

アンモニアガスに対して蛍光応答を示す蛍光色素

足立直也^{*,**†}^{*}東京電機大学理工学部理学系 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 (〒350-0394)^{**}東京電機大学大学院理工学研究科理学専攻 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 (〒350-0394)[†] Corresponding Author, E-mail: nadachi@mail.dendai.ac.jp

(2024年3月21日受付, 2024年4月11日受理)

要 旨

蛍光色素を用いて臭気ガスや有害ガスなどガス分子の検出が可能になれば、色の変化からガスの存在を可視化することができるため、簡単なガス検出技術として安全をもたらす技術になり得ると考える。しかし、そのためには蛍光色素の構造を改良する必要があるため、研究が盛んには行われていない。本稿では、アンモニアガスの可視化を可能とする蛍光色素の合成手法やガス検出能について報告する。

キーワード：共役系化合物, ガス検出, 蛍光応答, アンモニアガス, 目視検出

1. 緒 言

アンモニアガスは、刺激臭を放ち吸入により中毒症状など健康被害を引き起こす危険性がある¹⁾。その一方、アンモニアは窒素系肥料の原料、樹脂や合成繊維の原料や、船舶などの燃料に用いられるなど人間の生活に欠かせない物質としての側面をもつことが知られている²⁻⁴⁾。さらにアンモニアは、燃焼しても二酸化炭素を発生しないカーボンフリーの物質として、将来化石燃料の代替物質として期待されている⁵⁾。このようにアンモニアは有用な物質だが危険性を併せもつ物質であるため、取り扱いに注意が必要である。現在、アンモニアはガスクロマトグラフィ、イオンクロマトグラフィや、金属酸化物をセンサ部位とした半導体型ガスセンサが用いられている⁶⁻⁸⁾。これらの手法は高感度であるが、ガスの採取、分析時間や電源を必要とするため直感的にその場でアンモニアガスの確認が難しいため、より簡便にアンモニアガスをその場で直感的に検出を可能とする技術が求められている。アンモニアガスをその場で素早く検出することができれば、ガスの漏洩を瞬時に察知ことができ、健康被害を未然に防ぐことができる。そのため、筆者らは蛍光色素を用いて直感的にアンモニアガスを色の変化から検出することを試みた。しかし、蛍光色素は溶液中において検出対象を高感度に蛍光特性の変化から検出することができるが、薄膜状態でガス分子を検出することは難しい。これは、蛍光色素の分子間に働く相互作用の影響により薄膜状態では蛍光特性が制限されるためである⁹⁻¹¹⁾。そのため、蛍光色素を利用してガス分子を検出する試みは活発に行われていない。そこで筆者らは、分子間相互作用を制御した蛍光色素を用いることでガス分子の検出が可能になると考えた。実際に分子間相互作用を制御した蛍光色素は、長鎖分岐アルキル基を導入する方法

や、蛍光色素をシクロデキストリンなどで包摂する手法が報告されている¹²⁻¹⁶⁾。今回、筆者らは長鎖分岐アルキル基を蛍光色素に導入することで分子間相互作用を制御した。この手法で合成した蛍光色素がアンモニアガス検出能を示すかについて検討を行った。これにより防災、食品の鮮度センサ、呼気センサや、燃料アンモニアの漏洩検知センサなどへの応用が期待できる^{17,18)}。

本研究では、アンモニアガスに対して蛍光応答性を示す分子間相互作用を制御した蛍光色素を合成し、その蛍光応答性について評価した。その結果をここに報告する。

2. 実験方法

2.1 試薬と装置

すべての原材料、触媒と溶媒は、富士フイルム和光純薬(株) (大阪)、東京化成工業(株) (東京) およびSigma-Aldrich (USA) の試薬を使用した。¹H-NMRスペクトルは、AVANCE 300 FT NMR (Bruker, USA) を用いて周波数300.13 MHzまたは、Pulser HFC (Oxford Instruments, UK) を用いて周波数60 MHzで測定した。¹³C-NMRは、AVANCE 300 FT NMR (Bruker, USA) を用いて周波数100.61 MHzで測定した。FT-IRスペクトルは、JASCO FT/IR-4200 (日本分光, 東京) を用いて測定した。吸収スペクトルは、JASCO V-730iRM (日本分光, 東京) を用いて測定した。蛍光スペクトルは、JASCO FP-8500 (日本分光, 東京) を用いて測定した。

2.2 OPV-BAとOPV-PFBの合成 (Fig. 1)⁹⁾2.2.1 オリゴフェニレンビニレン (OPV) の合成^{19,20)}

(Pyridine-2,6-diylbis (methylene)) bis (triphenylphosphonium) bromide (0.30 g, 3.77×10^{-4} mol) と3,4-bis((2-octyldodecyl)oxy) benzaldehyde (0.58 g, 8.30×10^{-4} mol) をTHF 5.0 mL中に加えて攪拌した。そこへ、*t*-BuOK (0.42 g, 3.77×10^{-3} mol) を加えて、窒素気流下50°Cで16時間反応させた。反応後、反応

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/