

低エネルギー光を自在活用できる 新材料の開発とその評価

Development and Characterization of Novel Organic Functional Materials for Effective Near-Infrared Light Management

Keywords

Fourier transform ion resonance

High resolution mass spectrometer

Near-infrared light harvesting

Organic dyes and pigments

ユーザー氏名 / User's Name

古山 溪行^{1,2} / Taniyuki Furuyama^{1,2}

(¹兵庫県立大学, ²金沢大学 / ¹University of Hyogo, ²Kanazawa University)

実施機関担当者 / Person in Charge of ARIM

宮里 朗夫, 四十万谷 智子 / Akio Miyazato, Chiko Shijimaya

(北陸先端科学技術大学院大学 / Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST))

概要 / Overview

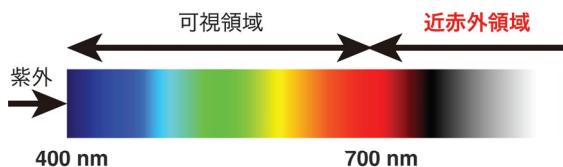
700 nmを超える波長の近赤外光は自然界のほとんどの物質と相互作用しないため透過性が非常に高く、医療材料・光電変換材料などへの応用が期待される。新しい分子性材料の開発にあたり、構造と物性の評価を明瞭にすることは、今後さらなる高機能材料を得るにあたり必須である。本研究では独自の有機合成技術により開発した有機近赤外色素について、超精密質量測定を用いて新規構造を完全に決定した後、物性との相関を明瞭に議論した。一連の知見は新規材料のデザイン・合成における基礎的知見を与えるのみでなく、物理・生物等の異分野における近赤外光利用の道を拓くものと位置付けられる。

Near-infrared (NIR) light (> 700 nm) holds immense potential for medical and energy applications due to its exceptional transparency and minimal interaction with common matter. Establishing clear structure-property relationships is essential for creating novel high-performance materials. This project introduces novel organic NIR dyes developed through synthetic organic chemistry techniques. By employing ultra-high resolution mass spectrometry, we definitively characterized their structures and rigorously clarified the correlation between their structures and optoelectronic properties. Consequently, this work provides not only fundamental insights into future material design but also opens new avenues for the versatile utilization of NIR light across interdisciplinary fields, from physics to biology.

近赤外光を利用できる有機材料開発

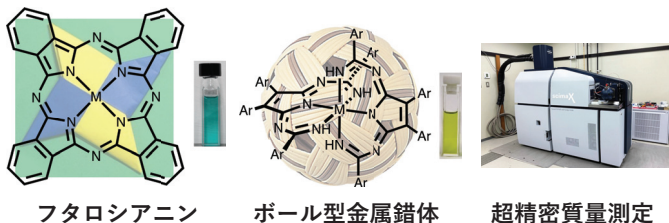
Development of NIR-functional organic materials

近赤外光利用の意義



従来より活発に研究されている紫外・可視光と比べ、近赤外光は低エネルギーであるため大気・熱安定性が低いことや、光励起状態の機能化が困難であるという問題がある。これらの問題を克服可能な材料開発にあたっては、「既存の可視光材料の活用」「全く新しい材料骨格の提案」の二つのアプローチが考えられる。

有機合成化学 X 超精密質量測定に基づくものづくり技術

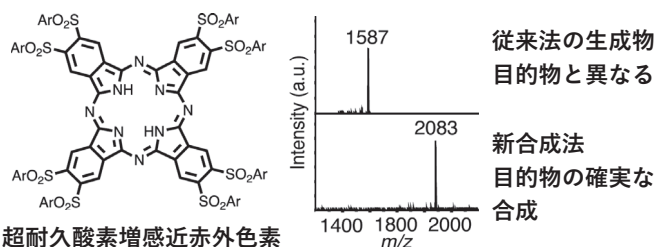


本研究では工業的色素として著名な「フタロシアン」、研究室の独自技術である「ボール型金属錯体」に着目し、有機合成化学に基づく新材料開発を進めた。これらの材料は分子量数千の単分子である。機能の起源となる材料の構造はARIMが有する材料の質量をppmオーダーの誤差で決定できる超精密質量測定技術により厳密な決定がはじめて実現できた。

超精密質量測定に基づく近赤外材料開発の実例

Functional NIR materials characterized by high resolution mass spectrometry

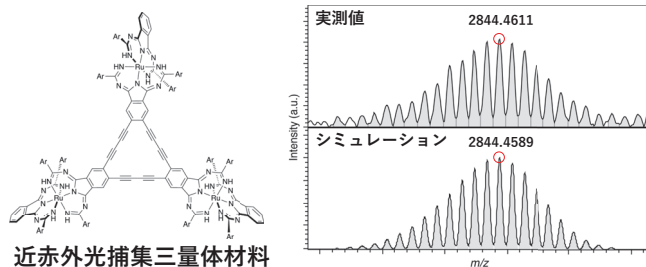
超耐久性を有する近赤外色素の新合成法



超耐久色素増感近赤外色素

矛盾するとされる高い光耐久性と高い色素増感能を有する近赤外色素を合成する新しい手法を開発した。従来法でも光吸収特性が酷似した副生成物が得られるが、質量分析により両者の構造の違いを厳密に区別することができた。

高い近赤外光捕集能を有するオリゴマー材料



近赤外光捕集三量体材料

本材料は750 nm付近で数十万のモル吸光係数を有する近赤外光捕集材料であり、光電変換、遮熱材料への展開が見込まれる。本材料の合成過程で他スペクトルでは帰属困難な二量体が生成するが、超精密質量分析を用いることで両者の区別が可能である。

CONTACT

担当者名: 古山 溪行 / Taniyuki Furuyama
所属機関: 兵庫県立大学大学院工学研究科 / University of Hyogo
URL: <https://pmsgfuruyama.wixsite.com/home>

