



Tokyo Tech

平成29年5月29日

報道機関各位

東京工業大学広報・社会連携本部長

岡田 清

## 特定の化学物質を簡便に検出できる高分子ゲルを開発

ー環境汚染物質トリハロメタンを光照射で検出ー

### 【要点】

- 特定の物質を認識し、光照射で蛍光消光・分解する光トリガー分子を発見
- 光トリガー分子を含んだゲルを用いて環境汚染物質を簡単に検出
- クロロホルムと塩化メチレンを識別できる優れた選択性を持つ

### 【概要】

東京工業大学 物質理工学院 応用化学系の佐々木俊輔博士研究員（日本学術振興会特別研究員）、小西玄一准教授らの研究グループは、特定の組成を持つ化学物質を認識し、紫外光（UV）を照射すると蛍光が消光されて分解する、光トリガー分子を発見した。この分子は青色発光色素で、これを架橋剤（つなぎ）として用いて、光検出と光分解による形状変化でターゲットを確認できる高分子ゲルを開発した。これは、環境汚染物質であるトリハロメタン類を市販のブラックライト（UV光）を使うだけで、簡単に検出することができる。

今回用いた光トリガー分子は1,4-ビス（ジピペリジル）ナフタレンという青色発光色素である。この色素は、クロロホルムでは蛍光消光・分解してしまうが、塩化メチレンでは青色発光し、分解しない。消光と分解は連動しており、2つの現象にはシナジー効果が観察される。

本研究成果は5月9日付けの米国化学会「Macromolecules（マクロモレキュールズ）」に掲載された。

### ●背景

高価で持ち運びのできない分析機器を必要とせず、目視できる形で有害物質や危険物質を簡便に検出する方法の開発は、環境計測や爆発物検知において重要性を増している。今日、ターゲット物質に応じて、適切なセンサー分子を搭載した

様々な形態のデバイスが作られている。中でも光や色によって検知できるシステムは、迅速に大量のサンプルを分析することができ、さらに感度に優れた蛍光発光を用いることが有用とされている。しかしながら、検出対象となる物質は増え続けており、画期的な検出機器の開発が求められていた。今回対象としたトリハロメタンは、水の塩素消毒の際に水中に含まれる有機物と反応して生成するか、直接投棄によって環境中に蓄積される有害な水質汚染監視物質である。

## ●研究の経緯

研究グループは、最近、溶液では光らず、固体になると発光する凝集誘起発光分子の新しい分子群と発光・消光メカニズム[参考論文 1,2]を発見。その発光メカニズムを詳細に検討する中で、いくつかの分子が今回の高分子ゲルに応用可能な光トリガーの性質を持つことを発見した。

## ●研究成果

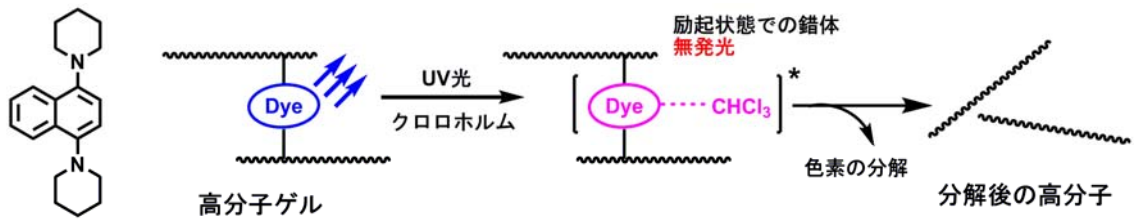
光トリガーは、ターゲット物質と出会うと①蛍光が消光(蛍光強度が低下)し、②自身を分解するという2つの反応が起きる。この蛍光消光と分解は連動しており、シナジー効果が存在する。このような機能分子を高分子ゲルの架橋剤とすることで、特定の物質を加えて光照射すると、蛍光消光と分解による流動化で、形状が変わり、物質の検出を行うことができる系の設計が可能だ。(図1)

光トリガー分子は、1,4-ビス(ジピペリジル)ナフタレン(図1)という単独で、青色発光を示す蛍光色素である。この色素を組み込んだゲルは、炭素に塩素原子3つ結合したトリハロメタンの場合に蛍光が消光し、炭素に塩素原子2つ結合したジハロメタンの場合は、消光せず青色発光となる。(図2)に示すように、クロロホルム( $\text{CHCl}_3$ )と塩化メチレン( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )を選択的に検出することができる。

