

有害ガスを見る！イオン液体による 目視型ガスセンサ

東京電機大学 理工学部 理工学科
准教授 足立 直也

2026年1月13日

技術概要

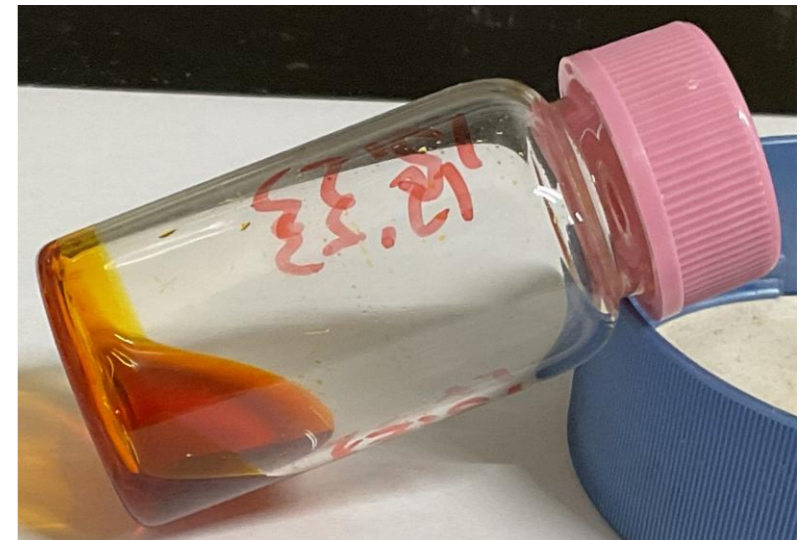
イオン液体を用いた有害ガスの目視検出！

有害ガス(酸性ガス、塩基性ガス、硫化水素など)を検出すると、色調が瞬時に変化するイオン液体を開発！

昨今、有害ガスによる事故が見聞きする。有害ガスは目視できないものがほとんどであり、刺激臭を発するが高濃度のガスを吸引してしまうと重篤な症状を引き起こすものがある。そのため、目に見えない有害ガスをその場で即座に目視により確認することができれば、作業員などの安全につながると思われる。

本技術は、有機化合物の色調変化を利用した技術なため、電源不要で軽量などこでも即座に使用できる検出技術になり得る。

イオン液体：100°C以下で液体性の
イオン性有機化合物の総称。
難燃性、不揮発性の液体



従来技術とその問題点

既に実用化されている種々のガスセンサーは、**金属酸化物をセンサー部位に用いたもの**が多く、電気抵抗や重量変化で特定のガスを高感度で検出することができる。また、**ガスクロマトグラフィ**なども用いられている。

電源を必要とするため設置場所が限られる。

ガスを**視覚的に**確認することができない。

等の問題がある。

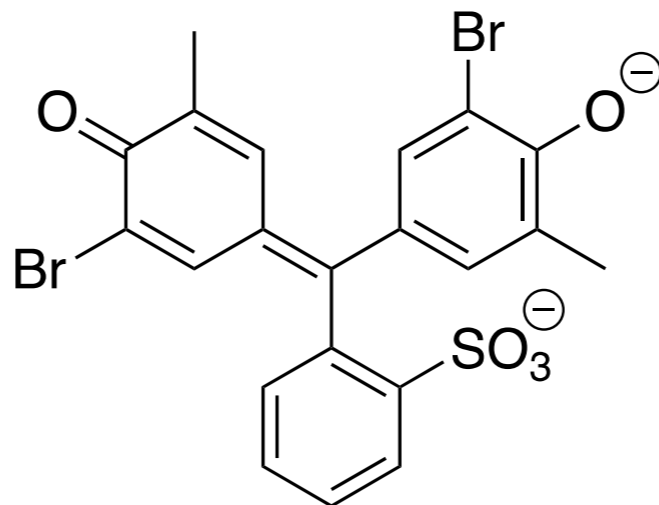
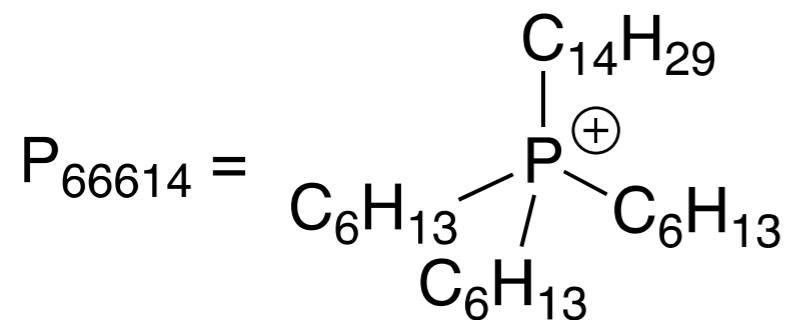
本提案

