

# 色素分子の吸収を大きく長波長化させる窒素官能基を開発！

生物有機化学研究室

藤田 光 (医薬保健研究域薬学系 助教)、新井 貴就 (医薬保健学総合研究科 創薬科学専攻 博士後期課程3年 次世代精鋭人材創発プロジェクト選抜学生)、朽木 直人 (薬学類6年)、国嶋 崇隆 (2023年3月まで金沢大学 医薬保健研究域薬学系 教授、現 神戸学院大学薬学部 教授)

上記研究グループは、色素分子に導入することで吸収を大きく長波長化させる新たな窒素官能基、「アンモニオアミジル基」を開発しました。

光エネルギーを吸収・利用できる色素分子は、様々な研究分野で活用されています。しかし、波長が長い光を吸収させるには、巨大で複雑な共役系(※1)から成る色素分子を必要とする場合が多く、研究開発上の障害となっています。この問題に対する解決策の一つとして、色素分子に電子供与基(※2)を導入する方法があり、その電子供与性の強さに応じて、共役系を巨大化させずに吸収を長波長化できることが知られています。ところが、この目的に従来用いられてきたジアルキルアミノ基の電子供与性は不十分であったため、より大きな長波長化を可能にする強力な電子供与基の開発が求められていました。

本研究で開発されたアンモニオアミジル基は、プラスとマイナスにそれぞれ帯電した窒素原子が隣り合うユニークなイリド構造(※3)を有し、ジアルキルアミノ基をはるかに凌駕する強力な電子供与性を発揮します。特に、二環性骨格を組み込んだ場合に良好な性質が確認されました。ナフトリミド型蛍光色素(図1)に導入されているジアルキルアミノ基をアンモニオアミジル基へ置き換えることで、極大吸収波長を47 nm 伸長することに成功しました。蛍光(※4)スペクトルにも同様の長波長化がもたらされ、その色調は緑から黄色へ変化しました。さらにアゾ色素の場合では(図2)、アンモニオアミジル基への置き換えにより、100 nm もの大きな長波長化を達成しました。本成果は、色素分子の吸収を長波長化させる新規手法を提供することで、生命科学研究や再生可能エネルギー開発等の発展に資するものと期待されます。

図1 ジアルキルアミノ基

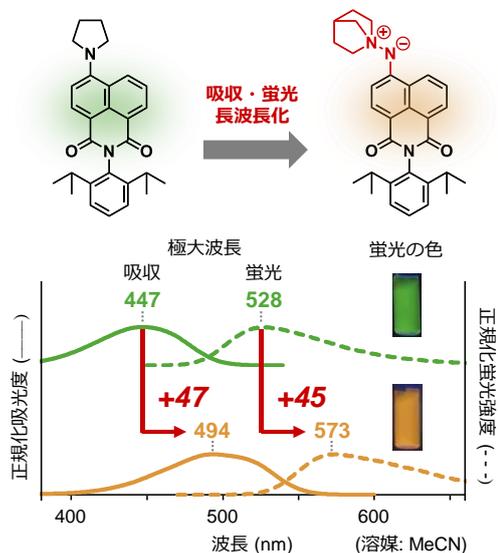
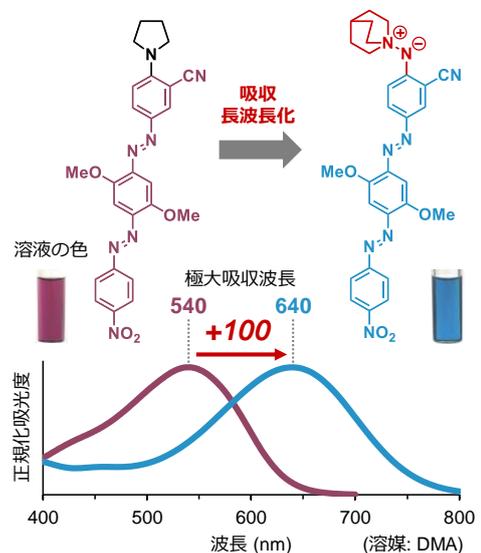


図2 ジアルキルアミノ基



- ❖ 本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業(研究活動スタート支援 19K23798、若手研究 21K15222 及び 23K14320、挑戦的研究(萌芽)21H02603)並びに科学技術振興機構次世代研究者挑戦的研究プログラム(JPMJSP2135)の支援を受けて実施されました。

## 用語解説

### ※1: 共役系

単結合と二重結合(または三重結合)が交互に結合した部分のこと。ベンゼン環も共役系の一つに数えられる。色素分子は共役系を介して光を吸収し、一般に巨大な共役系であるほど長波長の光を吸収する。

### ※2: 電子供与基

母体となる共役系部位に対して、電子を与える性質を示す官能基や置換基のこと。特定の種類の色素分子では、共役系の適切な位置に導入された電子供与基の強さを変化させることで、吸収波長の制御が可能となる。

### ※3: イリド構造

正電荷を帯びた原子と負電荷を帯びた原子が直接結合した構造のこと。正と負の電荷は相殺されるため、全体としては電荷を持たず、電気的に中性となる。

### ※4: 蛍光

色素分子が光を吸収した後、再び光として放出する現象のこと。より小さなエネルギーの光を放出するため、蛍光スペクトルは吸収スペクトルより長波長化する。蛍光色素と呼ばれる、特定の構造を持つ分子のみが蛍光性を示す。蛍光色素を用いると、細胞内や生体内で起きている分子レベルの現象を高感度かつリアルタイムに検出できるため、生命科学研究や医薬品開発、治療、診断などに広く利用されている。

本研究成果は、2024年8月26日にアメリカ化学会が出版する国際誌「*Organic Letters*」のオンライン版に掲載されました。 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.orglett.4c02378>