

中性子小角・広角散乱装置「TAIKAN」における光照射その場構造解析環境の開発

岩瀬裕希¹, 赤松允顕^{2,3}, 稲村泰弘⁴, 坂口佳史¹, 小林一貴², 酒井秀樹²
¹CROSS, ²東京理科大, ³鳥取大, ⁴J-PARC センター/JAEA

最近、光触媒、人工光合成システムなど、光に応答する物質や材料の創生が盛んに行われている。これらの研究では、光の照射によって誘起される物質の構造変化や機能の変化との相関を解析することが重要である。われわれは大強度陽子加速器施設 J-PARC の物質・生命科学実験施設 (MLF) に設置された中性子小角・広角散乱装置「TAIKAN」において、紫外 (UV) 光を試料に *in situ* で照射し、この照射によって誘起される物質の構造変化を追跡する装置を開発した[1]。

Fig. 1 は TAIKAN の試料テーブル上に構築した光照射装置の概要図である。MLF 試料環境チーム所有の水銀キセノンランプからの UV/可視 (vis) 光は試料ホルダーの手前に設置されたアルミ蒸着石英ミラーによって試料に導かれる。この時、ミラーからの反射光の一部を photo detector が検出し、その信号は汎用イベントモジュール (TrigNET) を介してイベントデータ (raw データ) に記録される。このトリガー信号を用いた stroboscopic 測定により、サブ秒の時分割測定が可能となる。さらに、中性子小角散乱 (SANS) と UV-vis 吸収スペクトルを同時に測定できるようにした。これにより、散乱として捉えることが困難な分子のローカルな構造変化を定量的に評価することができる。

この装置を使用して、高速光応答性界面活性剤である両親媒性分子ロフィンダイマー (3TEG-LPD) [2] が水溶液中で形成するミセルの構造変化を、stroboscopic SANS 法により観察した。測定では、2 分間の UV 照射と 4 分間のインターバル (照射 OFF) を繰り返し、UV 照射から 6 分間、0.5 秒間隔で“ストロボ写真”のような二次元散乱プロファイルを取得した。3TEG-LPD 分子は、UV 照射により Fig. 2 に示されるようにラジカル体を形成する。このとき、楕円体状であるミセルの軸比が増大する[3]。さらに、stroboscopic SANS 解析により、ミセル内部から水が可逆的に排出されることが明らかとなった。これらの変化は約 30 秒で起こった。また、SANS と UV-vis 吸収スペクトルの結果を比較することで、ミセルおよび分子の構造変化が異なる速度で進行し、ミセル構造の回復が分子の再結合よりも先行することがわかった。さらに、このミセルの構造変化には、膜の曲率の変化の寄与が大きく、Critical Packing Parameter を指標とした幾何学的な考察で解釈することができた[4]。

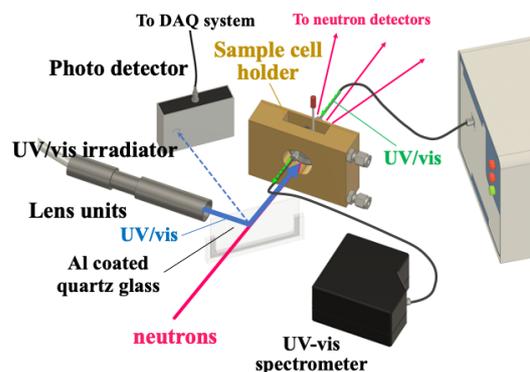


Fig. 1. Schematic illustration of the *in situ* ultraviolet-visible light (UV-Vis) irradiation system.

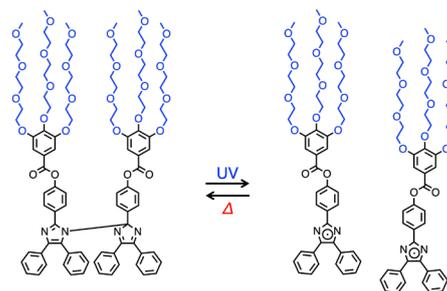


Fig. 2. Scheme of photoinduced chemical reaction for amphiphilic lophine dimer composed of six triethylene glycol (TEG) groups and lophine

- [1] Y. Sakaguchi *et al.*, *JPS Conf. Proc.* **2021**, 33, 011100; H. Iwase *et al.*, *J. Appl. Cryst.* **2023**, 56, 110.
[2] M. Akamatsu *et al.*, *Chem. Commun.* **2019**, 55, 9769.
[3] M. Akamatsu *et al.*, *Sci. Rep.* **2021**, 11, 10754.
[4] H. Iwase *et al.*, *Langmuir* **2023**, 39, 12357.