

再利用可能な新しいリサイクル感光性有機材料を開発

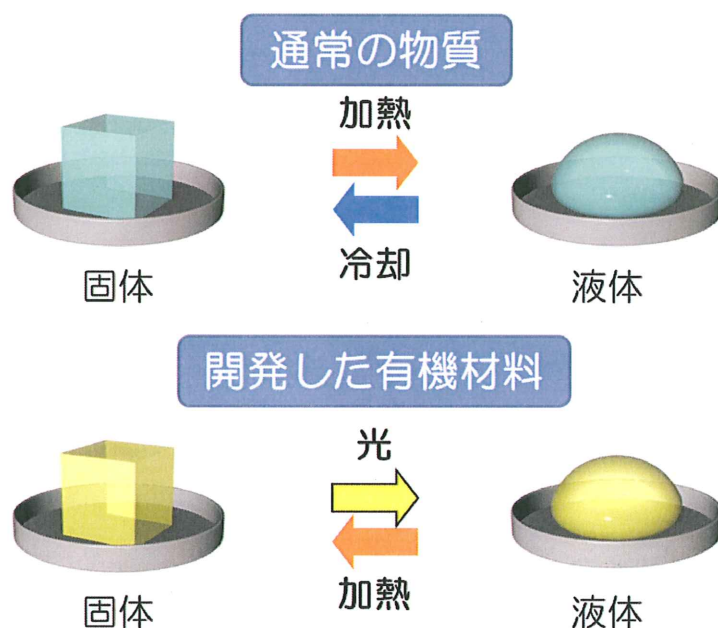
光で溶けるフォトクロミック材料

(産総研電子光技術) ○則包恭央、阿澄玲子 (産総研エネルギー技術) 榎浩司、中村優美子
(産総研ナノシステム) 平井友樹、吉田勝

[2ESB05]

(Tel: 029-861-4887)

独立行政法人産業技術総合研究所電子光技術研究部門の則包恭央研究員らの研究グループは、光（紫外光）照射によって固体から液体に変化（液化）し、しかも加熱によって液体から固体に変化（固化）する有機材料を開発した。このような物性を示す物質はこれまでになく、物質科学分野における重要な世界初の発見である。この有機材料は、何度でも固体と液体の間を繰り返し変化可能である点が特徴であり、リサイクル可能なフォトレジスト等の感光性材料としての応用が期待される。



繰り返し使用可能な光で溶ける有機材料の創製を実現

光の照射によって性質が変化する材料は、一般的に感光性材料と呼ばれ、産業において広範囲に用いられている。例えば、印刷における版の製版や、エレクトロニクス分野における微細加工においては、光照射によって、物質の溶解性等が変化するフォトレジストと呼ばれる感光性材料が用いられ、光照射の有無によって印刷パターンや回路パターンを作成している。このような既存の感光性材料は、一般的に不可逆な光反応（重合や分解反応）を利用しているため、一度光を当てると、元の状態に戻すことは原理的に困難であり、使用後は廃棄されているのが現状である。繰り返し利用が可能な感光性材料の開発は、省エネ・省資源につながるグリーンイノベーションの中でも重要な課題の一つである。

そこで当該研究者らは、繰り返し使用可能な感光性材料の実現を目指し、可逆的な光反応である光異性化反応を起こす代表的な分子であるアゾベンゼンに着目した。アゾベンゼンは紫外光を照射すると、トランス体からシス体という構造へ分子の形が変化し、逆にシス体は可視光を照射するか加熱するとトランス体へと戻る。この反応（光異性化反応）は原理的に何度でも繰り返し可能であるが、一般的に溶液中だけで起き、結晶（固体）中ではほとんど起きないとされていた。そのため、主に固体状態で用いる感光性材料への応用においては、アゾベンゼンの固体中での光反応性の向上と、物質の物性（固体・液体）を光異性化反応で制御する技術の開発が課題であった。加えて、これまでに光異性化反応を活用した固体⇌液体の可逆的変化に関する報告は無く、このような現象がそもそも原理的に可能かどうかすら明らかでなかった。

このような状況下において、我々は2種類の有望な新規有機化合物を合成した。これらは、複数のアゾベンゼンを環状に連結して適度に柔軟な側鎖を付け加えた構造を持つ、分子量が 1,100 と 1,700 程度の化合物である。アゾベンゼン部位の光異性化に伴って、分子全体の形状が大きく変化する。化合物の結晶に紫外光を照射したところ、結晶状態から液体状態への変化が観察された。熱でこれらの物質を融解させるには、100℃以上の温度が必要であるにもかかわらず、室温状態で光照射した部分だけが液化していることが偏光顕微鏡観察およびX線回折測定によって確認された。さらに、光によって液化した試料を加熱すると、結晶が再生し、この再生した結晶に紫外光を照射すると再び液化することが確認された。このように今回開発した有機材料は繰り返し使用することが可能であり、光で溶けるリサイクル可能な有機材料として注目される。

結晶が光で溶け、熱で再生する様子 (偏光顕微鏡による観察)



液化した部分は、結晶特有の複屈折が消失するので、黒い像として観測される

結晶が再生

持続可能な社会を構築する上で、廃棄物の削減は不可避な課題であるが、その中で、それぞれの産業分野におけるリサイクル技術の開発は極めて重要である。従来の感光性材料は、使用後に廃棄されているのが現状であるが、今回開発された光で溶ける有機材料は、従来の感光性材料の代替として幅広い用途へ適用されることが期待されるだけでなく、光で貼って剥がせる粘着材料等への応用も期待される。

<適用分野> 感光性材料、フォトレジスト、光粘着材料、光記録材料、エレクトロニクス材料、印刷