イオン液体を用いたガスセンサ
pH応答性色素をイオン液体化させることにより、
視覚的にガスを検出可能なガスセンサーへ応用

電源を必要とせず、設置場所も選ばない目視で判断する
ガスセンサーとすることができる。

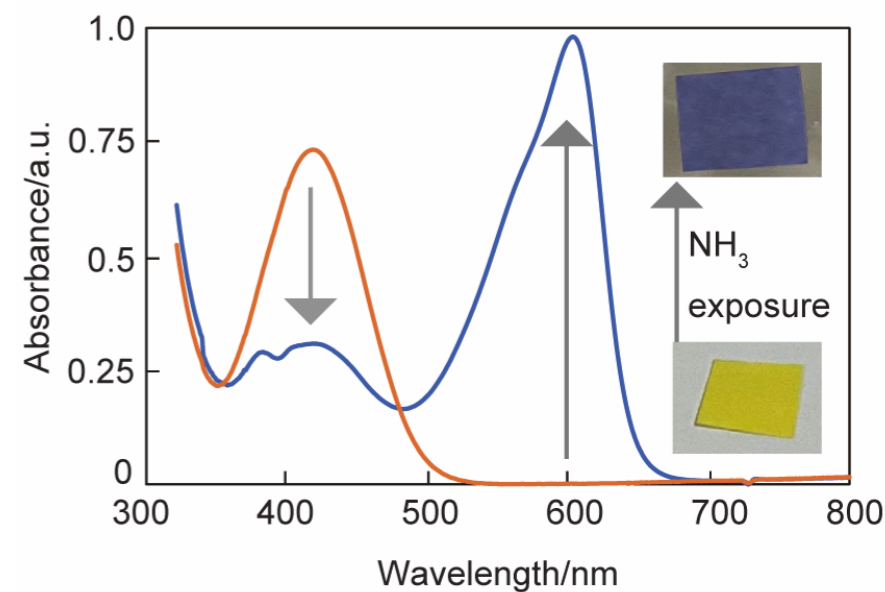
有害ガスの可視化が可能になる

本提案



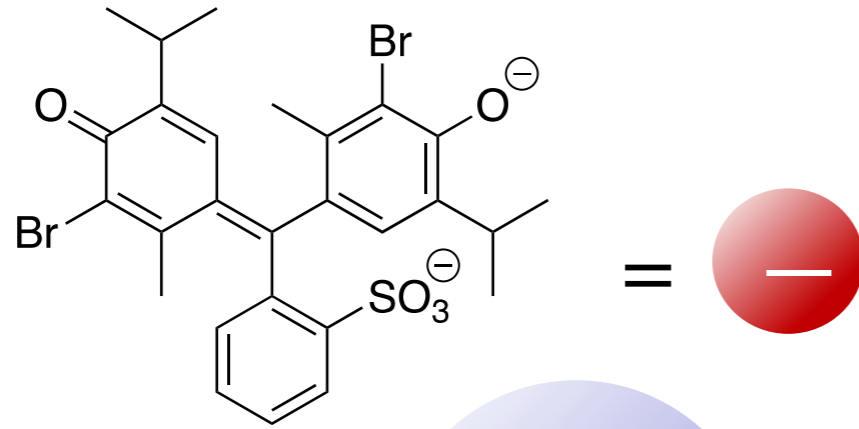
ホスホニウムイオン + 色素 =
イオン液体

化学構造により検出可能なガス種が変化するのであり、さらに様々なガスに対応が可能である。

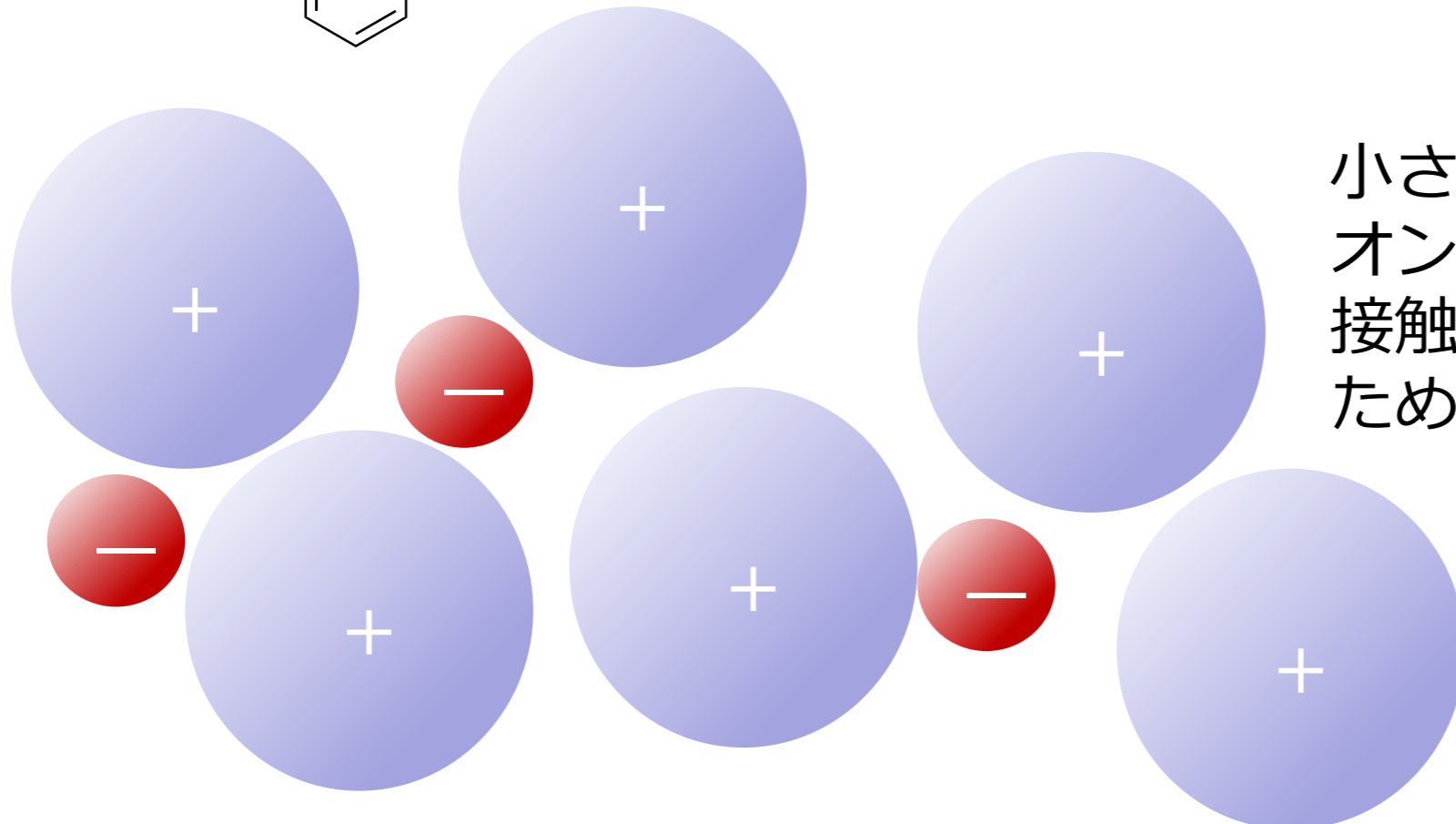
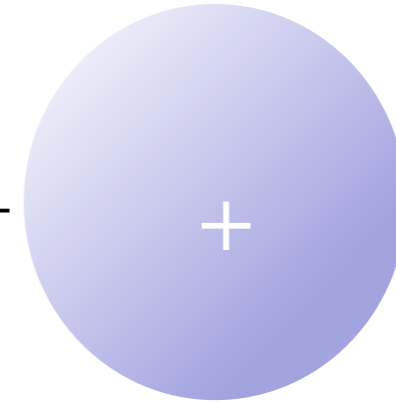


液体化のメカニズム

色素



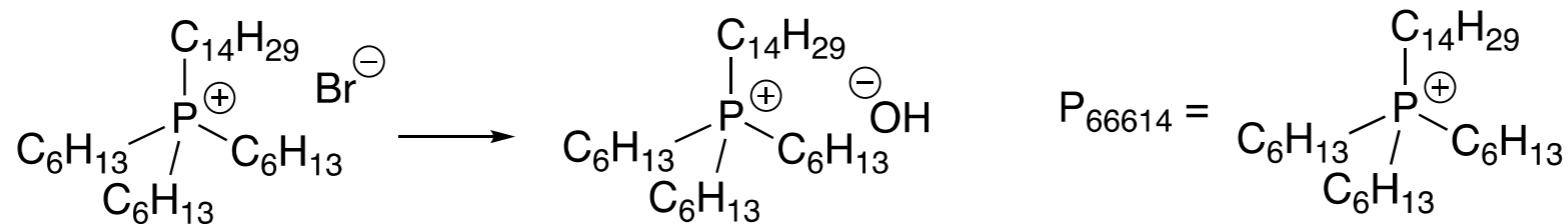
ホスホニウムイオン



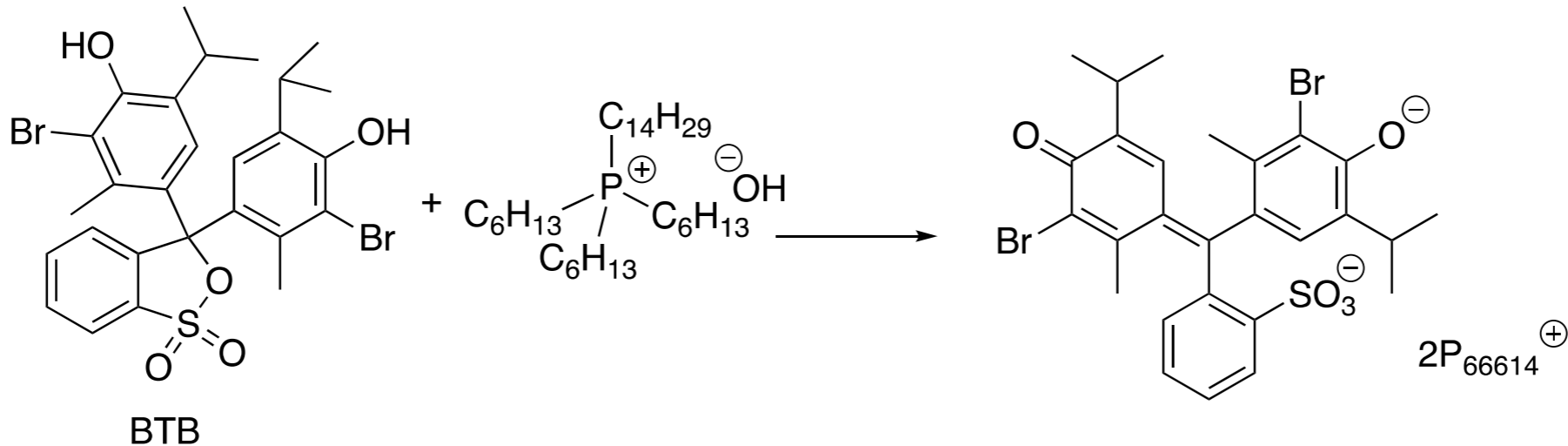
小さい色素アニオンに対してカチオンが大きいためアニオン同士が接触できず、相互作用が働かないため、液体化する。

合成

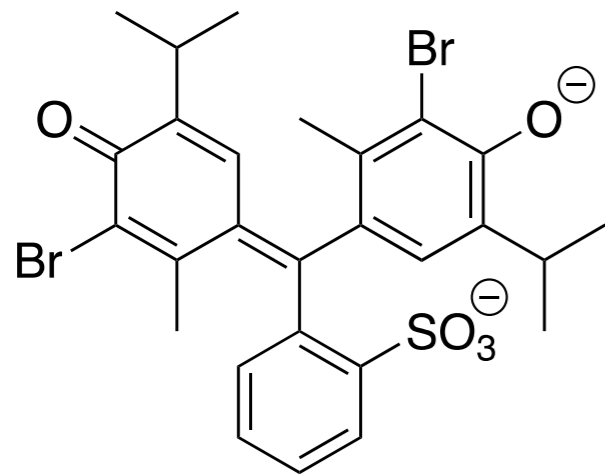
ホスホニウムイオンのイオン交換



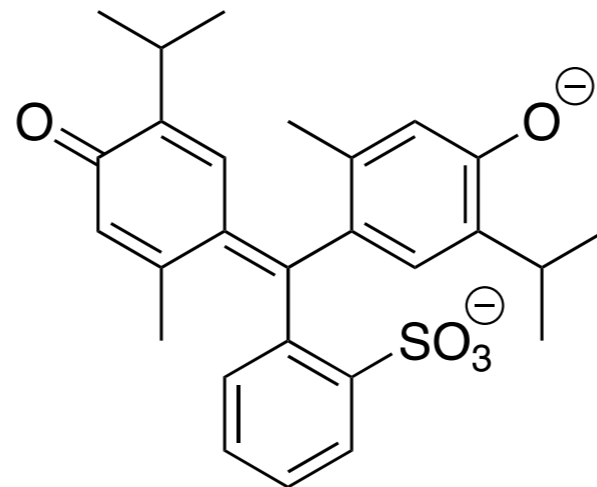
色素：ブロモチモールブルー(BTB)のイオン交換によるイオン液体化
高収率での合成が可能



