2024 年度

創発的研究支援事業　年次報告書【公開版】

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	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

昨年度作製した、分散用のポリマーが少なく、カーボンナノチューブ（CNT）純度の高い薄膜の物性評価を進めた。ポリマーが少ないことは光学測定から示唆されていたが、透過型電子顕微鏡（TEM）観察を用いて、CNT を覆うポリマーがほとんどなく、CNT がバンドル形成していることを確認した。耐熱性の低いポリマーを除去したことで、CNT 薄膜の光学特性は可逆な温度変化を示すようになり、また本研究の鍵である量子状態「励起子」も十分に安定であることがわかった。この実験の過程で、CNT 薄膜の高温における複素屈折率スペクトルを決定する方法を確立し、高温でのデバイスの設計が可能になった。さらに、CNT 薄膜の非平衡熱放射を定量的に評価するための実験系の整備を行い、高温発光の化学ポテンシャルが測定できるようになった。一方、複合ナノ物質内のエネルギー移動を評価するために必要なストリークカメラの修理が長期化しているため、その代わりとして、非平衡熱放射を最大化するための CNT 薄膜のフォトニック構造の検討を行った。非平衡熱放射を最大化するためには、吸収率を大きくする必要があるが、理論的に吸収率 0.5 が限界であることがわかった。そこで、吸収率を最大化するための CNT 層と誘電体層（MgF_2）のフォトニック構造を検討した。その結果、CNT 薄膜の励起子吸収が他の物質と比べて桁違いに大きいことに起因して、比較的単純な 4 層構造で吸収率が 1 にできることがわかった。数 mm 程度の大きさであるが、この 4 層構造のプロトタイプを作製し、吸収率スペクトルが計算値とほぼ一致することを確認した。今後はこの 4 層構造をベースに、構造の異なる CNT と窒化ホウ素ナノチューブを組み合わせることで、非平衡熱放射を利用した高効率なスペクトル変換素子の最適化を行う。