

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	篠北啓介
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	助教
研究課題名	半導体モアレ超構造を用いた量子電磁力学の創生
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

本研究では、モアレ超構造を利用して励起子を精密に自在配列し、その相互作用を高度に制御することで、協力現象を最大限に活用し、超蛍光現象や単一光子超蛍光現象の実現や、さらに単一光子と物質が相互に作用しあって生じる全く新しい巨視的な量子光学現象を探究し、それらを支配する普遍的な物理を明らかにすることを目的としている。

令和 5 年度は、モアレ励起子の量子コヒーレンスや、モアレ励起子間の相互作用の解明に注力した。WSe₂/MoSe₂ の原子層ヘテロ構造からの発光の干渉測定により、モアレ励起子の長い量子コヒーレンスを観測し、モアレ超構造において量子ドットのような 0 次元系として機能することを実証した。さらに、モアレ超構造からの単一光子発生を観測し、量子光源としての機能性を明らかにした。また、モアレ超構造における励起子がコヒーレントに相互作用することで生じる量子ビートを観測し、二つのモアレ励起子の協力的な相互作用に起因する量子光学現象を捉えることに成功した。より多数のモアレ励起子が相互作用により、超蛍光をはじめとする巨視的な量子光学現象の実現が期待される。

より多数のモアレ励起子の相互作用の実現には、高い振動子強度の実現が不可欠である。そこで、WSe₂/WSe₂ 原子層ヘテロ構造を作製し、その光学特性の解明を目指した。まず、WSe₂/WSe₂ 原子層ヘテロ構造の混成励起子由来の特異な円偏光特性の解明を行った。さらに、発光の時間発展や反射測定から、WSe₂/MoSe₂ 原子層ヘテロ構造に比べて一桁以上高い振動子強度と、発光レートの増大を確認した。超蛍光現象などの協力的量子光学現象の観測が可能であることを定量的に見積もることができ、新たな量子光学現象を実現するプラットフォームとして有望であることを明らかにした。