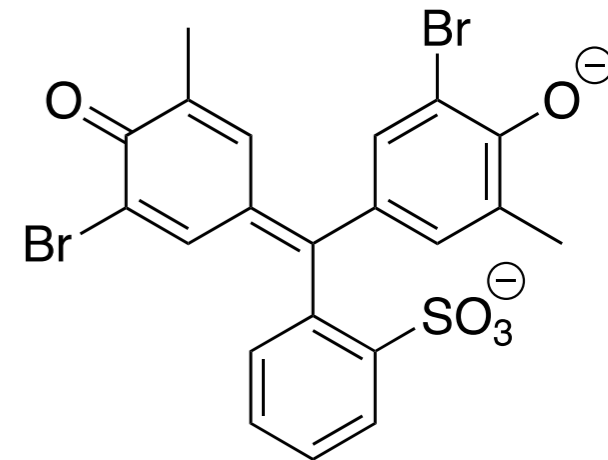
これまでに合成したイオン液体



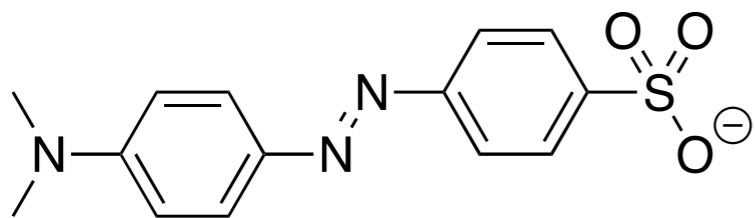
BTB : 酸・塩基性ガス



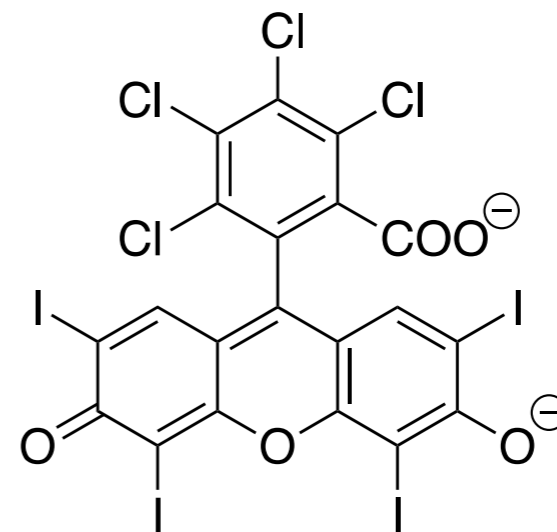
TB : 酸性ガス



BCP : 酸・塩基性ガス



MO : 酸性ガス

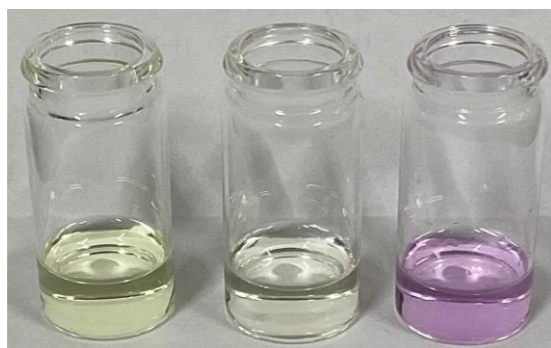


RB : 酸性ガス

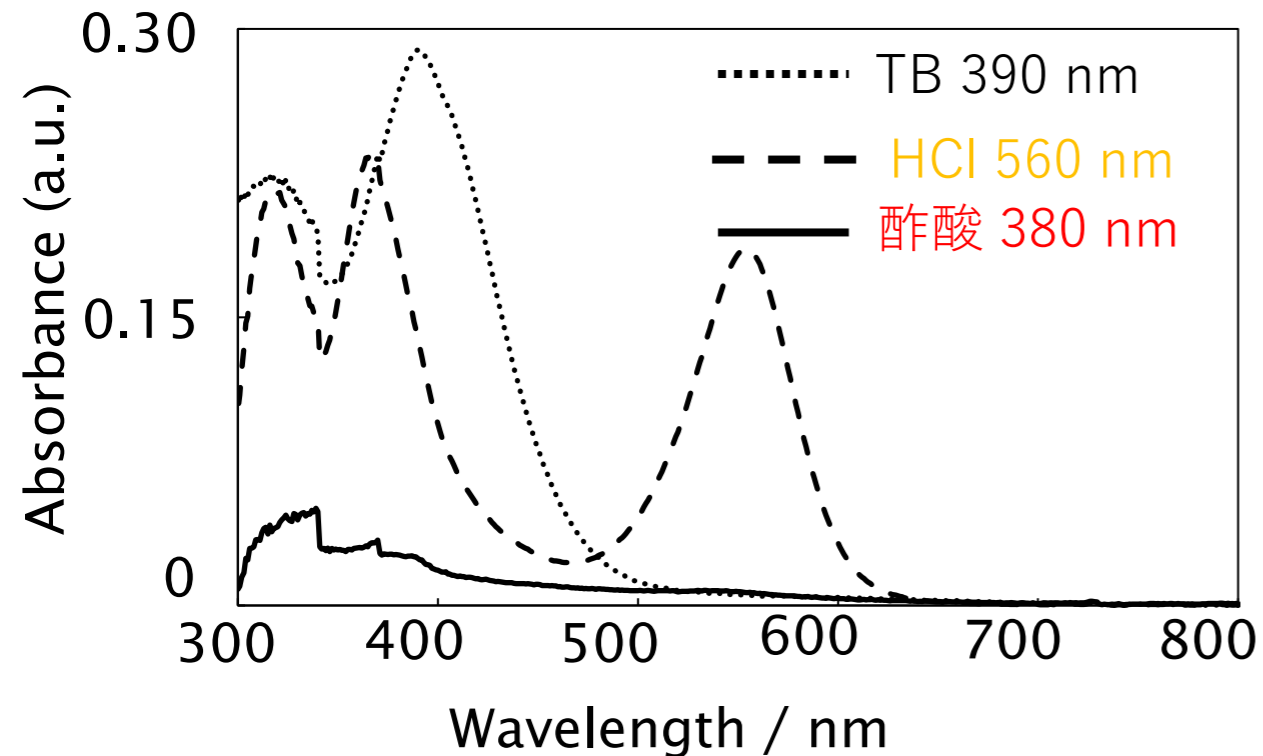
5種類のイオン液体を合成

TBの検出能

溶液中



TB AcOH HCl



ガス



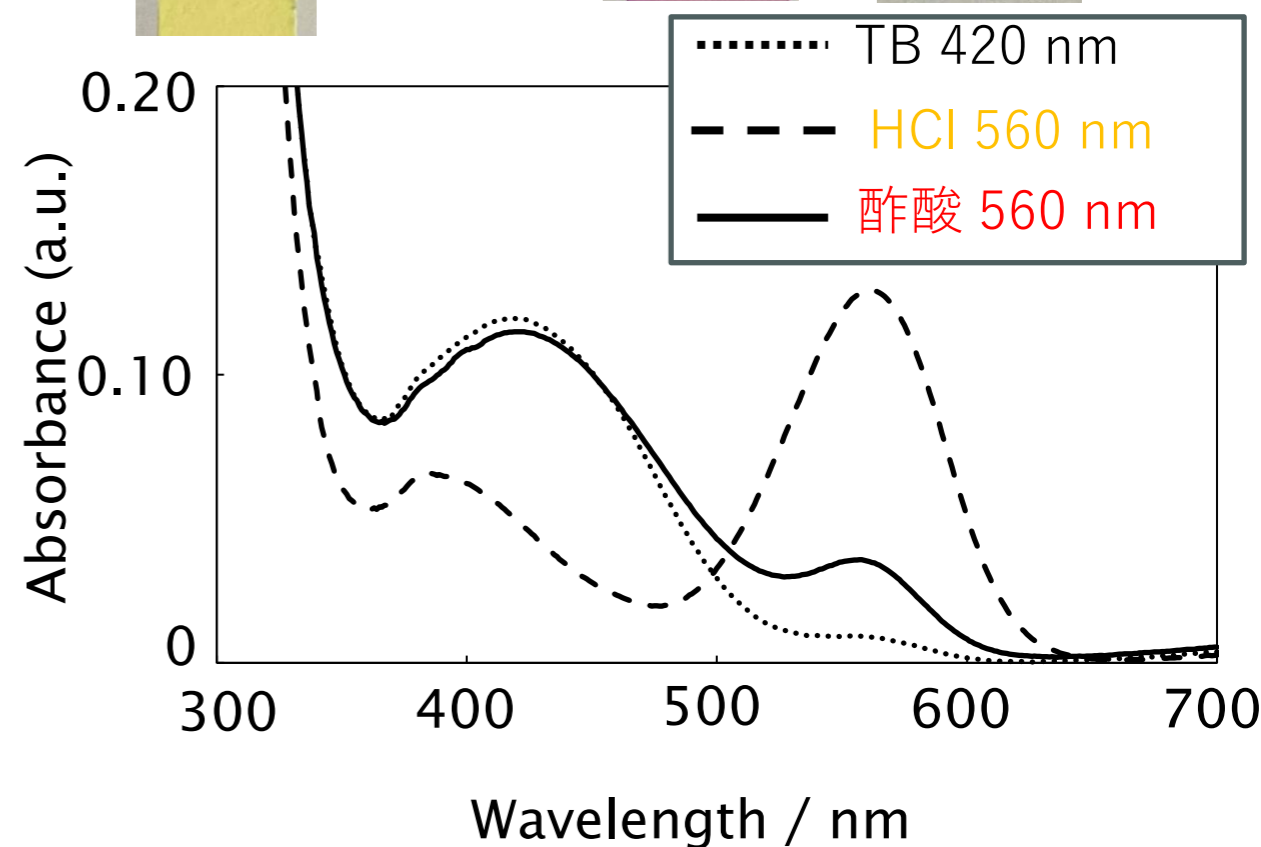
