子集合体を実現し、また界面膜の分子認識機能を検討して生体接着等の分野で注目されるアニオン- π 電子間相互作用を直接観察する手法を構築しました。本成果は今後のオレオサイエンスに大きな可能性をもたらすと判断したので進歩賞を授与いたします。なお、同氏の研究業績は、以下のように3つに分類することができます。

1. 分子集合体内部を用いた界面物性の高速光制御とその解析

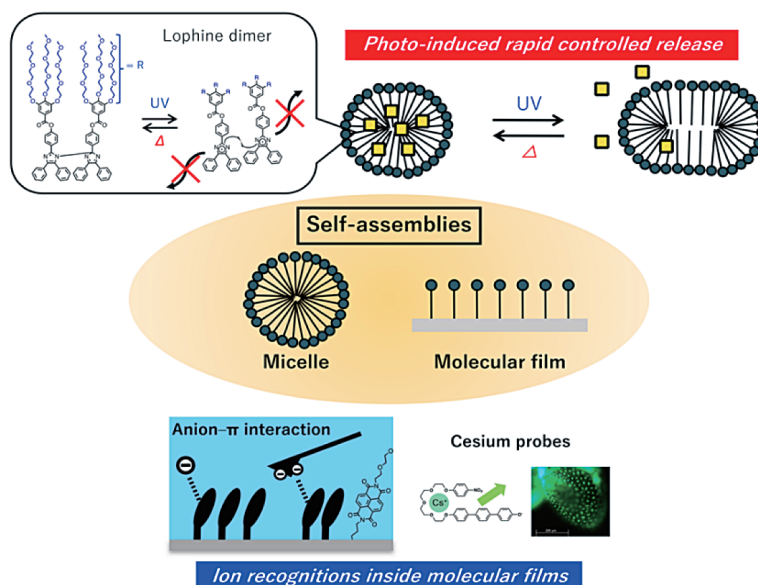
1.1 両親媒性ロフィンダイマーを用いた界面物性の高速光制御

従来の光応答性界面活性剤では、界面物性の変化を引き起こすために分〜時間オーダーの光照射を必要とし、任意のタイミングで目的とする機能を発現させることは

困難でした。この目的を達成するためにロフィンダイマーと呼ばれるフォトクロミック分子に着目しました。ロフィンダイマーは紫外光照射にともない一対のロフィルラジカルに解離し、この活性なラジカルは熱的に再結合しますが、ロフィルラジカルは溶液中を自由拡散するため、この再結合反応は極めて遅い課題がありました。そこで、ミセル内部の閉じた凝集空間をロフィルラジカルの拡散抑制に用い、再結合反応の速度向上を図った結果、有機溶媒中に比べて800倍以上も促進されることを明らかにしました。さらに、両親媒性のロフィンダイマー(3TEG-LPD)を新規に開発し、紫外光照射 ON-OFF にともない水溶液の表面張力を秒オーダーで可逆的に制御することにも成功しました。

1.2 小角中性子散乱(SANS)法による光応答性分子集合体の構造解析

3TEG-LPDが形成するミセルの構造解析ならびに光照射にともなうその時間変化を追跡する方法として、小角中性子散乱(SANS)装置に光照射ランプと紫外・可視吸収分光光度計をドッキングさせた新たなin situ 計測システムを、茨城県東海村にあるJ-PARC (Japan



Proton Accelerator Research Complex) 研究施設に構築しました。in situ SANS 測定の結果, 3TEG-LPD は楕円体状ミセルを形成し, 紫外光照射 ON-OFF にともないその長半径が秒オーダーで可逆的に収縮することがわかりました。また, モデル薬物の放出実験では, 3TEG-LPD のミセル水溶液中に可溶化させたカルセインは, ミセル構造変化に匹敵するスピードで迅速に放出されることを見出し, 界面物性の高速光制御を達成しました。今後, 薬物や有効成分のオンデマンドな送達システムや物質回収への応用が期待されます。

2. 界面膜を利用した分子認識に関する研究

固体と液体が接する固液界面の性質は濡れ性, 微粒子分散といった材料の機能に大きく影響し, 特に界面で働く分子間相互作用はこれらを決定づける重要な因子となっています。ここで, アニオンと電子欠乏性芳香環と

の間に働く静電的な分子間相互作用(アニオン- π 相互作用)に注目し, ナフタレンジイミド(NDI)の自己組織化単分子膜を固体基板上に形成させて, アニオン- π 相互作用に基づくアニオン吸着能の評価や相互作用の直接観察に成功しました。さらに, 水中で負に帯電した短針と基板上の NDI 部位との間にアニオン- π 相互作用の単一力が約 40 pN であることを初めて明らかにしました。アニオン- π 相互作用は, アニオン輸送や触媒反応への応用, さらに生体接着といった材料界面における機能にも直結することが報告されていますが, 界面におけるその挙動については未だ詳細に調べられていませんでした。

以上の様に, 赤松氏は自己組織体内部の特殊な環境を反応場として巧みに利用し, 分子集合体形成・可溶化能・分子認識といった新しい超分子機能の発現と応用に成果を導きました。