この光トリガー分子を架橋剤に用いた高分子ゲルにクロロホルムを加えてUV光を照射すると、クロロホルムとトリガー分子の錯体が生成され、蛍光が消光し、その錯体を經由してトリガー分子の分解反応が起き、ゲルの架橋部位が取り除かれる。そして、高分子ゲルが1本1本の高分子に戻り、系全体が液状化する。(図3)つまり、発光とゲルの崩壊という2つの方法によりクロロホルムを検出することができる。一方、塩化メチレンでは、発光し、さらにゲルは崩壊しない。

## ●今後の展開

これまでに知られている様々な蛍光色素の中に、光トリガー分子の考え方を適用できる分子が多数想定される。今後は、それらを用いて、簡便な分析が困難な物質の検出法を開発していく。



光トリガー分子 (Dye)  
1,4-ビス(ピペリジル)ナフタレン

図1 本研究の概念

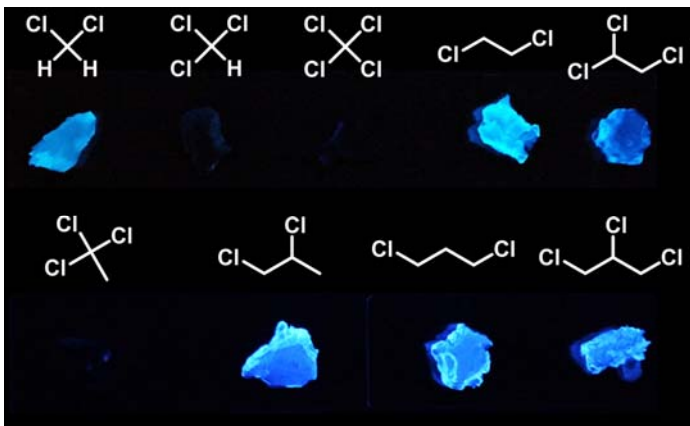


図2 トリハロメタン (-CCl<sub>3</sub>; クロロホルム CHCl<sub>3</sub>) を選択的に蛍光消光する

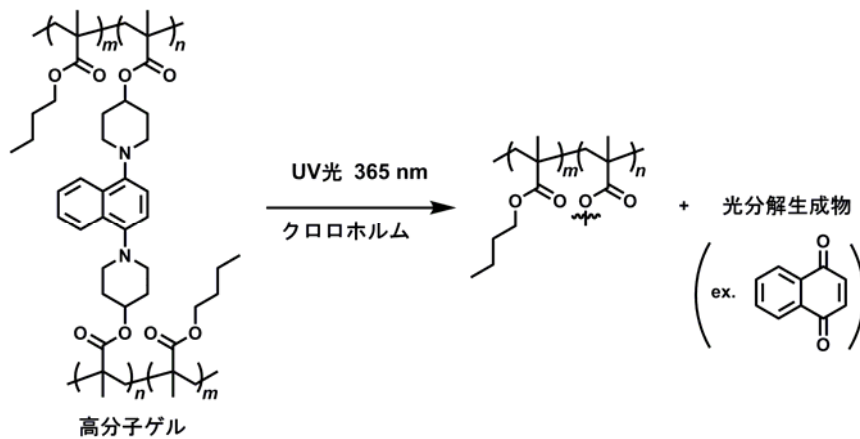


図3 光分解反応の様子

### 【論文情報】

論文タイトル : Smart Network Polymers with Bis(piperidyl)naphthalene Cross-Linkers: Selective Fluorescence Quenching and Photodegradation in the Presence of Trichloromethyl-Containing Chloroalkanes

著者 : Shunsuke Sasaki, Yoshiyuki Sugita, Masatoshi Tokita, Tomoyoshi Suenobu, Osamu Ishitani, Gen-ichi Konishi

掲載誌 : *Macromolecules* **2017**, *50*, 3544–3556. DOI: 10.1021/acs.macromol.7b00213

参考論文 : (1) Shunsuke Sasaki, Satoshi Suzuki, W. M. C. Sameera, Kazunobu Igawa, Keiji Morokuma, Gen-ichi Konishi, *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 8194–8206. [DOI: 10.1021/jacs.6b03749]

(2) S. Sasaki, K. Igawa, G. Konishi, *J. Mater. Chem. C* **2015**, *3*, 5940-5950. [DOI: 10.1039/C5TC00946D]

### 【問い合わせ先】

東京工業大学 物質理工学院 応用化学系 准教授

小西 玄一 (こにし げんいち)

E-mail: gkonishi@polymer.titech.ac.jp

TEL: 03-5734-2321 / FAX: 03-5734-2888

### 【取材申し込み先】

東京工業大学 広報・社会連携本部 広報・地域連携部門

E-mail : media@jim.titech.ac.jp

TEL: 03-5734-2975 / FAX : 03-5734-3661