TB



塩酸



酢酸



酸性ガスを検出すると色が変化、塩酸は不可逆性・酢酸は可逆

MOの検出能

溶液中



MO

HCl

AcOH

ガス



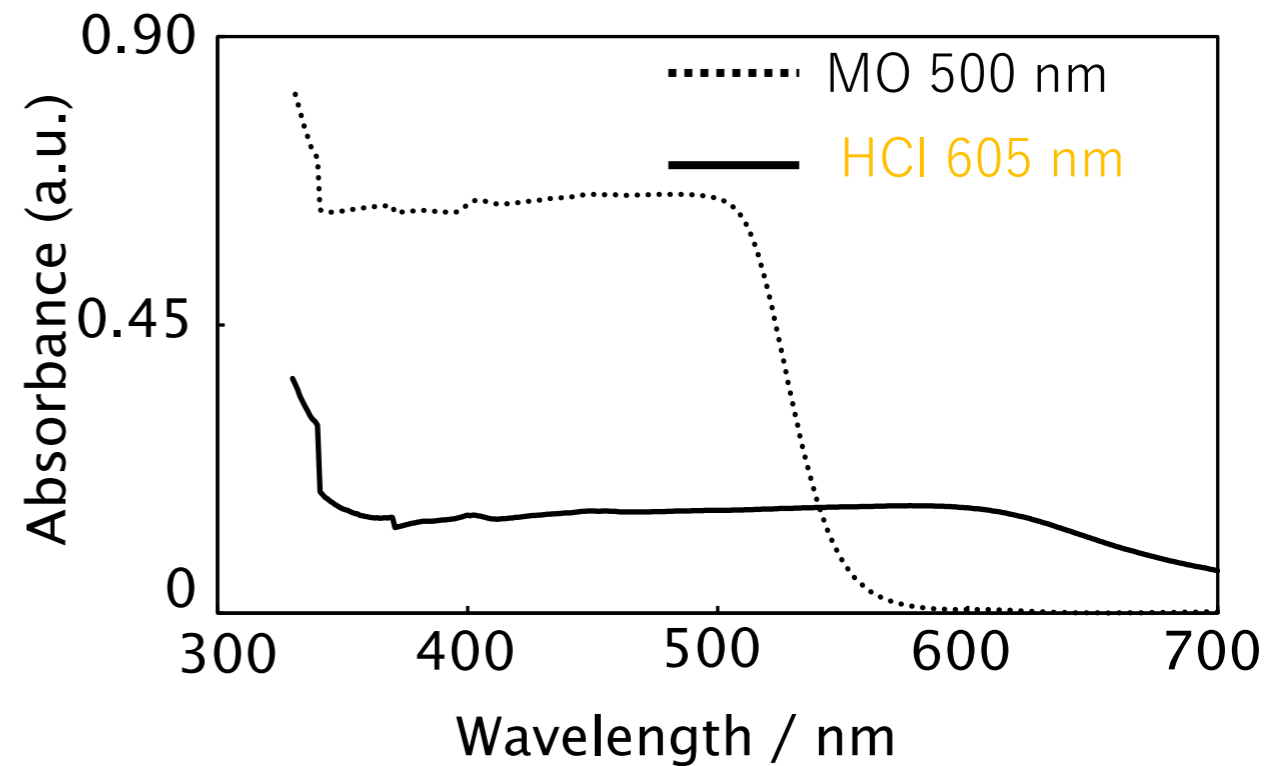
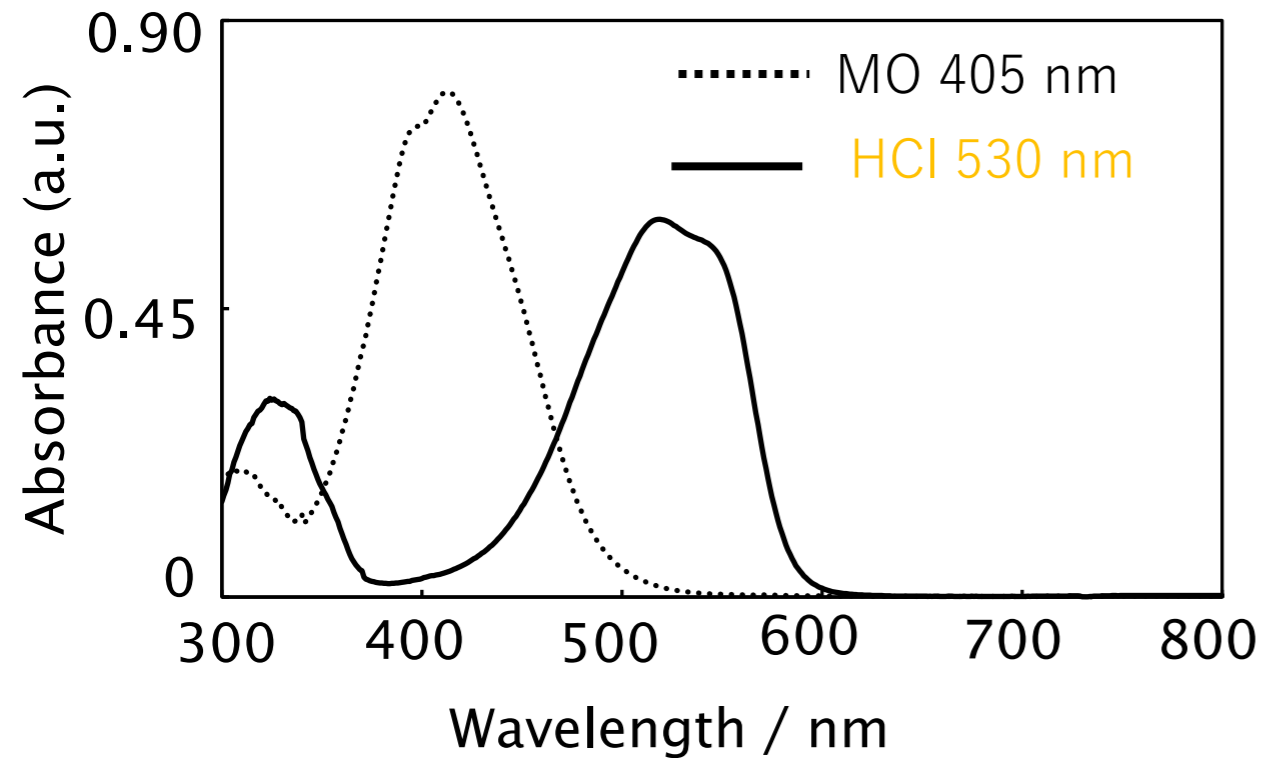
MO



塩酸



酢酸



塩酸ガスを検出すると色がオレンジから濃オレンジに変化

RBの検出能

溶液中



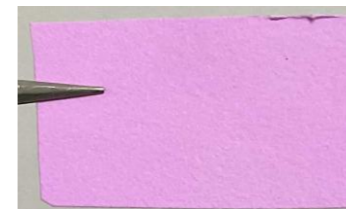
RB

HCl

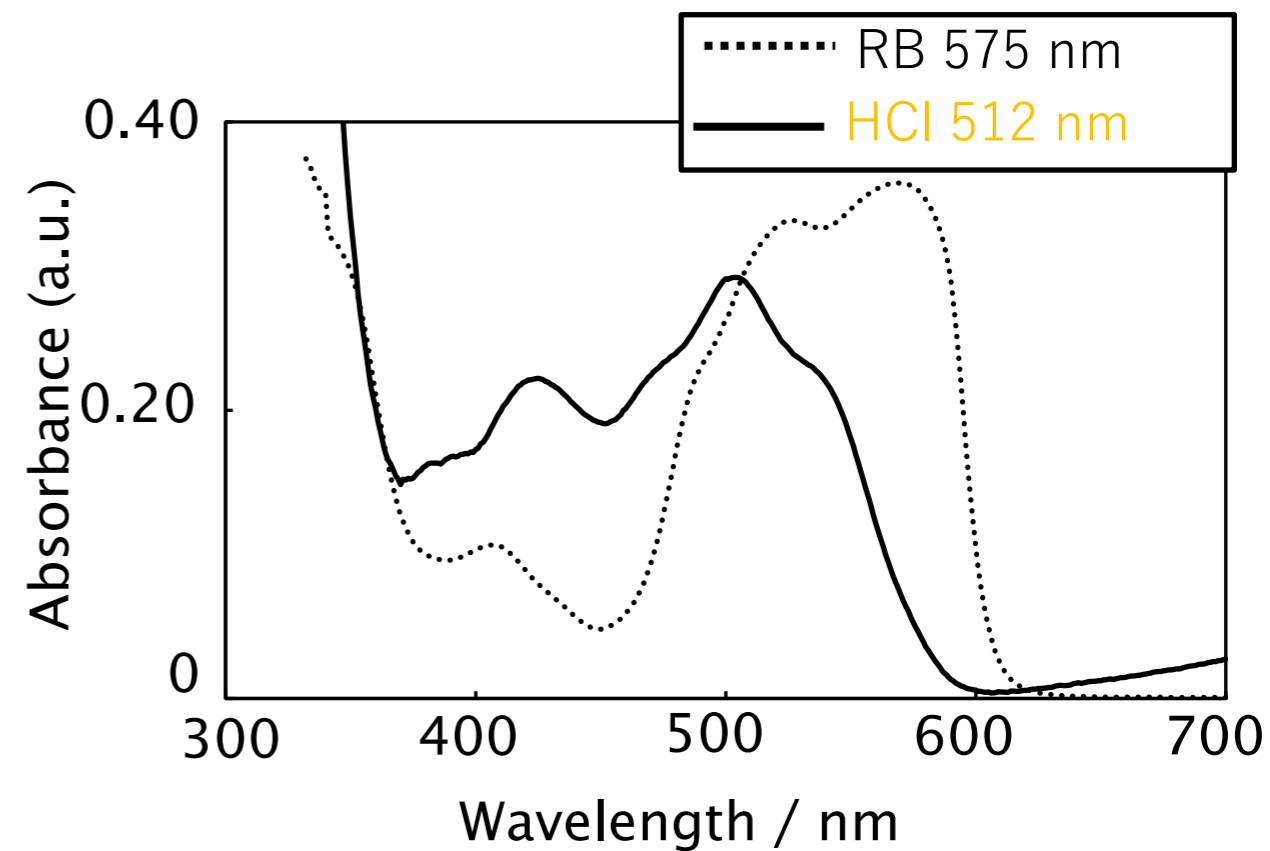
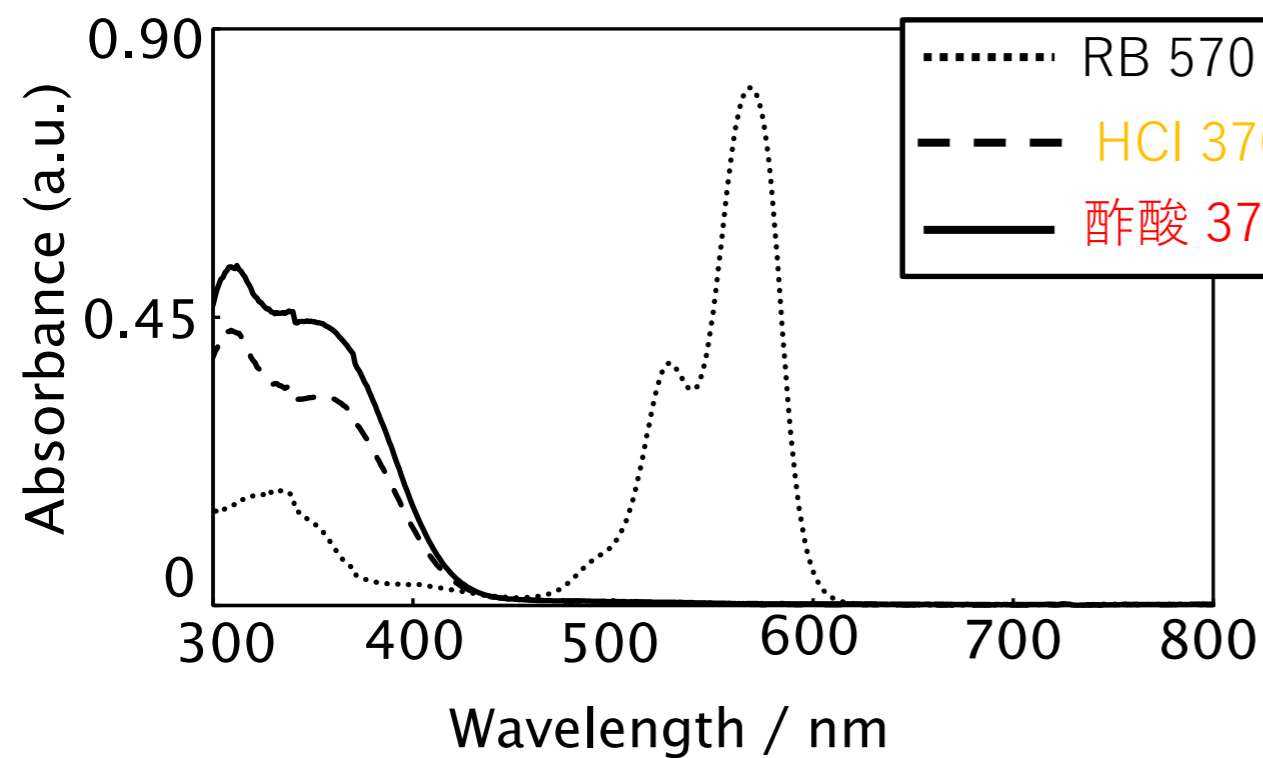
AcOH

