

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	西原大志
研究機関名	京都大学
所属部署名	エネルギー理工学研究所
役職名	講師
研究課題名	ナノシステム制御による太陽光利用の技術革新
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本年度はまず、高温利用のための耐熱・耐酸化性の向上を目指して、ナノ物質の純度向上を検討した。カーボンナノチューブ（CNT）試料の作製では、分散剤としてポリマーを使うことで、多様な構造の CNT 混合物から、高い耐熱温度（ $>1,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）が期待される大径の CNT 試料の大量分離ができるようになった。また、産総研の鈴木先生との共同研究の過程で、この CNT 試料で作製した薄膜は、ポリマーを過剰に含んでおり、高温利用では炭化したポリマーによる熱放射が発生してしまうという課題が見つかったが、製膜と分散、さらに急速な加熱・冷却処理によって、ポリマーがほとんどない、高純度な CNT 薄膜が作製できるようになった。単種 CNT の高純度薄膜からのフォトルミネセンスを確認し、それを利用した二光子発光励起スペクトル分光により、熱放射を担う励起子が、薄膜中でも  $1,500\text{ }^{\circ}\text{C}$  程度の高温に耐える結合エネルギーを有することを明らかにした。また、CNT を保護するために用いる窒化ホウ素ナノチューブ（BNNT）に関しても、ポリマー分散によって、非チューブ状の BN フレイクを含まない、BNNT 純度が非常に高い分散液が得られるようになった。同じ溶媒に CNT と BNNT を分散できるようになり、CNT 薄膜を BNNT 薄膜でサンドイッチしたナノ複合物質が作製できることを確認した。このナノ複合物質をより緻密にするための、酸化物の ALD や EB 蒸着装置に関して、膜厚制御などの整備もおおよそ完了し、酸化物層が反射防止層となり、熱放射に重要な吸収率が増加するという副次的な効果があることがわかってきた。作製した試料の分析に必要な中赤外対応の分光光学系に関しては、導入したアップコンバージョン型の赤外検出システムの SN 比が、ロックイン検出と組み合わせることで大幅に改善され、可視から約  $5\text{ }\mu\text{m}$  まで対応した、光ファイバー入力型のポータブルな分光システムを構築した。