2025 年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

| | |
|---|---|
| 研究課題 | **短波赤外線利活用分子の創出とセラノスティクスへの応用** |
| キーワード | ①短波赤外線、②有機色素、③セラノスティクス |

**研究者の所属・氏名等**



| | |
|---|---|
| フリガナ<br>氏　名 | サカモト　キョウカ<br>坂本　京花 |
| 配付時の所属先・職位等<br>（令和 7 年 4 月 1 日現在） | 愛知学院大学　薬学部　助教 |
| 現在の所属先・職位等 | 住友化学株式会社　一般社員 |
| プロフィール | 2022 年 3 月東京大学大学院薬学系研究科修士課程を修了し、同年 4 月博士後期課程に進学。2024 年 5 月に薬剤師免許を取得。同年 5 月より愛知学院大学薬学部助教に着任。2026 年 3 月に博士（薬科学）を取得。同年 4 月より現職。有機化学を専門とし、研究活動に邁進している。 |



## 1. 研究の概要

本研究は、生体透過性に優れ、かつ生体組織に対して非侵襲な短波赤外光 (SWIR) を利活用する有機色素の創製と、セラノスティクスへの応用を目的とする。当研究室で独自に開発した縮合型ローダミン系色素 (ABPX) の一電子還元により有機ラジカルを合成し、有機色素として利用する。続いて長波長化と長寿命化に向けた誘導体を合成、その光物性値を明らかにし SWIR 応答型のセラノスティクス様薬剤の創出に挑む。

## 2. 研究の動機、目的

近赤外光 (NIR, 700-1000 nm) および短波赤外光 (SWIR, 1000-1700 nm) は、太陽光の約 50 % の範囲を占める低エネルギーかつ物質透過性の高い光である。特に SWIR は生体組織に対して非侵襲で、生体分子に由来する光散乱や光吸収の影響を受けにくいため、本波長領域の光を吸収・放射し、イメージングや治療機能を発現する機能性分子の開発が求められている。本研究ではこの課題に対し、当研究室で独自に開発した縮合型ローダミン (ABPX) を母核構造とし、長波長化戦略に基づいた SWIR 利活用色素の創製に取り組んできた。中でも、π 電子系の構造を化学反応で制御することで、分子サイズを維持しながら SWIR 吸収・放射特性を付与する分子構築を進めており、今回、線形共役型の *iso*-ABPX (**1**) に対して MeMgBr を作用させたところ、SWIR 領域に吸収波長が大きく長波長化したシーズ色素が生成することを見出した。

## 3. 研究の結果

はじめに、iso-ABPX の新たな合成経路の確立を目指し、Ullmann coupling、加水分解、Friedel-Crafts 反応、Grignard 反応の 4 段階の工程を経る合成戦略を計画した。各段階において反応は円滑に進行し、新規 *iso*-ABPX (**1a-c**) の合成に成功した (図 1)。化合物 **1a-c** をクロロホルムに溶解させ、TFA を添加したところ、いずれの化合物も緑色を呈し, 610 nm と 665 nm 付近にジカチオン体 (**1a$^{++}$-c$^{++}$**) に由来する振電バンドが観測された。