ガス

RB



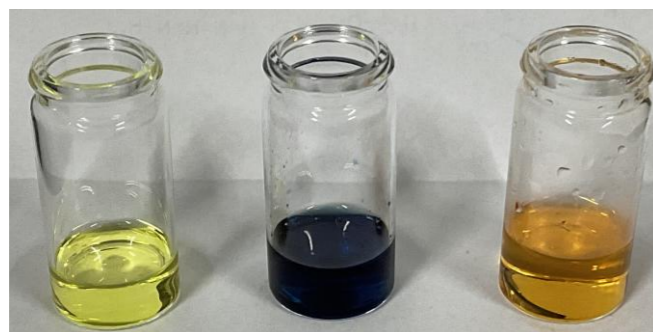
塩酸



塩酸ガスを検出すると色がピンクから無色

BTBの検出能

溶液中



BTB

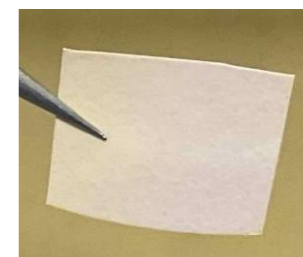
NH₃

HCl

ガス



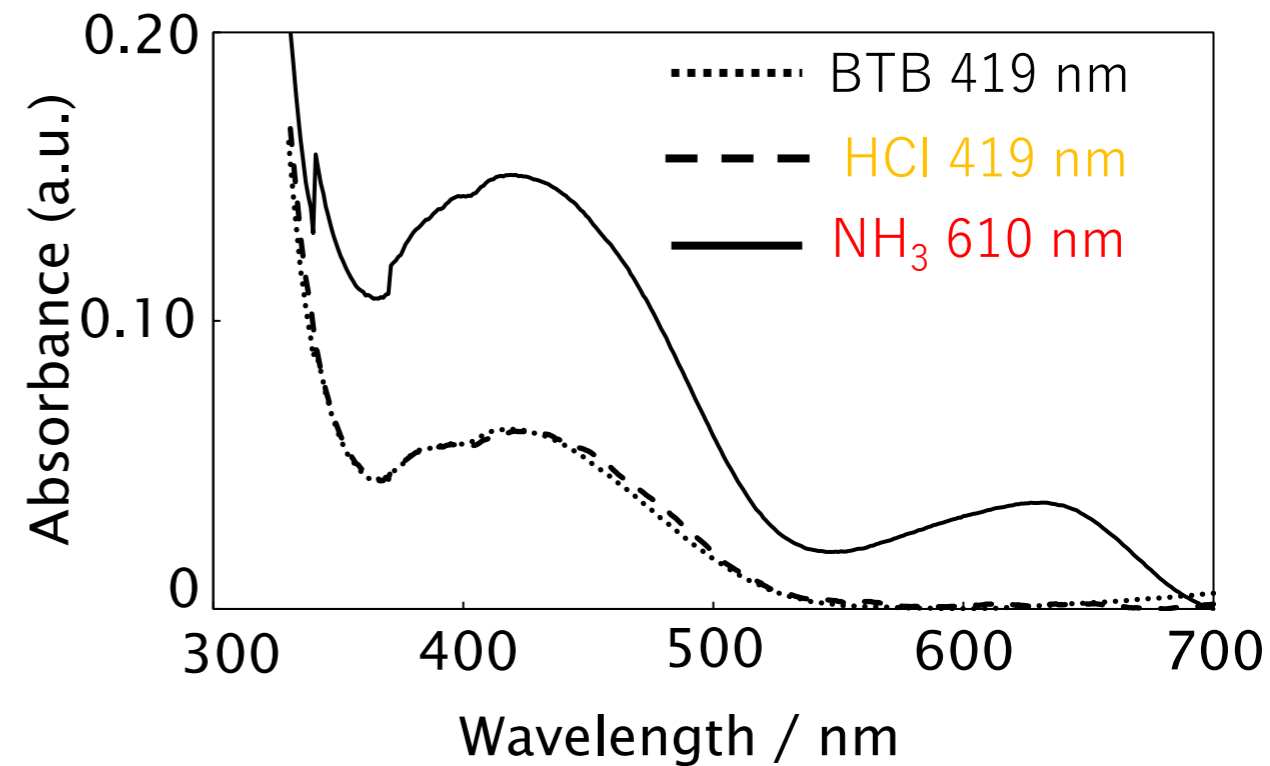
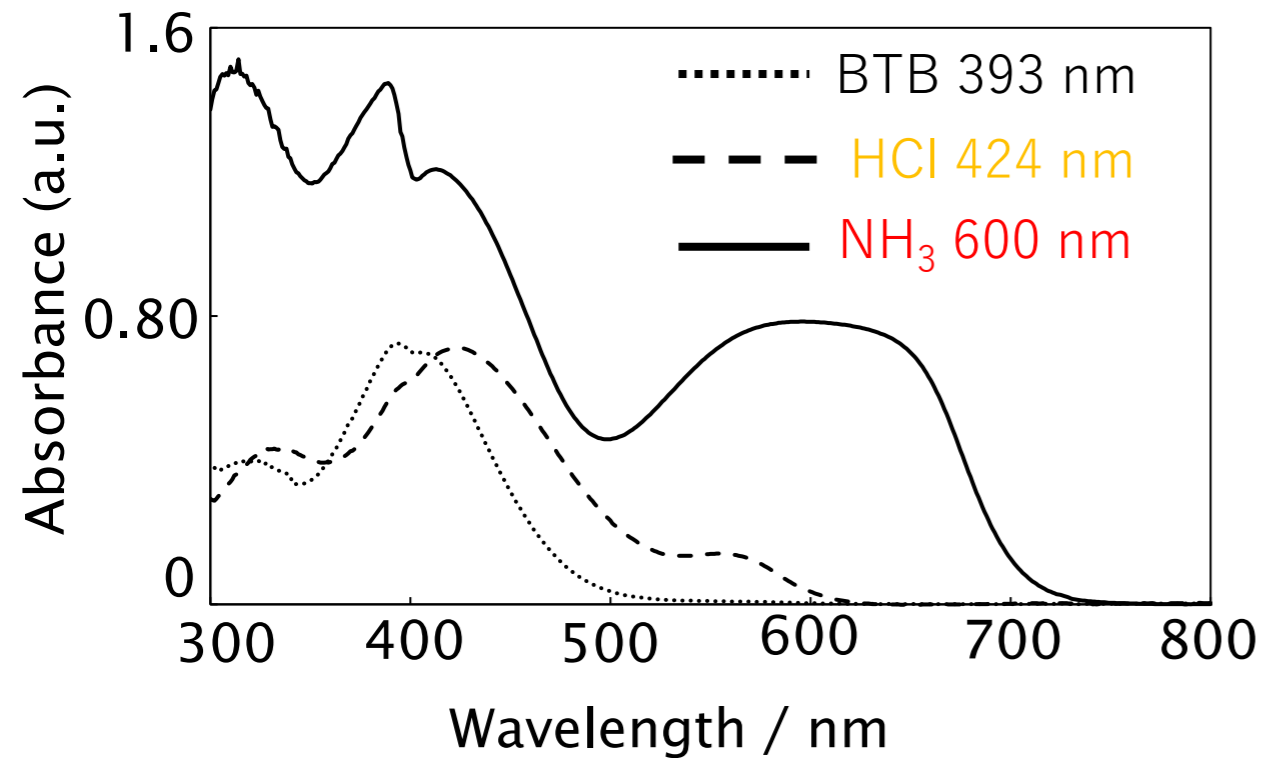
BTB



