有機フォトクロミック分子を用いた高機能太陽光熱貯蓄燃料の検討

Functional Solar Energy Storage and Thermal Release using Organic Photochromic Molecules

奈良先端大[1]，Toulouse Univ.[2], Paris-Saclay Unv.[3]，台湾科技大[4]

○朝戸　良輔[1,2]，Jan Patrick D C Calupitan[3]，中嶋　琢也[1], Jyh-Chiang Jiang[4]，河合　壯[1]

NAIST[1], Toulouse Univ.[2], Paris-Saclay Unv.[3], NTUST[4]

○Ryosuke Asato[1,2], J. P. Calupitan[3], Takuya Nakashima[1], Jyh-Chiang Jiang[4], Tsuyoshi Kawai[1]

E-mail: asato.ryosuke.al9@ms.naist.jp

昨今、エネルギー問題への解決策の一つとして太陽光エネルギーを利用する試みが盛んにおこなわれている。繰り返し使用可能な液体燃料として、太陽光エネルギーを化学エネルギーとして蓄える Molecular Solar-Thermal (MOST) Energy System は８０年代に広く検討された。このシステムでは、フォトクロミック分子が紫外光により構造変化が誘起され、内部エネルギー差をもつ異性体へと変化することを利用するが、当時の分子材料の性能が不十分であったため変換効率が１％を超える可能性は見いだされなかった。しかし近年のエネルギー研究へのニーズから、新しい分子材料系への取り組みが模索されつつある[1]。今回、我々の開発したフォトクロミックターアリーレン分子は紫外光に対する反応量子収率が大きく、閉環体-開環体の内部エネルギー差が大きいことに加えて、室温条件での自発的な放熱反応が遅いことから、太陽光エネルギーから分子の内部エネルギーへのエネルギー変換貯蔵効率が３０％を超える可能性がある (特許申請中 Fig. 1)。さらに近年、一部のターアリーレン分子では閉環体(C)からの開環反応が化学および電気化学酸化反応により進行することに加え、分子間電荷移動反応に基づく連鎖開環反応が可能で、1 電子酸化に１０００分子が反応する増幅反応性が見いだされた（Fig 2)。この反応を熱放出過程に適用することで、従来の光による熱放出にくらべ、非常に高効率な熱放出が可能となった。実際に閉環体分子に少量の酸化剤を滴下することで媒質の瞬時な温度上昇が観測された (Fig. 2)。さらに、これらを踏まえ、フォトクロミック反応点炭素上の置換基効果を検討した、新規分子を設計・合成した。各種検討を及びＤＦＴ計算から、蓄熱、放熱過程において最も高い効率を示すことが明らかとなった。。本発表では、この新規分子を含め、光熱変換過程及び放熱過程のメカニズム、変換効率の検討方法及び測定結果について報告する。

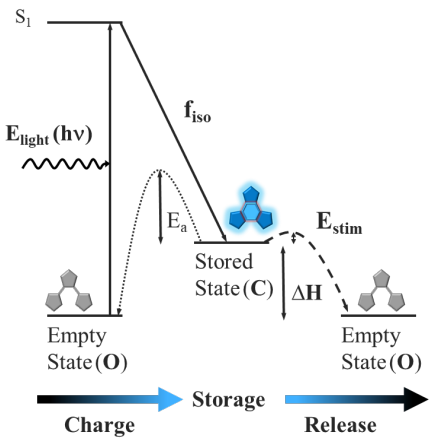

Fig. 1 Scheme of MOST Energy Storage and release of terarylene.

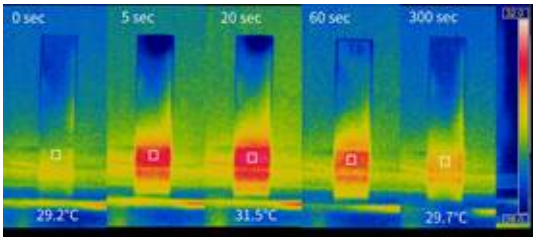

Fig. 2 Thermographic image after dropping catarytic amount of Oxidant.

1) Timothy J. Kucharski, Jeffrey C. Grossman et al., ***Nature. Chem.*** 6, 441-447 (2014)

© 2019年 応用物理学会