

氏 名	MD RAZU AHMED		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博乙第	4 5 6 8	号
学位授与の日付	2 0 2 5 年 3 月 2 5 日		
学位授与の要件	博士の論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)		
学位論文の題目	Visible-Light-Responsive Nanocarbon Catalyst for Radical-Mediated Organic Transformations (ラジカルを経由する有機合成反応に用いる可視光応答型ナノカーボン触媒の開発)		
論文審査委員	教授 仁科 勇太	教授 坂倉 彰	教授 菅 誠治
学位論文内容の要旨			
<p>This thesis contains 5 chapters</p> <p>Chapter I is the introduction, which briefly introduces the research background, objectives, and significance of this study. The reactivity, active site, and mechanistic properties of carbon-based materials for organic transformations are discussed. Finally, the overview of nanocarbon-based materials as photocatalysts, and also presents a comprehensive literature review of carbon catalysis.</p> <p>Chapter II described the photocatalytic dehydrogenation of N-heterocycles promoted by radicals from graphene oxide. The active catalytic sites are considered, and the mechanistic study was discussed. A metal-free, oxidant-free, and recyclable photocatalytic reaction was achieved by a carbon-based system for the first time.</p> <p>Chapter III explored the radical properties and reactivity of oxidized carbon materials under visible light irradiation. Among the various oxidized carbon materials synthesized, GO shows the largest number of carbon radicals when exposed to blue LED light. These properties make oxidized carbon materials versatile for potential applications in catalysis, as well as environmental remediation, energy storage, and biomedical engineering.</p> <p>Chapter IV provided details of the synthesis of visible-light-responsive nanocarbon and its application for photocatalytic carbon-carbon bond formation. In addition, the photocatalytic activity of nanocarbon and the role of radicals was explored.</p> <p>Chapter V concludes the work covered in this thesis.</p>			

論文審査結果の要旨

本学位論文は、酸化炭素材料の光触媒特性に関する基礎的な知見を提供し、特に炭素上の酸素官能基のラジカル生成能とその触媒応用について体系的に検討したものである。本研究は以下の3つの内容から校正されている。

(1) 酸化グラフェン (GO) 由来のラジカルを利用した複素環化合物の光触媒的脱水素反応について検討した。GOの活性触媒部位について考察し、反応機構の詳細な解析を行った。その結果、GOを触媒とする金属フリー、酸化剤フリー、かつ再利用可能な光触媒反応を実現し、炭素系触媒による光駆動型脱水素反応の可能性を示した。

(2) 可視光照射下における酸化した炭素材料のラジカル特性と反応性について検討した。複数の酸化炭素材料を合成・評価した結果、GOが青色LED光照射下で最も多くの炭素ラジカルを生成することが確認された。この特性により、GOをはじめとする酸化炭素材料は、光触媒反応のみならず、ラジカルに関する応用展開の可能性を有することが示唆された。

(3) 可視光応答型ナノカーボンの合成および光触媒的炭素-炭素結合形成反応への応用について検討した。クエン酸と色素分子を水熱条件で反応させて得られるナノカーボンは、青色LEDの光を効率的に吸収し、硫黄ラジカルを発生した。さらに、ナノカーボンの光触媒活性とラジカルの役割について解析を行い、その触媒作用の本質を明らかにした。

以上のように、本研究は炭素系光触媒の基礎研究として、GOを中心とした酸化炭素材料のラジカル生成特性を明らかにし、金属フリーの光触媒システムの実現に貢献するものである。これらの知見は、持続可能な触媒設計や次世代光触媒技術の発展に寄与すると考えられ、博士(工学)の学位取得に相応しく、最終試験の結果を合格と判定した。