塩酸



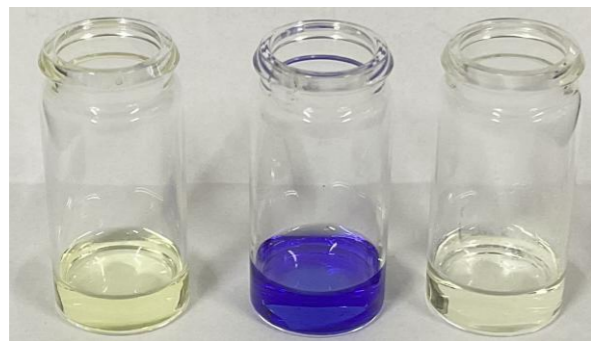
アンモニア



アンモニアガスを検出すると色が黄色から緑色に変化

BCPの検出能

溶液中



BCP NH₃ HCl

ガス



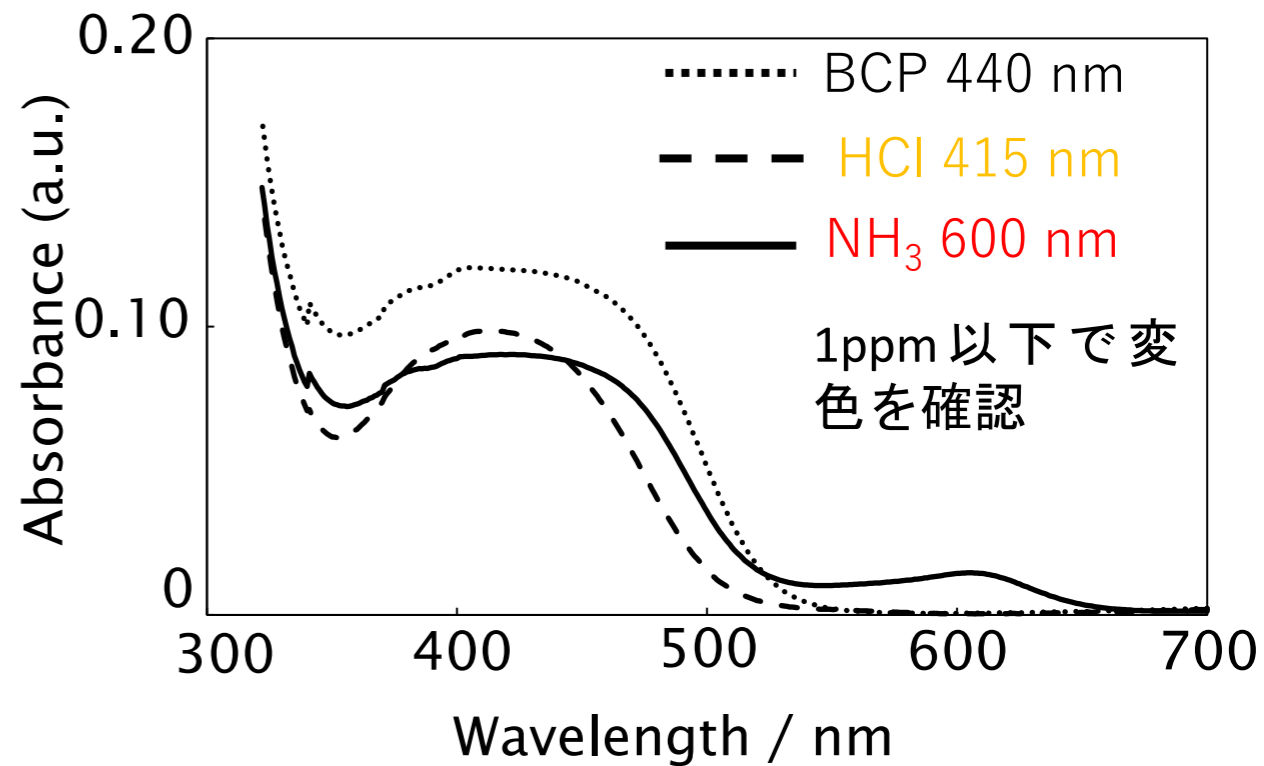
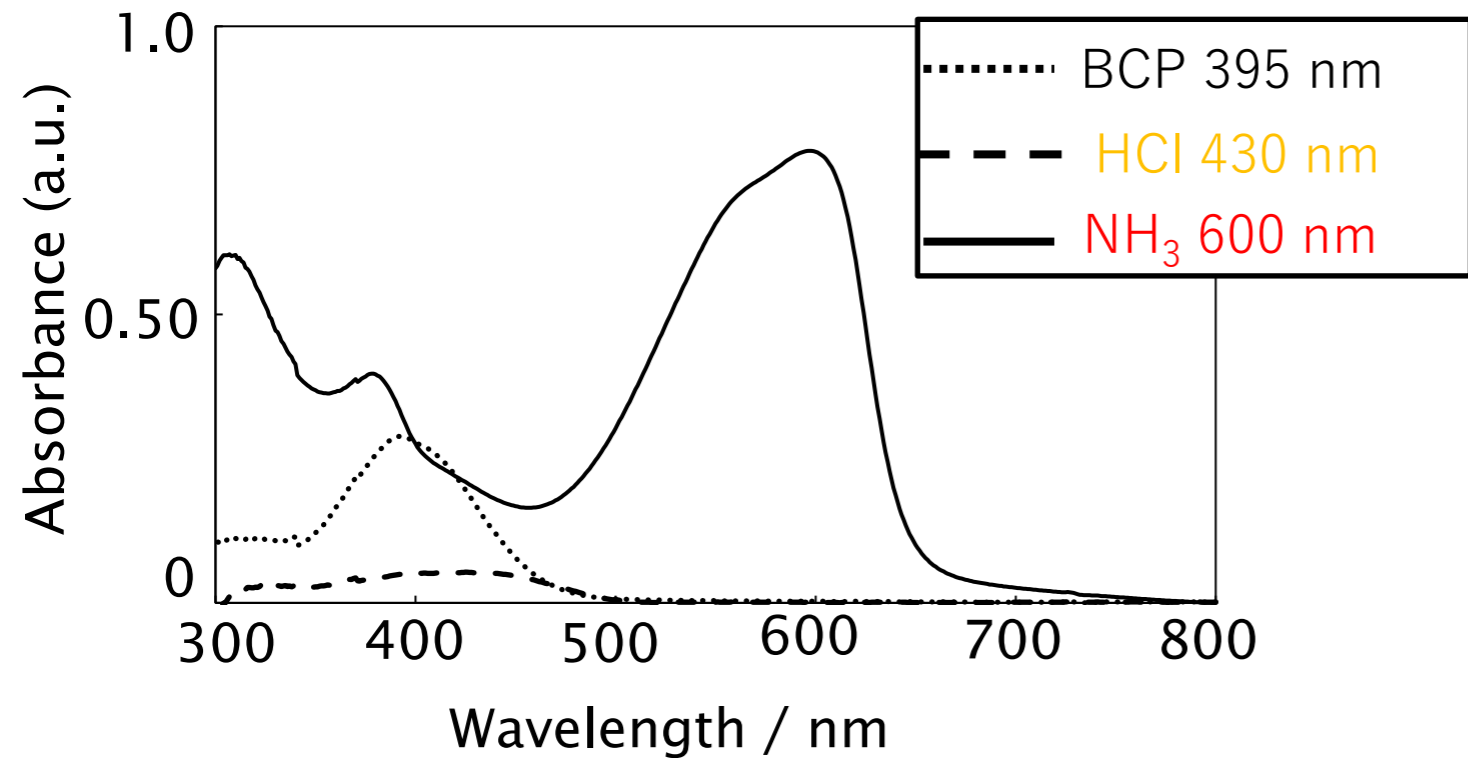
BCP



