	領域代表者	名古屋大学・トランスフォーメティブ生命分子研究所・教授 名古屋大学・大学院工学研究科・教授	
		大井 貴史（おおい たかし）	研究者番号:80271708
研究領域情報	領域番号：23A206 キーワード：触媒、炭素資源、分子技術、ラジカル	研究期間：2023年度～2027年度	

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

あらゆる資源を無駄なく利用できる環境調和型の物質生産技術は、持続可能な社会を実現するために不可欠である。しかし、物質生産の根幹を担う有機合成化学では、未だ原料として利用できる炭素資源の多様性が乏しく、合成できる有機分子の構造も限られている。この現状に対して本研究領域では、光や電気エネルギーを利用したラジカル（不対電子をもつ原子や分子あるいはイオン）の発生と化学結合の形成を制御するための触媒科学を創発し、ありふれた炭素資源の有効活用、再生可能なエネルギーを利用した分子変換、廃棄物の最小化という三軸のグリーン化を指向した変革を起こす。



図1 研究領域の全体像

●ラジカルの可能性と課題

既存の有機合成化学技術の多くは熱エネルギーを利用したイオン反応に基づいており、炭素資源の変換を行うには分子中の官能基（特徴的な反応性をもつ原子団）を足掛かりにする必要がある。一方、ラジカル反応は官能基に依存せず、広範な資源を原料とした真に持続可能な物質生産を実現する力を秘めているが、反応性に富むラジカルを制御することが難しく、望みの変換を実現するための学理が構築されていない。

我々は、無機・錯体化学、固体・表面化学と有機合成化学の融合を軸として、光や電気エネルギーを利用した触媒によるラジカル反応の制御に挑む。熱エネルギーとは異なり、光・電気エネルギーを利用すれば、個々の分子の物理的な性質の違いに応じて特定の分子を選択的に活性化することができる。光による分子の励起や電気エネルギーによる電子の授受により原料の狙った位置にラジカルを発生させる機能をもつ無機錯体・固体触媒や、続く結合の形成を高度に制御する力を備えた有機分子・

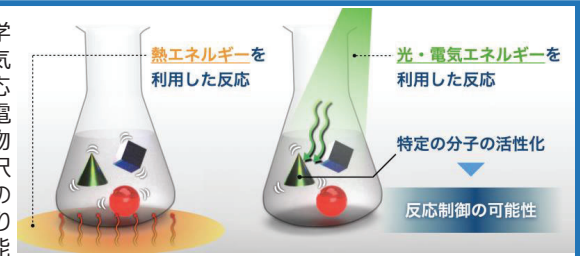


図2 光・電気エネルギーを利用した反応の概念図

金属触媒を合理的に設計することで、メタンやヘキサンのような原料として用いることが難しかった小分子や高分子、バイオマスなどから、これまで合成がほぼ不可能と考えられてきた付加価値の高い分子を最短工程で組み上げるための分子変換法の開発につなげる。利用できる炭素資源、合成できる有機分子の多様性を飛躍的に拡張し、グリーン化を体現した、分子の構造に左右されない次世代の有機合成化学を確立する。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

可視光や電気エネルギーを利用して穏和な条件下でラジカルを発生させる方法を有機合成化学に取り入れることで、反応制御の新たな可能性が拓かれつつある。この新しい研究の流れを、炭素資源変換を革新する確かな学術基盤の構築につなげるため、本領域研究では化学から物理学にまたがる広範な分野の融合研究を推進する。

ラジカル反応を促進・制御する触媒を設計するための特に重要な戦略は、有機合成化学と無機・錯体化学および固体・表面化学との融合である。本領域を構成するA01班（グリーン無機錯体・固体触媒）では、無機錯体



図3 本領域の融合研究コンセプト

触媒及び固体触媒の設計により、安定な分子からラジカルを発生させるために必要な活性を生み出す。A02班（グリーン有機分子・金属触媒）では、ラジカルが結合をつくる位置や方向などの選択性を正確に規定するため、有機分子触媒や金属触媒を目的に応じて設計し、ラジカルの反応制御を触媒の力で実現する。A03班（グリーン炭素資源変換）では、光や電気エネルギーを利用したラジカル反応の特徴を活かし、従来は困難とされた分子変換、重合反応を開発する。さらに、A01班およびA02班との連携から生み出される触媒システムをツールとした合成プロセスの拡充と反応機構の解析に基づいて、豊富な炭素資源を原料とする付加価値の高い有機分子の無駄のない迅速な合成を実現する。

本領域で得られる成果は、医・農薬、食料、光電子材料などの構造の定まった有機分子を必要とする幅広い研究分野や関連産業に計り知れない波及効果をもたらす、グリーン化政策や脱炭素社会などの国の成長戦略だけでなく、人類の健康や福祉、新たな産業・技術基盤の構築、環境保全に対する責任といったSDGsへの貢献にもつながるものである。



図4 研究成果の波及効果のイメージ図