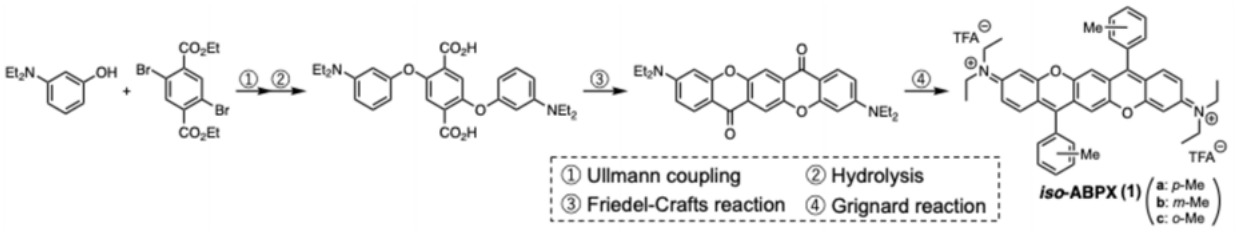



図 1. 新規 *iso*-ABPX 合成法の開発

続いて **1a**$^{2+}$ に対して $SmI_2$ を作用させた後、再結晶により **1a**$^{\cdot+}$ を得た（図 2)。種々の有機溶媒中における **1a**$^{\cdot+}$ の吸収スペクトルを測定したところ、クロロホルム、THF、酢酸エチル、アセトン中で安定に存在し、SWIR 領域に強い光吸収を有することを見出した。シーズ色素生成に酸化還元が関与していることを確認するため、**1a**$^{\cdot+}$ の THF 溶液に酸化剤の DDQ を加えた結果、DDQ の添加により SWIR 領域の吸収帯が消失した。これらの結果から、本シーズ色素は開殻種に由来し、また酸化還元により SWIR 吸収をスイッチングできる分子であることが示された。今後はセラノスティクスへの応用を志向し、一重項酸素量子収率の測定や、光感受性機能について検討を重ねる予定である。

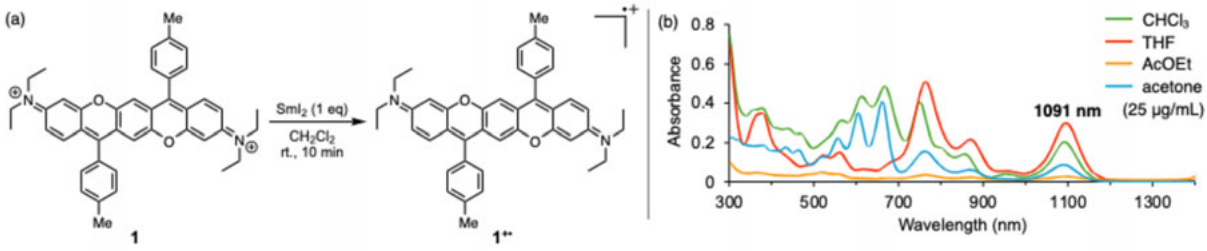
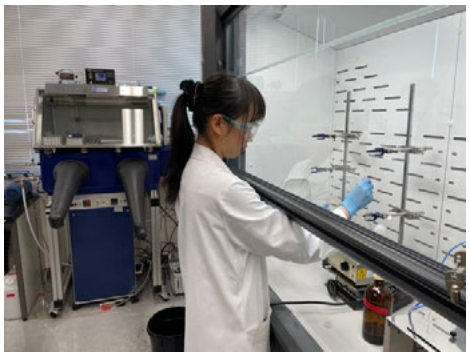



図 2. (a) SWIR 色素（**1**$^{\cdot+}$）の合成法. (b) **1**$^{\cdot+}$ の吸収スペクトル測定

## 4. 研究者としてのこれからの展望

私は、大学院博士後期課程在学中に助教に着任し、二足の草鞋を履いた生活を送ってきました。本研究は助教として新たに取り組んだ課題であり、学ぶことの多い日々を過ごしてまいりました。特に、大学院では基礎研究としての有機合成を専門に取り組んでいましたが、機能性分子候補化合物の創出とその物性評価という応用を見据えた新たな技能を身につけることができました。本研究にて合成した有機ラジカルの新規薬剤としての可能性を調査し、新たな治療技術・治療法の確立を目指したいと考えています。

4 月からは新しい環境にて研究に従事することとなりました。今後はこれまで以上に成果を社会へ還元すること見据えて研究活動に取り組む予定です。これまでの研究活動で身につけた全てを存分に発揮し、社会課題の解決に挑み続ける研究者でありたいと考えています。



実験中の様子

## 5. 支援者（寄付企業等や社会一般）等へのメッセージ

この度は、女性研究者奨励金に採択いただき誠にありがとうございました。本研究に多大なるご支援を賜りました企業様、日本私立学校振興・共済事業団関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。助教として研究に従事し始めたばかりの私にとって、本奨励金に採択いただいたことは大きな自信になり、より一層研究活動に取り組むモチベーションとなりました。また、本研究に欠かせない実験器具もそろえることができ、充実した環境の中で研究活動を推進することが叶いました。

ご支援により得られた知見を社会に還元するべく、今後も研究活動に邁進してまいります。より一層精進してまいりますので、今後ともご指導ご鞭撻のほど何卒よろしくお願い申し上げます。