塩酸

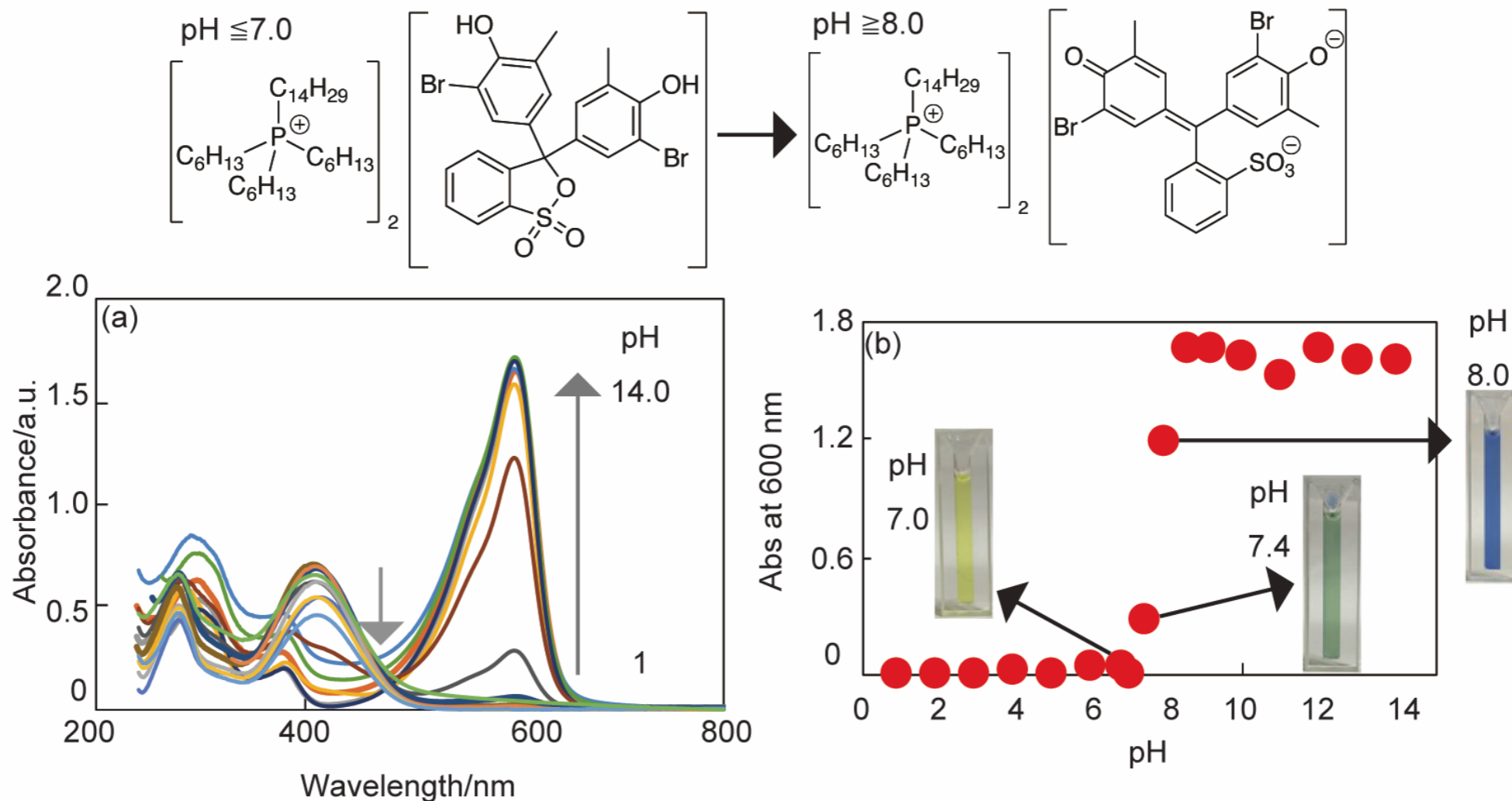


アンモニア



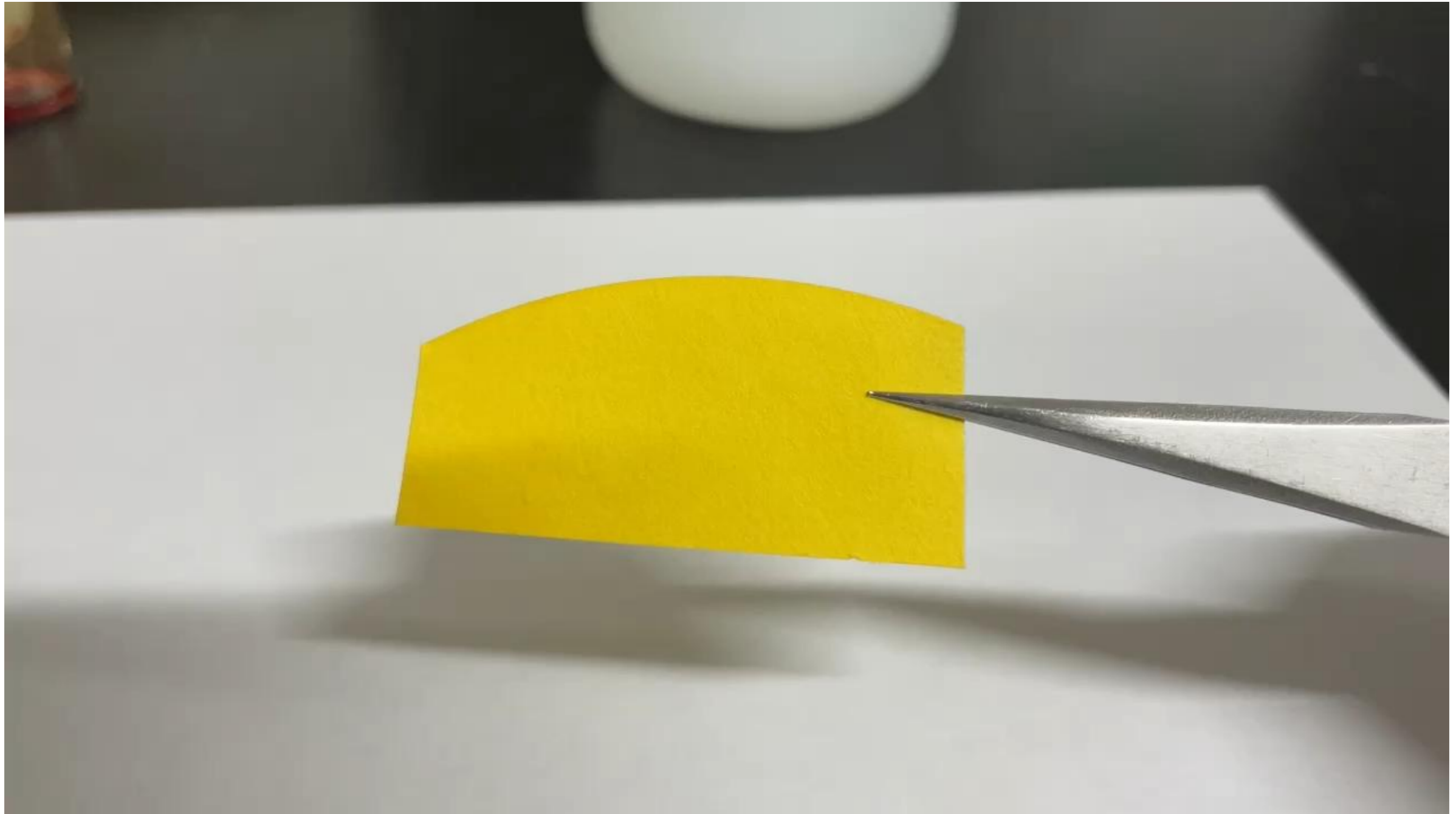
アンモニアガスを検出すると色が黄色から青色に変化

検出メカニズム



pHの変化で色が変化しているため、基本的には**溶液中の色素がpHに反応して色**
が変化するのと同じである。そのため、酸性ガスや塩基性ガスに反応して、薄
膜表面のpHが変化することで色素の構造が変化し、色が変わる。

アンモニアガス検知 動画



新技術の特徴・従来技術との比較

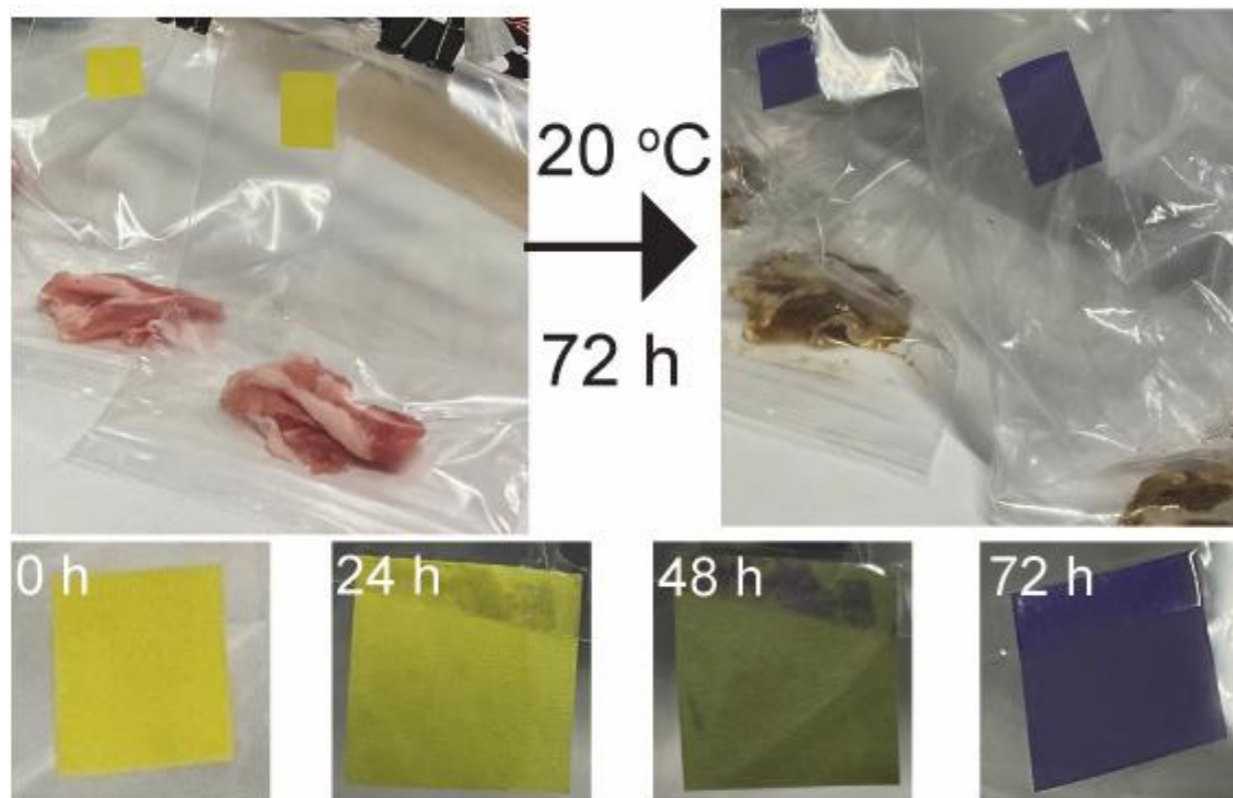
- 従来技術の問題点であった、電源や設置場所の問題を解決することに成功した。
- 従来は有害ガスの存在をアラームなど音として認知することができていたが、色の変化で有害ガスの存在を認知できるため、**有害ガスの可視化**が可能となった。
- 本技術の適用により、一般的な紙をガスセンサーにできるため、**製造コストが10円程度**のガスセンサーの開発が期待される。

想定される用途

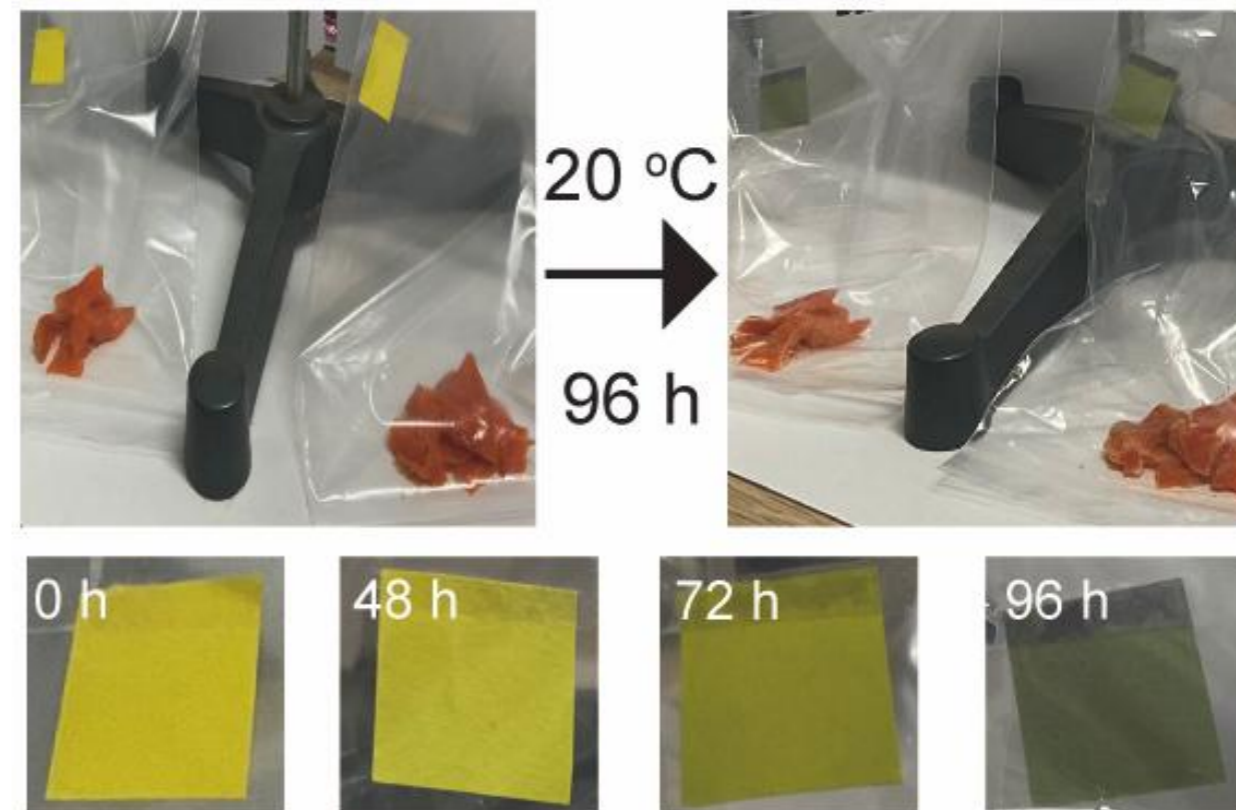
- 有害ガスを低コストで確認する、**低コストなガスセンサ**として期待できる。
- 紙以外にも塗布が可能なため、プラスチック基板、ガラス基板、セラミックスなど用途に応じたガスセンサ
- **電源を搭載できない箇所における有害ガスの検出**（鮮度センサなど）
- また、**色素の構造を変えることで他のガス種にも対応**可能であると考えられる。

食肉腐敗の分析

豚肉



鮭



食肉から発生したアンモニア系ガスにより色調が変化
食品の腐敗を目視で確認できる

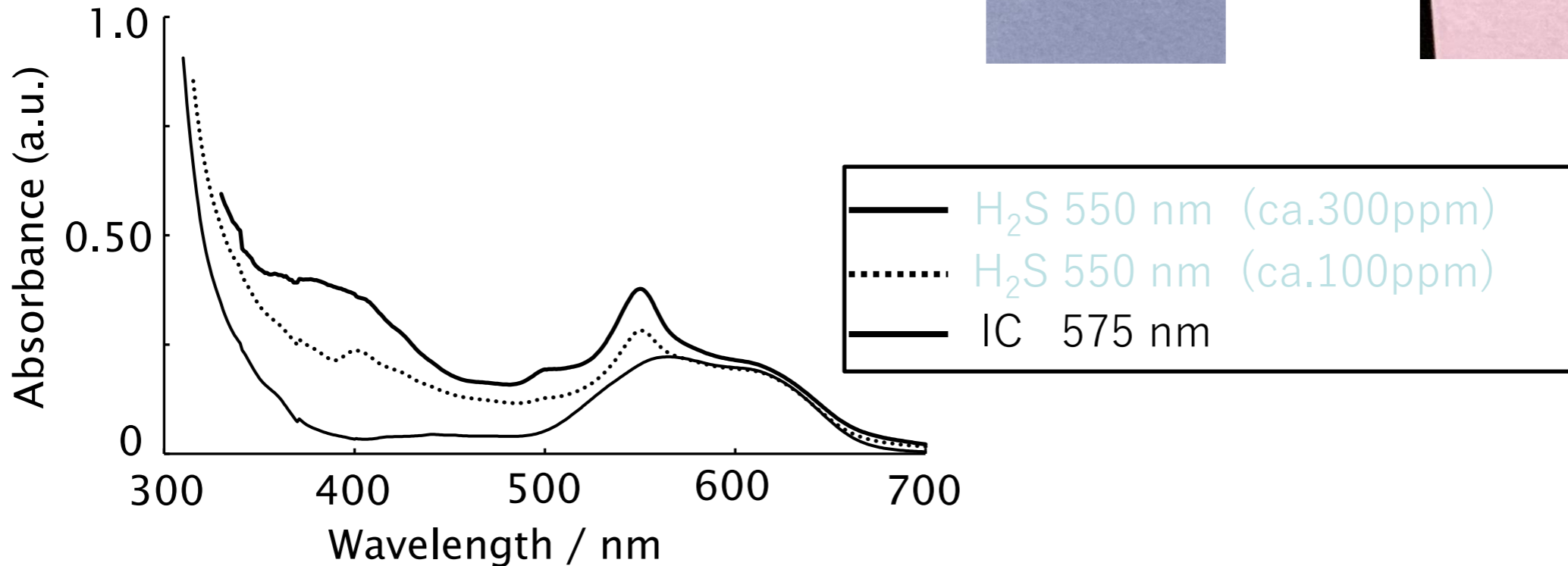
他のガス種への応用

薄膜

IC



H₂S(ca.100ppm)



硫化水素ガスを検出すると色がピンクに変化

実用化に向けた課題

- 現在、様々な色素のイオン液体化に成功している。しかし、色素の構造と検出ガス種の関係が未解決である。
- 今後、ガスの定量化について実験データを取得し、色の変化とガス濃度の関係についてデータの取得を行っていく。
- 実用化に向けて、イオン液体の安全性と耐久性について確認する必要もあり。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	・ガス種に対応したイオン液体の設計および合成	
現在	・種々のガスの可視化が実現（酸性ガス、アンモニア系ガス、硫化水素ガスなど）	
1~2年後	・ガスの定量化、イオン液体の耐久性に関するデータ取得	例：共同研究の実施 展示会への出展
3~4年後	・イオン液体の安定性の評価（例：性能、安定性試験の実施） ・イオン液体活用の最適化（例：最適なデバイスの実現）	例：サンプル提供が実現 JSTのA-Step事業(本格フェーズ)へ応募 し研究資金獲得
5年後	・イオン液体の量産化の実現 ・ガス可視化デバイスの開発	例：大量サンプルの提供 デバイスの提供 市販開始

企業への期待

- 未解決の**ガスの定量化**については、吸光度から検出限界の評価により実現できると考えている。
- **イオン液体の耐久性**についてはDSCやTgなどの評価により確認できる。
- イオン液体のデバイス化技術や遠隔地からデバイス評価可能な技術を持つ、**企業との共同研究を希望**。
- また、**アンモニアのエネルギー利用を考えている企業、食品分野への展開を考えている企業**には、本技術の導入が有効と思われる。
- その他、利用できる分野の開拓を期待

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は有害ガスの可視化が可能のため、有害ガスから安全性を担保することで企業に貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能。
- 検出ガス種をさらに拡張することが可能。
- ガスを低コストで目視により確認する技術を希望する企業に貢献できる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : イオン液体化色素の製造方法、それを用いたガスセンサ材料の製造方法及びガスセンサ、化合物の検知方法及び測定対象ガスに含まれている化学種の塩基性度若しくは酸性度を調べる方法
- 出願番号 : 特願2025-017329
- 出願人 : 学校法人 東京電機大学
- 発明者 : 足立 直也

お問い合わせ先

東京電機大学
研究推進社会連携センター (CRC)

TEL 03-5284-5225

FAX 03-5284-5242

e-mail crc@jim.dendai.ac.jp.